

INFO KEGIATAN TAMBAHAN GURU BESAR

- 1. REVIEWER JURNAL INTERNASIONAL BEREPUTASI**
- 2. HIBAH PENELITIAN KOMPETITIF**
- 3. LAPORAN AKHIR PENELITIAN KOMPETITIF**
- 4. KONTRAK PENELITIAN**

REVIEWER JURNAL INTERNASIONAL BEREPUTASI

DAFTAR SEBAGAI REVIEWER JURNAL INTERNASIONAL BEREPUTASI


No	Judul Artikel yang di review	Jurnal	Quartile	SJR	Web Jurnal	Komunikasi
1	Experimental Investigation of a Split Air Conditioning Using Condensate as Direct Evaporative Cooling	Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences (2021)	Q3	0.28	https://semarakilmu.com.my/journals/index.php/fluid_mechanics_thermal_sciences	Ada (lampiran-email dan Reviewer Evaluation Form langsung di URL- web online)
2	EXPERIMENTAL STUDY OF SPLIT AIR CONDITIONER WITH AND WITHOUT TROMBONE COIL CONDENSER AS AIR CONDITIONING WATER HEATER	INTERNATIONAL JOURNAL OF AUTOMOTIVE AND MECHANICAL ENGINEERING (2015)	Q3	0.25	https://journal.ump.edu.my/ijame	Ada (lampiran-email dan Reviewer Evaluation Form)
3	Two-phase flow pattern, pressure drop and void fraction of air-water flow in a horizontal distributor	Alexandria Engineering Journal (2014)	Q1	0.93	https://www.sciencedirect.com/journal/alexandria-engineering-journal	Ada (lampiran-email Reviewer Evaluation Form langsung di URL-web online)

I. Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences,

[J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sc.] Article Review Request External 



Henry Hong <henry0812@akademiabaru.com>
to me

Fri, Apr 16, 2021, 12:59 PM   

Amrizal:

I believe that you would serve as an excellent reviewer of the manuscript, "Experimental Investigation of a Split Air Conditioning Using Condensate as Direct Evaporative Cooling," which has been submitted to Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences. The submission's abstract is inserted below, and I hope that you will consider undertaking this important task for us.

Please log into the journal web site by 2021-04-23 to indicate whether you will undertake the review or not, as well as to access the submission and to record your review and recommendation.

The review itself is due 2021-04-30.

Submission URL: <http://www.akademiabaru.com/submit/index.php/arfmts/reviewer/submission?submissionId=3678&reviewId=17635&key=bn3QaF>

Thank you for considering this request.

Henry Hong
Universiti Teknologi Malaysia
henry0812@akademiabaru.com

[J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sc.] Article Review Request External 



Henry Hong <henry0812@akademiabaru.com>
to me

Amrizal:

I believe that you would serve as an excellent reviewer of the manuscript, "Experimental Investigation of a Split Air Conditioning Using Condensate as Direct Evaporative Cooling," **Mechanics and Thermal Sciences**. The submission's abstract is inserted below, and I hope that you will consider undertaking this important task for us.

Please log into the **journal** web site by 2021-04-23 to indicate whether you will undertake the review or not, as well as to access the submission and to record your review and reco

The review itself is due 2021-04-30.

Submission URL: <http://www.akademiabaru.com/submit/index.php/arfmts/reviewer/submission?submissionId=3678&reviewId=17635&key=bn3QaF>

Thank you for considering this request.

Henry Hong
Universiti Teknologi Malaysia
henry0812@akademiabaru.com

"Experimental Investigation of a Split Air Conditioning Using Condensate as Direct Evaporative Cooling"

Split air conditioning systems produce reasonable amount of condensate which is usually not utilized and thrown away to the environment. On the other hand, it consumes a lot of condensate into the air before entering the condensing system can enhance the system performance and protect our environment. The aim of this study is to investigate the impro direct evaporative cooling using condensate is incorporated on a 0.74 ton-cooling capacity of split air conditioning to decrease the air temperature before entering the condenser. P evaporative cooling are compared and presented in this paper. The results show that the use of direct evaporative cooling using condensate into the air before passing through the of the condenser pressure lead to 4.7% and 7% reduction of power consumption for air conditioner without cooling load and air conditioner with 2000 W cooling load, respectively. the decrease of compressor power.

[J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sc.] Registration as Reviewer with Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences External > Inbox x



Henry Hong <henry0812@akademiabaru.com>
to me ▾

Fri, Apr 16, 2021, 12:59 PM ☆ ↶ ⋮

In light of your expertise, we have taken the liberty of registering your name in the reviewer database for Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences. This does not entail any form of commitment on your part, but simply enables us to approach you with a submission to possibly review. On being invited to review, you will have an opportunity to see the title and abstract of the paper in question, and you'll always be in a position to accept or decline the invitation. You can also ask at any point to have your name removed from this reviewer list.

We are providing you with a username and password, which is used in all interactions with the Journal through its website. You may wish, for example, to update your profile, including your reviewing interests.

Username: amrizal
Password: UuP83e

Thank you,
Nor Azwadi Che Sidik

[Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences](#)

[J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sc.] Registration as Reviewer with Journal of Sciences External > Inbox x



Henry Hong <henry0812@akademiabaru.com>
to me ▾

In light of your expertise, we have taken the liberty of registering your name in the reviewer database for Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences. This does not entail any form of commitment on your part, but simply enables us to approach you with a submission to possibly review. On being invited to review, you will have an opportunity to see the title and abstract of the paper in question, and you'll always be in a position to accept or decline the invitation. You can also ask at any point to have your name removed from this reviewer list.

We are providing you with a username and password, which is used in all interactions with the journal through its website. You may wish, for example, to update your profile, including your reviewing interests.

Username: amrizal
Password: UuP83e

Thank you,
Nor Azwadi Che Sidik

[Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences](#)

↶ Reply ↷ Forward

[J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sc.] Article Review Acknowledgement External > Inbox x



Nor Azwadi Che Sidik <azwadi@akademibaru.com>
to me ▾

Sat, May 1, 2021, 12:02 AM ☆ ↶ ⋮

Amrizal:

Thank you for completing the review of the submission, "Experimental Investigation of a Split Air Conditioning Using Condensate as Direct Evaporative Cooling," for [Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences](#). I greatly appreciate the commitment of your time and expertise. Without the dedication of reviewers like you, it would be impossible to manage an efficient peer review process and maintain the high standards necessary for a successful journal.

I hope that you will consider Akademia Baru Journals as potential journals for your own publications in the future.

Kind regards,

Editor-in-chief, [Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences](#)

[Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences](#)

[J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sc.] Article Review Acknowledgement External > Inbox x



Nor Azwadi Che Sidik <azwadi@akademibaru.com>
to me ▾

Amrizal:

Thank you for completing the review of the submission, "Experimental Investigation of a Split Air Conditioning Using Condensate as Direct Evaporative Cooling," appreciate the commitment of your time and expertise. Without the dedication of reviewers like you, it would be impossible to manage an efficient peer review pr

I hope that you will consider Akademia Baru Journals as potential journals for your own publications in the future.

Kind regards,

Editor-in-chief, [Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences](#)

[Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences](#)

II. INTERNATIONAL JOURNAL OF AUTOMOTIVE AND MECHANICAL ENGINEERING

Reviewer invitation for IJAME1512207 ➤ Inbox x



UMP M.M.Noor <muhamad@ump.edu.my>

to amrizals, me, Ella ▾

Dear Prof. Dr. Amrizal

Given your expertise in this area, I would appreciate your comments on attached paper. Your critical comment and thorough review will improve the journal quality. Only use Reviewer Evaluation Form to comment. Please reply.

If you accept this invitation, your comments will be due by Oct 30th, 2015.

If you are unable to act as a reviewer at this time, I would greatly appreciate your suggestions for alternative reviewers. Please reply. I look forward to hear from you in the near future.

Yours sincerely,

M.M.Noor

IJAME Editor in Chief

IJAME <http://ijame.ump.edu.my>



AMRIZAL mesin <amrizal@eng.unila.ac.id>

to UMP ▾

Dear Dr. M.M.Noor,

I am going to give some comments on the attached paper by Oct 30th.

Regards

Amrizal



Thanks : Thanks : Reviewer invitation for IJAME1512207 > [Inbox x](#)



UMP M.M.Noor <muhamad@ump.edu.my>
to me

Fri, Oct 30, 2015, 3:21 PM ☆ ↶ ⋮

Thanks Prof. for the [review](#) report.

Keep in touch.

Dr. M.M.Noor

From: AMRIZAL mesin [mailto:amrizal@eng.uniba.ac.id]
Sent: Friday, October 30, 2015 1:07 AM
To: UMP M.M.Noor <muhamad@ump.edu.my>
Subject: Re: Thanks : Reviewer invitation for IJAME1512207

Dear Dr. M.M.Noor,

I send you in attachment the document you [asked me](#).
Please find the attached file ([review](#) evaluation form IJAME 1312207).

Regards,
Amrizal Nalis

On Thu, Oct 15, 2015 at 2:50 PM, UMP M.M.Noor <muhamad@ump.edu.my> wrote:

Thanks

The more the better, to improve the paper.

Wassalam
Dr. Muhamad

Thanks : Reviewer invitation for IJAME1512207 > [Inbox x](#)



M.M. Noor <muhamad@ump.edu.my>
to me

Thanks for the reply.

Keep in touch.

M.M.Noor

Best Regards,

M.M.Noor, PhD, P.Tech.
Director, [Universiti Malaysia Pahang Press](#).
[IJAME](#) & [JMES](#) - Editor in Chief, UMP (2008-2018).
Ex-Dean, UMP Student Development (JHEPA), UMP.
Ex-Director, German Academic & Career Centre (JHEAA), UMP.
Universiti Malaysia Pahang ([UMP](#)), 26600, Pekan, Pahang, Malaysia.

Professional Technologist, Malaysia Board of Technologist ([MBOT](#)), Malaysia.
Advisor, Malaysian Citation Centre ([MCC](#)), Ministry of Education ([MOE](#)), Malaysia.

Researcher ID:
Google Scholar: [M.M.Noor](#) Scopus: [M.M.Noor](#) Publons: [M.M.Noor](#)

Thanks : Reviewer invitation for IJAME1512207 Σ Inbox x



UMP M.M.Noor <muhamad@ump.edu.my>

to me ▾

Thanks

The more the better, to improve the paper.

Wassalam

Dr. Muhamad

From: AMRIZAL mesin [mailto:amrizal@eng.unila.ac.id]

Sent: Thursday, October 15, 2015 3:47 PM

To: UMP M.M.Noor

Subject: Re: Reviewer invitation for IJAME1512207

Dear Dr. M.M.Noor,

I am going to give some comments on the attached paper by Oct 30th.

Regards

Amrizal

AMRIZAL mesin <amrizal@eng.unila.ac.id>

to UMP ▼

Dear Dr. M.M.Noor,

I send you in attachment the document you asked me.

Please find the attached file (review evaluation form IJAME 1512207).

Regards,

Amrizal Nalis

One attachment • Scanned by Gmail ⓘ



International Journal of Automotive and Mechanical Engineering (IJAME)
ISSN: 2229-8649 (Print), 2180-1606 (Online)

IJAME Reviewer Evaluation Form

Paper No.:	IJAME1512207
Paper Title:	EXPERIMENTAL STUDY OF SPLIT AIR CONDITIONER WITH AND WITHOUT TROMBONE COIL CONDENSER AS AIR CONDITIONING WATER HEATER

This paper propose as	Full paper <input type="checkbox"/>	Technical Note <input type="checkbox"/>	Review Paper <input checked="" type="checkbox"/>	Case Study <input type="checkbox"/>
-----------------------	-------------------------------------	---	--	-------------------------------------

We would appreciate a thorough and critical review. Please evaluate the paper based on the following criteria and return this form with your review. Please insert check marks to indicate your opinion of the manuscript.

	POOR	MARGINAL	ACCEPTABLE	GOOD	EXCELLENT
Originality and Significance			V		
Methodology well discussed			V		
Conclusion supported by results of work			V		
References				V	
Overall Rating			V		

Please include your detailed comments on the back of this form.

Is this work technically correct?

Yes No

Are you aware of prior publication of this paper?

Yes No

Is the manuscript an appropriate length?

Yes No

To assist the author in revising the manuscript, please separate your remarks into two clearly identified sections. Use additional sheets and/or attach a marked-up copy of the manuscript if needed.

Changes that must be made before publication:

1. The first paragraph (**Introduction**) on page 1, the authors should include the reference for this statement " *the comfortable temperature in tropical zone is 24°C-27°C* " and also add the range of relative humidity.
2. The last paragraph (**Introduction**) on page 2 "*comparison between ACWH (with coil) and the original of AC (without coil)*", was it completely different to this statement " *the compressor power, COP, condenser temperature, room temperature were reported in different cooling load from low to high load* " as the authors mentioned before ? if not the authors should delete the statement or state more clear that sentence.
3. Page 2. As the authors informed in the **Experimental Apparatus and Procedure** that the water tank have capacity 50 L, was the water continuously circulate from the inlet into outlet of the water tank as seen in Figure 1? If so the authors should clearly state how much the mass flow rate was applied on it since the different value of mass flow rate may affect the performance of the unit test. If not, I think it should be better to delete " *the water in* " and " *the water out* " from Figure 1.
4. Page 2. I think that the authors should clearly describe in the **Experimental Apparatus and Procedure** what do they mean by "*condenser and coil temperatures*" (surface or working fluid temperatures) and how to measure them. These temperatures may not uniform all over the condenser and water tank area because of these equipments as a heat exchanger.
5. Page 8. There are informed *the condenser and coil temperatures* as seen in Figure 9. Did they significantly reflect the performance of the unit test ?. The authors should clarify why these are important to be discussed associate with the performance of the unit test.
6. Page 9. The authors did not specifically explain what they mean by the **impact** as seen in this statement ? " *there is no significant impact with the addition of coil* ".
Give details information !

Reviewer Decision:

<input type="checkbox"/>	Accept as it
<input type="checkbox"/>	Accept with minor revision
<input checked="" type="checkbox"/>	Accept with major revision
<input type="checkbox"/>	Not Accepted
<input type="checkbox"/>	Others



DR. AMRIZAL NALIS
Mechanical Engineering Department
University of Lampung, Indonesia
Jln. Prof. Dr. Sumantri B. No. 1 Bandar Lampung, 35145
amrizal@eng.unila.ac.id

III. Alexandria Engineering Journal

[Template <esubmissionsupport@elsevier.com>](mailto:esubmissionsupport@elsevier.com)

To

amrizals@yahoo.com

05/01/14 at 1:19 AM

Ms. Ref. No.: AEJ-D-14-00100

Title: Two-phase flow pattern, pressure drop and void fraction of air-water flow in a horizontal distributor

Alexandria Engineering Journal

Dear Dr. Nalis Amrizal,

Given your expertise in this area, I would appreciate your comments on the above paper. I have included the abstract of the manuscript below to provide you with an overview.

If you accept this invitation, your comments will be due by May 14, 2014. If you are unable to act as a reviewer at this time, I would greatly appreciate your suggestions for alternate reviewers.

To accept this invitation, please click here:

<http://ees.elsevier.com/aej/1.asp?i=6472&l=P862FFOX>

To decline this invitation, please click here:

<http://ees.elsevier.com/aej/1.asp?i=6471&l=PPG0PVWS>

Alternatively, to register your response using the Elsevier Editorial System please do the following:

1. Go to this URL: <http://ees.elsevier.com/aej/>
2. Enter these login details:
Your username is: NAmrizal-455
If you need to retrieve password details, please go to:
http://ees.elsevier.com/AEJ/automail_query.asp.
3. Click [Reviewer Login]
This takes you to the Reviewer Main Menu.
4. Click [New Reviewer Invitations]
5. Click either [Agree to Review] or [Decline to Review]

I look forward to hearing from you in the near future.

As a reviewer you are entitled to complimentary access to Scopus and ScienceDirect for 30 days. Full instructions and details will be provided upon accepting this invitation to review.

Yours sincerely,

Wael Crosby, Ph.D.
Associate Editor
Alexandria Engineering Journal

ABSTRACT:

The basic study of two-phase flow pattern, pressure drop and void fraction in a distributor have been carried out by using air and water as working fluids. The flow pattern was observed experimentally using a high speed video camera and investigated numerically by using commercial software of computational fluid dynamics (CFD). The two-phase pressure drop was obtained by an analytical model and also investigated numerically by the CFD. There are small differences of the flow pattern between experiment and numerical results. On the other hand, there are large discrepancies in flow deviations. In a straight pipe, before the distributor, the flow pattern by experiment and numerical correspond to Mandhane flow pattern map. In general, the modelling exists to predict the two-phase flow pressure drop. There is some pressure drop difference by modelling and numerical. The pressure drop increases proportional to superficial gas velocity along the distributor tubes. The pressure drop in tube branch is bigger than pressure drop in both inlet and outlets, because of sudden enlargement and contraction. The void fraction decrease with increasing the superficial water velocity and increase with increasing the superficial air velocity.

To

amrizals@yahoo.com

06/09/14 at 11:10 PM

Ms. Ref. No.: AEJ-D-14-00100

Title: Two-phase flow pattern, pressure drop and void fraction of air-water flow in a horizontal distributor

Alexandria Engineering Journal

Dear Dr. Nalis Amrizal,

Thank you for agreeing to review manuscript number AEJ-D-14-00100 for Alexandria Engineering Journal.

If possible, I would appreciate receiving your review by May 14, 2014.

To submit your review, please do the following:

1. Go to this URL: <http://ees.elsevier.com/aej/>

2. Enter these login details:

Your username is: NAmrizal-455

If you need to retrieve password details, please go to:
http://ees.elsevier.com/AEJ/automail_query.asp.

3. Click [Reviewer Login]

This takes you to the Reviewer Main Menu.

4. Click [Pending Assignments]

5. Click [Submit Recommendation] (in the Actions column)

6. Choose the appropriate recommendation term for the paper e.g. Accept, Revise, Reject

7. Rate the paper by clicking on the appropriate check boxes in the Manuscript Review form underneath

8. Insert your confidential comments to the author (your name will not be released to the author)

9. Enter your comments to the editor (these are not available to the author)

10. Click [Proceed]

11. Click [Edit Review] if you wish to make further changes or [Submit Review to Journal Office] to confirm

12. Click [OK] to confirm your overall recommendation.

Thank you in advance for your timely cooperation and for your contribution to the success of Alexandria Engineering Journal.

As a reviewer you are entitled to complimentary access to Scopus and ScienceDirect for 30 days. Your 30-day access can be activated in your "Pending Assignments" page in EES and you have 6 months to activate it. From the Scopus search bar on your "Pending Assignments" page you can access Scopus directly and from there seamlessly access full text articles on ScienceDirect. You can also access Scopus and ScienceDirect directly via www.scopus.com/reviewers, using your EES Username and Password.

Yours sincerely,

Wael Crosby, Ph.D.
Associate Editor
Alexandria Engineering Journal

For further assistance, please visit our customer support site at <http://help.elsevier.com/app/answers/list/p/7923>. Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions and learn more about EES via interactive tutorials. You will also find our 24/7 support contact details should you need any further assistance from one of our customer support representatives.

[nly Template <esubmissionsupport@elsevier.com>](mailto:esubmissionsupport@elsevier.com)

To

amrizals@yahoo.com

06/18/14 at 11:12 PM

Ms. Ref. No.: AEJ-D-14-00100

Title: Two-phase flow pattern, pressure drop and void fraction of air-water flow in a horizontal distributor

Alexandria Engineering Journal

Dear Dr. Nalis Amrizal,

Thank you for taking the time to review the above-referenced manuscript. You can access your comments and the decision letter when it becomes available.

To access your comments and the decision letter, please do the following:

1. Go to this URL: <http://ees.elsevier.com/aej/>
2. Enter your login details
3. Click [Reviewer Login]

Thank you again for sharing your time and expertise.

If you have not yet activated or completed your 30 days of access to Scopus and ScienceDirect, you can still access them via this link:

http://scopees.elsevier.com/ees_login.asp?journalacronym=AEJ&username=NAmrizal-455

You can use your EES password to access Scopus and ScienceDirect via the URL above. You can save your 30 days access period, but access will expire 6 months after you accepted to review.

Yours sincerely,

Wael Crosby, Ph.D.

Associate Editor

Alexandria Engineering Journal

For further assistance, please visit our customer support site at <http://help.elsevier.com/app/answers/list/p/7923>. Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions and learn more about EES via interactive tutorials. You will also find our 24/7 support contact details should you need any further assistance from one of our customer support representatives.


II. HIBAH PENELITIAN KOMPETITIF

DAFTAR HIBAH PENELITIAN YANG PERNAH DIPEROLEH

No	Judul	Skim Penelitian/Tahun	Rp	Pengumuman	Kontrak	Laporan
1	TINJAUAN KEBERLAKUAN STANDAR ISO 9806-1 DALAM PENGUJIAN UNJUK KERJA TERMAL KOLEKTOR SURYA PADA KAWASAN EKUATOR	Penelitian Fundamental Dikti (2015)	50.000.000	https://lppm.unila.ac.id/wp-content/uploads/2018/03/Penelitian-Dikti-2015.pdf Hal 5/8 no 14	Ada	Ada
2	UNJUK KERJA KOLEKTOR SURYA PELAT DATAR BERDASARKAN MATERIAL ABSORBER	Penelitian Pasca Sarjana BLU Universitas Lampung (2017)	40.000.000	https://lppm.unila.ac.id/wp-content/uploads/2018/03/PENELITIAN-BLU-2017-1.pdf Hal 7/9 no 84	Ada (hasil copyan yang tersedia di LPPM Unila)	Ada
3	KAJI EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN NANOFLUIDA Al ₂ O ₃ PADA KOLEKTOR SURYA PV/T	Penelitian Pasca Sarjana BLU Universitas Lampung (2018)	40.000.000	Tidak tersedia lagi di web LPPM Unila	Ada (hasil copyan yang tersedia di LPPM Unila)	Ada
4	PENGGUNAAN PIPA PERSEGI (RECTANGULER TUBE) DENGAN NANOFLUIDA PADA ABSORBER KOLEKTOR SURYA PV/T	Penelitian Pasca Sarjana BLU Universitas Lampung (2019)	40.000.000	Tidak tersedia lagi di web LPPM Unila	Ada (hasil copyan yang tersedia di LPPM Unila)	Ada

5	Karakterisasi kemampuan kolektor surya PV/T pelat datar dengan penambahan Thermal Electric Generator (TEG) dan sirip	PDUPT 2021 Dikti (Multi years) Tahun 1	94.805.000	Tidak tersedia lagi di web Dikti (bima.kemdikbud.go.id)	Ada	Ada
6	Karakterisasi kemampuan kolektor surya PV/T pelat datar dengan penambahan Thermal Electric Generator (TEG) dan sirip	PDUPT 2022 Dikti (Multi years) Tahun 2	89.770.000	https://bima.kemdikbud.go.id/pengumuman (dilampirkan dalam bentuk file pdf)	Ada	Ada (Laporan Akhir 2022 dan lanjutan Proposal 2023)
7	Karakterisasi kemampuan kolektor surya PV/T pelat datar dengan penambahan Thermal Electric Generator (TEG) dan sirip	PDUPT 2023 Dikti (Multi years) Tahun 3	87.940.000	https://bima.kemdikbud.go.id/pengumuman (dilampirkan dalam bentuk file pdf)	N/A Sedang dipersiapkan oleh LPPM Unila (on going)	Ada/ Ada (Laporan Akhir 2022 dan lanjutan Proposal 2023/)
8	KARAKTERISASI UNJUK KERJA KOLEKTOR SURYA PV/T-TEC MENGGUNAKAN ABSORBER JENIS CROSS-CUT FINS	Penelitian Profesorship BLU Universitas Lampung (2023)	50.000.000	https://lppm.unila.ac.id/wp-content/uploads/2023/04/Pengumuman-Penerima-Hibah-Penelitian-dan-Pengabdian-Kepada-Masyarakat-DIPA-BLU-T.A-2023.pdf Hal 1/27 No 1	N/A Sedang dipersiapkan oleh LPPM Unila(on going)	Ada/Proposal

WEB BIMA KEMENDIKBUD (https://bima.kemdikbud.go.id/)



Filter

Bima

Manual

Verified





Unverified

Filter

Reset

Sort By Year

Page 1 of 1 | Total Records : 8

<p>Karakterisasi kemampuan kolektor surya PV/T pelat datar dengan penambahan Thermal Electric Generator (TEG) dan sirip</p> <p>Program Hibah : Penelitian Desentralisasi Skema : Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi </p> <p>Leader : AMRIZAL</p> <p>Funds approved : Rp. 87.940.000</p> <p>Verified by at 0000-00-00 00:00:00</p>	<p>publish at 2023</p>
<p>Karakterisasi kemampuan kolektor surya PV/T pelat datar dengan penambahan Thermal Electric Generator (TEG) dan sirip</p> <p>Program Hibah : Penelitian Desentralisasi Skema : Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi </p> <p>Leader : AMRIZAL</p> <p>Funds approved : Rp. 89.770.000</p> <p>Verified by at 0000-00-00 00:00:00</p>	<p>publish at 2022</p>
<p>Karakterisasi kemampuan kolektor surya PV/T pelat datar dengan penambahan Thermal Electric Generator (TEG) dan sirip</p> <p>Program Hibah : Penelitian Desentralisasi Skema : Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi </p> <p>Leader : AMRIZAL</p> <p>Funds approved : Rp. 94.805.000</p> <p>Verified by at 0000-00-00 00:00:00</p>	<p>publish at 2021</p>
<p>TINJAUAN KEBERLAKUAN STANDAR ISO 9806-1 DALAM PENGUJIAN UNJUK KERJA TERMAL KOLEKTOR SURYA PADA KAWASAN EKUATOR</p> <p>Program Hibah : Penelitian Desentralisasi Skema : Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi </p> <p>Leader : AMRIZAL</p> <p>Funds approved : Rp. 50.000.000</p> <p>Verified by at 0000-00-00 00:00:00</p>	<p>publish at 2015</p>

Page 1 of 1 | Total Record 8

« < 1 > »



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI,
RISET, DAN TEKNOLOGI**

Jalan Jenderal Sudirman, Senayan, Jakarta 10270
Telepon (021) 57946104, Pusat Panggilan ULT DIKTI 126
Laman www.dikti.kemdikbud.go.id

Nomor : 0162/E5.4/DT.05.00/2023 6 Maret 2023
Lampiran : 1 (satu) berkas
Hal : Pengumuman Program Penelitian Lanjutan (*on going*)
Tahun Anggaran 2023

Yth.

1. Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah I s.d. XVI
2. Ketua LP/LPM/LPPM Perguruan Tinggi di lingkungan Ditjen Diktiristek

Berkenaan dengan pelaksanaan Program Penelitian lanjutan (*on going*) Tahun Anggaran 2023, Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM), Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi telah melaksanakan kegiatan penilaian keberlanjutan Penelitian pelaksanaan Tahun Anggaran 2022.

Berdasarkan hasil penilaian keberlanjutan Program Penelitian pelaksanaan Tahun Anggaran 2022, bersama ini kami sampaikan daftar penerima pendanaan Program Penelitian lanjutan yang didanai Tahun Anggaran 2023 sebagaimana tercantum pada Lampiran.

Kami informasikan bahwa penerima pendanaan Program Penelitian lanjutan Tahun Anggaran 2023 telah memenuhi kewajiban sebagai berikut:

1. Mengunggah laporan kemajuan sampai dengan tahun 2022;
2. Mengunggah laporan akhir sampai dengan tahun 2022;
3. Mengunggah laporan keuangan dan catatan harian sampai dengan tahun 2022;
4. Melaksanakan evaluasi keberlanjutan secara daring;
5. Tidak sedang dalam status tugas belajar baik untuk ketua maupun anggota, kecuali anggota pada skema Penelitian Pascasarjana;

Apabila penerima pendanaan Program Penelitian lanjutan sebagaimana tercantum pada lampiran yang tidak memenuhi salah satu dari kewajiban di atas atau terdapat pelanggaran terhadap ketentuan Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi XIII Revisi, maka pendanaannya dapat ditinjau kembali.

Berkenaan dengan hal tersebut, DRTPM mengucapkan selamat kepada penerima pendanaan Program Penelitian lanjutan Tahun Anggaran 2023. Bagi dosen yang belum mendapatkan pendanaan lanjutan tahun ini dapat mengusulkan proposal baru Program Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat.

Atas perhatian dan kerjasamanya, kami ucapkan terima kasih.

Direktur Riset, Teknologi, dan
Pengabdian kepada Masyarakat,



M. Faiz Syuaib
NIP 196708311994021001

Tembusan:
Plt. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi



Catatan:

1. UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti yang sah."
2. Dokumen ini telah dibagikan secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BIRI.

Lampiran
 Nomor : 0162/E5.4/DT.05.00/2023
 Tanggal : 6 Maret 2023

**DAFTAR PENERIMA PENDANAAN PROGRAM PENELITIAN LANJUTAN
 YANG DIDANAI TAHUN ANGGARAN 2023**

No	Kategori Institusi	Nama Institui	Nama	NIDN	Judul	Skema	Keterangan
1	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	Achmad Farajallah	0027046503	Survei Mitogenomik Kepiting Pasir di Bagian Barat Indonesia dan Garis Wallacea	PDUPT	Tahun Ke-2 dari 3 Tahun
2	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	Adisti Permatasari Putri Hartoyo	0024129002	APLIKASI BIO-NANOFERTILIZERS DENGAN TEKNOLOGI DRONE SEEDING PADA SISTEM AGROFORESTRI JELUTUNG RAWA (Dyera polyphylla (Miq.) Steenis) DAN PADI (Oryza sativa L.) SEBAGAI UPAYA REHABILITASI LAHAN GAMBUT	PDUPT	Tahun Ke-2 dari 3 Tahun
3	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	Agus Buono	0002076607	Pemodelan Deep Learning dalam Pendeteksian Tangis Bayi	PPS-PDD	Tahun Ke-2 dari 2 Tahun
4	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	Ahmad Sulaeman	0031036206	PENGEMBANGAN MINUMAN FUNGSIONAL SARIPATI AYAM HERBAL SERTA PONTESINYA UNTUK MENINGKATKAN KEBUGARAN	PPS-PDD	Tahun Ke-2 dari 2 Tahun
5	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	Anas Dinurrohman Susila	0027116209	Penetapan Rekomendasi Pemupukan pada Fertigasi Tanaman Cabai melalui Irigasi Tetes menggunakan FERADS (Decision Support System) dalam Pertanian Presisi	PTUPT	Tahun Ke-3 dari 3 Tahun
6	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	Anuraga Jayanegara	0002068301	Kajian Nilai Nutrisi, Metabolomik dan Metagenomik Tumbuhan Lokal Terfermentasi Mengandung Komponen Bioaktif Sebagai Pakan Ternak Ruminansia	PPS-PDD	Tahun Ke-2 dari 2 Tahun
7	PTNBH	Institut Pertanian Bogor	Anuraga Jayanegara	0002068301	Modifikasi Rumen Undegradable Starch Asal Bahan Pakan Lokal Berbasis Pengolahan Fisik-Kimia	PPS-PMDSU	Tahun Ke-2 dari 3 Tahun

No	Kategori Institusi	Nama Institui	Nama	NIDN	Judul	Skema	Keterangan
					DENGAN POTENSI REAKTIVASI BENCANA GEOLOGI BERBASIS DATA GEODETIK DAN GEOFISIKA		
952	PTN	Universitas Lampung	Akhmad Dakhlan	0010086902	KAJIAN ASOSIASI GENOME DENGAN SIFAT BERNILAI EKONOMI TINGGI UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS KAMBING SABURAI DENGAN CEPAT	PDKN	Tahun Ke-2 dari 3 Tahun
953	PTN	Universitas Lampung	Amrizal	0002027004	Karakterisasi kemampuan kolektor surya PV/T pelat datar dengan penambahan Thermal Electric Generator (TEG) dan sirip	PDUPT	Tahun Ke-3 dari 3 Tahun
954	PTN	Universitas Lampung	Asmiati	0011047601	Analisis Bilangan Kromatik Lokasi pada Sembarang Graf barbel dan Penerapan Algoritmanya	PDKN	Tahun Ke-2 dari 3 Tahun
955	PTN	Universitas Lampung	Buhani	0016046905	PEMANFAATAN CANGKANG BUAH KARET MELALUI PELAPISAN MAGNETIT DAN PROSES SILANISASI SEBAGAI MATERIAL FUNGSIONAL DALAM PENGOLAHAN LIMBAH KIMIA	PT	Tahun Ke-3 dari 3 Tahun
956	PTN	Universitas Lampung	Dedy Hermawan	0020077509	Model Koopetisi Dalam Pariwisata Maritim: Upaya Memperkuat Jejaring dan Trust Pada Destinasi Wisata Kelautan di Daerah	PTUPT	Tahun Ke-2 dari 3 Tahun
957	PTN	Universitas Lampung	Hasan Hariri	0021056708	PENGARUH POLITIK LOKAL TERHADAP KEPEMIMPINAN MULTIFAKTOR, EFIKASI-DIRI, DAN DAMPAK SELANJUTNYA TERHADAP KOMITMEN ORGANISASI KEPALA SEKOLAH	PPS-PDD	Tahun Ke-2 dari 2 Tahun
958	PTN	Universitas Lampung	Ilim	0025056505	Studi Konversi Metil Ester Turunan Minyak Nabati Menjadi Senyawa Nitrogen sebagai Green Corrosion Inhibitor untuk Industri Gas dan Minyak Bumi	PDKN	Tahun Ke-2 dari 3 Tahun
959	PTN	Universitas Lampung	Irma Lusi Nugraheni	0027078002	Pengembangan Model Perubahan Penggunaan Lahan Sebagai Kajian Strategi	PTUPT	Tahun Ke-2 dari 2 Tahun



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI,
RISET, DAN TEKNOLOGI**

Jalan Jenderal Sudirman, Senayan, Jakarta 10270
Telepon (021) 57946104, Pusat Panggilan ULT DIKTI 126
Laman www.dikti.kemdikbud.go.id

Nomor : 0054/E5/AK.04/2022 8 Februari 2022
Lampiran : Dua berkas
Hal : Pengumuman Program Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Lanjutan (*on going*) Tahun Anggaran 2022

Yth.

1. Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah I s.d. XVI
2. Ketua LP/LPM/LPPM Perguruan Tinggi di lingkungan Ditjen Diktiristek

Berkeenaan dengan pelaksanaan program Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat lanjutan (*on going*) Tahun Anggaran 2022, Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM), Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi telah melaksanakan kegiatan penilaian monitoring dan evaluasi Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat pelaksanaan Tahun Anggaran 2021.

Berdasarkan hasil penilaian monitoring dan evaluasi program Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat pelaksanaan Tahun Anggaran 2021, bersama ini kami sampaikan daftar penerima pendanaan program Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat lanjutan yang didanai Tahun Anggaran 2022 sebagaimana tercantum pada Lampiran 1 dan 2.

Kami informasikan bahwa penerima pendanaan program Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat lanjutan Tahun Anggaran 2022 telah memenuhi kewajiban sebagai berikut:

1. Mengunggah laporan kemajuan sampai dengan tahun 2021;
2. Mengunggah laporan akhir sampai dengan tahun 2021;
3. Mengunggah laporan keuangan dan catatan harian sampai dengan tahun 2021;
4. Melaksanakan monitoring dan evaluasi secara daring;
5. Tidak sedang dalam status tugas belajar baik untuk ketua maupun anggota, kecuali anggota pada skema Penelitian Pascasarjana;

Apabila ada penerima pendanaan program Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat lanjutan sebagaimana tercantum pada lampiran ternyata tidak memenuhi salah satu dari ketentuan di atas atau terdapat pelanggaran terhadap ketentuan Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi XIII Revisi, maka pendanaannya dapat ditinjau kembali.

Berkeenaan dengan hal tersebut, DRTPM mengucapkan selamat kepada penerima pendanaan program Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat lanjutan Tahun Anggaran 2022.

Bagi dosen yang belum mendapatkan pendanaan lanjutan tahun ini dapat mengusulkan proposal program Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang masih dibuka hingga **15 Februari 2022**.

Atas perhatian dan kerjasamanya, kami ucapkan terima kasih.

plt. Direktur Riset, Teknologi,
dan Pengabdian Kepada Masyarakat



Teuku Faisal Fathani
NIP 197505261999031002

Tembusan:

1. plt. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi;
2. Rektor/Direktur/Ketua Perguruan Tinggi terkait;



Catatan :
1. UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti yang sah."
2. Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSN.

NO	KATEGORI PT	INSTITUSI	NAMA	NIDN	JUDUL	SKEMA	KETERANGAN
					EVALUASI DINAMIKA KERENTANAN LINGKUNGAN DI DAERAH ALIRAN SUNGAI TABUNIO		
1408	PTN	Universitas Lampung	AGUNG ABADI KISWANDONO	0005077009	MODIFIKASI EUGENOL DENGAN DIVINIL BENZENA (DVB) , DIALIL FTALAT (DAF) DAN ETILEN GLIKOL DIMETAKRILAT (EGDMA) MELALUI POLIMERISASI SEBAGAI CARRIER DAN APLIKASINYA UNTUK TRANSPOR FENOL BERBASIS TEKNOLOGI MEMBRAN CAIR	PDUPT	Tahun Ke-2 dari 3 Tahun
1409	PTN	Universitas Lampung	AGUS SUYATNA	0021086003	Model Distance Learning Berbasis Moodle Untuk Mengoptimalkan Keterampilan Unjuk Kerja Pada Perkuliahan Instrumentasi Fisika Secara Online	PTUPT	Tahun Ke-2 dari 2 Tahun
1410	PTN	Universitas Lampung	AKMAL JUNAIDI	0029017103	PENGEMBANGAN MODUL EDUKASI KESEHATAN REPRODUKSI REMAJA BERBASIS APLIKASI ANDROID DI INDONESIA	PT	Tahun Ke-2 dari 3 Tahun
1411	PTN	Universitas Lampung	AMRIZAL	0002027004	Karakterisasi kemampuan kolektor surya PV/T pelat datar dengan penambahan Thermal Electric Generator (TEG) dan sirip	PDUPT	Tahun Ke-2 dari 3 Tahun
1412	PTN	Universitas Lampung	BUHANI	0016046905	PEMANFAATAN CANGKANG BUAH KARET MELALUI PELAPISAN MAGNETIT DAN PROSES SILANISASI SEBAGAI MATERIAL FUNGSIONAL DALAM PENGOLAHAN LIMBAH KIMIA	PT	Tahun Ke-2 dari 3 Tahun

No	Ketua - NIDN	Fakultas	Skema	Judul
67	Dra. RINI ASNAWATI M.Pd - 0010026206 Pendidikan Matematika	KIP	Penelitian Hibah Bersaing	Pengembangan Model Pembelajaran Geometri Berbasis Higher Order Thinking Bagi Siswa Madrasah Tsanawiyah di Lampung
68	Dr. Ir. DARWIN HABISARAN P M.Sc. - 0013016302 Agroteknologi	Pertanian	Penelitian Hibah Bersaing	KAJIAN PUPUK ORGANIK YANG DIPERKAYA DAN EKSTRAK TANAMAN KAYA UNSUR NITROGEN (N) UNTUK PRODUKSI JAGUNG MANIS BERKUALITAS DAN SERAPAN HARANYA
69	S.T INDRAMA MAMAD GANDIDI M.T - 0007037006 Teknik Mesin	Teknik	Penelitian Hibah Bersaing	Produksi Bio-Oil dari Sampah Kota Bandar Lampung dengan Metode Pirolisis Berkatalis Dolomite Alam Lampung serta Improvisasi Proses dan Teknologi untuk Meningkatkan Kualitas Bio-Oil
1	Dr. HERPRATIWI M.Pd - 0014096403 Teknologi Pendidikan	KIP	Penelitian Tim Pasca Sarjana	PENGEMBANGAN MODEL PENDIDIKAN KARAKTER BERBASIS SCIENTIFIC APPROACH DI SEKOLAH DASAR KOTA BANDAR LAMPUNG PROVINSI LAMPUNG
1	Dr. NOVITA TRESIANA - 0018097205 Ilmu Administrasi Negara	ISIP	Penelitian Fundamental	KEGAGALAN PEMERINTAH LOKAL DALAM PEMBANGUNAN ERA OTONOMI DAERAH: (Kebijakan Deliberatif: menggagas multistakeholder governance body dalam musrenbang desa untuk mewujudkan kebijakan/program pembangunan yang unggul di Kabupaten Lampung
2	Dr. Ir. SRI RATNA SULISTYANTI - 0021106502 Teknik Elektro	Teknik	Penelitian Fundamental	Karakterisasi Polusi Udara Berbasis Citra Inframerah Menggunakan Alihragam Wavelet
3	Drs. SUMADI - 0017075309 Administrasi Pendidikan	KIP	Penelitian Fundamental	Kinerja dan Motivasi Guru Pendidikan Dasar di Kota Metro Provinsi Lampung
4	AHMAD SAUDI SAMOSIR S.T, M.T - 0015047105 Teknik Elektro	Teknik	Penelitian Fundamental	STUDI PENERAPAN TEKNIK KONTROL BARU BERBASIS DYNAMIC EVOLUTION CONTROL UNTUK MENGENDALIKAN INVERTER DAYA PADA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
5	Dr. MARTA DINATA M.Pd. - 0025036702 Pendidikan Jasmani, Kesehatan Dan Rekreasi	KIP	Penelitian Fundamental	PENGARUH LATIHAN DAN PEMULIHAN TERHADAP PENINGKATAN VO2 MAX
6	ADELINA HASYIM M.Pd - 0018105302 Teknologi Pendidikan	KIP	Penelitian Fundamental	PROBLEMATIKA PENERAPAN KURIKULUM 2013 TINGKAT SEKOLAH DASAR (SD) DI KOTA BANDAR LAMPUNG
7	Dr. ENDANG NURCAHYANI M.Si. - 0031106503 Biologi	MIPA	Penelitian Fundamental	ANALISIS POLA DNA DAN PROFIL PROTEIN ANGGREK TANAH (<i>Spathoglottis plicata</i> Bl.) HASIL INDUCED RESISTANCE TERHADAP <i>Fusarium oxysporum</i>
8	Dr ASEP SUKOHAR M.Kes - 0015056904 Profesi Dokter	Kedokteran	Penelitian Fundamental	KAJIAN AKTIVITAS ANTIDIABETES DAN ANTIOKSIDAN CAMPURAN LALAPAN DAN BUMBUN-BUMBUN SEBAGAI BAHAN BAKU PANGAN FUNGSIONAL ANTIDIABETES
9	Dr., Eng. LUKMANUL HAKIM S.T., M.Sc. - 0023097202 Teknik Elektro	Teknik	Penelitian Fundamental	PENGEMBANGAN METODE ALIRAN DAYA TIGA FASA UNTUK ANALISA JARINGAN DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK
10	Ir ARINAL HAMNI M.T - 0028126402 Teknik Mesin	Teknik	Penelitian Fundamental	Karakterisasi dan optimasi pemesinan inconel 718 menggunakan sistem pelumasan kuantitas minimum dan metode respon permukaan
11	Ir RUSDI EVIZAL - 0026086104 Manajemen Sumber Daya Alam	Pertanian	Penelitian Fundamental	Adaptasi klon kopi lokal pada naungan hutan lindung program hutan kemasyarakatan
12	Dr.Ir YANUAR BURHANUDDIN - 0006056402 Teknik Mesin	Teknik	Penelitian Fundamental	Pemodelan Prediktif Suhu Pemesinan dan Penyalaaan Geram Pada Pemesinan Magnesium AZ31 Menggunakan Analisis Statistik dan Jaringan Saraf Tiruan (Neural Networks)
13	KARYANTO S.Si., M.T. - 0030126904 Teknik Geofisika	Teknik	Penelitian Fundamental	STUDI RESISTIVITAS BATUAN DAN SIFAT-SIFAT GEOKIMIA SEBAGAI INDIKATOR INTRUSI AIR LAUT DI DAERAH PESISIR BANDAR LAMPUNG
14	Dr AMRIZAL S.T, M.T - 0002027004 Teknik Mesin	Teknik	Penelitian Fundamental	TINJAUAN KEBERLAKUAN STANDAR ISO 9806-1 DALAM PENGUJIAN UNJUK KERJA TERMAL KOLEKTOR SURYA PADA KAWASAN EKUATOR
15	Dr. Ir DEWI SARTIKA - 0220127001 Teknik Pertanian	Pertanian	Penelitian Fundamental	ISOLASI DAN EFEKTIFITAS LISIS FAGE LITIK SEBAGAI BIOPRESERVATIF DALAM MENURUNKAN CEMARAN SALMONELLA VANNAMEI PADA UDANG SEGAR SERTA KEAMANANNYA SECARA IN VIVO
16	Dr MUHARTONO M.Kes - 0008127005 Profesi Dokter	Kedokteran	Penelitian Fundamental	AKTIVITAS ANTIKANKER SENYAWA BRUSEIN-A TERHADAP EKSPRESI GEN P53, BAX, DAN CASPASE 3 PADA TIKUS YANG DIINDUKSI DIMETILBENZANTRASEN
17	Dr. TINA KARTIKA - 0023037307 Ilmu Komunikasi	KIP	Penelitian Fundamental	PEMETAAN PERMASALAHAN GEPENG DAN ANJAL KOTA BANDAR LAMPUNG (KAJIAN ETNOGRAFI KOMUNIKASI)

Laporan Hibah BLU Universitas 2017

No	Ketua	Skema Penelitian	Judul
1	Prof. Dr. Ir. Sutopo Hadi, M.Sc 197104151995121000 MIPA	PROFESOR	Pemanfaatan Potensi Senyawa Turunan Trifenil Timah (IV) Benzoat Sebagai Bahan Alternatif Antimalaria
2	Prof. Dr. Ir. Udin Hasanuddin, M.T 196401061988031002 FP	PROFESOR	Studi Biorefinery Dari Limbah Tapioka Terintegrasi
3	Prof. Dr. Ir. Hamim Sudarsono, M.Sc 196001191984031002 FP	PROFESOR	Pengendalian Hama Cassava Mealybug (Phenacoccusmanihoti): Asesmen Tingkat Serangan: Evaluasi Efikasi Musuh Alami, dan Insektisida Kimiawi
4	Prof. Dr. Ir. Yandri, M.S 195609051992031001 MIPA	PROFESOR	Konversi Enzimatis Pati Menjadi Sirup Glukosa Menggunakan Enzim -Amilase Amobil dari Bakteri Lokal Bacillus Subtilis ITBCCB148
5	Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc 195808281983012003 FP	PROFESOR	Diversitas Morfologi dan Genetika Wereng Jagung dan Potensinya Sebagai Vektor Penyakit Layu Jagung di Provinsi Lampung

84	Dr. Amrizal, S.T., M.T. '197002021998031004 FT	Pascasarjana	Unjuk Kerja Kolektor Surya Pelat Datar Berdasarkan Material Absorber
85	Drs. Hertanto, M.Si., Ph.D. '196010101986031006 FISIP	Pascasarjana	Resonansi Komunikasi Internal Komisi Pemilihan Umum (Studi Kasus tentang Konflik antara Komisioner dengan Sekretariat Komisi Pemilihan Umum Provinsi Lampung dalam Pemilihan Gubernur Lampung Tahun 2014)
86	Dr. Sunyono, M.Si. '19651230199111001 MIPA	Pascasarjana	Pengembangan Media Interaktif Berbasis Model Simayang dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa
87	Dr. Rahmat Safe'l, S.Hut., M.Si. '197601232006041001 FP	Pascasarjana	Peran dan Keberlanjutan Gapoktan dalam Pengelolaan Hutan Kemasyarakatan di KPHL Kota Agung Utara
88	Dr. Eng. Shirley Savetlana, ST, M.Met '197402021999102001 FT	Pascasarjana	Produksi Dan Pengujian Mekanik Bahan Komposit Implan Pengisi Tulang (Bone Filler) Berbasis Hidroksiapatit Dari Bahan Alam Lampung

PENERIMA HIBAH PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT DIPA BLU UNIVERSITAS LAMPUNG T.A 2023

1. PENELITIAN MULTIDISIPLIN

No	Ketua	Judul	Skema	Fakultas
1	Prof. Dr. Toto Gunarto, S.E., M.Si	Komparasi Stabilitas Perekonomian Dari Sisi Konsumsi Energi Fosil Dan Baru Terbarukan: Negara Maju Dan Berkembang Di Asia	Penelitian Multidisiplin	FE
2	Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si.	BENEFIT TRANSFER KEARIFAN DALAM PRAKTEK WANATANI KE ZONA LAHAN PERTANIAN PANGAN DAN PERKEBUNAN: STRATEGI PERCEPATAN ADOPSI DI LEVEL TAPAK KEBIJAKAN PENGURANGAN KEBERGANTUNGAN PETANI PADA PUPUK KIMIA PABRIKAN	Penelitian Multidisiplin	FISIP
3	Prof. Dr. dr ASEP SUKOHAR, S.Ked., M.Kes	MANAJEMEN PERILAKU HIDUP BERSIH DAN SEHAT DALAM PERSPEKTIF ISLAMPADA SANTRI DI PONDOK PESANTREN KABUPATEN LAMPUNG SELATAN	Penelitian Multidisiplin	FK
4	Dr. Riyan Hidayatullah, M.Pd.	INVENSI KEBUDAYAAN NUSANTARA DI MALAYSIA: STUDI KASUS MUSIK MELAYU	Penelitian Multidisiplin	FKIP
5	Dr Ryzal Perdana, S.Pd.,M.Pd	PENGUATAN CRITICAL AND CREATIVE THINKING (CCT) SKILLS MENGGUNAKAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS MODEL PEMBELAJARAN LEARNING CYCLE 7E DI SEKOLAH DASAR	Penelitian Multidisiplin	FKIP
6	Dr. Ir. M. Ach. Syamsul Arif, M.Sc.	ANALISIS STRATEGI KEBIJAKAN KETAHANAN PANGAN TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS SUMBER DAYA MANUSIA DI PROVINSI LAMPUNG	Penelitian Multidisiplin	FP

3. PENELITIAN PROFESSORSHIP

No	Ketua	Judul	Skema	Fakultas
1	AMRIZAL, S.T., M.T., Ph.D	KARAKTERISASI UNJUK KERJA KOLEKTOR SURYA PV/T-TEC MENGGUNAKAN ABSORBER JENIS CROSS-CUT FINS	Penelitian Professorship	FT
2	Dr Anna Gustina Zainal, S.Sos.,M.Si	ANALISIS PROSES AKOMODASI KOMUNIKASI DAN ADAPTASI MASYARAKAT PENDATANG DAN PRIBUMI DI KABUPATEN LAMPUNG BARAT	Penelitian Professorship	FISIP
3	Dr Farida Ariyani, M.Pd.	PENGAJARAN BAHASA LAMPUNG SEBAGAI BAHASA DAERAH DI INDONESIA: ISU TERKINI DAN ARAH MASA DEPAN	Penelitian Professorship	FKIP

KODE/NAMA RUMPUN ILMU: 431/TEKNIK MESIN

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN FUNDAMENTAL**



**TINJAUAN KEBERLAKUAN STANDAR ISO 9806-1
DALAM PENGUJIAN UNJUK KERJA TERMAL KOLEKTOR SURYA
PADA KAWASAN EKUATOR**

**DR. Amrizal, S.T., M.T. / NIDN : 0002027004
DR. Amrul, S.T., M.T. / NIDN : 0031037103**

**UNIVERSITAS LAMPUNG
NOVEMBER 2015**

DAFTAR ISI

Halaman pengesahan

Daftar isi

Ringkasan

1. Pendahuluan
 - 1.1 Latar belakang
 - 1.2 Tujuan
 - 1.3 Luaran
2. Tinjauan Pustaka
 - 2.1 Kolektor surya
 - 2.2 Standar Pengujian Unjuk Kerja Termal Kolektor Surya
3. Metode penelitian
 - 3.1 Skema alat uji
 - 3.2 Parameter dan Prosedur Pengujian
4. Hasil dan Pembahasan
- 5. Daftar Pustaka**
- 6. Lampiran**

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN FUNDAMENTAL

Judul Kegiatan : TINJAUAN KEBERLAKUAN STANDAR ISO 9806-1 DALAM PENGUJIAN UNJUK KERJA TERMAL KOLEKTOR SURYA PADA KAWASAN EKUATOR

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 431 / Teknik Mesin (dan Ilmu Permesinan Lain)

Ketua Peneliti

A. Nama Lengkap : AMRIZAL
B. NIDN : 0002027004
C. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
D. Program Studi : Teknik Mesin
E. Nomor HP : 081379183699
F. Surel (e-mail) : amrizals@unila.ac.id

Anggota Peneliti (1)

A. Nama Lengkap : AMRUL S.T., M.T.
B. NIDN : 0031037103
C. Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Lama Penelitian Keseluruhan : 1 Tahun

Penelitian Tahun ke : 1

Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp 50.000.000,00


Biaya Tahun Berjalan : - diusulkan ke DIKTI Rp 50.000.000,00
- dana internal PT Rp 0,00
- dana institusi lain Rp 0,00
- inkind sebutkan

Mengesahkan,
Rektor Universitas Lampung

(DR. Eng. Helmi Fatriawan, S.T., M.Sc.)
NIP/NIK 197509282001121002

Menyerahkan,
Ketua T.P. Universitas Lampung

(DR. Eng. Admi Syarif)
NIP/NIK 196701031992031003

Bandar Lampung, 30 - 4 - 2014,
Ketua Peneliti,

(AMRIZAL)
NIP/NIK 197002021998031004

TINJAUAN KEBERLAKUAN ISO 9806-1 DALAM PENGUJIAN UNJUK KERJA TERMAL KOLEKTOR SURYA PADA KAWASAN EKUATOR

RINGKASAN

Unjuk kerja termal dari kolektor surya dapat dikarakterisasi melalui pengujian berdasarkan standar ISO 9806-1. Pada standar pengujian ini terdapat salah satu syarat yang harus dipenuhi seperti kondisi cuaca cerah tanpa berawan (*clear day*). Persyaratan ini dapat menjadi kendala utama di berbagai belahan dunia termasuk Indonesia yang berada di daerah khatulistiwa dengan tingkat awan yang tinggi. Dengan demikian kondisi pengujian ini diprediksi akan sangat sulit dicapai dan membutuhkan usaha yang lebih besar serta waktu yang lebih lama. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keberlakuan standar ISO 9806-1 terhadap unjuk kerja termal kolektor surya yang akan diuji di daerah khatulistiwa khususnya di Indonesia. Proses karakterisasi diawali dengan pengukuran *time constant* dari kolektor yang akan diuji sebagai penentu perioda pengujian. Selanjutnya pengambilan data dilakukan sedikitnya untuk empat (4) nilai temperatur fluida masuk yang berbeda dimana masing-masingnya dapat dilakukan empat kali pengujian atau pengulangan. Data yang diperlukan adalah temperatur fluida masuk dan keluar, laju aliran fluida, intensitas radiasi matahari, temperatur dan kecepatan udara lingkungan serta data lainnya. Data tersebut kemudian diolah dengan *least square method* untuk mendapatkan parameter unjuk kerja kolektor surya. Karena kondisi cuaca yang cukup berfluktuasi di daerah ekuator maka hanya sekitar 5 % dari total data pengukuran yang dapat memenuhi persyaratan pengujian. Bahkan data tersebut tidak dapat diperoleh pada hari yang sama. Dengan demikian standar pengujian ISO 9806-1 sangat sulit diterapkan di daerah ekuator dan membutuhkan usaha dan biaya yang lebih besar serta waktu yang lebih lama.

Keywords: unjuk kerja termal, kolektor surya, ISO 9806-1, ekuator

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Matahari merupakan sumber energi terbarukan yang mempunyai beberapa keuntungan seperti mudah didapatkan, bebas polusi dan tersedia dalam jumlah yang cukup. Energi matahari dapat diubah menjadi energi panas melalui penggunaan kolektor surya. Fluida kerja yang telah mempunyai temperatur tinggi selanjutnya dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti kebutuhan terhadap fluida panas pada proses industri dan bidang kesehatan, kebutuhan rumah tangga serta untuk keperluan lainnya.

Kolektor surya yang menjadi kebutuhan manusia pada saat ini telah banyak dihasilkan oleh berbagai industri di dalam negeri. Sementara itu pengujian unjuk kerja termal kolektor surya sangat diperlukan untuk memberikan informasi sekaligus untuk memenuhi persyaratan sebelum proses pemasaran. Informasi dari hasil pengujian ini sangat dibutuhkan oleh konsumen untuk mengetahui unjuk kerja kolektor dan sekaligus untuk keperluan proses standar produk bagi industri.

Agar data unjuk kerja kolektor dapat dipercaya dan diterima oleh konsumen maka proses pengujian harus dilakukan dengan standar yang ada seperti ISO 9896-1. Standar ini telah digunakan di seluruh dunia untuk pengujian unjuk kerja termal kolektor surya pada kondisi *steady*. Akan tetapi pengujian dalam kondisi *steady* ini menghadapi beberapa kendala dalam proses pengambilan data. Hambatan tersebut diantaranya adalah ketatnya persyaratan seperti kondisi cuaca yang tidak berawan (*clear day*) pada saat pengambilan data. Kondisi ini akan sangat sulit dicapai di berbagai belahan dunia termasuk di Indonesia yang berawan sehingga akan membutuhkan usaha yang lebih besar dan waktu pengujian yang lebih lama. Indonesia terletak antara 95⁰ Bujur Timur-141⁰ Bujur Timur 6⁰ Lintang Utara dan 11⁰ Lintang Selatan adalah merupakan negara khatulistiwa yang memiliki iklim tropis.

Untuk mengetahui sejauh mana keberlakuan standar ISO 9806-1 maka perlu dilakukan pengujian langsung untuk mendapatkan unjuk kerja termal kolektor surya di daerah khatulistiwa khususnya untuk kawasan Indonesia.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian yang akan diusulkan ini terbagi dalam beberapa tujuan seperti dijelaskan berikut ini:

1. Melakukan pengujian unjuk kerja termal kolektor pelat datar pada kondisi steady berdasarkan prosedur dari ISO 9806-1 khususnya di daerah ekuator.
2. Menganalisis hasil pengujian untuk mengetahui kondisi *repeatability* dari beberapa parameter kolektor yang diperoleh dan jumlah hari pengujian yang dibutuhkan.

1.3 Luaran

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah tersedianya informasi baru tentang data hasil pengujian unjuk kerja termal dari kolektor surya berdasarkan standar ISO 9806-1 yang diterapkan di daerah ekuator. Informasi ini diharapkan dapat digunakan oleh produsen kolektor surya untuk mengetahui sejauh mana keberlakuan standar ISO 9806-1 dapat diimplementasikan dan kendala yang mungkin dihadapi khususnya untuk pengujian di daerah khatulistiwa.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Kebutuhan energi semakin meningkat seiring pesatnya kemajuan teknologi. Sumber energi yang banyak digunakan hingga saat ini adalah energi fosil seperti minyak bumi, batubara dan gas bumi. Sumber energi ini tidak dapat diperbaharui dan dapat habis dalam jangka waktu tertentu. Keberadaan sumber energi ini sangat terbatas karena proses pembentukannya memerlukan waktu yang sangat lama dibandingkan dengan eksploitasinya.

Mengingat terbatasnya persediaan sumber energi tersebut, maka diperlukan sumber energi alternatif yang dapat digunakan tanpa batas dan tidak akan pernah habis. Salah satu bagian dari energi terbarukan ini adalah sinar matahari. Pemanfaatan energi matahari antara lain untuk memenuhi kebutuhan pemanas air surya, pemanas udara pada ruangan, pengeringan hasil pertanian, penghasil energi listrik, kompor masak dan destilasi surya, pemompaan air dengan baterai fotovoltaiik serta refrigerasi surya.

Energi panas matahari diperoleh dengan cara mengkonversikan energi radiasi cahaya matahari menjadi panas dengan menggunakan kolektor surya. Kemudian energi panas ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan temperatur fluida yang melewati absorber kolektor surya. Secara umum kolektor surya terdiri dari sistem pengumpul panas matahari dan sistem pengaliran fluida yang berfungsi sebagai media transfer panas, serta sebuah reservoir energi panas sehingga dapat dikonversi ke dalam bentuk energi siap pakai.

Kuantitas dan kualitas energi yang dihasilkan sangat tergantung kepada unjuk kerja alat kolektor surya tersebut. Unjuk kerja kolektor surya dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara panas yang mampu dipindahkan oleh kolektor surya ke media fluida kerja. Untuk mengetahui unjuk kerja ini perlu dilakukan pengujian berdasarkan standar yang ada^[1.2.3].

2.1 Kolektor Surya

Kolektor surya adalah salah satu alat penukar panas dengan memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energi utamanya. Kemudian panas dari cahaya matahari tersebut dipindahkan kepada fluida yang mengalir di dalam suatu kanal yang selanjutnya dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi. Kolektor surya yang baik harus memiliki kuantitas unjuk kerja yang relatif

tinggi, hal ini berarti sebagian besar panas dari sinar matahari yang diterimanya dapat dimanfaatkan untuk memanaskan fluida yang mengalir di dalamnya.

Kolektor surya pada umumnya memiliki komponen-komponen utama sebagai berikut:

1. *Cover*

Berfungsi untuk melewatkan radiasi cahaya matahari masuk ke dalam kolektor, dan mencegah radiasi cahaya matahari keluar dari penutup kaca serta mengurangi rugi-rugi panas akibat konveksi menuju lingkungan.

2. *Absorber*

Berfungsi untuk menyerap energi panas dari radiasi cahaya matahari.

3. Kanal (saluran transmisi fluida kerja)

Berfungsi mengalirkan fluida kerja yang akan dipanaskan oleh *absorber* di dalam kolektor atau sebagai saluran transmisi fluida kerja yang mengalir.

4. Isolator

Berfungsi meminimalisasi kehilangan panas secara konduksi dari *absorber* menuju lingkungan.

5. *Frame* (rangka)

Berfungsi sebagai struktur pembentuk dan penahan beban kolektor agar kuat dan kokoh.

2.3 Standar Pengujian Unjuk Kerja Termal Kolektor Surya

Pengujian unjuk kerja termal kolektor surya dengan standar ISO 9806-1 dapat dilakukan secara *indoor* maupun *outdoor*. Pengujian *indoor* menggunakan simulator surya yang dirancang, dibuat, dan diuji sebagai alat pembanding untuk suatu kondisi yang mendekati keadaan aslinya. Tujuan utama dari penggunaan peralatan simulator surya adalah untuk menjaga kesebandingan variabel komparatifnya. Lampu digunakan sebagai pengganti sumber intensitas cahaya panas matahari, umumnya digunakan lampu Halogen. Akan tetapi hasil unjuk kerja kolektor dalam pengujian *indoor* tidaklah menunjukkan kondisi yang sebenarnya jika dibandingkan dengan pengujian secara *outdoor* yang langsung menggunakan radiasi matahari. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan panjang gelombang radiasi dari lampu yang digunakan dibandingkan dengan panjang gelombang radiasi matahari. Dengan demikian banyak industri dan konsumen masih membutuhkan pengujian secara *outdoor* agar mewakili kondisi yang sebenarnya.

Untuk pengujian *outdoor* dari standar ISO 9806-1 ini, kolektor harus diuji pada kondisi langit cerah (*clear day*) sekitar *solar noon*. Parameter unjuk kerja kerja dapat dihitung melalui *curve fitting*, menggunakan *least square method*^[4,5]. Sejumlah pengujian dilakukan setidaknya pada

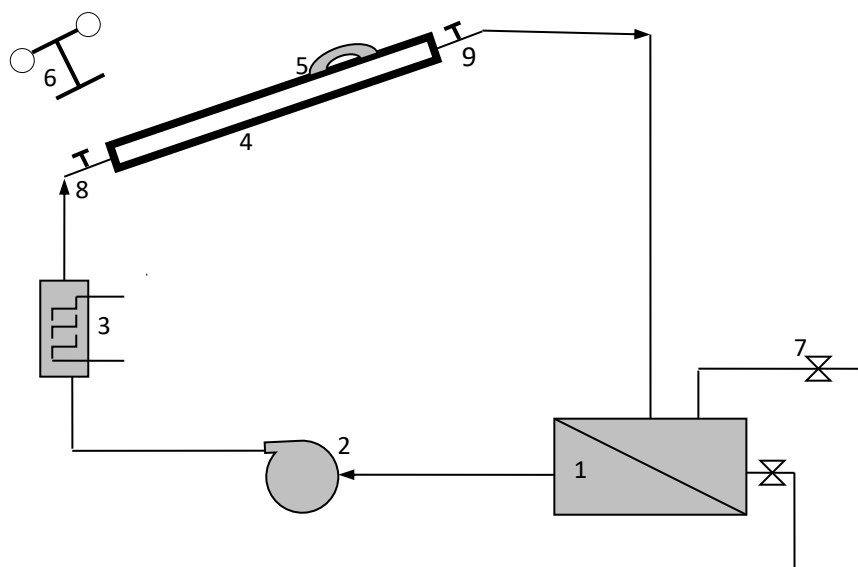
empat temperatur fluida masuk yang berbeda, dua dalam waktu sebelum *solar noon* dan dua lagi untuk waktu sesudahnya. Terdapat dua perioda dalam prosedur pengujian yaitu perioda awal (*pre-conditioning period*) dan perioda pengukuran (*measurement period*). Lama waktu untuk perioda awal setidaknya adalah empat (4) kali *time constant* dari kolektor yang diuji (jika diketahui) atau tidak kurang 15 menit (jika *time constant* tidak diketahui). Sementara itu untuk perioda pengukuran dibutuhkan empat (4) kali *time constant* dari kolektor yang diuji (jika diketahui) atau tidak kurang 10 menit (jika *time constant* tidak diketahui). Pada prosedur pengujian ini, *time constant* adalah penting untuk menentukan lama perioda data yang didefinisikan sebagai perioda waktu dimana pengukuran harus dilakukan untuk menghitung unjuk kerja termal kolektor.

Time constant dari kolektor didefinisikan sebagai waktu yang dilalui antara pelepasan penutup kolektor dan saat dimana temperatur fluida keluar kolektor mencapai 63.2% terhadap peningkatan total dari kondisi steady awal ke kondisi steady kedua di temperatur yang lebih tinggi, dimana kondisi steady ini ditandai ketika variasi temperatur keluar fluida kecil dari 0.005 K per menit. Intensitas radiasi harus lebih besar dari 700 Wm^{-2} . Fluida kerja harus disirkulasikan pada laju fluida yang sama ketika digunakan pada pengujian unjuk kerja termal kolektor. Permukaan kolektor harus ditutup terlebih dahulu dengan cover untuk menghalangi radiasi matahari dan temperatur fluida kerja masuk harus diset mendekati temperatur lingkungan. Ketika kondisi steady tercapai, cover kemudian dibuka dan pengukuran dilanjutkan hingga kondisi steady tercapai lagi.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Skema Alat Uji

Kolektor surya pelat datar yang akan diuji ditempatkan seperti terlihat pada Gambar 1. Fluida kerja disirkulasikan dengan pompa dan laju aliran massa diatur menggunakan regulator. Temperatur fluida dapat divariasikan dengan menggunakan heater sebelum memasuki kolektor. Intensitas radiasi dan kecepatan udara masing-masing diukur dengan menggunakan solar power meter dan anemometer. Solar power meter harus berada pada kemiringan yang sama dengan kemiringan kolektor agar intensitas radiasi matahari yang diterima bernilai sama untuk kedua alat tersebut. Penempatan sensor temperatur fluida kerja harus berada dekat dengan posisi inlet dan outlet dari kolektor surya. Set-up pengujian dapat dilihat dalam gambar berikut :



Gambar 2. Set-up pengujian: 1.Tanki penyimpan fluida 2.Pompa 3.Heater 4. Solar kolektor pelat datar 5.Solar power meter 6.Anemometer 7. Katup 8-9. Sensor temperatur fluida masuk dan keluar kolektor

3.2 Parameter dan Prosedur Pengujian

Model yang digunakan dalam pengujian ini adalah seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$A [F'(\tau\alpha)_{en} G - F'U_L(T_i - T_a)] = \dot{m}_f c_f (T_i - T_0) \quad (1)$$

dimana \dot{m}_f adalah laju aliran massa fluida, c_f adalah panas spesifik dari fluida, $F'(\tau\alpha)_{en}$ adalah *zero loss efficiency* untuk radiasi global normal terhadap permukaan, G adalah

intensitas radiasi matahari, F' adalah faktor efisiensi dari kolektor, U_L adalah koefisien rugi termal menyeluruh, T_i dan T_o adalah temperatur fluida di bagian masuk dan keluar dari segmen kolektor, T_a adalah temperatur lingkungan dan A adalah luas kolektor.

Unjuk kerja kolektor yang diukur adalah efisiensi termal ($F'(\tau\alpha)_{en}$) dan koefisien rugi termal menyeluruh ($F'U_L$) seperti terlihat pada persamaan (1).

Prosedur pengujian outdoor dari ISO 9806-1 adalah sebagai berikut

1. Kolektor diletakkan menghadap ke matahari datang dengan kemiringan tertentu sehingga memungkinkan tegak lurus terhadap arah radiasi matahari.
2. Laju aliran massa air harus konstan selama pengujian dan kecepatan udara lingkungan rata-rata harus berada dalam batas 2-4 m/s
3. Penagturan temperatur fluida masuk (set-point) untuk sedikitnya empat temperatur yang berbeda dan masing-masingnya harus dipertahankan konstan selama pengambilan data.
4. Data yang diukur adalah intensitas radiasi, temperatur lingkungan, temperatur fluida masuk dan keluar, serta laju aliran massa.
5. Periode pengambilan data dalam rentang 15 menit
6. Ulangi prosedur 1-5 hingga sedikitnya untuk 16 data pengukuran, minimal 4 titik untuk masing-masing temperatur fluida masuk yang berbeda.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

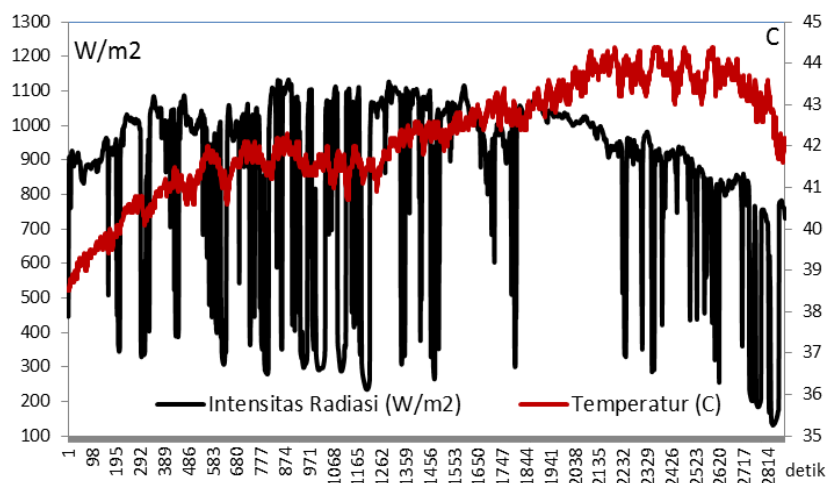
Standar pengujian ISO 9806-1 telah diterapkan dengan melakukan pengujian terhadap sebuah kolektor surya pelat datar dari tanggal 28 Oktober sampai 7 November 2015. Luas permukaan kolektor adalah 0.8 m^2 dimana fluida kerja disirkulasikan dengan pompa secara konstan pada laju aliran massa fluida 0.016 kg/detik yang diatur dengan *voltage regulator*. Temperatur fluida kerja masuk kolektor divariasikan dengan *heater* pada beberapa temperatur yang berbeda. Intensitas radiasi dan kecepatan udara masing-masing diukur dengan menggunakan *solar power meter* dan *anemometer*. Solar power meter harus berada pada kemiringan yang sama dengan kemiringan kolektor agar intensitas radiasi matahari yang diterima kolektor bernilai sama. Penempatan sensor temperatur fluida kerja harus berada dekat dengan posisi inlet dan outlet dari kolektor surya.

Beberapa contoh data yang diperoleh selama pengujian dapat dilihat pada Gambar (1-4). Dari data hasil pengukuran tersebut dapat diketahui bahwa hanya sebagian kecil data yang dapat digunakan untuk mengkarakterisasi unjuk kerja suatu kolektor surya seperti terlihat pada Gambar 2. Sedangkan data pada tanggal 28 Oktober 2015 tidak dapat digunakan sama sekali karena fluktuasi yang tinggi dari intensitas radiasi dan temperatur udara lingkungan. Kondisi data seperti ini tidak memenuhi persyaratan ISO 9806-1 dimana penyimpangan yang terjadi masing-masing melebihi $\pm 50 \text{ W/m}^2$ dan $\pm 1^\circ\text{C}$ untuk radiasi dan temperatur lingkungan, begitu juga untuk data yang terlihat pada tanggal 30 Oktober 2015. Selanjutnya sebagian besar data intensitas radiasi matahari pada Gambar 4 yang diukur pada tanggal 3 November 2015 dapat memenuhi persyaratan ISO 9806-1 akan tetapi fluktuasi temperatur udara lingkungan yang terjadi sangat tinggi sehingga data tersebut tidak dapat memenuhi persyaratan standar ISO 9806-1.

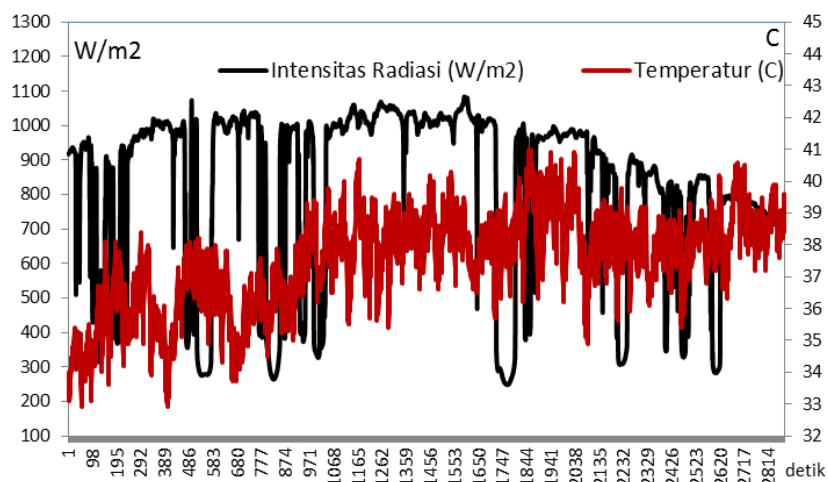
Dengan kata lain hanya sekitar 5% data yang dapat digunakan dari total data yang diukur selama sepuluh (10) hari. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mengkarakterisasi kolektor surya berdasarkan standar ISO 9806-1 sangat sulit dilakukan khususnya di daerah ekuator termasuk Indonesia walaupun masih dalam kondisi cuaca musim kering. Dengan demikian dibutuhkan usaha yang lebih kuat, waktu yang lebih lama dan biaya yang cukup besar untuk mengkarakterisasi sebuah kolektor surya.

Sementara itu nilai parameter unjuk kerja kolektor surya hasil pengujian masing-masing adalah 0.17 dan $2.712 \text{ W/m}^2\text{C}$ untuk $F'(\tau\alpha)_{en}$ dan $F'U_L$. Hasil ini menunjukkan nilai unjuk kerja yang rendah dari sebuah kolektor dimana hanya 17 % panas matahari yang dapat dimanfaatkan oleh kolektor. Hal ini dapat disebabkan oleh kualitas perakitan atau pembuatan kolektor yang

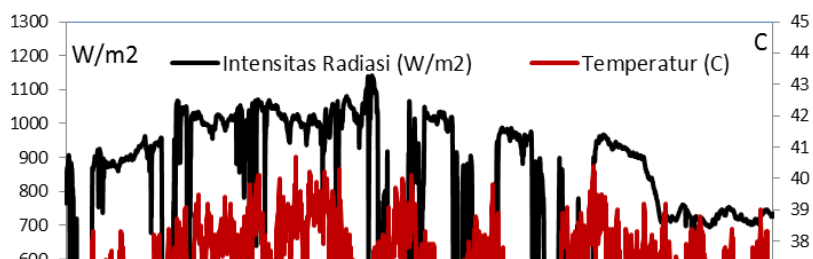
tidak baik sehingga panas dari pelat penyerap tidak dapat ditransfer secara sempurna ke fluida kerja.



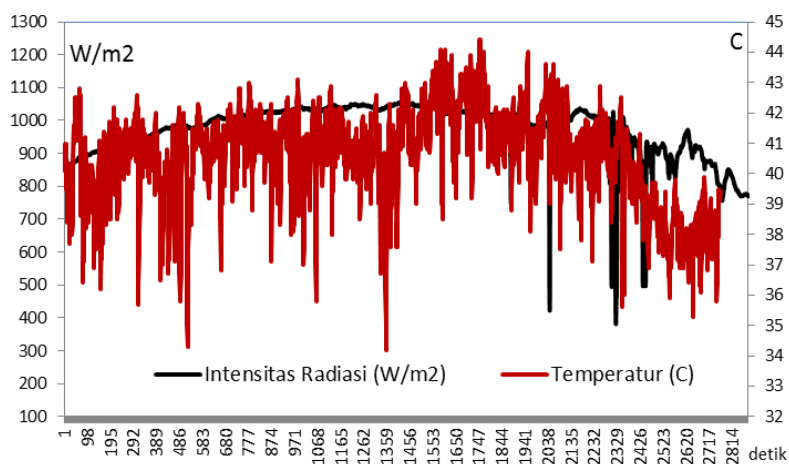
Gambar 1. Data pengujian pada tanggal 28 Oktober 2015



Gambar 2. Data pengujian pada tanggal 29 Oktober 2015



Gambar 3. Data pengujian pada tanggal 30 Oktober 2015



Gambar 4. Data pengujian pada tanggal 3 November 2015

DAFTAR PUSTAKA

1. ISO 9806-1. Test methods for solar collectors. 1994. Part 1: Thermal performance of glazed liquid heating collectors including pressure drop.
2. ASHRAE 93 – 86. 1978. Method of testing to determine the thermal performance of solar collectors. *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*. 345 East 47th Street, New York.
3. European Standard EN 12975. 2006. CEN European Committee for standardisation.
4. Amrizal, D. Chemisana, J.I. Rosell, J.Barrau. 2012. A dynamic model based on the piston flow concept for the thermal characterization of solar collectors. *Applied Energy*, 94, 244-250.
5. Amrizal, D. Chemisana, and J. I. Rosell. 2010. The Use of Filtering for Dynamic Characterization of PV/T Flat-Plate Collectors, *Eurosun Congress*, Graz-Austria.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Biodata ketua dan anggota

Biodata Ketua Tim Pengusul

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	DR. Amrizal, S.T., M.T.
2	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
3	NIP	197002021998031004
4	Tempat dan Tanggal Lahir	Sawahlunto, 2 Februari 1970
5	Alamat Rumah	Perum Griya Kencana Blok A No 4 Raja Basa Bandar Lampung, 35144
6	No Telp	-
7	No HP	081379183699
8	Alamat Kantor	Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Jl Soemantri Brojonegoro No 1 Bandar Lampung, 35145
9	No Telp Kantor	0721-704947 / fax : 0721-704947
10	Alamat email	amrizals@unila.ac.id
11	Matakuliah yang diampu	a. Perpindahan Panas I dan II dari tahun 2012 s.d sekarang b. Teknik Energi Surya dari tahun 2012 s.d. sekarang c. Teknik Pendingin dan Pengkondian Udara dari tahun 2012 s.d. sekarang

B. Riwayat Pendidikan

Program S1	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Andalas	ITB	University of Lleida, Spain
Bidang Ilmu	Teknik Mesin	Teknik Mesin	Engineering
Bidang studi	Konversi Energi	Konversi Energi	Renewable Energy
Tahun Masuk	1990	1997	2008
Tahun Lulus	1996	2000	2012
Judul Skripsi	Perancangan Boiler Kapasitas 16 Ton/Jam Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Salak	Kaji Eksperimental Karakteristik Filter Kain Sebagai Alat Penyaring Debu	Quasi-Dynamic Characterization Of PV/T Flat-Plate Collectors
Pembimbing skripsi	Ir. Adly H, M.S.	Dr. Ir. Prihadi S.D.	Prof. Dr. Joan Ignasi Rosell Urrutia

C. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat

No	Tahun	Judul Pengabdian	Sumber	Dana (RP)
1	2008	Penggunaan Teknologi CNC Dalam Industri Pada PT.Great Giant Pineapple Di Lampung Tengah	Mandiri	-
2	2002	Pelayanan Engine Tune Up Kepada Masyarakat	DIPA Universitas	3.000.000
3	2013	Pelatihan Pembuatan Komponen Filter Udara Sepeda Motor Dari Zeolit Pelet Asal Lampung Yang Mampu Menghemat Konsumsi Bensin Dan Ramah Lingkungan Bagi Siswa-Siswa SMK BLK Bandar Lampung	DIPA Universitas	3.000.000
4	2013	Perberdayaan Gapoktan Kakao Melalui Penerapan Teknologi Pengering Surya dan Fermentasi (Studi Kasus di Kab. Pesawaran)	DIPA Universitas	20.000.000
5	2013	Pemberdayaan kelompok tani melalui introduksi teknologi pengolahan lateks menjadi karet lembaran (Studi Kasus di Kab.TUBABAR)	DIPA Universitas	20.000.000

D. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ No	Nama Jurnal
1	2012	A dynamic Model Based on the Piston Flow Concept for the Thermal Characterization of Solar Collectors	94,244-250	Applied Energy
2	2013	Hybrid Photovoltaic-Thermal Solar Collector Dynamic Modelling	101,797-807	Applied Energy
3	2010	The Use of Filtering for the Dynamic Characterization of PV/T Flat-Plate Collectors		Proceeding of International Conference on Solar Heating, Cooling and Buildings EuroSun Graz, Austria
4	2010	Experimental Optical Performance of a Nonimaging Fresnel Reflective Concentrator for Building Integration Applications,		Proceeding of International Conference on Solar Heating, Cooling and Buildings, EuroSun, Graz, Austria.
5	2007	Rekayasa Perangkat Lunak Untuk Estimasi Beban	Volume 7 No.12	Jurnal Teknik Mesin, ITS Surabaya

		Pendinginan Dalam Gedung Menurut Standard ASHRAE		
6	2007	Unjuk Kerja Pipa Absorber Tanpa Sirip dan Bersirip Ganda Pada Kolektor Surya Parabolik Silendris Menggunakan Simulator Surya	Volume 2 No.1	Jurnal Teknik Mesin Indonesia
7	2006	Unjuk Kerja Kolektor Surya Pelat Datar Dengan Variasi Ketinggian Sirip Pada Pelat Absorber	Volume 1 No.2,	Jurnal Teknik Mesin Udayana
8	2006	Unjuk Kerja Kolektor Surya Parabolik Silendris Dengan variasi Kecepatan Udara Masuk	(SNTTM) V	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin Universitas Indonesia
9	2006	Optimalisasi Dimensi Panjang Sirip Pada Pelat Absorber		Seminar on Science & Technology, Jakarta, September
10	2013	Dynamic Characterization of Flat-plate Solar Collector	(SNTTM) XII	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, Universitas Lampung

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 25 April 2014



Dr. Amrizal, S.T., M.T.
197002021998031004

Biodata Anggota Tim Pengusul

BIODATA



IDENTITAS DIRI			
Nama	:	Dr. Amrul, S.T., M.T	
Pangkat/Golongan	:	Penata/III.c	
Jabatan Fungsional	:	Lektor	
NIP/NIK	:	19710331 199903 1003	
NIDN	:	0031037103	
Tempat dan Tanggal Lahir	:	Suliki, 31 Maret 1971	
E-mail	:	amrulh@yahoo.com	
Mobile Phone	:	081540816983	
Alamat Kantor	:	Jl. S. Brojonegoro No. 1, Bandarlampung	
Telp/Faks	:	0721-7479221/0721-7479221	
Mata Kuliah yang Diampu	:	1. Termodinamika Teknik 2. Teknik Pendingin dan Pengkondisian Udara 3. Mesin Konversi Energi 4. Matematika Teknik II	
RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI			
	S-1	S-2	S-3
Perguruan Tinggi	Univ. Andalas	ITB	ITB
Bidang Ilmu	Teknik Mesin	Teknik Mesin	Teknik Mesin
Tahun Masuk-Lulus	1990-1997	1998-2001	2008-2014
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Kaji Eksperimental Fenomena Bantalan Hidrodinamik	Mesin Refrigerasi Hibrid Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon HCR-12	Pemanfaatan Sampah menjadi Bahan Bakar Padat Bernilai Kalor Tinggi melalui Proses Torefaksi
Promotor	Dr.-Ing. Uyung Gatot Syafrawi Dinata	Dr. Ir. Ari Darmawan Pasek	Prof. Dr. Aryadi Suwono, Prof. Dr. Ari Darmawan Pasek, Dr. Toto Hardianto
PENGALAMAN PENELITIAN			
Tahun	Judul Peneltian	Ketua/Anggota	Sumber Dana

2009	Pemanfaatan Sampah Menjadi Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan Melalui Proses Torefaksi	Anggota	Stranas, Dikti
2011	Pemanfaatan Sampah Menjadi Bahan Bakar Padat Bernilai Kalor Tinggi Melalui Proses Torefaksi	Ketua	Hibah Doktor, Dikti
2012	Review of Solid Waste Utilization; Material Recycling, Incineration and Energy Recovery of Solid Waste over the Metropolitans and the Whole Country (The case of Indonesia)	Anggota	KIER, Korea Selatan
2012	Pengembangan Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan Setara Batubara Dari Bahan Baku Sampah Kota Melalui Proses Torefaksi (Batch I)	Anggota	Medco Energy
2013	Pengembangan Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan Setara Batubara Dari Bahan Baku Sampah Kota Melalui Proses Torefaksi (Batch II)	Anggota	Medco Energy

PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH

Tahun	Judul	Penerbit/Jurnal
2009	Municipal Solid Waste Potential for High Calorific Solid Fuel by Torrefaction Process	Proceedings of the International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion 2009, Tongyeong, South Korea, ISSN 0854 – 9346
2009	Solid Waste as Solid Fuel to Subbituminous Coal Grade by Torrefaction Process	Proceeding of Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology, Bali, February 9 – 10, 2010, ISBN: 978-602-96269-0-2
2010	Solid Fuel From Torrefied Municipal Solid Waste, Proceeding of Renewable Energy 2010	Advanced Technology Path to Global Sustainability, Joint with 4 th International Solar Energy Society Conference, Asia Pacific Region, 27 June-2 July, 2010, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan
2010	Karakterisasi Sifat-Sifat Pembakaran Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan yang Berasal dari Sampah Kota	Digital Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin IX, Hotel Arya Duta Palembang, 13 - 15 Oktober 2010, ISBN: 978-602-97742-0-7

2010	The Influence of Municipal Solid Waste Components Composition on Main Parameters of Torrefaction to Produce High-Calorie Solid Fuel	Proceedings of the 5 th International Conference on Cooling and Heating Technologies 2010, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia, December 9-11, 2010, ISSN 1976 – 278X
2011	Balance Energi pada Proses Torefaksi Sampah Kota Menjadi Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan Setara Batubara untuk Memperhitungkan Tingkat Kelayakannya	Digital Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin X, Kampus Universitas Brawijaya, Malang, 2 – 3 November 2011
2012	Studi Awal Kelayakan Ekonomi Pabrik Torefaksi Sampah Perkotaan Menjadi Bahan Bakar Padat Setara Batubara Skala Pilot Berkapasitas 25 Ton per Jam	Proceedings Seminar Nasional Energi Terbarukan dan Produksi Bersih 2012, Bandar Lampung, 20 Juni 2012, ISSN: 0016087403
2013	Konversi Bahan Bakar Padat dari Sampah Kota melalui Torefaksi: Optimasi Temperatur Torefaksi Simultan Berdasarkan Hasil Uji Temperatur Torefaksi Masing-Masing Komponennya	Proceedings Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM-XII), 2013, Bandar Lampung, 23-24 Oktober 2013, ISBN: 978-979-8510-61-8.
2013	Konversi Sampah Kota Menjadi Bahan Bakar Padat: Modifikasi Sistem Torefaksi Kontinu Unggun Terfluidisasi untuk Mengakomodasi Karakteristik Sampah	Proceedings Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM-XII), 2013, Bandar Lampung, 23-24 Oktober 2013, ISBN: 978-979-8510-61-8.
2013	Simultaneous Torrefaction Modeling of Municipal Solid Waste for High Calorific Value Solid Fuel	Proceedings of the 8 th International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion (FTEC 2013), 9-10 November 2013, Semarang, Indonesia, ISBN 978-602-8462-25-9.

PEMAKALAH SEMINAR ILMIAH

Tahun	Judul Kegiatan	Penyelenggara	Panitia/Peserta
2009	International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion 2009	National Technology University, Tongyeong, South Korea	Peserta
2010	The 4 th International Solar Energy Society Conference, Asia Pacific Region 2010	Renewable Energy 2010 - Advanced Technology Path to Global Sustainability, Japan	Peserta

2010	The 5 th International Conference on Cooling and Heating Technologies 2010	Institut Teknologi Bandung bekerjasama dengan ASHRAE Chapter Indonesia	Peserta
2012	Seminar Nasional Energi Terbarukan dan Produksi Bersih 2012	Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung	Peserta
PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT			
Tahun	Jenis>Nama Kegiatan	Pendanaan	
PENGHARGAAN/PIAGAM			
Tahun	Bentuk Penghargaan	Pemberi	
2011	103 Inovasi Paling Prospektif 2011	Menteri Negara Riset dan Teknologi - Republik Indonesia	

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan pengajuan usulan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat.

Bandarlampung, 28 April 2014
Yang Menyatakan,



Amrul, S.T., M.T
NIP. 19710331 199903 1003

LAPORAN
PENELITIAN PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG



UNJUK KERJA KOLEKTOR SURYA PELAT DATAR
BERDASARKAN MATERIAL ABSORBER

DR. AMRIZAL, S.T., M.T. / NIDN : 0002027004
DR. AMRUL, S.T., M.T. / NIDN : 0031037103

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
NOVEMBER 2017

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN PASCA SARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG

Judul Penelitian : Unjuk Kerja Kolektor Surya Pelat Datar Berdasarkan Material Absorber
Kode/ Nama Rumpun Ilmu : 443/Teknik Energi
Bidang Unggulan PT : Ketahanan Pangan dan Energi
Topik Unggulan : Energi Baru dan Terbarukan

a. Nama Lengkap : Dr. Amrizal, S.T., M.T
b. NIDN : 0002027004
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
d. Program Studi : Magister Teknik Mesin
e. Nomor HP : 081379183699
f. Alamat surel (e-mail) : amrizal@eng.unila.ac.id

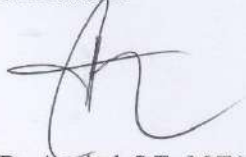
Anggota Peneliti (1)
a. Nama Lengkap : Dr. Amrul, S.T., M.T.
b. NIDN : 0031037103
c. Program Studi : Magister Teknik Mesin

Anggota Peneliti (2)
a. Nama Lengkap : Ahmad Yonanda, S.T.
b. NPM : 1525021005
c. Program Studi : Magister Teknik Mesin

Lama Penelitian : 1 tahun
Biaya Penelitian : Rp. 40.000.000


Bandar Lampung, 14 November 2017

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pascasarjana
Teknik Mesin



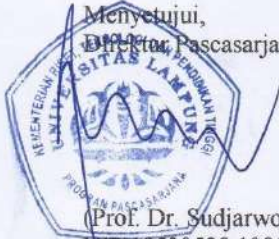
(Dr. Amrizal, S.T., M.T.)
NIP 197002021998031004

Ketua Peneliti,



(Dr. Amrizal, S.T., M.T.)
NIP 197002021998031004

Menyetujui,
Direktur Pascasarjana Unila,



(Prof. Dr. Sudjarwo, M.S.)
NIP 19530528 198103 1 002

Ketua LPPM Unila

(Warsono, Ph.D.)
NIP 196302161987031003

DAFTAR ISI

	hal
Halaman pengesahan	ii
Daftar isi	iii
Identitas dan Uraian Umum	iv
Ringkasan	v
1. Pendahuluan	1
1.1 Latar belakang dan perumusan masalah	1
1.2 Tujuan penelitian	2
1.3 Manfaat dan urgensi penelitian	3
1.4 Target dan kontribusi keilmuan	3
2. Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kolektor surya pelat datar	4
2.2 Penelitian pendahuluan	5
3. Metode Penelitian	7
3.1 Skema alat uji	7
3.2 Pengujian unjuk kerja termal kolektor surya	10
3.3 Simulasi CFD	13
4. Hasil dan Pembahasan	14
5. Kesimpulan	18

Referensi

Lampiran: Susunan organisasi tim peneliti dan pembagian tugas

Biodata Ketua dan Anggota Peneliti

Surat Keterangan Mahasiswa yang terlibat dalam penelitian

Hasil Seminar Internasional FoITIC 2017, Bandung

**IDENTITAS DAN URAIAN UMUM
PENELITIAN PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG**

1. Judul Penelitian : **Unjuk Kerja Kolektor Surya Pelat Datar Berdasarkan Material Absorber**

2. Tim Peneliti

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Program Studi	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1	Dr. Amrizal, S.T., M.T.	Ketua	Konversi Energi	Magister Teknik Mesin	8
2	Dr. Amrul, S.T., M.T.	Anggota	Konversi Energi	Magister Teknik Mesin	7
3	Ahmad Yonanda S.T.	Maha - siswa S2	Konversi Energi	Magister Teknik Mesin	6

3. Objek Penelitian (jenis material yang akan diteliti dan segi penelitian): material absorber (aluminium dan kuningan) berkaitan dengan unjuk kerja termal kolektor.

4. Masa Pelaksanaan

Mulai : bulan Juni tahun 2017

Berakhir : bulan November tahun 2017

6. Usulan Biaya : Rp. 40.000.000

7. Lokasi Penelitian (lab/studio/lapangan) : Laboratorium

8. Instansi lain yang terlibat (jika ada, dan uraikan apa kontributornya) : -

9. Temuan yang ditargetkan lulusan S-2 : karakteristik unjuk kerja termal kolektor berdasarkan jarak antara pipa (W/D).

9. Kontribusi mendasar pada suatu bidang ilmu (uraikan tidak lebih dari 50 kata, tekankan pada gagasan fundamental dan orisinal yang akan mendukung pengembangan iptek) : Karakteristik kolektor yang optimal terhadap material absorber yang digunakan dapat menekan biaya produksi sehingga harga produk dapat menjadi lebih kompetitif dan terjangkau oleh konsumen. Hasil penelitian ini lebih lanjut akan membantu pengembangan kolektor surya pelat datar konvensional dan PV/T terutama untuk produsen dalam negeri sekaligus untuk mengurangi ketergantungan terhadap produk impor yang sejenis.

10. Jurnal ilmiah yang menjadi sasaran untuk setiap penerima Hibah Penelitian Pascasarjana (Nasional/ Internasional) : Internasional (International Journal of Automatic and Mechanical Engineering)

RINGKASAN

Berbagai kegiatan penelitian diperlukan dalam rangka konservasi dan diversifikasi energi sesuai dengan Peraturan Presiden RI No.79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. Salah satu diantaranya adalah pengembangan dan penggunaan **energi baru dan terbarukan**. Matahari merupakan sumber energi terbarukan yang mempunyai beberapa keuntungan seperti mudah didapatkan, bebas polusi dan tersedia dalam jumlah yang cukup. Salah satu peralatan yang dapat memanfaatkan energi matahari adalah **kolektor surya pelat datar** (*sheet and tube*). Alat ini menghasilkan fluida kerja bertemperatur tinggi yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan pada rumah tangga, hotel, rumah sakit, sektor industri dan lainnya. Penelitian yang diusulkan ini berkaitan dengan efek penggunaan **material penyerap panas (absorber)** terhadap unjuk kerja termal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkarakterisasi sekaligus mengoptimasi unjuk kerja termal kolektor surya berdasarkan jenis material absorber yang digunakan.

Pendekatan penelitian yang dilakukan adalah metode **pengujian dan simulasi** unjuk kerja termal kolektor. Unjuk kerja kolektor akan dikarakterisasi dengan menggunakan standar pengujian EN 12975 secara *indoor* dengan *solar simulator*. Data hasil pengujian tersebut diolah dengan *least square method* menggunakan Multiple Linear Regression (MLR) untuk mendapatkan parameter unjuk kerja termal. Disamping itu data pengujian dibutuhkan untuk proses validasi dari simulasi yang akan dikembangkan. Proses simulasi pada penelitian ini akan menggunakan bantuan software CFD (*Ansys Fluent*) berdasarkan variasi laju aliran massa fluida kerja jarak antara pipa dan arah aliran fluida kerja. Dari simulasi ini dapat dikembangkan dan diprediksi distribusi temperatur fluida dalam berbagai kondisi dan data lingkungan yang tersedia. Proses karakterisasi dengan simulasi mempunyai kelebihan diantaranya lebih mudah dan murah jika dibandingkan dengan proses eksperimental yang membutuhkan biaya lebih tinggi.

Target khusus penelitian ini adalah terciptanya suatu **model atau desain kolektor termal surya pelat datar yang optimal**. Karakteristik kolektor yang optimal terhadap material absorber yang digunakan dapat menekan biaya produksi sehingga harga produk dapat menjadi lebih kompetitif dan terjangkau oleh konsumen. Hasil penelitian ini lebih lanjut akan membantu pengembangan kolektor surya pelat datar konvensional dan PV/T terutama untuk produsen dalam negeri sekaligus untuk mengurangi ketergantungan terhadap produk impor yang sejenis. Luaran lain dari penelitian ini adalah dihasilkannya artikel yang telah diseminarkan di International Conference FoITIC 2017 yang bekerjasama dengan jurnal Internasional yang bereputasi (*International Journal of Automatic and Mechanical Engineering*). Luaran lain adalah untuk memperkaya bahan ajar khususnya untuk mata kuliah Teknik Energi Surya, Alat Penukar Panas dan Perpindahan Panas di Program Studi Teknik Mesin. Disamping itu luaran lain adalah satu draft tesis mahasiswa pasca sarjana dalam tahap penyelesaian akhir yang terlibat dalam penelitian ini.

Keywords: unjuk kerja, termal, kolektor surya, material absorber

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang dan perumusan masalah

Dalam upaya pencapaian visi Universitas Lampung, penelitian ditempatkan sebagai pilar penting untuk mencapai keunggulan sesuai dengan rumusan visi tersebut. Unila menyadari bahwa Program Pascasarjana adalah salah satu ujung tombak utama pelaksanaan kegiatan penelitian. Selain Sumber Daya Manusia (SDM) yang tersedia, penelitian yang unggul dan produktif juga merupakan tuntutan dari keberadaan Program Pascasarjana di Unila. Pada saat ini Unila sedang mentransformasi dirinya dari *teaching University* menjadi *research University* sehingga pelaksanaan program peningkatan produktivitas penelitian dan publikasi ilmiah di Program Pascasarjana sangat dibutuhkan. Untuk mewujudkan tujuan besar tersebut, pengembangan penelitian di **Program Pascasarjana (PPs)** harus bersinergi sekaligus mendukung **RIP dan Renstra Penelitian Universitas Lampung 2016-2020** yang telah ditetapkan (RIP Unila, 2017 dan Renstra Penelitian Unila, 2017).

Salah satu yang menjadi Program Strategis dalam RIP adalah **pengembangan kolektor surya pelat datar** khususnya pada bagian Fokus Riset Energi Terbarukan seperti tercantum pada Sub Bab 4.2. Dalam hal ini penelitian-penelitian yang berkaitan dengan penggunaan energi matahari secara luas perlu dikembangkan dan ditingkatkan baik dalam tahap penelitian dasar maupun terapan. Matahari merupakan sumber energi terbarukan yang mempunyai beberapa keuntungan seperti mudah didapatkan, bebas polusi dan tersedia dalam jumlah yang cukup. Salah satu peralatan yang dapat memanfaatkan energi matahari adalah **kolektor surya pelat datar**. Sementara itu energi matahari dapat juga dimanfaatkan secara bersamaan untuk menghasilkan energi gabungan elektrikal dan termal. Kolektor jenis ini dikenal dengan istilah kolektor surya hybrid *Photovoltaic-Thermal (PV/T)*. Disamping menghasilkan energi listrik, kolektor PV/T juga menghasilkan fluida kerja yang mempunyai temperatur tinggi sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti proses pemanasan pada industri dan bidang kesehatan, keperluan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

Energi Matahari belum digunakan secara maksimal di Indonesia begitu juga penggunaan kolektor surya pelat datar masih belum dikenal secara luas hingga saat ini. Hal ini dimungkinkan karena penggunaan energi konvensional masih dominan dibandingkan dengan penggunaan energi terbarukan serta masih sedikit hasil-hasil penelitian yang tersedia berkaitan dengan pemanfaatan energi matahari. Sementara itu permintaan kolektor surya termal dan PV/T diprediksi akan terus meningkat pada masa yang akan datang.

Penelitian terhadap pemanfaatan energi matahari sangat dibutuhkan dalam rangka pengembangan sumber energi terbarukan. Salah satu kajian penting dan menarik untuk diteliti dan dikembangkan adalah pengaruh **penggunaan beberapa jenis material yang berbeda** pada absorber kolektor surya pelat datar. Jenis material absorber yang berbeda ini berpengaruh terhadap tingkat penyerapan panas yang terjadi pada suatu permukaan kolektor. Dengan demikian penggunaan material yang efisien dan efektif dapat **menghemat biaya produksi** sehingga harga kolektor surya dapat lebih kompetitif. Sementara itu untuk mengelaborasi karakteristik kolektor surya lebih lanjut, proses **simulasi** diperlukan untuk memodelkan unjuk kerja dengan desain kolektor yang berbeda. Melalui proses simulasi unjuk kerja kolektor dapat diprediksi dan digambarkan ketika data masukan diubah. Proses simulasi ini lebih mudah dan murah jika dibandingkan dengan proses eksperimental. Hasil penelitian nantinya dapat dimanfaatkan untuk mendukung pihak produsen yang bergerak dalam pengembangan maupun pengadaan kolektor surya pelat datar.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengkarakterisasi unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar berdasarkan jenis material absorber yang berbeda.

Penelitian yang diusulkan ini terbagi dalam beberapa tujuan khusus yang akan dilakukan diantaranya:

1. Membuat benda uji skala laboratorium jenis sambungan tekuk tipe *sheet and tube* seperti terlihat pada Gambar 10 - 11 dengan jenis material absorber kuningan dan aluminium.
2. Menguji unjuk kerja termal benda uji pada kondisi steady menggunakan solar simulator sesuai dengan standar EN 12975.
3. Mengolah data pengujian untuk mendapatkan parameter unjuk kerja termal kolektor dengan *least square method* menggunakan Multiple Linear Regression (MLR).
4. Memvalidasi model simulasi dengan data pengujian menggunakan paket program CFD (*Ansys Fluent*).
5. Mensimulasikan (*Ansys Fluent*) unjuk kerja termal kolektor berdasarkan variasi laju aliran massa fluida kerja, jarak antara pipa dan diameter (W/D) dan arah aliran fluida kerja.

1.3 Manfaat dan Urgensi Penelitian

Dengan semakin berkurangnya cadangan energi konvensional Indonesia maka akan mempengaruhi ketahanan pasokan energi nasional. Indonesia masih sangat tergantung kepada energi konvensional seperti minyak bumi, batubara dan gas bumi. Sementara itu subsidi energi yang besar akan membebani anggaran negara. Berbagai kegiatan diperlukan seperti konservasi dan diversifikasi energi sesuai dengan Peraturan Presiden RI No.79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. Salah satu diantaranya adalah pengembangan dan penggunaan energi baru dan terbarukan. Untuk mendukung kebijakan ini salah satu diantaranya perlu dikembangkan penggunaan sistem kolektor surya pelat datar yang dapat digunakan di daerah ekuator termasuk Indonesia. Penelitian ini juga ditujukan untuk membantu pihak produsen dalam mengembangkan kolektor surya yang efisien dan efektif sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap produk impor dari luar negeri. Namun masih sedikit literatur yang tersedia khususnya yang berkaitan dengan penggunaan energi matahari dan kolektor surya pelat datar. Untuk mengembangkan dan memberdayakan penggunaan energi baru dan terbarukan ini sesuai dengan Kebijakan Energi Nasional, maka perlu dilakukan berbagai penelitian-penelitian yang berkaitan dengan penggunaan energi matahari yang cukup tersedia dengan melimpah di kawasan Indonesia.

1.4 Target Penelitian

Luaran dari penelitian ini adalah tersedianya suatu **model** atau **desain optimal** dari suatu kolektor surya pelat datar berdasarkan **jenis material, laju aliran massa fluida, jarak antara pipa dan arah aliran fluida kerja**. Desain yang efisien akan mendukung pengembangan kolektor surya pelat datar konvensional dan PV/T. Penelitian ini akan diselesaikan dalam satu tahun dimana hasil penelitian berupa satu artikel akan **dipublikasikan pada jurnal Internasional terindeks** dan satu artikel lagi telah diseminarkan pada **International Conference**. Melalui penelitian Pascasarjana ini juga membantu satu orang mahasiswa Pascasarjana untuk menyelesaikan tesisnya. Hasil penelitian ini juga akan memperkaya **bahan ajar** khususnya untuk mata kuliah **Perpindahan Panas dan Energi Baru dan Terbarukan** di Program Studi Magister Teknik Mesin. Disamping itu luaran lain adalah diselesaikannya satu draft tesis mahasiswa pasca sarjana yang terlibat dalam penelitian ini.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2. Kolektor surya pelat datar

Kebutuhan energi semakin meningkat seiring pesatnya kemajuan teknologi. Sumber energi yang banyak digunakan hingga saat ini adalah energi konvensional seperti minyak bumi, batubara dan gas bumi. Sumber energi ini tidak dapat diperbaharui dan akan habis dalam jangka waktu tertentu. Keberadaan sumber energi ini sangat terbatas karena proses pembentukannya membutuhkan waktu yang sangat lama dibandingkan dengan eksploitasinya.

Mengingat berkurangnya persediaan sumber energi konvensional tersebut, maka diperlukan sumber energi alternatif lain yang dapat digunakan tanpa batas dan tidak akan pernah habis dan salah satunya seperti sinar matahari. Secara umum pemanfaatan energi matahari yang sering dijumpai antara lain adalah untuk penghasil *energi listrik* dan *energi termal* seperti pemanas air, pemanas udara pada ruangan, pengering hasil pertanian, sumber energi pada kompor masak, destilasi surya, refrigerasi surya dan lainnya. Untuk memanfaatkan energi matahari diperlukan peralatan yang dapat menangkap energi matahari dan salah satu diantaranya adalah kolektor surya pelat datar.

Hasil *review* artikel tentang absorber kolektor surya pelat datar seperti yang dilaporkan oleh Adnan Ibrahim et. al terhadap beberapa hasil penelitian dari Boddaert-Cacavelli dan Fujisawa T yang menggunakan aluminium sebagai absorber dalam media penukar panas sedangkan Al Harbi Y, Staebler DL, Kalagirou-Tripanagnostopoulos menggunakan material tembaga. Namun tidak dibahas perbandingan tentang perbedaan penggunaan kedua jenis material tersebut terhadap unjuk kerja termal yang terjadi.

Dalam beberapa dekade terakhir terdapat beberapa penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan perpindahan panas antara pelat absorber dengan fluida kerja. Amrutkar et. al mengevaluasi unjuk kerja kolektor pelat datar dengan konfigurasi geometri absorber yang berbeda terhadap material pelat absorber dan kaca penutup. Variasi ini mempengaruhi efisiensi dan temperatur fluida keluar kolektor. Pengurangan area kolektor dan jumlah pipa akan mengurangi biaya kolektor. Sementara itu Y. Raja Sekhar et al. mengevaluasi koefisien rugi-rugi perpindahan panas bagian atas (*top*) berdasarkan isolasi, sifat emisi permukaan, temperatur lingkungan dan kemiringan kolektor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi meningkat dengan peningkatan sifat emisi permukaan absorber dan temperatur lingkungan sedangkan kemiringan kolektor tidak memberikan pengaruh yang signifikan.

E. Ekramian et al. telah melakukan simulasi numerik untuk menginvestigasi pengaruh beberapa parameter yang berbeda pada unjuk kerja termal kolektor surya. Variasi geometri yang diinvestigasi adalah efek ketebalan pelat absorber, posisi pipa (*riser*) pada permukaan pelat absorber, bentuk area penampang pipa, material absorber, dll. Unjuk kerja meningkat dengan peningkatan laju aliran massa dan ketebalan pelat absorber.

Amraoui M.A. et. al. melakukan simulasi numerik aliran fluida 3 Dimensi menggunakan CFD *Fluent Ansys* pada kolektor surya pelat datar dengan fluida kerja udara. Temperatur keluar fluida dibandingkan dengan hasil eksperimen dan terdapat kecocokan diantara keduanya sehingga program simulasi CFD *Fluent Ansys* ini disarankan untuk digunakan dalam simulasi pada kasus kolektor yang lebih kompleks.

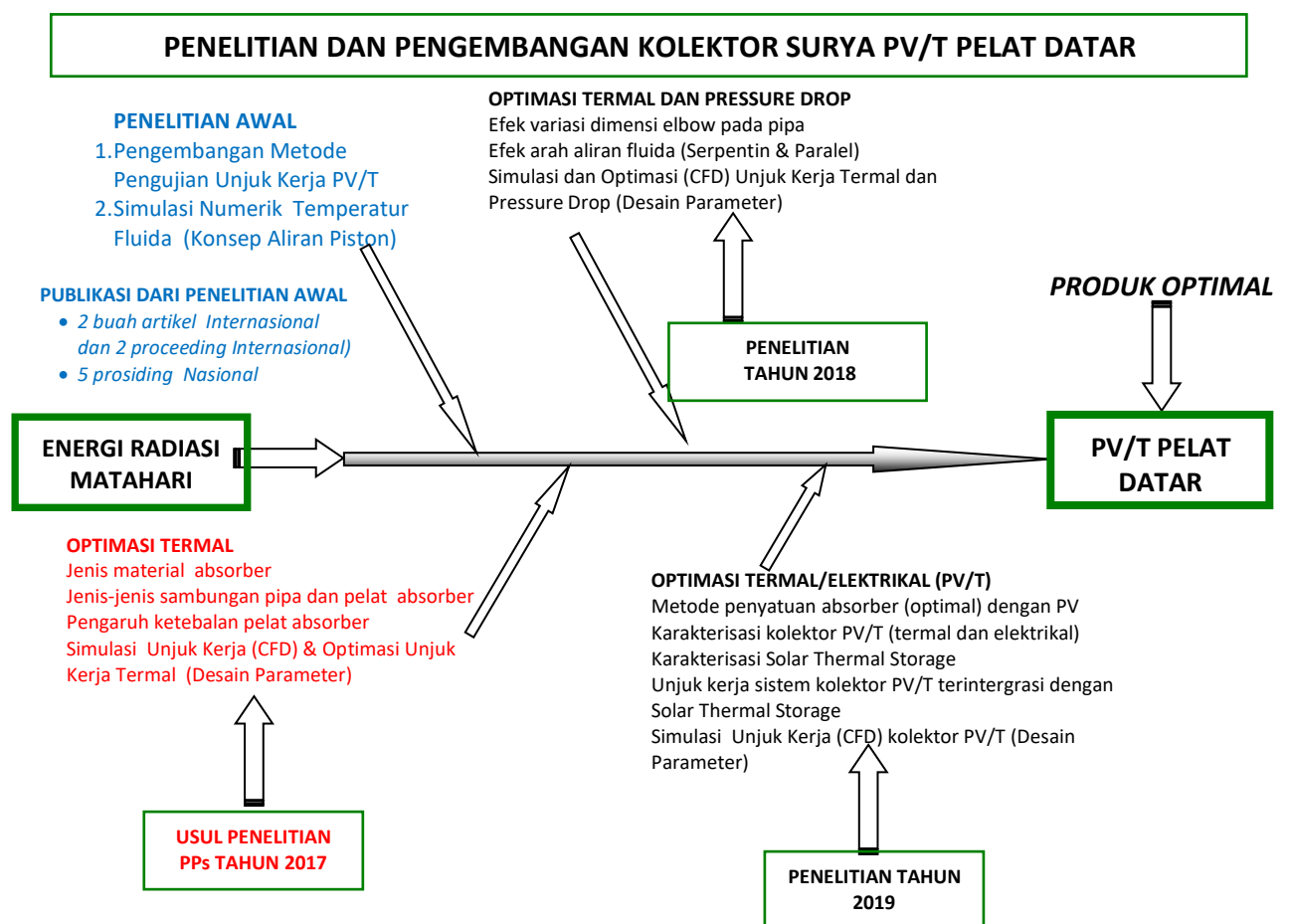
2.2 Penelitian pendahuluan

Gambar 1 menjelaskan peta jalan atau roadmap penelitian yang telah, sedang dan akan dilakukan. Produk akhir yang ingin dicapai dalam roadmap penelitian ini adalah dihasilkannya sebuah prototype/produk kolektor surya hybrid **PV/T pelat datar yang optimal**. **Energi matahari** dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi gabungan elektrikal dan termal secara bersamaan. Kolektor jenis ini dikenal dengan istilah kolektor surya hybrid *Photovoltaic-Thermal* (PV/T) pelat datar. Disamping menghasilkan energi listrik, kolektor PV/T juga menghasilkan fluida kerja yang mempunyai temperatur tinggi sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti proses pemanasan pada industri dan bidang kesehatan, keperluan rumah tangga serta kebutuhan lainnya

Terdapat beberapa **penelitian pendahuluan** yang telah dilakukan oleh peneliti diantaranya pengembangan metode pengujian kolektor surya pelat datar baik secara eksperimental dan simulasi numerik (**Amrizal et.al, Applied Energy, 2012**). Dalam penelitian ini simulasi menggunakan konsep aliran piston untuk memprediksi nilai temperatur fluida keluar kolektor dan divalidasi dengan nilai parameter yang diperoleh dari eksperimental. Pengujian eksperimental ini menggunakan radiasi paksa untuk menciptakan efek dinamik sehingga waktu pengujian dapat dilakukan lebih cepat dibandingkan dengan beberapa standar pengujian lainnya. Penelitian berikutnya adalah mengaplikasikan metode aliran piston untuk bagian termal pada kolektor surya jenis hybrid PV/T sedangkan bagian elektrikal menggunakan metode *single diode* dengan memasukkan secara eksplisit fungsi termal radiasi matahari yang diterapkan [**Amrizal et.al, Applied Energy, 2013**]. Penelitian lainnya adalah tentang efek menggunakan moving average terhadap unjuk kerja kolektor surya pelat datar (**Amrizal et al,**

EuroSUN Congress-2010, Austria). Sementara itu penelitian yang juga telah dilakukan adalah karakterisasi dinamik kolektor surya pelat datar (**Amrizal, SNTTM XII Unila, 2013**) dan simulasi unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar dengan pendekatan temperatur fluida kerja (**Amrizal, SNTTM XIII UI, 2014**). Penelitian selanjutnya merupakan optimasi periode data berdasarkan *time constant* pada pengujian unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar (**Amrizal dkk, SNTTM XIV, Unlam-Banjarmasin Kal-Sel 2015**). Disamping itu juga telah dilaksanakan penelitian tentang tinjauan keberlakuan standar pengujian ISO 9806 terhadap kolektor surya pelat datar pada kawasan ekuator (**Amrizal, SENFA 2015 Unpad-Bandung, 2015**). Penelitian terbaru yang telah dilakukan (BLU Unila 2016) adalah menguji nilai konduktivitas termal material absorber **aluminium dan kuningan** (**Amrizal, SENFA Unpad-Bandung, 2016**). Dengan demikian beberapa penelitian pendahuluan ini dapat dijadikan sebagai dasar untuk memperkuat proposal **penelitian PPs** ini yang berkaitan dengan pengembangan kolektor surya pelat datar.

Peta Jalan (Road Map) Penelitian

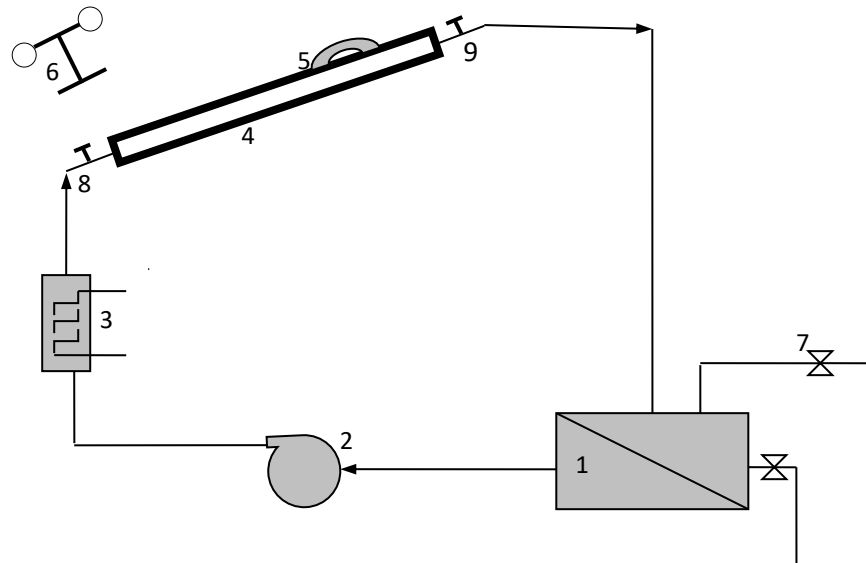


Gambar 1. Roadmap penelitian

III.METODE PENELITIAN

3.1 Set-up Pengujian

Benda uji ditempatkan seperti terlihat pada Gambar 2. Fluida kerja disirkulasikan dengan pompa pada kondisi aliran massa konstan. Laju aliran massa dapat diatur dengan katup dan regulator. Sementara itu temperatur fluida masuk kolektor divariasikan dengan menggunakan pemanas (*heater*) dengan sistem auto control. Radiasi matahari disimulasikan dengan solar simulator menggunakan lampu Halogen 12 X 300 W seperti terlihat pada Gambar 7. Intensitas radiasi dari solar simulator dan kecepatan udara masing-masing diukur dengan menggunakan pyranometer dan anemometer. Pyranometer harus berada pada kemiringan yang sama dengan kemiringan kolektor agar nilai intensitas radiasi yang diterima sama dengan penerimaan oleh permukaan kolektor tersebut. Penempatan sensor temperatur fluida kerja harus berada dekat dengan posisi *inlet* dan *outlet* dari kolektor menggunakan termokopel tipe K. Data pengukuran disimpan dalam Starlogger Model 6004D-21. Set-up pengujian dapat dilihat seperti dalam gambar berikut :



Gambar 2. Set-up pengujian: 1. Tanki penyimpan fluida 2. Pompa 3. Heater 4. Benda uji 5. Pyranometer 6. Anemometer 7. Katup 8-9. Sensor temperatur fluida masuk dan keluar kolektor



Gambar 3. Alat ukur Starlogger Model 6004D-21



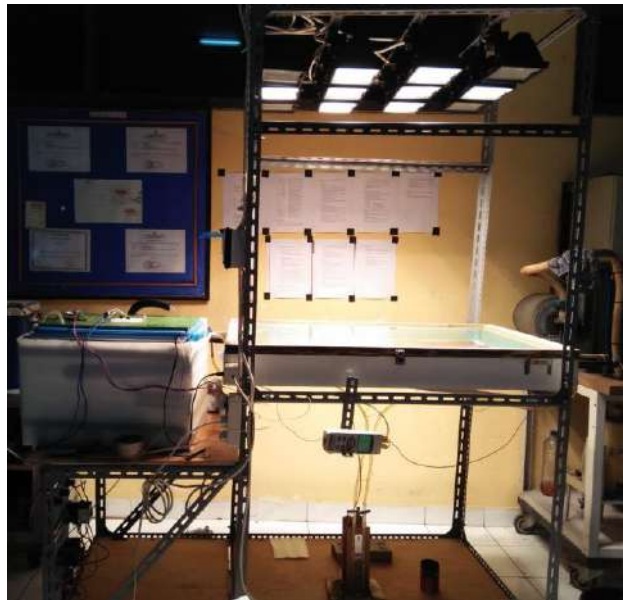
Gambar 4. Sensor pyranometer 7241M



Gambar 5. Termokopel

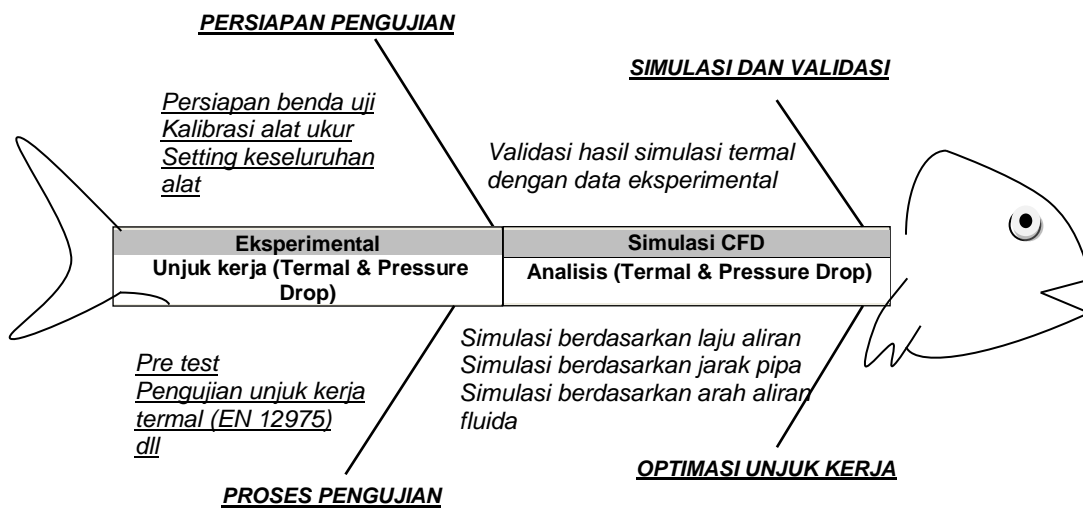


Gambar 6. Termokontrol



Gambar 7. Solar Simulator

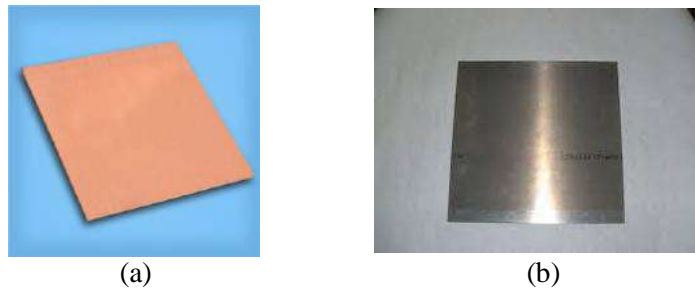
Secara umum langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dapat digambarkan seperti terlihat dalam Gambar 8.



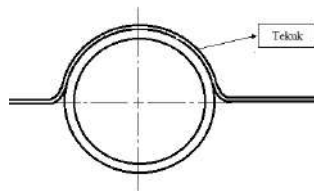
Gambar 8. Fish-bone Diagram Penelitian

3.2 Unjuk kerja termal kolektor berdasarkan jenis material absorber (*sheet and tube*)

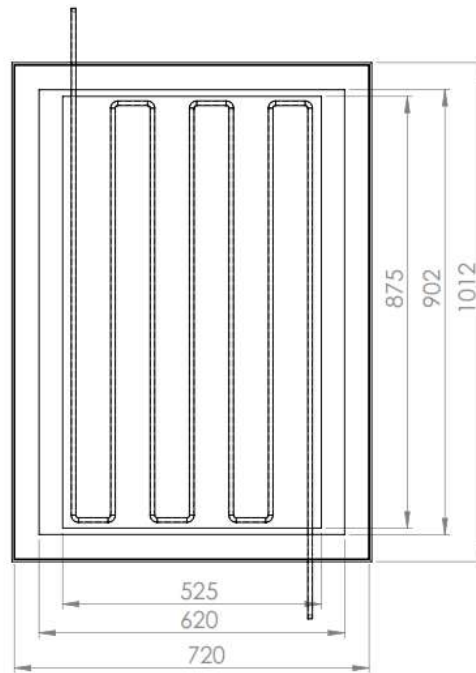
Jenis material absorber yang digunakan dalam komponen benda uji adalah material **kuningan** dan **aluminium** seperti terlihat pada Gambar 9. Material ini digunakan selain cukup tersedia dipasaran juga terdapat perbedaan harga yang cukup signifikan diantara kedua jenis material tersebut. Disamping itu konduktivitas termal untuk kedua bahan tersebut sudah diuji dan merupakan hasil penelitian pendahuluan (BLU Unila 2016) yang telah diseminarkan pada Seminar Nasional di Unpad (**Amrizal, SENFA 2016 Unpad-Bandung**). Selain itu masing-masing benda uji menggunakan bentuk sambungan tekuk seperti terlihat pada Gambar 10. Sementara itu pada Gambar 11 dideskripsikan detail atau bentuk kolektor sebagai benda uji dengan menggunakan diameter pipa 3/8 inch atau sekitar 10 mm dan dimensi pelat absorber 525 mm x 875 mm dengan jarak antar pipa 80 mm.



Gambar 9. Material absorber: (a) pelat kuningan; (b) pelat aluminium



Gambar 10. Jenis sambungan tekuk antara pipa dengan pelat



Gambar 11. Dimensi benda uji absorber (mm)

Pengujian unjuk kerja termal

Model termal yang digunakan dalam pengujian ini adalah seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut (John A. Dufie, et.al):

$$A [F'(\tau\alpha)_{en} G - F'U_L(T_m - T_a)] = \dot{m}_f c_f (T_i - T_0) \quad (1)$$

dimana \dot{m}_f adalah laju aliran massa fluida, c_f adalah panas spesifik dari fluida, $F'(\tau\alpha)_{en}$ adalah *zero loss efficiency* untuk radiasi global normal terhadap permukaan, G adalah intensitas radiasi matahari, F' adalah faktor efisiensi dari kolektor, U_L adalah koefisien rugi termal menyeluruh, T_i dan T_0 adalah temperatur fluida dibagian masuk dan keluar dari segmen kolektor, T_a adalah temperatur lingkungan, T_m adalah temperatur fluida rata-rata dan A adalah luas kolektor.

Unjuk kerja kolektor yang akan ditentukan adalah **parameter efisiensi termal** $F'(\tau\alpha)_{en}$ dan **koefisien rugi termal menyeluruh** ($F'U_L$) seperti terlihat pada persamaan (1). Parameter unjuk kerja kolektor ini dapat dihitung melalui *curve fitting*, menggunakan *least square method*. *Multiple Linear Regression* diaplikasikan dalam metode perhitungan ini. Parameter unjuk kerja juga dapat dideskripsikan melalui **grafik antara efisiensi dengan $(T_m - T_a)/G$** .

Terdapat dua perioda dalam prosedur pengujian yaitu perioda awal (*pre-conditioning period*) dan perioda pengukuran (*measurement period*). Lama waktu untuk perioda awal setidaknya adalah empat (4) kali *time constant* dari kolektor yang diuji (jika diketahui) atau tidak kurang 15 menit (jika *time constant* tidak diketahui). Sementara itu untuk perioda pengukuran dibutuhkan empat (4) kali *time constant* dari kolektor yang diuji (jika diketahui) atau tidak kurang 10 menit (jika *time constant* tidak diketahui). Pada prosedur pengujian ini, *time constant* adalah penting untuk menentukan lama perioda data yang didefinisikan sebagai perioda waktu dimana pengukuran harus dilakukan untuk menghitung unjuk kerja termal kolektor.

Prosedur pengujian *indoor* (European Standard EN 12975, 2006) adalah sebagai berikut:

1. Kolektor diletakkan menghadap ke radiasi solar simulator pada kondisi tegak lurus.
2. Laju aliran massa air harus konstan selama pengujian dan kecepatan udara lingkungan rata-rata harus berada dalam batas 2-4 m/s.
3. Pengaturan temperatur fluida masuk (set-point) untuk sedikitnya empat temperatur yang berbeda dan masing-masingnya harus dipertahankan konstan selama pengambilan data.
4. Data yang diukur adalah intensitas radiasi, temperatur lingkungan, temperatur fluida masuk dan keluar, serta laju aliran massa.
5. Perioda pengambilan data dalam rentang empat (4) kali *time constant*.
6. Ulangi prosedur 1-5 hingga sedikitnya untuk 16 data pengukuran, minimal 4 titik untuk masing-masing temperatur fluida masuk yang berbeda.

Pengukuran time constan kolektor (τ)

Nilai *time konstant* kolektor perlu diketahui terlebih dahulu sebelum pengujian unjuk kerja termal dilakukan. Nilai *time konstant* ini dibutuhkan untuk mengetahui periode dalam pengambilan data. *Time constant* dari kolektor didefinisikan sebagai waktu yang dilalui antara pelepasan penutup kolektor dan saat dimana temperatur fluida keluar kolektor mencapai 63.2% terhadap peningkatan total dari kondisi steady awal ke kondisi steady kedua di temperatur yang lebih tinggi, dimana kondisi steady ini ditandai ketika variasi temperatur keluar fluida kecil dari 0.005 K per menit. Intensitas radiasi harus lebih besar dari 700 Wm⁻². Fluida kerja harus disirkulasikan pada laju fluida yang sama ketika digunakan pada pengujian unjuk kerja termal kolektor.

3.3 Simulasi CFD

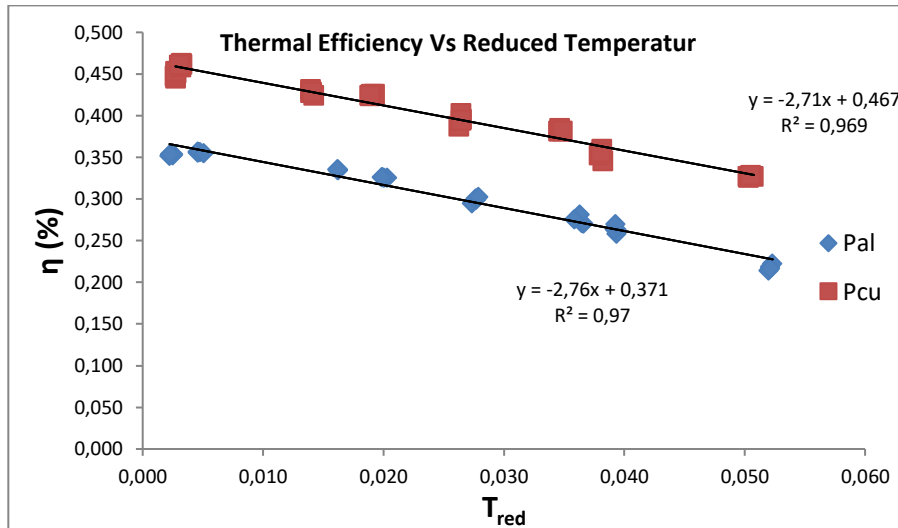
Simulasi CFD dibutuhkan untuk **memodelkan unjuk kerja kolektor surya** dengan desain yang berbeda. Karakteristik kolektor akan digambarkan **untuk mendapatkan desain dengan unjuk kerja yang terbaik**. *Computational Fluid Dynamics* atau CFD adalah analisis sistem yang melibatkan aliran fluida, perpindahan panas dan lainnya dengan cara simulasi berbasis komputer. CFD memprediksi aliran fluida dan perpindahan panas serta fenomena lainnya berdasarkan model matematika melalui persamaan diferensial parsial, metode numerik dan *tools* perangkat lunak (*solvers, tools pre* dan *postprocessing*). CFD mengganti persamaan-persamaan diferensial parsial dari kontinuitas, momentum, dan energi dengan persamaan-persamaan aljabar. CFD merupakan pendekatan dari persoalan yang asalnya kontinu (memiliki jumlah sel tak terhingga) menjadi model yang diskrit (jumlah sel terhingga). CFD dijadikan tahap desain skala laboratorium menggunakan *software* analisis CFD.

Terdapat tiga tahapan yang dilakukan dalam simulasi CFD seperti ***Preprocessing*** yang merupakan langkah pertama dalam membangun dan menganalisis sebuah model CFD. Fungsinya adalah membuat model dalam paket CAD (*Computer Aided Design*), membuat *mesh* yang sesuai, kemudian menerapkan kondisi batas dan sifat-sifat fluida serta perpindahan panas. Tahap selanjutnya adalah ***Solving*** menggunakan *Solvers* (program inti pencari solusi) CFD untuk menghitung kondisi-kondisi yang diterapkan pada saat *preprocessing*. Kemudian dilanjutkan dengan ***Postprocessing*** yang merupakan langkah terakhir dalam analisis CFD untuk mengorganisasi dan menginterpretasi data hasil simulasi CFD dapat berupa gambar, kurva, dan animasi.

Proses validasi diperlukan untuk membandingkan akurasi berkaitan dengan kedekatan antara nilai simulasi dengan nilai pengujian yang telah dilakukan. Selanjutnya proses simulasi bertujuan untuk mengkarakterisasi unjuk kerja termal kolektor berupa **distribusi temperatur fluida** yang diasumsikan menyatu dengan temperatur permukaan kolektor (*lumped capacitance*). Proses simulasi memvariasikan **laju aliran massa fluida kerja, jarak antara pipa dan arah aliran fluida kerja** masing-masing untuk kolektor dengan material absorber aluminium dan kuningan. Hasil simulasi yang optimal akan menjadi **pilihan desain yang terbaik**. Simulasi CFD yang akan dilakukan ini menggunakan *Software Ansys Fluent* (*Ansys Fluent Tutorial Guide, 2013*) yang dapat diterapkan dalam pengujian unjuk kerja termal kolektor surya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa pengujian unjuk kerja termal telah dilakukan terhadap dua material absorber yang berbeda sedangkan ukuran diameter riser dan header adalah sama. Parameter termal kolektor adalah masing-masing efisiensi $F'(\tau\alpha)_e$ dan rugi panas $F'U_L$ seperti terlihat dalam Tabel 1.



Gambar 12: Efisiensi kolektor dengan material absorber berbeda

Tabel 1. Perbandingan antara dua material terhadap harga dan unjuk kerja termal

Material Absorber	Harga per m2 (Rp)*	Zero Loss Efficiency $F'(\tau\alpha)_e$ (%)	Heat Loss ($F'U_L$) ($W/m^2 K$)
Cu	750.000,00	46,7	2.71
Al	55.000,00	37,1	2.76

*Harga material berdasarkan harga pasar di Bandar Lampung

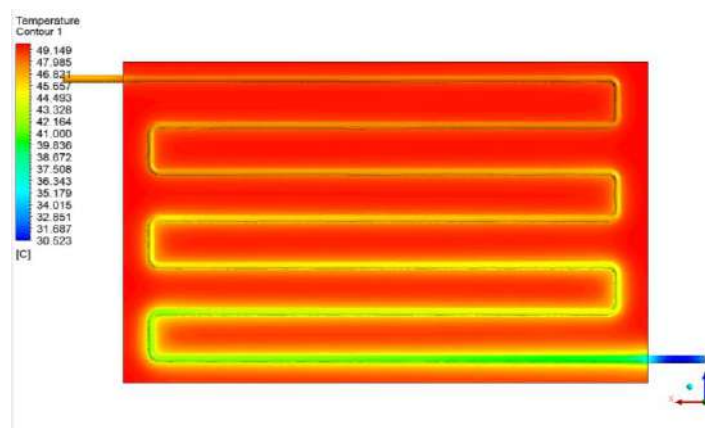
Gambar 2 menyajikan variasi efisiensi termal kolektor terhadap parameter *reduced temperature* ($T_{red} = \frac{(T_m - T_a)}{R_s}$) untuk jenis material yang berbeda. Dari gambar 2 tersebut dijelaskan pengaruh dua jenis material terhadap efisiensi thermal kolektor. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2, ini menyajikan bahwa pada *zero reduced temperature* (T_{red}), tingkat efisiensi termal kolektor surya adalah 46,7% untuk tembaga dan 37,1% untuk aluminium. Oleh karena itu, tembaga sebagai bahan penyerap memiliki kinerja termal yang lebih baik daripada bahan aluminium. Namun, peningkatan nilai zero loss efficiency $F'(\tau\alpha)_e$ untuk tembaga hanya 9,6% dibandingkan dengan material aluminium. Ini berarti bahwa bahan tembaga tidak secara signifikan meningkatkan efisiensi panas kolektor surya dibandingkan dengan nilai konduktivitas termalnya. Sementara

itu, parameter kehilangan panas (heat losses) $F'U_L$ dari kedua bahan hampir sama seperti yang diberikan pada Tabel 1.

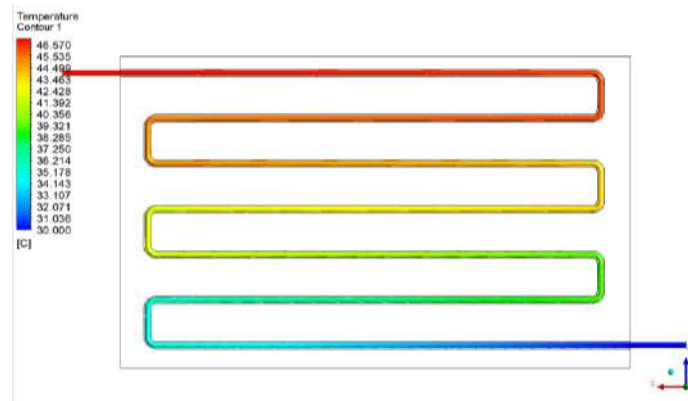
Sementara itu, hasil eksperimen dibandingkan dengan yang diperoleh oleh Ekremian et al. (2015) terkait dengan kolektor surya konvensional. Ada perbedaan yang signifikan antara efisiensi termal yang diperoleh dari kedua hasil tersebut. Efisiensi (zero loss efficiency) dari kolektor surya konvensional adalah 80% untuk bahan tembaga dimana 33% lebih tinggi dari hasil yang diperoleh dalam penelitian ini. Hal ini mungkin dipengaruhi penggunaan diameter header dan riser yang sama, oleh karena itu waktu tinggal sirkulasi fluida akan lebih pendek dari pada kolektor konvensional. Akibatnya, fluida kerja juga menyerap panas yang lebih pendek dari pada kolektor konvensional dengan tabung *header* yang lebih besar.

Tabel 1 menyajikan perbandingan antara kedua bahan berdasarkan harga dan kinerja termal kolektor surya. Berkaitan dengan bahan penyerap, harga tembaga lebih tinggi 14 kali dari harga bahan aluminium. Sementara itu, perbedaan kinerja termal antara kedua material tersebut hanya 10%. Sekali lagi, harga bahan tidak proporsional untuk meningkatkan kinerja thermal para kolektor. Untuk alasan ini, penggunaan bahan aluminium sebagai penyerap untuk kolektor panas matahari dapat menurunkan biaya material.

Sementara itu proses simulasi dilakukan dengan membandingkannya dengan hasil pengujian. Berikut ini hasil simulasi untuk material kuningan yang diberikan dalam Gambar 13 dan 14 serta material Aluminium pada Gambar 15.

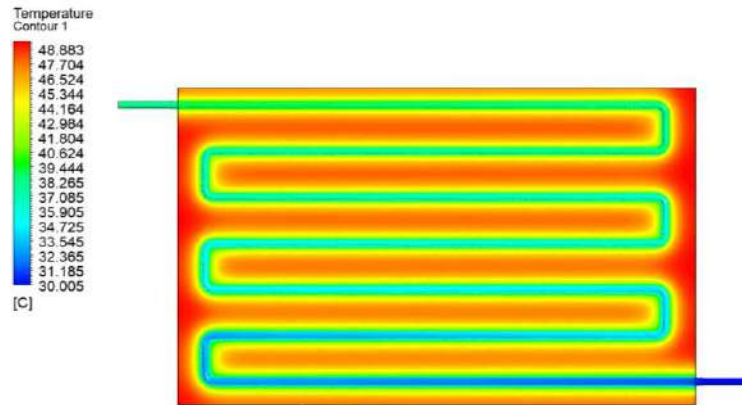


(a) distribusi temperatur pada pelat dan pipa

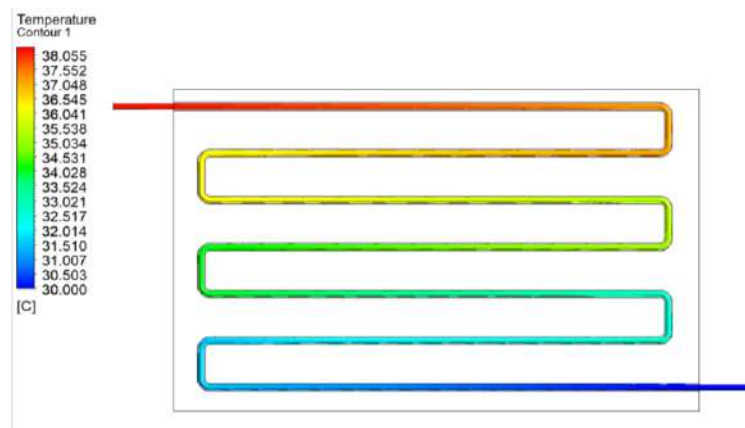


(b) distribusi temperatur fluida dalam pipa

Gambar 13. Hasil simulasi dengan temperatur fluida masuk 30°C , laju aliran massa fluida $0,00917\text{ kg/s}$ dengan material kuningan



(a) distribusi temperatur pada pelat dan pipa

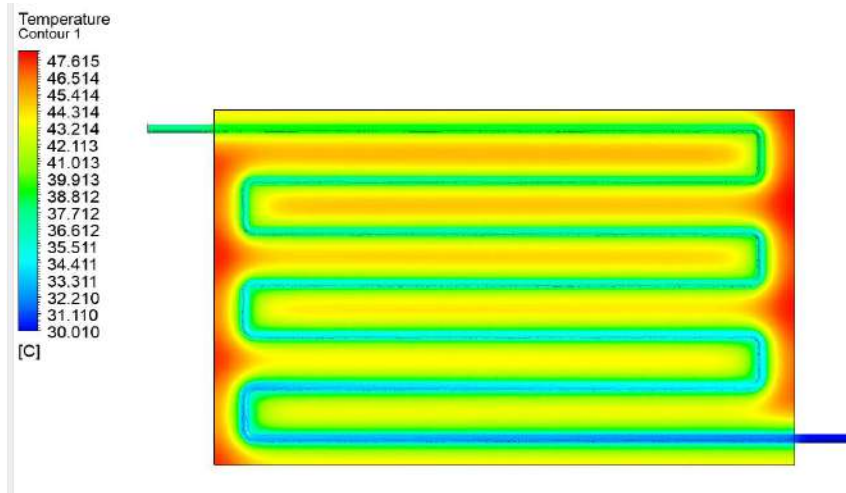


(b) distribusi temperatur fluida dalam pipa

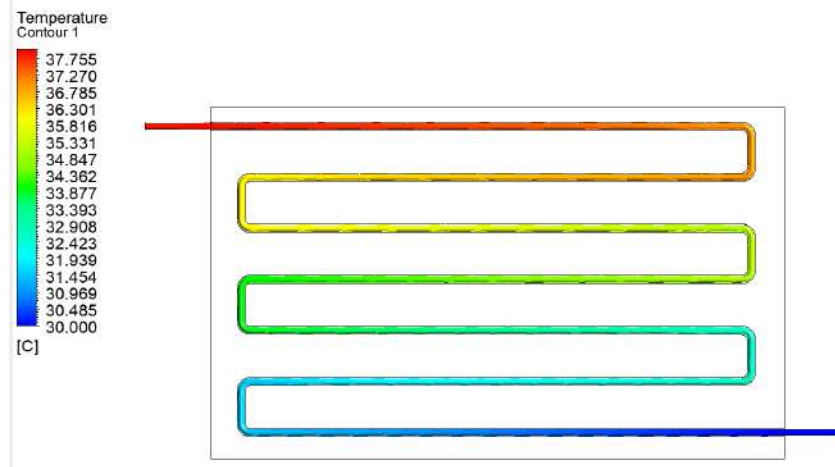
Gambar 14. Hasil simulasi dengan temperatur fluida masuk 30°C , laju aliran massa fluida $0,075\text{ kg/s}$ material kuningan

Dari Gambar 13 dan 14 terlihat perbedaan temperatur fluida bagian keluar dari kolektor akibat perbedaan laju aliran dimana laju aliran massa yang lebih rendah menghasilkan temperatur fluida yang lebih tinggi dan sebaliknya. Kondisi ini dimungkinkan karena waktu kontak yang lebih lama antara fluida dengan permukaan pipa dan laju aliran massa yang lebih rendah.

Sementara itu perbandingan hasil simulasi terhadap penggunaan material yang berbeda diberikan seperti terlihat pada Gambar 13 dan 15 dimana unjuk kerja kolektor dengan material kuningan lebih baik dibandingkan dari material aluminum. Hal ini ditunjukkan dari nilai temperatur fluida keluar kolektor dengan material kuningan lebih tinggi dibandingkan kolektor dengan material aluminum. Namun temperatur pada permukaan pelat dan pipa kolektor dengan material aluminum terlihat lebih rendah dan terdistribusi lebih merata.



(a) distribusi temperatur pada pelat dan pipa



(b) distribusi temperatur fluida dalam pipa

Gambar 15 Hasil simulasi dengan temperatur fluida masuk 30°C , laju aliran massa fluida $0,00917\text{ kg/s}$ dan material aluminum

V. KESIMPULAN

Hasil pengujian terhadap jenis bahan berbeda yang digunakan sebagai penyerap mempengaruhi efisiensi termal kolektor surya. Perbandingan kinerja termal dua bahan penyerap (antara tembaga dan aluminium) memberikan nilai yang berbeda 10% untuk efisiensi dan $0,05 \text{ W / m}^2 \text{ K}$ untuk rugi-rugi panas. Nilai ini tidak sebanding dengan selisih harga antara kedua bahan tersebut seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Harga tembaga 14 kali lebih tinggi dari harga aluminium. Karena harga kedua bahan itu berbeda cukup signifikan satu sama lain, maka dapat direkomendasikan penggunaan bahan aluminium lebih sesuai dalam hal kinerja termal dan biaya material dibandingkan dengan material kuningan. Mengenai penggunaan geometri yang sama antara header dan riser yang diterapkan dalam penelitian ini, kinerja termal menurun secara signifikan dibandingkan dengan kolektor konvensional. Ini dimungkinkan oleh waktu tinggal sirkulasi fluida lebih singkat dibandingkan kolektor konvensional. Efisiensi termal dari penelitian ini adalah 33% lebih rendah dari pada kolektor surya konvensional.

Sementara itu hasil simulasi terhadap penggunaan material yang berbeda dapat disimpulkan dimana unjuk kerja kolektor dengan material kuningan lebih baik dibandingkan dari material aluminium. Hal ini ditunjukkan dari nilai temperatur fluida keluar kolektor dengan material kuningan lebih tinggi dibandingkan kolektor dengan material aluminium. Namun temperatur pada permukaan pelat dan pipa kolektor dengan material aluminium terlihat lebih rendah dengan distribusi lebih merata.

DAFTAR PUSTAKA

Adnan I, M Yusuf Othman 2011. Recent Advances flat plate PV/T solar collectors, Renewable & Sustainable Energy Reviews, 15, 352-365

Amrutkar S. K and Ghodke S. and Patil K.N., 2013, Examination of solar flat plate collector analysis , IOSR Journal of Engineering , India Vol 2 207-213

Ansys Fluent Tutorial Guide, 2013, Ansys Inc.s.

European Standard EN 12975, 2006. CEN European Committee for Standardisation.

E. Ekramian, S. Gh. Etemad, M Haghesnasfard 2015, Numerical Analysis of Heat Transfer Performance of Flat-plate Solar Collectors, Journal of Fluid Flow, Heat and Mass Transfer Vol I 2014 38-42

Amroui M.A., Aliane K, Numerical Analysis of a three dimensional fluidflow in a flat plate solar collector, 2014 International Journal of Renewable and Sustainable Energy, 3(3) 68-75

Amrizal, Karakteristik Material Absorber Termal Kolektor Surya, 2016 - ISSN: 2477- 0477 SENFA, Universitas Padjajaran, Jatinangor, Jawa Barat

Amrizal, Penerapan ISO 9806-1 Dalam Pengujian Unjuk Kerja Termal Kolektor Surya Pada Kawasan Ekuator, 2015 - ISSN: 2477- 0477 SENFA, Universitas Padjajaran, Jatinangor, Jawa Barat

Amrizal, Amrul, Optimasi periode data berdasarkan *time constant* pada pengujian unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar, 2015 - ISBN 978- 602 -73732- 0 – 4, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XIV, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Kalimantan Selatan

Amrizal, Simulasi unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar dengan pendekatan temperature fluida kerja, 2014 - ISBN 978-602-9841- 23- 7 Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XIII Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat

Amrizal, Dynamic Characterization of Flat-plate Solar Collector, 2013 - ISBN 978-979-8510-61-8 Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XII, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung

Amrizal, Daniel Chemisana, J. I. Rosell, 2010, The Use of Filtering for the Dynamic Characterization of PV/T Flat-Plate Collectors- ISBN 978-3-901425-13-4 , International Conference on Solar Heating, Cooling and Buildings EuroSun, Graz University, Austria

John A. Dufie, William A. Beckman. 1991. Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley & Sons, Inc.

N.Amrizal, D. Chemisana, J.I. Rosell, J.Barrau. 2012. A dynamic model based on the piston flow concept for the thermal characterization of solar collectors. Applied Energy, 94, 244-250.

N.Amrizal, D. Chemisana, and J. I. Rosell, 2013. Hybrid Photovoltaic-Thermal Solar Collector Dynamic Modelling, Applied Energy, 101, 797-807.

Rencana Induk Penelitian Universitas Lampung, 2016-2020, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Lampung.

Rencana Strategis Penelitian Universitas Lampung 2016-2020 Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Lampung.

Peraturan Presiden RI No.79 Tahun 2014, Kebijakan Energi Nasional

Y. Raja Sekhar, K.V. Sharma and M. Basaveswara Rao, Evaluation of heat loss coefficient in solar flat plate collector , 2009, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences4, No.5 15-19

LAMPIRAN

Lampiran 1. Susunan organisasi tim peneliti dan pembagian tugas

Organisasi Tim

Tim penelitian terdiri dari 3 orang satu orang sebagai ketua dan 2 orang sebagai anggota. Berikut disajikan struktur organisasi tim seperti terlihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Organisasi tim pelaksana

No	Nama dan NIDN	Bidang
1	Dr. Amrizal, S.T., M.T. (Ketua) 0002027004	Konversi Energi dan Heat Transfer
2	Dr. Amrul, S.T., M.T. (Anggota) 0031037103	Konversi Energi
3	Ahmad Yonanda (Mahasiswa PS MTM) 1525021005	Konversi Energi

No	Nama/NIDN	Inst. Asal	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
1	Dr. Amrizal, ST. MT. (Ketua) (0002027004)	Unila	Konversi Energi	8 jam / minggu	Bertanggung jawab atas kegiatan: a. Perancangan kolektor pelat datar b. Perakitan kolektor c. Pengolahan dan analisis data d. Penyusunan laporan e. Pengambilan data e. Simulasi CFD
2	Dr. Amrul, S.T., M.T. (Anggota) (0031037103)	Unila	Konversi Energi	7 jam / minggu	Bertanggung jawab atas kegiatan: a. Perancangan kolektor pelat datar b. Perakitan kolektor pelat datar c. Pengolahan dan analisis data d. Simulasi CFD e. Penyusunan laporan
3	Ahmad Yonanda (Anggota) 1525021005	Unila	Konversi Energi	6 jam / minggu	Bertanggung jawab atas kegiatan: a. Perakitan kolektor pelat datar b. Persiapan pengambilan data c. Pengambilan data d. simulasi CFD

Lampiran 2. Biodata Ketua dan Anggota

Biodata Ketua Tim Pengusul

I. IDENTITAS DIRI

1.1	Nama Lengkap (dengan gelar)	DR. AMRIZAL, S.T., M.T.
1.2	Jenis Kelamin	Laki-laki
1.3	Tempat dan Tanggal Lahir	SAWAHLUNTO/2-2-1970
1.4	NIP	197002021998031004
1.5	NIDN	0002027004
1.6	Jabatan Akademik	LEKTOR KEPALA
1.7	Pangkat/Golongan	PEMBINA/IVA
1.8	Nomor Telepon/Faks	-
1.9	Nomor HP	081379183699
1.10	Alamat Kantor	Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Jl Soemantri Brojonegoro No 1 Bandar Lampung, 35145
1.11	Nomor Telepon/Faks	0721-704947 / fax : 0721-704947
1.12	Alamat e-mail	amrizal@eng.unila.ac.id

II. RIWAYAT PENDIDIKAN

	S-1	S-2	S-3
2.1 Nama PT	Universitas Andalas	ITB	Universitat de Lleida
2.2 Bidang Ilmu	Teknik Mesin (Konversi Energi)	Teknik Mesin (Konversi Energi)	Solar Energy
2.3 Tahun Masuk	1990	1997	2008
2.4 Tahun Lulus	1996	2000	2012
2.5 Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Perancangan Boiler Kapasitas 16 Ton/Jam Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Salak	Kaji Eksperimental Karakteristik Filter Kain Sebagai Alat Penyaring Debu	Quasi-Dynamic Characterization Of PV/T Flat-Plate Collectors
2.6 Nama Pembimbing Skripsi/Tesis /Disertasi	Ir. Adly Havendri M.Sc	Dr. Prihadi Setyo Darmanto	Prof. Joan Ignasi Rosell Urrutia

III. PENGALAMAN PENELITIAN (bukan skripsi, tesis, maupun disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2015	Tinjauan Keberlakuan Standar ISO 9806-1 dalam Pengujian Unjuk Kerja Termal Kolektor Surya Pada Kawasan Ekuator (Ketua)	Fundamental DIKTI	50
2	2015	Pengembangan Model Matematika Kinematika Reaksi Torefaksi (Anggota)	DIPA BLU Unila	15
3	2016	Karakteristik Termal Material Absorber Kolektor Surya Pelat Datar (Ketua)	DIPA BLU Unila	15
4	2017	Produksi Bahan Bakar Padat Alternatif Setara Batubara Berbahan Dasar Sampah Kota Melalui Proses Torefaksi Sistem Kontinu (Anggota)	Penelitian Produk Terapan DIKTI	70

*Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DRPM maupun dari sumber lainnya

IV. PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor	Nama Jurnal
1	2013	Hybrid Photovoltaic-Thermal Solar Collector Dynamic Modelling (Ketua)	101, 797-807	Applied Energy http://www.journals.elsevier.com/applied-energy/
2	2012	A dynamic Model Based on the Piston Flow Concept for the Thermal Characterization of Solar Collectors (Ketua)	94,244-250	Applied Energy http://www.journals.elsevier.com/applied-energy/

V. PEMAKALAH DALAM SEMINAR ILMIAH (ORAL PRESENTATION)

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Tema Seminar	Penyeleng gara	Tempat
1	2016	Karakteristik Termal Material Absorber Kolektor Surya Pelat datar - ISSN : 2477-0477 (Ketua)	Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya (SENFA 2016) : Potentials and Opportunities of Indonesia's Future Energy	FMIPA Universitas Padjajaran	Jatinangor, Jawa Barat
2	2015	Penerapan ISO 9806-1 Dalam Pengujian Unjuk Kerja Termal Kolektor Surya Pada Kawasan Ekuator - ISSN: 2477- 0477 (Ketua)	Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya (SENFA 2015) Indonesian's Renewable Energy: Challenges and Opportunities	FMIPA Universitas Padjajaran	Jatinangor, Jawa Barat
3	2015	Optimasi periode data berdasarkan <i>time constant</i> pada pengujian unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar - ISBN 978- 602 -73732- 0 - 4 (Ketua)	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XIV	Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat	Banjarmasin, Kalimantan Selatan
4	2015	Pengembangan Model Matematika Kinematika Reaksi Torefaksi Sampah - ISBN 978-602 -73732- 0 - 4 (Anggota)	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XIV	Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat	Banjarmasin, Kalimantan Selatan
5	2014	Simulasi unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar dengan pendekatan temperature fluida kerja- ISBN 978-602-9841- 23- 7 (Ketua)	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XIII	Teknik Mesin Universitas Indonesia	Depok, Jawa Barat
6	2013	Dynamic Characterization of Flat-plate Solar Collector- ISBN	Seminar Nasional Tahunan Teknik	Teknik Mesin	Bandar Lampung,

		978-979-8510-61-8 (Ketua)	Mesin, (SNTTM) XII	Universitas Lampung	Lampung
--	--	------------------------------	-----------------------	------------------------	---------

VI. PENULISAN BUKU

No.	Tahun	Judul Buku	Jumlah Halaman	No. ISBN	Penerbit
1	2013	Dynamic Characterization of PV/T Flat-Plate Collectors (An extended quasi-dynamic model of EN 12975 involving electrical performance using a single diode photovoltaic model) (Ketua)	121	978-3-659-37740-2	LAMBERT Academic Publishing (LAP) Germany

VII. PEROLEHAN HKI

Urutkan judul HKI yang pernah diterbitkan 5-10 tahun terakhir.

No.	Tahun	Judul/Tema HKI	Jenis	Nomor P/ID
	-	-	-	-

VIII. RUMUSAN KEBIJAKAN PUBLIK/REKAYASA SOSIAL 10 TAHUN TERAKHIR

No	Tahun	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang telah diterapkan	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
-	-	-	-	-

IX. PENGHARGAAN DALAM 10 TAHUN TERAKHIR (dari Pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi pemberi penghargaan	Tahun
1	Penghargaan Publikasi Ilmiah Internasional (PPII) Batch I untuk 2 (dua) artikel ber-impact factor > 5	LPDP Kemenkeu	2016

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan pengajuan usulan Penelitian Pascasarjana Unila.

Bandar Lampung, 15 Mei 2017



Dr. Amrizal, S.T., M.T.
NIP.197002021998031004

Biodata Anggota Tim Pengusul

IDENTITAS DIRI				
Nama	:	Dr. Amrul, S.T., M.T		
Pangkat/Golongan	:	Penata/III.c		
Jabatan Fungsional	:	Lektor		
NIP/NIK	:	19710331 199903 1003		
NIDN	:	0031037103		
Tempat dan Tanggal Lahir	:	Suliki, 31 Maret 1971		
E-mail	:	amrulh@yahoo.com		
Mobile Phone	:	081540816983		
Alamat Kantor	:	Jl. S. Brojonegoro No. 1, Bandarlampung		
Telp/Faks	:	0721-7479221/0721-7479221		
Lulusan yang telah dihasilkan	:	S-1 = 100 orang, S-2 = 1 orang, S-3 = - orang		
Mata Kuliah yang Diampu	:	1. Termodinamika Teknik 2. Teknik Pendingin dan Pengkondisian Udara 3. Mesin Konversi Energi 4. Matematika Teknik II		
RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI				
		S-1	S-2	S-3
Perguruan Tinggi		Univ. Andalas	ITB	ITB
Bidang Ilmu		Teknik Mesin	Teknik Mesin	Teknik Mesin
Tahun Masuk-Lulus		1990-1997	1998-2001	2008-2014
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi		Kaji Eksperimental Fenomena Bantalan Hidrodinamik	Mesin Refrigerasi Hibrid Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon HCR-12	Pemanfaatan Sampah menjadi Bahan Bakar Padat Bernilai Kalor Tinggi melalui Proses Torefaksi
Promotor		Dr.-Ing. Uyung Gatot Syafrawi Dinata	Dr. Ir. Ari Darmawan Pasek	Prof. Dr. Aryadi Suwono, Prof. Dr. Ari Darmawan Pasek, Dr. Toto Hardianto
PENGALAMAN PENELITIAN				
Tahun	Judul Penelitian	Ketua/Anggota	Sumber Dana	
2009	Pemanfaatan Sampah Menjadi Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan Melalui Proses Torefaksi	Anggota	Stranas, Dikti	
2011	Pemanfaatan Sampah Menjadi Bahan Bakar Padat Bernilai Kalor Tinggi Melalui Proses Torefaksi	Ketua	Hibah Doktor, Dikti	
2012	Review of Solid Waste Utilization; Material Recycling, Incineration and Energy Recovery of Solid Waste over the Metropolitans and the Whole Country (The case of Indonesia)	Anggota	KIER, Korea Selatan	
2012	Pengembangan Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan Setara Batubara	Anggota	Medco Energy	

	Dari Bahan Baku Sampah Kota Melalui Proses Torefaksi (Batch I)		
2013	Pengembangan Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan Setara Batubara Dari Bahan Baku Sampah Kota Melalui Proses Torefaksi (Batch II)	Anggota	Medco Energy
PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH			
Tahun	Judul	Penerbit/Jurnal	
2009	Municipal Solid Waste Potential for High Calorific Solid Fuel by Torrefaction Process	Proceedings of the International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion 2009, Tongyeong, South Korea, ISSN 0854 – 9346	
2009	Solid Waste as Solid Fuel to Subbituminous Coal Grade by Torrefaction Process	Proceeding of Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology, Bali, February 9 – 10, 2010, ISBN: 978-602-96269-0-2	
2010	Solid Fuel From Torrefied Municipal Solid Waste, Proceeding of Renewable Energy 2010	Advanced Technology Path to Global Sustainability, Joint with 4 th International Solar Energy Society Conference, Asia Pacific Region, 27 June-2 July, 2010, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan	
2010	Karakterisasi Sifat-Sifat Pembakaran Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan yang Berasal dari Sampah Kota	Digital Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin IX, Hotel Arya Duta Palembang, 13 - 15 Oktober 2010, ISBN: 978-602-97742-0-7	
2010	The Influence of Municipal Solid Waste Components Composition on Main Parameters of Torrefaction to Produce High-Calorie Solid Fuel	Proceedings of the 5 th International Conference on Cooling and Heating Technologies 2010, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia, December 9-11, 2010, ISSN 1976 – 278X	
2011	Balance Energi pada Proses Torefaksi Sampah Kota Menjadi Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan Setara Batubara untuk Memperhitungkan Tingkat Kelayakannya	Digital Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin X, Kampus Universitas Brawijaya, Malang, 2 – 3 November 2011	
2012	Studi Awal Kelayakan Ekonomi Pabrik Torefaksi Sampah Perkotaan Menjadi Bahan Bakar Padat Setara Batubara Skala Pilot Berkapasitas 25 Ton per Jam	Proceedings Seminar Nasional Energi Terbarukan dan Produksi Bersih 2012, Bandar Lampung, 20 Juni 2012, ISSN: 0016087403	
2013	Konversi Bahan Bakar Padat dari Sampah Kota melalui Torefaksi: Optimasi Temperatur Torefaksi Simultan Berdasarkan Hasil Uji Temperatur Torefaksi Masing-Masing Komponennya	Proceedings Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM-XII), 2013, Bandar Lampung, 23-24 Oktober 2013, ISBN: 978-979-8510-61-8.	
2013	Konversi Sampah Kota Menjadi	Proceedings Seminar Nasional Tahunan	

	Bahan Bakar Padat: Modifikasi Sistem Torefaksi Kontinu Unggun Terfluidisasi untuk Mengakomodasi Karakteristik Sampah	Teknik Mesin (SNTTM-XII), 2013, Bandar Lampung, 23-24 Oktober 2013, ISBN: 978-979-8510-61-8.	
2013	Simultaneous Torrefaction Modeling of Municipal Solid Waste for High Calorific Value Solid Fuel	Proceedings of the 8 th International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion (FTEC 2013), 9-10 November 2013, Semarang, Indonesia, ISBN 978-602-8462-25-9.	
PEMAKALAH SEMINAR ILMIAH			
Tahun	Judul Kegiatan	Penyelenggara	Panitia/Peserta
2009	International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion 2009	National Technology University, Tongyeong, South Korea	Peserta
2010	The 4 th International Solar Energy Society Conference, Asia Pacific Region 2010	Renewable Energy 2010 - Advanced Technology Path to Global Sustainability, Japan	Peserta
2010	The 5 th International Conference on Cooling and Heating Technologies 2010	Institut Teknologi Bandung bekerjasama dengan ASHRAE Chapter Indonesia	Peserta
2012	Seminar Nasional Energi Terbaru dan Produksi Bersih 2012	Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung	Peserta
PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT			
Tahun	Jenis>Nama Kegiatan	Pendanaan	
PENGHARGAAN/PIAGAM			
Tahun	Bentuk Penghargaan	Pemberi	
2011	103 Inovasi Paling Prospektif 2011	Menteri Negara Riset dan Teknologi - Republik Indonesia	

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan pengajuan usulan Penelitian PPS.

Bandarlampung, 15 Mei 2017
Yang menyatakan,



Amrul, S.T., M.T
NIP. 19710331 199903 1003

Lampiran 3 Surat Keterangan Mahasiswa Pascasarjana



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN
TINGGI UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK - JURUSAN TEKNIK MESIN
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
Gedung H Lantai 3 Fakultas Teknik
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

SURAT KETERANGAN

NOMOR : 099/UN.26/5/PPTM/2017

Ketua Program Studi Pascasarjana Teknik Mesin Universitas Lampung menerangkan bahwa :

Nama : Ahmad Yonanda
NPM : 1525021005
Program Studi : Magister Teknik Mesin
Minat Utama : Konversi Energi
Semester : IV (Empat) Tahun Akademik 2016/2017

adalah benar mahasiswa Program Pascasarjana Teknik Mesin Universitas Lampung dan sedang terlibat dalam pengusulan kegiatan penelitian Program Pasca Sarjana (PPS) Unila 2017 dengan Pembimbing Utama:

Nama : Dr. Amrizal, S.T., M.T.
Pangkat/Gol : Lektor Kepala / IVa
NIP : 197002021998031004

Demikian surat keterangan ini dibuat agar dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandarlampung 12 Mei 2017

Ketua Program Studi
Magister Teknik Mesin,

Dr. Amrizal, S.T., M.T.
NIP 197002021998031004



COMMITTEE

Organizing Committee:

Chairman	: Dr. Dani Rusirawan	Itenas – Indonesia
Co-chairman	: Dr. Ahmad Taufik Joenoes	Indonesian Society for Reliability
Members	: Dr. Dyah Setyo Pertiwi	Itenas – Indonesia
	Dr. Fahmi Arif	Itenas – Indonesia
	Mr. Liman Hartawan	Itenas – Indonesia
	Ms. Dina Budhi Utami	Itenas – Indonesia
	Mr. Aldrian Augusta	Itenas – Indonesia

Steering Committee:

Dr. Imam Aschuri	Itenas Bandung – Indonesia
Prof. Dr. Meilinda Nurbanasari	Itenas Bandung – Indonesia
Ms. Yuniar	Itenas Bandung – Indonesia
Dr. Dewi Kania Sari	Itenas Bandung – Indonesia
Prof. Dr. Soegijardjo Soegijoko	Itenas Bandung – Indonesia IEEE Indonesia SSIT Chapter
Dr. Kusmaningrum Soemadi	Itenas Bandung – Indonesia
Prof. Dr. Isa Setiasah Toha	ITB – Indonesia
Dr. Iwan Inrawan Wiratmadja	ITB – Indonesia

Scientific Committee:

Dr. Hendi Hendian Rachmat	Electrical Engineering	Itenas – Indonesia
Dr. Waluyo	Electrical Engineering	Itenas – Indonesia
Dr. Marisa Widyastuti P.	Electrical Engineering	Telkom University – Indonesia
Dr. T. Kristyadi	Mechanical Engineering	Itenas – Indonesia
Dr. Agus Hermanto	Mechanical Engineering	Itenas – Indonesia
Dr. Ing. M. Alexin Putra	Mechanical Engineering	Itenas – Indonesia
Dr. Arif Imran	Industrial Engineering	Itenas – Indonesia
Dr. Chandra Ade Irawan	Industrial Engineering	Itenas – Indonesia
Dr. Caecilia Sri Wahyuning	Industrial Engineering	Itenas – Indonesia
Dr. Jono Suhartono	Chemical Engineering	Itenas – Indonesia
Dr. Maya Ramadianti M.	Chemical Engineering	Itenas – Indonesia
Dr. rer. Nat. Riny Y. Parapat	Chemical Engineering	Itenas – Indonesia
Dr. Winarno Sugeng	Informatics Engineering	Itenas – Indonesia
Dr. Achmad Ghazali	SBM	ITB – Indonesia

Parallel Session 1 (Tuesday, October 10, 2017)		
Room 1	Renewable Energy Resources Assessment	
Time: 13:00 – 14:30		
Paper ID	Paper Title	Author & Affiliation
9	Distribution of Direct and Diffuse Radiation on Baywean Island, East Java, Indonesia	Yusuf Suryo Utomo (Research Center for Electrical Power and Mechatronics, Indonesian Institute of Sciences – Indonesia)
27	Comparison Study of Solar Flat Plate Collector With Two Different Absorber Materials	Amrizal, Amrul, Ahmad Yonanda, Zulfa (Universitas Lampung – Indonesia)
33	Effect of combustion saturated and unsaturated fatty acids pure vegetable oil for noise	Dony Perdana, Eddy Gunawan (Maarif Hasyim Latif University, Sidoarjo, East Java – Indonesia)
47	An experimental model piezoelectric cantilever beam for energy harvesting	Aditya Sukma Nugraha and Sapdo Utomo (Indonesia Institute of Science – Indonesia)
51	Design and Optimization of Hybrid Power Plant in Household Scales Using Homer Models	Ibrahim Syaharuddin, Dani Rusirawan (Institut Teknologi Nasional Bandung – Indonesia)

Room 2	Automation and measurement technologies; Computer aided engineering; Computing Technology for Sustainable Industrial System; Supply Chain Management & Logistics	
Time: 13:00 – 14:30		
Paper ID	Paper Title	Author & Affiliation
32	Proposed Ideas For Preventing Operational Risk On PT. Global Indo Pangan's Supply Chain Using House Of Risk 1 Method*	Edi Susanto, Nanda Fadhil A and Melati Kurniawati (Institut Teknologi Nasional Bandung – Indonesia)
49	Making Automatic Unloading Tools on The Goodway GV-500 Machine	Suhartinah, Laeli Nur Rohmawati and Muhammad Hidayat (Polman Astra – Indonesia)
14	Realization and Key Analysis on Blockchain Bitcoin	Muhammad Lazuardi Wirananda Putra, Surya Michrandi Nasution and

Comparison Study of Solar Flat Plate Collector With Two Different Absorber Materials

Amrizal^{1,*}, Amrul², Ahmad Yonanda³, Zulfa⁴

Mechanical Engineering Department, University of Lampung Jl. Prof. Sumantri
Brodjonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145 ^{1,2,3,4}
e-mail: amrizal@eng.unila.ac.id

Abstract: The major component of a flat plate solar collector consists of an absorber which is basically made of several narrow metal strip and pipe. They act as a conductive material that absorb heat from the incoming solar energy and then transfer it to the circulating fluid in the pipe to increase the temperature of the working fluid. The thermal performance of the collector is usually depend on the types of absorber material. The aim of this study is to determine the effect of different types of material absorber on the thermal performance of solar collector. The two types of absorber materials used in this study are brass and aluminum. Both materials have thermal conductivity values of 115 W/mK for brass and 201 W/mK for aluminum respectively. The thermal performance characterization was performed under steady state condition according to the European Standard EN 12975. Collected data was processed by least square method (Multiple Linear Regression) to get collector performance parameters such as collector efficiency and heat losses. The test results show that there is no a significant difference of the collector thermal performance values in the use of the brass and aluminum material as an absorber. Furthermore, aluminum material provides an advantage in terms of thermal performance and production costs due to the higher thermal conductivity value and the lower material price and lower material density.

Keywords: solar collector, absorber plate, thermal performance

Certificate number: 008/L.16/FTI/ITENAS/X/2017



Certificate

This is to certify that

Amrizal

has participated as **Speaker** in

The 1st Faculty of Industrial Technology International Congress 2017

Towards Reliable Renewable and Sustainable Energy Systems: Challenges and Opportunities

October 9 - 11, 2017 at Faculty Building, 3rd floor, Campus of Itenas Bandung – Indonesia

Organized by: Faculty of Industrial Technology, Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung, West Java Indonesia.
Supported by: Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung, West Java Indonesia.

Dean Faculty of Industrial Technology



Dr. Dani Rusirawan
NIDN: 0405056902

LAPORAN
PENELITIAN PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG



KAJI EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN NANOFUIDA Al_2O_3
PADA KOLEKTOR SURYA PV/T

TIM PENGUSUL

DR. AMRIZAL, S.T., M.T. / NIDN : 0002027004
DR. AMRUL, S.T., M.T. / NIDN : 0031037103
DR. M. IRSYAD, S.T., M.T. / NIDN : 0014127104
MIFTAHUL AZIZ / NPM : 1625021002

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2018

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG

Judul Penelitian : Kaji Eksperimental Penggunaan Nanofluida Al₂O₃ Pada Kolektor Surya PV/T

Manfaat sosial ekonomi :

Jenis penelitian penelitian dasar penelitian terapan
 pengembangan eksperimental

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Dr. Amrizal, S.T., M.T.
b. NIDN : 0002027004
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
d. Program Studi : Magister Teknik Mesin
e. Nomor HP : 081379183699
f. Alamat surel (e-mail) : amrizal@eng.unila.ac.id

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Dr. Amrul, S.T., M.T.
b. NIDN : 0031037103
c. Program Studi : Magister Teknik Mesin

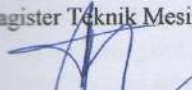
Anggota Peneliti (2)



a. Nama Lengkap : Dr. M.Irsyad, S.T., M.T.
b. NIDN : 0002027004
c. Program Studi : Magister Teknik Mesin

Jumlah mahasiswa yang terlibat : 1
Jumlah alumni yang terlibat :-
Jumlah staf yang terlibat : 1
Lokasi kegiatan : Laboratorium Termodinamika FT Unila
Lama kegiatan : 8 bulan
Biaya Penelitian : Rp 40.000.000
Sumber dana : BLU Universitas Lampung

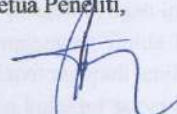
Bandar Lampung, 10 November 2018

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pascasarjana
Magister Teknik Mesin


(Dr. Amrizal, S.T., M.T.)
NIP 197002021998031004


Direktur Pascasarjana Unila,

(Prof. Mustofa Usman, Ph.D.)
NIP 195701011984041001

Ketua Peneliti,


(Dr. Amrizal, S.T., M.T.)
NIP 197002021998031004

Menyetujui,


Ketua LPPM Unila

(Warsono, Ph.D.)
NIP 196302161987031003

ii

IDENTITAS DAN URAIAN UMUM
PENELITIAN PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG

1. Judul Penelitian : Kaji Eksperimental Penggunaan Nanofluida Al₂O₃ Pada Kolektor Surya PV/T

2. Tim Peneliti

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Program Studi	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1.	Dr. Amrizal, S.T.M.T	Ketua	Heat Transfer	Magister Teknik Mesin	10
2.	Dr. Amrul, S.T., M.T.	Anggota 1	Termodinamika	Magister Teknik Mesin	8
3.	Dr. M. Irsyad, S.T., M.T.	Anggota 2	Mekanika Fluida	Magister Teknik Mesin	8
4.	Miftahul Aziz	Anggota 3 (Mahasiswa S2)	Heat Transfer	Magister Teknik Mesin	8

3. Objek Penelitian (jenis material yang akan diteliti dan segi penelitian):

Material nanofluida Al₂O₃

4. Masa Pelaksanaan

Mulai : bulan April tahun 2018

Berakhir : bulan November tahun 2018

5. Usulan Biaya : Rp. 40.000.000

6. Lokasi Penelitian (lab/studio/lapangan): Laboratorium.

7. Instansi lain yang terlibat (jika ada, dan uraikan apa kontributornya)

.....

8. Temuan yang ditargetkan lulusan S-2

Sifat fisik termal material nanofluida Al₂O₃ berdasarkan konsentrasi volume dan temperatur

9. Kontribusi mendasar pada suatu bidang ilmu (uraikan tidak lebih dari 50 kata, tekankan pada gagasan fundamental dan orisinal yang akan mendukung pengembangan iptek)

Karakteristik kolektor PV/T yang optimal terhadap penggunaan fluida kerja (nanofluida) dapat meningkatkan unjuk kerja sehingga harga produk dapat menjadi lebih kompetitif. Hasil penelitian ini lebih lanjut akan membantu pengembangan kolektor surya hybrid PV/T pelat datar terutama untuk produsen dalam negeri sekaligus untuk mengurangi ketergantungan terhadap produk impor yang sejenis.

10. Jurnal ilmiah yang menjadi sasaran untuk setiap penerima Hibah Penelitian Pascasarjana (Nasional/ Internasional) bereputasi Q3:

Journal of Engineering Science and Technology.

DAFTAR ISI

	hal
Halaman pengesahan	ii
Daftar isi	iii
Identitas dan Uraian Umum	iv
Ringkasan	v
1. Pendahuluan	1
1.1 Latar belakang dan perumusan masalah	1
1.2 Tujuan penelitian	2
1.3 Manfaat dan urgensi penelitian	3
1.4 Target penelitian	3
2. Tinjauan Pustaka	5
2.1 Pengembangan kolektor surya hybrid PV/T pelat datar	5
2.2 Penelitian pendahuluan	6
2.3 Road map penelitian	7
3. Metode Penelitian	8
3.1 Skema alat uji	8
3.2 Pengujian unjuk kerja kolektor surya hybrid PV/T pelat datar	12
4. Hasil dan Pembahasan	16
4.1 Unjuk kerja termal dan pressure drop	16
4.2 Unjuk kerja listrik	20
5. Kesimpulan	21
Referensi	
Lampiran: Susunan organisasi tim peneliti dan pembagian tugas	
Biodata Ketua dan Anggota Peneliti	
Hasil Seminar Nasional Teknik Mesin (SNTTM XVII) Kupang	

RINGKASAN

Matahari merupakan sumber energi terbarukan yang mempunyai beberapa keuntungan seperti mudah didapatkan, bebas polusi dan tersedia dalam jumlah yang cukup. Salah satu peralatan yang dapat memanfaatkan energi matahari adalah **kolektor surya hybrid PV/T pelat datar**. Kolektor jenis ini merupakan kombinasi atau gabungan antara panel surya dengan kolektor termal sehingga dengan alat ini dapat dihasilkan energi listrik dan energi termal dalam waktu bersamaan. Keuntungan lain penggunaan kolektor jenis ini adalah efisiensi listrik tetap stabil bahkan meningkat akibat penurunan temperatur permukaan PV oleh fluida kerja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkarakterisasi sekaligus mengoptimasi unjuk kerja kolektor surya baik termal maupun elektrik berdasarkan penggunaan nanofluida Al_2O_3 sebagai fluida kerja.

Pendekatan penelitian yang dilakukan adalah metode **pengujian** unjuk kerja dimana untuk unjuk kerja termal menggunakan standar pengujian EN 12975 secara *indoor* dengan *solar simulator*. Data hasil pengujian tersebut diolah dengan *least square method* menggunakan Multiple Linear Regression (MLR) untuk mendapatkan parameter unjuk kerja termal berupa **efisiensi dan rugi-rugi panas**. Sementara peningkatan unjuk kerja elektrik berdasarkan seberapa besar terjadinya peningkatan efisiensi elektrik dibandingkan dengan efisiensi ketika hanya menggunakan fluida dasar sebagai fluida kerja.

Setelah melakukan pengujian kinerja kolektor surya *hybrid PV/T* berdasarkan iklim tropis Indonesia terjadi peningkatan laju aliran massa fluida 30% memberikan peningkatan nilai tertinggi untuk parameter rugi-rugi termal dan pressure drop masing-masing 45 % dan 51%. Efisiensi elektrik mengalami peningkatan sebesar 2.5 % dari efisiensi *photovoltaic* tanpa kolektor *thermal*.

Keywords: unjuk kerja termal, kolektor surya PV/T, nanofluida, Al_2O_3

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang dan perumusan masalah

Dalam upaya pencapaian visi Universitas Lampung, penelitian ditempatkan sebagai pilar penting untuk mencapai keunggulan sesuai dengan rumusan visi tersebut. Unila menyadari bahwa Program Pascasarjana adalah salah satu ujung tombak utama pelaksanaan kegiatan penelitian. Selain Sumber Daya Manusia (SDM) yang tersedia, penelitian yang unggul dan produktif juga merupakan tuntutan dari keberadaan Program Pascasarjana di Unila. Pada saat ini Unila sedang mentransformasi dirinya dari *teaching University* menjadi *research University* sehingga pelaksanaan program peningkatan produktivitas penelitian dan publikasi ilmiah di Program Pascasarjana sangat dibutuhkan. Untuk mewujudkan tujuan besar tersebut, pengembangan penelitian di **Program Pascasarjana (PPs)** harus bersinergi sekaligus mendukung **RIP dan Renstra Penelitian Universitas Lampung 2016-2020** yang telah ditetapkan (RIP Unila, 2017 dan Renstra Penelitian Unila, 2017).

Salah satu yang menjadi Program Strategis dalam RIP adalah **pengembangan kolektor surya pelat datar** khususnya pada bagian Fokus Riset Energi Terbarukan seperti tercantum pada Sub Bab 4.2. Dalam hal ini penelitian-penelitian yang berkaitan dengan penggunaan energi matahari secara luas perlu dikembangkan dan ditingkatkan baik dalam tahap penelitian dasar maupun terapan. Matahari merupakan sumber energi terbarukan yang mempunyai beberapa keuntungan seperti mudah didapatkan, bebas polusi dan tersedia dalam jumlah yang cukup. Salah satu peralatan yang dapat memanfaatkan energi matahari adalah kolektor surya pelat datar. Sementara itu energi matahari dapat juga dimanfaatkan secara bersamaan untuk menghasilkan energi gabungan elektrik dan termal. Kolektor jenis ini dikenal dengan istilah **kolektor surya hybrid Photovoltaic-Thermal (PV/T)**. Disamping menghasilkan energi listrik, kolektor PV/T juga menghasilkan fluida kerja yang mempunyai temperatur tinggi sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti proses pemanasan pada industri dan bidang kesehatan, keperluan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

Energi Matahari belum digunakan secara maksimal di Indonesia begitu juga penggunaan kolektor surya pelat datar masih belum dikenal secara luas hingga saat ini. Hal ini dimungkinkan karena penggunaan energi konvensional masih dominan dibandingkan dengan penggunaan energi terbarukan serta masih sedikit hasil-hasil penelitian yang tersedia berkaitan dengan pemanfaatan

energi matahari. Sementara itu permintaan kolektor surya termal dan PV/T diprediksi akan terus meningkat pada masa yang akan datang.

Penelitian terhadap pemanfaatan energi matahari sangat dibutuhkan dalam rangka pengembangan sumber energi terbarukan. Salah satu kajian penting dan menarik untuk diteliti dan dikembangkan adalah pengaruh **penggunaan nanofluida Al_2O_3 sebagai fluidakerja terhadap unjuk kerja termal** pada kolektor surya hybrid PV/T pelat datar. Nanofluida ini berpengaruh terhadap tingkat penyerapan panas yang terjadi pada suatu permukaan kolektor. Dengan demikian penggunaan fluida kerja dengan nilai konduktivitas lebih tinggi dapat **meningkatkan unjuk kerja termal kolektor PV/T**. Hasil penelitian nantinya dapat dimanfaatkan untuk mendukung pihak produsen yang bergerak dalam pengembangan maupun pengadaan kolektor surya PV/T pelat datar.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengkarakterisasi unjuk kerja kolektor surya PV/T pelat datar baik secara termal maupun elektrik menggunakan nanofluida Al_2O_3 sebagai fluida kerja.

Untuk mencapai tujuan umum ini maka diperlukan tahapan kegiatan yang akan dilakukan diantaranya:

1. Mempersiapkan nanofluida Al_2O_3 sebagai fluida kerja dan alat pendukung
2. Membuat benda uji kolektor surya hybrid PV/T skala laboratorium jenis aliran fluida serpentine.
3. Menguji unjuk kerja termal benda uji pada kondisi steady menggunakan solar simulator sesuai dengan standar EN 12975 berdasarkan variasi konsentrasi volume dan laju aliran massa fluida sekaligus mengukur tegangan arus dan daya listrik yang terjadi.
4. Mengkarakterisasi data pengujian untuk mendapatkan parameter unjuk kerja termal kolektor PV/T dengan *least square method* menggunakan Multiple Linear Regression (MLR).
5. Menganalisa hasil penelitian berkaitan dengan unjuk kerja elektrik berdasarkan variasi pengujian.

1.3 Manfaat dan Urgensi Penelitian

Dengan semakin berkurangnya cadangan energi konvensional Indonesia maka akan mempengaruhi ketahanan pasokan energi nasional. Indonesia masih sangat tergantung kepada energi konvensional seperti minyak bumi, batubara dan gas bumi. Sementara itu subsidi energi yang besar akan membebani anggaran negara. Berbagai kegiatan diperlukan seperti konservasi dan diversifikasi energi sesuai dengan Peraturan Presiden RI No.79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. Salah satu diantaranya adalah pengembangan dan penggunaan energi baru dan terbarukan. Untuk mendukung kebijakan diantaranya perlu dikembangkan penggunaan sistem kolektor surya hybrid PV/T pelat datar yang dapat digunakan di daerah ekuator termasuk Indonesia. Penelitian ini juga ditujukan untuk membantu pihak produsen dalam mengembangkan kolektor surya yang efisien dan efektif sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap produk impor dari luar negeri. Namun masih sedikit literatur yang tersedia khususnya yang berkaitan dengan penggunaan energi matahari dan kolektor surya hybrid PV/T pelat datar. Untuk mengembangkan dan memberdayakan penggunaan energi baru dan terbarukan ini sesuai dengan Kebijakan Energi Nasional, maka perlu dilakukan berbagai penelitian-penelitian yang berkaitan dengan penggunaan energi matahari yang cukup tersedia dengan melimpah di kawasan Indonesia.

1.4 Target Penelitian

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah tersedianya **data optimal** unjuk kerja kolektor hybrid PV/T pelat datar berdasarkan konsentrasi dan laju aliran dari **fluida kerja nano fluida Al_2O_3** . Penelitian ini akan diselesaikan dalam delapan bulan dimana hasil penelitian berupa satu artikel akan **dipublikasikan pada jurnal Internasional terindeks** dan satu artikel lagi akan diseminarkan pada **International Conference**. Hasil penelitian ini juga akan memperkaya **bahan ajar** khususnya untuk mata kuliah **Perpindahan Panas dan Energi Baru dan Terbarukan** di Program Studi Magister Teknik Mesin. Disamping itu luaran lain adalah diselesaikannya satu draft tesis mahasiswa pasca sarjana yang terlibat dalam penelitian ini.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Tinjauan Pustaka ini disajikan beberapa hal yang terkait dengan review dan pengembangan kolektor surya hybrid PV/T melalui penggunaan berbagai jenis nanofluida sebagai fluida kerja. Dalam bab ini juga akan ditampilkan hasil-hasil penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh penulis untuk mendukung penelitian yang diusulkan. Pada bagian akhir dari bab ini akan dimasukkan peta jalan penelitian (road map) yang menjadi arah dan acuan dalam penelitian ini.

2.1 Perkembangan kolektor surya hybrid PV/T pelat datar dengan nanofluida

Sistem kolektor surya *Photovoltaic-Thermal* (PV/T) pelat datar merupakan sistem hybrid yang sangat menguntungkan karena dapat memanfaatkan energi termal dan listrik secara simultan dan lebih ekonomis jika dibandingkan dengan penggunaan yang terpisah diantara keduanya. Kolektor surya PV/T ini merupakan suatu peralatan hasil penggabungan antara kolektor surya termal dengan permukaan panel PV sehingga panas berlebih pada permukaan PV dapat diserap oleh fluida kerja. Selain dapat memanfaatkan energi listrik, fluida kerja bertemperatur tinggi yang dihasilkan dapat digunakan untuk berbagai keperluan pada rumah tangga, hotel, rumah sakit, sektor industri dan lainnya.

Kinerja kolektor ini dapat ditingkatkan dengan memperbaiki sifat termofisik fluida perpindahan panas konvensional, diantaranya dengan menggunakan nanofluida telah menarik minat besar karena mempunyai karakteristik perpindahan panas yang signifikan dibandingkan dengan fluida konvensional.

Nanofluida didefinisikan sebagai campuran antara partikel padat berukuran nano (kecil dari 100 nm) dengan fluida dasar seperti air, etilena glikol dan minyak. Masuda pada tahun 1993 untuk pertama kali memperkenalkan konsep nanofluida yang biasa digunakan pada proses perpindahan panas dan ini merupakan awal perkembangan penggunaan nano partikel untuk meningkatkan konduktivitas termal fluida. Sementara itu Choi pada tahun 1995, mengaplikasikan konsep nanofluida terhadap fluida perpindahan panas dan salah satu keuntungannya adalah mengurangi konsumsi daya pompa pada alat penukar panas. Selanjutnya, bermunculan berbagai penelitian teoritis, numerik dan eksperimental untuk mengembangkan penggunaan nano partikel diantaranya baik untuk aplikasi pada kolektor surya termal maupun untuk kolektor surya hybrid PV/T.

Yousefi dkk. (2012) telah mengawali untuk mengkaji penerapan material fluida jenis baru ini pada kolektor termal surya. Penelitian secara eksperimental ini mengungkapkan bahwa nanofluid Al_2O_3 dengan air sebagai fluida dasar dapat meningkatkan efisiensi kolektor pelat datar sebesar 28,3%. Begitu juga untuk kolektor surya hybrid PV/T pelat datar, beberapa penelitian telah dilakukan. Sardarabadi dkk (2014) meneliti secara eksperimen penggunaan nanofluida SiO_2 dengan air sebagai fluida dasar untuk meningkatkan efisiensi energi dan exergy kolektor PV/T. Begitu juga Ghadiri et. al (2015) menguji secara eksperimen unjuk kerja kolektor pelat datar PV/T menggunakan nanofluida Fe_3O_4 dengan air sebagai fluida dasar, dimana hasil penelitian juga menunjukkan peningkatan efisiensi energi dan exergy kolektor PV/T.

Sementara itu Khanjari dkk (2016) melaporkan peningkatan efisiensi energi dan exergy kolektor PV/T pelat datar dengan peningkatan persentase volume nanopartikel pada aliran laminar melalui simulasi numerik. Selanjutnya pengujian secara numerik dan eksperimen dilakukan kembali oleh Sardarabadi dan Passandideh Fard (2016) dengan tiga nanofluida yang berbeda dalam kondisi aliran laminar. Ketiga nanofluida tersebut adalah Al_2O_3 , TiO_2 dan ZnO dengan air sebagai fluida dasar. Penelitian ini menyimpulkan bahwa nanofluida TiO_2 dan ZnO memberikan unjuk kerja yang baik dengan ukuran partikel 10-30 nm. Penelitian lainnya dilakukan oleh Al Shamani dkk (2016) untuk jenis kolektor pelat datar dengan absorber pipa berpenampang persegi. Pengujian ini dilakukan pada aliran turbulen terhadap tiga jenis nanofluida TiO_2 , SiC dan SiO_2 dengan air sebagai fluida dasar. Pengujian ini menghasilkan nanofluida SiC dengan unjuk kerja terbaik dibandingkan dengan nanofluida lainnya. Rejeb dkk (2016) juga melakukan kajian untuk jenis kolektor PV/T ini baik secara numerik maupun eksperimen. Fluida dasar yang digunakan adalah air dan ethylene glycol dengan dua jenis nanofluida yaitu Al_2O_3 dan CuO . Pengujian ini memberikan kesimpulan bahwa air merupakan fluida dasar yang lebih efisien dibandingkan dengan ethylene glycol dan nano fluida CuO memberikan unjuk kerja yang lebih baik.

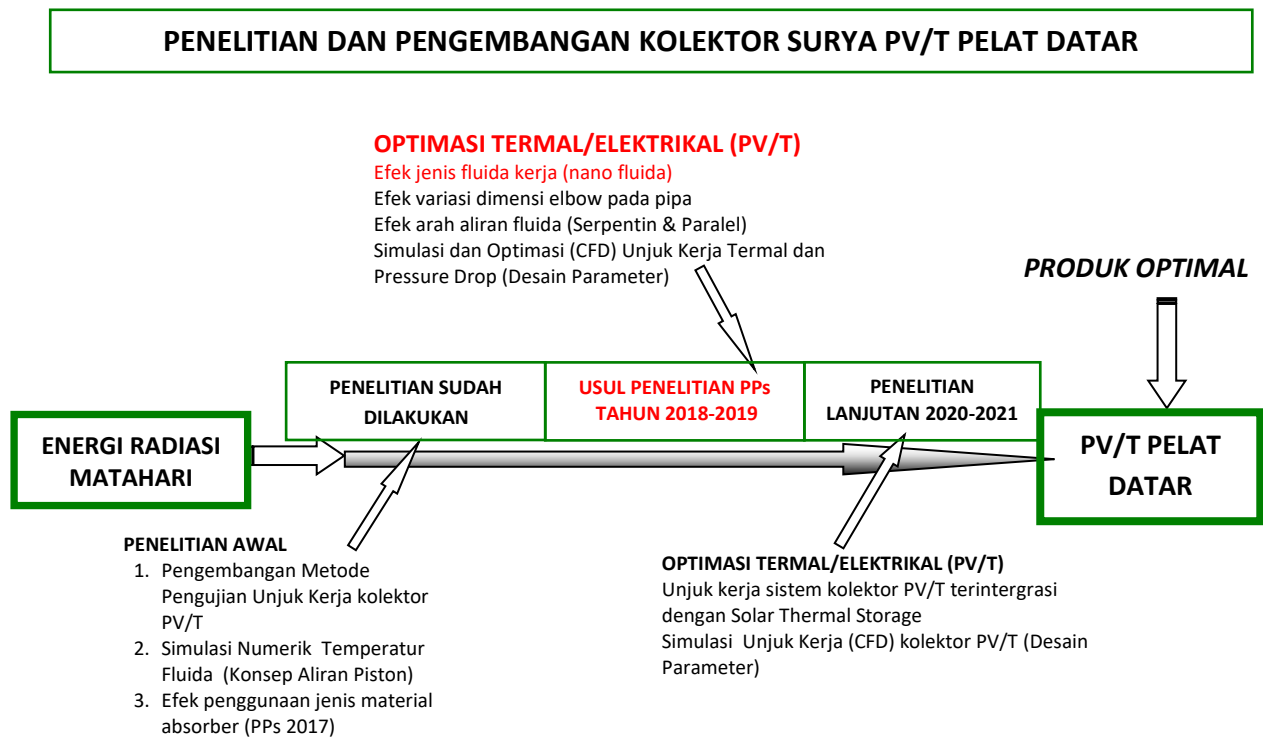
2.2 Penelitian pendahuluan

Gambar 1 menjelaskan peta jalan atau roadmap penelitian yang telah, sedang dan akan dilakukan. Produk akhir yang ingin dicapai dalam roadmap penelitian ini adalah dihasilkannya sebuah prototype/produk kolektor surya hybrid **PV/T pelat datar yang optimal**. Energi matahari dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi gabungan elektrikal dan termal secara bersamaan. Kolektor jenis ini dikenal dengan istilah kolektor surya hybrid *Photovoltaic-Thermal* (PV/T) pelat datar. Disamping menghasilkan energi listrik, kolektor PV/T juga menghasilkan fluida kerja yang mempunyai temperatur tinggi sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti proses pemanasan pada industri dan bidang kesehatan, keperluan rumah tangga serta kebutuhan lainnya

Terdapat beberapa **penelitian pendahuluan** yang telah dilakukan oleh peneliti diantaranya pengembangan metode pengujian kolektor surya pelat datar baik secara eksperimental dan simulasi numerik (**Amrizal et.al, Applied Energy, 2012**). Dalam penelitian ini simulasi menggunakan konsep aliran piston untuk memprediksi nilai temperatur fluida keluar kolektor dan divalidasi dengan nilai parameter yang diperoleh dari eksperimental. Pengujian eksperimental ini menggunakan radiasi paksa untuk menciptakan efek dinamik sehingga waktu pengujian dapat dilakukan lebih cepat dibandingkan dengan beberapa standar pengujian lainnya. Penelitian berikutnya adalah mengaplikasikan metode aliran piston untuk bagian termal pada kolektor surya jenis hybrid PV/T sedangkan bagian elektrikal menggunakan metode *single diode* dengan memasukkan secara eksplisit fungsi termal radiasi matahari yang diterapkan [**Amrizal et.al, Applied Energy, 2013**]. Penelitian lainnya adalah tentang efek menggunakan moving average terhadap unjuk kerja kolektor surya pelat datar (**Amrizal et al, EuroSUN Congress-2010, Austria**). Sementara itu penelitian yang juga telah dilakukan adalah karakterisasi dinamik kolektor surya pelat datar (**Amrizal, SNTTM XII Unila, 2013**) dan simulasi unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar dengan pendekatan temperatur fluida kerja (**Amrizal, SNTTM XIII UI, 2014**). Penelitian selanjutnya merupakan optimasi periode data berdasarkan *time constant* pada pengujian unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar (**Amrizal dkk, SNTTM XIV, Unlam-Banjarmasin Kal-Sel 2015**). Disamping itu juga telah dilaksanakan penelitian tentang tinjauan keberlakuan standar pengujian ISO 9806 terhadap kolektor surya pelat datar pada kawasan ekuator (**Amrizal, SENFA 2015 Unpad-Bandung, 2015**). Penelitian terbaru yang telah dilakukan (BLU PPs Unila 2017) adalah karakterisasi unjuk kerja termal kolektor surya berdasarkan material absorber **aluminium dan kuningan** (**Amrizal dkk, International Conference FoITIC-Itenas Bandung, 2017**). Dengan demikian

beberapa penelitian pendahuluan ini dapat dijadikan sebagai dasar untuk memperkuat proposal penelitian PPs ini yang berkaitan dengan pengembangan kolektor surya hybrid PV/T pelat datar.

2.3 Peta Jalan (Road Map) Penelitian



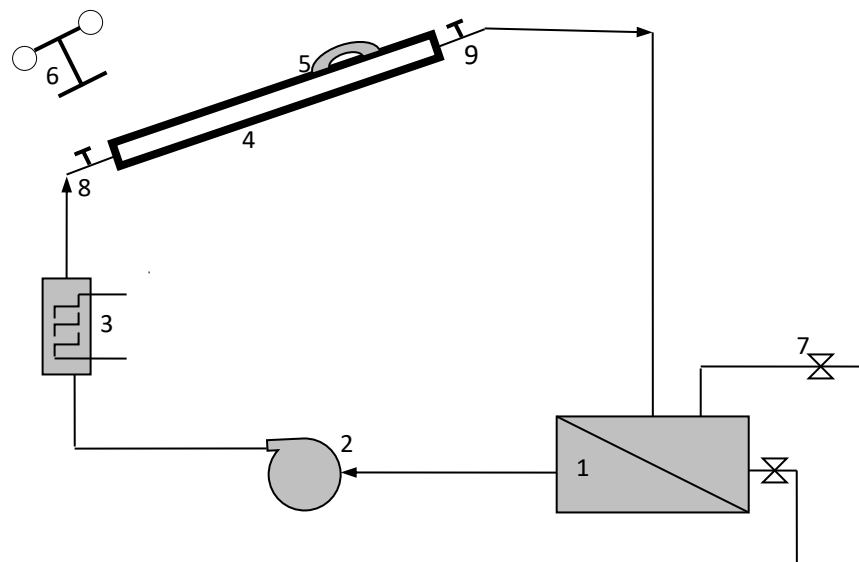
Gambar 1. Roadmap penelitian

Roadmap penelitian ini dibutuhkan sebagai arahan dan panduan yang akan dilakukan dalam penelitian ini seperti terlihat pada Gambar 1. Beberapa penelitian pendahuluan telah dilakukan untuk mendukung penelitian yang diusulkan ini. Penelitian ini akan mengembangkan kolektor jenis PV/T yang merupakan gabungan dari panel PV dan kolektor termal. Penggunaan fluida kerja yang optimal tidak saja meningkatkan unjuk kerja juga akan mengurangi biaya produksi serta membantu pengembangan kolektor PV/T dalam negeri. Untuk memenuhi hal tersebut dibutuhkan data-data hasil penelitian untuk jenis kolektor ini.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Set-up Pengujian

Benda uji berupa kolektor PV/T ditempatkan posisinya sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 2. Fluida kerja (nanofluida Al_2O_3) disirkulasikan dengan pompa pada kondisi aliran massa konstan. Laju aliran massa fluida diatur dengan katup dan diukur dengan water flow meter. Sementara itu temperatur fluida masuk kolektor divariasikan dengan menggunakan pemanas (*heater*) dan sistem autocontrol. Radiasi matahari disimulasikan dengan solar simulator menggunakan lampu Halogen 12 X 300 W seperti terlihat pada Gambar 7. Intensitas radiasi dari solar simulator dan kecepatan udara masing-masing diukur dengan menggunakan pyranometer dan anemometer. Pyranometer harus berada pada kemiringan yang sama dengan kemiringan kolektor agar nilai intensitas radiasi yang diterima sama dengan penerimaan oleh permukaan kolektor tersebut. Penempatan sensor temperatur fluida kerja harus berada dekat dengan posisi *inlet* dan *oulet* dari kolektor menggunakan termokopel tipe K. Data pengukuran temperatur disimpan dalam Datalogger TM 9478D. Set-up pengujian dapat dilihat seperti dalam gambar berikut :



Gambar 2. Set-up pengujian: 1. Tanki penyimpan fluida 2. Pompa 3. Heater 4. Benda uji 5. Pyranometer 6. Anemometer 7. Katup 8-9. Sensor temperatur fluida masuk dan keluar kolektor

Pemanas air otomatis ini digunakan sebagai pemanas suhu fluida awal sebelum masuk ke pipa kolektor surya hybrid PV/T.



Gambar 3. Unit pemanas air sistem *autocontrol*

Alat ukur yang digunakan dalam pengujian ini yaitu *solarmeter*, *thermometer*, *water flow meter sensor*, dan *water pressure sensor*. Solarmeter berfungsi untuk mengukur besarnya pengaruh radiasi cahaya pada permukaan solar kolektor dengan satuan W/m^2 .



Gambar 4. *Solarmeter*

Pada penelitian ini digunakan 2 jenis *thermometer*, yaitu *Termometer digital* dan *Termometer digital laser infrared*. *Termometer digital* digunakan untuk mengukur temperatur fluida masuk, keluar dan lingkungan, sedangkan *Termometer digital laser infrared* digunakan untuk mengukur temperatur pelat kolektor surya.



(a)



(b)

Gambar 5. (a) *Termometer digital*, (b) *Termometer digital laser infrared*

Pengukuran debit dapat dilakukan secara langsung dan secara tidak langsung. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran debit secara langsung dengan menggunakan sensor *water flow meter*. Sensor ini akan dihubungkan dengan mikrokontroler *aduno* sehingga nilai laju aliran fluida dapat terlihat pada layar PC.



Gambar 6. *Water flow meter dan pressure sensor*

Alat ini merupakan sensor untuk mengukur tekanan fluida (air) masuk ataupun keluar pada pipa solar kolektor. Sensor ini dihubungkan ke mikrokontroler *aduno* sehingga nilai tekanan fluida dapat terlihat di komputer.

Selanjutnya lampu simulator merupakan suatu perangkat yang menyediakan pencahayaan mendekati sinar matahari alami. Tujuan penggunaan dari solar simulator adalah sebagai sumber radiasi pengganti matahari sehingga pengujian suatu perangkat dapat dikerjakan di dalam ruangan. Lampu simulator yang digunakan adalah halogen daya 300 Watt.



Gambar 7. *Solar Simulator*

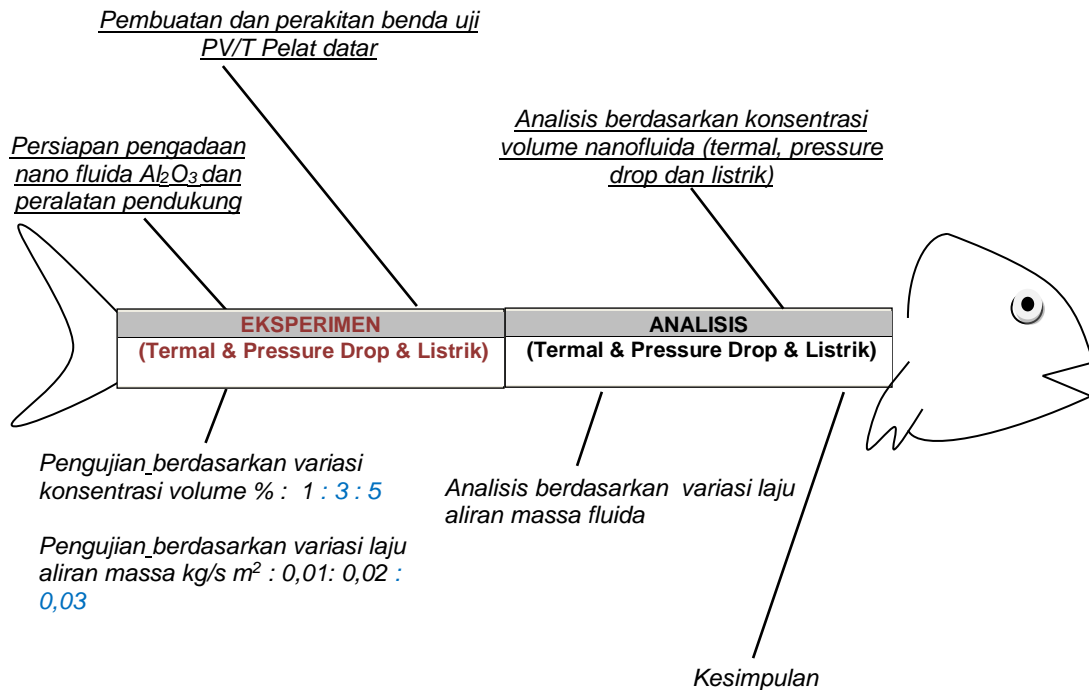
Untuk mengukur voltase, arus dan daya yang diperlukan dalam penelitian saat ini, sebuah Multimeter Demestres MY-63 (Gambar 8) digunakan. Multimeter adalah alat pengukur elektronik yang menggabungkan beberapa fungsi pengukuran dalam satu unit. Spesifikasi alat adalah sebagai berikut:

Impedansi	: 10 MW
Tegangan DC	: 1000 V
Tegangan AC	: 750 V
Arus DC / AC	: 10 A
Resistance	: 200 MW
Meteran kapasitas	: 20 mF
Frekuensi meter	: 20 KHz
Sumber daya	: 1 jenis baterai 9V 6F22



Gambar 8. Multimeter Demestres MY-63

Secara umum langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dapat digambarkan seperti terlihat dalam Gambar 9 berikut.



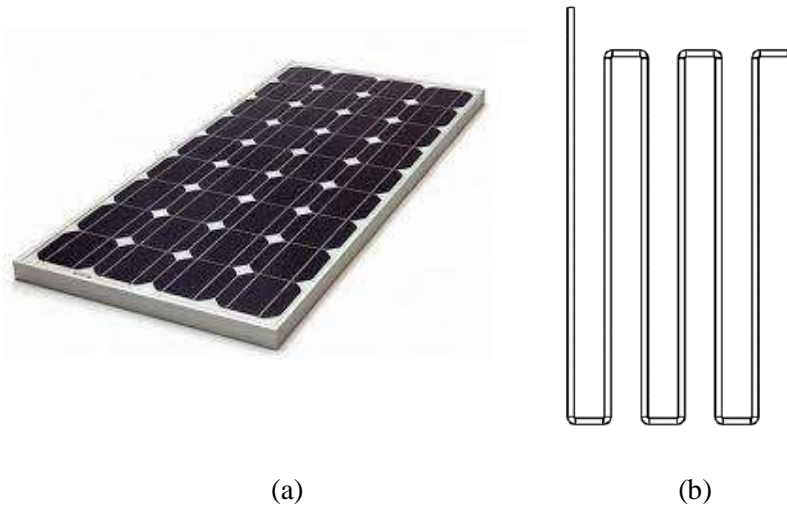
Gambar 9. Fish-bone Digram Penelitian

3.2 Unjuk kerja termal dan elektrik kolektor PV/T berdasarkan penggunaan nanofluida sebagai fluida kerja

Jenis fluida kerja yang digunakan dalam penelitian ini adalah material aluminum okside yang terdispersi dalam air yang dikenal dengan **nanofluida Al_2O_3** yang cukup tersedia dipasaran. Disamping itu konduktivitas termal untuk bahan ini sekitar 30 W/mK cukup berpotensi untuk meningkatkan unjuk kerja termal dan elektrik pada kolektor PV/T. Proses persiapan nanofluida harus menjamin terdispersinya nano partikel dengan baik dalam cairan dan mekanisme yang baik untuk mempertahankan kestabilan suspensi terhadap sedimentasi. Akibat dari pencampuran nano partikel kedalam fluida dasar, maka akan terbentuk karakteristik baru pada fluida yang dihasilkan. Karakteristik yang terbentuk tergantung pada konsentrasi volume dari partikel yang tercampur. Para peneliti sebelumnya melakukan penelitian dengan melakukan variasi konsentrasi volume dari partikel dengan perlakuan yang berbeda-beda, tergantung proses yang digunakan. Sementara itu benda uji kolektor surya hybrid PV/T merupakan gabungan panel PV dengan *sheet and tube* kolektor jenis serpentine seperti terlihat pada Gambar 11.



Gambar 10. Aluminium okside Al_2O_3



Gambar 11. Benda uji: (a) panel PV; (b) pipa kolektor termal

Pengujian unjuk kerja termal kolektor hybrid PV/T

Model termal yang digunakan dalam pengujian ini adalah seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut (John A. Dufie, et.al):

$$A [F'(\tau\alpha)_{en} G - F'U_L(T_m - T_a)] = \dot{m}_f c_f (T_i - T_0) \quad (1)$$

dimana \dot{m}_f adalah laju aliran massa fluida, c_f adalah panas spesifik dari fluida, $F'(\tau\alpha)_{en}$ adalah *zero loss efficiency* untuk radiasi global normal terhadap permukaan, G adalah intensitas radiasi matahari, F' adalah faktor efisiensi dari kolektor, U_L adalah koefisien rugi termal menyeluruh, T_i dan T_0 adalah temperatur fluida dibagian masuk dan keluar dari segmen kolektor, T_a adalah temperatur lingkungan, T_m adalah temperatur fluida rata-rata dan A adalah luas kolektor.

Unjuk kerja kolektor yang akan ditentukan adalah **parameter efisiensi termal** $F'(\tau\alpha)_{en}$ dan **koefisien rugi termal menyeluruh** ($F'U_L$) seperti terlihat pada persamaan (1). Parameter unjuk kerja kolektor ini dapat dihitung melalui *curve fitting*, menggunakan *least square method*. *Multiple Linear Regression* diaplikasikan dalam metode perhitungan ini. Parameter unjuk kerja juga dapat dideskripsikan melalui **grafik antara efisiensi dengan $(T_m - T_a)/G$** .

Terdapat dua perioda dalam prosedur pengujian yaitu perioda awal (*pre-conditioning period*) dan perioda pengukuran (*measurement period*). Lama waktu untuk perioda awal setidaknya adalah empat (4) kali *time constant* dari kolektor yang diuji (jika diketahui) atau tidak kurang 15 menit (jika *time constant* tidak diketahui). Sementara itu untuk perioda pengukuran dibutuhkan empat (4) kali *time constant* dari kolektor yang diuji (jika diketahui) atau tidak kurang 10 menit (jika *time constant* tidak diketahui). Pada prosedur pengujian ini, *time constant* adalah penting untuk menentukan lama perioda data yang didefinisikan sebagai perioda waktu dimana pengukuran harus dilakukan untuk menghitung unjuk kerja termal kolektor.

Prosedur pengujian *indoor* (European Standard EN 12975, 2006) adalah sebagai berikut:

1. Kolektor diletakkan menghadap ke radiasi solar simulator pada kondisi tegak lurus.
2. Laju aliran massa air harus konstan selama pengujian dan kecepatan udara lingkungan rata-rata harus berada dalam batas 2-4 m/s.
3. Pengaturan temperatur fluida masuk (*set-point*) untuk sedikitnya empat temperatur yang berbeda dan masing-masingnya harus dipertahankan konstan selama pengambilan data.
4. Data yang diukur adalah intensitas radiasi, temperatur lingkungan, temperatur fluida masuk dan keluar, serta laju aliran massa.
5. Perioda pengambilan data dalam rentang empat (4) kali *time constant*.
6. Ulangi prosedur 1-5 hingga sedikitnya untuk 16 data pengukuran, minimal 4 titik untuk masing-masing temperatur fluida masuk yang berbeda.

Pengukuran *time constant* kolektor (τ)

Nilai *time constant* kolektor perlu diketahui terlebih dahulu sebelum pengujian unjuk kerja termal dilakukan. Nilai *time constant* ini dibutuhkan untuk mengetahui periode dalam pengambilan data. *Time constant* dari kolektor didefinisikan sebagai waktu yang dilalui antara pelepasan penutup kolektor dan saat dimana temperatur fluida keluar kolektor mencapai 63.2% terhadap peningkatan total dari kondisi steady awal ke kondisi steady kedua di temperatur yang lebih tinggi, dimana kondisi steady ini ditandai ketika variasi temperatur keluar fluida kecil dari 0.005 K per menit. Intensitas radiasi harus lebih besar dari 700 Wm⁻². Fluida kerja harus disirkulasikan pada laju fluida yang sama ketika digunakan pada pengujian unjuk kerja termal kolektor.

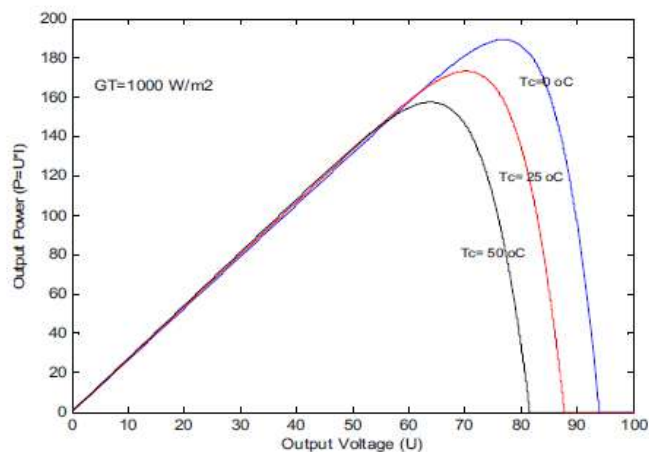
Pengujian unjuk kerja elektrik kolektor hybrid PV/T

Energi matahari yang diserap oleh modul diubah sebagian menjadi energi panas dan energi listrik, yang dikeluarkan dari sel melalui sirkuit eksternal. Energi termal harus dilepaskan oleh mekanisme perpindahan panas gabungan dan kerugian ke atas terjadi oleh mekanisme yang sama seperti kerugian dari permukaan kolektor pelat datar. Kerugian panas biasanya lebih penting pada kolektor PV, karena perpindahan panas modul harus dimaksimalkan sehingga sel akan beroperasi pada suhu serendah mungkin.

Neraca energi dari satu satuan luas modul yang didinginkan oleh kerugian ke sekitarnya dapat ditulis sebagai:

$$\tau\alpha G_T = \eta_c G_T + U_L(T_c - T_a) \quad (2)$$

Di mana τ apakah transmitansi kaca atau penutup yang mungkin ada di atas permukaan sel PV, α adalah fraksi radiasi di permukaan sel yang diserap, dan η_c merupakan efisiensi modul untuk mengubah radiasi menjadi energi listrik. Efisiensi modul ini akan bervariasi dari nol sampai maksimum tergantung seberapa dekat modul dioperasikan dari titik daya maksimum. Koefisien kerugian (U_L) akan mencakup kerugian oleh konveksi dan radiasi dari atas dan bawah serta kerugian oleh konduksi melalui rangka PV, pada suhu lingkungan T_a .



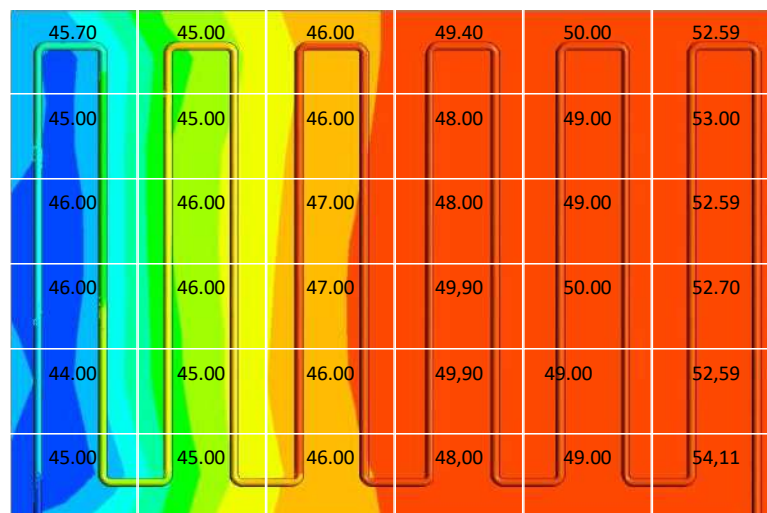
Gambar 12. Karakteristik daya output vs output voltage untuk temperatur berbeda

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

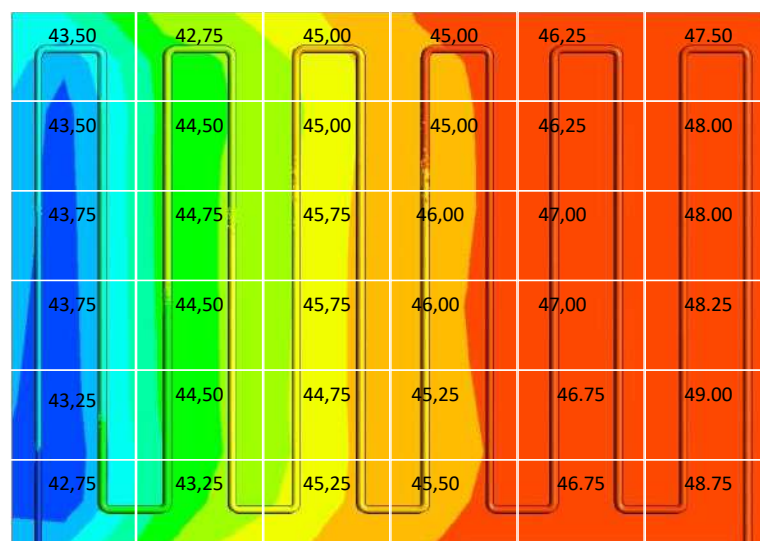
Pengujian kolektor PV/T telah dilakukan dan data ditampilkan dalam bentuk gambar, grafik dan tabel. Hasil dan pembahasan dapat diuraikan sebagai berikut:

4. 1. Unjuk kerja termal dan pressure drop

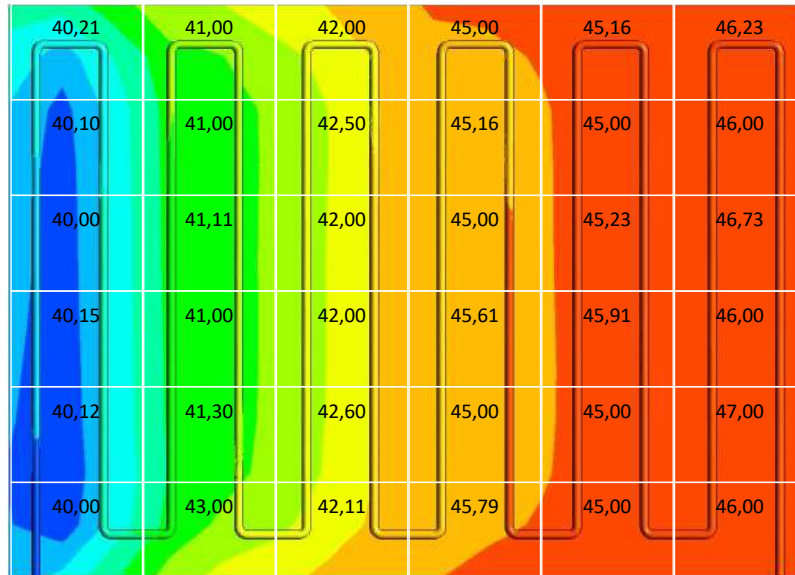
Gambar 13,14 dan 15 merupakan salah satu contoh hasil pengujian menjelaskan tentang distribusi temperatur pada permukaan PV dimana terjadi perbedaan nilai temperatur antara bagian daerah kiri (fluida masuk), tengah dan kanan (fluida keluar).



Gambar 13. Distribusi temperatur permukaan photovoltaic dengan laju aliran fluida 0,005 kg/s



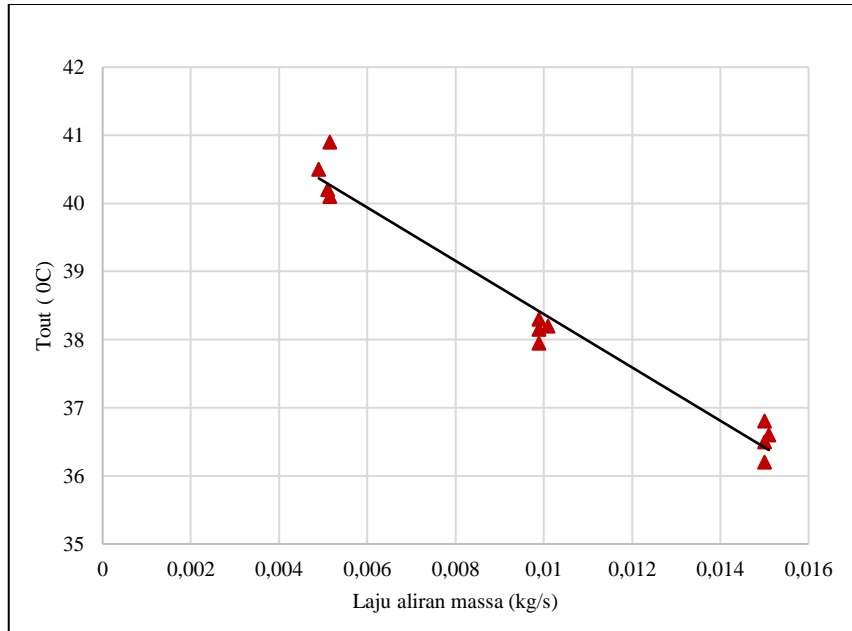
Gambar 14. Distribusi temperatur permukaan photovoltaic dengan laju aliran fluida 0,010 kg/s



Gambar 15. Distribusi temperatur permukaan photovoltaic dengan laju aliran fluida 0,015 kg/s

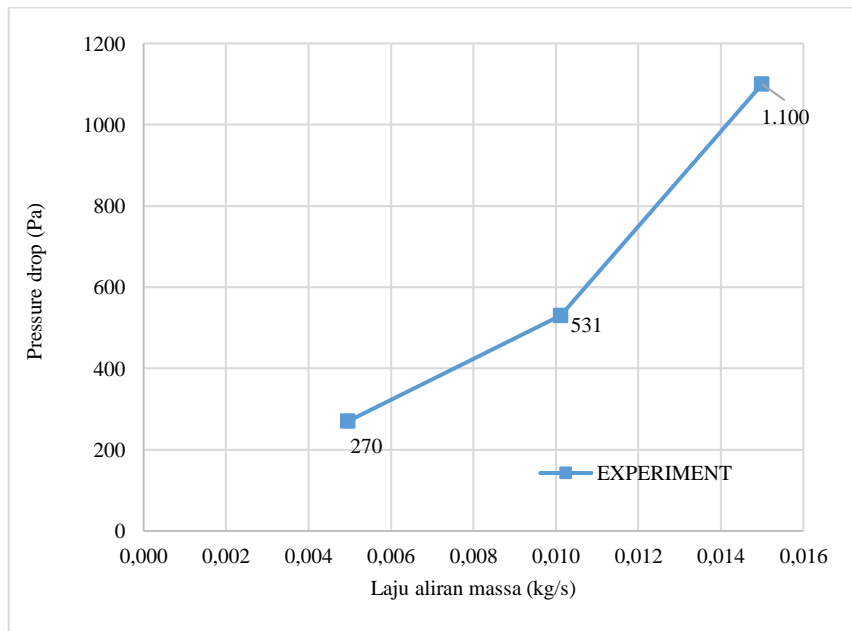
Distribusi temperatur yang terjadi ini disebabkan karena adanya perbedaan laju perpindahan panas antara fluida dengan komponen absorber. Waktu yang lebih lama dibutuhkan oleh fluida kerja untuk mencapai daerah paling ujung dari kolektor PV sehingga terjadi proses perpindahan panas yang lebih lama antara permukaan PV dengan fluida kerja tersebut. Kondisi ini menyebabkan fluida di daerah bagian keluar kolektor tersebut mempunyai temperatur yang lebih tinggi dibandingkan daerah sebelumnya (kiri dan tengah). Disamping itu semakin tinggi laju aliran fluida maka temperatur rata-rata permukaan kolektor PV/T semakin rendah karena terjadi peningkatan laju perpindahan panas antara absorber dengan fluida kerja. Perbandingan ini dapat dilihat pada Gambar 13,14 dan 15 dimana laju aliran fluida yang lebih besar mempunyai luas daerah bertemperatur tinggi yang lebih kecil. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan fluida untuk menyerap panas memberikan kontribusi yang cukup signifikan sehingga temperatur permukaan PV dapat menjadi lebih rendah dan terjadi peningkatan kinerja atau efisiensi listrik dari PV seperti ditunjukkan pada Gambar 19.

Begitu juga kondisi yang sama dialami oleh aliran fluida dari kolektor PV/T. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 7 yang menjelaskan pengaruh laju aliran massa fluida terhadap temperatur keluar fluida yang identik dengan kondisi perubahan temperatur yang terjadi pada permukaan PV.



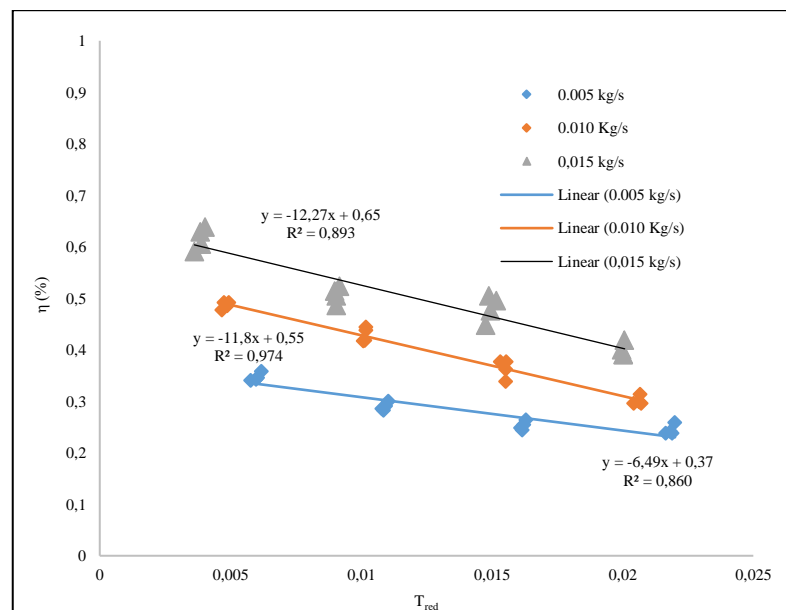
Gambar 16. Grafik pengaruh laju aliran massa terhadap temperatur fluida keluar.

Fluida yang berkontak dengan pipa akan menyerap panas lebih cepat dengan laju aliran massa yang lebih besar.



Gambar 17. Grafik pengaruh variasi laju aliran massa terhadap pressure drop.

Namun kenaikan laju aliran massa yang tinggi berdampak kepada pressure drop yang terjadi seperti dijelaskan pada Gambar 17. Pada laju aliran massa terendah yaitu 0,005kg/s nilai pressure drop pada pengujian yang dilakukan adalah sebesar 270 Pa. Sedangkan ketika laju aliran massa ditingkatkan menjadi 0,0150 kg/s maka nilai pressure drop yang terjadi ikut naik yaitu sebesar 531 Pa (kenaikan 49%). Sama halnya untuk nilai presure drop pada laju aliran massa 0,015 kg/s terus meningkat signifikan yaitu 1100 Pa. Dengan kenaikan laju aliran massa tiga kali lipat maka pressure drop yang terjadi menjadi empat kali lebih tinggi. Laju aliran massa yang besar akan berakibat pada tingginya pressure drop (ΔP) yang akan dialami oleh aliran fluida. Pressure drop (ΔP) yang tinggi akan berakibat pada peningkatan kinerja pompa yang dibutuhkan sehingga biaya energi yang dikeluarkan akan menjadi lebih mahal.



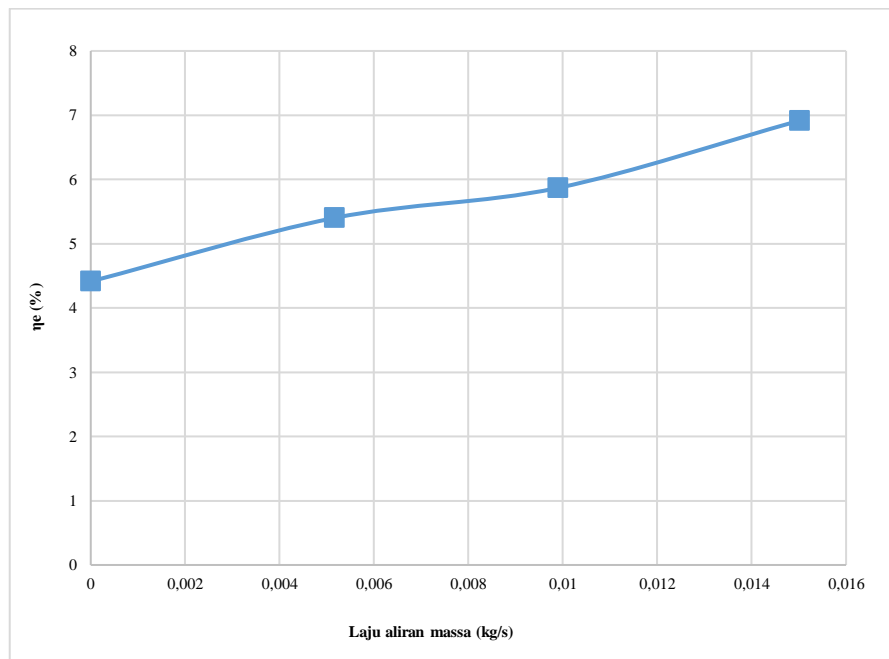
Gambar 18. Grafik hubungan antara efisiensi dan rugi-rugi kalor.

Gambar 18 menjelaskan hubungan efisiensi dan temperatur reduksi (T_{red}) dimana pada ketiga laju aliran massa yang berbeda diperoleh perbedaan nilai unjuk kerja rugi-rugi panas dan efisiensi termal.

Hal ini menunjukkan bahwa nilai koefisien rugi-rugi termal meningkat dengan penambahan laju aliran massa begitu juga hal yang sama terjadi untuk nilai efisiensi zero.

4.2. Efisiensi Listrik Photovoltaic

Berdasarkan Gambar 19, efisiensi maksimal daya elektrik yang dihasilkan oleh photovoltaic mencapai 7 % yang diuji dengan iklim tropis seperti Indonesia. Terjadi peningkatan kinerja listrik disebabkan pada saat aliran massa fluida tertinggi 0.015 kg/s maka penyerapan panas yang ada di permukaan photovoltaic ke fluida berlangsung lebih cepat, sehingga temperatur pada permukaan photovoltaic menjadi lebih rendah. Kondisi ini akan menstabilkan bahkan dapat meningkatkan efisiensi PV.



Gambar 19. Pengaruh laju aliran massa pada absorber terhadap efisiensi elektrik (η_e) photovoltaic

Dengan demikian dapat dijelaskan bahwa penggunaan fluida kerja yang berfungsi untuk menyerap panas pada permukaan PV/T. Proses ini mampu meningkatkan efisiensi listrik photovoltaic mencapai 7% dibandingkan photovoltaic tanpa kolektor termal dimana PV tersebut yang hanya memiliki efisiensi listrik sebesar 4.5%.

Selain itu dari grafik pengaruh laju aliran massa terhadap efisiensi listrik terlihat semakin tinggi laju aliran massa, maka semakin tinggi efisiensi listrik yang dihasilkan oleh photovoltaic. Hal ini disebabkan oleh semakin banyak kalor di permukaan kolektor PV/T yang ikut diserap oleh air pendingin kolektor. Temperatur permukaan photovoltaic termal lebih rendah dibandingkan dengan permukaan photovoltaic tanpa kolektor termal.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian kinerja kolektor surya *hybrid PV/T* berdasarkan iklim tropis Indonesia, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Peningkatan laju aliran massa fluida 30% memberikan peningkatan nilai tertinggi untuk parameter rugi-rugi termal dan pressure drop masing-masing 45 % dan 51%.
2. Efisiensi elektrik mengalami peningkatan sebesar 2.5 % dari efisiensi *photovoltaic* tanpa kolektor *thermal*.

DAFTAR PUSTAKA

Masuda, A. Ebata, K. Teramae, N. Hishinuma, Alteration of thermal conductivity and viscosity of liquid by dispersing ultra-fine particles (dispersion of Al₂O₃, SiO₂ and TiO₂ ultra-fine particles), *Netsu Bussei* (in Japanese) 7 (4) (1993) 227–233.

S.U.S. Choi, Enhancing thermal conductivity of fluids with nanoparticles, in: *Proceedings of the 1995 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition*, ASME, New York, 1995, pp. 99–105

T. Yousefi, F. Veysi, E. Shojaeizadeh, S. Zinadini, An experimental investigation on the effect of Al₂O₃–H₂O nanofluid on the efficiency of flat-plate solar collectors, *Renewable Energy* 39 (2012) 293–298

M. Sardarabadi, M. Passandideh-Fard, S. Zeinali Heris, Experimental investigation of the effects of silica/water nanofluid on PV/T (Photovoltaic thermal units), *Energy* 66 (2014) 264–272.

Khanjari Y, Pourfayaz F, Kasaeian A. Numerical investigation on using of nanofluid in a water-cooled photovoltaic thermal system. *Energy Convers Mag* 2016;122:263–78.

Rejeb O, Sardarabadi M, Ménézo C, Passandideh-Fard M, Dhaou MH, Jemni A. Numerical and model validation of uncovered nanofluid sheet and tube type photovoltaic thermal solar system. *Energy Convers Manag* 2016;110:367–77.

Ghadiri M, Sardarabadi M, Pasandideh-fard M, Moghadam AJ. Experimental investigation of a PVT system performance using nano ferrofluids. *Energy Convers Manag* 2015;103:468–76.

European Standard EN 12975, 2006. CEN European Committee for Standardisation.

Amrizal, Penerapan ISO 9806-1 Dalam Pengujian Unjuk Kerja Termal Kolektor Surya Pada Kawasan Ekuator, 2015 - ISSN: 2477- 0477 SENFA, Universitas Padjajaran, Jatinangor, Jawa Barat

Amrizal, Amrul, Optimasi periode data berdasarkan *time constant* pada pengujian unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar, 2015 - ISBN 978- 602 -73732- 0 – 4, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XIV, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Kalimantan Selatan

Amrizal, Simulasi unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar dengan pendekatan temperature fluida kerja, 2014 - ISBN 978-602-9841- 23- 7 Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XIII Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat

Amrizal, Dynamic Characterization of Flat-plate Solar Collector, 2013 - ISBN 978-979-8510-61-8 Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XII, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung

Amrizal, Daniel Chemisana, J. I. Rosell, 2010, The Use of Filtering for the Dynamic Characterization of PV/T Flat-Plate Collectors- ISBN 978-3-901425-13-4 , International Conference on Solar Heating,Cooling and Buildings EuroSun, Graz University, Austria

John A. Dufie, William A. Beckman. 1991. Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley & Sons, Inc.

N.Amrizal, D. Chemisana, J.I. Rosell, J.Barrau. 2012. A dynamic model based on the piston flow concept for the thermal characterization of solar collectors. Applied Energy, 94, 244-250.

N.Amrizal, D. Chemisana, and J. I. Rosell, 2013. Hybrid Photovoltaic-Thermal Solar Collector Dynamic Modelling, Applied Energy, 101, 797-807.

Rencana Induk Penelitian Universitas Lampung, 2016-2020, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Lampung.

Rencana Strategis Penelitian Universitas Lampung 2016-2020 Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Lampung.

Peraturan Pemerintah RI No.79 Tahun 2014, Kebijakan Energi Nasional

Amrizal, Amrul, Ahmad Yonanda, Zulfa. Comparison Study of Solar Flat Plate Collector With Two Different Absorber Materials, The 1st Faculty of Industrial Technology International Congress, Itenas Bandung, 2017.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Susunan organisasi tim peneliti dan pembagian tugas

Organisasi Tim

Tim penelitian terdiri dari 4 orang satu orang sebagai ketua dan 2 orang sebagai anggota dan satu mahasiswa pascasarjana. Berikut disajikan struktur organisasi tim seperti terlihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Organisasi tim pelaksana

No	Nama dan NIDN	Bidang
1	Dr. Amrizal, S.T., M.T. (Ketua) 0002027004	Konversi Energi dan Heat Transfer
2	Dr. Amrul, S.T., M.T. (Anggota) 0031037103	Termodinamika
3	Dr. M. Irsyad, S.T., M.T. (Anggota) 0014127104	Mekanika Fluida
4	Miftahul Aziz (Mahasiswa PS MTM) 1525021005	Konversi Energi

No	Nama/NIDN	Inst. Asal	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
1	Dr. Amrizal, ST. MT. (Ketua) (0002027004)	Unila	Konversi Energi (Heat Transfer)	10 jam / minggu	Bertanggung jawab atas kegiatan: a. Perancangan kolektor surya pelat datar PV/T b. Perakitan kolektor c. Pengolahan dan analisis data d. Penyusunan laporan e. Pengambilan data
2	Dr. Amrul, S.T., M.T. (Anggota) (0031037103)	Unila	Konversi Energi (Termodinamika)	8 jam / minggu	Bertanggung jawab atas kegiatan: a. Perancangan kolektor pelat datar PV/T b. Perakitan kolektor pelat datar c. Pengolahan dan analisis data d. Penyusunan laporan
3	Dr. M. Irsyad, S.T., M.T (0014127104)	Unila	Konversi Energi (Mekanika Fluida)	8 jam / minggu	Bertanggung jawab atas kegiatan: a. Perancangan kolektor pelat datar b. Perakitan kolektor pelat datar c. Pengolahan dan analisis data d. Penyusunan laporan
4	Miftahul Aziz (Anggota) 1625021002	Unila	Konversi Energi (Mahasiswa S2)	8 jam / minggu	Bertanggung jawab atas kegiatan: a. Perakitan kolektor pelat datar b. Persiapan pengambilan data c. Pengambilan data d. Pengolahan dan analisis data

**Lampiran 2. Biodata Ketua dan Anggota
Ketua Tim Pengusul**



I. IDENTITAS DIRI

1.1	Nama Lengkap (dengan gelar)	DR. AMRIZAL, S.T., M.T.
1.2	Jenis Kelamin	Laki-laki
1.3	Tempat dan Tanggal Lahir	SAWAHLUNTO/2-2-1970
1.4	NIP	197002021998031004
1.5	NIDN	0002027004
1.6	Jabatan Akademik	LEKTOR KEPALA
1.7	Pangkat/Golongan	PEMBINA/IVA
1.8	Nomor Telepon/Faks	-
1.9	Nomor HP	081379183699
1.10	Alamat Kantor	Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Jl Soemantri Brojonegoro No 1 Bandar Lampung, 35145
1.11	Nomor Telepon/Faks	0721-704947 / fax : 0721-704947
1.12	Alamat e-mail	amrizal@eng.unila.ac.id

II. RIWAYAT PENDIDIKAN

	S-1	S-2	S-3
2.1 Nama PT	Universitas Andalas	ITB	Universitat de Lleida
2.2 Bidang Ilmu	Teknik Mesin (Konversi Energi)	Teknik Mesin (Konversi Energi)	Solar Energy
2.3 Tahun Masuk	1990	1997	2008
2.4 Tahun Lulus	1996	2000	2012
2.5 Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Perancangan Boiler Kapasitas 16 Ton/Jam Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Salak	Kaji Eksperimental Karakteristik Filter Kain Sebagai Alat Penyaring Debu	Quasi-Dynamic Characterization Of PV/T Flat-Plate Collectors

I. PENGALAMAN PENELITIAN (bukan skripsi, tesis, maupun disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2017	Unjuk Kerja Kolektor Surya Pelat Datar Berdasarkan Material Absorber (Ketua)	DIPA BLU PPs Unila	40
2	2017	Karakterisasi Kolektor Surya Menggunakan Solar Simulator (Anggota)	DIPA FT Unila	10

3	2017	Produksi Bahan Bakar Padat Alternatif Setara Batubara Berbahan Dasar Sampah Kota Melalui Proses Torefaksi Sistem Kontinu (Anggota)	Penelitian Produk Terapan DIKTI	70
4	2016	Karakteristik Termal Material Absorber Kolektor Surya Pelat Datar (Ketua)	DIPA BLU Unila	15
5	2015	Tinjauan Keberlakuan Standar ISO 9806-1 dalam Pengujian Unjuk Kerja Termal Kolektor Surya Pada Kawasan Ekuator (Ketua)	Fundamental DIKTI	50
6	2015	Pengembangan Model Matematika Kinematika Reaksi Torefaksi (Anggota)	DIPA BLU Unila	15

*Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DRPM maupun dari sumber lainnya

II. PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2015	Penerapan Teknologi Pengeringan Karet Mentah Lembaran Menggunakan Kolektor Tenaga Matahari (Kelompok Tani Desa Gunung Timbul Kab. Tulang Bawang Barat) (Ketua)	IbM	47
2	2013	Pemberdayaan kelompok Tani Melalui Introduksi Teknologi Pengolahan Lateks Menjadi Karet Lembaran (Studi Kasus di Kab.TUBABAR) (Ketua)	DIPA BLU SENIOR	20
3	2013	Perberdayaan Gapoktan Kakao Melalui Penerapan Teknologi Pengering Surya dan Fermentasi (Studi Kasus di Kab. Pesawaran) (Anggota)	DIPA BLU SENIOR	20

*Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DRPM maupun dari sumber lainnya

III. PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor	Nama Jurnal
1	2017	Studi Eksperimental Sudut Nosel Dan Sudut Sudu Terhadap Kinerja Turbin <i>Cross-flow</i> (Anggota)	8/1, 24-33	Mechanical Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, ISSN 2087 1880
2	2013	Hybrid Photovoltaic-Thermal Solar Collector Dynamic Modelling (Ketua)	101, 797-807	Applied Energy http://www.journals.elsevier.com/applied-energy/
3	2012	A dynamic Model Based on the Piston Flow Concept for the Thermal Characterization of Solar Collectors (Ketua)	94,244-250	Applied Energy http://www.journals.elsevier.com/applied-energy/

IV. PENGALAMAN SEBAGAI PEMAKALAH DALAM SEMINAR ILMIAH INTERNASIONAL DAN ATAU SEMINAR ILMIAH NASIONAL

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Tema Seminar	Penyelenggara	Tempat
1	2017	Comparison Study of Solar Flat Plate Collector With Two Different Absorber Materials (Ketua)	The ¹ of Industrial Technology International Conference (FoITIC 2017)	Itenas	Bandung
2	2016	Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Compact Heat Exchanger Pada Alat Pengering Kopi (Anggota)	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XV	ITB	Bandung
3	2015	Penerapan ISO 9806-1 Dalam Pengujian Unjuk Kerja Termal Kolektor Surya Pada Kawasan Ekuator - ISSN: 2477- 0477 (Ketua)	Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya (SENFPA 2015) Indonesian's Renewable Energy: Challenges and Opportunities	FMIPA Universitas Padjajaran	Jatinangor, Jawa Barat
4	2015	Optimasi periode data berdasarkan <i>time constant</i> pada pengujian unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar - ISBN 978- 602 -73732- 0 - 4 (Ketua)	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XIV	Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat	Banjarmasin, Kalimantan Selatan
5	2015	Pengembangan Model Matematika Kinematika Reaksi Torefaksi Sampah - ISBN 978-602 -73732- 0 - 4 (Anggota)	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XIV	Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat	Banjarmasin, Kalimantan Selatan
6	2014	Simulasi unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar dengan pendekatan temperature fluida kerja- ISBN 978-602-9841- 23- 7 (Ketua)	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XIII	Teknik Mesin Universitas Indonesia	Depok, Jawa Barat
7	2013	Dynamic Characterization of Flat-plate Solar Collector- ISBN 978-979-8510-61-8 (Ketua)	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XII	Teknik Mesin Universitas Lampung	Bandar Lampung, Lampung
8	2010	The Use of Filtering for the Dynamic Characterization of PV/T Flat-Plate Collectors- ISBN 978-3-901425-13-4 (Ketua)	International Conference on Solar Heating, Cooling and Buildings EuroSun	Graz University	Graz, Austria

9	2010	Experimental Optical Performance of a Nonimaging Fresnel Reflective Concentrator for Building Integration Applications- ISBN 978-3-901425-13-4 (Anggota)	International Conference on Solar Heating, Cooling and Buildings EuroSun	Graz University	Graz, Austria
---	------	---	--	-----------------	---------------

V. PENGALAMAN PENULISAN BUKU

No.	Tahun	Judul Buku	Jumlah Halaman	No. ISBN	Penerbit
1	2013	Dynamic Characterization of PV/T Flat-Plate Collectors (An extended quasi-dynamic model of EN 12975 involving electrical performance using a single diode photovoltaic model) (Ketua)	121	978-3-659-37740-2	LAMBERT Academic Publishing (LAP) Germany

VI. PENGALAMAN PEROLEHAN HKI

Urutkan judul HKI yang pernah diterbitkan 5-10 tahun terakhir.

No.	Tahun	Judul/Tema HKI	Jenis	Nomor P/ID
		-		

VII. PENGALAMAN RUMUSAN KEBIJAKAN PUBLIK/REKAYASA SOSIAL 10 TAHUN TERAKHIR

No	Tahun	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang telah diterapkan	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
		-		

VIII. PENGHARGAAN DALAM 10 TAHUN TERAKHIR (dari Pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi pemberi penghargaan	Tahun
1	Penghargaan Publikasi Ilmiah Internasional (PPII) Batch I untuk 2 (dua) artikel ber-impact factor > 5	LPDP Kemenkeu	2016
2	Tanda Kehormatan Satyalancana Karya Satya X Tahun	Presiden RI	2017

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan pengajuan usulan Penelitian Pasca Sarjana DIPA BLU Unila 2018.

Bandarlampung, 1 November 2018
Yang menyatakan,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Amr' or similar, written in a cursive style.

Dr. Amrizal, S.T., M.T
NIP. 19700202199803 1004

Biodata Anggota Tim Pengusul

IDENTITAS DIRI				
Nama	:	Dr. Amrul, S.T., M.T		
Pangkat/Golongan	:	Penata/III.c		
Jabatan Fungsional	:	Lektor		
NIP/NIK	:	19710331 199903 1003		
NIDN	:	0031037103		
Tempat dan Tanggal Lahir	:	Suliki, 31 Maret 1971		
E-mail	:	amruh@yahoo.com		
Mobile Phone	:	081540816983		
Alamat Kantor	:	Jl. S. Brojonegoro No. 1, Bandarlampung		
Telp/Faks	:	0721-7479221/0721-7479221		
Lulusan yang telah dihasilkan	:	S-1 = 100 orang, S-2 = 1 orang, S-3 = - orang		
Mata Kuliah yang Diampu	:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Termodinamika Teknik 2. Teknik Pendingin dan Pengkondisian Udara 3. Mesin Konversi Energi 4. Matematika Teknik II 		
RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI				
		S-1	S-2	S-3
Perguruan Tinggi		Univ. Andalas	ITB	ITB
Bidang Ilmu		Teknik Mesin	Teknik Mesin	Teknik Mesin
Tahun Masuk-Lulus		1990-1997	1998-2001	2008-2014
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi		Kaji Eksperimental Fenomena Bantalan Hidrodinamik	Mesin Refrigerasi Hibrid Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon HCR-12	Pemanfaatan Sampah menjadi Bahan Bakar Padat Bernilai Kalor Tinggi melalui Proses Torefaksi
Promotor		Dr.-Ing. Uyung Gatot Syafrawi Dinata	Dr. Ir. Ari Darmawan Pasek	Prof. Dr. Aryadi Suwono, Prof. Dr. Ari Darmawan Pasek, Dr. Toto Hardianto
PENGALAMAN PENELITIAN				
Tahun	Judul Penelitian	Ketua/Anggota	Sumber Dana	
2009	Pemanfaatan Sampah Menjadi Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan Melalui Proses Torefaksi	Anggota	Stranas, Dikti	
2011	Pemanfaatan Sampah Menjadi Bahan Bakar Padat Bernilai Kalor Tinggi Melalui Proses Torefaksi	Ketua	Hibah Doktor, Dikti	
2012	Review of Solid Waste Utilization; Material Recycling, Incineration and Energy Recovery of Solid Waste over the Metropolitans and the	Anggota	KIER, Korea Selatan	

	Whole Country (The case of Indonesia)		
2012	Pengembangan Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan Setara Batubara Dari Bahan Baku Sampah Kota Melalui Proses Torefaksi (Batch I)	Anggota	Medco Energy
2013	Pengembangan Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan Setara Batubara Dari Bahan Baku Sampah Kota Melalui Proses Torefaksi (Batch II)	Anggota	Medco Energy
PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH			
Tahun	Judul	Penerbit/Jurnal	
2009	Municipal Solid Waste Potential for High Calorific Solid Fuel by Torrefaction Process	Proceedings of the International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion 2009, Tongyeong, South Korea, ISSN 0854 – 9346	
2009	Solid Waste as Solid Fuel to Subbituminous Coal Grade by Torrefaction Process	Proceeding of Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology, Bali, February 9 – 10, 2010, ISBN: 978-602-96269-0-2	
2010	Solid Fuel From Torrefied Municipal Solid Waste, Proceeding of Renewable Energy 2010	Advanced Technology Path to Global Sustainability, Joint with 4 th International Solar Energy Society Conference, Asia Pacific Region, 27 June-2 July, 2010, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan	
2010	Karakterisasi Sifat-Sifat Pembakaran Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan yang Berasal dari Sampah Kota	Digital Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin IX, Hotel Arya Duta Palembang, 13 - 15 Oktober 2010, ISBN: 978-602-97742-0-7	
2010	The Influence of Municipal Solid Waste Components Composition on Main Parameters of Torrefaction to Produce High-Calorie Solid Fuel	Proceedings of the 5 th International Conference on Cooling and Heating Technologies 2010, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia, December 9-11, 2010, ISSN 1976 – 278X	
2011	Balance Energi pada Proses Torefaksi Sampah Kota Menjadi Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan Setara Batubara untuk Memperhitungkan Tingkat Kelayakannya	Digital Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin X, Kampus Universitas Brawijaya, Malang, 2 – 3 November 2011	
2012	Studi Awal Kelayakan Ekonomi Pabrik Torefaksi Sampah Perkotaan Menjadi Bahan Bakar Padat Setara Batubara Skala	Proceedings Seminar Nasional Energi Terbarukan dan Produksi Bersih 2012, Bandar Lampung, 20 Juni 2012, ISSN: 0016087403	

	Pilot Berkapasitas 25 Ton per Jam	
2013	Konversi Bahan Bakar Padat dari Sampah Kota melalui Torefaksi: Optimasi Temperatur Torefaksi Simultan Berdasarkan Hasil Uji Temperatur Torefaksi Masing-Masing Komponennya	Proceedings Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM-XII), 2013, Bandar Lampung, 23-24 Oktober 2013, ISBN: 978-979-8510-61-8.
2013	Konversi Sampah Kota Menjadi Bahan Bakar Padat: Modifikasi Sistem Torefaksi Kontinu Unggun Terfluidisasi untuk Mengakomodasi Karakteristik Sampah	Proceedings Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM-XII), 2013, Bandar Lampung, 23-24 Oktober 2013, ISBN: 978-979-8510-61-8.
2013	Simultaneous Torrefaction Modeling of Municipal Solid Waste for High Calorific Value Solid Fuel	Proceedings of the 8 th International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion (FTEC 2013), 9-10 November 2013, Semarang, Indonesia, ISBN 978-602-8462-25-9.

PEMAKALAH SEMINAR ILMIAH

Tahun	Judul Kegiatan	Penyelenggara	Panitia/Peserta
2009	International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion 2009	National Technology University, Tongyeong, South Korea	Peserta
2010	The 4 th International Solar Energy Society Conference, Asia Pacific Region 2010	Renewable Energy 2010 - Advanced Technology Path to Global Sustainability, Japan	Peserta
2010	The 5 th International Conference on Cooling and Heating Technologies 2010	Institut Teknologi Bandung bekerjasama dengan ASHRAE Chapter Indonesia	Peserta
2012	Seminar Nasional Energi Terbarukan dan Produksi Bersih 2012	Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung	Peserta

PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Tahun	Jenis>Nama Kegiatan	Pendanaan

PENGHARGAAN/PIAGAM		
Tahun	Bentuk Penghargaan	Pemberi
2011	103 Inovasi Paling Prospektif 2011	Menteri Negara Riset dan Teknologi - Republik Indonesia

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Program Penelitian Pasca Sarjana DIPA BLU Unila 2018.

Bandarlampung, 2 November 2018

Yang menyatakan,



Amrul, S.T., M.T
NIP. 19710331 199903 1003

A. Identitas Diri Anggota Peneliti



1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr. Muhammad Irsyad, ST, MT
2	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
3	Jabatan Struktural	-
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	197112142000121001
5	NIDN	0014127104
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Tanjung Bonai, 14 Desember 1971
7	Alamat Rumah	Jl. Hi. Abdul Latif No. 51, Nunyai Dalam, Kel. Rajabasanunyai, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung
9	Nomor Telepon/Faks/ HP	085269079617
10	Alamat Kantor	Gd H. FT Unila, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No.1 Kel. Gedung Meneng, Kec. Rajabasa, Bandar Lampung
11	Nomor Telepon/Faks	0721-3540937/0721-70494
12	Alamat e-mail	irsyad71@yahoo.com
13	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1= 25 orang; S-2= 0 Orang; S-3= 0 orang
14	Mata Kuliah yg Diampu	Mekanika Fluida 1 dan 2
		Energi Biomassa
		Hidrolik dan Pneumatik
		Mesin-mesin Fluida
		Alat Penukar Kalor
		Kalkulus 1 dan 2
		Matematika Teknik I

B. Riwayat Pendidikan

	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Andalas	Universitas Gadjah Mada	Institut Teknologi Bandung
Bidang Ilmu	Teknik Mesin	Teknik Mesin	Teknik Mesin
Tahun Masuk-Lulus	1991 – 1997	1999 - 2002	2012 - 2017
Topik Skripsi/Thesis/ Disertasi	Cyclone Separator	Jet Pump	Efisiensi energi sistem pengondisian udara

Nama Pembimbing/ Promotor	Ir. Adly Havendry, M.Sc	Prof. Dr. Indarto, DEA	Prof. Dr. Ari Darmawan Pasek
------------------------------	----------------------------	---------------------------	---------------------------------

C. Pengalaman Penelitian

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Rp)
1	2016	Kajian Karakteristik Perpindahan Panas Bahan Berubah Fasa Untuk Aplikasi Pendinginan Ruang, Tahun pertama (Ketua)	DIKTI	50,000,000,-
2	2016	Energy Efficient Building, tahun kedua (Anggota)	DIKTI	150,000,000,-
3	2015	Energy Efficient Building, tahun pertama (Anggota)	DIKTI	200,000,000,-
4	2015	Formula Garam Hidrat dan Additive Sebagai Refrigeran Sekunder untuk Menunjang Kinerja Refrigeran Hidrokarbon pada Sistem Chiller (Anggota)	Pertamina	60,000,000,-
5	2015	Smart Micro Grid Berbasis Energi Terbarukan (Asisten peneliti)	DIKTI	600,000,000,-
5	2013	Penambahan Minyak Kelapa Sawit pada Photovoltaic yang Terintegrasi Pada Dinding Bangunan Untuk Meningkatkan Efisiensi dan Menurunkan Beban Pendingin Ruang (Ketua)	DIKTI	40,000,000,-

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat

No	Tahun	Judul Pengabdian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Rp)
1	2013	IbM kelompok usaha pengolahan ikan asin pulau pasaran kota Bandar Lampung	Dikti	48,250,000,-
2	2011	Program pemberdayaan masyarakat CSR PLN 2011, Desa Mandiri Energi PLTMH Desa Pesawaran Indah, Kabupaten Pesawaran	CSR PT PLN Wilayah Lampung	150,000,000,-
3	2011	IbM Gabungan Kelompok Tani Peternak Sapi Jati Agung Lampung Selatan (Pembuatan Biogas)	DP2M Dikti	50,000,000,-

4	2010	Pemberdayaan masyarakat dengan PLTMH di Desa Pesawaran Indah	KKN-ESD, DP2M Dikti	100,000,000,-
5	2010	IbM Pengembangan Sistem Irigasi dengan Menggunakan Pompa tanpa Motor (Hydrant Pump) untuk Persawahan Masyarakat di Dusun Tanjung Senang Desa Merak Batin	DP2M Dikti	50,000,000,-

E. Riwayat Pekerjaan/ Proyek/Konsultan

1. Instruktur Diklat biogas Komunal, Diklat EBTKE ESDM, Juli, Agustus 2017
2. Kajian teknologi dan bahan alternative dalam rangka phase out HCFC dan POPs (anggota), Kementerian Perindustrian dan Perdagangan, Juni – Desember 2012
3. Perancangan thermoelectric generator (anggota), LAPI ITB– Chevron Geothermal Salak, Oktober 2013- Desember 2014
4. Aplikasi thermoelectric generator untuk penerangan (anggota), LAPI ITB– Chevron Geothermal Salak, Oktober 2013- Desember 2015
5. Strategi penanganan Refrigeran Bekas, Juni – Desember 2015
6. Kajian kesiapan industry dalam rangka pengapusan Hydro Fluoro Carbon (HFC) di Indonesia, Juni – Desember 2015

F. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal

1. Muhammad Irsyad, Aryadi Suwono, Yuli Setyo Indartono, Ari Darmawan Pasek, Muhammad Akbar Pradipta, 2018, *Phase Change Materials Development from Salt Hydrate for Application as Secondary Refrigerant in Air Conditioning System*, Science and Technology for the Built Environment, Vol.24, Issue.1, 90 – 96.
2. M.Irsyad, Yuli S. Indartono, Ari D. Pasek, Willy Adriansyah, 2017, Experimental Study on Flow Characters of Salt Hydrate Slurry in Phase Change Temperature Range, Engineering Journal, Vol. 21, Issue 5, 15 – 23.
3. M.Irsyad, Ari D. Pasek, Yuli S. Indartono, 2016, *An investigation of green roof deployment in Bandung city, Indonesia*, Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 11, No. 11.
4. Aryadi Suwono, M.Irsyad, Yuli S. Indartono, Ari D. Pasek, 2015, *Experimental study on flow and thermal characters of calcium chloride hydrate slurry*, Asean Engineering Journal Part A, Vol. 5, No. 2, Sept 2015
5. M. Irsyad, Yuli S. Indartono, Aryadi Suwono, Ari D. Pasek, 2015, *Thermal characteristics of non-edible oils as phase change materials candidate to application of air conditioning chilled water system*, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering vol. 88 (2015) 012051, 17th International Conference on the Cooling & Heating Technologies (ICCHT 2014), 4 – 6 November 2014, Selangor, Malaysia.
6. Aryadi Suwono, Yuli S. Indartono, M. Irsyad, Imam A. Afkar, 2015, *Application of calcium chloride as an additive for secondary refrigerant in the air conditioning system type chiller to minimized energy consumption*, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering Vol. 88 (2015) 012035, 7th International Conference on the Cooling & Heating Technologies (ICCHT 2014), 4 – 6 November 2014, Selangor, Malaysia.

7. Irsyad M, 2012, *Karakteristik Koefisien Perpindahan Panas Konveksi Paksa Pada Pemodelan Biji Kakao Dengan Napthalene Menggunakan Analogi Perpindahan Panas Dan Massa*, Jurnal Teknik, Fakultas Teknik UNTIRTA, Vol.8, No.2, Desember 2012, ISSN 1693-024X
8. Irsyad M, 2012, *Penggunaan Bentuk Sudu Setengah Silinder Elliptik Untuk Meningkatkan Efisiensi Turbin Savonius*, Jurnal Mekanika, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret, Vol.10, No.2, Maret 2012, ISSN 1412 – 7962
9. Irsyad M, 2012, *Pengaruh Aliran Dua Fasa Gas-Cair terhadap Fluktuasi Gaya pada Dinding Pipa Horizontal*, Jurnal Mekanikal, Jurusan Teknik Mesin Universitas Tadulako, Vol.3, No.1, Januari 2012, ISSN 2086 – 3403.
10. Irsyad M, 2011, *Getaran Pada Pipa Percabangan Tipe T Akibat Fluktuasi Aliran Dua Fasa Gas – Cair*, Jurnal Teknik Mesin ITS , Vol 11, No.3, September 2011
11. Irsyad M, 2011, *Fluktuasi Gaya Pada Sambungan T Akibat Aliran Dua Fasa Cair-Gas*, Jurnal Mechanical, Jurusan Teknik Mesin Unila, Vol.2, No.1, Maret 2011
12. Irsyad M, 2010, *Analisa Gaya Angkat (Lift Force) dan Gaya Hambat (Drag Force) pada Sayap UAV Tipe Draco Valans*, Jurnal Mekanikal, Jurusan Teknik Mesin Universitas Tadulako, Vol. 1, No. 2, hal. 40 – 51), 2010, ISSN 2086 – 3403
13. Irsyad M, 2010, *Kinerja Turbin Air Tipe Darrieus dengan Sudu Hydrofoil Standar NACA 6512*, Jurnal Dinamika, Jurusan Teknik Mesin Universitas Haluoleo, Vol.1, No.2, Hal. 91 - 97, 2010, ISSN 2085-8817

G. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Prosiding Seminar Ilmiah

1. M. Irsyad, Harmen, 2016, *Potensi Material Fasa Berubah untuk Aplikasi Penyejuk Ruangan di Indonesia*, Seminar Nasional ke 3 Rekayasa Material, sistem Manufaktur, dan Energi 2016, FT UNHAS, Makassar 15 – 17 November 2016
2. M. Irsyad, Ari D Pasek, Yuli S. Indartono, Irvan B. Tarigan, *Karakteristik Viskositas Garam Hidrat pada Temperatur Perubahan Fasa*, Seminar Nasional Ke 3 Rekayasa Material Sistem Manufaktur dan Energi 2016, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, tanggal 15 – 17 November 2016
3. M. Irsyad, Yuli S. Indartono, Ari D. Pasek, Willy Adriansyah, *Fow Characteristic of Salt Hydrate Slurry in Phase Change Temperature Range*, ISER-27th International Conference on Heat Transfer and Fluid Flow (ICHTFF), Sydney 3 – 4 November 2016
4. M Irsyad, Harmen, 2016, *Heat transfer characteristics of coconut oil as phase change material to room cooling application*, International Symposium on Green Technology for Value Chain 2016 LIPI, Serpong 3-5 Oktober 2016
5. M Irsyad, A.D. Pasek, Y.S. Indratono, A.W. Pratomo, 2016, *Heat transfer characteristics of building walls using phase change material*, International Symposium on Green Technology for Value Chain 2016 LIPI, Serpong 3-5 Oktober 2016
6. Y. S. Indartoro, G.F. Mu'min, Setyo Adi, H. Riyanto, D. Hamdani, W Aria, F Handoko, M.Irsyad, Heriawan, 2015, *Simulation and Experimental Study on Thermo Electric Generator Application in Geothermal Power Plant at Salak Indonesia*, ICTST20 1 5 -International Conference on Thermal Science and Technology October, 19th - 22th, 2015, Dalian, China

7. M. Irsyad, Yuli S. Indartono, Aryadi Suwono, Ari D. Pasek, 2015, *Karakteristik Aliran dan Perpindahan Panas Campuran Air dan Minyak Nabati untuk Aplikasi Sebagai Refrigeran Sekunder*, Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV), Banjarmasin, 7-8 Oktober 2015
8. Irsyad M, Indartono YS, Suwono A, Pasek AD, 2014, *Thermal characteristics of non-edible oils as phase change materials candidate to application of air conditioning chilled water system*, 7th International Conference on the Cooling & Heating Technologies (ICCHT 2014), 4 – 6 November 2014, Selangor, Malaysia.
9. Suwono A, Indartono YS, Irsyad M, Afkar AI, 2014, *Application of calcium chloride as an additive for secondary refrigerant in the air conditioning system type chiller to minimized energy consumption*, 7th International Conference on the Cooling & Heating Technologies (ICCHT 2014), 4 – 6 November 2014, Selangor, Malaysia.
10. Irsyad M, , Suwono A, Indartono YS, Pasek AD, Mahendra WC, 2014, *Studi Karakteristik Garam Hidrat Sebagai Kandidat Refrigeran Sekunder Pada Sistem Pengkondisian Udara Jenis Chiller*, Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIII (SNTTM XIII), 15 - 16 Oktober 2014, hal. 513 – 517, UI Depok, Indonesia
11. Irsyad M, Suwono A, Indartono YS, 2013, *Prediksi Penurunan Daya Pompa Akibat Penambahan Bahan Berubah Fasa Pada Refrigeran Sekunder Sistem Pengkondisian Udara Jenis Chilled Water*, Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XII (SNTTM XII), Bandar Lampung, 23-24 Oktober 2013, p. 1-5., Bandar Lampung. Indonesia
12. Indartono YS, Abdurrachim H, Yuliarto B, Rachmilda T, Irsyad M, Witjaksono RM, Swandiko S, 2012, *Improving Photovoltaics Performance by Using Palm Oil as Phase Change Material*, International Conference on Cooling & Heating Technology 2012, Xi'an, China
13. Irsyad M, 2010, *Pengaruh Diameter Lubang Buang Pada Vortex Basin Terhadap Kinerja Turbin Air*, Seminar Nasional Sain dan Teknologi III (SATEK III), Universitas Lampung, 18 – 19 November 2010, Bandar Lampung, Indonesia
14. Irsyad M, 2010, *Pengaruh Sudut Serang (Angle Attack) Sudu Terhadap Putaran dan Tip Speed Ratio Kincir Angin Tipe Fan*, Seminar Hasil-Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Unila, 18 -19 September 2010, Bandar Lampung, Indonesia
15. Irsyad M, 2009, *Pengaruh Pola Aliran Fluida Gas-Cair Terhadap Getaran pada Pengecilan Penampang Pipa Horizontal*, Temu Ilmiah Nasional Dosen Teknik (TINDT – VIII) 2009 Fakultas Teknik, Universitas Tarumanegara, 25 November 2009, Jakarta, Indonesia
16. Irsyad M, 2009, *Pengaruh Pola Aliran Fluida Gas-Cair Terhadap Getaran pada Belokan Pipa Horizontal*, Seminar Nasional Mesin & Industri (SNMI5)2009 Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanegara, 08 Oktober 2009, Jakarta, Indonesia
17. Irsyad M, *Pengaruh Variasi Diameter Pipa Saluran Pompa Terhadap Kinerja Pompa Tali Tenaga Angin*, Seminar Hasil-Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Unila, 5 Oktober 2009, Bandar Lampung, Indonesia
18. Irsyad M, 2009, *Studi Eksperimental Model Pompa Tali Tenaga Angin dengan Variasi Jarak Cincin Pompa* Seminar Nasional Industrial Services, Fakultas Teknik UNTIRTA, 29 April 2009, Cilegon, Indonesia

19. Irsyad M, 2007, *Studi Komputasi Distribusi Aliran Fluida pada Percabangan Pipa Horizontal Dua Dimensi*, Seminar Hasil-Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Unila, 10 -11 Sept 2007, Bandar Lampung, Indonesia
20. Gandidi IM, Harmen, Irsyad M, 2006, *Pemodelan Temperatur Keluar Penukar Kalor dengan Metode Komputasi*, Prosiding HEDS Seminar on Science and Technology (HEDS-SST) 2006, Jakarta, Indonesia
21. Irsyad M, 2006, *Pengaruh Jenis Aliran Masuk Terhadap Kinerja Siklon Separator*, Prosiding Seminar Ilmiah Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat di Universitas Lampung Edisi II, ISBN 979-8287-82-7, Bandar Lampung, Indonesia
22. Irsyad M, 2006, *Kaji Eksperimental Pengaruh Throat Terhadap Kinerja Ejektor Pada Jet Pump*, Proceeding National Seminar On ASET '05 di Universitas Lampung Volume I, ISBN : 979-8287-80-0, Bandar Lampung, Indonesia
23. Irsyad M, 2005, *Anaylsis of the flow distribution for horizontal area at three branched-pipe*, Prosiding Seminar HEDS-SST 2005, Jakarta, Indonesia
24. Irsyad M, 2004, *Studi Eksperimental Pengaruh Spasi Nosel Terhadap Kinerja Ejektor Untuk Pompa Sentrifugal*, Prosiding Seminar HEDS-SST 2004 di Pekanbaru, Indonesia.

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Program Penelitian Pasca Sarjana DIPA BLU Unila 2018.

Bandarlampung, 4 November 2018

Yang menyatakan,

Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T.
NIP. 197112142000121001

Lampiran 3 Seminar Nasional Teknik Mesin XVII Universitas Nusa Cendana Kupang (NTT)



LAPORAN
PENELITIAN PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG



**PENGGUNAAN PIPA PERSEGI (*RECTANGULER TUBE*) DENGAN
NANOFLUIDA PADA ABSORBER KOLEKTOR SURYA PV/T**

TIM PENGUSUL

DR. AMRIZAL, S.T., M.T. / NIDN / SINTA ID : 0002027004 / 5985671
DR. M. IRSYAD, S.T., M.T. / NIDN / SINTA ID: 0014127104/5976420
DR. AMRUL, S.T., M.T. / NIDN / SINTA ID: 0031037103 / 6159641
AGUNG NUGROHO / NPM : 1825021006

KATEGORI : PENELITIAN TERAPAN

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2019

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG

Judul Penelitian : Penggunaan Pipa Persegi (*Rectangular Tube*) dengan Nanofluida Pada Absorber Kolektor Surya PV/T

Manfaat sosial ekonomi : Produk (kolektor surya PV/T) lebih kompetitif

Jenis penelitian : penelitian dasar penelitian terapan
: pengembangan eksperimental

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Dr. Amrizal, S.T., M.T.

b. NIDN : 0002027004

c. SINTA ID : 5985671

d. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

e. Program Studi : Magister Teknik Mesin

f. Nomor HP : 081379183699

g. Alamat surel (e-mail) : amrizal@eng.unila.ac.id

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Dr. M.Irsyad, S.T., M.T.

b. NIDN : 0014127104

c. SINTA ID : 5976420

d. Program Studi : Magister Teknik Mesin

Anggota Peneliti (2)

a. Nama Lengkap : Dr. Amrul, S.T., M.T.

b. NIDN : 0031037103

c. SINTA ID : 6159641

d. Program Studi : Magister Teknik Mesin

Jumlah mahasiswa yang terlibat : 1

Jumlah alumni yang terlibat : -

Jumlah staf yang terlibat : 1

Lokasi kegiatan : Laboratorium Termodinamika FT Unila

Lama kegiatan : 8 bulan

Biaya Penelitian : Rp 40.000.000


Sumber dana : DIPA BLU Universitas Lampung

Bandar Lampung, 28 Oktober 2019

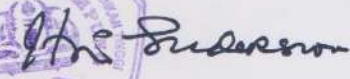
Mengetahui,
Direktur Pascasarjana Unila


(Prof. Mustofa Usman, Ph.D)
NIP 195701011984041001

Ketua Peneliti,


(Dr. Amrizal, S.T., M.T.)
NIP 197002021998031004

Menyetujui,
Ketua LPPM Unila


(Prof. Dr. Ir. Hamim Sudarsono, MSc)
NIP 196001191984031002.

IDENTITAS DAN URAIAN UMUM
PENELITIAN PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG

1. Judul Penelitian : Penggunaan Pipa Persegi (*Rectangular Tube*) dengan Nanofluida Pada Absorber Kolektor Surya PV/T

2. Tim Peneliti

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Program Studi	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1.	Dr. Amrizal, S.T.M.T	Ketua	Heat Transfer	Magister Teknik Mesin	10
3.	Dr. M. Irsyad, S.T., M.T.	Anggota 1	Mekanika Fluida	Magister Teknik Mesin	8
2.	Dr. Amrul, S.T., M.T.	Anggota 2	Termodinamika	Magister Teknik Mesin	8
4.	Agung Nugroho	Anggota 3 (Mahasiswa S2)	Heat Transfer	Magister Teknik Mesin	8

3. Objek Penelitian (jenis material yang akan diteliti dan segi penelitian):

Pipa absorber penampang persegi, material nanofluida dan *thermoelectric generator*

4. Masa Pelaksanaan

Mulai : bulan April tahun 2019

Berakhir : bulan November tahun 2019

5. Usulan Biaya : Rp. 40.000.000

6. Lokasi Penelitian (lab/studio/lapangan) : Laboratorium.

7. Instansi lain yang terlibat (jika ada, dan uraikan apa kontributornya)

.....

8. Temuan yang ditargetkan lulusan S-2

Unjuk kerja kolektor PV/T berdasarkan penggunaan generator termoelektrik dan nanofluida Al_2O_3 sebagai fluida pendingin.

9. Kontribusi mendasar pada suatu bidang ilmu (uraikan tidak lebih dari 50 kata, tekankan pada gagasan fundamental dan orisinal yang akan mendukung pengembangan iptek)

Peningkatan unjuk kerja kolektor PV/T dengan penggunaan fluida kerja (nanofluida) dan penambahan *thermoelectric generator* (TEG) merupakan kontribusi penting dalam pemanfaatan energi surya. Selain itu penggunaan penampang pipa persegi (absorber) akan memudahkan proses pembentukan dan perakitan antara pipa dan pelat kolektor lebih merata dan sehingga perpindahan panas terjadi lebih maksimal sekaligus diharapkan harga produk dapat menjadi lebih kompetitif. Hasil penelitian ini lebih lanjut akan membantu pengembangan kolektor surya hybrid PV/T pelat datar terutama untuk produsen dalam negeri sekaligus untuk mengurangi ketergantungan terhadap produk impor yang sejenis.

10. Jurnal/Prosiding ilmiah yang menjadi sasaran untuk setiap penerima Hibah Penelitian Pascasarjana (Nasional/Internasional) bereputasi: ICOME 2019/The 4th International Conference on Mechanical Engineering

DAFTAR ISI

	hal
Halaman pengesahan	ii
Daftar isi	iii
Identitas dan Uraian Umum	iv
Ringkasan	v
1. Pendahuluan	1
1.1 Latar belakang dan perumusan masalah	1
1.2 Tujuan penelitian	2
1.3 Manfaat dan urgensi penelitian	3
1.4 Target penelitian	3
2. Tinjauan Pustaka	4
2.1 Pengembangan kolektor surya hybrid PV/T pelat datar	4
2.2 Penelitian pendahuluan	5
2.3 Road map penelitian	7
3. Metode Penelitian	8
3.1 Skema alat uji	8
3.2 Pengujian unjuk kerja kolektor surya hybrid PV/T pelat datar	13
4. Hasil dan Pembahasan	18
4.1 Pengembangan simulasi	18
4.2 Analisa pressure drop	18
5. Kesimpulan	23
Daftar Pustaka	
Lampiran: SINTA ID Peneliti	
CV Peneliti	
Surat Keterangan Mahasiswa Pascasarjana	

RINGKASAN

Matahari merupakan sumber energi terbarukan yang mempunyai beberapa keuntungan seperti mudah didapatkan, bebas polusi dan tersedia dalam jumlah yang cukup. Salah satu peralatan yang dapat memanfaatkan energi matahari adalah **kolektor surya hybrid PV/T**. Kolektor jenis ini merupakan kombinasi atau gabungan antara panel surya dengan kolektor termal sehingga dapat menghasilkan energi listrik dan energi termal dalam waktu bersamaan. Namun jika terjadi peningkatan temperatur pada permukaan PV maka akan terjadi penurunan unjuk kerja dari kolektor PV tersebut, dimana setiap kenaikan temperatur 1°C pada permukaan PV maka akan terjadi penurunan efisiensi listrik sebesar 0.45%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sekaligus mengoptimasi unjuk kerja kolektor surya hybrid PV/T baik secara termal maupun elektrik berdasarkan penggunaan nanofluida sebagai fluida kerja. Penampang pipa absorber yang digunakan berbentuk persegi panjang agar lebih mudah dalam proses penggabungan dengan pelat absorber dibandingkan dengan pipa bulat. Generator termoelektrik juga ditambahkan untuk memanfaatkan sisa panas yang dihasilkan kolektor PV/T. Hasil penelitian ini lebih lanjut akan membantu pengembangan kolektor hybrid PV/T terutama untuk produsen dalam negeri sekaligus untuk mengurangi ketergantungan terhadap produk impor yang sejenis.

Pendekatan atau tahapan penelitian yang dilakukan adalah melalui metode **pengujian dan simulasi** unjuk kerja kolektor PV/T. Pengujian unjuk kerja kolektor surya PV/T yang akan dilakukan berdasarkan **penggunaan nanofluida dan generator termoelektrik**. Sementara itu metode pengujian unjuk kerja termal menggunakan standar pengujian EN 12975 yang dilakukan secara *indoor* dengan *solar simulator*. Data hasil pengujian tersebut diolah dengan *least square method* menggunakan Multiple Linear Regression (MLR) untuk mendapatkan parameter unjuk kerja termal berupa **efisiensi dan rugi-rugi panas**. Sedangkan efisiensi listrik diperoleh dari kemampuan kolektor PV/T mengubah energi radiasi menjadi energi listrik ketika penggunaan *nanofluida* sebagai fluida kerja dan *thermoelectric generator*. Proses **simulasi** menggunakan bantuan software CFD (*Ansys Fluent*) untuk memprediksi dan mengoptimalkan unjuk kerja termal melalui desain yang bervariasi berdasarkan penggunaan nanofluida dan *thermoelectric generator* dengan penampang **pipa absorber berbentuk persegi**.

Target khusus penelitian ini adalah diperolehnya **inovasi teknologi kolektor surya dengan model kolektor PV/T yang optimal** berdasarkan penggunaan nanofluida dan variasi bentuk penampang pipa absorber yang dikarakterisasi dengan iklim tropis di Indonesia. Luaran penelitian ini adalah 1 artikel yang diterbitkan di Prosiding Internasional Conference terindeks dalam Seminar Internasional dan 1 draft tesis dan artikel mahasiswa PS Magister Teknik Mesin yang berkaitan dengan topik penelitian ini.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pipa persegi mampu meningkatkan efisiensi termal kolektor dibandingkan dari pipa bundar. Terdapat kenaikan nilai pressure drop pada penggunaan pipa persegi 11.49% dari pipa bundar. Penggunaan nanofluida sebagai fluida kerja dapat meningkatkan suhu outlet kolektor.

Keywords: pipa persegi, absorber, kolektor surya PV/T, nanofluida

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang dan perumusan masalah

Pengembangan penelitian di **Program Pascasarjana (PPs)** harus bersinergi sekaligus mendukung **RIP dan Renstra Penelitian Universitas Lampung 2016-2020** yang telah ditetapkan (RIP Unila, 2017 dan Renstra Penelitian Unila, 2017).

Salah satu yang menjadi Program Strategis dalam RIP Universitas Lampung adalah **pengembangan kolektor surya pelat datar** khususnya pada bagian Fokus Riset Energi Terbarukan seperti tercantum pada Sub Bab 4.2. Dalam hal ini penelitian-penelitian yang berkaitan dengan penggunaan energi matahari secara luas perlu dikembangkan dan ditingkatkan baik dalam tahap penelitian dasar maupun terapan. Matahari merupakan sumber energi terbarukan yang mempunyai beberapa keuntungan seperti mudah didapatkan, bebas polusi dan tersedia dalam jumlah yang cukup. Salah satu peralatan yang dapat memanfaatkan energi matahari adalah kolektor surya pelat datar. Sementara itu energi matahari dapat juga dimanfaatkan secara bersamaan untuk menghasilkan energi gabungan elektrikal dan termal. Kolektor jenis ini dikenal dengan istilah **kolektor surya hybrid Photovoltaic-Thermal (PV/T)**. Disamping menghasilkan energi listrik, kolektor PV/T juga menghasilkan fluida kerja yang mempunyai temperatur tinggi sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti proses pemanasan pada industri dan bidang kesehatan, keperluan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

Energi Matahari belum digunakan secara maksimal di Indonesia begitu juga penggunaan kolektor surya pelat datar masih belum dikenal secara luas hingga saat ini. Hal ini dimungkinkan karena penggunaan energi konvensional masih dominan dibandingkan dengan penggunaan energi terbarukan serta masih sedikit hasil-hasil penelitian yang tersedia berkaitan dengan pemanfaatan energi matahari. Sementara itu permintaan kolektor surya termal dan PV/T diprediksi akan terus meningkat pada masa yang akan datang.

Dengan semakin berkurangnya cadangan energi konvensional Indonesia maka akan berdampak kepada ketahanan pasokan energi Nasional. Subsidi energi yang besar akan membebani anggaran negara. Untuk itu berbagai kegiatan yang inovatif diperlukan diantaranya konservasi dan diversifikasi energi sesuai dengan Peraturan Presiden RI No.79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. Kebijakan ini sangat mendukung dan berkaitan dengan pengembangan dan penggunaan energi baru dan terbarukan. Penelitian-

penelitian yang inovatif dan berkelanjutan perlu dikembangkan diantaranya tentang penggunaan sistem hybrid kolektor surya PV/T pelat datar yang sangat bermanfaat karena dapat menghasilkan energi termal dan listrik.

Dalam rangka pengembangan sumber energi terbarukan dan pemanfaatan kolektor PV/T ini, salah satu kajian yang menarik untuk diteliti dan dikembangkan adalah pengaruh **penggunaan nanofluida sebagai fluida kerja dan generator termoelektrik terhadap unjuk kerja termal dan elektrik** pada kolektor surya hybrid PV/T. Kajian ini juga akan melihat pengaruh penggunaan **bentuk penampang pipa absorber persegi** karena menyebabkan tingkat kedataran permukaan pelat absorber lebih baik dan seragam. Kondisi ini memungkinkan hambatan termal kontak menjadi lebih kecil sehingga panas sisa dari permukaan kolektor dapat lebih banyak terserap oleh fluida kerja. Kajian diawali dengan proses **perancangan** dan dilanjutkan dengan proses **eksperimen dan simulasi** untuk memodelkan unjuk kerja dengan desain kolektor yang berbeda.

Tujuan penelitian ini secara umum adalah untuk mendapatkan model optimal dari kolektor surya hybrid PV/T pelat datar baik secara termal maupun elektrik menggunakan nanofluida dan generator termoelektrik dengan penampang pipa absorber berbentuk persegi. Tahapan kegiatan yang diajukan ini mempunyai tujuan khusus diantaranya mendesain kolektor jenis serpentine skala laboratorium **dengan bentuk penampang pipa persegi panjang**. Kemudian membuat prototipe skala laboratorium yang diuji dengan fluida kerja nanofluida dengan laju aliran massa fluida yang berbeda. Pengujian dilakukan dengan menggunakan solar simulator. Kemudian data pengujian dianalisis dan **target** selanjutnya dijadikan sebagai referensi untuk mengembangkan desain atau model kolektor hybrid PVT melalui proses simulasi CFD dengan paket program Ansys Fluent.

Urgensi dari penelitian ini adalah tersedianya karakteristik model yang optimal dari kolektor hybrid PV/T berdasarkan aplikasi nanofluida dan generator termoelektrik dengan bentuk penampang pipa absorber persegi. Penggunaan fluida kerja dan bentuk penampang pipa yang tepat tidak saja meningkatkan unjuk kerja juga akan mengurangi biaya produksi serta membantu pengembangan kolektor PV/T dalam negeri. Untuk memenuhi hal tersebut dibutuhkan data-data inovatif dari hasil penelitian untuk jenis kolektor ini.

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah tersedianya **data optimal** unjuk kerja kolektor hybrid PV/T pelat datar berdasarkan konsentrasi dan laju aliran dari **fluida kerja**

nano fluida Al₂O₃. Hasil penelitian ini juga akan memperkaya **bahan ajar** khususnya untuk mata kuliah **Perpindahan Panas** dan **Energi Baru dan Terbarukan** di Program Studi Magister Teknik Mesin. Disamping itu luaran lain adalah diselesaikannya satu draft tesis mahasiswa pasca sarjana yang terlibat dalam penelitian ini.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Tinjauan Pustaka ini disajikan beberapa hal yang terkait dengan review dan pengembangan kolektor surya hybrid PV/T melalui penggunaan berbagai jenis nanofluida sebagai fluida kerja. Dalam bab ini juga akan ditampilkan hasil-hasil penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh penulis untuk mendukung penelitian yang diusulkan. Pada bagian akhir dari bab ini akan dimasukkan peta jalan penelitian (road map) yang menjadi arah dan acuan dalam penelitian ini.

2.1 Perkembangan kolektor surya hybrid PV/T pelat datar dengan nanofluida

Sistem kolektor surya *Photovoltaic-Thermal* (PV/T) pelat datar merupakan sistem hybrid yang sangat menguntungkan karena dapat memanfaatkan energi termal dan listrik secara simultan dan lebih ekonomis jika dibandingkan dengan penggunaan yang terpisah diantara keduanya. Kolektor surya PV/T ini merupakan suatu peralatan hasil penggabungan antara kolektor surya termal dengan permukaan panel PV sehingga panas berlebih pada permukaan PV dapat diserap oleh fluida kerja. Selain dapat memanfaatkan energi listrik, fluida kerja bertemperatur tinggi yang dihasilkan dapat digunakan untuk berbagai keperluan pada rumah tangga, hotel, rumah sakit, sektor industri dan lainnya.

Kinerja kolektor ini dapat ditingkatkan dengan memperbaiki sifat termofisik fluida perpindahan panas konvensional diantaranya dengan menggunakan nanofluida telah menarik minat besar karena mempunyai karakteristik perpindahan panas yang signifikan dibandingkan dengan fluida konvensional.

Nanofluida didefinisikan sebagai campuran antara partikel padat berukuran nano (kecil dari 100 nm) dengan fluida dasar seperti air, etilena glikol dan minyak. Masuda pada tahun 1993 untuk pertama kali memperkenalkan konsep nanofluida yang biasa digunakan pada proses perpindahan panas dan ini merupakan awal perkembangan penggunaan nano partikel untuk meningkatkan konduktivitas termal fluida. Sementara itu Choi pada tahun 1995, mengaplikasikan konsep nanofluida terhadap fluida perpindahan panas dan salah satu keuntungannya adalah mengurangi konsumsi daya pompa pada alat penukar panas. Selanjutnya, bermunculan berbagai penelitian teoritis, numerik dan eksperimental untuk mengembangkan penggunaan nano partikel diantaranya baik untuk aplikasi pada kolektor surya termal maupun untuk kolektor surya hybrid PV/T.

Yousefi, dkk. (2012) telah mengawali untuk mengkaji penerapan material fluida jenis baru ini pada kolektor termal surya. Penelitian secara eksperimental ini mengungkapkan bahwa nanofluid Al_2O_3 dengan air sebagai fluida dasar dapat meningkatkan efisiensi kolektor pelat datar sebesar 28,3%. Begitu juga untuk kolektor surya hybrid PV/T pelat datar, beberapa penelitian telah dilakukan. Sardarabadi, dkk. (2014) meneliti secara eksperimen penggunaan nanofluida SiO_2 dengan air sebagai fluida dasar untuk meningkatkan efisiensi energi dan exergy kolektor PV/T. Begitu juga Ghadiri et. al (2015) menguji secara eksperimen unjuk kerja kolektor pelat datar PV/T menggunakan nanofluida Fe_3O_4 dengan air sebagai fluida dasar, dimana hasil penelitian juga menunjukkan peningkatan efisiensi energi dan exergy kolektor PV/T.

Sementara itu Khanjari dkk (2016) melaporkan peningkatan efisiensi energi dan exergy kolektor PV/T pelat datar dengan peningkatan persentase volume nanopartikel pada aliran laminar melalui simulasi numerik. Selanjutnya pengujian secara numerik dan eksperimen dilakukan kembali oleh Rejeb, dkk (2016) dengan tiga nanofluida yang berbeda dalam kondisi aliran laminar. Ketiga nanofluida tersebut adalah Al_2O_3 , TiO_2 dan ZnO dengan air sebagai fluida dasar. Penelitian ini menyimpulkan bahwa nanofluida TiO_2 dan ZnO memberikan unjuk kerja yang baik dengan ukuran partikel 10-30 nm.

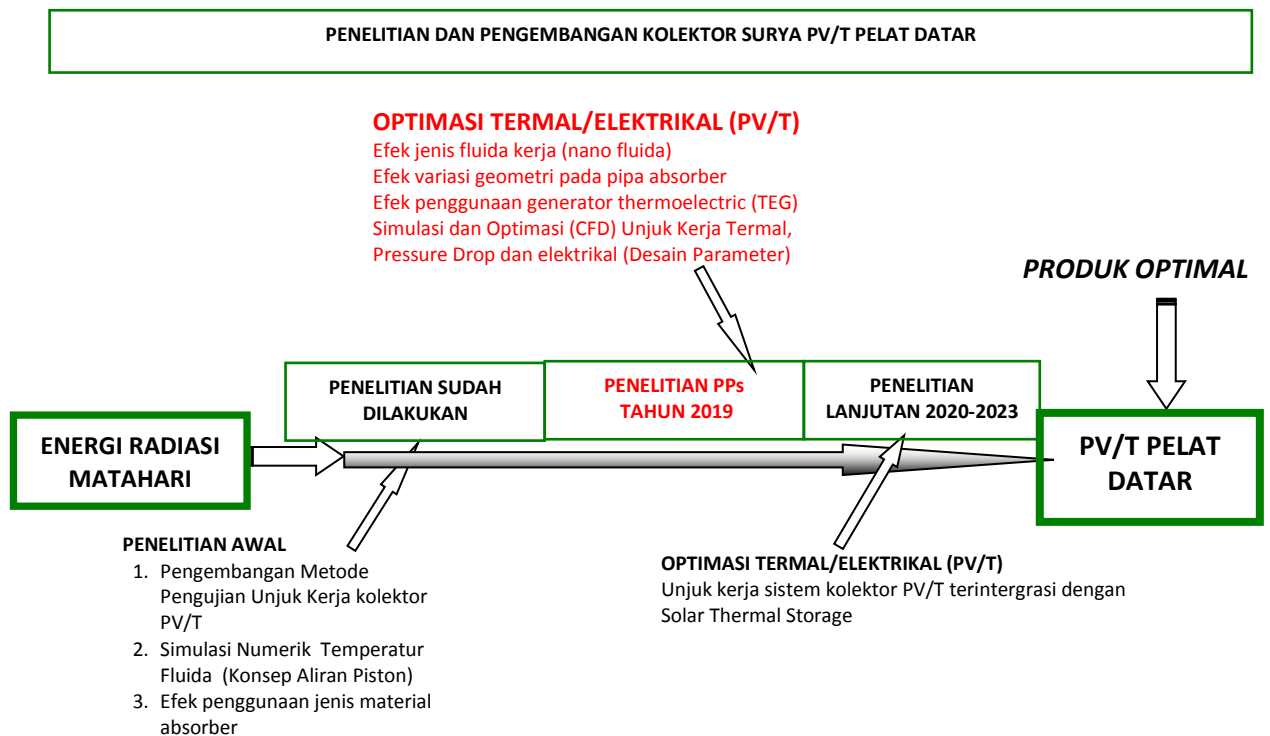
H. Hashim dkk telah memodelkan dan menerapkan Thermoelectric Generator (TEG) pada kolektor hybrid PV/TE untuk mengoptimasi geometri TEG sekaligus memanfaatkan panas sisa pada permukaan PV. Generator termoelektrik dapat digunakan di panel surya PV untuk mengubah sisa panas menjadi daya listrik tambahan dapat digunakan untuk penyuplai daya fan dan keperluan lainnya.

Penelitian pendahuluan

Gambar 1 menjelaskan peta jalan atau roadmap penelitian secara umum yang telah, sedang dan akan dilakukan. Sedangkan uraian yang lebih detail tentang roadmap penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Produk akhir yang ingin dicapai dalam roadmap penelitian ini adalah dihasilkannya sebuah model kolektor surya hybrid **PV/T pelat datar yang optimal**. Terdapat beberapa **penelitian pendahulu** yang telah dilakukan oleh peneliti diantaranya pengembangan metode pengujian kolektor surya pelat datar baik secara eksperimental dan simulasi numerik (Amrizal et.al, *Applied Energy*, 2012). Dalam penelitian ini simulasi menggunakan konsep aliran piston untuk memprediksi nilai temperatur fluida keluar

kolektor dan divalidasi dengan nilai parameter yang diperoleh dari eksperimental. Pengujian eksperimental ini menggunakan radiasi paksa untuk menciptakan efek dinamik sehingga waktu pengujian dapat dilakukan lebih cepat dibandingkan dengan beberapa standar pengujian lainnya. Penelitian berikutnya adalah mengaplikasikan metode aliran piston untuk bagian termal pada kolektor surya jenis hybrid PV/T sedangkan bagian elektrikal menggunakan metode *single diode* dengan memasukkan secara eksplisit fungsi termal radiasi matahari yang diterapkan (Amrizal et.al, **Applied Energy**, 2013). Penelitian lainnya adalah tentang efek menggunakan moving average terhadap unjuk kerja kolektor surya pelat datar (Amrizal et al, **EuroSUN Congress-2010, Austria**). Sementara itu penelitian yang juga telah dilakukan adalah karakterisasi dinamik kolektor surya pelat datar (Amrizal, **SNTTM XII Unila, 2013**) dan simulasi unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar dengan pendekatan temperatur fluida kerja (Amrizal, **SNTTM XIII UI, 2014**). Penelitian selanjutnya merupakan optimasi periode data berdasarkan *time constant* pada pengujian unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar (Amrizal dkk, **SNTTM XIV, Unlam-Banjarmasin Kal-Sel 2015**). Disamping itu juga telah dilaksanakan penelitian tentang tinjauan keberlakuan standar pengujian ISO 9806 terhadap kolektor surya pelat datar pada kawasan ekuator (Amrizal, **SENEFA 2015 Unpad-Bandung, 2015**). Penelitian terbaru yang telah dilakukan (BLU PPs Unila 2017) adalah karakterisasi unjuk kerja termal kolektor surya berdasarkan material absorber **aluminium dan kuningan** (Amrizal dkk, **International Conference FoITIC-Itenas Bandung, 2017**). Dengan demikian beberapa penelitian pendahuluan ini dapat dijadikan sebagai dasar untuk memperkuat proposal penelitian PPs ini yang berkaitan dengan pengembangan kolektor surya hybrid PV/T pelat datar.

Peta Rencana Penelitian



Gambar 1. Roadmap penelitian

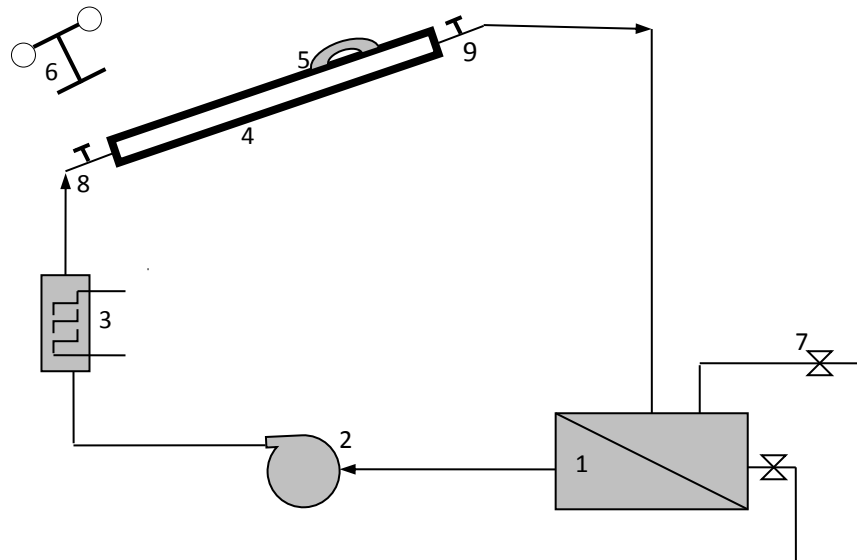
Roadmap penelitian ini dibutuhkan sebagai arahan dan panduan yang akan dilakukan dalam penelitian ini seperti terlihat pada Gambar 1. Beberapa penelitian pendahuluan telah dilakukan untuk mendukung penelitian yang diusulkan ini. Penelitian ini akan mengembangkan kolektor jenis PV/T yang merupakan gabungan dari panel PV dan kolektor termal. Penggunaan fluida kerja yang optimal tidak saja meningkatkan unjuk kerja juga akan mengurangi biaya produksi serta membantu pengembangan kolektor PV/T dalam negeri. Untuk memenuhi hal tersebut dibutuhkan data-data hasil penelitian untuk jenis kolektor ini.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Set-up Pengujian

Secara umum metode penelitian dapat digambarkan melalui **Diagram Alir Penelitian** seperti terlihat dalam Gambar 4. Penelitian ini direncanakan untuk itu tahun dengan pendekatan pengujian dan simulasi untuk mendapatkan **model kolektor PV/T yang optimal**.

Dalam prosedur pengambilan data, benda uji/prototipe berupa kolektor PV/T ditempatkan posisinya sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 3. Fluida kerja disirkulasikan dengan pompa pada kondisi aliran massa konstan. Laju aliran massa fluida diatur dengan katup dan diukur dengan water flow meter. Sementara itu temperatur fluida masuk kolektor divariasikan dengan menggunakan pemanas (*heater*) dan sistem *autocontrol*. Radiasi matahari disimulasikan dengan solar simulator menggunakan lampu Halogen 12 X 300 W. Lampu simulator merupakan suatu perangkat yang menyediakan pencahayaan mendekati sinar matahari sehingga pengujian suatu perangkat dapat dikerjakan di dalam ruangan (*indoor*). Intensitas radiasi dari solar simulator dan kecepatan udara masing-masing diukur dengan menggunakan Pyranometer dan Anemometer. Pyranometer harus berada pada kemiringan yang sama dengan kemiringan kolektor agar nilai intensitas radiasi yang diterima sama dengan penerimaan oleh permukaan kolektor tersebut. Penempatan sensor temperatur fluida kerja harus berada dekat dengan posisi *inlet* dan *outlet* dari kolektor menggunakan termokopel tipe K. Data pengukuran temperatur disimpan dalam Datalogger TM 9478D. Set-up pengujian dapat dilihat seperti dalam Gambar 2 berikut :



Gambar 2. Set-up pengujian: 1.Tanki penyimpan fluida 2.Pompa 3.Heater 4. Benda uji/prototipe 5.Pyranometer 6.Anemometer 7. Katup 8-9. Sensor temperatur fluida masuk dan keluar kolektor

Pengujian yang dilakukan adalah untuk mengetahui unjuk **kerja termal** berupa distribusi temperatur fluida dan temperatur permukaan PV. Disamping itu penelitian ini juga untuk mengetahui **efisiensi listrik** dan **pressure drop** aliran fluida yang terjadi.

Prosedur pengujian unjuk kerja termal secara *indoor* (European Standard EN 12975, 2006) adalah sebagai berikut:

1. Kolektor diletakkan menghadap ke radiasi solar simulator pada kondisi tegak lurus.
2. Laju aliran massa air (nanofluida) harus konstan selama pengujian dan kecepatan udara lingkungan rata-rata harus berada dalam batas 2-4 m/s.
3. Pengaturan temperatur fluida masuk (set-point) untuk sedikitnya empat temperatur yang berbeda dan masing-masingnya harus dipertahankan konstan selama pengambilan data.
4. Data yang diukur adalah intensitas radiasi, temperatur lingkungan, temperatur fluida masuk dan keluar, serta laju aliran massa.
5. Periode pengambilan data dalam rentang empat (4) kali *time constant*.
6. Ulangi prosedur 1-5 hingga sedikitnya untuk 16 data pengukuran, minimal 4 titik untuk masing-masing temperatur fluida masuk yang berbeda.

Sementara itu **pressure drop** sangat berkaitan dengan kemampuan pompa untuk mengalirkan fluida kerja. Semakin besar pressure drop yang terjadi maka akan semakin

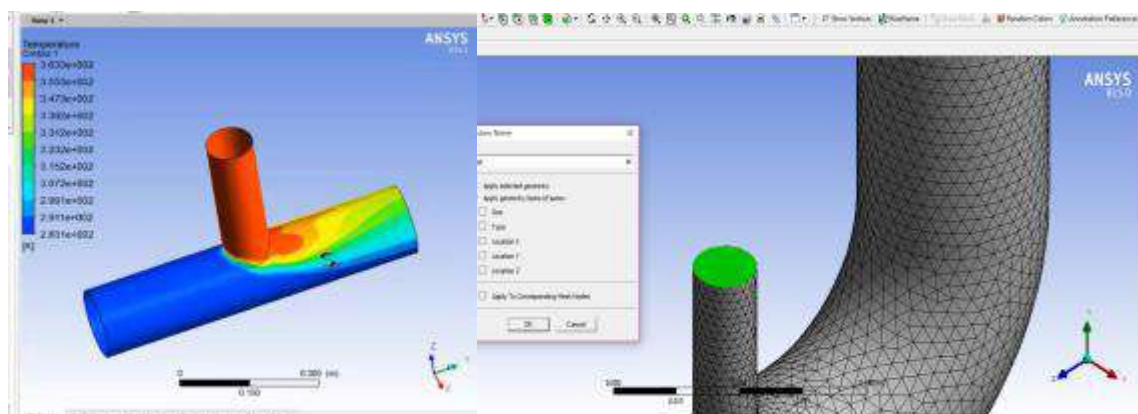
besar daya pompa yang akan dibutuhkan. Pressure drop diukur dengan menggunakan manometer U.

Proses Simulasi

Simulasi CFD menggunakan Software Ansys Fluent untuk pengujian unjuk kerja termal dan aliran fluida. Metode CFD dikembangkan dan diterapkan terhadap jenis penampang pipa absorber persegi yang dikarakterisasi dengan nanofluida.

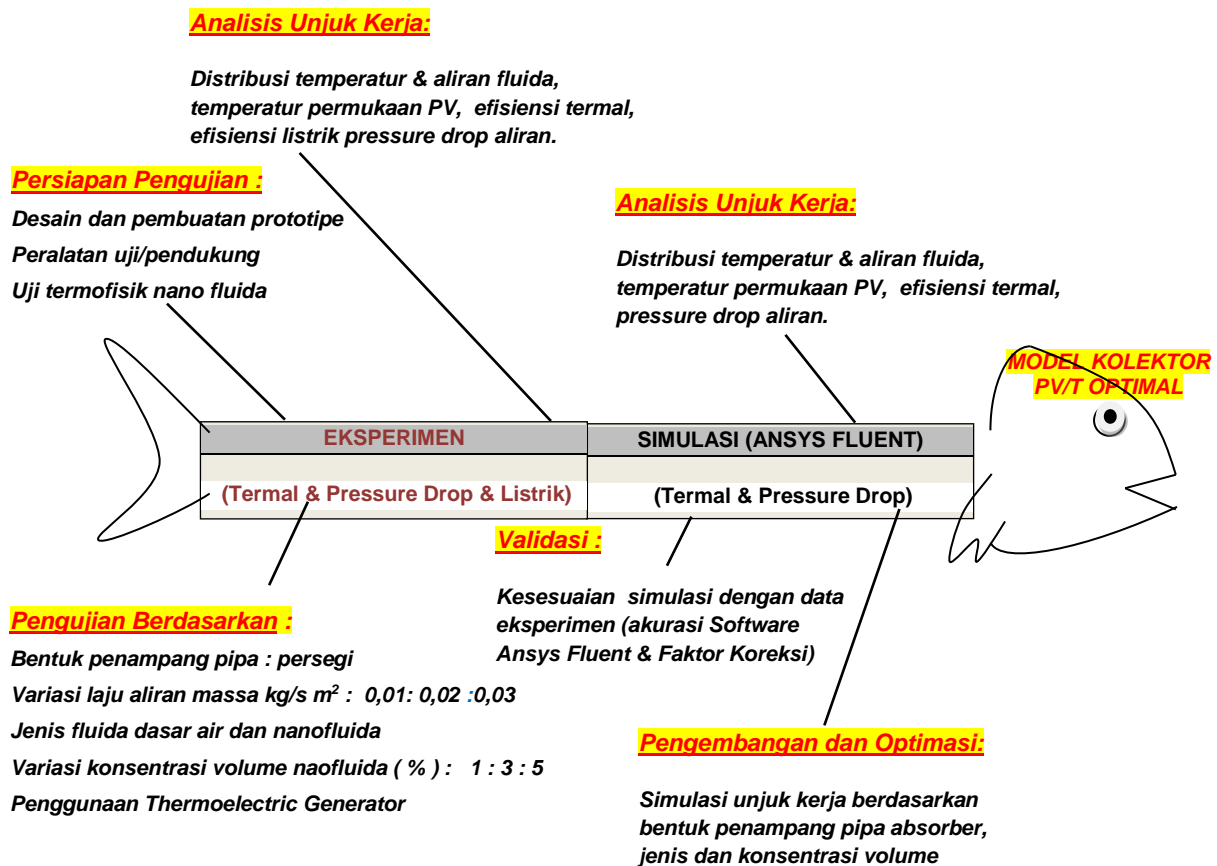
Simulasi CFD dibutuhkan untuk memodelkan unjuk kerja kolektor dengan desain yang berbeda. Distribusi temperatur permukaan kolektor yang diwakili oleh temperatur rata-rata fluida akan diukur dari metode ini. Nilai-nilai yang diukur seperti koefisien heat loss, irradiansi, temperatur fluida masuk (inlet) dan temperatur udara lingkungan akan dijadikan sebagai kondisi batas dalam simulasi. Simulasi akan dilakukan pada temperatur inlet yang berbeda sesuai dengan syarat standar pengujian EN 29175 untuk mendapatkan kurva efisiensi termal. Validasi dilakukan dengan membandingkan kesamaan antara nilai simulasi dengan nilai pengujian yang dilakukan. Proses Simulasi dimulai dengan membangun geometri model dengan 3D CAD. Untuk menganalisa parameter yang diinginkan seperti distribusi temperatur dan tekanan, aliran fluida dan lainnya maka diperlukan proses *Mesh Generation* serta penetapan kondisi batas.

Mengoptimasi dan mengembangkan unjuk kerja kolektor surya PV/T melalui metode CFD (*Ansys Fluent*) berdasarkan perubahan atau variasi dimensi geometri pipa absorber, jenis dan konsentrasi nanofluida serta laju aliran massa fluida.



Gambar 3. Contoh proses meshing dan hasil simulasi menggunakan software Ansys Fluent

Sementara itu peningkatan unjuk kerja listrik diketahui dari perubahan daya yang terjadi setelah penggunaan fluida dasar air maupun nanofluida karena terjadinya perubahan temperatur permukaan PV. **Efisiensi listrik** merupakan rasio antara daya yang dihasilkan PV dibandingkan dengan jumlah radiasi solar simulator yang dapat diserap oleh kolektor sesuai dengan luas permukaan PV.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

Tabel 1. Tahapan dan Alur Penelitian

Penelitian yang Telah Dilakukan	Penelitian Sekarang (PPs BLU Unila)			Penelitian Selanjutnya...
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengembangan Metode Pengujian Unjuk Kerja kolektor PV/T 2. Simulasi Numerik Temperatur Fluida (Konsep Aliran Piston) 3. Karakterisasi Kolektor Surya Menggunakan Solar Simulator 4. Tinjauan Keberlakuan Standar ISO 9806-1 dalam Pengujian Unjuk Kerja Termal Kolektor Surya Pada Kawasan Ekuator 5. Karakteristik Termal Material Absorber Kolektor Surya Pelat Datar 	<p>Judul: Penggunaan Pipa Persegi (<i>Rectangular Tube</i>) dengan Nanofluida Pada Absorber Kolektor Surya PV/T</p>			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; color: red;"> Unjuk kerja sistem kolektor PV/T terintegrasi dengan Solar Thermal Storage </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; border-radius: 10px;">Eksperimen (PPs)</div> <div style="font-size: 2em;">➤</div> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; border-radius: 10px;">Simulasi (PPs)</div> <div style="font-size: 2em;">➤</div> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; border-radius: 10px;">Tesis Mahasiswa S2 (PPs)</div> </div>				
<ul style="list-style-type: none"> Desain kolektor PV/T dengan penampang pipa absorber persegi Pembuatan prototype kolektor (skala laboratorium) disesuaikan dengan data hasil desain. Pengujian unjuk kerja termal dan elektrik serta pressure drop untuk aliran nanofluida Analisa dan mengkarakterisasi data pengujian secara termal Analisa unjuk kerja elektrik kolektor hybrid PV/T. 	<ul style="list-style-type: none"> Validasi hasil simulasi dengan data hasil Optimasi dan pengembangan unjuk kerja kolektor melalui metode CFD (Ansys Fluent) berdasarkan iklim tropis geometri penampang pipa absorber persegi, jenis dan konsentrasi nanofluida, laju aliran massa fluida. Analisa data hasil simulasi dan pengembangan kolektor PV/T berkaitan dengan temperatur dan distribusi aliran fluida kerja dan temperatur permukaan PV serta pressure drop yang terjadi. 	<ul style="list-style-type: none"> Persiapan dan pengujian sifat termofisik nanofluida Al₂O₃ dan penambahan thermoelectric generator (TEG) Pengujian unjuk kerja termal dan elektrik dari kolektor berdasarkan jenis dan konsentrasi volume nanofluida dan laju aliran massa fluida. Analisa data pengujian secara termal Analisa unjuk kerja elektrik kolektor hybrid PV/T 		
<p>Publikasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> 2 buah Artikel Internasional bereputasi dan 3 proceeding Internasional 5 Prosiding Nasional 	<p>Luaran:</p> <ul style="list-style-type: none"> Prototype kolektor hybrid PV/T skala laboratorium Data desain dan eksperimen dengan fluida kerja nanofluida Parameter unjuk kerja termal, elektrik dan pressure drop <p>Publikasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> Persiapan (draft) 	<p>Luaran:</p> <ul style="list-style-type: none"> Model kolektor PV/T optimal hasil pengembangan /simulasi berkaitan dengan parameter unjuk kerja termal, elektrik dan pressure drop Parameter unjuk kerja termal, elektrik dan pressure drop <p>Publikasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> Seminar Internasional 1 prosiding dalam seminar Internasional terindeks 	<p>Luaran:</p> <ul style="list-style-type: none"> Prototype kolektor hybrid PV/T skala laboratorium Data desain dan eksperimen dengan fluida kerja adalah nanofluida dan thermoelectric generator (TEG) Parameter unjuk kerja termal, elektrik dan pressure drop <p>Publikasi/Draft Tesis:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 draft tesis mahasiswa Draft artikel 	

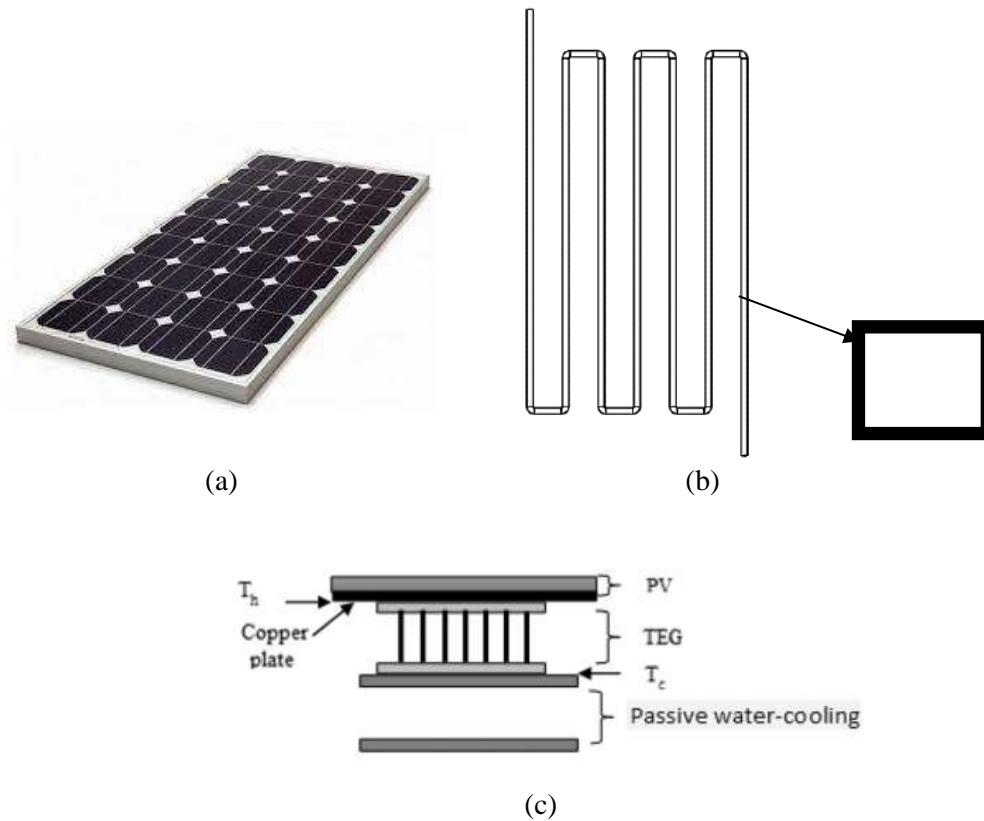
3.2 Unjuk kerja termal dan elektrik kolektor PV/T berdasarkan penggunaan nanofluida sebagai fluida kerja dan thermoelectric generator

Jenis fluida kerja yang digunakan dalam penelitian ini adalah material aluminium oksida yang terdispersi dalam air yang dikenal dengan **nanofluida Al_2O_3** yang cukup tersedia dipasaran. Disamping itu konduktivitas termal untuk bahan ini sekitar 30 W/mK cukup berpotensi untuk meningkatkan unjuk kerja termal dan elektrik pada kolektor PV/T. Proses persiapan nanofluida harus menjamin terdispersinya nano partikel dengan baik dalam cairan dan mekanisme yang baik untuk mempertahankan kestabilan suspensi terhadap sedimentasi. Akibat dari pencampuran nano partikel kedalam fluida dasar, maka akan terbentuk karakteristik baru pada fluida yang dihasilkan. Karakteristik yang terbentuk tergantung pada konsentrasi volume dari partikel yang tercampur. Para peneliti sebelumnya melakukan penelitian dengan melakukan variasi konsentrasi volume dari partikel dengan perlakuan yang berbeda-beda, tergantung proses yang digunakan. Sementara itu benda uji kolektor surya hybrid PV/T merupakan gabungan panel PV dengan *sheet and tube* kolektor jenis serpentine seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Aluminium okside Al_2O_3

Benda uji seperti terlihat pada Gambar 6 merupakan gabungan yang terdiri dari kolektor surya (PV) dan kolektor termal dengan penampang pipa berbentuk persegi panjang. Penampang pipa jenis persegi ini dipilih karena lebih baik dan mudah dalam proses penggabungannya sehingga diharapkan akan memperkecil hambatan termal kontak yang terjadi. Sementara itu pada benda uji juga akan ditambahkan *Thermoelectric Generator* (TEG) untuk memanfaatkan panas sisa sehingga perolehan energi listrik dapat ditingkatkan seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 6. Benda uji: (a) panel PV; (b) pipa kolektor termal penampang persegi (c) PV/T dengan TEG

Pengujian unjuk kerja termal kolektor hybrid PV/T

Model termal yang digunakan dalam pengujian ini adalah seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut (John A. Dufie, et.al):

$$A [F'(\tau\alpha)_{en}G - F'U_L(T_m - T_a)] = \dot{m}_f c_f (T_i - T_0) \quad (1)$$

dimana \dot{m}_f adalah laju aliran massa fluida, c_f adalah panas spesifik dari fluida, $F'(\tau\alpha)_{en}$ adalah *zero loss efficiency* untuk radiasi global normal terhadap permukaan, G adalah intensitas radiasi matahari, F' adalah faktor efisiensi dari kolektor, U_L adalah koefisien rugi termal menyeluruh, T_i dan T_0 adalah temperatur fluida dibagian masuk dan keluar dari segmen kolektor, T_a adalah temperatur lingkungan, T_m adalah temperatur fluida rata-rata dan A adalah luas kolektor.

Unjuk kerja kolektor yang akan ditentukan adalah **parameter efisiensi termal** $F'(\tau\alpha)_{en}$ dan **koefisien rugi termal menyeluruh** ($F'U_L$) seperti terlihat pada persamaan (1). Parameter unjuk

kerja kolektor ini dapat dihitung melalui *curve fitting*, menggunakan *least square method*. *Multiple Linear Regression* diaplikasikan dalam metode perhitungan ini. Parameter unjuk kerja juga dapat dideskripsikan melalui **grafik antara efisiensi dengan $(T_m - T_a)/G$** .

Terdapat dua perioda dalam prosedur pengujian yaitu perioda awal (*pre-conditioning period*) dan perioda pengukuran (*measurement period*). Lama waktu untuk perioda awal setidaknya adalah empat (4) kali *time constant* dari kolektor yang diuji (jika diketahui) atau tidak kurang 15 menit (jika *time constant* tidak diketahui). Sementara itu untuk perioda pengukuran dibutuhkan empat (4) kali *time constant* dari kolektor yang diuji (jika diketahui) atau tidak kurang 10 menit (jika *time constant* tidak diketahui). Pada prosedur pengujian ini, *time constant* adalah penting untuk menentukan lama perioda data yang didefinisikan sebagai perioda waktu dimana pengukuran harus dilakukan untuk menghitung unjuk kerja termal kolektor.

Pengukuran time constant kolektor (τ)

Nilai *time constant* kolektor perlu diketahui terlebih dahulu sebelum pengujian unjuk kerja termal dilakukan. Nilai *time constant* ini dibutuhkan untuk mengetahui periode dalam pengambilan data. *Time constant* dari kolektor didefinisikan sebagai waktu yang dilalui antara pelepasan penutup kolektor dan saat dimana temperatur fluida keluar kolektor mencapai 63.2% terhadap peningkatan total dari kondisi steady awal ke kondisi steady kedua di temperatur yang lebih tinggi, dimana kondisi steady ini ditandai ketika variasi temperatur keluar fluida kecil dari 0.005 K per menit. Intensitas radiasi harus lebih besar dari 700 Wm^{-2} . Fluida kerja harus disirkulasikan pada laju fluida yang sama ketika digunakan pada pengujian unjuk kerja termal kolektor.

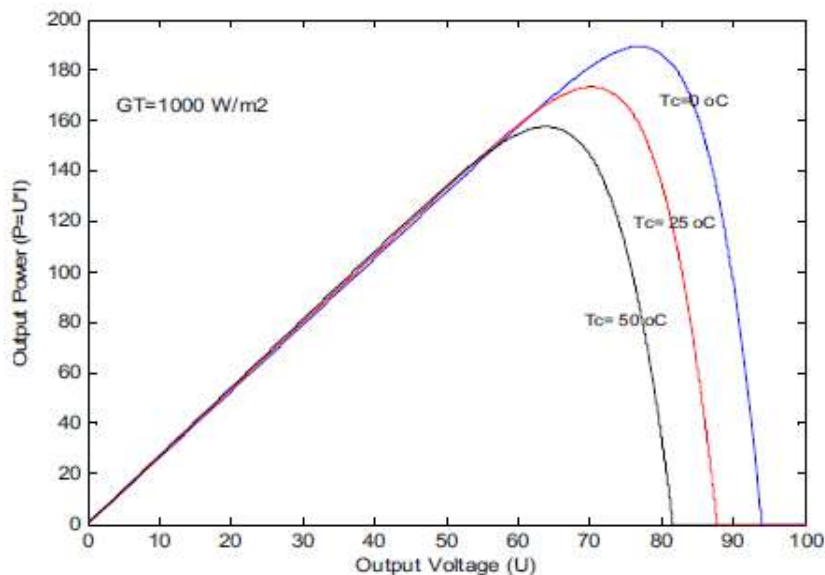
Pengujian unjuk kerja elektrik dengan penambahan Thermoelectric Generator

Energi matahari yang diserap oleh modul diubah sebagian menjadi energi panas dan energi listrik, yang dikeluarkan dari sel melalui sirkuit eksternal. Energi termal harus dilepaskan oleh mekanisme perpindahan panas gabungan dan kerugian ke atas terjadi oleh mekanisme yang sama seperti kerugian dari permukaan kolektor pelat datar. Kerugian panas biasanya lebih penting pada kolektor PV, karena perpindahan panas modul harus dimaksimalkan sehingga sel akan beroperasi pada suhu serendah mungkin.

Neraca energi dari satu satuan luas modul yang didinginkan oleh kerugian ke sekitarnya dapat ditulis sebagai:

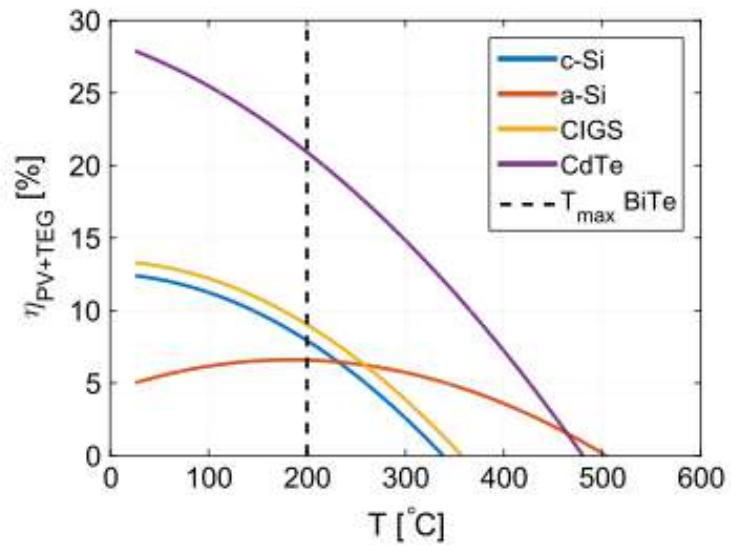
$$\tau\alpha G_T = \eta_c G_T + U_L (T_c - T_a) \quad (2)$$

Di mana τ apakah transmitansi kaca atau penutup yang mungkin ada di atas permukaan sel PV, α adalah fraksi radiasi di permukaan sel yang diserap, dan η_c merupakan efisiensi modul untuk mengubah radiasi menjadi energi listrik. Efisiensi modul ini akan bervariasi dari nol sampai maksimum tergantung seberapa dekat modul dioperasikan dari titik daya maksimum. Koefisien kerugian (U_L) akan mencakup kerugian oleh konveksi dan radiasi dari atas dan bawah serta kerugian oleh konduksi melalui rangka PV, pada suhu lingkungan T_a .



Gambar 7 Daya vs tegangan output berdasarkan temperatur permukaan PV

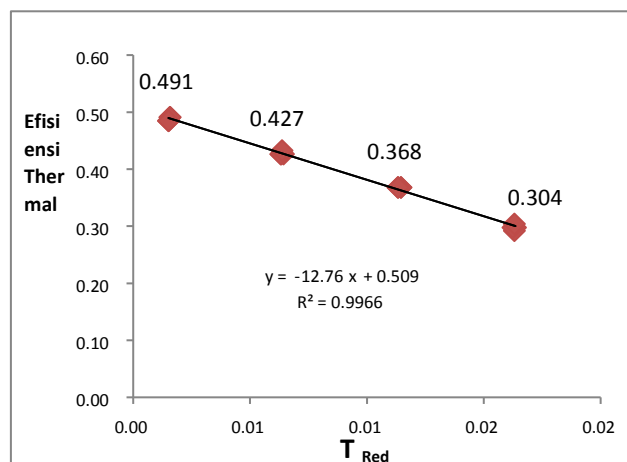
Thermoelectric Generator (TEG) juga disebut generator Seebeck adalah perangkat *solid* yang mengubah fluks panas (perbedaan suhu) langsung menjadi energi listrik melalui fenomena yang disebut efek Seebeck (bentuk efek thermoelectric). Generator termoelektrik berfungsi seperti mesin panas dan tidak memiliki bagian yang bergerak. Pada Gambar 8 dapat dilihat karakteristik daya output terhadap output voltage untuk temperatur berbeda pada kolektor hybrid PV/T.



Gambar 8. Karakteristik daya output vs output voltage untuk temperatur berbeda [Hashim dkk].

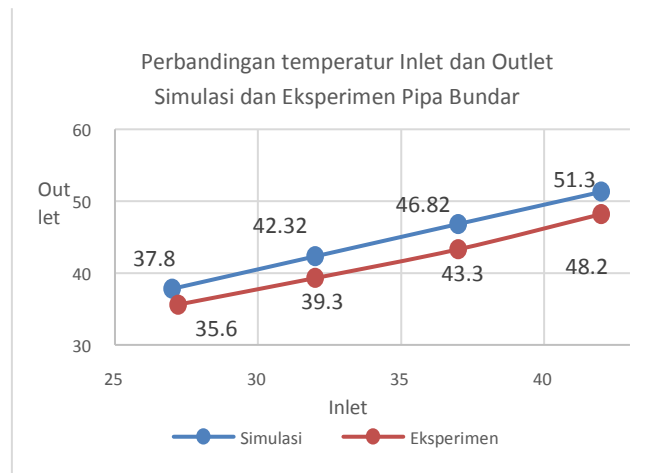
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian secara eksperimen diperlukan sebagai validator hasil simulasi perangkat lunak Ansys Fluent. Dalam pengujian ini terdapat 4 variasi suhu inlet yaitu 27 °C, 32 °C, 37 °C, 42 °C . Hasil pengujian ini terlihat pada Gambar 7 untuk pipa bundar dengan air sebagai fluida kerja. Laju aliran massa yang digunakan adalah 0.01 kg/s dan intensitas radiasi sebesar 897.75 W/m².



Gambar 9. Grafik eksperimen pipa bundar water-basefluids

Gambar 9 menjelaskan hasil pengujian dengan variasi 4 suhu dimana efiseinsi termal terendah yaitu 0.304 dan tertinggi yaitu 0.491 serta memiliki fungsi garis $y=12.76x+0.509$. Garis fungsi ini menggambarkan efisiensi ketika T reduksi zero (nol) adalah 0.509 dan kemiringan garis menunjukkan besarnya rugi rugi panas yang terjadi. Data pada Gambar 7 ini dapat dijadikan sebagai dasar untuk mengembangkan proses simulasi yang dilakukan dengan Ansys Fluent pada kondisi steady. Kondisi batas yang digunakan pada simulasi disesuaikan dengan kondisi batas pada pengujian eksperimen.

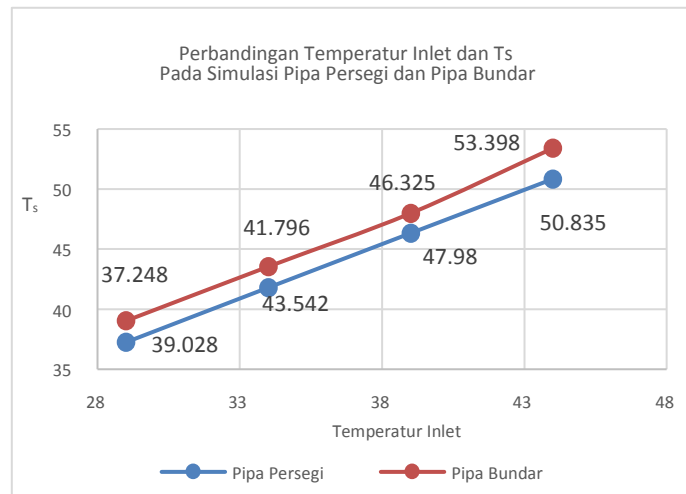


Gambar 10. Grafik inlet dan outlet pipa bundar simulasi dan eksperimen fluida kerja air

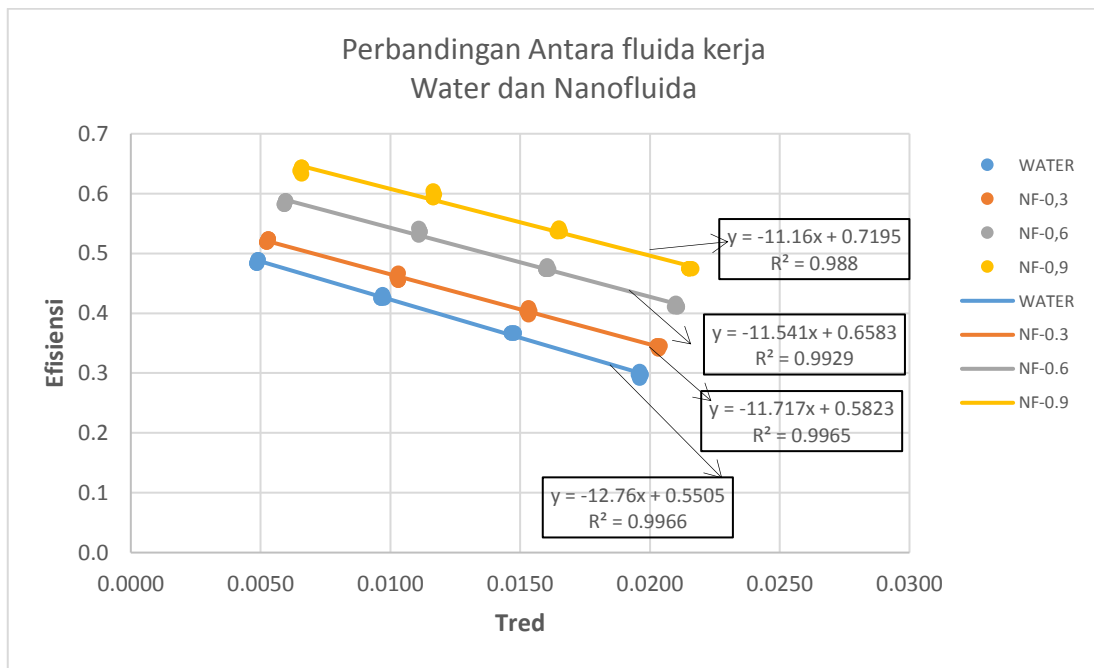
Gambar 10 menjelaskan perbedaan hasil eksperimen yang memiliki temperatur fluida outlet yang lebih rendah dibandingkan dengan hasil simulasi. Hal ini dimungkinkan oleh proses perakitan rangkaian pipa dan permukaan panel surya yang kurang sempurna sehingga tidak terjadi perpindahan panas secara baik. Hasil eksperimen dan simulasi memiliki kecenderungan yang serupa sehingga perangkat lunak Ansys Fluent dapat digunakan untuk melakukan proses simulasi berbagai kondisi pengujian.

4.1 Pengembangan Simulasi Pipa Persegi dan Pipa Bundar

Pada gambar 11 terlihat bahwa hasil simulasi terhadap efisiensi termal yang dimiliki pipa persegi lebih baik dibandingkan dengan pipa bundar. Hal ini bisa jadi karena hasil penggabungan antara permukaan pipa dengan permukaan panel surya (PV) yang lebih baik dan sempurna. Kondisi pipa yang berbentuk persegi juga memungkinkan luas kontak yang terjadi lebih besar dibandingkan dengan luas kontak oleh pipa bundar.



Gambar 11. Grafik Temperatur inlet dan Ts pipa persegi dan pipa bundar



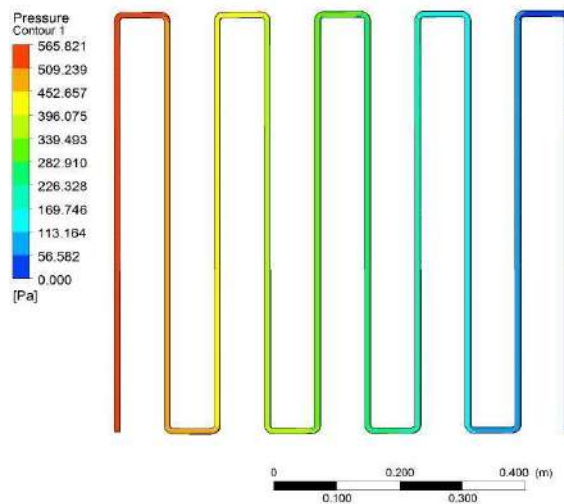
Gambar 12. Hasil simulasi perbandingan jenis fluida yang berbeda

Sementara itu dapat dilihat pada Gambar 12 bahwa fluida kerja air memiliki serapan suhu yang terendah dan untuk fraksi nano fluida 0.3 % memiliki efisiensi tertinggi. Hal ini mengindikasikan

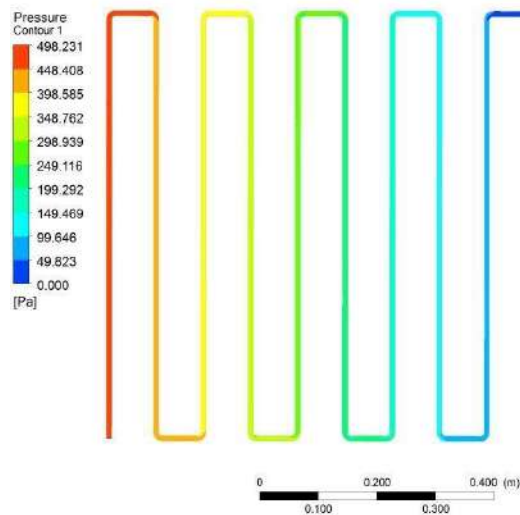
adanya pengaruh dari penambahan nano partikel terhadap peningkatan unjuk kerja kolektor. Semakin tinggi nilai fraksi nanofluida maka nilai kalor spesifik fluida (C_p) akan semakin rendah. Semakin rendah nilai kalor spesifik fluida (C_p) suatu zat akan semakin baik pula kemampuan dalam transfer panasnya. Karena semakin baik zat tersebut dalam menyerap panas, maka akan menghasilkan beda antara temperatur masuk dan temperature keluar semakin besar pada aliran fluida kolektor.

4.2 Analisa *Pressure Drop* Pada Pipa Bundar dan Pipa Persegi

Akibat pergantian jenis atau geometri penampang pipa maka perlu diperhatikan kebutuhan tekanan alirnya sehingga perlu dianalisa hasil *pressure drop* yang terjadi.



(a)



(b)

Gambar 13. Perbandingan *pressure drop* (a) pipa bundar dan (b) pipa ppersegi

Dapat dilihat pada gambar 13 bahwa untuk mengalirkan fluida kerja pada pipa persegi memiliki pressure drop lebih tinggi sebesar 11.49% dibandingkan dengan pipa bulat, maka dari itu perlu pertimbangan yang tepat untuk pemilihan geometri pipa. Sehingga dapat disimpulkan daya pompa yang dibutuhkan untuk mengalirkan *fluida kerja* pada pipa persegi akan lebih tinggi dibanding pipa bundar. Semakin tinggi daya pompa akan semakin tinggi daya listrik yang dibutuhkan.

V. KESIMPULAN

Berikut adalah simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini :

Penggunaan pipa persegi mampu meningkatkan efisiensi termal kolektor lebih baik dibandingkan dengan pipa bundar. Terdapat kenaikan nilai pressure drop pada penggunaan pipa persegi sebesar 11.49% jika dibandingkan dengan pipa bundar. Penggunaan nanofluida sebagai fluida kerja dapat meningkatkan unjuk kerja termal kolektor PV/T secara signifikan

DAFTAR PUSTAKA

Rencana Induk Penelitian Universitas Lampung, 2016-2020, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Lampung.

Rencana Strategis Penelitian Universitas Lampung 2016-2020 Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Lampung.

Masuda, A. Ebata, K. Teramae, N. Hishinuma, Alteration of thermal conductivity and viscosity of liquid by dispersing ultra-fine particles (dispersion of Al_2O_3 , SiO_2 and TiO_2 ultra-fine particles), *Netsu Bussei* (in Japanese) 7 (4) (1993) 227–233.

S.U.S. Choi, Enhancing thermal conductivity of fluids with nanoparticles, in: *Proceedings of the 1995 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition*, ASME, New York, 1995, pp. 99–105

T. Yousefi, F. Veysi, E. Shojaeizadeh, S. Zinadini, An experimental investigation on the effect of $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$ nanofluid on the efficiency of flat-plate solar collectors, *Renewable Energy* 39 (2012) 293–298

M. Sardarabadi, M. Passandideh-Fard, S. Zeinali Heris, Experimental investigation of the effects of silica/water nanofluid on PV/T (Photovoltaic thermal units), *Energy* 66 (2014) 264–272.

Ghadiri M, Sardarabadi M, Pasandideh-fard M, Moghadam AJ. Experimental investigation of a PVT system performance using nano ferrofluids. *Energy Convers Manag* 2015;103:468–76.

Khanjari Y, Pourfayaz F, Kasaeian A. Numerical investigation on using of nanofluid in a water-cooled photovoltaic thermal system. *Energy Convers Mag* 2016;122:263–78.

Rejeb O, Sardarabadi M, Ménéz C, Passandideh-Fard M, Dhaou MH, Jemni A. Numerical and model validation of uncovered nanofluid sheet and tube type photovoltaic thermal solar system. *Energy Convers Manag* 2016;110:367–77.

H. Hashim, J.J. Bompfrey, G. Min. 2017. Model for Geometryoptimisation of thermoelectric devices in a hybrid PV/TE system. *Renewable Energy*, 87, 458-463

N.Amrizal, D. Chemisana, J.I. Rosell, J.Barrau. 2012. A dynamic model based on the piston flow concept for the thermal characterization of solar collectors. *Applied Energy*, 94, 244-250.

N.Amrizal, D. Chemisana, and J. I. Rosell, 2013. Hybrid Photovoltaic-Thermal Solar Collector Dynamic Modelling, *Applied Energy*, 101, 797-807.

Amrizal, Daniel Chemisana, J. I. Rosell, 2010, The Use of Filtering for the Dynamic Characterization of PV/T Flat-Plate Collectors- ISBN 978-3-901425-13-4 ,International Conference on Solar Heating,Cooling and Buildings EuroSun, Graz University, Austria

Amrizal, Dynamic Characterization of Flat-plate Solar Collector, 2013 - ISBN 978-979-8510-61-8Seminar Nasional Tahunan TeknikMesin, (SNTTM) XII, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung

Amrizal, Simulasi unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar dengan pendekatan temperature fluida kerja, 2014 - ISBN 978-602-9841- 23- 7 Seminar Nasional Tahunan TeknikMesin, (SNTTM) XIII Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat

Amrizal, Amrul, Optimasi periode data berdasarkan *time constant* pada pengujian unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar, 2015 - ISBN 978- 602 -73732- 0 – 4,Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XIV, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Kalimantan Selatan

Amrizal,Penerapan ISO 9806-1 Dalam Pengujian Unjuk Kerja Termal Kolektor Surya Pada Kawasan Ekuator, 2015 - ISSN: 2477- 0477 SENFA, Universitas Padjajaran, Jatinangor, Jawa Barat

Amrizal, Amrul, Ahmad Yonanda, Zulfa. Comparison Study of Solar Flat Plate Collector With Two Different Absorber Materials, The 1st Faculty of Industrial Technology International Congress, Itenas Bandung, 2017.

John A. Dufie, William A. Beckman. 1991. Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley & Sons, Inc.

Ansys Fluent Tutorial Guide, Ansys Inc.2013

LAMPIRAN

Lampiran 1. Susunan organisasi tim peneliti dan pembagian tugas

Organisasi Tim

Tim penelitian terdiri dari 4 orang satu orang sebagai ketua dan 2 orang sebagai anggota dan satu mahasiswa pascasarjana. Berikut disajikan struktur organisasi tim seperti terlihat dalam Tabel 4.

Tabel 5. Organisasi tim pelaksana

No	Nama dan NIDN	Bidang
1	Dr. Amrizal, S.T., M.T. (Ketua) 0002027004	Konversi Energi dan Heat Transfer
2	Dr. M. Irsyad, S.T., M.T. (Anggota) 0014127104	Mekanika Fluida
3	Dr. Amrul, S.T., M.T. (Anggota) 0031037103	Termodinamika
4	Agung Nugroho (Mahasiswa PS MTM) 1825021006	Konversi Energi

No	Nama/NIDN	Inst. Asal	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
1	Dr. Amrizal, ST. MT. (Ketua) (0002027004)	Unila	Konversi Energi (Heat Transfer)	10 jam / minggu	Bertanggung jawab atas kegiatan: a. Perancangan kolektor surya pelat datar PV/T b. Perakitan kolektor c. Pengolahan dan analisis data d. Penyusunan laporan e. Pengambilan data
2	Dr. M. Irsyad, S.T., M.T (0014127104)	Unila	Konversi Energi (Termodinamika)	8 jam / minggu	Bertanggung jawab atas kegiatan: a. Perancangan kolektor pelat datar PV/T b. Perakitan kolektor pelat datar c. Pengolahan dan analisis data d. Penyusunan laporan
3	Dr. Amrul, S.T., M.T. (Anggota) (0031037103)	Unila	Konversi Energi (Mekanika Fluida)	8 jam / minggu	Bertanggung jawab atas kegiatan: a. Perancangan kolektor pelat datar b. Perakitan kolektor pelat datar c. Pengolahan dan analisis data d. Penyusunan laporan
4	Agung Nugroho (Anggota) 1825021006	Unila	Konversi Energi (Mahasiswa S2)	8 jam / minggu	Bertanggung jawab atas kegiatan: a. Perakitan kolektor pelat datar + thermoelectric generator b. Persiapan pengambilan data c. Pengambilan data d. Pengolahan dan analisis data

Lampiran 2 Profil SINTA Peneliti

The image shows two screenshots of the SINTA (Science and Technology Information Network) author profile for AMRIZAL. The top screenshot is the author's logged-in profile page, and the bottom screenshot is the public overview page.

Author Profile Summary:

- Author ID:** 5985671 (verified)
- Full Name:** AMRIZAL
- Author Subject:** Mechanical Engineering
- Title:** DR. ST. MT
- Affiliation:** UNIVERSITAS LAMPUNG

Statistics (Top Screenshot):

- Rank in National: 9243
- Rank in Affiliation: 78

Source	Articles	Citations	H-Index	i10-Index
Scopus	2	60	2	2
Google Scholar	11	82	2	2

Author Profile Overview (Bottom Screenshot):

AMRIZAL
Universitas Lampung
Mechanical Engineering
SINTA ID : 5985671
Subjects/Areas: Mechanical Engineering

Overall Score	Rank in National	Rank in Affiliation	
3.94	9243	78	
1 Years Score	1 Years National Rank	1 Years Affiliation Rank	
0	50142	451	
0 Books	0 PPI	0	
0	0	0	
Scopus Research Output	Journal Articles	Book Chapters	Conference Papers
2	0	0	0

Documents per Year (Scopus):

Year	Documents
2012	1
2013	1

Citations per Year (Google):

Year	Citations
2012	1
2013	10
2014	12
2015	18
2016	12
2017	3
2018	1
2019	2

Documents per Year (WoS):

Year	Documents
2013	1

Google SINTA - Science and Technology SIAKAD v.4.1 Log in

Not secure | sinta2.nstekdikti.go.id/authors/detail?id=5976420&view=overview

Sinta indonesia HOME ABOUT AUTHORS SUBJECTS AFFILIATIONS SOURCES REGISTRATION FAQ AUTHOR LOGIN

Author Profile

MUHAMMAD IRSYAD
Universitas Lampung
SINTA ID : 5976420
Subjects/Areas: **Engineering**

sinta Overall Score	2.5	12936 Rank in National	118 Rank in Affiliation
3 Years Score	1.82	6257 3 Years National Rank	35 3 Years Affiliation Rank
Books	0	0 IPI	
Scopus [®] Research Output	3 Journal Articles	0 Book Chapters	6 Conference Papers

Overview Books IPR Network CS Documents WoS Documents Scopus Documents

Documents per Year Scopus[®]

Year	2015	2016	2017
Documents	2	2	5

Citations per Year Google

Year	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Citations	1	0	0	0	3	1	3	3	1

Documents per Year WEB OF SCIENCE[®]

Score Waiting for v-tag.net...

Top 5 Papers by Citations Citation

Google SINTA - Science and Technology SIAKAD v.4.1 Log in

Not secure | sinta2.nstekdikti.go.id/authors/detail?id=6159641&view=overview

Sinta indonesia HOME ABOUT AUTHORS SUBJECTS AFFILIATIONS SOURCES REGISTRATION FAQ AUTHOR LOGIN

Author Profile

AMRUL
Universitas Lampung
SINTA ID : 6159641
Subjects/Areas: **Material energi, energi biomassa**

sinta Overall Score	0	95399 Rank in National	769 Rank in Affiliation
3 Years Score	0	95182 3 Years National Rank	768 3 Years Affiliation Rank
Books	0	0 IPI	
Scopus [®] Research Output	0 Journal Articles	0 Book Chapters	0 Conference Papers

Overview Books IPR Network CS Documents WoS Documents Scopus Documents

Documents per Year Scopus[®]

Citations per Year Google

Documents per Year WEB OF SCIENCE[®]

Score

Documents Citations H-Index I10-Index

Top 5 Papers by Citations Citation

Studi Eksperimental Sudut Nopel Dan Sudut Sudu Terhadap Kinerja Turbin Cross-flow
MUSMABDI, S.D., 24:33 Lvl. 1, Issue 1, 2017

**Lampiran 3. Biodata Ketua dan Anggota
Ketua Tim Pengusul**



I. IDENTITAS DIRI

1.1	Nama Lengkap (dengan gelar)	DR. AMRIZAL, S.T., M.T.
1.2	Jenis Kelamin	Laki-laki
1.3	Tempat dan Tanggal Lahir	SAWAHLUNTO/2-2-1970
1.4	NIP	197002021998031004
1.5	NIDN	0002027004
1.6	Jabatan Akademik	LEKTOR KEPALA
1.7	Pangkat/Golongan	PEMBINA/IVA
1.8	Nomor Telepon/Faks	-
1.9	Nomor HP	081379183699
1.10	Alamat Kantor	Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Jl Soemantri Brojonegoro No 1 Bandar Lampung, 35145
1.11	Nomor Telepon/Faks	0721-704947 / fax : 0721-704947
1.12	Alamat e-mail	amrizal@eng.unila.ac.id

II. RIWAYAT PENDIDIKAN

	S-1	S-2	S-3
2.1 Nama PT	Universitas Andalas	ITB	Universitat de Lleida
2.2 Bidang Ilmu	Teknik Mesin (Konversi Energi)	Teknik Mesin (Konversi Energi)	Solar Energy
2.3 Tahun Masuk	1990	1997	2008
2.4 Tahun Lulus	1996	2000	2012
2.5 Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Perancangan Boiler Kapasitas 16 Ton/Jam Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Salak	Kaji Eksperimental Karakteristik Filter Kain Sebagai Alat Penyaring Debu	Quasi-Dynamic Characterization Of PV/T Flat-Plate Collectors

I. PENGALAMAN PENELITIAN (bukan skripsi, tesis, maupun disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2017	Unjuk Kerja Kolektor Surya Pelat Datar Berdasarkan Material Absorber (Ketua)	DIPA BLU PPs Unila	40

2	2017	Karakterisasi Kolektor Surya Menggunakan Solar Simulator (Anggota)	DIPA FT Unila	10
3	2017	Produksi Bahan Bakar Padat Alternatif Setara Batubara Berbahan Dasar Sampah Kota Melalui Proses Torefaksi Sistem Kontinu (Anggota)	Penelitian Produk Terapan DIKTI	70
4	2016	Karakteristik Termal Material Absorber Kolektor Surya Pelat Datar (Ketua)	DIPA BLU Unila	15
5	2015	Tinjauan Keberlakuan Standar ISO 9806-1 dalam Pengujian Unjuk Kerja Termal Kolektor Surya Pada Kawasan Ekuator (Ketua)	Fundamental DIKTI	50
6	2015	Pengembangan Model Matematika Kinematika Reaksi Torefaksi (Anggota)	DIPA BLU Unila	15

*Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DRPM maupun dari sumber lainnya

II. PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1	2015	Penerapan Teknologi Pengeringan Karet Mentah Lembaran Menggunakan Kolektor Tenaga Matahari (Kelompok Tani Desa Gunung Timbul Kab. Tulang Bawang Barat) (Ketua)	IbM	47
2	2013	Pemberdayaan kelompok Tani Melalui Introduksi Teknologi Pengolahan Lateks Menjadi Karet Lembaran (Studi Kasus di Kab. TUBABAR) (Ketua)	DIPA BLU SENIOR	20
3	2013	Perberdayaan Gapoktan Kakao Melalui Penerapan Teknologi Pengering Surya dan Fermentasi (Studi Kasus di Kab. Pesawaran) (Anggota)	DIPA BLU SENIOR	20

*Tuliskan sumber pendanaan baik dari skema penelitian DRPM maupun dari sumber lainnya

III. PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor	Nama Jurnal
1	2017	Studi Eksperimental Sudut Nosel Dan Sudut Sudu Terhadap Kinerja Turbin <i>Cross-flow</i> (Anggota)	8/1, 24-33	Mechanical Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, ISSN 2087 1880
2	2013	Hybrid Photovoltaic-Thermal Solar Collector Dynamic Modelling (Ketua)	101, 797-807	Applied Energy http://www.journals.elsevier.com/applied-energy/
3	2012	A dynamic Model Based on the Piston Flow Concept for the Thermal Characterization of Solar Collectors (Ketua)	94,244-250	Applied Energy http://www.journals.elsevier.com/applied-energy/

IV. PENGALAMAN SEBAGAI PEMAKALAH DALAM SEMINAR ILMIAH INTERNASIONAL DAN ATAU SEMINAR ILMIAH NASIONAL

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Tema Seminar	Penyelenggara	Tempat
1	2017	Comparison Study of Solar Flat Plate Collector With Two Different Absorber Materials (Ketua)	The ¹ of Industrial Technology International Conference (FoITIC 2017)	Itenas	Bandung
2	2016	Perancangan, Pembuatan dan Pengujian Compact Heat Exchanger Pada Alat Pengering Kopi (Anggota)	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XV	ITB	Bandung
3	2015	Penerapan ISO 9806-1 Dalam Pengujian Unjuk Kerja Termal Kolektor Surya Pada Kawasan Ekuator - ISSN: 2477- 0477 (Ketua)	Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya (SENAFA 2015) Indonesian's Renewable Energy: Challenges and Opportunities	FMIPA Universitas Padjajaran	Jatinangor, Jawa Barat
4	2015	Optimasi periode data berdasarkan <i>time constant</i> pada pengujian unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar - ISBN 978- 602 -73732- 0 - 4 (Ketua)	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XIV	Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat	Banjarmasin, Kalimantan Selatan
5	2015	Pengembangan Model Matematika Kinematika Reaksi Torefaksi Sampah - ISBN 978-602 -73732- 0 - 4 (Anggota)	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XIV	Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat	Banjarmasin, Kalimantan Selatan
6	2014	Simulasi unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar dengan pendekatan temperature fluida kerja- ISBN 978-602-9841- 23- 7 (Ketua)	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XIII	Teknik Mesin Universitas Indonesia	Depok, Jawa Barat
7	2013	Dynamic Characterization of Flat-plate Solar Collector- ISBN 978-979-8510-61-8 (Ketua)	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XII	Teknik Mesin Universitas Lampung	Bandar Lampung, Lampung
8	2010	The Use of Filtering for the Dynamic Characterization of PV/T Flat-Plate Collectors-	International Conference on Solar Heating,Cooling	Graz University	Graz, Austria

		ISBN 978-3-901425-13-4 (Ketua)	and Buildings EuroSun		
9	2010	Experimental Optical Performance of a Nonimaging Fresnel Reflective Concentrator for Building Integration Applications- ISBN 978-3- 901425-13-4 (Anggota)	International Conference on Solar Heating, Cooling and Buildings EuroSun	Graz University	Graz, Austria

V. PENGALAMAN PENULISAN BUKU

No.	Tahun	Judul Buku	Jumlah Halaman	No. ISBN	Penerbit
1	2013	Dynamic Characterization of PV/T Flat-Plate Collectors (An extended quasi-dynamic model of EN 12975 involving electrical performance using a single diode photovoltaic model) (Ketua)	121	978-3-659- 37740-2	LAMBERT Academic Publishing (LAP) Germany

VI. PENGALAMAN PEROLEHAN HKI

Urutkan judul HKI yang pernah diterbitkan 5-10 tahun terakhir.

No.	Tahun	Judul/Tema HKI	Jenis	Nomor P/ID
		-		

VII. PENGALAMAN RUMUSAN KEBIJAKAN PUBLIK/REKAYASA SOSIAL 10 TAHUN TERAKHIR

No	Tahun	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang telah diterapkan	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
		-		

VIII. PENGHARGAAN DALAM 10 TAHUN TERAKHIR (dari Pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi pemberi penghargaan	Tahun
1	Penghargaan Publikasi Ilmiah Internasional (PPII) Batch I untuk 2 (dua) artikel ber-impact factor > 5	LPDP Kemenkeu	2016
2	Tanda Kehormatan Satyalancana Karya Satya X Tahun	Presiden RI	2017

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan pengajuan usulan Penelitian Pasca Sarjana DIPA BLU Unila 2019.

Bandarlampung, 27 Februari 2019
Yang menyatakan,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Amr' or similar, written in a cursive style.

Dr. Amrizal, S.T., M.T
NIP. 19700202199803 1004

A. Identitas Diri Anggota Peneliti



1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr. Muhammad Irsyad, ST, MT
2	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
3	Jabatan Struktural	-
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	197112142000121001
5	NIDN	0014127104
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Tanjung Bonai, 14 Desember 1971
7	Alamat Rumah	Jl. Hi. Abdul Latif No. 51, Nunyai Dalam, Kel. Rajabasanunyai, Kec. Rajabasa, Kota Bandar Lampung
9	Nomor Telepon/Faks/ HP	085269079617
10	Alamat Kantor	Gd H. FT Unila, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No.1 Kel. Gedung Meneng, Kec. Rajabasa, Bandar Lampung
11	Nomor Telepon/Faks	0721-3540937/0721-70494
12	Alamat e-mail	irsyad71@yahoo.com
13	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1= 25 orang; S-2= 0 Orang; S-3= 0 orang
14	Mata Kuliah yg Diampu	Mekanika Fluida 1 dan 2 Energi Biomassa Hidrolik dan Pneumatik Mesin-mesin Fluida Alat Penukar Kalor Kalkulus 1 dan 2 Matematika Teknik I

B. Riwayat Pendidikan

	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Andalas	Universitas Gadjah Mada	Institut Teknologi Bandung
Bidang Ilmu	Teknik Mesin	Teknik Mesin	Teknik Mesin
Tahun Masuk-Lulus	1991 – 1997	1999 - 2002	2012 - 2017
Topik Skripsi/Thesis/ Disertasi	Cyclone Separator	Jet Pump	Efisiensi energi sistem pengondisian udara
Nama Pembimbing/ Promotor	Ir. Adly Havendry, M.Sc	Prof. Dr. Indarto, DEA	Prof. Dr. Ari Darmawan Pasek

C. Pengalaman Penelitian

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Rp)
1	2016	Kajian Karakteristik Perpindahan Panas Bahan Berubah Fasa Untuk Aplikasi Pendinginan Ruangan, Tahun pertama (Ketua)	DIKTI	50,000,000,-
2	2016	Energy Efficient Building, tahun kedua (Anggota)	DIKTI	150,000,000,-
3	2015	Energy Efficient Building, tahun pertama (Anggota)	DIKTI	200,000,000,-
4	2015	Formula Garam Hidrat dan Additive Sebagai Refrigeran Sekunder untuk Menunjang Kinerja Refrigeran Hidrokarbon pada Sistem Chiller (Anggota)	Pertamina	60,000,000,-
5	2015	Smart Micro Grid Berbasis Energi Terbarukan (Asisten peneliti)	DIKTI	600,000,000,-
5	2013	Penambahan Minyak Kelapa Sawit pada Photovoltaic yang Terintegrasi Pada Dinding Bangunan Untuk Meningkatkan Efisiensi dan Menurunkan Beban Pendingin Ruangan (Ketua)	DIKTI	40,000,000,-

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat

No	Tahun	Judul Pengabdian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Rp)
1	2013	IbM kelompok usaha pengolahan ikan asin pulau pasaran kota Bandar Lampung	Dikti	48,250,000,-
2	2011	Program pemberdayaan masyarakat CSR PLN 2011, Desa Mandiri Energi PLTMH Desa Pesawaran Indah , Kabupaten Pesawaran	CSR PT PLN Wilayah Lampung	150,000,000,-
3	2011	IbM Gabungan Kelompok Tani Peternak Sapi Jati Agung Lampung Selatan (Pembuatan Biogas)	DP2M Dikti	50,000,000,-
4	2010	Pemberdayaan masyarakat dengan PLTMH di Desa Pesawaran Indah	KKN-ESD, DP2M Dikti	100,000,000,-

5	2010	IbM Pengembangan Sistem Irigasi dengan Menggunakan Pompa tanpa Motor (Hydrum Pump) untuk Persawahan Masyarakat di Dusun Tanjung Senang Desa Merak Batin	DP2M Dikti	50,000,000,-
---	------	---	------------	--------------

E. Riwayat Pekerjaan/ Proyek/Konsultan

1. Instruktur Diklat biogas Komunal, Diklat EBTKE ESDM, Juli, Agustus 2017
2. Kajian teknologi dan bahan alternative dalam rangka phase out HCFC dan POPs (anggota), Kementerian Perindustrian dan Perdagangan, Juni – Desember 2012
3. Perancangan thermoelectric generator (anggota), LAPI ITB– Chevron Geothermal Salak, Oktober 2013- Desember 2014
4. Aplikasi thermoelectric generator untuk penerangan (anggota), LAPI ITB– Chevron Geothermal Salak, Oktober 2013- Desember 2015
5. Strategi penanganan Refrigeran Bekas, Juni – Desember 2015
6. Kajian kesiapan industry dalam rangka penghapusan Hydro Fluoro Carbon (HFC) di Indonesia, Juni – Desember 2015

F. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal

1. Muhammad Irsyad, Aryadi Suwono, Yuli Setyo Indartono, Ari Darmawan Pasek, Muhammad Akbar Pradipta, 2018, *Phase Change Materials Development from Salt Hydrate for Application as Secondary Refrigerant in Air Conditioning System*, Science and Technology for the Built Environment, Vol.24, Issue.1, 90 – 96.
2. M.Irsyad, Yuli S. Indartono, Ari D. Pasek, Willy Adriansyah, 2017, Experimental Study on Flow Characters of Salt Hydrate Slurry in Phase Change Temperature Range, Engineering Journal, Vol. 21, Issue 5, 15 – 23.
3. M.Irsyad, Ari D. Pasek, Yuli S. Indartono, 2016, *An investigation of green roof deployment in Bandung city, Indonesia*, Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 11, No. 11.
4. Aryadi Suwono, M.Irsyad, Yuli S. Indartono, Ari D. Pasek, 2015, *Experimental study on flow and thermal characters of calcium chloride hydrate slurry*, Asean Engineering Journal Part A, Vol. 5, No. 2, Sept 2015
5. M. Irsyad, Yuli S. Indartono, Aryadi Suwono, Ari D. Pasek, 2015, *Thermal characteristics of non-edible oils as phase change materials candidate to application of air conditioning chilled water system*, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering vol. 88 (2015) 012051, 17th International Conference on the Cooling & Heating Technologies (ICCHT 2014), 4 – 6 November 2014, Selangor, Malaysia.
6. Aryadi Suwono, Yuli S. Indartono, M. Irsyad, Imam A. Afkar, 2015, *Application of calcium chloride as an additive for secondary refrigerant in the air conditioning system type chiller to minimized energy consumption*, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering Vol. 88 (2015) 012035, 7th International Conference on the Cooling & Heating Technologies (ICCHT 2014), 4 – 6 November 2014, Selangor, Malaysia.
7. Irsyad M, 2012, *Karakteristik Koefisien Perpindahan Panas Konveksi Paksa Pada Pemodelan Biji Kakao Dengan Naphthalene Menggunakan Analogi Perpindahan Panas*

- Dan Massa*, Jurnal Teknik, Fakultas Teknik UNTIRTA, Vol.8, No.2, Desember 2012, ISSN 1693-024X
8. Irsyad M, 2012, *Penggunaan Bentuk Sudu Setengah Silinder Elliptik Untuk Meningkatkan Efisiensi Turbin Savonius*, Jurnal Mekanika, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret, Vol.10, No.2, Maret 2012, ISSN 1412 – 7962
 9. Irsyad M, 2012, *Pengaruh Aliran Dua Fasa Gas-Cair terhadap Fluktuasi Gaya pada Dinding Pipa Horizontal*, Jurnal Mekanikal, Jurusan Teknik Mesin Universitas Tadulako, Vol.3, No.1, Januari 2012, ISSN 2086 – 3403.
 10. Irsyad M, 2011, *Getaran Pada Pipa Percabangan Tipe T Akibat Fluktuasi Aliran Dua Fasa Gas – Cair*, Jurnal Teknik Mesin ITS , Vol 11, No.3, September 2011
 11. Irsyad M, 2011, *Fluktuasi Gaya Pada Sambungan T Akibat Aliran Dua Fasa Cair-Gas*, Jurnal Mechanical, Jurusan Teknik Mesin Unila, Vol.2, No.1, Maret 2011
 12. Irsyad M, 2010, *Analisa Gaya Angkat (Lift Force) dan Gaya Hambat (Drag Force) pada Sayap UAV Tipe Draco Valans*, Jurnal Mekanikal, Jurusan Teknik Mesin Universitas Tadulako, Vol. 1, No. 2, hal. 40 – 51), 2010, ISSN 2086 – 3403
 13. Irsyad M, 2010, *Kinerja Turbin Air Tipe Darrieus dengan Sudu Hydrofoil Standar NACA 6512*, Jurnal Dinamika, Jurusan Teknik Mesin Universitas Haluoleo, Vol.1, No.2, Hal. 91 - 97, 2010, ISSN 2085-8817

G. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Prosiding Seminar Ilmiah

1. M. Irsyad, Harmen, 2016, *Potensi Material Fasa Berubah untuk Aplikasi Penyejuk Ruangan di Indonesia*, Seminar Nasional ke 3 Rekayasa Material, sistem Manufaktur, dan Energi 2016, FT UNHAS, Makassar 15 – 17 November 2016
2. M. Irsyad, Ari D Pasek, Yuli S. Indartono, Irvan B. Tarigan, *Karakteristik Viskositas Garam Hidrat pada Temperatur Perubahan Fasa*, Seminar Nasional Ke 3 Rekayasa Material Sistem Manufaktur dan Energi 2016, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, tanggal 15 – 17 November 2016
3. M. Irsyad, Yuli S. Indartono, Ari D. Pasek, Willy Adriansyah, *Fow Characteristic of Salt Hydrate Slurry in Phase Change Temperature Range*, ISER-27th International Conference on Heat Transfer and Fluid Flow (ICHTFF), Sydney 3 – 4 November 2016
4. M Irsyad, Harmen, 2016, *Heat transfer characteristics of coconut oil as phase change material to room cooling application*, International Symposium on Green Technology for Value Chain 2016 LIPI, Serpong 3-5 Oktober 2016
5. M Irsyad, A.D. Pasek, Y.S. Indratono, A.W. Pratomo, 2016, *Heat transfer characteristics of building walls using phase change material*, International Symposium on Green Technology for Value Chain 2016 LIPI, Serpong 3-5 Oktober 2016
6. Y. S. Indartoro, G.F. Mu'min, Setyo Adi, H. Riyanto, D. Hamdani, W Aria, F Handoko, M.Irsyad, Heriawan, 2015, *Simulation and Experimental Study on Thermo Electric Generator Application in Geothermal Power Plant at Salak Indonesia*, ICTST20 15 -International Conference on Thermal Science and Technology October, 19th - 22th, 2015, Dalian, China
7. M. Irsyad, Yuli S. Indartono, Aryadi Suwono, Ari D. Pasek, 2015, *Karakteristik Aliran dan Perpindahan Panas Campuran Air dan Minyak Nabati untuk Aplikasi Sebagai*

Refrigeran Sekunder, Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV), Banjarmasin, 7-8 Oktober 2015

8. Irsyad M, Indartono YS, Suwono A, Pasek AD, 2014, *Thermal characteristics of non-edible oils as phase change materials candidate to application of air conditioning chilled water system*, 7th International Conference on the Cooling & Heating Technologies (ICCHT 2014), 4 – 6 November 2014, Selangor, Malaysia.
9. Suwono A, Indartono YS, Irsyad M, Afkar AI, 2014, *Application of calcium chloride as an additive for secondary refrigerant in the air conditioning system type chiller to minimized energy consumption*, 7th International Conference on the Cooling & Heating Technologies (ICCHT 2014), 4 – 6 November 2014, Selangor, Malaysia.
10. Irsyad M, , Suwono A, Indartono YS, Pasek AD, Mahendra WC, 2014, *Studi Karakteristik Garam Hidrat Sebagai Kandidat Refrigeran Sekunder Pada Sistem Pengkondisian Udara Jenis Chiller*, Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIII (SNTTM XIII), 15 - 16 Oktober 2014, hal. 513 – 517, UI Depok, Indonesia
11. Irsyad M, Suwono A, Indartono YS, 2013, *Prediksi Penurunan Daya Pompa Akibat Penambahan Bahan Berubah Fasa Pada Refrigeran Sekunder Sistem Pengondisian Udara Jenis Chilled Water*, Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XII (SNTTM XII), Bandar Lampung, 23-24 Oktober 2013, p. 1-5., Bandar Lampung. Indonesia
12. Indartono YS, Abdurrachim H, Yuliarto B, Rachmilda T, Irsyad M, Witjaksono RM, Swandiko S, 2012, *Improving Photovoltaics Performance by Using Palm Oil as Phase Change Material*, International Conference on Cooling & Heating Technology 2012, Xi'an, China
13. Irsyad M, 2010, Pengaruh Diameter Lubang Buang Pada Vortex Basin Terhadap Kinerja Turbin Air, Seminar Nasional Sain dan Teknologi III (SATEK III), Universitas Lampung, 18 – 19 November 2010, Bandar Lampung, Indonesia
14. Irsyad M, 2010, Pengaruh Sudut Serang (Angle Attack) Sudu Terhadap Putaran dan Tip Speed Ratio Kincir Angin Tipe Fan, Seminar Hasil-Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Unila, 18 -19 September 2010, Bandar Lampung, Indonesia
15. Irsyad M, 2009, *Pengaruh Pola Aliran Fluida Gas-Cair Terhadap Getaran pada Pengecilan Penampang Pipa Horizontal*, Temu Ilmiah Nasional Dosen Teknik (TINDT – VIII) 2009 Fakultas Teknik, Universitas Tarumanegara, 25 November 2009, Jakarta, Indonesia
16. Irsyad M, 2009, *Pengaruh Pola Aliran Fluida Gas-Cair Terhadap Getaran pada Belokan Pipa Horizontal*, Seminar Nasional Mesin & Industri (SNMI5)2009 Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanegara, 08 Oktober 2009, Jakarta, Indonesia
17. Irsyad M, *Pengaruh Variasi Diameter Pipa Saluran Pompa Terhadap Kinerja Pompa Tali Tenaga Angin*, Seminar Hasil-Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Unila, 5 Oktober 2009, Bandar Lampung, Indonesia
18. Irsyad M, 2009, *Studi Eksperimental Model Pompa Tali Tenaga Angin dengan Variasi Jarak Cincin Pompa* Seminar Nasional Industrial Services, Fakultas Teknik UNTIRTA, 29 April 2009, Cilegon, Indonesia
19. Irsyad M, 2007, *Studi Komputasi Distribusi Aliran Fluida pada Percabangan Pipa Horizontal Dua Dimensi*, Seminar Hasil-Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Unila, 10 -11 Sept 2007, Bandar Lampung, Indonesia

20. Gandidi IM, Harmen, Irsyad M, 2006, *Pemodelan Temperatur Keluar Penukar Kalor dengan Metode Komputasi*, Prosiding HEDS Seminar on Science and Technology (HEDS-SST) 2006, Jakarta, Indonesia
21. Irsyad M, 2006, *Pengaruh Jenis Aliran Masuk Terhadap Kinerja Siklon Separator*, Prosiding Seminar Ilmiah Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat di Universitas Lampung Edisi II, ISBN 979-8287-82-7, Bandar Lampung, Indonesia
22. Irsyad M, 2006, *Kaji Eksperimental Pengaruh Throat Terhadap Kinerja Ejektor Pada Jet Pump*, Proceeding National Seminar On ASET '05 di Universitas Lampung Volume I, ISBN : 979-8287-80-0, Bandar Lampung, Indonesia
23. Irsyad M, 2005, *Anaylsis of the flow distribution for horizontal area at three branched-pipe*, Prosiding Seminar HEDS-SST 2005, Jakarta, Indonesia
24. Irsyad M, 2004, *Studi Eksperimental Pengaruh Spasi Nosel Terhadap Kinerja Ejektor Untuk Pompa Sentrifugal*, Prosiding Seminar HEDS-SST 2004 di Pekanbaru, Indonesia.

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan pengajuan usulan Penelitian Pasca Sarjana DIPA BLU Unila 2019.

Bandarlampung, 02 Maret 2019

Yang menyatakan,



Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T.
NIP. 197112142000121001

Biodata Anggota Tim Pengusul

IDENTITAS DIRI				
Nama	:	Dr. Amrul, S.T., M.T		
Pangkat/Golongan	:	Penata/III.c		
Jabatan Fungsional	:	Lektor		
NIP/NIK	:	19710331 199903 1003		
NIDN	:	0031037103		
Tempat dan Tanggal Lahir	:	Suliki, 31 Maret 1971		
E-mail	:	amrulh@yahoo.com		
Mobile Phone	:	081540816983		
Alamat Kantor	:	Jl. S. Brojonegoro No. 1, Bandarlampung		
Telp/Faks	:	0721-7479221/0721-7479221		
Lulusan yang telah dihasilkan	:	S-1 = 100 orang, S-2 = 1 orang, S-3 = - orang		
Mata Kuliah yang Diampu	:	1. Termodinamika Teknik 2. Teknik Pendingin dan Pengkondisian Udara 3. Mesin Konversi Energi 4. Matematika Teknik II		
RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI				
		S-1	S-2	S-3
Perguruan Tinggi		Univ. Andalas	ITB	ITB
Bidang Ilmu		Teknik Mesin	Teknik Mesin	Teknik Mesin
Tahun Masuk-Lulus		1990-1997	1998-2001	2008-2014
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi		Kaji Eksperimental Fenomena Bantalan Hidrodinamik	Mesin Refrigerasi Hibrid Menggunakan Refrigeran Hidrokarbon HCR-12	Pemanfaatan Sampah menjadi Bahan Bakar Padat Bernilai Kalor Tinggi melalui Proses Torefaksi
Promotor		Dr.-Ing. Uyung Gatot Syafrawi Dinata	Dr. Ir. Ari Darmawan Pasek	Prof. Dr. Aryadi Suwono, Prof. Dr. Ari Darmawan Pasek, Dr. Toto Hardianto
PENGALAMAN PENELITIAN				
Tahun	Judul Penelitian	Ketua/Anggota	Sumber Dana	
2009	Pemanfaatan Sampah Menjadi Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan Melalui Proses Torefaksi	Anggota	Stranas, Dikti	
2011	Pemanfaatan Sampah Menjadi Bahan Bakar Padat Bernilai Kalor Tinggi Melalui Proses Torefaksi	Ketua	Hibah Doktor, Dikti	
2012	Review of Solid Waste Utilization; Material Recycling, Incineration and Energy Recovery of Solid Waste over the Metropolitans and the	Anggota	KIER, Korea Selatan	

	Whole Country (The case of Indonesia)		
2012	Pengembangan Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan Setara Batubara Dari Bahan Baku Sampah Kota Melalui Proses Torefaksi (Batch I)	Anggota	Medco Energy
2013	Pengembangan Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan Setara Batubara Dari Bahan Baku Sampah Kota Melalui Proses Torefaksi (Batch II)	Anggota	Medco Energy
PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH			
Tahun	Judul	Penerbit/Jurnal	
2009	Municipal Solid Waste Potential for High Calorific Solid Fuel by Torrefaction Process	Proceedings of the International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion 2009, Tongyeong, South Korea, ISSN 0854 – 9346	
2009	Solid Waste as Solid Fuel to Subbituminous Coal Grade by Torrefaction Process	Proceeding of Regional Conference on Mechanical and Aerospace Technology, Bali, February 9 – 10, 2010, ISBN: 978-602-96269-0-2	
2010	Solid Fuel From Torrefied Municipal Solid Waste, Proceeding of Renewable Energy 2010	Advanced Technology Path to Global Sustainability, Joint with 4 th International Solar Energy Society Conference, Asia Pacific Region, 27 June-2 July, 2010, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan	
2010	Karakterisasi Sifat-Sifat Pembakaran Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan yang Berasal dari Sampah Kota	Digital Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin IX, Hotel Arya Duta Palembang, 13 - 15 Oktober 2010, ISBN: 978-602-97742-0-7	
2010	The Influence of Municipal Solid Waste Components Composition on Main Parameters of Torrefaction to Produce High-Calorie Solid Fuel	Proceedings of the 5 th International Conference on Cooling and Heating Technologies 2010, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia, December 9-11, 2010, ISSN 1976 – 278X	
2011	Balance Energi pada Proses Torefaksi Sampah Kota Menjadi Bahan Bakar Padat Ramah Lingkungan Setara Batubara untuk Memperhitungkan Tingkat Kelayakannya	Digital Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin X, Kampus Universitas Brawijaya, Malang, 2 – 3 November 2011	
2012	Studi Awal Kelayakan Ekonomi Pabrik Torefaksi Sampah Perkotaan Menjadi Bahan Bakar Padat Setara Batubara Skala	Proceedings Seminar Nasional Energi Terbarukan dan Produksi Bersih 2012, Bandar Lampung, 20 Juni 2012, ISSN: 0016087403	

	Pilot Berkapasitas 25 Ton per Jam	
2013	Konversi Bahan Bakar Padat dari Sampah Kota melalui Torefaksi: Optimasi Temperatur Torefaksi Simultan Berdasarkan Hasil Uji Temperatur Torefaksi Masing-Masing Komponennya	Proceedings Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM-XII), 2013, Bandar Lampung, 23-24 Oktober 2013, ISBN: 978-979-8510-61-8.
2013	Konversi Sampah Kota Menjadi Bahan Bakar Padat: Modifikasi Sistem Torefaksi Kontinu Unggun Terfluidisasi untuk Mengakomodasi Karakteristik Sampah	Proceedings Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM-XII), 2013, Bandar Lampung, 23-24 Oktober 2013, ISBN: 978-979-8510-61-8.
2013	Simultaneous Torrefaction Modeling of Municipal Solid Waste for High Calorific Value Solid Fuel	Proceedings of the 8 th International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion (FTEC 2013), 9-10 November 2013, Semarang, Indonesia, ISBN 978-602-8462-25-9.

PEMAKALAH SEMINAR ILMIAH

Tahun	Judul Kegiatan	Penyelenggara	Panitia/Peserta
2009	International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion 2009	National Technology University, Tongyeong, South Korea	Peserta
2010	The 4 th International Solar Energy Society Conference, Asia Pacific Region 2010	Renewable Energy 2010 - Advanced Technology Path to Global Sustainability, Japan	Peserta
2010	The 5 th International Conference on Cooling and Heating Technologies 2010	Institut Teknologi Bandung bekerjasama dengan ASHRAE Chapter Indonesia	Peserta
2012	Seminar Nasional Energi Terbarukan dan Produksi Bersih 2012	Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung	Peserta

PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Tahun	Jenis>Nama Kegiatan	Pendanaan

PENGHARGAAN/PIAGAM		
Tahun	Bentuk Penghargaan	Pemberi
2011	103 Inovasi Paling Prospektif 2011	Menteri Negara Riset dan Teknologi - Republik Indonesia

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan pengajuan usulan Penelitian Pasca Sarjana DIPA BLU Unila 2019.

Bandarlampung, 08 Maret 2019

Yang menyatakan,



Amrul, S.T., M.T

NIP. 19710331 199903 1003

Lampiran 4 Surat Keterangan Mahasiswa Pascasarjana



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN-FAKULTAS TEKNIK
Gedung H. Lantai 2 Fak. Teknik
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145**

SURAT KETERANGAN
No: 12/UN 26/5.3/PP/2019

Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin menerangkan bahwa:

Nama : Agung Nugroho
NPM : 1825021006
Program Studi : Magister Teknik Mesin
Minat Utama : Rekayasa Energi
Semester : II

adalah benar mahasiswa Magister Teknik Mesin Lampung dan sedang terlibat dalam pengurusan kegiatan Program Penelitian Pasca Sarjana Unila 2019 dengan judul: Penggunaan Pipa Persegi (*Rectangular Tube*) dengan Nanofluida Pada Absorber Kolektor Surya PV/T dan Pembimbing Utama:

Nama : Dr. Amrizal, S.T., M.T.
Pangkat Golongan : Lektor Kepala / IV a
NIP : 197002021998031004

Demikian surat keterangan ini dibuat agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

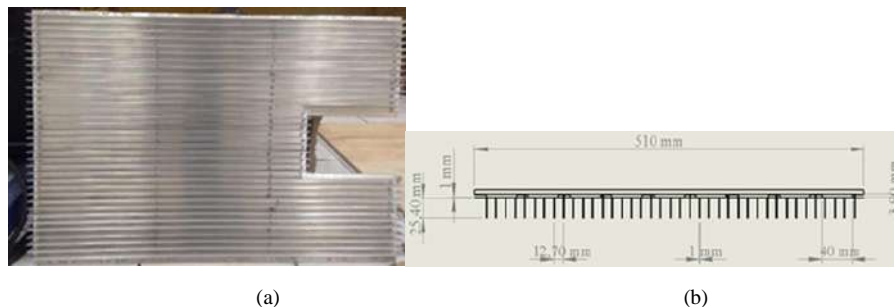
Bandar Lampung, 2 Maret 2019
Ketua PS. Magister Teknik Mesin

Amrizal, S.T., M.T., Ph.D
NIP: 197002021998031004

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Pelaksanaan kegiatan secara efektif dimulai pada bulan Agustus 2021. Hasil pelaksanaan penelitian yang sudah didapatkan dalam kurun waktu yang singkat ini diantaranya adalah data eksperimen dan data hasil pengembangan kinerja berbagai bentuk sirip yang dilakukan dengan simulasi menggunakan bantuan Program Ansys [1]. Data eksperimen ini diperlukan untuk proses validasi kemampuan Program Ansys yang akan digunakan. Untuk keperluan validasi ini telah dilakukan pengujian kinerja kolektor PV/T dengan bentuk sirip linear sekaligus divariasikan intensitas radiasi dan laju aliran massa fluida kerja. Desain sirip lurus yang dilengkapi dengan dimensinya dan diwujudkan dalam bentuk benda uji dan telah dilakukan eksperimen seperti terlihat pada Gambar 1a dan 1b.



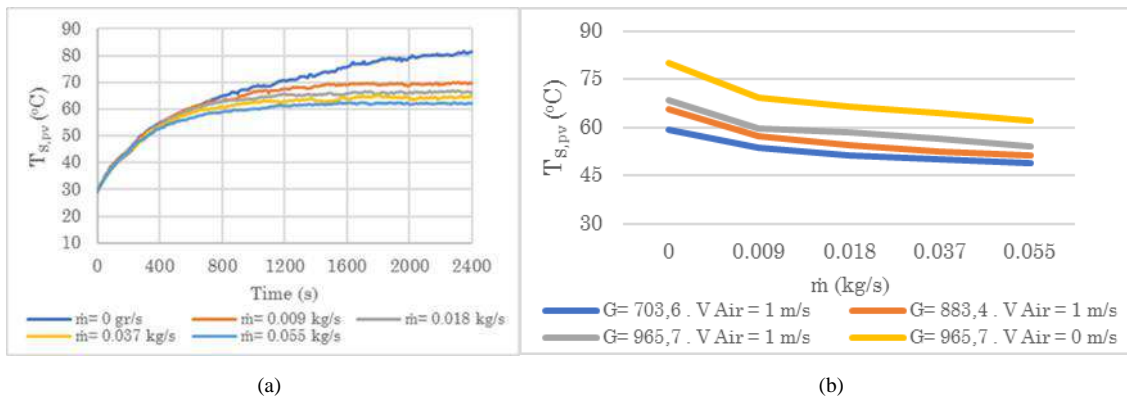
Gambar 1. Benda uji absorber sirip lurus (a) dan sketsa dimensi dan ketinggian sirip

Data eksperimen berupa penentuan time konstan untuk mengetahui batas penyimpanan (record) data dan penurunan temperatur permukaan kolektor PV/T disajikan seperti pada grafik berikut.



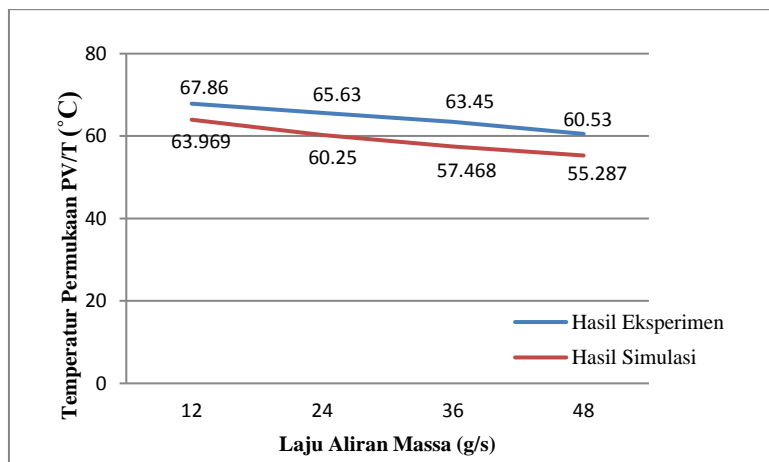
Gambar 2. Solar simulator sebagai representasi radiasi matahari

Data eksperimen berupa penentuan time konstan untuk mengetahui batas penyimpanan (record) data dan penurunan temperatur permukaan kolektor PV/T disajikan seperti pada grafik berikut.



Gambar 3. Data pengujian time constant (a) dan temperatur permukaan kolektor PV/T terhadap laju aliran massa udara

Beberapa pengujian telah dilakukan untuk keperluan data validasi dan digunakan untuk mengetahui apakah Program Ansys yang akan digunakan dapat mewakili karakter dari kondisi real pengujian. Data eksperimen ini kemudian digunakan untuk proses validasi yang dapat dilihat pada Gambar 4, dimana terdapat kecenderungan grafik yang sama antara simulasi dan eksperimen dimana perbedaan nilai rata-ratanya dibawah 10%. Dengan demikian Program Ansys ini dapat digunakan untuk merepresentasikan kinerja beberapa bentuk sirip yang berbeda melalui proses simulasi. Tiga bentuk sirip selanjutnya disimulasikan dan dilihat karakteristik perbedaan suhu dan tekanan yang terjadi dan selanjutnya dianalisa dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5 - 6.



Gambar 4. Data hasil validasi eksperimen dan simulasi

Tujuan utama pengumpulan data eksperimen adalah untuk kebutuhan proses validasi akan tetapi dari hasil eksperimen ini juga dapat dikembangkan untuk mengetahui unjuk kerja termal kolektor PV/T bersirip lurus dengan memvariasikan radiasi dan laju aliran massa fluida masing masing 703,6, 883,4, 965,7 (W/m²) dan 0.009, 0.018, 0.037, 0.055 (kg/s). Hasil pengujian ini berupa distribusi temperatur permukaan untuk menggambarkan efisiensi termal dari kolektor PV/T. Analisa data ini juga dapat dijadikan sebuah artikel sebagai luaran tambahan yang diseminarkan pada konferensi Internasional.

Selanjutnya analisa terhadap data eksperimen seperti pada Gambar 3a, nilai time constant kolektor adalah 400 detik dengan demikian awal pengukuran atau pengambilan data menurut standar pengujian EN 12975[2] adalah 4 kali time konstant yaitu pada waktu 1600 detik. Sedangkan Gambar 3a dapat dijelaskan hubungan laju aliran massa fluida terhadap temperatur permukaan panel PV/T dengan intensitas radiasi yang berbeda. Secara umum, dalam pengujian ini diterapkan kecepatan udara lingkungan sekitar 1 m/s dengan bantuan kipas yang dilewatkan ke bagian atas dari permukaan kolektor yang merupakan persyaratan dalam standar suatu pengujian. Sedangkan untuk proses pendinginan, udara sebagai fluida kerja dengan bantuan blower dialirkan melalui saluran bersirip pada bagian bawah dari kolektor. Sementara itu kolektor tanpa aliran udara lingkungan ($V_{air} = 0$ m/s) juga diaplikasikan pada penelitian ini untuk mengetahui pengaruhnya terhadap temperatur permukaan panel PV/T.

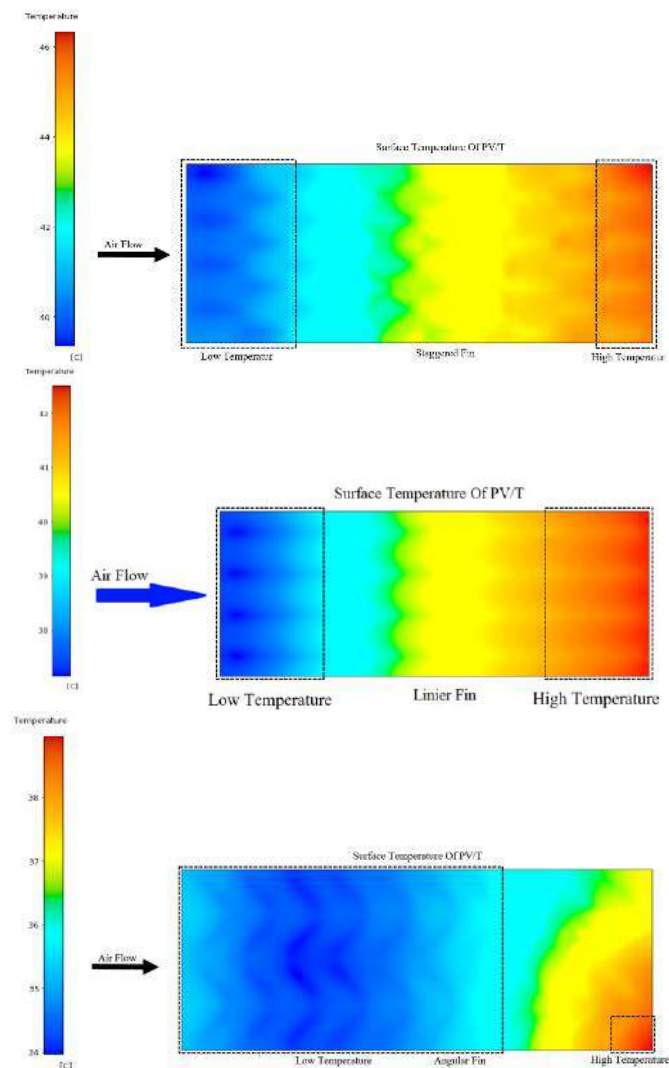
Dari Gambar 3b dapat dijelaskan bahwa semakin besar laju aliran massa fluida maka temperatur permukaan panel PV akan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena semakin besar laju aliran massa pada kolektor termal maka semakin besar panas sisa yang terserap oleh udara yang mengalir dan membawanya ke saluran keluar sehingga temperatur permukaan panel PV juga akan menurun. Sementara itu, peningkatan intensitas radiasi menyebabkan

kenaikan suhu permukaan panel PV dimana terjadi perbedaan yang signifikan ketika *dengan* dan *tanpa* aliran udara lingkungan seperti pada kasus intensitas radiasi 965.7 (W/m²). Pada kondisi ini terdapat perbedaan temperatur sekitar 6-8 °C. Fenomena perbedaan temperatur yang sama juga terjadi pada variasi radiasi yang lainnya walaupun tidak sebesar *dengan* dan *tanpa* aliran udara lingkungan.

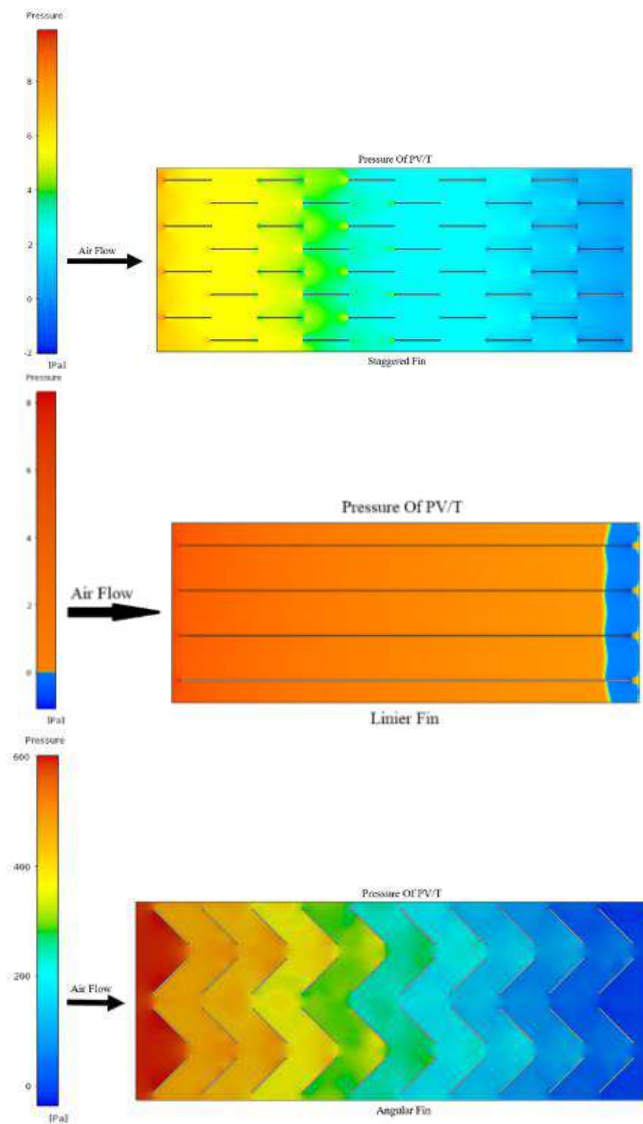
Selanjutnya, kegiatan ini mensimulasikan tiga bentuk sirip yang berbeda yaitu **sirip staggered, lurus dan bersudut**. Berikut ini adalah hasil simulasi dengan menggunakan Program Ansys.

Tabel 1 hasil simulasi dari tiga variasi bentuk sirip

Radiation	Variation of Fin	Mass Flow Rate	Area	Volume	Absorptivity	Thermal Energy [84%]	Power	Q Generation	Convection Thermal Coefficient	T _{ambient}	T _{f, in}	T _{f, out}	T _{c, PV}	Pressure Drop
[W/m ²]		[G/S]	[m ²]	[m ³]	[0.92]	[W/m ²]	[WATT]	[W/m ³]	[W/m ² .K]	[C]	[C]	[C]	[C]	Pa
1000	STAGGERED	12	0.104	0.0000312	920	772.8	80.3712	2576000	2.8	30	30	37.327	52.718	2.5289
1000		24	0.104	0.0000312	920	772.8	80.3712	2576000	2.8	30	30	33.698	45.064	7.4552
1000		36	0.104	0.0000312	920	772.8	80.3712	2576000	2.8	30	30	32.494	41.743	14.77
1000		48	0.104	0.0000312	920	772.8	80.3712	2576000	2.8	30	30	31.887	39.778	24.17
1000	LINIER	12	0.104	0.0000312	920	772.8	80.3712	2576000	2.8	30	30	35.113	48.675	2.054
1000		24	0.104	0.0000312	920	772.8	80.3712	2576000	2.8	30	30	32.564	41.748	5.997
1000		36	0.104	0.0000312	920	772.8	80.3712	2576000	2.8	30	30	31.719	38.888	11.628
1000		48	0.104	0.0000312	920	772.8	80.3712	2576000	2.8	30	30	31.302	37.278	18.817
1000	SUDUT	12	0.104	0.0000312	920	772.8	80.3712	2576000	2.8	30	30	35.403	39.815	148.780
1000		24	0.104	0.0000312	920	772.8	80.3712	2576000	2.8	30	30	33.073	36.191	588.010
1000		36	0.104	0.0000312	920	772.8	80.3712	2576000	2.8	30	30	32.779	34.933	1333.100
1000		48	0.104	0.0000312	920	772.8	80.3712	2576000	2.8	30	30	33.155	34.530	2341.900

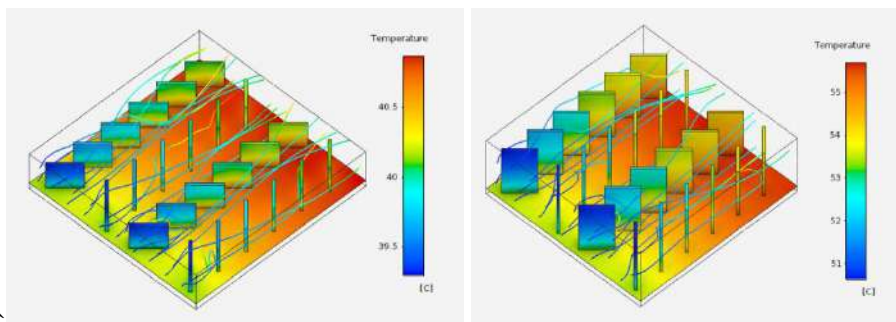


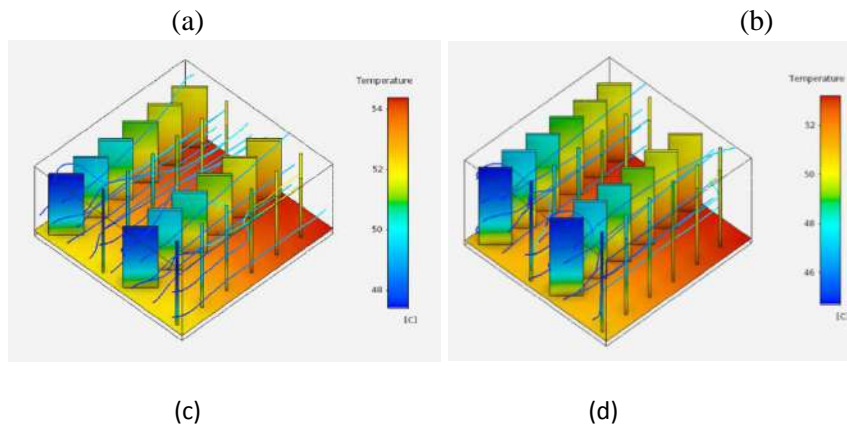
Gambar 5. Data contour temperature untuk absorber dengan sirip staggered, lurus dan bersudut



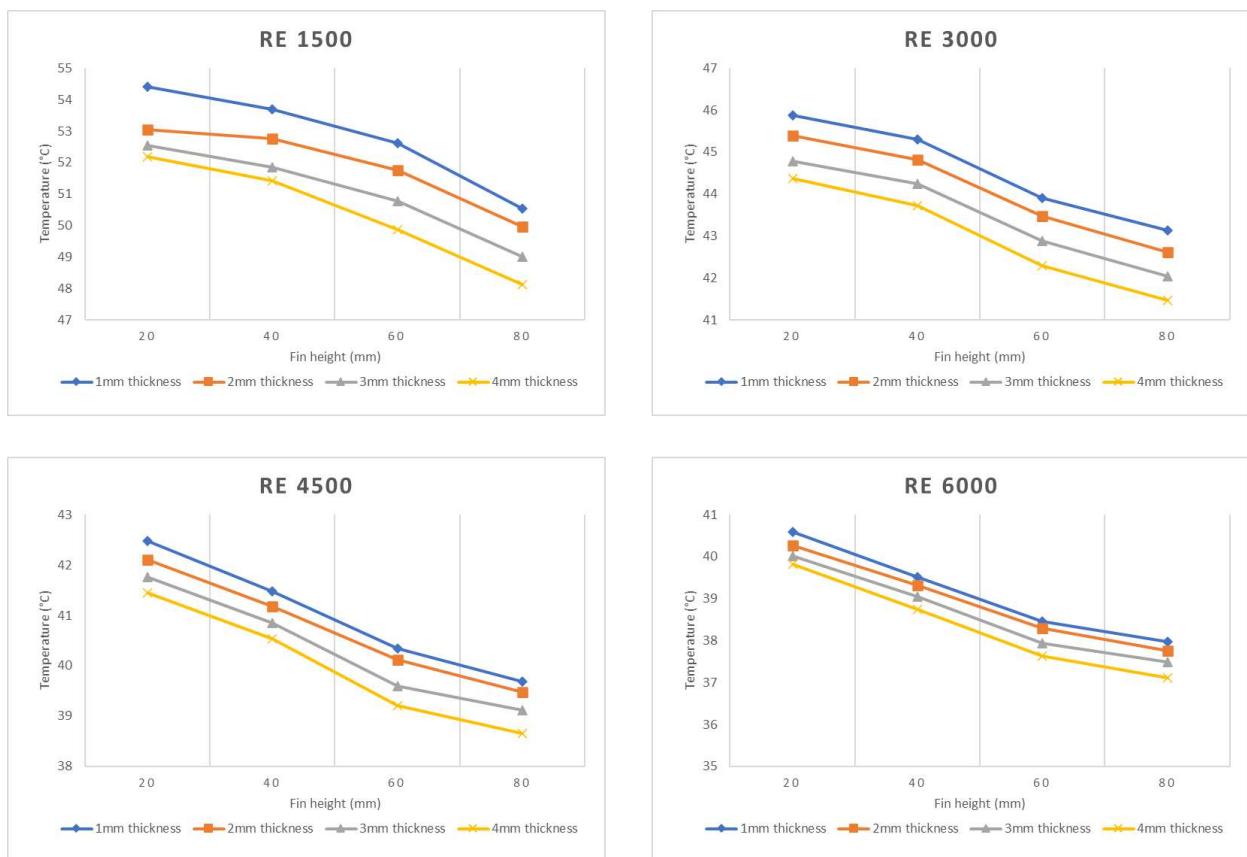
Gambar 6. Data *contour temperature* untuk absorber dengan sirip staggered, lurus dan bersudut

Dari Tabel 1 terlihat hasil rata-rata suhu permukaan dan presure drop yang terjadi dimana bentuk sirip bersudut menghasilkan kinerja yang lebih baik dalam proses penurunan suhunya dibandingkan dengan dua bentuk sudut yang lain. Perbedaan suhu rata-rata yang terjadi antara sirip bersudut dengan dua bentuk sudut lainnya berada dalam batas 5-12 °C. Dalam sistem kolektor PV/T semakin rendah suhu operasional suatu kolektor maka akan semakin baik efisiensi listriknya [3]. Namun pada sirip bersudut ini seperti terlihat dari Tabel 1 dan Gambar 5-6 juga memberikan peningkatan pressure drop yang signifikan sehingga dapat meningkatkan biaya pemompaan fluida kerja. Dari hasil terbaik yang diberikan sudut bersirip dalam hal penurunan suhu permukaan PV ini maka pengembangan terhadap geometri jenis sudut perlu dilakukan seperti yang diberikan pada Gambar 7-8 berikut.





Gambar 7. Data *contour temperature* untuk absorber sirip bersudut dengan ketinggian sirip (a) 20 mm, (b) 40 mm (c) 60 mm, (d) 80 mm



Gambar 8. Data temperatur permukaan PV terhadap variasi ketebalan dan ketinggian sirip pada bilangan Reynold tertentu

Hasil simulasi seperti terdapat dalam Gambar 7-8 menjelaskan pengaruh geometri absorber bersudut berdasarkan variasi ketebalan dan tinggi sirip terhadap temperatur permukaan PV. Seiring dengan peningkatan bilangan Reynold maka terjadi penurunan suhu permukaan PV. Dalam bilangan Reynold (RE) yang sama peningkatan ketinggian dan ketebalan sirip kan menurunkan temperatur permukaan PV. Dari eksperimen didapatkan hasil berupa penurunan suhu permukaan kolektor PV yang signifikan terjadi pada jenis absorber bersudut, geometri dan fluida kerja. Hasil pengembangan ini lebih dalam dibahas pada artikel yang akan disubmit sebagai **luaran wajib**.

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis

luaran yang dijanjikan serta mengunggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui Simlitabmas.

Dalam penelitian tahun 1 ini dijanjikan luaran berupa artikel yang dipublish pada Jurnal Internasional bereputasi sebagai **luaran wajib** dan artikel yang diseminarkan pada konferensi Internasional sebagai **luaran tambahan**. Luaran wajib yang dijanjikan baru dalam bentuk draft yang sedang penyempurnaan dan segera akan disubmit dalam waktu dekat. Sedangkan luaran tambahan berupa artikel telah diseminarkan dan dipresentasikan

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUP). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui Simlitabmas.

TIDAK ADA MITRA

.....

.....

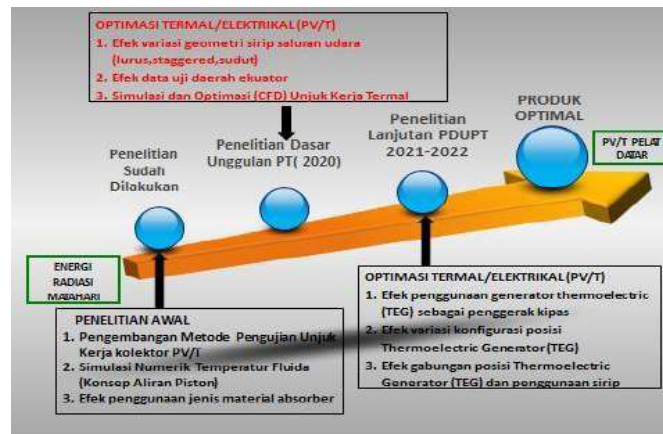
F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Kesulitan yang dihadapi dalam penelitian ini adalah **waktu yang singkat** karena pencairan dana baru pada bulan Agustus 2021. Akan tetapi luaran wajib ini sudah dalam tahap draft yang siap untuk disubmit dalam waktu dekat. Disamping itu juga telah dihasilkan **luaran tambahan** berupa artikel yang diseminarkan pada ICOMEET 2021 yang diselenggarakan secara online pada tanggal 3-4 November. Pada awalnya, artikel ini akan dipublish oleh panitia pada *AIP Proceedings* yang terindeks scopus, akan tetapi artikel ini juga telah terpilih sebagai **7 selected paper** dan panitia menawarkan untuk diajukan ke Jurnal bereputasi *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences* dan akan disubmit paling lambat tanggal 26 November 2021. Sementara itu luaran wajib yang semula akan dikirim ke Jurnal IJAME dialihkan dan disubmit ke jurnal bereputasi lainnya yaitu *CFD Letters* karena peneliti pernah menjadi reviewer pada April 2021 dan setelah itu peneliti ditawarkan agar mengirimkan artikel ke Jurnal ini. Dengan demikian peneliti ingin memanfaatkan kesempatan yang sudah diberikan oleh Jurnal *CFD Letters* ini. Dalam waktu dekat ini artikel sebagai luaran wajib ini segera disubmit karena draft telah dan sedang dalam perbaikan. Selanjutnya kesulitan lain yang dihadapi dalam proses penelitian ini adalah pada pembuatan sirip (absorber) dari aluminium untuk keperluan eksperimen (data validasi). Proses pemotongan, pembentukan dan penempelan sirip ke permukaan PV sulit dan harus dikerjakan secara baik dan teliti agar dapat menempel dengan rapat dan tidak merusak lapisan PV.

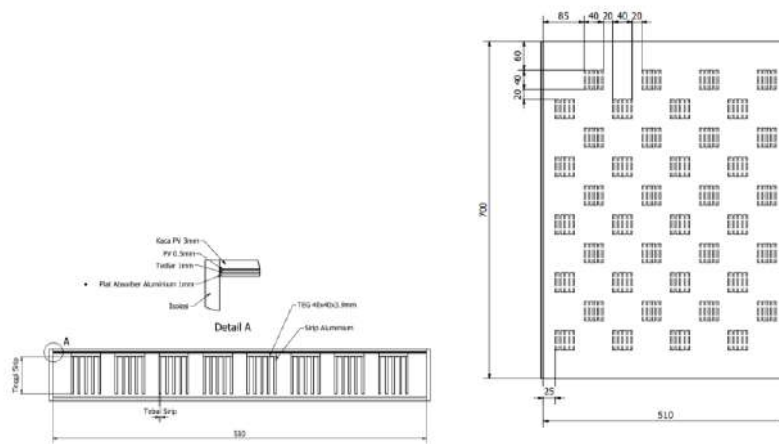
G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

Rencana penelitian tahun ke 2 berikutnya seperti sudah diajukan pada proposal adalah pengembangan untuk mengetahui **karakteristik penggunaan TEC** yang ditempelkan pada bagian permukaan bawah PV. Pengembangan TEC ini sesuai dengan roadmap penelitian yang disajikan dalam Gambar 9 yang seharusnya dilaksanakan tahun 2021 ini, namun karena pandemi Covid 19 kegiatan ini tertunda dan diusulkan untuk dilaksanakan tahun 2022. Tujuan dari penggabungan TEC dan PV ini adalah untuk memanfaatkan perbedaan panas sisa pada bagian sisi-sisi panas dan dingin dari permukaan PV tersebut. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah didapatkan pada penelitian tahun 1 dimana **sirip bersudut** memberikan hasil yang terbaik dalam penyerapan panas, maka **penempatan posisi TEC** pada penelitian tahun 2 akan mengikuti **pola bersudut** seperti pada Gambar 2. Rencana pengembangan variasi pemakaian TEC melalui proses simulasi juga berdasarkan **jumlah TEC** yang digunakan kemudian dibandingkan dengan **tanpa penggunaan TEC** untuk melihat perbedaan

karakteristik yang terjadi. Parameter yang akan ditentukan dalam penelitian ini adalah perubahan **suhu permukaan PV (T_{pv})** yang terjadi akibat adanya penggunaan variasi posisi dan jumlah TEC. Parameter ini menjadi penting karena akan menjadi **penentu kemampuan sebuah TEC** untuk menghasilkan listrik tambahan untuk memanfaatkan panas sisa sehingga akan meningkatkan efisiensi listrik total dari sebuah PV. Selanjutnya penggunaan TEC yang optimal pada tahun 2 akan menjadi indikator atau acuan untuk pelaksanaan penelitian pada tahun 3. Luaran yang akan diberikan pada penelitian tahun 2 ini adalah sama dengan luaran pada tahun 1. Jenis luaran dalam penelitian tahun 2 ini adalah satu artikel yang dipublish pada Jurnal Internasional bereputasi sebagai **luaran wajib** dan satu artikel yang diseminarkan pada konferensi Internasional sebagai **luaran tambahan**. Untuk mewujudkan luaran tahun 2 ini kegiatan penelitian seharusnya sudah dapat dimulai lebih awal terutama dalam proses simulasi dengan menggunakan peralatan komputer PC dan Program Ansys pada tahun sebelumnya. Berikut adalah roadmap penelitian secara umum sesuai dengan proposal yang telah diajukan.



Gambar 9. Roadmap penelitian



Gambar 10. Sketsa geometri dan penempatan TEC mengikutin pola bersudut

Pada Gambar 10 diberikan sketsa penempatan posisi dan dimensi TEC pada permukaan kolektor PV yang akan dilihat karakteristik kinerjanya pada penelitian tahun 2.

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. ANSYS, ANSYS Fluent Theory Guide, ANSYS Inc, 2020.
2. European Standard EN 12975, "CEN European Committee for Standardisation" (2006)
3. T.T. Chow, "A review on photovoltaic/thermal hybrid solar technology", Applied Energy Volume 87, Issue 2, pp. 365-379 (2010)



Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
Gedung BPPT II Lantai 19, Jl. MH. Thamrin No. 8 Jakarta Pusat
<https://simlitabmas.ristekdikti.go.id/>

PROTEKSI ISI LAPORAN AKHIR PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

LAPORAN AKHIR PENELITIAN MULTI TAHUN

ID Proposal: cee2e6e0-aafa-419e-aa20-246dcb4e4e5e

laporan akhir Penelitian: tahun ke-2 dari 3 tahun

1. IDENTITAS PENELITIAN

A. JUDUL PENELITIAN

Karakterisasi kemampuan kolektor surya PV/T pelat datar dengan penambahan Thermal Electric Generator (TEG) dan sirip

B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
Energi	-	Pengembangan Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya	Teknik Mesin (dan Ilmu Permesinan Lain)

C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Desentralisasi			SBK Riset Dasar	2	3

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama (Peran)	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
AMRIZAL - Ketua Pengusul	Universitas Lampung	Teknik Mesin		5985671	3
AMRUL - Anggota Pengusul	Universitas Lampung	Teknik Mesin	Membantu desain awal dan data-data untuk validasi	6159641	2

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra
-------	------------

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya)	Keterangan (url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya)
1	Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks Bereputasi	Submitted	International Journal of Automatic and Mechanical Engineering
3	Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks Bereputasi		International Journal of Automatic and Mechanical Engineering
2	Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks Bereputasi	Accepted	International Journal of Automatic and Mechanical Engineering
2	Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks Bereputasi	Submitted	International Journal of Automatic and Mechanical Engineering

Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya)	Keterangan (url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya)
1	Artikel pada Conference/ Seminar Internasional di Pengindeks Bereputasi	Submitted	IC STAR
2	Artikel pada Conference/ Seminar Internasional di Pengindeks Bereputasi	Accepted	ICOME
3	Artikel pada Conference/		FoiTIC

	Seminar Internasional di Pengindeks Bereputasi		
--	---	--	--

5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat

Total RAB 3 Tahun Rp. 272,515,000

Tahun 1 Total Rp. 94,805,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	ATK	-	Paket	1	1,500,000	1,500,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	-	Unit	1	19,400,000	19,400,000
Bahan	Barang Persediaan	-	Unit	1	19,500,000	19,500,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/ Administrasi Peneliti	-	OB	8	250,000	2,000,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di dalam kantor	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	-	OH	80	20,000	1,600,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di luar kantor	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Penginapan	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Uang Harian	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Tiket	-	OK (kali)	0	0	0
Pengumpulan Data	Transport	-	OK (kali)	3	150,000	450,000
Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	-	OH/OR	0	0	0
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	-	Paket	1	750,000	750,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	-	OJ	260	20,000	5,200,000
Analisis Data	Biaya analisis sampel	-	Unit	0	0	0
Analisis Data	Honorarium narasumber	-	OJ	0	0	0
Analisis Data	HR Sekretariat/	-	OB	6	250,000	1,500,000

	Administrasi Peneliti					
Analisis Data	HR Pengolah Data	-	P (penelitian)	1	15,050,000	15,050,000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	-	OH	130	20,000	2,600,000
Analisis Data	Penginapan	-	OH	0	0	0
Analisis Data	Transport Lokal	-	OK (kali)	1	150,000	150,000
Analisis Data	Uang Harian	-	OH	130	20,000	2,600,000
Analisis Data	Tiket	-	OK (kali)	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya penyusunan buku termasuk book chapter	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Luaran Iptek lainnya (purwa rupa, TTG dll)	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	-	Paket	1	10,005,000	10,005,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	-	Paket	1	6,000,000	6,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	-	OH	100	20,000	2,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di luar kantor	-	OH	20	50,000	1,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di dalam kantor	-	OH	100	20,000	2,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/ Administrasi Peneliti	-	OB	6	250,000	1,500,000

Tahun 2 Total Rp. 89,770,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	ATK	-	Paket	1	570,000	570,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	-	Unit	6	3,400,000	20,400,000
Bahan	Barang Persediaan	-	Unit	8	3,500,000	28,000,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	-	OH	200	20,000	4,000,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	-	OH	100	20,000	2,000,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di luar kantor	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Penginapan	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Uang Harian	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Tiket	-	OK (kali)	0	0	0
Pengumpulan Data	Transport	-	OK (kali)	0	0	0
Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	-	OH/OR	0	0	0
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	-	Paket	2	500,000	1,000,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	-	OJ	100	20,000	2,000,000
Analisis Data	Biaya analisis sampel	-	Unit	0	0	0
Analisis Data	Honorarium narasumber	-	OJ	0	0	0
Analisis Data	HR Sekretariat/ Administrasi Peneliti	-	OB	6	300,000	1,800,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	-	P (penelitian)	2	4,000,000	8,000,000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	-	OH	0	0	0
Analisis Data	Penginapan	-	OH	0	0	0
Analisis Data	Transport Lokal	-	OK (kali)	10	200,000	2,000,000
Analisis Data	Uang Harian	-	OH	0	0	0
Analisis Data	Tiket	-	OK (kali)	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Luaran Iptek lainnya (purwa rupa, TTG dll)	-	Paket	2	3,000,000	6,000,000

Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	-	Paket	1	7,500,000	7,500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	-	Paket	1	6,500,000	6,500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	-	OH	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di luar kantor	-	OH	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di dalam kantor	-	OH	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/ Administrasi Peneliti	-	OB	0	0	0

Tahun 3 Total Rp. 87,940,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	ATK	-	Paket	2	500,000	1,000,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	-	Unit	6	3,400,000	20,400,000
Bahan	Barang Persediaan	-	Unit	4	5,000,000	20,000,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	-	OH	100	20,000	2,000,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	-	OH	150	20,000	3,000,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di luar kantor	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Penginapan	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Uang Harian	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Tiket	-	OK (kali)	0	0	0

Pengumpulan Data	Transport	-	OK (kali)	0	0	0
Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	-	OH/OR	0	0	0
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	-	Paket	3	250,000	750,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	-	OJ	250	20,000	5,000,000
Analisis Data	Biaya analisis sampel	-	Unit	0	0	0
Analisis Data	Honorarium narasumber	-	OJ	0	0	0
Analisis Data	HR Sekretariat/ Administrasi Peneliti	-	OB	6	300,000	1,800,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	-	P (penelitian)	2	2,000,000	4,000,000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	-	OH	200	20,000	4,000,000
Analisis Data	Penginapan	-	OH	0	0	0
Analisis Data	Transport Lokal	-	OK (kali)	6	200,000	1,200,000
Analisis Data	Uang Harian	-	OH	0	0	0
Analisis Data	Tiket	-	OK (kali)	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Luaran Iptek lainnya (purwa rupa, TTG dll)	-	Paket	2	5,000,000	10,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	-	Paket	1	6,500,000	6,500,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	-	Paket	1	6,490,000	6,490,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	-	OH	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di luar kantor	-	OH	0	0	0

Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di dalam kantor	-	OH	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/ Administrasi Peneliti	-	OB	6	300,000	1,800,000

6. KEMAJUAN PENELITIAN

A. RINGKASAN

Matahari merupakan sumber energi terbarukan yang mempunyai beberapa keuntungan seperti mudah didapatkan, bebas polusi dan tersedia dalam jumlah yang cukup. Salah satu peralatan yang dapat memanfaatkan energi matahari adalah kolektor surya hybrid PV/ T. Kolektor jenis ini merupakan kombinasi atau gabungan antara panel surya dengan kolektor termal sehingga dapat menghasilkan energi listrik dan energi termal dalam waktu bersamaan. Namun jika terjadi peningkatan temperatur pada permukaan PV maka akan terjadi penurunan unjuk kerja dari kolektor PV tersebut, dimana setiap kenaikan temperatur 1oC pada permukaan PV maka akan terjadi penurunan efisiensi listrik sebesar 0.45%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sekaligus memodelkan unjuk kerja kolektor surya hybrid PV/ T aliran udara paksa secara termal berdasarkan penggunaan pelat absorber dan generator termoelektrik (TEG). Bentuk pelat absorber dan penempatan TEG dimodelkan untuk mendapatkan parameter kolektor yang terbaik berdasarkan berbagai variasi data desain dan kondisi operasional. Penggunaan pelat absorber dalam penelitian ini untuk meningkatkan luas area perpindahan panas sedangkan penambahan Generator Termoelektrik (TEG) pada permukaan PV adalah untuk memanfaatkan sisa panas yang dihasilkan kolektor PV/ T dengan tujuan mendapatkan energi listrik tambahan.

Pendekatan atau tahapan penelitian yang dilakukan adalah karakterisasi dan pemodelan unjuk kerja kolektor PV/ T dengan metode simulasi dan pengujian. Data hasil pengujian diperlukan untuk proses validasi terhadap Software yang digunakan. Proses simulasi menggunakan bantuan software CFD (Ansys Fluent) untuk memprediksi dan memodelkan unjuk kerja kolektor PV/T. Sementara itu metode pengujian unjuk kerja termal menggunakan standar pengujian EN 12975 yang dilakukan secara indoor dengan solar simulator. Data hasil pengujian tersebut diolah untuk mendapatkan parameter unjuk kerja termal.

Target khusus penelitian ini adalah diperolehnya inovasi pengaplikasian teknologi kolektor surya dengan model kolektor PV/T yang terbaik berdasarkan penggunaan pelat absorber dan penggunaan TEG dengan udara sebagai fluida kerja. Pada penelitian ini data input dikarakterisasi dan disesuaikan dengan data iklim tropis di Indonesia. Luaran penelitian ini masing-masing tiap tahun adalah 1 artikel yang diterbitkan di Jurnal Internasional bereputasi dan 1 Prosiding Internasional Conference terindeks dalam Seminar Internasional.

Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi ini merupakan Riset Dasar yang berada pada TKT 2 dimana masih dalam tahap formulasi konsep dan pengaplikasian teknologi berkaitan dengan pemodelan penerapan pelat absorber dan TEG pada permukaan kolektor PV/T pelat datar.

Hasil penelitian eksperimen menunjukkan bahwa peningkatan laju aliran massa udara sebagai fluida kerja

sebanyak lima kali dapat mencapai suhu operasi kolektor model berturut-turut sekitar 64 oC (penurunan 24%) dan 74 oC (penurunan 26%) baik dengan maupun tanpa fluida lingkungan. Sementara itu, di bawah kondisi pengujian yang sama, nilai maksimum untuk perbedaan suhu antara dua sisi TEC dihasilkan 5,6 0C baik dengan dan tanpa aliran fluida lingkungan. Sedangkan hasil simulasi menunjukkan peningkatan kecepatan aliran fluida akan menurunkan temperatur fluida outlet dan permukaan PV dan sebaliknya akan menaikkan perbedaan suhu antara dua sisi TEC.

B. KATA KUNCI

Kolektor; CFD; PV/T-TEG, Termal; Sirip

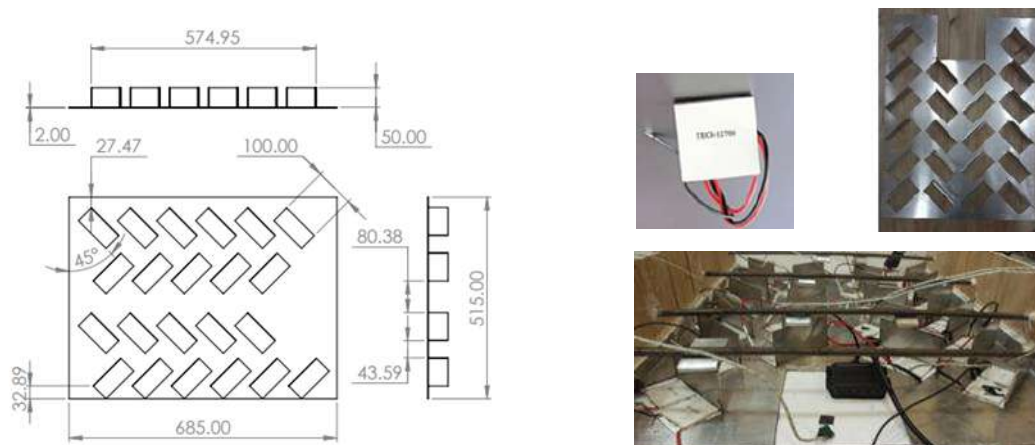
Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

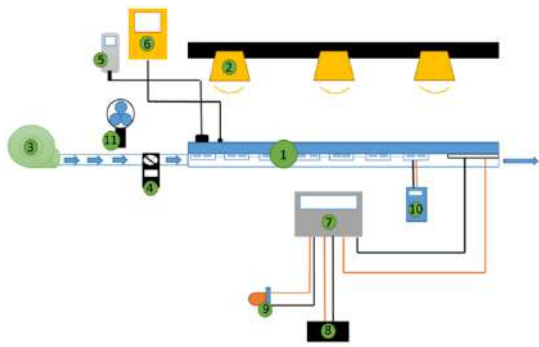
Hasil penelitian pada **tahun kedua** ini terdiri dari hasil **eksperimen** dan hasil **simulasi** menggunakan Program Ansys. Data pengujian secara eksperimen diperlukan untuk proses validasi terhadap pekerjaan simulasi. Dari hasil penelitian ini dapat dijadikan dua buah artikel yang telah disubmit ke Jurnal Internasional bereputasi dan Konferensi Internasional terindeks scopus.

Penelitian dan analisis hasil eksperimen:

Desain gambar absorber dengan penempatan TEC dapat terlihat pada Gambar 1 dan diwujudkan dalam benda uji sekaligus telah diuji secara eksperimen. Data eksperimen ini diperlukan untuk proses validasi dan kemudian dilanjutkan dengan proses simulasi unjuk kerja. Parameter yang diuji pada eksperimen ini adalah bagian termal kolektor yang berhubungan dengan perubahan suhu permukaan kolektor dan perbedaan suhu antara sisi panas dan dingin dari TEC. Karena perbedaan suhu yang tersedia antara sisi panas dan dingin dari kolektor ini, energi listrik tambahan dapat dihasilkan dengan menggunakan TEC untuk meningkatkan efisiensi total. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efek termal dari penggunaan TEC yang juga difungsikan sebagai bertindak sebagai heatsink. Zona berlubang dengan dimensi 100 x 50 x 2 mm pada pelat absorber dan selanjutnya 44 buah TEC ditempatkan di dalam zona berlubang dan ditempelkan di bawah permukaan PV untuk memungkinkan proses perpindahan panas konveksi. Model kolektor ini kemudian diuji dengan menggunakan simulator surya di bawah 1100 W/m^2 dengan laju aliran massa fluida yang berbeda mulai dari 0 hingga $0,339 \text{ kg/s}$. Untuk memenuhi persyaratan pengujian, aliran fluida lingkungan juga diimplementasikan dan disimulasikan dengan kipas angin dengan kecepatan 1 m/s . Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan laju aliran massa udara sebagai fluida kerja sebanyak lima kali dapat mencapai suhu operasi kolektor model berturut-turut sekitar $64 \text{ }^\circ\text{C}$ (penurunan 24%) dan $74 \text{ }^\circ\text{C}$ (penurunan 26%) baik dengan maupun tanpa fluida lingkungan. Sementara itu, di bawah kondisi pengujian yang sama, nilai maksimum untuk perbedaan suhu antara dua sisi TEC dihasilkan $5,6 \text{ }^\circ\text{C}$ baik dengan dan tanpa aliran fluida lingkungan.



Gambar 1. Desain pelat absorber penempatan TEC dan absorber



(a)

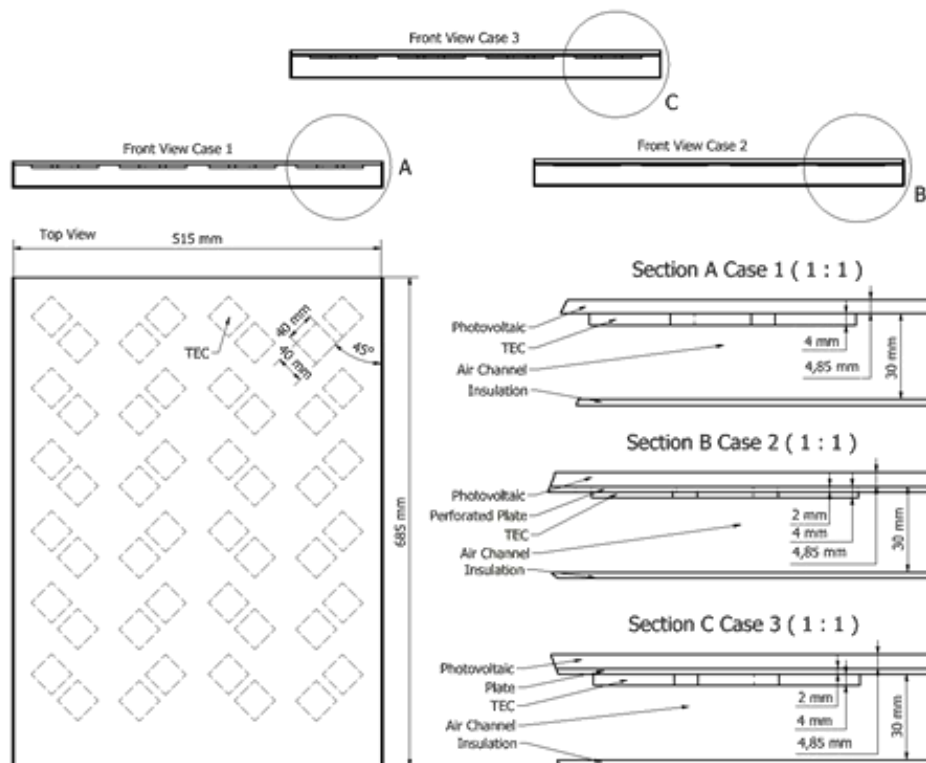


(b)

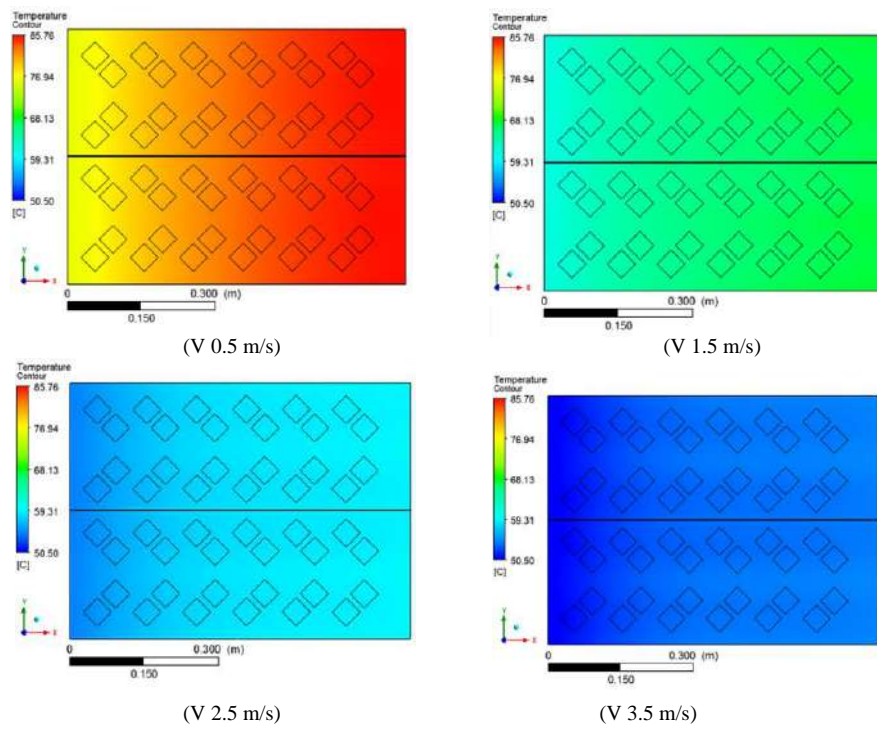
Gambar 2. Experimental set-up (a)1. PV/T-TEC Collector 2. Solar Simulator 3. Blower 4. Anemometer 5. Solar Power Meter 6. Thermo Recorder 7. Solar Charge Controller 8. Battery 9. LED 10. Multimeter Tester 11. Fan dan (b) Foto alat pengujian

Penelitian dan analisis hasil simulasi:

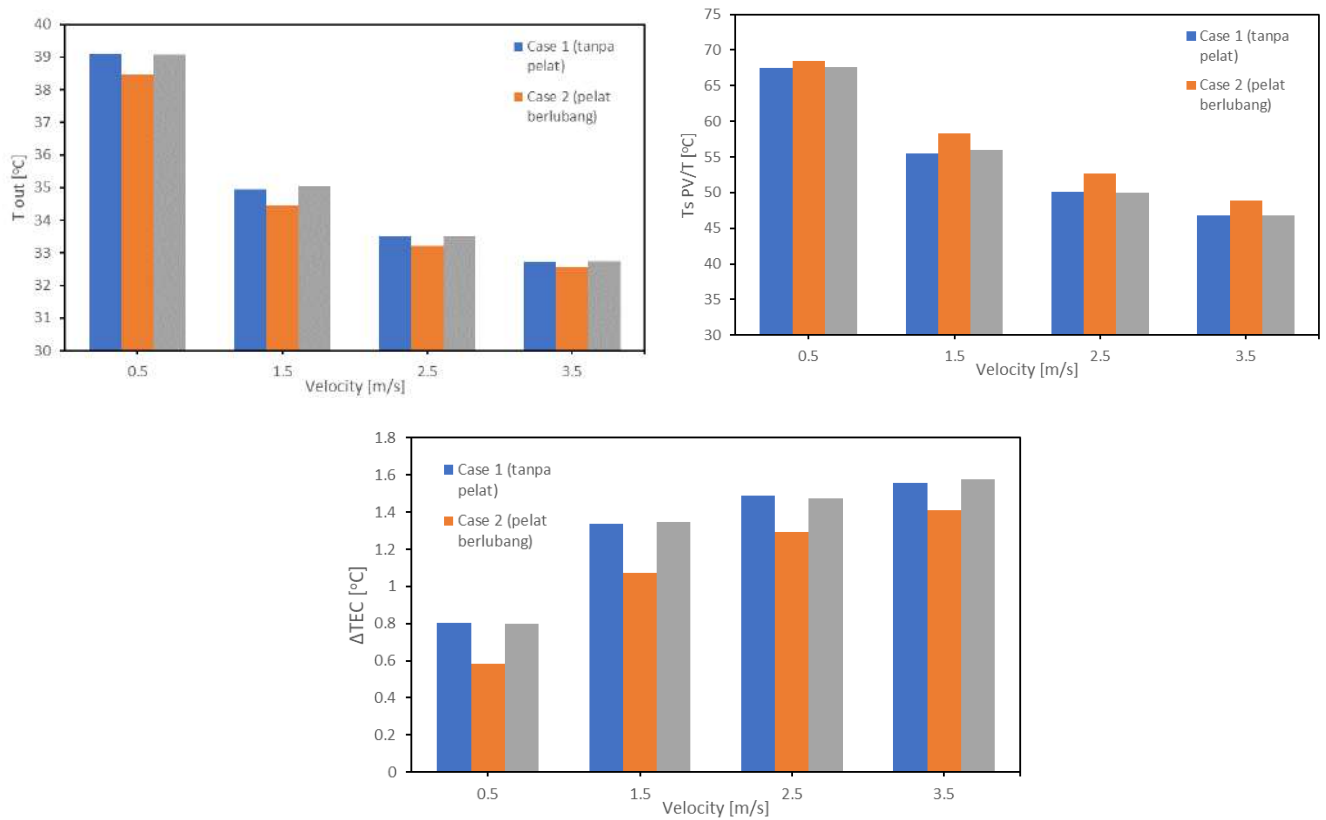
Beberapa pengujian simulasi telah dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja termal kolektor dengan menambahkan TEC pada permukaan panel PV seperti terlihat pada Gambar 3. Hasil simulasi ini berupa distribusi temperatur permukaan panel PV, temperature fluida kerja dan perbedaan temperatur sisi panas dan dingin TEC yang diberikan dalam Gambar 4 dan 5. Pada Gambar 4 memperlihatkan hubungan kecepatan aliran fluida terhadap temperatur permukaan panel PV/T dengan intensitas radiasi 860 W/m^2 . Hasil simulasi menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan fluida maka temperatur permukaan PV semakin rendah karena terjadi peningkatan koefisien perpindahan panas konveksi. Distribusi temperatur dapat dilihat berdasarkan perbedaan kontur warna sesuai dengan skalanya. Sementara itu dari Gambar 5 dapat dijelaskan bahwa terdapat perbedaan hasil terhadap temperatur permukaan panel PV, temperature fluida kerja dan perbedaan temperatur sisi TEC akibat penggunaan pelat dan tanpa pelat berlubang case a dan b. Peningkatan kecepatan aliran fluida akan menurunkan temperatur fluida outlet dan permukaan PV dan sebaliknya akan menaikkan perbedaan suhu antara dua sisi dari TEC. Perbedaan suhu yang lebih besar berpotensi memberikan energi listrik tambahan dari material TEC.



Gambar 3. Desain TEC dan absorber untuk proses simulasi



Gambar 4. Hasil simulasi untuk variasi kecepatan fluida kerja dalam bentuk kontur temperatur pada radiasi (860 W/m^2)



Gambar 5. Hasil simulasi untuk variasi kecepatan fluida kerja terhadap temperatur fluida kerja, temperature permukaan PV dan perbedaan temperatur sisi TEC pada radiasi (860 W/m^2)

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta mengunggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui BIMA.

Jenis luaran dalam penelitian ini adalah artikel yang dipublish di Jurnal Internasional dan Konferensi Internasional. Dalam penelitian tahun ke-dua ini mentargetkan luaran berupa artikel yang dipublish pada Jurnal Internasional bereputasi sebagai **luaran wajib** dan artikel yang diseminarkan pada konferensi Internasional terindeks Scopus sebagai **luaran tambahan**. Luaran wajib pada penelitian ini sudah pada tahap **accepted dan siap untuk dipublikasikan**. Sedangkan luaran tambahan sudah dipresentasikan pada konferensi **ISAIME 2022** yang diselenggarakan pada tanggal **13 Oktober 2022** di Universitas Hasanudin di Makasar dan akan dipublish pada **AIP Proceeding yang terindeks Scopus**. Luaran wajib yang semula akan dikirim ke Jurnal IJAME dialihkan dan disubmit ke jurnal bereputasi lainnya yaitu jurnal **CFD Letters** yang juga berada pada Q3 dengan SJR yang lebih tinggi. Pengalihan ini diantaranya karena luaran wajib pada tahun 1 sudah published dan memiliki publisher yang sama dengan jurnal **CFD Letters**. Artikel sebagai luaran wajib ini sedang menunggu proses production untuk Published.

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUP). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui BIMA.

.....
.....
.....
.....
.....

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Kesulitan yang dihadapi dalam penelitian ini sama dengan kesulitan pada penelitian tahun sebelumnya. Dalam proses pengerjaan diperlukan ketelitian tinggi dalam proses perakitan antara permukaan TEC dan area absorber dari aluminium untuk keperluan eksperimen (data validasi). Proses penempelan permukaan TEC dan pelat absorber ke permukaan PV agak sulit dan harus dikerjakan secara baik agar proses heat transfer dapat berjalan dengan sempurna dan maksimal. Kesulitan lain adalah tidak adanya ketersediaan TEG untuk pasar domestik dan solusinya adalah digantikan dengan TEC yang mempunyai fungsi yang sama.

Kendala terhadap luaran tambahan adalah membutuhkan waktu untuk proses Published hingga **tahun depan** seperti konferensi tahun sebelumnya 2021 (AIP Conference Proceedings).

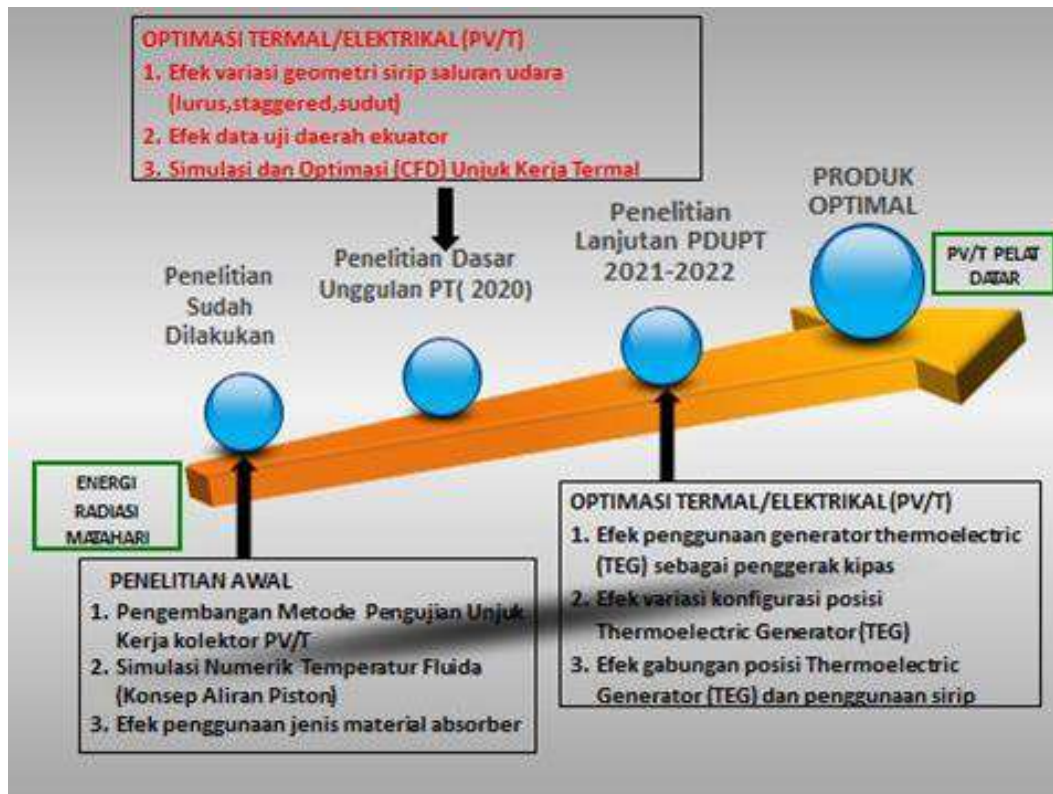
G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

Rencana penelitian tahun ke 3 berikutnya seperti sudah diajukan pada proposal adalah penelitian lanjutan untuk mengetahui **karakteristik termal dan elektrik dari penggunaan gabungan TEC dan sirip sebagai absorber** dalam pengembangan dan peningkatan unjuk kerja kolektor PV/T-TEC yang sudah dilakukan pada tahun 1-2. Hal ini sesuai dengan roadmap penelitian yang disajikan dalam Gambar 1. Tujuan dari penggabungan TEC, sirip dan PV panel ini adalah untuk memanfaatkan perbedaan panas sisa sekaligus sebagai penyerap panas dari permukaan PV panel. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah didapatkan pada penelitian tahun 1 dimana **sirip bersudut** memberikan hasil yang terbaik dalam penyerapan panas, maka **penempatan posisi TEC** pada penelitian tahun 2 akan mengikuti **pola bersudut** seperti pada Gambar 2. Selanjutnya penggunaan TEC yang optimal pada tahun 2 ini akan menjadi indikator atau acuan untuk pelaksanaan penelitian pada tahun 3. Rencana penggunaan gabungan **TEC dan sirip bersudut** pada tahun 3 akan dievaluasi melalui proses simulasi berdasarkan variasi laju aliran massa fluida kerja dan intensitas radiasi. Parameter yang akan dievaluasi dalam penelitian ini adalah perubahan **suhu permukaan PV (T_{pv})** sehingga diharapkan dapat menggambarkan peningkatan kemampuan elektrik dari kolektor PV/T-TEC. Luaran yang akan diberikan pada penelitian tahun 2 ini adalah sama dengan luaran pada tahun 1. Jenis luaran dalam penelitian tahun 3 ini adalah satu artikel yang dipublish pada Jurnal Internasional bereputasi sebagai **luaran wajib** dan satu artikel yang diseminarkan pada konferensi Internasional sebagai **luaran tambahan**. Berikut ini adalah alur penelitian, road map penelitian dan desain model gabungan sirip dan TEC secara umum sesuai dengan proposal yang telah diajukan.

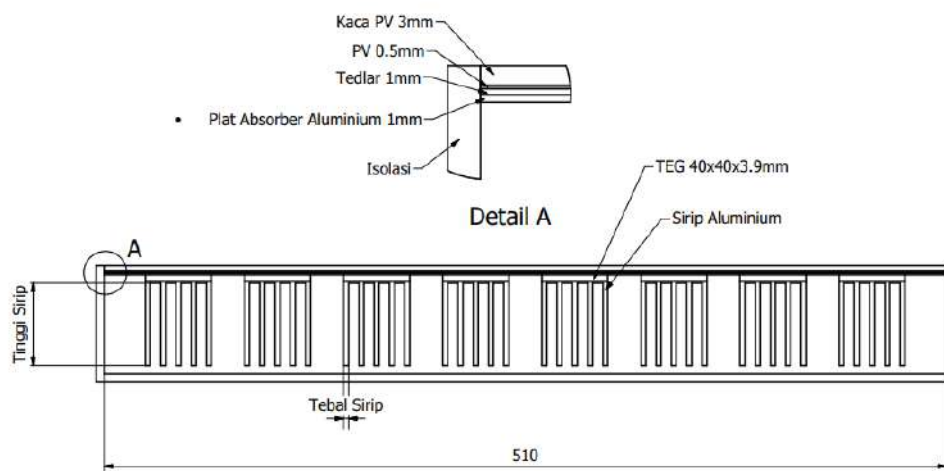
Tabel 1. Tahapan dan Alur Penelitian Tahun Tiga

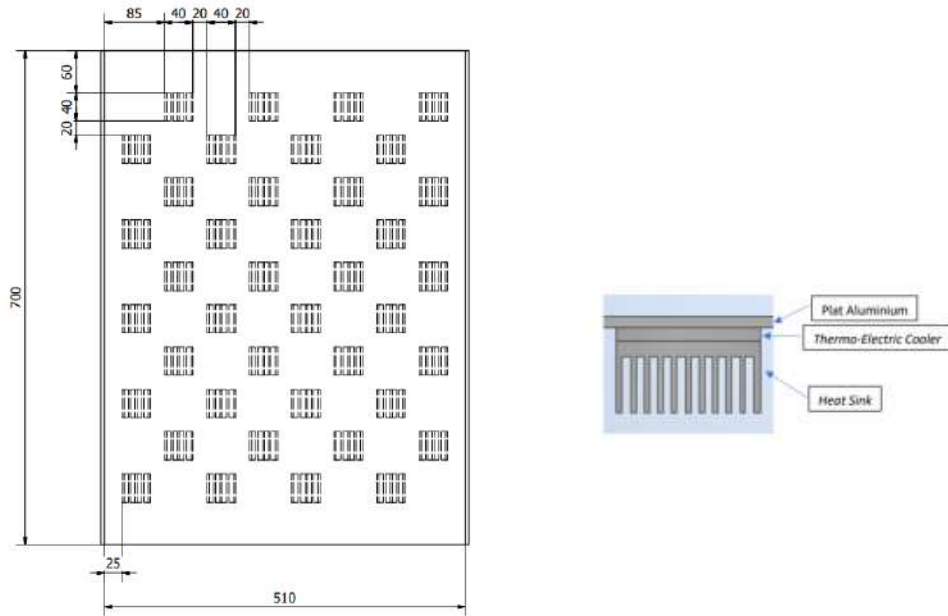
Penelitian yang telah dilakukan tahun 1 & 2	Penelitian akan dilakukan tahun 3	
	Judul: Pengaruh Penggunaan Gabungan TEC dan Sirip Terhadap Unjuk Kerja Termal dan Elektrikal Kolektor Surya PV/T	
	Eksperimen	Simulasi
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengujian unjuk kerja termal kolektor pelat datar penggunaan absorber dengan bentuk sirip lurus (data validasi) 2. Simulasi unjuk kerja termal kolektor pelat datar penggunaan CFD (Ansys Fluent) dengan sirip berbentuk <i>inline</i>, <i>staggered</i> dan bersudut. 3. Pengujian unjuk kerja termal kolektor pelat datar dengan penggunaan TEC (data validasi) 4. Simulasi unjuk kerja termal kolektor pelat datar penggunaan CFD (Ansys Fluent) dengan penggunaan TEC berdasarkan laju aliran massa udara dan intensitas radiasi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desain kolektor PV/T dengan gabungan TEC dan Sirip Bersudut sebagai absorber • Pembuatan prototype kolektor PV/T (skala laboratorium) disesuaikan dengan data hasil desain. • Pengujian unjuk kerja termal dan elektrik serta pressure drop berdasarkan variasi aliran fluida udara • Analisa unjuk kerja pengujian secara termal • Analisa unjuk kerja pengujian secara elektrik • Analisa pressure drop yang terjadi 	<ul style="list-style-type: none"> • Validasi hasil simulasi dengan data hasil pengujian • Optimasi dan pengembangan unjuk kerja kolektor termal melalui metode CFD (Ansys Fluent) berdasarkan iklim tropis dan laju aliran massa fluida. • Analisa data hasil simulasi dan pengembangan kolektor PV/T berkaitan dengan temperatur dan distribusi aliran fluida kerja dan temperatur permukaan PV serta pressure drop yang terjadi.
	Hasil: <ul style="list-style-type: none"> • Prototype kolektor hybrid PV/T skala laboratorium • Data desain dan eksperimen dengan fluida kerja udara lingkungan Bandarlampung • Parameter unjuk kerja termal, elektrik dan pressure drop 	Hasil: <ul style="list-style-type: none"> • Model kolektor PV/T optimal hasil pengembangan /simulasi berkaitan dengan parameter unjuk kerja termal dan pressure drop • Parameter unjuk kerja termal (distribusi temperature PV, temperatur fluida kerja) dan pressure drop
Publikasi (Tahun 1 dan 2): <ul style="list-style-type: none"> • 2 buah Artikel Internasional bereputasi (1 Published dan 1 Submitted) dan 2 artikel proceeding Internasional terindeks scopus (2 Accepted) 	Luaran Publikasi (Rencana): <ul style="list-style-type: none"> • Seminar Internasional • 1 buah artikel pada proceeding Internasional terindeks scopus (Accepted) 	Luaran Publikasi (Rencana): <ul style="list-style-type: none"> • Jurnal Internasional • 1 buah Artikel pada Jurnal Internasional bereputasi (Submitted/Published)

Dari Tabel 1 terlihat bahwa hasil yang telah diperoleh dari tahun satu dan kedua akan dijadikan rujukan untuk pengembangan gabungan TEC dan sirip sebagai heatsink diimplementasikan pada permukaan PV yang akan dilakukan pada tahun ketiga sesuai roadmap penelitian pada Gambar 6. Dengan metode yang sama seperti pada tahun satu dan kedua, pendekatan eksperimen tetap dilakukan untuk keperluan data validasi. Selanjutnya proses simulasi dengan berbagai variasi akan dilakukan seperti dijelaskan pada Tabel 1. Luaran yang ditargetkan adalah sama seperti luaran pada tahun satu dan kedua yaitu artikel yang Accepted/Submitted/Published baik di Jurnal Internasional bereputasi maupun konferensi Internasional terindeks.



Gambar 6. Roadmap penelitian





Gambar 7. Desain sirip dan TEC untuk tahun ke 3

Hasil penelitian pada **tahun satu berhubungan dengan geometri sirip sebagai heatsink** sedangkan pada **tahun kedua berkaitan dengan potensi penggunaan TEC** berdasarkan perbedaan temperatur yang terjadi. Desain pada Gambar 7 yang akan dilakukan pada **tahun ketiga** merupakan gabungan **sirip dan TEC** yang ditempatkan dipermukaan PV. Desain ini mengacu kepada hasil terbaik dari penelitian tahun satu dan kedua. Selanjutnya dimensi sirip dan jumlah serta posisi penempatan TEC disesuaikan dengan area permukaan PV dan beberapa variasi kondisi pengujian diterapkan berkaitan dengan laju aliran massa fluida, intensitas radiasi dan lainnya. Hasil penelitian ini berupa model kolektor PV/T-TEC yang optimal akan dianalisa berdasarkan distribusi temperatur dan pressure drop yang terjadi.

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Çengel, Yunus A. Heat Transfer: A Practical Approach. Boston, Mass: WBC McGraw-Hill, 1998.
2. H. Azarkish, S.M.H. Sarvari, A. Behzadmehr, Optimum design of a longitudinal fin array with convection and radiation heat transfer using a genetic algorithm, International Journal of Thermal Sciences, Volume 49, Issue 11, 2010.
3. S.A. Nada, M.A. Said, Effects of fins geometries, arrangements, dimensions and numbers on natural convection heat transfer characteristics in finned-horizontal annulus, International Journal of Thermal Sciences, Volume 137, 2019.
4. Fatih Bayrak, Hakan F. Oztop, Fatih Selimefendigil, Effects of different fin parameters on temperature and efficiency for cooling of photovoltaic panels under natural convection, Solar Energy, Volume 188, 2019.
5. R.C. Adhikari, D.H. Wood, M. Pahlevani, Optimizing rectangular fins for natural convection cooling using CFD, Thermal Science and Engineering Progress, Volume 17, 2020
6. Aziz Hakan Altun, Orkun Ziylan, Experimental investigation of the effects of horizontally oriented vertical sinusoidal wavy fins on heat transfer performance in case of natural convection, International Journal of Heat and Mass Transfer, Volume 139, 2019
7. R.C. Adhikari, D.H. Wood, M. Pahlevani, An experimental and numerical study of forced convection heat transfer from rectangular fins at low Reynolds numbers, International Journal of Heat and Mass Transfer, Volume 163, 2020.

8. Mohammad Reza Shaeri, Richard Bonner, Laminar forced convection heat transfer from laterally perforated-finned heat sinks, *Applied Thermal Engineering*, Volume 116, 2017
9. A.L Teh, Y.W Phoo, W.M Chin, E.H Ooi, J.J Foo, Forced convective heat transfer enhancement of 90° bend plate-fin heat sink with grid generated turbulence, *Chemical Engineering Research and Design*, Volume 156, 2020.
10. Satyender Singh, Thermohydraulic performance of double pass solar thermal collector with inline, staggered and hybrid fin configurations, *Journal of Energy Storage*, Volume 27, 2020
11. Hamed Mousavi, A. Ali Rabienataj Darzi, Mousa Farhadi, Mohamad Omid, A novel heat sink design with interrupted, staggered and capped fins, *International Journal of Thermal Sciences*, Volume 127, 2018.
12. Mojtaba Mokhtari, M. Barzegar Gerdroodbary, Rezvan Yeganeh, K. Fallah, Numerical study of mixed convection heat transfer of various fin arrangements in a horizontal channel, *Engineering Science and Technology, an International Journal*, Volume 20, Issue 3, 2017.
13. N. Amrizal, D. Chemisana, J.I. Rosell, Hybrid photovoltaic-thermal solar collectors dynamic modeling, *Applied Energy*, Volume 101, 2013.
14. N. Amrizal, D. Chemisana, J.I. Rosell, J. Barrau, A dynamic model based on the piston flow concept for the thermal characterization of solar collectors, *Applied Energy*, Volume 94, 2012
15. Ahmet Numan Özakin, Ferhat Kaya, Effect on the exergy of the PVT system of fins added to an air-cooled channel: A study on temperature and air velocity with ANSYS Fluent, *Solar Energy*, Volume 184, 2019.
16. Wenke Fan, Georgios Kokogiannakis, Zhenjun Ma, Paul Cooper, Development of a dynamic model for a hybrid photovoltaic thermal collector – Solar air heater with fins, *Renewable Energy*, Volume 101, 2017.
17. M. Dogan, M. Sivrioglu, Experimental investigation of mixed convection heat transfer from longitudinal fins in a horizontal rectangular channel, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Volume 53, Issues 9–10, 2010.
18. Yogesh K. Prajapati, Influence of fin height on heat transfer and fluid flow characteristics of rectangular microchannel heat sink, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Volume 137, 2019.
19. Dong-Kwon Kim, Jaehoon Jung, Sung Jin Kim, Thermal optimization of plate-fin heat sinks with variable fin thickness, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Volume 53, Issues 25–26, 2010.
20. Thirapat Kuvannarat, Chi-Chuan Wang, Somchai Wongwises, Effect of fin thickness on the air-side performance of wavy fin-and-tube heat exchangers under dehumidifying conditions, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Volume 49, Issues 15–16, 2006.
21. ANSYS, ANSYS Fluent Theory Guide, ANSYS Inc, 2013.
22. L. Tous, “Nickel copper plated contacts as an alternative to silver screen printing for the front side metallization of industrial high efficiency silicon solar cells,” in *Dissertation, KU Leuven – Faculty of Engineering* ISBN 978-94-6018-788-9 (2014).
23. E. Skoplaki and J.A. Palyvos, “On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance”: a review of efficiency power correlations. *Solar Energy*; 83:614–24 (2009)
24. Jin and L. Goh, “Evaluation of Single-Pass Photovoltaic-Thermal Air Collector with Rectangle Tunnel Absorber”. Solar Energy Research Institute, Universiti Kebangsaan Malaysia (2010)
25. S.A Kalogirou and Y. Tripanagnostopoulos, “Hybrid PV/T solar systems for domestic hot water and electricity production”. *Energy Convers Management*; 47:3368–82. (2006)
26. T.T. Chow, “A review on photovoltaic/thermal hybrid solar technology”, *Applied Energy* Volume 87, Issue 2, pp. 365-379 (2010)
27. N. Amrizal, D. Chemisana, J.I. Rosell and J. Barrau. “A dynamic model based on the piston flow concept for the thermal characterization of solar collectors”. *Applied Energy*, 94, 244-250. (2012)
28. N. Amrizal, D. Chemisana, and J. I. Rosell, “Hybrid Photovoltaic-Thermal Solar Collector Dynamic Modelling”, *Applied Energy*, 101, 797-807 (2013)
29. M. Irsyad, M. Akmal, M. D Susila, Amrizal and Amrul, “Heat Transfer Characteristics of Paraffin in Staggered Fins Heat Exchanger for the Cooling Process to Room Cooling Applications”, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 520 (2020)
30. P.G. Charalambous, G.G. Maidment, S.A Kalogirou and K. Yiakoumetti, “Photovoltaic thermal (PV/T) collectors: a review”. *Applied Thermal Engineering*; 27:275–86. (2007)

31. M. A. Bashir," Comparison of Performance Measurements of Photovoltaic Modules during Winter Months in Taxila, Pakistan", *International Journal of Photoenergy*, ID 898414 (2014)
32. H.M. Ali," Outdoor Testing of Photovoltaic Modules during Summer in Taxila, Pakistan", *Thermal Science* 20, 1, pp. 165-173 (2013)
33. M. D'. Antoni and O. Saro," Energy potential of a Massive Solar Thermal Collector Design in European Climates", *Solar Energy* (93) 195-208 (2013)
34. N. B. Khedher "Experimental Evaluation of a Flat Plate Solar Collector Under Hail City Climate" *Engineering, Technology & Applied Science Research* Vol. 8, No. 2, 2750-2754 (2018)
35. M. Nesarajah and F. George," Thermoelectric Power Generation: Peltier Element versus Thermoelectric Generator" *IECON 2016 - 42nd in Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IEEE* (4252-4257) (2016)
36. J.A. Duffie and W.A. Beckman," *Solar engineering of thermal process*". John Wiley & Sons, Inc. New York (2013)
37. European Standard EN 12975," CEN European Committee for Standardisation" (2006)

ENERGI TERBARUKAN

**PENELITIAN PROFESSORSHIP
UNIVERSITAS LAMPUNG**



**KARAKTERISASI UNJUK KERJA KOLEKTOR SURYA PV/T-TEC
MENGUNAKAN ABSORBER JENIS *CROSS-CUT FINS***

**UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

Daftar Isi

	hal
Halaman pengesahan	ii
Daftar isi	iii
Identitas dan Uraian Umum	iv
Ringkasan	v
1. Pendahuluan	1
1.1 Latar belakang dan perumusan masalah	1
1.2 Tujuan penelitian	2
1.3 Manfaat dan urgensi penelitian	3
1.4 Target penelitian	3
2. Tinjauan Pustaka	4
2.1 Pengembangan kolektor surya hybrid PV/T pelat datar	4
2.2 Penelitian pendahuluan	5
2.3 Road map penelitian	7
3. Metode Penelitian	8
3.1 Skema alat uji	8
3.2 Pengujian unjuk kerja kolektor surya hybrid PV/T pelat datar bersirip	13
4. Jadwal dan Biaya Pelaksanaan	18
4.1 Anggaran Biaya	18
4.2 Jadwal Penelitian	18

Daftar Pustaka

RINGKASAN

Matahari merupakan sumber energi terbarukan yang mempunyai beberapa keuntungan seperti mudah didapatkan, bebas polusi dan tersedia dalam jumlah yang cukup. Salah satu peralatan yang dapat memanfaatkan energi matahari adalah **kolektor surya hybrid PV/T**. Kolektor jenis ini merupakan kombinasi atau gabungan antara panel surya dengan kolektor termal sehingga dapat menghasilkan energi listrik dan energi termal dalam waktu bersamaan. Namun jika terjadi peningkatan temperatur pada permukaan PV maka akan menyebabkan terjadi penurunan unjuk kerja dari kolektor PV tersebut, dimana setiap kenaikan temperatur 1°C maka akan terjadi penurunan efisiensi listrik sebesar 0.45%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkarakterisasi unjuk kerja kolektor surya hybrid PV/T baik secara termal maupun elektrik berdasarkan penggunaan TEC dan heat sink jenis *cross-cut fins*. Jenis sirip ini diharapkan dapat menghasilkan pressure drop terhadap fluida kerja yang lebih rendah jika dibandingkan dengan jenis sirip konvensional (*rectangular fins*). *Thermoelectric Cooler* (TEC) juga ditambahkan pada permukaan absorber untuk memanfaatkan sisa panas yang dihasilkan oleh kolektor PV/T. Hasil penelitian ini lebih lanjut akan membantu pengembangan kolektor hybrid PV/T-TEC terutama untuk produsen dalam negeri sekaligus untuk mengurangi ketergantungan terhadap produk impor yang sejenis.

Pendekatan penelitian yang dilakukan adalah melalui metode **pengujian dan simulasi** unjuk kerja kolektor PV/T. Pengujian unjuk kerja kolektor surya PV/T yang akan dilakukan berdasarkan **penggunaan *cross-cut fins* dan TEC**. Metode pengujian unjuk kerja termal menggunakan standar pengujian EN 12975 yang dilakukan secara *indoor* dengan *solar simulator*. Selanjutnya data hasil pengujian tersebut diolah dengan *least square method* menggunakan *Multiple Linear Regression* (MLR) untuk mendapatkan parameter unjuk kerja termal berupa **efisiensi dan rugi-rugi panas**. Sedangkan efisiensi listrik diperoleh dari kemampuan kolektor PV/T mengubah energi radiasi menjadi energi listrik ketika ditambahkan sirip dan TEC. Proses **simulasi** menggunakan bantuan software CFD (*Ansys Fluent*) untuk memprediksi dan mengoptimalkan unjuk kerja termal melalui desain dan data input yang bervariasi berdasarkan penggunaan heat sink jenis *cross-cut fins* dan TEC.

Target khusus penelitian ini adalah diperolehnya **inovasi teknologi kolektor surya dengan model kolektor PV/T yang optimal** berdasarkan penggunaan absorber jenis *cross cut fins* yang dikarakterisasi dengan iklim tropis di Indonesia. Luaran penelitian ini adalah 1 artikel yang diterbitkan di Jurnal Internasional bereputasi terindeks Scopus dan 1 artikel dalam Prosiding Internasional Conference terindeks dalam Seminar Internasional yang diselenggarakan oleh LPPM Unila. Disamping itu akan dihasilkan satu buah buku ber-ISBN dari hasil penelitian.

Penelitian yang akan diusulkan pada **Penelitian Professorship** ini merupakan **Riset Terapan** yang akan berada pada **TKT 4** karena masih dalam proses validasi dalam lingkungan laboratorium dan lingkungan yang relevan. Prototipe dalam skala laboratorium ini diuji dalam kondisi steady menggunakan solar simulator sebagai pengganti radiasi matahari. Pada tahap selanjutnya prototipe ini juga diuji dengan memvariasikan daya simulator untuk memodifikasi lingkungan sesungguhnya

Keywords: cross-cut fins, absorber, PV/T, TEC

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang dan perumusan masalah

Salah satu yang menjadi Program Strategis dalam RIP Universitas Lampung adalah **pengembangan kolektor surya pelat datar** khususnya pada bagian Fokus Riset Energi Terbarukan seperti tercantum pada Sub Bab 4.2. Dalam hal ini penelitian-penelitian yang berkaitan dengan penggunaan energi matahari secara luas perlu dikembangkan dan ditingkatkan baik dalam tahap penelitian dasar maupun terapan. Matahari merupakan sumber energi terbarukan yang mempunyai beberapa keuntungan seperti mudah didapatkan, bebas polusi dan tersedia dalam jumlah yang cukup. Salah satu peralatan yang dapat memanfaatkan energi matahari adalah kolektor surya pelat datar. Sementara itu energi matahari dapat juga dimanfaatkan secara bersamaan untuk menghasilkan energi gabungan elektrik dan termal. Kolektor jenis ini dikenal dengan istilah **kolektor surya hybrid Photovoltaic-Thermal (PV/T)**. Disamping menghasilkan energi listrik, kolektor PV/T juga menghasilkan fluida kerja yang mempunyai temperatur tinggi sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti proses pemanasan pada industri dan bidang kesehatan, keperluan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

Energi Matahari belum digunakan secara maksimal di Indonesia begitu juga penggunaan kolektor surya pelat datar masih belum dikenal secara luas hingga saat ini. Hal ini dimungkinkan karena penggunaan energi konvensional masih dominan dibandingkan dengan penggunaan energi terbarukan serta masih sedikit hasil-hasil penelitian yang tersedia berkaitan dengan pemanfaatan energi matahari. Sementara itu permintaan kolektor surya termal dan PV/T diprediksi akan terus meningkat pada masa yang akan datang.

Dengan semakin berkurangnya cadangan energi konvensional Indonesia maka akan berdampak kepada ketahanan pasokan energi Nasional. Subsidi energi yang besar akan membebani anggaran negara. Untuk itu berbagai kegiatan yang inovatif diperlukan diantaranya konservasi dan diversifikasi energi sesuai dengan Peraturan Presiden RI No.79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. Kebijakan ini sangat mendukung dan berkaitan dengan pengembangan dan penggunaan energi baru dan terbarukan. Penelitian-penelitian yang inovatif dan berkelanjutan perlu dikembangkan diantaranya tentang penggunaan sistem hybrid kolektor surya PV/T pelat datar yang sangat bermanfaat karena dapat menghasilkan energi termal dan listrik.

Dalam rangka pengembangan sumber energi terbarukan dan pemanfaatan kolektor PV/T ini, salah satu kajian yang menarik untuk diteliti dan dikembangkan adalah pengaruh **penggunaan absorber jenis *cross cut fins* dan generator termoelektrik (TEC) terhadap unjuk kerja termal dan elektrik** pada kolektor surya hybrid PV/T. Kondisi ini memungkinkan hambatan termal kontak menjadi lebih kecil sehingga panas sisa dari permukaan kolektor dapat lebih banyak terserap oleh fluida kerja. Kajian diawali dengan proses **perancangan** dan dilanjutkan dengan proses **eksperimen dan simulasi** untuk memodelkan unjuk kerja dengan desain kolektor yang berbeda.

Tujuan penelitian ini secara umum adalah untuk mendapatkan model optimal dari kolektor surya hybrid PV/T pelat datar baik secara termal maupun elektrik menggunakan **absorber jenis *cross cut fins* dan generator termoelektrik (TEC)**. Tahapan kegiatan yang akan diajukan ini mempunyai tujuan khusus diantaranya mendesain kolektor jenis PV/T-TEC skala laboratorium **dengan absorber jenis *cross cut fins***. Kemudian membuat prototipe skala laboratorium yang diuji dengan fluida kerja berdasarkan iklim daerah Lampung dengan intensitas radiasi dan laju aliran massa fluida yang berbeda. Pengujian dilakukan dengan menggunakan solar simulator. Kemudian data pengujian dianalisis dan **target** selanjutnya dijadikan sebagai referensi untuk mengembangkan desain atau model kolektor hybrid PVT melalui proses simulasi CFD dengan paket program *Ansys Fluent*.

Urgensi dari penelitian ini adalah tersedianya karakteristik model yang optimal dari kolektor hybrid PV/T berdasarkan aplikasi **absorber jenis *cross cut fins* dan generator termoelektrik (TEC)**. Penggunaan fluida kerja dan bentuk absorber yang tepat tidak saja meningkatkan unjuk kerja juga akan mengurangi biaya produksi serta membantu pengembangan kolektor PV/T dalam negeri. Untuk memenuhi hal tersebut dibutuhkan data-data inovatif dari hasil penelitian untuk jenis kolektor ini. Disamping itu penulis sedang mengajukan **kepangkatan Guru Besar 2023** sehingga dengan adanya dana penelitian tentu akan sangat membantu memenuhi persyaratan kenaikan pangkat atau kewajiban lainnya.

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah tersedianya **data optimal** unjuk kerja kolektor hybrid PV/T pelat datar berdasarkan **absorber jenis *cross cut fins* dan generator termoelektrik (TEC)**. Penelitian ini akan diselesaikan dalam delapan bulan dimana hasil penelitian berupa satu artikel akan **dipublikasikan jurnal/prosiding Internasional terindeks** pada **International Conference**. Hasil penelitian ini juga akan memperkaya

bahan ajar khususnya untuk mata kuliah **Perpindahan Panas dan Energi Baru dan Terbarukan** di Program Studi Magister Teknik Mesin. Disamping itu luaran lain adalah diselesaikannya satu buku ber-ISBN dalam penelitian ini.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Tinjauan Pustaka ini disajikan beberapa hal yang terkait dengan review dan pengembangan kolektor surya hybrid PV/T melalui penggunaan berbagai jenis nanofluida sebagai fluida kerja. Dalam bab ini juga akan ditampilkan hasil-hasil penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh penulis untuk mendukung penelitian yang diusulkan. Pada bagian akhir dari bab ini akan dimasukkan peta jalan penelitian (road map) yang menjadi arah dan acuan dalam penelitian ini.

2.1 Perkembangan kolektor surya hybrid PV/T pelat datar dengan nanofluida

Sistem kolektor surya *Photovoltaic-Thermal* (PV/T) pelat datar merupakan sistem hybrid yang sangat menguntungkan karena dapat memanfaatkan energi termal dan listrik secara simultan dan lebih ekonomis jika dibandingkan dengan penggunaan yang terpisah diantara keduanya. Kolektor surya PV/T ini merupakan suatu peralatan hasil penggabungan antara kolektor surya termal dengan permukaan panel PV sehingga panas berlebih pada permukaan PV dapat diserap oleh fluida kerja. Selain dapat memanfaatkan energi listrik, fluida kerja bertemperatur tinggi yang dihasilkan dapat digunakan untuk berbagai keperluan pada rumah tangga, hotel, rumah sakit, sektor industri dan lainnya.

Kinerja kolektor surya PV/T dengan fluida kerja udara diharapkan dapat meningkat karena sirip berfungsi untuk memperluas area terjadinya perpindahan panas secara konveksi. Telah dilakukan penelitian oleh Mokhtari dkk mengenai studi numerik alat penukar kalor bersirip yang disusun dengan kemiringan 30° memiliki kinerja yang lebih baik dari sirip konvensional yang disusun lurus. Kemudian Baryak dkk juga melakukan pengujian eksperimental kinerja sirip pendingin terbuka pelat absorber khusus untuk kolektor termal dengan konveksi alamiah. Dari penelitian tersebut diperoleh bahwa sirip yang disusun secara staggered memiliki kinerja yang lebih baik dibanding sirip yang disusun secara lurus. Hasil dari penelitian-penelitian tersebut dapat diterapkan pada kolektor surya hybrid PV/T untuk meningkatkan unjuk kerja kolektor PV/T baik efisiensi elektrik maupun termal.

Simulasi CFD dengan Software Ansys Fluent dapat digunakan untuk menguji dan memprediksi unjuk kerja termal dan distribusi aliran fluida pada kolektor PV/T. Simulasi CFD dibutuhkan untuk memodelkan unjuk kerja kolektor dengan desain yang berbeda. Distribusi temperatur permukaan kolektor yang diwakili oleh temperatur rata-rata fluida

akan diprediksi dari metode ini. Nilai-nilai yang diukur seperti koefisien heat loss, irradiasi, temperatur fluida masuk (*inlet*) dan temperatur udara lingkungan akan dijadikan sebagai kondisi batas dalam proses simulasi. Simulasi akan dilakukan pada temperatur inlet yang disesuaikan dengan kondisi iklim tropis sebagai kondisi batas sesuai dengan iklim yang ada di Indonesia. Validasi dilakukan dengan membandingkan kesamaan antara nilai simulasi dengan nilai pengujian. Selanjutnya proses simulasi dimulai dengan membangun geometri model 3D CAD. Untuk menganalisa parameter yang diinginkan seperti distribusi temperatur dan tekanan, aliran fluida dan lainnya maka diperlukan proses *Mesh Generation* serta penetapan kondisi batas.

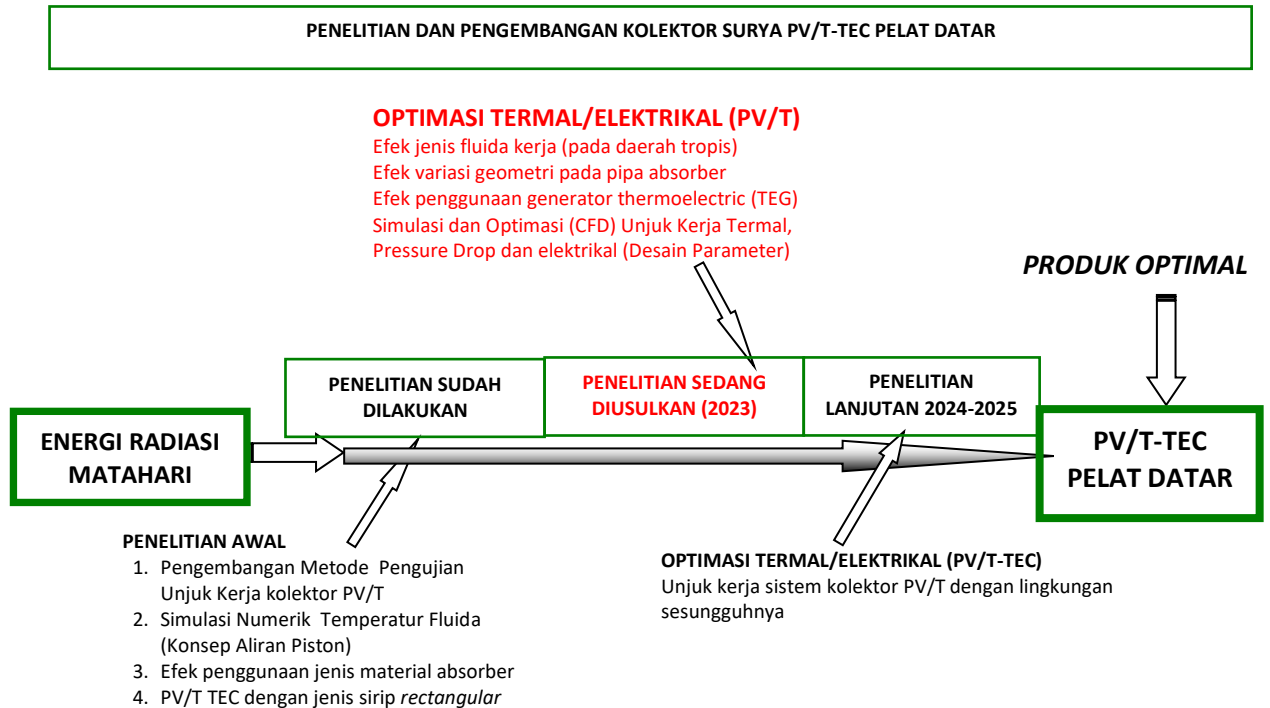
H. Hashim dkk telah memodelkan dan menerapkan Thermoelectric Generator (TEG) pada kolektor hybrid PV/TE untuk mengoptimasi geometri TEG sekaligus memanfaatkan panas sisa pada permukaan PV. Generator termoelektrik dapat digunakan di panel surya PV untuk mengubah sisa panas menjadi daya listrik tambahan dapat digunakan untuk penyuplai daya fan dan keperluan lainnya.

Penelitian pendahuluan

Gambar 1 menjelaskan peta jalan atau roadmap penelitian secara umum yang telah, sedang dan akan dilakukan. Sedangkan uraian yang lebih detail tentang roadmap penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Produk akhir yang ingin dicapai dalam roadmap penelitian ini adalah dihasilkannya sebuah model kolektor surya hybrid **PV/T pelat datar yang optimal**. Terdapat beberapa **penelitian pendahuluan** yang telah dilakukan oleh peneliti diantaranya pengembangan metode pengujian kolektor surya pelat datar baik secara eksperimental dan simulasi numerik (**Penulis et.al, Applied Energy, 2012**). Dalam penelitian ini simulasi menggunakan konsep aliran piston untuk memprediksi nilai temperatur fluida keluar kolektor dan divalidasi dengan nilai parameter yang diperoleh dari eksperimental. Pengujian eksperimental ini menggunakan radiasi paksa untuk menciptakan efek dinamik sehingga waktu pengujian dapat dilakukan lebih cepat dibandingkandengan beberapa standar pengujian lainnya. Penelitian berikutnya adalah mengaplikasikan metode aliran piston untuk bagian termal pada kolektor surya jenis hybrid PV/T sedangkan bagian elektrikal menggunakan metode *single diode* dengan memasukkan secara ekslisit fungsi termal radiasi matahari yang diterapkan (**Penulis et.al, Applied Energy, 2013**). Penelitian lainnya adalah tentang efek menggunakan moving average terhadap unjuk kerja kolektor surya pelat datar

(Penulis et al, *EuroSUN Congress-2010, Austria*). Sementara itu penelitian yang juga telah dilakukan adalah karakterisasi dinamik kolektor surya pelat datar (Penulis, SNTTM XII Unila, 2013) dan simulasi unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar dengan pendekatan temperatur fluida kerja (Penulis, SNTTM XIII UI, 2014). Penelitian selanjutnya merupakan optimasi periode data berdasarkan *time constant* pada pengujian unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar (Penulis dkk, SNTTM XIV, Unlam-Banjarmasin Kal-Sel 2015). Disamping itu juga telah dilaksanakan penelitian tentang tinjauan keberlakuan standar pengujian ISO 9806 terhadap kolektor surya pelat datar pada kawasan ekuator (Penulis, SENFA 2015 Unpad-Bandung, 2015). Penelitian terbaru yang telah dilakukan (BLU PPs Unila 2017) adalah karakterisasi unjuk kerja termal kolektor surya berdasarkan material absorber **aluminium dan kuningan** (Penulis dkk, *International Conference FoITIC-Itenas Bandung, 2017*). Begitu juga (Penulis et.al, *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences, 2022*) melakukan kajian tentang karakteristik kolektor surya PV/T-TEC dengan jenis sirip *rectangular* dengan udara sebagai fluida kerja pada daerah iklim tropis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan efisiensi listrik sebesar 0.3% ketika 12 % permukaan kolektor ditambahkan TEC. Dengan demikian beberapa penelitian pendahuluan ini dapat dijadikan sebagai dasar untuk memperkuat proposal penelitian **Professorship** ini yang berkaitan dengan pengembangan kolektor surya hybrid PV/T-TEC pelat datar dengan jenis absorber *cross-cut fins*.

Peta Rencana Penelitian



Gambar 1. Roadmap penelitian

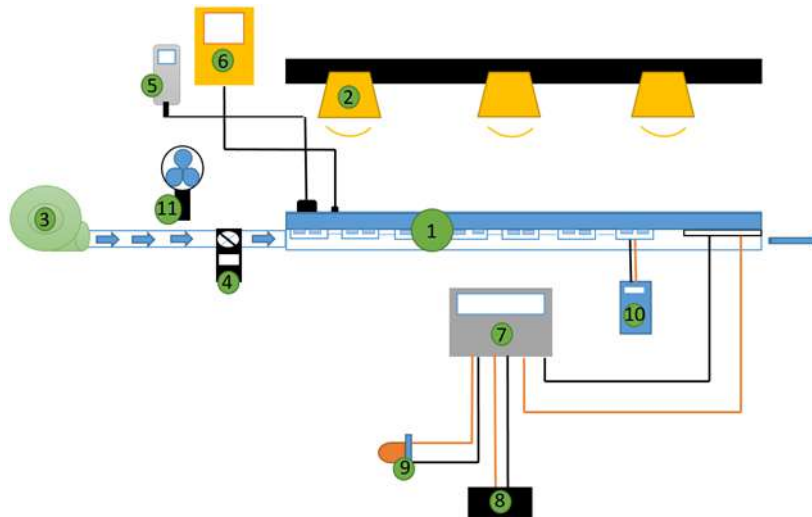
Roadmap penelitian ini dibutuhkan sebagai arahan dan panduan yang akan dilakukan dalam penelitian ini seperti terlihat pada Gambar 1. Beberapa penelitian pendahuluan telah dilakukan untuk mendukung penelitian yang diusulkan ini. Penelitian ini akan mengembangkan kolektor jenis PV/T yang merupakan gabungan dari panel PV dan kolektor termal. Penggunaan fluida kerja yang optimal tidak saja meningkatkan unjuk kerja juga akan mengurangi biaya produksi serta membantu pengembangan kolektor PV/T-TEC dalam negeri. Untuk memenuhi hal tersebut dibutuhkan data-data hasil penelitian untuk jenis kolektor ini.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Set-up Pengujian

Secara umum metode penelitian dapat digambarkan melalui **Diagram Alir Penelitian** seperti terlihat dalam Gambar 4. Penelitian ini direncanakan untuk satu tahun dengan pendekatan pengujian dan simulasi untuk mendapatkan **model kolektor PV/T yang optimal**.

Dalam prosedur pengambilan data, benda uji/prototipe berupa kolektor PV/T-TEC ditempatkan posisinya sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 2. Fluida kerja disirkulasikan dengan fan pada kondisi aliran massa konstan. Radiasi matahari disimulasikan dengan solar simulator menggunakan lampu Halogen 12 X 300 W. Lampu simulator merupakan suatu perangkat yang menyediakan pencahayaan mendekati sinar matahari sehingga pengujian suatu perangkat dapat dikerjakan di dalam ruangan (*indoor*). Intensitas radiasi dari solar simulator dan kecepatan udara masing-masing diukur dengan menggunakan Pyranometer dan Anemometer. Pyranometer harus berada pada kemiringan yang sama dengan kemiringan kolektor agar nilai intensitas radiasi yang diterima sama dengan penerimaan oleh permukaan kolektor tersebut. Penempatan sensor temperatur fluida kerja harus berada dekat dengan posisi *inlet* dan *oulet* dari kolektor menggunakan termokopel tipe K. Data pengukuran temperatur disimpan dalam Datalogger TM 9478D. Set-up pengujian dapat dilihat seperti dalam Gambar 2 berikut :



Gambar 2. Skema rangkaian pengujian PVT-TEC PVT-TEC

1. Solar Simulator
2. Blower
3. Anemometer
4. Solar Power Meter
5. Thermo Recorder
6. Solar charge controller
7. Battery
8. LED
9. Multimeter Tester
10. Fan

Pengujian yang dilakukan adalah untuk mengetahui unjuk **kerja termal** berupa distribusi temperatur fluida dan temperatur permukaan PV. Disamping itu penelitian ini juga untuk mengetahui **efisiensi listrik** dan **pressure drop** aliran fluida yang terjadi.

Prosedur pengujian unjuk kerja termal secara *indoor* (European Standard EN 12975, 2006) adalah sebagai berikut:

1. Kolektor diletakkan menghadap ke radiasi solar simulator pada kondisi tegak lurus.
2. Laju aliran massa fluida harus konstan selama pengujian dan kecepatan udara lingkungan rata-rata harus berada dalam batas 2-4 m/s.
3. Pengaturan temperatur fluida masuk (set-point) untuk sedikitnya empat temperatur yang berbeda dan masing-masingnya harus dipertahankan konstan selama pengambilan data.
4. Data yang diukur adalah intensitas radiasi, temperatur lingkungan, temperatur fluida masuk dan keluar, serta laju aliran massa.

5. Periode pengambilan data dalam rentang empat (4) kali *time constant*.
6. Ulangi prosedur 1-5 hingga sedikitnya untuk 16 data pengukuran, minimal 4 titik untuk masing-masing temperatur fluida masuk yang berbeda.

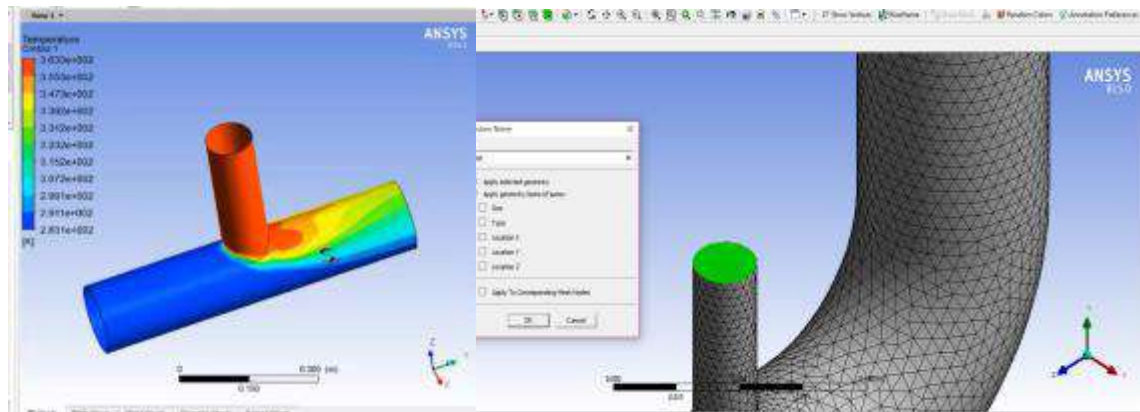
Sementara itu **pressure drop** sangat berkaitan dengan kemampuan pompa untuk mengalirkan fluida kerja. Semakin besar pressure drop yang terjadi maka akan semakin besar daya fan yang akan dibutuhkan.

Proses Simulasi

Simulasi CFD menggunakan Software Ansys Fluent untuk pengujian unjuk kerja termal dan aliran fluida. Metode CFD dikembangkan dan diterapkan terhadap jenis absorber *cross cut fins* yang dikarakterisasi dengan udara daerah tropis.

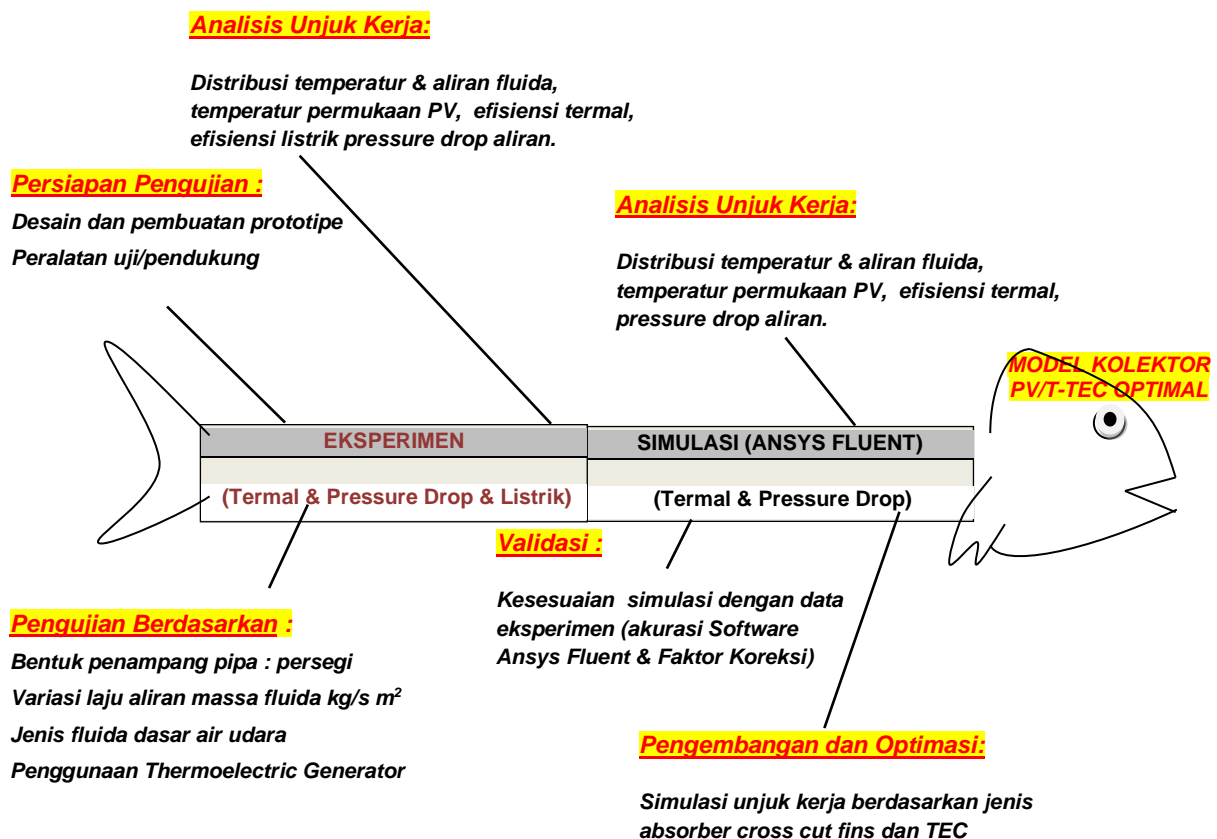
Simulasi CFD dibutuhkan untuk memodelkan unjuk kerja kolektor dengan desain yang berbeda. Distribusi temperatur permukaan kolektor yang diwakili oleh temperatur rata-rata fluida akan diukur dari metode ini. Nilai-nilai yang diukur seperti koefisien heat loss, irradiansi, temperatur fluida masuk (inlet) dan temperatur udara lingkungan akan dijadikan sebagai kondisi batas dalam simulasi. Simulasi akan dilakukan pada temperatur inlet yang berbeda sesuai dengan syarat standar pengujian EN 29175 untuk mendapatkan kurva efisiensi termal. Validasi dilakukan dengan membandingkan kesamaan antara nilai simulasi dengan nilai pengujian yang dilakukan. Proses Simulasi dimulai dengan membangun geometri model dengan 3D CAD. Untuk menganalisa parameter yang diinginkan seperti distribusi temperatur dan tekanan, aliran fluida dan lainnya maka diperlukan proses *Mesh Generation* serta penetapan kondisi batas seperti terlihat pada Gambar 3.

Mengoptimasi dan mengembangkan unjuk kerja kolektor surya PV/T melalui metode CFD (*Ansys Fluent*) berdasarkan perubahan atau variasi dimensi geometri pipa absorber, jenis dan konsentrasi nanofluida serta laju aliran massa fluida.



Gambar 3. Contoh proses meshing dan hasil simulasi menggunakan software Ansys Fluent

Sementara itu peningkatan unjuk kerja listrik diketahui dari perubahan daya yang terjadi setelah penggunaan fluida kerja udara karena terjadinya perubahan temperatur permukaan PV. **Efisiensi listrik** merupakan rasio antara daya yang dihasilkan PV dibandingkan dengan jumlah radiasi solar simulator yang dapat diserap oleh kolektor sesuai dengan luas permukaan PV.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

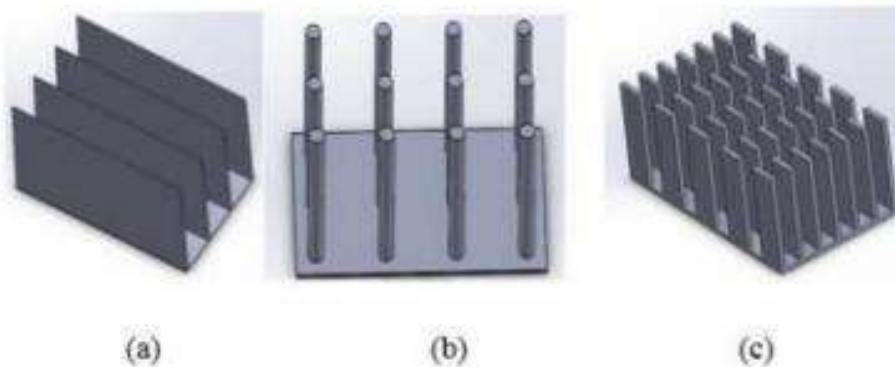
Tabel 1. Tahapan dan Alur Penelitian

Penelitian yang Telah Dilakukan	Penelitian Sekarang (Professorship BLU Unila)	Penelitian Selanjutnya...
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengembangan Metode Pengujian Unjuk Kerja kolektor PV/T 2. Simulasi Numerik Temperatur Fluida (Konsep Aliran Piston) 3. Karakterisasi Kolektor Surya Menggunakan Solar Simulator 4. Tinjauan Keberlakuan Standar ISO 9806-1 dalam Pengujian Unjuk Kerja Termal Kolektor Surya Pada Kawasan Ekuator 5. Karakteristik Termal Material Absorber Kolektor Surya Pelat Datar 6. Karakteristik Termal dan Elektrikal Kolektor Surya PV/T-TEC Sirip Rectangiular 	<p>Judul: KARAKTERISASI UNJUK KERJA KOLEKTOR SURYA PV/T-TEC MENGGUNAKAN ABSORBER JENIS <i>CROSS-CUT FINS</i></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-bottom: 10px;"> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px 20px; border-radius: 10px; display: flex; align-items: center;"> Eksperimen ➤ </div> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px 20px; border-radius: 10px; display: flex; align-items: center;"> Simulasi ➤ </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> Desain kolektor PV/T -TEC dengan absorber jenis <i>cross-cut fins</i> Pembuatan prototype kolektor (skala laboratorium) disesuaikan dengan data hasil desain. Pengujian unjuk kerja termal dan elektrikal serta pressure drop Analisa dan mengkarakterisasi data pengujian secara termal Analisa unjuk kerja elektrikal kolektor hybrid PV/T-TEC </div> <div style="width: 48%; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> Validasi hasil simulasi dengan data hasil Optimasi dan pengembangan unjuk kerja kolektor melalui metode CFD (Ansys Fluent) berdasarkan iklim tropis dengan absorber jenis <i>cross-cut fins</i> dan variasi laju aliran massa fluida. Analisa data hasil simulasi dan pengembangan kolektor PV/T berkaitan dengan temperatur dan distribusi aliran fluida kerja dan temperatur permukaan PV serta pressure drop yang terjadi. </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 48%; padding: 5px;"> <p>Luaran:</p> <ul style="list-style-type: none"> Prototype kolektor hybrid PV/T skala laboratorium Data desain dan eksperimen dengan fluida kerja udara beriklim tropis Parameter unjuk kerja termal, elektrikal dan pressure drop <p>Publikasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> Persiapan (draft) 1 artikel pada jurnal Internasional bereputasi </div> <div style="width: 48%; padding: 5px;"> <p>Luaran:</p> <ul style="list-style-type: none"> Prototype kolektor PV/T-TEC optimal hasil pengembangan /simulasi berkaitan dengan parameter unjuk kerja termal, elektrikal dan pressure drop Parameter unjuk kerja termal, elektrikal dan pressure drop <p>Publikasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> Seminar Internasional 1 prosiding dalam seminar Internasional terindeks </div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="color: red; font-weight: bold;">Unjuk kerja sistem kolektor PV/T-TEC dengan lingkungan sesungguhnya</p> </div>
<p>Publikasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> 4 buah Artikel Internasional bereputasi dan 5 proceeding Internasional 7 Prosiding Nasional 		

3.2 Unjuk kerja termal dan elektrik kolektor PV/T berdasarkan penggunaan sirip absorber jenis *cross-cut fins* dan TEC

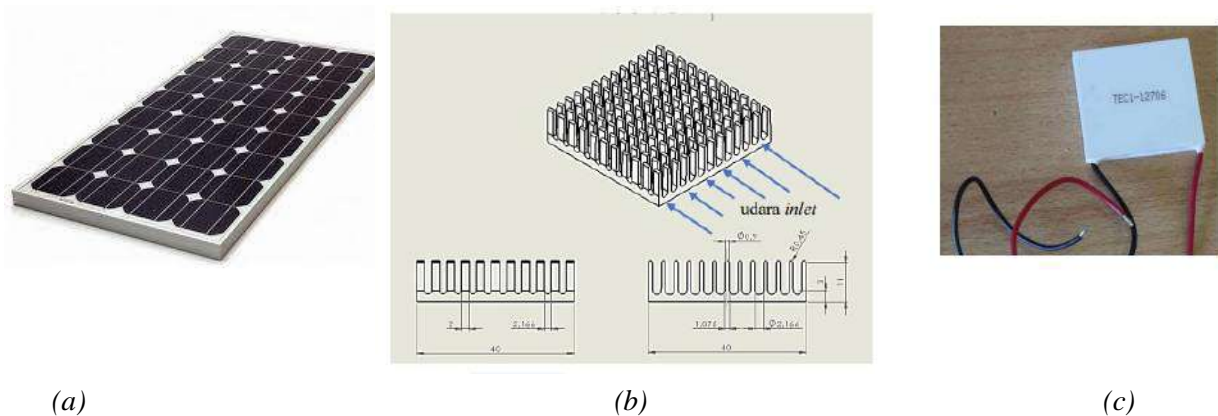
Secara umum terdapat tiga bentuk sirip seperti terlihat pada Gambar 5. Dalam penelitian ini akan digunakan absorber jenis *cross-cut fins* dan diharapkan penurunan tekanan yang lebih rendah terhadap fluida kerja jika dibandingkan dengan jenis sirip *rectangular* yang sudah diteliti oleh penulis sebelumnya.

Fluida kerja yang digunakan dalam penelitian ini adalah udara yang disesuaikan dengan iklim pada daerah Bandarlampung. Benda uji seperti terlihat pada Gambar 6 dan 7 merupakan gabungan yang terdiri dari kolektor surya (PV) dan kolektor termal dengan absorber jenis *cross-cut fins*.

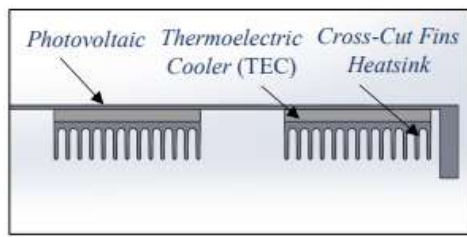


Gambar 5 (a) Rectangular heatsink, (b) Circular fins heatsink, (c) Crosscut plate fins heatsink (Khor dkk., 2021)

Sementara itu benda uji didesain dan akan ditambahkan *Thermoelectric Cooler* (TEC) untuk memanfaatkan panas sisa sehingga perolehan energi listrik dapat ditingkatkan.



Gambar 6. Benda uji: (a) panel PV; (b) cross cut fins (c) TEC



(a)



(b)

Gambar 7. Benda uji: (a) desain panel PV/T-TEC (b) dimensi TEC dan cross cut fins

Pengujian unjuk kerja termal kolektor hybrid PV/T

Model termal yang digunakan dalam pengujian ini adalah seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut (John A. Dufie et.al):

$$A [F'(\tau\alpha)_{en} G - F'U_L(T_m - T_a)] = \dot{m}_f c_f (T_i - T_0) \quad (1)$$

dimana \dot{m}_f adalah laju aliran massa fluida, c_f adalah panas spesifik dari fluida, $F'(\tau\alpha)_{en}$ adalah *zero loss efficiency* untuk radiasi global normal terhadap permukaan, G adalah intensitas radiasi matahari, F' adalah faktor efisiensi dari kolektor, U_L adalah koefisien rugi termal menyeluruh, T_i dan T_0 adalah temperatur fluida dibagian masuk dan keluar dari segmen kolektor, T_a adalah temperatur lingkungan, T_m adalah temperatur fluida rata-rata dan A adalah luas kolektor.

Unjuk kerja kolektor yang akan ditentukan adalah **parameter efisiensi termal** $F'(\tau\alpha)_{en}$ dan **koefisien rugi termal menyeluruh** ($F'U_L$) seperti terlihat pada persamaan (1). Parameter unjuk kerja kolektor ini dapat dihitung melalui *curve fitting*, menggunakan *least square method*. *Multiple Linear Regression* diaplikasikan dalam metode perhitungan ini. Parameter unjuk kerja juga dapat dideskripsikan melalui **grafik antara efisiensi dengan $(T_m - T_a)/G$** .

Terdapat dua perioda dalam prosedur pengujian yaitu perioda awal (*pre-conditioning period*) dan perioda pengukuran (*measurement period*). Lama waktu untuk perioda awal setidaknya adalah empat (4) kali *time constant* dari kolektor yang diuji (jika diketahui) atau tidak kurang 15 menit (jika *time constant* tidak diketahui). Sementara itu untuk perioda pengukuran dibutuhkan empat (4) kali *time constant* dari kolektor yang diuji (jika diketahui) atau tidak kurang 10 menit (jika

time constant tidak diketahui). Pada prosedur pengujian ini, *time constant* adalah penting untuk menentukan lama perioda data yang didefinisikan sebagai perioda waktu dimana pengukuran harus dilakukan untuk menghitung unjuk kerja termal kolektor.

Pengukuran time constant kolektor (τ)

Nilai *time constant* kolektor perlu diketahui terlebih dahulu sebelum pengujian unjuk kerja termal dilakukan. Nilai *time constant* ini dibutuhkan untuk mengetahui periode dalam pengambilan data. *Time constant* dari kolektor didefinisikan sebagai waktu yang dilalui antara pelepasan penutup kolektor dan saat dimana temperatur fluida keluar kolektor mencapai 63.2% terhadap peningkatan total dari kondisi steady awal ke kondisi steady kedua di temperatur yang lebih tinggi, dimana kondisi steady ini ditandai ketika variasi temperatur keluar fluida kecil dari 0.005 K per menit. Intensitas radiasi harus lebih besar dari 700 Wm⁻². Fluida kerja harus disirkulasikan pada laju fluida yang sama ketika digunakan pada pengujian unjuk kerja termal kolektor.

Pengujian unjuk kerja elektrik dengan penambahan TEC

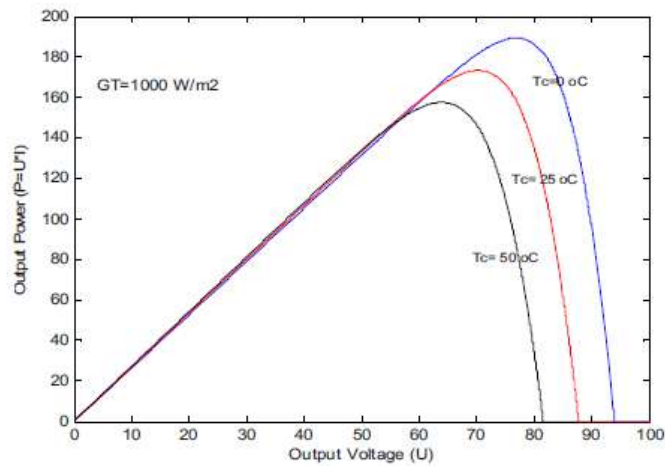
Energi matahari yang diserap oleh modul diubah sebagian menjadi energi panas dan energi listrik, yang dikeluarkan dari sel melalui sirkuit eksternal. Energi termal harus dilepaskan oleh mekanisme perpindahan panas gabungan dan kerugian ke atas terjadi oleh mekanisme yang sama seperti kerugian dari permukaan kolektor pelat datar. Kerugian panas biasanya lebih penting pada kolektor PV, karena perpindahan panas modul harus dimaksimalkan sehingga sel akan beroperasi pada suhu serendah mungkin.

Neraca energi dari satu satuan luas modul yang didinginkan oleh kerugian ke sekitarnya dapat ditulis sebagai:

$$\tau\alpha G_T = \eta_c G_T + U_L(T_c - T_a) \quad (2)$$

Di mana τ apakah transmitansi kaca atau penutup yang mungkin ada di atas permukaan sel PV, α adalah fraksi radiasi di permukaan sel yang diserap, dan η_c merupakan efisiensi modul untuk mengubah radiasi menjadi energi listrik. Efisiensi modul ini akan bervariasi dari nol sampai maksimum tergantung seberapa dekat modul dioperasikan dari titik daya maksimum. Koefisien

kerugian (U_L) akan mencakup kerugian oleh konveksi dan radiasi dari atas dan bawah serta kerugian oleh konduksi melalui rangka PV, pada suhu lingkungan T_a seperti dijelaskan pada Gambar 8.



Gambar 8 Daya vs tegangan output berdasarkan temperatur permukaan PV

Thermoelectric Cooler (TEC) juga disebut generator Seebeck adalah perangkat *solid* yang mengubah fluks panas (perbedaan suhu) langsung menjadi energi listrik melalui fenomena yang disebut efek Seebeck (bentuk efek thermoelectric). Generator termoelektrik berfungsi seperti mesin panas dan tidak memiliki bagian yang bergerak.

Tabel Pembagian Tugas

No	Posisi	Peran/Tanggung Jawab
1.	Ketua	a.Perancangan kolektor surya pelat datar PV/T b.Perakitan kolektor c.Pengolahan dan analisis data d.Penyusunan laporan
2.	Anggota I	a.Perancangan kolektor pelat datar PV/T b.Perakitan kolektor pelat datar c.Pengolahan dan analisis data d.Penyusunan laporan
3.	Anggota II	a.Perancangan kolektor pelat datar b.Perakitan kolektor pelat datar c.Pengolahan dan analisis data d.Penyusunan laporan
4.	Mahasiswa I	a.Perakitan kolektor pelat datar + TEC b.Persiapan pengambilan data c.Pengambilan data d. Pengolahan data
5.	Mahasiswa II	a.Perakitan kolektor pelat datar + TEC b.Persiapan pengambilan data c.Pengambilan data d. Pengolahan data

IV. RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN

4.1 Anggaran Biaya

Jumlah total biaya yang dibutuhkan dalam kegiatan ini adalah sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 2, sedangkan detail anggaran yang diperlukan terdapat dalam lampiran pada Tabel 4 (selama 6 bulan).

Tabel 2. Anggaran Biaya Penelitian

No	Komponen	Rp
1.	Pengadaan alat dan bahan	16.220.000
2.	Perjalanan	8.250.000
3.	Bahan habis pakai	1.655.000
6.	Laporan/ Diseminasi/Publikasi	23.875.000
Jumlah		50.000.000

4.2 Jadwal Pelaksanaan

Kegiatan yang diusulkan ini akan dilakukan dalam 6 bulan seperti terlihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	KEGIATAN	TAHUN KE 1					
		1	2	3	4	5	6
1.	Penelusuran literatur	X	X				
2.	Perancangan, persiapan bahan dan alat penelitian (pembuatan benda uji dan setting pengujian)		X	X			
3.	Pengambilan data percobaan: unjuk kerja kolektor PV/T			X	X	X	
4.	Analisa data percobaan			X	X	X	
5.	Penulisan laporan kemajuan				X	X	
6.	Penulisan laporan akhir					X	X
7.	Seminar hasil					X	X

DAFTAR PUSTAKA

Rencana Induk Penelitian Universitas Lampung, 2021-2025, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Lampung.

Rencana Strategis Penelitian Universitas Lampung 2021-2025 Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Lampung.

H. Hashim, J.J. Bompfrey, G. Min. 2017. Model for Geometryoptimisation of thermoelectric devices in a hybrid PV/TE system. *Renewable Energy*, 87, 458-463

S.A. Nada, M.A. Said, 2019. Effects of fins geometries, arrangements, dimensions and numbers on natural convection heat transfer characteristics in finned-horizontal annulus, *International Journal of Thermal Sciences*, Volume 137

Fatih Bayrak, Hakan F. Oztop, Fatih Selimefendigil 2019, Effects of different fin parameters on temperature and efficiency for cooling of photovoltaic panels under natural convection, *Solar Energy*, Volume 188

Khor, C. Y., Rosli, M. U., Nawi, M. A. M., Kee, W. C., & Ramdan, D. 2021. Influence of inlet velocity and heat flux on the thermal characteristic of various heat sink designs using CFD analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, 2051(1).

R.C. Adhikari, D.H. Wood, M. Pahlevani, 2020. Optimizing rectangular fins for natural convection cooling using CFD, *Thermal Science and Engineering Progress*, Volume 17, 2020

M. Nesarajah and F. George, 2016” Thermoelectric Power Generation: Peltier Element versus Thermoelectric Generator” *IECON 2016 - 42nd in Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, IEEE (4252-4257)

N. B. Khedher, 2018. “Experimental Evaluation of a Flat Plate Solar Collector Under Hail City Climate” *Engineering, Technology & Applied Science Research* Vol. 8, No. 2, 2750-2754

Penulis, D. Chemisana, J.I. Rosell, J.Barrau. 2012. A dynamic model based on the piston flow concept for the thermal characterization of solar collectors. *Applied Energy*, 94, 244-250.

Penulis, D. Chemisana, and J. I. Rosell, 2013. Hybrid Photovoltaic-Thermal Solar Collector Dynamic Modelling, *Applied Energy*, 101, 797-807.

Penulis, Daniel Chemisana, J. I. Rosell, 2010, The Use of Filtering for the Dynamic Characterization of PV/T Flat-Plate Collectors- ISBN 978-3-901425-13-4 ,International Conference on Solar Heating,Cooling and Buildings EuroSun, Graz University, Austria

Penulis, Dynamic Characterization of Flat-plate Solar Collector, 2013 - ISBN 978-979-8510-61-8 Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XII, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung

Penulis, Simulasi unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar dengan pendekatan temperature fluida kerja, 2014 - ISBN 978-602-9841- 23- 7 Seminar Nasional Tahunan TeknikMesin, (SNTTM) XIII Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat

Penulis, dkk, Optimasi periode data berdasarkan *time constant* pada pengujian unjuk kerja termal kolektor surya pelat datar, 2015 - ISBN 978- 602 -73732- 0 – 4, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin, (SNTTM) XIV, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Kalimantan Selatan

Penulis, Penerapan ISO 9806-1 Dalam Pengujian Unjuk Kerja Termal Kolektor Surya Pada Kawasan Ekuator, 2015 - ISSN: 2477- 0477 SENFA, Universitas Padjajaran, Jatinangor, Jawa Barat

Penulis, dkk. Comparison Study of Solar Flat Plate Collector With Two Different Absorber Materials, The 1st Faculty of Industrial Technology International Congress, Iteas Bandung, 2017.

John A. Dufie, William A. Beckman. 2021. Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley & Sons, Inc.

Ansys Fluent Tutorial Guide, Ansys Inc.2013

KONTRAK PENELITIAN

**PENELITIAN PASCA SARJANA
BLU UNIVERSITAS LAMPUNG 2018**

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TIN
UNIVERSITAS LAMPUNG
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Gedung Rektorat Lantai 5, Jalan Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung
Telepon (0721) 705173, Fax. (0721) 773798, e-mail : lppm@kpa.unila.ac.id
www.lppm.unila.ac.id

SURAT PERJANJIAN (KONTRAK) PEKERJAAN
PELAKSANAAN KEGIATAN PENELITIAN PASCASARJANA

NOMOR : 1573 /UN26.21/PN/2018
TANGGAL : 9 Juli 2018

ANTARA

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS LAMPUNG

DAN
DR. AMRIZAL, S.T., M.T. (Ketua)
TANGGUNGJAWAB KEGIATAN PENELITIAN DENGAN JUDUL
Eksperimental Penggunaan Nanofluida Al₂O₃ Pada Kolektor Surya
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG
2018



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Gedung Rektorat Lantai 5, Jalan Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung
Telepon (0721) 705173, Fax. (0721) 773798, e-mail : lppm@jka.unila.ac.id
www.lppm.unila.ac.id

**SURAT PERJANJIAN (KONTRAK) PEKERJAAN
PELAKSANAAN KEGIATAN PENELITIAN PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMPUNG**

NOMOR : 1573 /UN26.21/PN/2018

TANGGAL : 9 Juli 2018

Pada hari ini **Senin** tanggal **Sembilan** bulan **Juli** tahun **Dua Ribu Delapan Belas**, kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Nama : Warsono, Ph. D
Jabatan : Pejabat Pembuat Komitmen LPPM Universitas Lampung
Alamat : Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung

Selanjutnya dalam perjanjian ini disebut **PIHAK PERTAMA**

2. Nama : DR. AMRIZAL, S.T., M.T.
Jabatan : Penanggungjawab Pelaksanaan Kegiatan Penelitian dengan Judul
"Kaji Eksperimental Penggunaan Nanofluida Al₂O₃ Pada Kolektor Surya Pv/T".
Alamat : Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung

Selanjutnya dalam perjanjian ini disebut **PIHAK KEDUA**

PIHAK PERTAMA DAN KEDUA berdasarkan :

1. Peraturan Presiden nomor 54 tahun 2010; tentang pengadaan barang/jasa pemerintah;
2. Undang-undang RI nomor 17 tahun 2003 tentang Keuangan Negara;
3. Undang-undang nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
4. Undang-undang nomor 15 tahun 2004 tentang Pemeriksaan Pengelolaan dan Tanggung Jawab Keuangan Negara;
5. Keppres Nomor 42 tahun 2002 jo nomor 72 tahun 2004 tentang Pelaksanaan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara;
6. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 606/KMK.66/2004 tentang Pedoman Pelaksanaan Anggaran;
7. DIPA Universitas Lampung Nomor DIPA-042.01.2.400954/2018, tanggal 05 Desember 2017

Dengan ini menyatakan setuju dan sepakat untuk mengikat diri dalam suatu pelaksanaan pekerjaan, dengan ketentuan dan syarat-syarat tercantum dalam pasal ini :

PASAL 1
LINGKUP PEKERJAAN

PIHAK PERTAMA memberi tugas kepada **PIHAK KEDUA** dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk melaksanakan dan mengkoordinir kegiatan Penelitian dengan Judul *"Kaji Eksperimental Penggunaan Nanofluida Al₂O₃ Pada Kolektor Surya Pv/T"*.

PASAL 2
BIAYA PENELITIAN

Untuk melaksanakan kegiatan Penelitian oleh Dosen TEKNIK Unila seperti dalam pasal 1 di atas, dibiayai dari Anggaran DIPA BLU Unila TA 2018 sebesar Rp. 40000000,- (*Empat Puluh Juta Rupiah*). Mata Anggaran Kegiatan (MAK) 042.002.001.053.C.525119 Tahun Anggaran 2018. Sudah termasuk biaya Seminar, Penerbitan Publikasi Universitas.

PASAL 3
CARA PEMBAYARAN

Pembayaran tersebut pada pasal 2 di atas dilakukan dalam 2 tahap :

1. Tahap pertama sebesar 70% dari nilai kontrak atau sebesar 70% x Rp. 40000000,- = Rp. 28000000,- (*Dua Puluh Delapan Juta Rupiah*) setelah penandatanganan kontrak oleh kedua belah pihak dan menyerahkan proposal yang disahkan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian masyarakat Universitas Lampung.
2. Tahap kedua (terakhir) sebesar 30% dari nilai kontrak atau sebesar 30% x Rp. 40000000,- = Rp. 12000000,- (*Dua Belas Juta Rupiah*) setelah pekerjaan dinyatakan selesai dan dinyatakan dalam berita acara penyerahan pekerjaan dan menyerahkan laporan hasil kegiatan Penelitian dan Publikasi.

Pembayaran dilakukan melalui kas Badan Layanan Umum (BLU) Universitas Lampung pada pihak kedua ke nomor rekening : **0504008236 Bank BNI Tanjung Karang** atas nama : **DR. AMRIZAL, S.T., M.T.**. Penanggungjawab kegiatan penelitian oleh Dosen TEKNIK Unila

PASAL 4
JANGKA WAKTU PELAKSANAAN

1. Jangka waktu pelaksanaan kegiatan Penelitian dengan Judul dan Penelitian Universitas Lampung oleh Dosen TEKNIK Universitas Lampung tersebut dalam pasal 1 adalah 136 (seratus tiga puluh enam) terhitung sejak ditandatanganinya perjanjian ini. Laporan ini harus diserahkan **PIHAK KEDUA** selambat-lambatnya tanggal 21 November 2018 sebanyak (3) Tiga Eksemplar.
2. Apabila laporan Penelitian tidak diselesaikan tepat pada waktunya, **PIHAK KEDUA** dapat mengajukan Adendum sebanyak 1 kali saja, dan apabila **PIHAK KEDUA** berhenti/diberhentikan dari jabatan atau dipindahkan ke instansi lain, **PIHAK KEDUA** wajib mempertanggungjawabkan penggunaan dana penelitian yang telah diterima dari **PIHAK PERTAMA**, selanjutnya **PIHAK PERTAMA** berhak menunjuk orang lain untuk melaksanakan pekerjaan tersebut.

PASAL 5 SANKSI

1. Jika **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan pekerjaan sesuai dengan batas Waktu pelaksanaan yang tercantum dalam pasal 4 dalam perjanjian ini maka untuk tiap hari keterlambatan **PIHAK KEDUA** wajib membayar denda keterlambatan sebesar 1/100 (satu permil) dari nilai kontrak.
2. **PIHAK KEDUA** bertanggung jawab penuh apabila dalam pelaksanaan pekerjaan tidak sesuai dengan ketentuan yang berlaku, atau terdapat hal – hal atau temuan pemeriksaan yang mengakibatkan kerugian negara.

PASAL 6 PENYELESAIAN PERSELISIHAN

1. Jika terjadi perselisihan antara kedua belah pihak, pada dasarnya akan diselesaikan secara musyawarah.
2. Jika perselisihan itu tidak dapat diselesaikan secara musyawarah, maka akan diselesaikan oleh "panitia pendamai" yang berfungsi sebagai juri/wasit yang dibentuk dan diangkat oleh kedua belah pihak yang terdiri dari:
 - Seorang wakil dari **PIHAK PERTAMA** sebagai anggota
 - Seorang wakil dari **PIHAK KEDUA** sebagai anggota
 - Seorang pihak ketiga yang ahli sebagai Ketua, yang telah disetujui oleh **PIHAK KEDUA**.
3. Keputusan panitia pendamai ini mengikat kedua belah pihak, dan biaya penyelesaian perselisihan yang dikeluarkan akan ditanggung secara bersama.
4. Jika keputusan ini sebagaimana dimaksud ayat 3 pasal ini tidak dapat diterima oleh salah satu pihak, maka penyelesaian perselisihan akan diteruskan melalui pengadilan Negeri.

PASAL 7 LAIN-LAIN

1. Segala sesuatu yang belum diatur dalam surat perjanjian ini yang dipandang perlu oleh kedua belah pihak akan diatur lebih lanjut dalam surat perjanjian tambahan (*Addendum*) dan merupakan perjanjian yang tidak dapat terpisahkan dari perjanjian ini.
2. Surat perjanjian ini dibuat rangkap 4 (empat) untuk Pihak Pertama dan Pihak Kedua, selebihnya diberikan kepada pihak-pihak yang berkepentingan dan ada hubungannya dengan pekerjaan.

PASAL 8
PENUTUP

1. Surat perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh kedua belah pihak di atas materai Rp.6000,- (enam ribu rupiah) pada lembar ke satu dan lembar kedua yang mempunyai kekuatan hukum sama.
2. Perjanjian ini berlaku mulai tanggal ditandatangani oleh kedua belah pihak.

PIHAK KEDUA
Penanggungjawab Kegiatan

PERAI
APIL
KERTOGONTEN
600
WARSONO



DR. AMRIZAL, S.T., M.T.
NIP. 197002021998031004

PIHAK PERTAMA
Pejabat Pembuat Komitmen,
LPPM Universitas Lampung



Warsono, Ph. D
NIP. 196302161987031003

**PENELITIAN PASCA SARJANA
BLU UNIVERSITAS LAMPUNG 2019**

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS LAMPUNG
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Jalan Pendidikan dan Kebudayaan No. 1, Bandar Lampung
35125
Telp. (071) 7711111
Faks (071) 7711111

SURAT PERJANJIAN BONGGAL PEKERJAAN
PELAKSANAAN KEGIATAN PENELITIAN DAN PENGABDIAN

NOMOR : 195/JAB/2019/0000000
TANGGAL : 28 Juni 2019

AN/PA

PEJABAT PEMBUNYI BONGGAL
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS LAMPUNG

DAN
DR. AMRIZAL, S.T., M.T. (Guru)
PENANGGUNG JAWAB KEGIATAN PENELITIAN DENGAN JUDUL
PENGGUNAAN PIPA PERSEGI (RECTANGULER TUBE) DENGAN
NANOFLUIDA PADA ABSORBER KOLEKTOR SURYA PWT

FAKULTAS FT
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019

**SURAT PERJANJIAN (KONTRAK) PEKERJAAN
PELAKSANAAN KEGIATAN PENELITIAN PENELITIAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMPUNG**

NOMOR : 1951/UN26.21/PN/2015
TANGGAL : 26 Juni 2015

Surat ini Rabu tanggal Dua Puluh Enam bulan Juni tahun Dua Ribu Sembilan belas ini yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Warsono, Ph. D.
Jabatan : Pejabat Pembuat Komitmen LPPm Universitas Lampung
Alamat : Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung

yang saya dalam perjanjian ini disebut PIHAK PERTAMA.

Nama : DR. AMRIZAL, S.T., M.T.
Jabatan : Penanggungjawab Pelaksanaan Kegiatan Penelitian Institut
dengan Judul "PENGUNAAN PIPA PERSEGI (RECTANGULER
TUBE) DENGAN NANOFLUIDA PADA ABSORBER KOLEKTOR
SURYA PVIT".
Alamat : Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung

yang saya dalam perjanjian ini disebut PIHAK KEDUA

PIHAK PERTAMA DAN KEDUA berdasarkan :

Peraturan Presiden nomor 54 tahun 2010; tentang pengadaan barang/jasa pemerintah
Undang-undang RI nomor 17 tahun 2003 tentang Keuangan Negara;
Undang-undang nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional,
Undang-undang nomor 15 tahun 2004 tentang Pemeriksaan Pengelolaan dan
Tanggung Jawab Keuangan Negara;
Keppres Nomor 42 tahun 2002 jo nomor 72 tahun 2004 tentang Pelaksanaan
Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara;
Peraturan Menteri Keuangan Nomor 606/KMK.66/2004 tentang Pedoman Pembayaran
Pelaksanaan Anggaran;
DIPA Universitas Lampung Nomor DIPA-042.01.2.400954/2015, tanggal 05 Desember
2015

Surat ini menyatakan setuju dan sepakat untuk mengikat diri dalam suatu perjanjian pelaksanaan pekerjaan, dengan ketentuan dan syarat-syarat tercantum dalam pasal-pasal ini :

PASAL 1
LINGKUP PEKERJAAN

PIHAK PERTAMA memberi tugas kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA melaksanakan tugas tersebut untuk melaksanakan dan mengkoordinir kegiatan Penelitian PASCASARJANA dengan Judul "PENGGUNAAN PIPA PERSANGKULAN (ANGGULAR TUBE) DENGAN NANOFLUIDA PADA ABEORBER KOLEKTIK PADA SURTA PVT

PASAL 2
BIAYA PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan kegiatan Penelitian PENELITIAN PASCASARJANA Unila 2019 sesuai pasal 1 di atas, dibiayai dari Anggaran DIPA BLU Unila TA 2019 sebesar Rp 40.000.000,- (Empat Puluh Juta Rupiah). Mata Anggaran Kegiatan (512.001.002.053.C.525119 Tahun Anggaran 2019. Sudah termasuk biaya Serius Publikasi Universitas.

PASAL 3
CARA PEMBAYARAN

- Pembayaran tersebut pada pasal 2 di atas dilakukan dalam 2 tahap:
- Tahap pertama sebesar 70% dari nilai kontrak atau sebesar 70% x Rp 40.000.000,- = Rp 28.000.000,- (Dua Puluh Delapan Juta Rupiah) setelah penandatanganan dan kedua belah pihak dan menyerahkan proposal yang diserahkan Ketua Penelitian dan Pengabdian masyarakat Universitas Lampung
 - Tahap kedua (terakhir) sebesar 30% dari nilai kontrak atau sebesar 30% x Rp 40.000.000,- = Rp 12.000.000,- (Dua Belas Juta Rupiah) setelah pekerjaan dan selesai dan dinyatakan dalam berita acara penyerahan pekerjaan dan menyertakan hasil kegiatan Penelitian dan Publikasi.
 - Menyerahkan laporan sebagaimana berikut:
 - Laporan Penelitian
 - Selesaiannya mahasiswa program pascasarjana yang terlibat dalam penelitian yang dibuktikan dengan selesainya tesis mahasiswa (minimal 1 yang sudah disetujui oleh komisi pembimbing)
 - Satu artikel ilmiah (minimal disubmit ke jurnal nasional terakreditasi atau internasional terindeks)
 - HKI dan/atau buku ajar.

Pembayaran dilakukan melalui kas Badan Layanan Umum (BLU) Universitas Unila pada pihak kedua ke nomor rekening 0504008236. Bank Bina Tarung Kalimantan - DR. AMRIZAL, S.T., M.T.. Penanggungjawab kegiatan penelitian PASCASARJANA Universitas Lampung.

PASAL 4
JANGKA WAKTU PELAKSANAAN

Jangka waktu pelaksanaan kegiatan Penelitian PENELITIAN PASCASARJANA Universitas Lampung tersebut dalam pasal 1 adalah 133 (Seratus Tiga Puluh) lamanya sejak ditandatanganinya perjanjian ini. Laporan ini harus diserahkan kepada PIHAK KEDUA selambat-lambatnya tanggal 4 November 2019 sebanyak (3) Tiga Eksemplar.

PASAL 5 SANKSI

1. Jika **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan pekerjaan sesuai dengan batas Waktu pelaksanaan yang tercantum dalam pasal 4 dalam perjanjian ini maka untuk tiap hari keterlambatan **PIHAK KEDUA** wajib membayar denda keterlambatan sebesar 1/1000 (satu permil) dari nilai kontrak.
2. **PIHAK KEDUA** bertanggung jawab penuh apabila dalam pelaksanaan pekerjaan ini tidak sesuai dengan ketentuan yang berlaku, atau terdapat hal – hal atau temuan pemeriksaan yang mengakibatkan kerugian negara.

PASAL 6 PENYELESAIAN PERSELISIHAN

1. Jika terjadi perselisihan antara kedua belah pihak, pada dasarnya akan diselesaikan secara musyawarah.
2. Jika perselisihan itu tidak dapat diselesaikan secara musyawarah, maka akan diselesaikan oleh "panitia pendamai" yang berfungsi sebagai juri/wasit yang dibentuk dan diangkat oleh kedua belah pihak yang terdiri dari:
 - Seorang wakil dari **PIHAK PERTAMA** sebagai anggota
 - Seorang wakil dari **PIHAK KEDUA** sebagai anggota
 - Seorang pihak ketiga yang ahli sebagai Ketua, yang telah disetujui oleh **PIHAK KEDUA**
3. Keputusan panitia pendamai ini mengikat kedua belah pihak, dan biaya penyelesaian perselisihan yang dikeluarkan akan ditanggung secara bersama.
4. Jika keputusan ini sebagaimana dimaksud ayat 3 pasal ini tidak dapat diterima oleh salah satu pihak, maka penyelesaian perselisihan akan diteruskan melalui pengadilan Negeri.

PASAL 7 LAIN-LAIN

1. Segala sesuatu yang belum diatur dalam surat perjanjian ini yang dipandang perlu oleh kedua belah pihak akan diatur lebih lanjut dalam surat perjanjian tambahan (*Addendum*) dan merupakan perjanjian yang tidak dapat terpisahkan dari perjanjian ini.
2. Surat perjanjian ini dibuat rangkap 4 (empat) untuk Pihak Pertama dan Pihak Kedua, selebihnya diberikan kepada pihak-pihak yang berkepentingan dan ada hubungannya dengan pekerjaan.

RINGKASAN KONTRAK

Kegiatan yang dasarnya berasal dari DIPA BLD Universitas Lampung

No. Itel LKPA
Kode Keg /Sub Kegiatan

DBA-042 01 2 4000542030 05 November 2018
5142 001 002 003 0 505119 Tahun Anggaran 2019
(Penelitian)

Waktu dan Tanggal SPK
Nama Penanggungjawab

19514120 2104/2019 Tanggal 26 Juni 2019
DR. AMRIZAL, S.T., M.I.A. (Widyaiswara Tetap) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Nama Penanggungjawab
Nomor Pokok Wajib Pajak

Prof. Sumardi (Widyaiswara Tetap) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
26 111 645 3 323 000

Nilai SPK/Surat Perjanjian
Uraian dan volume
Akte/jaiz

Rp 40.000.000,-
Penelitian dengan Judul "PERCUBAAN PERSEGI
(RECTANGULER TUBE) DENGAN NANOFILUDA PADA
ABSORBER KOLEKTOR SUDYA PWT"

Cara Pembayaran

1. Kegiatan penelitian pendahuluan (satu) sebesar 70% (dari nilai pelaksanaan atau 70% x Rp 40.000.000,- yakni sebesar Rp 28.000.000,- (Dua Puluh Delapan Juta Rupiah) setelah surat perjanjian pelaksanaan pekerjaan ini ditandatangani oleh kedua belah pihak dan menyerahkan proposal-proposal kegiatan tersebut dari Pihak Kedua kepada Pihak Pertama
2. Kegiatan penelitian pendahuluan (satu) sebesar 30% (dari nilai pelaksanaan atau 30% x Rp 40.000.000,- yakni sebesar Rp 12.000.000,- (Dua Puluh Juta Rupiah) setelah penyerahan laporan 100% dinyatakan dengan Berita Acara Serah Terima pekerjaan dan menyerahkan laporan hasil kegiatan dan Pihak Kedua kepada Pihak Pertama
3. Pembayaran tersebut di atas dilakukan melalui Bank Badan Layanan Umum (BLU) ke rekening Pihak Kedua pada Bank BRI cabang Padang dengan nomor rekening 0504006735 a.n DR. AMRIZAL, S.T., M.I.A. sebagai penanggung jawab kegiatan penelitian PENELITIAN PASCASARJANA Universitas Lampung.

Jangka waktu pelaksanaan

132 (Seratus Tiga Puluh Dua) kalender berturut-turut tanggal 26 Juni - 4 November 2019

Tanggal Penyelesaian Pekerjaan

4 November 2019

Jangka waktu Pemeliharaan

Ketentuan Sanksi

1. Apabila terjadi ketelambatan pekerjaan tanpa adanya alasan yang diterima oleh pemberi pekerjaan dikenakan sanksi/denda sebesar 1/1000 (satu permil) untuk setiap hari keterlambatan dengan denda maksimal sebesar 5% (lima persen) dari jumlah harga borongan.
2. Segala resiko yang timbul akibat keterlambatan pekerjaan tersebut wa sepenuhnya menjadi beban dan tanggung jawab pihak II. Maka jika sebagai pihak I dapat membatalkan SPK secara sepihak dan pihak II tidak berhak menuntut kerugian apapun dari instansi kami.

Bandar Lampung, 25 Juni 2019
Pejabat Pembuat Komitmen LPPM Universitas Lampung,



1987031003

**PENELITIAN PDUPT
DIKTI 2021**



KONTRAK PENELITIAN PDUPT
Tahun Anggaran 2021
Nomor: 3974/UN24.2/PPN/2021

Pada hari ini Rabu tanggal Empat Belas bulan Juli tahun Dua Ribu Dua Puluh Satu, kami yang bertandatangan di bawah ini:

1. **Dr. Laestika Afrizal, D.E.A.**
 Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung dalam hal ini bertindak atas dan atas nama Lembaga Penelitian Universitas Lampung yang berkedudukan di Jalan Prof. Dr. Sumarto Bronggorso No. 1 Bandar Lampung, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;
2. **Dr. Anetral, M.T**
 Dosen FAKULTAS Teknik Universitas Lampung dalam hal ini bertindak sebagai pengurus dan Ketua Pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2021, untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

PIHAK PERTAMA dan **PIHAK KEDUA**, secara bersama-sama sepakat menyetujui dan dalam suatu Kontrak PDUPT Tahun Anggaran 2021 dan per selesaian dan masa-nya sebagai berikut:

Paragraf 1
 Ruang Lingkup Kontrak

PIHAK PERTAMA memberi pekerjaan kepada **PIHAK KEDUA** dan **PIHAK KEDUA** menerima pekerjaan tersebut dari **PIHAK PERTAMA**, untuk melaksanakan dan menyelesaikan PDUPT Tahun Anggaran 2021 dengan judul "Karakterisasi kemampuan kolektor surya PV/T pada dasar dengan penambahan Thermal Storage Generator (TSG) dan soep".

Paragraf 2
 Dana Penelitian

- (1) Jumlah dana untuk melaksanakan penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Paragraf 1 adalah sebesar Rp. 94.805.000 (Sembilan Puluh Empat Juta Delapan Ratus Lima Ribu Rupiah) telah serendah mungkin.
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Nomor KP DIPA-021.17.1.090492021 sejak ke-08 tanggal 4 Juni 2021.

Paragraf 3
 Tata Cara Pembayaran Dana Penelitian

- (1) **PIHAK PERTAMA** akan membayarkan Dana Penelitian kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Pembayaran pada skema Penelitian Disertasi Doktor dan Penelitian Dasar Tidak Jarak dilaksanakan secara sekaligus (100%)
 - b. Pembayaran sekaligus 100% dari total dana penelitian yaitu 100% x Rp. 94.805.000 (Sembilan Puluh Empat Juta Delapan Ratus Lima Ribu Rupiah) = Rp. 94.805.000 (Sembilan Puluh Empat Juta Delapan Ratus Lima Ribu Rupiah) yang akan dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah **PIHAK KEDUA** menerima proposal penelitian, serta pernyataan kesanggupan pelaksanaan penelitian yang telah di unggah ke laman SIMLITABMAS dan

- 1. Pihak PERTAMA, Penerimaan Dana Layanan Tambahan sebesar Rp. ...
- 2. Pihak KEDUA, Penerimaan Dana Layanan Tambahan sebesar Rp. ...
- 3. Pihak PERTAMA berkeinginan untuk menyerahkan data penelitian kepada Pihak KEDUA dengan jumlah dan dengan cara penyebaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.
- 4. Pihak KEDUA berkeinginan untuk menyerahkan data penelitian kepada Pihak PERTAMA dengan jumlah dan dengan cara penyebaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.

Nama	Amrullah
Nama Rekening	883902174
Nama Bank	BNP

Pihak PERTAMA telah bertanggung jawab atas keterlambatan dan/atau tidak seberesnya sejumlah dana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yang disebabkan karena kelambatan Pihak KEDUA dalam menyerahkan data penelitian, nama bank, nomor rekening, dan persyaratan lainnya yang telah sesuai dengan ketentuan.

**Pasal 4
Jangka Waktu**

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 sampai sebesar 100%, adalah sebanyak ... Tanggal 14 Juli 2021 dan berakhir pada Tanggal 16 November 2021.

**Pasal 5
Target Layanan**

- 1. Pihak KEDUA berkeinginan untuk mencapai target layanan wajib penelitian berupa ...
- 2. Pihak KEDUA berkeinginan untuk mencapai target layanan tambahan penelitian berupa ...
- 3. Pihak KEDUA berkeinginan untuk melaporkan perkembangan pencapaian target layanan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada Pihak PERTAMA.

**Pasal 6
Hak dan Kewajiban Para Pihak**

- 1. Hak dan Kewajiban Pihak PERTAMA
 - a. Pihak PERTAMA berhak untuk mendapatkan dari Pihak KEDUA layanan Rantai Proposal Penelitian, Surat Pernyataan Kemampuan Pelaksanaan Penelitian, Surat Pernyataan Tanggungjawab Delapan (SPTR), Laporan Kemajuan, Laporan Akhir, Layanan Wajib Penelitian dan Layanan Tambahan yang valid disertai Softcopy.
 - b. Pihak PERTAMA berkeinginan untuk memberikan data penelitian kepada Pihak KEDUA dengan jumlah dan dengan cara penyebaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.
- 2. Hak dan Kewajiban Pihak KEDUA
 - a. Pihak KEDUA berhak menerima data penelitian dari Pihak PERTAMA dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.
 - b. Pihak KEDUA berkeinginan menyerahkan kepada Pihak PERTAMA layanan Rantai Proposal Penelitian, Surat Pernyataan Kemampuan Pelaksanaan Penelitian, Surat Pernyataan Tanggungjawab Delapan (SPTR), Laporan Kemajuan, Laporan Akhir, Layanan Wajib Penelitian dan Layanan Tambahan yang valid disertai Softcopy.
 - c. Pihak KEDUA berkeinginan untuk bertanggungjawab dalam penggunaan data penelitian yang diserahkan sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui.
 - d. Pihak KEDUA berkeinginan untuk menyampaikan laporan penggunaan dana kepada Pihak PERTAMA.

Pasal 7
Laporan Pelaksanaan Penelitian

PIHAK KEDUA berkewajiban mengunggah Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian dan Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan ke SIMLITABMAS paling lambat 14 September 2021.

PIHAK KEDUA berkewajiban menyerahkan *Hardcopy* sebagaimana tercantum pasal 7 ayat 1 kepada **PIHAK PERTAMA**, paling lambat 16 September 2021.

PIHAK KEDUA berkewajiban mengunggah dokumen sebagai berikut :

- a. Revisi proposal penelitian
 - b. Surat pernyataan kesanggupan pelaksanaan penelitian
 - c. Catatan harian pelaksanaan penelitian
 - d. Laporan kemajuan pelaksanaan penelitian
 - e. Surat pernyataan Tanggungjawab belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan
 - f. Luaran penelitian
- pada laman SIMLITABMAS paling lambat 16 November 2021

Laporan hasil Penelitian sebagaimana tercantum pada ayat 3 harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a. Bentuk/ukuran kertas A4;
- b. Di bawah bagian cover ditulis:

Dibiayai oleh:
Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, dan Teknologi/Badan Riset Dan Inovasi Nasional
Sesuai dengan Kontrak Penelitian
Nomor : 120/SP2H/VT/DRPM/2021

Pasal 8
Monitoring dan Evaluasi

PIHAK PERTAMA dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2021, sebelum pelaksanaan Monitoring dan Evaluasi eksternal oleh Direktorat Sumber Daya Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan Riset dan Teknologi.

Pasal 9
Penilaian Luaran

Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai/*Reviewer* Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
Apabila dalam penilaian luaran terdapat luaran tambahan yang tidak tercapai maka dana tambahan yang diterima oleh peneliti harus disetorkan kembali ke kas negara.

Pasal 10
Penggantian Keanggotaan

Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi penelitian dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan dari Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat Deputi Bidang Penguatan Pengembangan.
Apabila Ketua tim pelaksana penelitian tidak dapat menyelesaikan penelitian atau mengundurkan diri, **PIHAK KEDUA** wajib menunjuk pengganti Ketua Tim Pelaksana penelitian yang merupakan anggota tim setelah mendapat persetujuan tertulis dari Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan.
Dalam hal tidak adanya pengganti ketua tim pelaksana penelitian sesuai dengan syarat ketentuan maka penelitian dibatalkan.

Pasal 11
Penggunaan Ketua Pelaksana

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA** selaku ketua pelaksana tidak dapat melaksanakan Perjanjian ini, maka **PIHAK KEDUA** wajib menandatangani pengantar ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada **PIHAK PERTAMA**.
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka **PIHAK KEDUA** harus mengembalikan dana penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetor ke Kas Negara.
- (3) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (2) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 12
Sanksi

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Kontrak Penelitian tidak berakhir, **PIHAK KEDUA** tidak melaksanakan kewajiban sebagaimana dimaksud dalam pasal 7 ayat 3, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi administratif.
- (2) Sanksi administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat berupa penghentian pembayaran dan Ketua Tim Pelaksana Penelitian tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut.

Pasal 13
Pembatalan Perjanjian

- (1) Apabila dikemudian hari terdapat judul Penelitian Karakterisasi kemampuan kolektor surya PV/T pelat datar dengan penambahahan Thermal Electric Generator (TEG) dan sirip sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, nilai tidak baik, dan/atau perubahan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh **PIHAK KEDUA**, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya akan disetor ke Kas Negara.
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 14
Pajak-Pajak

PIHAK KEDUA berkewajiban memungut dan membayar pajak ke kantor pelayanan pajak setempat yang berkenaan dengan kewajiban berupa:

1. Pembelian barang dan jasa dikenai PPN sebesar 10% dan PPH 22 sebesar 1,5%.
2. Pajak-pajak lain sesuai ketentuan.

Pasal 15
Peralatan dan/atau Hasil Penelitian

Hasil Pelaksanaan Penelitian ini yang berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari pelaksanaan Penelitian adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada Universitas Lampung sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 16
Penyelesaian Sengketa

Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum.

**Pasal 17
Amandemen Kontrak**

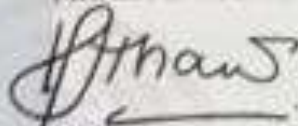
Apabila terdapat hal lain yang belum diatur atau terjadi perubahan dalam Kontrak penelitian ini, maka akan dilakukan amandemen Kontrak Penelitian

**Pasal 18
Lain-lain**

- (1) **PIHAK KEDUA** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibayai dan/atau disertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perguruan tinggi atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri
- (2) Apabila sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan tambahan atau perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian lain atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh **PARA PIHAK** pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan bernomor cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK PERTAMA



Dr. Lusiella Afriani, D.E.A.
NIDN: 0010056505



PIHAK KEDUA

Dr. Amzal M.T

NIDN: 0002027004

**PENELITIAN PASCA SARJANA
BLU UNIVERSITAS LAMPUNG 2017**



UNIVERSITAS LAMPUNG
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
GEDUNG REKTORAT LANTAI 5
Jalan. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145
Telp. (0721) 705173, 701609 Ext. 136 Fax. 773798 email lppm@kpa.Unila.ac.id

**SURAT PENUGASAN
PENELITIAN DOSEN PASCASARJANA
TAHUN ANGGARAN 2017**

Nomor : 809/UN26.21/PN/2017

Pada hari ini Kamis tanggal Dua Puluh Tujuh bulan Juli tahun Dua Ribu Tujuh Belas, saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Warsono, Ph.D.
NIP : 196302161987031003
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM)
Universitas Lampung
Alamat : Jln. Prof. Soemanteri Brojonegoro No. 1 Gedung Meneng Bandar Lampung

Dengan ini menugaskan kepada peneliti :

Nama : Dr. Amrizal, S.T., M.T.
NIP : 197002021998031004
Jabatan : Ketua Peneliti
Fakultas : TEKNIK

Untuk melakukan tugas Penelitian DOSEN PASCASARJANA yang didanai oleh DIPA BLU Universitas Lampung Tahun Anggaran 2017, dengan judul: *Unjuk Kerja Kolektor Surya Pelat Datar Berdasarkan Material Absorber*

Surat Penugasan Penelitian ini didasari oleh :

1. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan; Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2005, Tentang Pengelolaan Keuangan badan Layanan Umum (BLU), sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2012;
2. Keputusan Presiden Nomor 73 tahun 1966 tentang Pendirian Unila;
3. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 256/MPN.A4/KP/2011 tentang Pengangkatan Rektor Unila;
4. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 129/KMK.05/2009 Tentang Penetapan Unila Pada Departemen Pendidikan Nasional sebagai Instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;
5. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 6 Tahun 2015 tentang Statuta Universitas Lampung;
6. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor 72 Tahun 2014 tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Lampung;
7. Keputusan Rektor Universitas Lampung Nomor 18/UN26/OT/2015 tentang berdirinya LPPM Unila;
8. Keputusan Rektor Universitas Lampung Nomor 25/UN26/KP/2015 tentang Pengangkatan Ketua dan Sekretaris Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Lampung;
9. Surat perjanjian yang ditandatangani antara Pejabat Pembuat Komitmen Universitas Lampung dengan Ketua Lembaga Penelitian Universitas Lampung Nomor 4098/UN26.21/KU/2017 Tentang Pelaksanaan Kegiatan Penelitian Dosen PASCASARJANA.

KEWAJIBAN – KEWAJIBAN YANG HARUS DIPENUHI

PASAL 1

Pelaksanaan penugasan penelitian sebagaimana dimaksud, nilai penugasan penelitiannya adalah sebesar Rp 40000000,- (Empat puluh juta rupiah) yang dananya bersumber dari dana DIPA BLU Universitas Lampung Tahun Anggaran 2017.

PASAL 2

Pembayaran penugasan penelitian ini dilaksanakan dalam 2 (dua) Tahap yaitu :

- (1) Pembayaran Tahap Pertama, sebesar 70% dari nilai kontrak = Rp. 28000000,- (dua puluh delapan juta rupiah) dibayarkan setelah surat perjanjian ini ditanda tangani oleh kedua belah pihak.
- (2) Pembayaran Tahap Kedua, sebesar 30% dari nilai kontrak = Rp. 12000000,- (dua belas juta rupiah) dibayarkan setelah Peneliti menyerahkan laporan Akhir dan laporan keuangan Hasil Pelaksanaan Penelitian yang telah dilaksanakan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Lampung, disertai dengan Berita Acara Serah Terima Laporan Akhir dan Surat Pertanggung Jawaban Mutlak.

PASAL 3

Hal-hal dan segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjadi tanggung jawab PIHAK KEDUA dan harus dibayarkan ke Kas Negara sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

PASAL 4

- (1) Peneliti melaksanakan penelitian sesuai dengan proposal yang telah disetujui oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung Tahun 2017.
- (2) Peneliti berkewajiban untuk mengupayakan hasil penelitiannya untuk dapat dipublikasikan baik dalam jurnal Ilmiah di lingkungan Universitas Lampung maupun diluar Universitas Lampung.

PASAL 5

- (1) Dana penelitian yang diperoleh oleh peneliti dimanfaatkan sebenar-benarnya untuk pembiayaan penelitian yang dilaporkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung.
- (2) Perubahan-Perubahan dalam pelaksanaan penelitian dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan lebih dahulu dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung.

PASAL 6

- (1) Peneliti harus menyelesaikan Penelitian yang dimaksud dan menyerahkan : Laporan Akhir dan Laporan Keuangan selambat- lambatnya tanggal 7 November 2017
- (2) Laporan sebagaimana dimaksud dalam pasal 6 ayat (1) disampaikan dalam bentuk hardcopy (sebanyak 3 eksemplar) dan softcopy (sebanyak 2 keping CD).
- (3) Peneliti diwajibkan menyerahkan artikel ilmiah yang siap di publikasikan.
- (4) Bentuk/ukuran, format penulisan dan warna cover Sesuai dengan panduan yang telah ditetapkan.

PASAL 7

- (1) Apabila Peneliti (ketua) sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 tidak dapat menyelesaikan penelitian ini, maka peneliti wajib menunjuk pengganti ketua pelaksana sesuai dengan bidang ilmu yang diteliti dan merupakan salah satu anggota tim yang diketahui oleh Dekan Fakultas dan disetujui oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Unila.
- (2) Apabila batas waktu penelitian habis peneliti belum menyerahkan hasil pekerjaan seluruhnya maka peneliti akan dikenakan denda sebesar 1 o/oo (satu permil) setiap hari keterlambatan sampai dengan setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai surat Penugasan Pelaksanaan Penelitian, terhitung dari tanggal jatuh tempo yang telah ditetapkan sampai dengan berakhirnya pembayaran dana Penelitian oleh PUMK Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung, Peneliti tetap harus menyelesaikan pekerjaan dengan menyerahkan laporan penelitian sesuai dengan ketentuan pasal 6.
- (3) Bagi peneliti yang tidak menyerahkan laporan hasil penelitian dalam akhir tahun anggaran yang sedang berjalan dan waktu proses pencairan biayanya telah berakhir maka sisa biaya atau dana penelitian yang bersangkutan, yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus dan peneliti wajib mengembalikan dana penelitian yang sudah dicairkan untuk dikembalikan ke Kas Negara;
- (4) Apabila Peneliti tidak dapat memenuhi pasal-pasal sebagaimana diatur dalam Perjanjian Penugasan Penelitian ini, maka Peneliti wajib mengembalikan seluruh dana penelitian yang telah diterimanya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung untuk selanjutnya disetorkan ke Kas Negara;
- (5) Apabila dikemudian hari terbukti bahwa judul-judul penelitian sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 dijumpai adanya indikasi duplikasi dengan penelitian lain dan/atau diperoleh indikasi ketidak jujur dan iktikad kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka penelitian tersebut dinyatakan batal dan Peneliti wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung untuk selanjutnya disetor ke Kas Negara.

PASAL 8

Surat Penugasan Penelitian ini dibuat rangkap 2 (dua), dan masing-masing bermeterai sesuai dengan ketentuan yang berlaku, dan biaya meterainya dibebankan kepada PIHAK KEDUA.

PASAL 9

1. Jika terjadi perselisihan antara kedua belah pihak, pada dasarnya akan diselesaikan secara musyawarah.
2. Jika perselisihan itu tidak dapat diselesaikan secara musyawarah, maka akan diselesaikan oleh "Panitia Pendamai" yang berfungsi sebagai juri/wasit, yang dibentuk dan diangkat oleh kedua belah pihak yang terdiri :
 - Seorang wakil dari **PIHAK PERTAMA** sebagai anggota;
 - Seorang wakil dari **PIHAK KEDUA** sebagai anggota;
 - Seorang **PIHAK KETIGA** yang ahli sebagai Ketua, yang telah disetujui oleh **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA**.
3. Keputusan Panitia Pendamai ini mengikat kedua belah pihak, dan biaya penyelesaian perselisihan yang dikeluarkan akan ditanggung secara bersama.
4. Jika Keputusan ini sebagai mana dimaksud ayat 3 pasal ini tidak dapat diterima oleh salah satu pihak, maka penyelesaian perselisihan akan diteruskan melalui Pengadilan Negeri.
5. Segala akibat yang terjadi dari pelaksanaan perjanjian ini, kedua belah pihak memilih kedudukan (domisili) yang tetap dan sah di Kantor Pengadilan Negeri Bandar Lampung.

PASAL 10

Segala sesuatu yang belum diatur dalam surat perjanjian ini, atau perubahan-perubahan yang dipandang perlu oleh kedua belah pihak, akan diatur lebih lanjut dalam Surat Perjanjian Tambahan (Adendum) dan merupakan perjanjian yang tidak terpisahkan dari perjanjian ini.

PIHAK PERTAMA,

Ketua LPPM
Universitas Lampung

Warsono, Ph.D.
NIP 196302161987031003

PIHAK KEDUA,

Ketua /Selaku
Penanggung Jawab Penelitian

Dr. Amrizal, S.T., M.T.
NIP. 197002021998031004

**PENELITIAN FUNDAMENTAL
DIKTI 2015**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS LAMPUNG
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
GEDUNG REKTORAT LANTAI 5
Jalan. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145
Telp. (0721) 705173, 701609 Ext. 136 Fax. 773798 email:lppm@kpa.Unila.ac.id

**SURAT PENUGASAN
PENELITIAN HIBAH FUNDAMENTAL BARU
TAHUN ANGGARAN 2015**

Nomor : 158 /UN26/8/LPPM/2015

Pada hari ini **Senin** tanggal **Tiga Puluh** bulan **Maret** tahun **Dua Ribu Lima Belas**, saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Dr. Eng. Admi Syarif
NIP : 196701031992031003
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM)
Universitas Lampung
Alamat : Jln. Prof. Soemanteri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng Bandar Lampung

Dengan ini menugaskan kepada peneliti :

Nama : Amrizal, M.T.
NIP : 197002021998031004
Jabatan : Ketua Peneliti
Fakultas : Teknik

Untuk melakukan tugas Penelitian HIBAH FUNDAMENTAL BARU yang didanai oleh Dana APBN Universitas Lampung Tahun Anggaran 2015, dengan judul: ***Tinjauan keberlakuan standar ISO 9806-1 Dalam Pengujian Untuk Kerja Termal Kolektor Surya Pada Kawasan Ekuator***

Surat Penugasan Penelitian ini didasari oleh :

1. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan; Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2005, Tentang Pengelolaan Keuangan badan Layanan Umum;
2. Keputusan Presiden Nomor 73 tahun 1966 tentang pendirian Unila;
3. Keputusan Presiden Nomor 256/MPN.A4/KP/2011 tentang Pengangkatan Rektor Unila;
4. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 129/KMK.05/2009 Tentang Penetapan Unila Pada Departemen Pendidikan Nasional sebagai Instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;
5. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 6 Tahun 2015 tentang Statuta Universitas Lampung;
6. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor 72 Tahun 2014 tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Lampung;
7. Keputusan Rektor Universitas Lampung Nomor 18/UN26/OT/2015 tentang berdirinya LPPM Unila;
8. Keputusan Rektor Universitas Lampung Nomor 25/UN26/KP/2015 tentang Pengangkatan Ketua dan Sekretaris Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Lampung;

KEWAJIBAN – KEWAJIBAN YANG HARUS DIPENUHI

PASAL 1

Pelaksanaan penugasan penelitian sebagaimana dimaksud, nilai penugasan penelitiannya adalah sebesar Rp **50000000,- (Lima puluh juta rupiah)** yang dananya bersumber dari dana APBN Universitas Lampung Tahun Anggaran 2015.

PASAL 2

Pembayaran penugasan penelitian ini dilaksanakan dalam 2 (dua) Termin yaitu :

- (1) Pembayaran Termin Pertama, sebesar 70% dari nilai pekerjaan = **Rp. 35000000,- (Tiga Puluh Lima Juta Rupiah)** dibayarkan setelah surat perjanjian ini ditanda tangani oleh kedua belah pihak.
- (2) Pembayaran Termin Kedua, sebesar 30% dari nilai pekerjaan = **Rp. 15000000,- (Lima Belas Juta Rupiah)** dibayarkan setelah Peneliti menyerahkan laporan Akhir dan laporan keuangan Hasil Pelaksanaan Penelitian yang telah dilaksanakan kepada Lembaga Penelitian Universitas Lampung, disertai dengan Berita Acara Serah Terima Laporan Akhir dan Surat Pertanggung Jawaban Mutlak.

PASAL 3

Hal-hal dan segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjadi tanggung jawab PIHAK KEDUA dan harus dibayarkan ke Kas Negara sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

PASAL 4

- (1) Peneliti melaksanakan penelitian sesuai dengan proposal yang telah disetujui oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung Tahun 2015.
- (2) Peneliti berkewajiban untuk mengupayakan hasil penelitiannya untuk dapat dipublikasikan baik dalam jurnal Ilmiah di lingkungan Universitas Lampung maupun diluar Universitas Lampung.

PASAL 5

- (1) Dana penelitian yang diperoleh oleh peneliti dimanfaatkan sebenar-benarnya untuk pembiayaan penelitian yang dilaporkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung.
- (2) Perubahan-Perubahan dalam pelaksanaan penelitian dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan lebih dahulu dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung.

PASAL 6

- (1) Peneliti harus menyelesaikan Penelitian yang dimaksud dan menyerahkan : Laporan kemajuan dan Laporan penggunaan anggaran 70% yang telah diverifikasi oleh Tim Monev Internal LPPM selambat-lambatnya tanggal 09 Juli 2015
- (2) Peneliti harus menyelesaikan Penelitian yang dimaksud dan menyerahkan : Laporan Akhir dan Laporan Keuangan yang telah diverifikasi oleh Tim Monev Internal LPPM, selambat-lambatnya tanggal 27 November 2015.
- (3) Laporan sebagaimana dimaksud dalam pasal 6 ayat (1) disampaikan dalam bentuk hard copy (sebanyak 2 eksemplar) dan softcopy (sebanyak 2 keping CD).
- (4) Bentuk/ukuran, format penulisan dan warna cover Sesuai dengan panduan yang telah ditetapkan.

PASAL 7

- (1) Apabila Peneliti (ketua) sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 tidak dapat menyelesaikan penelitian ini, maka peneliti wajib menunjuk pengganti ketua pelaksana sesuai dengan bidang ilmu yang diteliti dan merupakan salah satu anggota tim yang diketahui oleh Dekan Fakultas dan disetujui oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Unila.
- (2) Apabila batas waktu penelitian habis peneliti belum menyerahkan hasil pekerjaan seluruhnya maka peneliti akan dikenakan denda sebesar 1 o/oo (satu permil) setiap hari keterlambatan sampai dengan setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai surat Penugasan Pelaksanaan Penelitian, terhitung dari tanggal jatuh tempo yang telah ditetapkan sampai dengan berakhirnya pembayaran dana Penelitian oleh PUMK Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung. Peneliti tetap harus menyelesaikan pekerjaan dengan menyerahkan laporan penelitian sesuai dengan ketentuan pasal 6.
- (3) Bagi peneliti yang tidak menyerahkan laporan hasil penelitian dalam akhir tahun anggaran yang sedang berjalan dan waktu proses pencairan biayanya telah berakhir maka sisa biaya atau dana penelitian yang bersangkutan, yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus dan peneliti wajib mengembalikan dana penelitian yang sudah dicairkan untuk dikembalikan ke Kas Negara;
- (4) Apabila Peneliti tidak dapat memenuhi pasal-pasal sebagaimana diatur dalam Perjanjian Penugasan Penelitian ini, maka Peneliti wajib mengembalikan seluruh dana penelitian yang telah diterimanya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung untuk selanjutnya disetorkan ke Kas Negara;
- (5) Apabila dikemudian hari terbukti bahwa judul-judul penelitian sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 dijumpai adanya indikasi duplikasi dengan penelitian lain dan/atau diperoleh indikasi ketidak jujuran dan iktikad kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka penelitian tersebut dinyatakan batal dan Peneliti wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung untuk selanjutnya disetor ke Kas Negara.

PASAL 8

Surat Penugasan Penelitian ini dibuat rangkap 2 (dua), dan masing-masing bermeterai sesuai dengan ketentuan yang berlaku, dan biaya meterainya dibebankan kepada PIHAK KEDUA.

PASAL 9

1. Jika terjadi perselisihan antara kedua belah pihak, pada dasarnya akan diselesaikan secara musyawarah.
2. Jika perselisihan itu tidak dapat diselesaikan secara musyawarah, maka akan diselesaikan oleh "Panitia Pendamai" yang berfungsi sebagai juri/wasil, yang dibentuk dan diangkat oleh kedua belah pihak yang terdiri :
 - Seorang wakil dari **PIHAK PERTAMA** sebagai anggota;
 - Seorang wakil dari **PIHAK KEDUA** sebagai anggota;
 - Seorang **PIHAK KETIGA** yang ahli sebagai Ketua, yang telah disetujui oleh **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA**.
3. Keputusan Panitia Pendamai ini mengikat kedua belah pihak, dan biaya penyelesaian perselisihan yang dikeluarkan akan ditanggung secara bersama.
4. Jika Keputusan ini sebagai mana dimaksud ayat 3 pasal ini tidak dapat diterima oleh salah satu pihak, maka penyelesaian perselisihan akan diteruskan melalui Pengadilan Negeri.
5. Segala akibat yang terjadi dari pelaksanaan perjanjian ini, kedua belah pihak memilih kedudukan (domisili) yang tetap dan sah di Kantor Pengadilan Negeri Bandar Lampung.

PASAL 10

Segala sesuatu yang belum diatur dalam surat perjanjian ini, atau perubahan-perubahan yang dipandang perlu oleh kedua belah pihak, akan diatur lebih lanjut dalam Surat Perjanjian Tambahan (Adendum) dan merupakan perjanjian yang tidak terpisahkan dari perjanjian ini.

PIHAK PERTAMA,

Ketua LPPM
Universitas Lampung

Dr. Eng. Admi Syarif
NIP. 196701031992031003

PIHAK KEDUA,

Ketua /Selaku
Penanggung Jawab Penelitian



Amrizal, M.T.
NIP. 197002021998031004

**PENELITIAN PDUPT
DIKTI 2022**



UNIVERSITAS LAMPUNG
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Gedung Rektorat Lantai 5, Jalan Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145
Telepon (0721) 705173, Fax. (0721) 773798, e-mail : lppm@kpa.unila.ac.id
www.lppm.unila.ac.id

KONTRAK PROGRAM PENELITIAN LANJUTAN
SKEMA PDUPT
Tahun Anggaran 2022
Nomor: 2143/UN26.21/PN/2022

Pada hari ini Rabu tanggal Dua Puluh Sembilan bulan April tahun Dua Ribu Dua Puluh Dua, kami yang bertandatangan di bawah ini :

1. **Dr. Lusmeilia Afriani, D.E.A.** : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lampung dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Lembaga Penelitian Universitas Lampung yang berkedudukan di Jalan Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No 1 Bandar Lampung, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;
- Dr. Amrizal, M.T** : Dosen FAKULTAS Teknik Universitas Lampung dalam hal ini bertindak sebagai pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Tahun Anggaran 2022 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

PIHAK PERTAMA dan **PIHAK KEDUA**, secara bersama-sama sepakat mengikatkan diri dalam suatu Kontrak PDUPT Tahun Anggaran 2022 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

Pasal 1
Ruang Lingkup Kontrak

PIHAK PERTAMA memberi pekerjaan kepada **PIHAK KEDUA** dan **PIHAK KEDUA** menerima pekerjaan tersebut dari **PIHAK PERTAMA**, untuk melaksanakan dan menyelesaikan Penelitian PDUPT Tahun Anggaran 2022 dengan judul "Karakterisasi kemampuan kolektor surya PV/T pelat datar dengan penambahan Thermal Electric Generator (TEG) dan sirip"

Pasal 2
Dana Penelitian

- (1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 adalah sebesar Rp. 89.770.000 (*Delapan Puluh Sembilan Juta Tujuh Ratus Tujuh Puluh Ribu Rupiah*) sudah termasuk pajak.
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan Riset dan Teknologi Nomor SP DIPA-023.17.1.690523/2022 tanggal 17 November 2021.

Pasal 3
Tata Cara Pembayaran Dana Penelitian

- (1) **PIHAK PERTAMA** akan membayar Dana Penelitian kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Pembayaran Program Penelitian Lanjutan dilaksanakan secara bertahap
 - b. Pembayaran tahap pertama 70% dari total dana penelitian yaitu 70% x Rp. 89.770.000 (Delapan Puluh Sembilan Juta Tujuh Ratus Tujuh Puluh Ribu Rupiah) = Rp. 62.839.000 (Enam Puluh Dua Juta Delapan Ratus Tiga Puluh Sembilan Ribu Rupiah) yang akan dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah **PIHAK KEDUA** merevisi proposal penelitian dan surat pernyataan kesanggupan pelaksanaan penelitian yang telah di unggah ke laman bima.kemdikbud.go.id dan menyerahkan/menyampaikan hardcopy sebanyak 2 eksemplar **PIHAK PERTAMA**.

- c. Pembayaran tahap kedua 30% dari total penelitian yaitu $30\% \times \text{Rp. } 89.770.000$ (Delapan Puluh Sembilan Juta Tujuh Ratus Tujuh Puluh Ribu Rupiah) = Rp. 26.931.000 (5) yang akan dibayarkan oleh PIHAK PERTAMA kepada PIHAK KEDUA setelah PIHAK KEDUA mengunggah laporan kemajuan, surat pernyataan tanggungjawab belanja (STJB), laporan akhir dan luaran penelitian, catatan harian yang telah diunggah ke laman bima.kemdikbud.go.id dan menyerahkan/menyampaikan hardcopy sebanyak 2 eksemplar kepada PIHAK PERTAMA.
Pembayaran Dana Luaran Tambahan sebesar : Rp.- ,
- d. Dana Luaran Tambahan dibayarkan kepada PIHAK KEDUA pada bulan Desember 2022.
- e. Apabila luaran tambahan dinyatakan tidak valid oleh PIHAK PERTAMA, maka dana luaran tambahan tidak bisa dibayarkan ke PIHAK KEDUA, dan dana luaran tambahan tersebut akan disetorkan kembali ke kas negara oleh PIHAK PERTAMA.
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada pasal 3 huruf b akan disalurkan oleh PIHAK PERTAMA kepada PIHAK KEDUA ke rekening sebagai berikut:
- | | |
|----------------|--------------|
| Nama | : 0070920774 |
| Nomor Rekening | : Amrizal |
| Nama Bank | : BNI |
- (3) PIHAK PERTAMA tidak bertanggung jawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarnya sejumlah dana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yang disebabkan karena kesalahan PIHAK KEDUA dalam menyampaikan data peneliti, nama bank, nomor rekening, dan persyaratan lainnya yang tidak sesuai dengan ketentuan.

Pasal 4 Jangka Waktu

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 sampai selesai 100%, adalah terhitung sejak Tanggal 29 April dan berakhir pada Tanggal 20 November 2022

Pasal 5 Target Luaran

- (1) PIHAK KEDUA berkewajiban untuk mencapai target luaran wajib penelitian berupa :
- Artikel di Jurnal Internasional
 - Terindeks di Pengindeks
 - Bereputasi
 - Accepted
- (2) PIHAK KEDUA diharapkan dapat mencapai target luaran tambahan penelitian berupa : -
- (3) PIHAK KEDUA berkewajiban untuk melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 6 Hak dan Kewajiban Para Pihak

- (1) Hak dan Kewajiban PIHAK PERTAMA:
- a. PIHAK PERTAMA berhak untuk mendapatkan dari PIHAK KEDUA *hardcopy* Revisi Proposal Penelitian, Surat Pernyataan Kesanggupan Pelaksanaan Penelitian, Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB), Laporan Kemajuan, Luaran Wajib Penelitian dan Luaran Tambahan yang valid.
 - b. PIHAK PERTAMA berkewajiban untuk memberikan dana penelitian kepada PIHAK KEDUA dengan jumlah dan dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3
- c. Hak dan Kewajiban PIHAK KEDUA:
- a. PIHAK KEDUA berhak menerima dana penelitian dari PIHAK PERTAMA dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3;
 - b. PIHAK KEDUA berkewajiban menyerahkan kepada PIHAK PERTAMA *hardcopy* Revisi Proposal Penelitian, Surat Pernyataan Kesanggupan Pelaksanaan Penelitian, Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB), Laporan Kemajuan, Luaran Wajib Penelitian dan Luaran Tambahan yang valid.
 - c. PIHAK KEDUA berkewajiban untuk bertanggungjawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;
 - d. PIHAK KEDUA berkewajiban untuk menyampaikan laporan penggunaan dana kepada PIHAK

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menanggungh Catatan harian pelaksanaan kegiatan, Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian dan Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan ke SIMLIFARMAS paling lambat 16 Agustus 2022
- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan *hardcopy* sebagaimana tercantum pasal 7 ayat 1 kepada **PIHAK PERTAMA**, paling lambat 16 Agustus 2022,
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menanggungh dokumen sebagai berikut :
 - a. Revisi proposal penelitian;
 - b. Surat pernyataan kesanggupan pelaksanaan penelitian;
 - c. Catatan harian pelaksanaan penelitian;
 - d. Laporan kemajuan pelaksanaan penelitian;
 - e. Surat pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan;
 - f. Laporan Akhir Penelitian (dilaporkan pada tahun terakhir pelaksanaan penelitian) dan ;
 - g. Luaran penelitian;pada laman nama.kemdikbud.go.id paling lambat 20 November 2022
- (4) Laporan hasil Penelitian sebagaimana tercantum pada ayat 3 harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
 - a. Bentuk ukuran kertas A4;
 - b. Di bawah bagian cover dilipis;

Dibiayai oleh:
Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Masyarakat
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi
Sesuai dengan Kontrak Penelitian
Nomor : 027/E5/PG.02.00/PT/2022

Pasal 8 **Monitoring dan Evaluasi**

PIHAK PERTAMA dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2022, sebelum pelaksanaan Monitoring dan Evaluasi eksternal Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi

Pasal 9 **Penilaian Luaran**

1. Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai *Reviewer* Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Apabila dalam penilaian luaran terdapat luaran tambahan yang tidak tercapai maka dana tambahan yang sudah diterima oleh peneliti harus disetorkan kembali ke kas negara.

Pasal 10 **Penggantian Keanggotaan**

1. Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi penelitian dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan dari Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi

Pasal 7
Laporan Pelaksanaan Penelitian

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Catatan harian pelaksanaan kegiatan, Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian dan Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan ke SIMLITABMAS paling lambat 10 Agustus 2022
- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan *Hardcopy* sebagaimana tercantum pasal 7 ayat 1 kepada **PIHAK PERTAMA**, paling lambat 10 Agustus 2022,
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah dokumen sebagai berikut :
 - a. Revisi proposal penelitian;
 - b. Surat pernyataan kesanggupan pelaksanaan penelitian;
 - c. Catatan harian pelaksanaan penelitian;
 - d. Laporan kemajuan pelaksanaan penelitian;
 - e. Surat pernyataan Tanggungjawab belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan;
 - f. Laporan Akhir Penelitian (dilaporkan pada tahun terakhir pelaksanaan penelitian) dan ;
 - g. Luaran penelitian;pada laman [laman bina.kemdikbud.go.id](http://bina.kemdikbud.go.id) paling lambat 20 November 2022
- (4) Laporan hasil Penelitian sebagaimana tercantum pada ayat 3 harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
 - a. Bentuk ukuran kertas A4;
 - b. Di bawah bagian cover ditulis:

Dibiayai oleh:
Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Masyarakat
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi
Sesuai dengan Kontrak Penelitian
Nomor : 027/E5/PG.02.00/PT/2022

Pasal 8
Monitoring dan Evaluasi

PIHAK PERTAMA dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2022, sebelum pelaksanaan Monitoring dan Evaluasi eksternal Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi

Pasal 9
Penilaian Luaran

1. Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai/Reviewer Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Apabila dalam penilaian luaran terdapat luaran tambahan yang tidak tercapai maka dana tambahan yang sudah diterima oleh peneliti harus disetorkan kembali ke kas negara.

Pasal 10
Penggantian Keanggotaan

1. Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi penelitian dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan dari Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi

2. Apabila Ketua tim pelaksana penelitian tidak dapat menyelesaikan penelitian atau mengundurkan diri, maka PIHAK KEDUA wajib menunjuk pengganti Ketua Tim Pelaksana penelitian yang merupakan salah satu anggota tim setelah mendapat persetujuan tertulis dari Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi
3. Dalam hal tidak adanya pengganti ketua tim pelaksana penelitian sesuai dengan syarat ketentuan yang ada, maka penelitian dibatalkan.

Pasal 11
Penggantian Ketua Pelaksana

- (1) Apabila PIHAK KEDUA selaku ketua pelaksana tidak dapat melaksanakan Penelitian ini, maka PIHAK KEDUA wajib mengusulkan pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada PIHAK PERTAMA.
- (2) Apabila PIHAK KEDUA tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud pada ayat(1), maka PIHAK KEDUA harus mengembalikan dana penelitian kepada PIHAK PERTAMA yang selanjutnya disetor ke Kas Negara.
- (3) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (2) disimpan oleh PIHAK PERTAMA.

Pasal 12
Sanksi

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Kontrak Penelitian telah berakhir, PIHAK KEDUA tidak melaksanakan kewajiban sebagaimana dimaksud dalam pasal 7 ayat 3, maka PIHAK KEDUA dikenakan sanksi administratif
- (2) Sanksi administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat berupa penghentian pembayaran dan Ketua Tim Pelaksana Penelitian tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut

Pasal 13
Pembatalan Perjanjian

- (1) Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian Karakterisasi kemampuan kolektor surya PV/T pelat datar dengan penambahan Thermal Electric Generator (TEG)
- (2) dan sirip sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh PIHAK KEDUA, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada PIHAK PERTAMA yang selanjutnya akan disetor ke Kas Negara.
- (3) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh PIHAK PERTAMA

Pasal 14
Pajak-Pajak

PIHAK KEDUA berkewajiban memungut dan meyetor pajak ke kantor pelayanan pajak setempat yang berkenaan dengan kewajiban berupa :

1. Pembelian barang dan jasa dikenai PPN sebesar 11% dan PPH 22 sebesar 1,5%
2. Pajak-pajak lain sesuai ketentuan

Pasal 15
Peralatan dan/alat Hasil Penelitian

Hasil Pelaksanaan Penelitian ini yang berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari pelaksanaan Penelitian ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada Universitas Lampung sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 16
Penyelesaian Sengketa

Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum.

Pasal 17
Amandemen Kontrak

Apabila terdapat hal lain yang belum diatur atau terjadi perubahan dalam Kontrak penelitian ini, maka akan dilakukan amandemen Kontrak Penelitian

Pasal 18
Lain-lain

- (1) **PIHAK KEDUA** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh **PARA PIHAK** pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan bermeterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.


PIHAK PERTAMA

Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.
NIDN: 0010056505

PIHAK KEDUA

Dr. Amrizal, M.T
NIDN: 0002027004