

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DOSEN PEMULA
UNIVERSITAS LAMPUNG**



**KAJIAN KARAKTERISTIK PENDING HIBRID V-SHAPE SOLAR
COLLECTOR – INDIRECT GAS BURNER PADA PENDINGAN
CABAI**

TIM PENGUSUL:

**(Hadi Prayitno, M.T.
(Tety Rachmawati, M.A**

**NIDN : 0014058809 SINTA ID: 6718628)
NIDN : 0009039201 SINTA ID: 6687266)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2021**

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN DOSEN PEMULA
UNIVERSITAS LAMPUNG**

Judul Penelitian : Kajian Karakteristik Pengering Hibrid V-Shape Solar
Collector – Indirect Gas Burner Pada Pengeringan Cabai

Kode>Nama Rumpun Ilmu : Konversi Energi

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Hadi Prayitno, S.T., M.T.
b. NIDN : 0014058809
c. SINTA ID : 6718628
d. Jabatan Fungsional : -
e. Program Studi : Teknik Mesin
f. Nomor HP : 085768917222
g. Alamat surel (e-mail) : hadi.prayitno@eng.unila.ac.id

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Tety Rachmawati, M.A.
b. NIDN : 0009039201
c. SINTA ID : 6687266
d. Program Studi : Hubungan Internasional

Jumlah Mahasiswa yang terlibat : 4 Orang

Lokasi kegiatan : Laboratorium Termodinamika Teknik Mesin Unila

Lama kegiatan : 6 Bulan

Biaya Kegiatan : Rp 15.000.000,-

Sumber dana : DIPA BLU Universitas Lampung

Bandar Lampung, 18 September 2021

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Pengusul,



Prof. Drs. Ir. Suharno, Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
NIP. 19620717 198703 1 002

Hadi Prayitno, S.T., M.T.
NIP. 19880514 201903 1 012

Menyetujui,
Ketua LPPM Universitas Lampung,

Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.
NIP. 19650510 199303 2 008

IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian : **Analisis distribusi temperatur pada Kolektor Surya bentuk V menggunakan Simulasi ANSYS CFD**
2. Tim Peneliti :

No.	Nama	Jabatan	Bidang Kelahlian	Program Studi	Alokasi Waktu (Jam/Minggu)
1	Hadi Prayitno, S.T., M.T.	Ketua	Pembakaran, Energi Biomasa, Optimasi Sistem Energi, Manajemen Energi	Teknik Mesin	15
2.	Tety Racmawaty	Anggota	Analisis Politik Ekonomi Internasional (Pengurangan Emisi Karbon, Clean Energy)	HI	10
3	Angga DP, S.T.	Anggota Alumni/ Mahasiswa S2	Heat Exchanger, Heat Transfer, Komputasi Dinamika Fluida	Teknik Mesin	6
4	Angelia Eka S	Anggota Mahasiswa	Heat Transfer, Solar Energi	Teknik Mesin	6
5	Rizal Khairudin	Anggota Mahasiswa	Heat Transfer, Solar Energi, Komputasi Dinamika Fluida	Teknik Mesin	6
6	Fajar Bakti Kusuma	Anggota Mahasiswa	Komputasi Dinamika Fluida	Teknik Mesin	6

Objek Penelitian : Studi Numerik Karakteristik Perpindahan Panas Rotary Dryer Dengan Sistem Ruang Vakum Bersirip

3. Masa Pelaksanaan

Mulai : bulan: April tahun: 2021
Berakhir : bulan: September tahun: 2021

4. Usulan Biaya : Rp. 15.000.000,-

5. Lokasi Penelitian : Laboratorium Termodinamika Teknik, Universitas Lampung.

6. Instansi lain yang terlibat : -

7. Kontribusi mendasar pada suatu bidang ilmu: Penelitian ini fokus pada karakterisasi perpindahan panas Rotary Dryer dengan ruang vakum yang dimodifikasi bersirip untuk menemukan laju perpindahan panas dan persebaran panas optimum. Hasil penelitian ini menjadi landasan dalam menentukan karakteristik *Solar Dryer* yang digunakan sesuai dengan objek yang dikeringkan.

8. Jurnal Ilmiah yang menjadi sasaran: **Jurnal Mechanical (eISSN 2460 1888 and pISSN 2087 1880) via SINTA 2021, Submit 14 Oktober 2021**

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
IDENTITAS DAN URAIAN UMUM.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
RINGKASAN.....	v
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Keutamaan penelitian.....	4
1.4 Luaran yang ditargetkan.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kolektor Termal.....	5
2.2 Perpindahan panas.....	6
2.3 <i>Penegring</i> hybrid V-Shape solar collektor.....	9
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	11
3.1 Studi literatur.....	11
3.2 Pemodelan.....	11
3.3 Perancangan Pengujian.....	11
3.4 Simulasi Numerik.....	12
3.5 Post Processing.....	12
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	13
BAB 5. PENUTUP.....	19
5.1 Kesimpulan.....	19
5.2 Saran.....	19
DAFTAR PUSTAKA.....	20
LAMPIRAN.....	22

RINGKASAN

Indonesia memiliki target nasional pengurangan emisi atau NDC adalah 29% dengan upaya sendiri dan 41% dengan bantuan internasional di 2030. Optimalisasi penggunaan energi surya dapat menekan laju emisi karbon. Masa depan persaingan global semakin kompetitif dalam penyediaan energi yang murah dan bersih (*clean and affordable*). Pertumbuhan penduduk sejalan dengan meningkatnya penyediaan energi dan gas efek rumah kaca (GRK). Revolusi industri dan Pandemi covid-19 telah mendorong disrupsi teknonogi dan perubahan iklim secara cepat. Kolektor surya juga semakin berkembang sebagai alternatif energi. Kolektor surya yang digunakan dalam penelitian pendahuluan ini adalah kolektor berbentuk V. Distribusi Temperatur diamati dengan menggunakan komputasi dinamika fluida. Simulasi dilakukan diawali proses pemodelan, yaitu menentukan desain geometri dan material kolektor surya yang diuji. Selanjutnya melakukan meshing yaitu membagi model menjadi elemen-elemen matriks. Proses penentuan kondisi batas dengan menentukan titik masuk dan keluar fluida pada desain kolektor serta sumber panas iradiasi. Aliran fluida yang diuji adalah udara dengan bilangan Reynold 1500, 3000, dan 4500 yang masing-masing mewakili laminar, transisi, dan turbulen. Irradiasi matahari disimulasikan pada 1000 W/m^2 , 800 W/m^2 dan 600 W/m^2 . Penelitian pendahuluan ini menunjukkan temperatur udara keluar kolektor dan temperatur permukaan kolektor terbesar dicapai dengan kombinasi Bilangan Reynold 1500 dan iradiasi 1000 W/m^2 menghasilkan temperatur udara keluar kolektor dan temperatur permukaan kolektor sebesar $73,857 \text{ }^\circ\text{C}$ dan $94,179 \text{ }^\circ\text{C}$. Semakin tinggi bilangan Reynold semakin rendah temperatur udara keluar dan temperatur permukaan kolektor. Sebaliknya semakin besar iradiasi, semakin besar temperatur udara keluar kolektor dan temperatur permukaan kolektor yang dihasilkan.

Kata kunci: Kolektor Bentuk V, *Clean Energy*, Distribusi Temperatur

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

pengeringan merupakan proses yang terdapat pada hampir semua proses pengolahan makanan baik skala rumah tangga maupun skala industri. Pengeringan skala rumah tangga pada umumnya dilakukan dengan proses penjemuran terbuka. Proses tersebut membutuhkan waktu yang relatif lama terutama pada cuaca mendung dan pada beberapa kasus kondisi udara terbuka dapat menurunkan kualitas produk yang dikeringkan (Amer, 2010). Sebaliknya pada skala industri yang membutuhkan kapasitas produksi besar, proses pengeringan dilakukan menggunakan oven. Dibalik kelebihan yang dapat melakukan proses pengeringan dengan cepat, oven memiliki kekurangan yaitu menggunakan bahan bakar yang harganya semakin meroket akibat semakin menipisnya cadangan bahan bakar dunia.

Solusi terkini untuk mengatasi permasalahan proses pengeringan baik pada skala rumah tangga maupun skala industri adalah menggunakan sistem hibrid energi terbarukan berupa energi matahari yang ditangkap menggunakan kolektor surya dan pembakaran gas alam sebagai energi pendukung ketika cuaca dalam kondisi mendung. Keunggulan penggunaan kolektor surya yaitu dapat menghemat 49% waktu pengeringan dibanding pengeringan secara terbuka (Fudholi, 2013). Selain itu, kualitas produk dapat terjaga karena proses pengeringan terjadi pada ruang pengeringan tertutup yang bebas kontaminasi udara luar. Meskipun demikian, kolektor surya masih belum digunakan secara luas karena kecepatan pengeringannya masih dibawah oven dan kolektor surya dengan tingkat efektivitas tinggi membutuhkan nilai investasi yang relatif besar.

Kolektor surya yang paling banyak digunakan adalah kolektor surya plat datar karena memiliki konstruksi yang ringkas. Telah banyak dilakukan penelitian untuk meningkatkan kinerja kolektor surya plat datar antara lain dengan menambahkan sirip guna meningkatkan luas area perpindahan panas antara material kolektor surya dengan udara yang dialirkan sehingga temperatur udara keluar kolektor surya dengan sirip lebih tinggi dari kolektor surya tanpa sirip (Fudholi, 2013). Saat ini telah banyak dikembangkan berbagai geometri sirip dari yang sederhana berupa sirip lurus hingga sirip dengan geometri *inclined 45°* yang memiliki kinerja termal 2 kali lebih baik dibanding sirip lurus (Mokhtari, 2016). Namun kelemahan dari penambahan sirip adalah hanya dimungkinkan pada kolektor dengan bahan baja yang mudah dilakukan proses pengelasan sementara baja memiliki nilai konduktivitas termal yang jauh lebih rendah dari bahan logam lain seperti aluminium. Aluminium memiliki konduktivitas thermal 3 kali lebih besar dari baja namun sulit untuk dilakukan penambahan sirip dengan cara pengelasan melainkan harus dilakukan dengan cara pengecoran logam aluminium yang membutuhkan biaya besar.

Solusi untuk meningkatkan efektivitas kolektor surya dengan bahan aluminium yaitu dengan mengubah geometri kolektor menjadi *Corrugated V-Shape*. Dengan geometri dasar kolektor berupa *V-Shape*, luas area perpindahan panas antara kolektor dengan udara menjadi lebih besar. Selain itu pada penggunaannya untuk menangkap radiasi matahari luas area penangkap yang dimiliki *V-Shape* lebih besar dibanding kolektor dengan plat datar sehingga terjadi peningkatan yang signifikan pada jumlah energi matahari yang diserap dan energi yang dipindahkan oleh udara untuk proses pengeringan (Kabeel, 2016).

Pada umumnya sistem pendukung berupa pembakaran gas dilakukan dengan cara mengalirkan secara langsung udara panas hasil pembakaran menuju ruang pengeringan. Cara tersebut merupakan cara yang paling mudah untuk dilakukan, namun kelemahannya udara panas hasil pengeringan dapat mengkontaminasi produk yang dikeringkan sehingga dapat menurunkan kualitas produk.

Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan indirect heating menggunakan heat exchanger. Heat exchanger berfungsi untuk memindahkan panas dari pembakaran gas ke aliran udara bersih yang digunakan untuk proses pengeringan sehingga hanya udara bersih dengan temperatur tinggi yang masuk ke ruang pengeringan. Dengan demikian kualitas produk yang dikeringkan tetap terjaga.

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil cabai terbesar di dunia dengan total produksi sebesar 1,34 juta ton per tahun (BPS, 2019). Cabai merupakan tanaman musiman dengan persentase produksi pada musim kemarau jauh lebih tinggi dari musim hujan. Pada musim kemarau, terjadi lonjakan produksi cabai melebihi permintaan pasar sehingga harga cabai jatuh sementara cabai tidak dapat disimpan dalam jangka waktu lama karena memiliki kandungan air yang besar sehingga cabai mudah membusuk (Iswari, 2014). Solusi khususnya bagi petani untuk menjaga harga cabai agar tidak jatuh serta menghindari terjadinya pembusukan adalah dengan melakukan pengeringan pada cabai untuk dapat diolah menjadi bubuk cabai yang memiliki nilai jual yang jauh lebih tinggi serta dapat disimpan dalam waktu lama. Dengan demikian perlu dilakukan pengujian karakteristik pengering hibrid V-Shape solar collector – indirect gas burner pada pengeringan cabai secara CFD untuk memperoleh teknik pengeringan yang optimal.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang menjadi focus dalam penelitian kali ini adalah

1. Bagaimanakah distribusi panas pada kolektor surya V-Shape ?
2. Berapakah efisiensi kolektor surya V-Shape tanpa sistem hibrid ?
3. Berapakah efisiensi sistem hibrid kolektor surya V-Shape – indirect gas burner ?
4. Bagaimanakah distribusi temperatur pada ruang pengering cabai ?

1.3. Keutamaan Penelitian

Diperolehnya sistem pengering cabai dengan efektivitas tinggi dan mudah difabrikasi dapat menjadi pendorong terciptanya industri skala kecil pengolahan cabai untuk meminimalisir kerugian cabai yang membusuk akibat ketidakseimbangan antara ketersediaan dan permintaan pasar serta penggunaan energi terbarukan pada industri skala besar dapat mengurangi ongkos produksi.

1.4. Luaran Yang Ditargetkan

luaran yang ditargetkan pada penelitian ini adalah diperolehnya karakteristik pengeringan, efisiensi sistem, dan distribusi temperatur sistem pengering V-Shape solar collector – indirect gas burner sebagai acuan untuk pengembangan sistem pengering cabai dengan efektivitas tinggi dan mudah untuk difabrikasi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kolektor Termal

Kolektor termal merupakan merupakan salah satu jenis alat penukar kalor (*heat exchanger*) yang memindahkan panas dari energi radiasi matahari menuju fluida kerja yang mengalir pada kolektor termal. Kolektor termal memiliki komponen utama yaitu sebuah *asorber*, dimana energi panas radiasi matahari diterima oleh *absorber* akan ditransfer ke fluida mengalir seperti air, udara, oli atau minyak. sehingga dalam proses tersebut terjadi pertukaran panas dari *absorber* menuju fluida yang akan digunakan untuk berbagai keperluan. (soteris, 2004)

Berdasarkan dimensi dan geometri penyerapan energi radiasi matahari, kolektor termal diklasifikasikan menjadi kolektor plat datar, kolektor parabolik dan kolektor pipa evakuasi. Dalam penelitian yang dilakukan kali ini penulis menggunakan kolektor plat datar dikarenakan jenis kolektor ini relatif memiliki berat yang ringan dan mudah di aplikasikan di dalam rancangan rangkaian alat pengering cabai yang akan di teliti. Sedangkan pada bagian absorbernya penulis menggunakan geometri *V-Shape*. Dengan geometri ini diharapkan luas area penyerapan energi panas radiasi matahari semakin optimal. Dimana dalam penggunaan jenis geometri *V-Shape* memiliki efisiensi 8 % – 14,5 % kenaikan bila dibandingkan dengan geometri permukaan absorber yang berbentuk plat.

Dalam proses analisa performa dari kolektor termal *V-Shape* yang mencakup energi panas yang diperoleh dan efisiensinya. Untuk menganalisa energi panas yang di peroleh (\dot{Q}_u) digunakan rumus

$$\dot{Q}_u = \dot{m}C_{pa}\Delta T_c \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana \dot{m} adalah laju aliran massa udara melalui kolektor (Kg/s), C_{pa} adalah panas jenis udara (J/Kg.C), dan ΔT_c adalah perbedaan suhu udara yang melintas ($^{\circ}\text{C}$). Sedangkan untuk menghitung efisiensi sementara kolektor (η_{ins}) adalah

$$\eta_{ins} = \frac{\dot{Q}_u}{A_c I} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana A_c adalah luas permukaan absorber (m^2), dan I adalah pancaran radiasi yang diterima oleh absorber (W/m^2). Dengan koefisien perpindahan panas antara aliran udara dan permukaan absorber (h) adalah

$$h = \frac{\dot{Q}_u}{A_c(T_{pm} - T_{am})} \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana T_{pm} adalah temperature rata-rata permukaan absorber ($^{\circ}\text{C}$), dan T_{am} adalah temperature rata-rata udara keluar dari kolektor ($^{\circ}\text{C}$). Dan untuk menghitung efisiensi harian dari kolektor (η_{da}) adalah: (kabeel, 2016)

$$\eta_{da} = \frac{\sum \dot{Q}_u}{\sum A_p I} \dots\dots\dots (2.4)$$

2.2. Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah sebuah proses dimana sebuah energi berpindah atau merambat yang dikarenakan adanya perbedaan temperatur dalam suatu kondisi. Dimana dalam proses perpindahan panas sendiri memiliki sistem yang saling berkaitan dan memiliki dasar yang berbeda-beda. Berikut ini adalah beberapa jenis perpindahan panas yang ada:

2.2.1 Perpindahan Panas Konduksi

Peristiwa perpindahan panas secara konduksi berkaitan dengan perpindahan molekul dan atom yang ada pada benda padat, atau gas. Perpindahan panas konduksi dapat diartikan sebagai proses perpindahan energi di mana energi yang lebih besar bergerak ke energi yang lebih rendah.

Suatu benda yang bertemperatur tinggi memiliki molekul energi yang lebih tinggi juga. Pada proses perpindahan panas, molekul yang memiliki energi lebih tinggi akan menabrak molekul yang memiliki energi lebih rendah hal ini terus terjadi sehingga benda tersebut mengalami pemanasan dan terus berlanjut hingga temperatur yang dicapai. Perpindahan panas konduksi dapat dihitung menggunakan persamaan.

$$\dot{Q} = -KA \frac{dT}{dx} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

\dot{Q} = Kalor konduksi (w/m²)

K = Konduktivitas termal (W/mK)

A = luas permukaan (m²)

d_T = perubahan temperatur (K)

d_x = perubahan jarak (m)

2.2.2 Perpindahan Panas Konveksi

Peristiwa perpindahan panas secara konveksi dapat terjadi akibat sebuah permukaan yang bersinggungan dengan fluida yang bergerak disekitarnya. Besarnya nilai perpindahan panas konveksi dapat menggunakan persamaan sebagai berikut

$$\dot{Q} = h \times A \times (T_s - T_e) \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

\dot{Q} = Panas Konveksi (Watt)

h = Koefisien perpindahan panas konveksi ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)

A = Luas permukaan (m^2)

T_s = Temperatur permukaan (K)

T_e = Temperatur lingkungan (K)

Pengambilan panas dengan konveksi akan lebih cepat apabila mempercepat aliran fluida yang melewati permukaan benda, sehingga peristiwa konveksi yang menggunakan pompa atau daya untuk menghilangkan panas secara konveksi disebut dengan *forced convection* atau konveksi paksa. Peristiwa konveksi yang tidak menggunakan daya atau pompa sehingga melakukan pendinginan alami dengan lingkungan disebut dengan konveksi bebas atau *free convection*

2.2.3 Perpindahan Panas Radiasi

Radiasi termal merupakan energi yang di emisikan oleh benda yang bersuhu tidak nol. Emisi dapat dikaitkan dengan perubahan dalam konfigurasi eletron dari atom atau molekul. Energi yang berasal dari lokasi radiasi berpindah melalui gelombang elektromagnetik. Ketika perpindahan panas secara konduksi dan konveksi harus terdapat medium, perpindahan panas secara radiasi tidak membutuhkan medium untuk memindahkan panas atau dalam keadaan vakum, radiasi mengemisikan atau menyebarkan energi termalnya dari suatu permukaan benda. *Heat flux* atau laju panas yang dipancarkan oleh permukaan benda nyata akan lebih kecil nilainya dari *blackbody* atau benda hitam dan nilainya sebagai berikut

$$E = \varepsilon \times \sigma \times T^4 \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan:

E = Daya pancar (W/m^2)

ϵ = Emisivitas ($0 < \epsilon < 1$)

σ = Konstanta Stefan Blotzman ($5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}$)

T = Temperatur absolut (K)

Dengan nilai dalam rentang ($0 < \epsilon < 1$), daya pancaran memberikan seberapa efisien permukaan memancarkan energi relative terhadap benda hitam atau *blackbody*. Pancaran radiasi dari benda hitam atau *black body* memiliki penyinaran yang ideal meskipun dengan temperatur yang sama. Energi radiasi matahari bergerak pada kecepatan cahaya yaitu 3×10^8 serta menyerupai radiasi cahaya. Terdapat karakteristik radiasi dari benda hitam diantaranya adalah tranmisivitas, absorptivitas dan emisivitas. (Incropera, 2007)

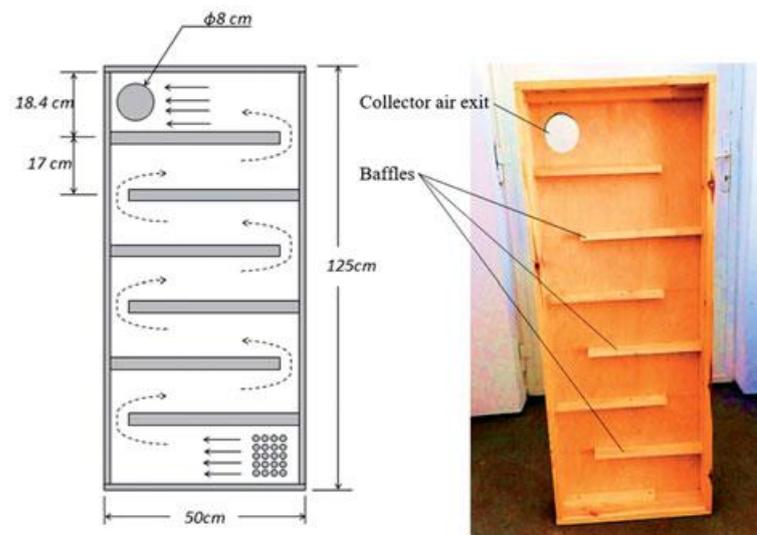
2.3 Pengering *Hibrid V-Shape Solar Collector*

Penegring *hybrid V-Shape solar collektor* adalah alat pengering yang memanfaatkan pans yang dikumpulkan dan diambil dari radiasi matahari dan di distribusikan menggunakan bantuan udara. Sehingga panas yang telah terkumpul dapat digunakan untuk mengeringkan cabai atau komonditi pertanian lainnya. pada penelitian kali ini akan diuji dengan menggunakan cabai sebagai spesimen pengujian. Selain menggunakan kolektor termal surya alat ini memanfaatkan *sity gas* yang ada untuk di gunakan apabila kondisi cuaca sedang tidak mendukung. Dengan *hibrid* antara kolektor termal surya dan burnes gas sebagai penyuplai pans dalam peroses pengeringan ini diharapkan akan membuat produksi pengering tetap dapat berlangsung tanpa terkendala cuaca.

Untuk ruangan pengeringan pada alat ini di rancang dengan menggunakan bahan kayu. Bahan kayu ini dipilih karena beratnya yang ringan, ketersediaan bahan, dan salah satu isolator panas yang baik. Dengan sifat kayu yang menjadi isolator terhadap panas dengan aliran rendah diharapkan dapat mengurangi

kerugian termal akibat pengaruh udara luar. Selain itu dalam ruangan pengering terdapat sekat-sekat yang diharapkan dengan adanya sekat-sekat tersebut dapat menghasilkan aliran udara yang lebih homogeny dan merata dalam temoat pengering. Dalam menganalisa hasil atau karakteristik ruang pengering ini sendiri dengan menggunakan rumus sebagai berikut dan gambaran runag pengering seperti terlihat pada gambar 2.1 (farkas, 2018):

$$Q_{air,inlet} + Q_{pro,inlet} = Q_{air,outlet} + Q_{produksi outlet} + energi losses .$$



Gambar 1. Ruang Pengeri *Hybrid V-Sharp*

BAB 3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode numerik, dimana terdapat beberapa tahap yang perlu dilaksanakan untuk memperoleh hasil penelitian. Tahapan- tahapan tersebut adalah sebagai berikut.

1.1. Studi Literatur

Dalam tahap ini dilakukan pencarian informasi terkait mengenai penelitian yang akan dilakukan berupa efisiensi termal antar kolektor surya plat datar, parabolic dan V-Shape, fenomena perpindahan panas serta karakteristik tertermal.

1.2. Pemodelan

Penelitian diawali dengan membuat model kolektor surya V-Shape menggunakan perangkat lunak CAD dengan bentuk geometri berupa lebar V-Shape 25, 20, 15 mm, panjang kolektor 550 mm dan tebal kolektor 1 mm.

1.3. Perancangan Pengujian

Pengujian untuk mengetahui karakteristik perpindahan panas pada kolektor surya V-Shape dilakukan dengan memvariasikan 3 variabel independen dengan masing masing variabel terdiri dari 3 level. Nilai respon yang menjadi tolak ukur karakteristik perpindahan panas kolektor surya V-Shape adalah temperatur udara keluar dari kolektor. Kombinasi dari tiga variabel independen tersebut menghasilkan 27 kombinasi percobaan seperti dalam tabel berikut.

Tabel 1. Rancangan kombinasi percobaan

Variabel Independen	Level		
	1	2	3
Reynold	1500	3000	4500
Radiasi (W/m^2)	1000	800	600
Lebar V-Shape (mm)	25	20	15

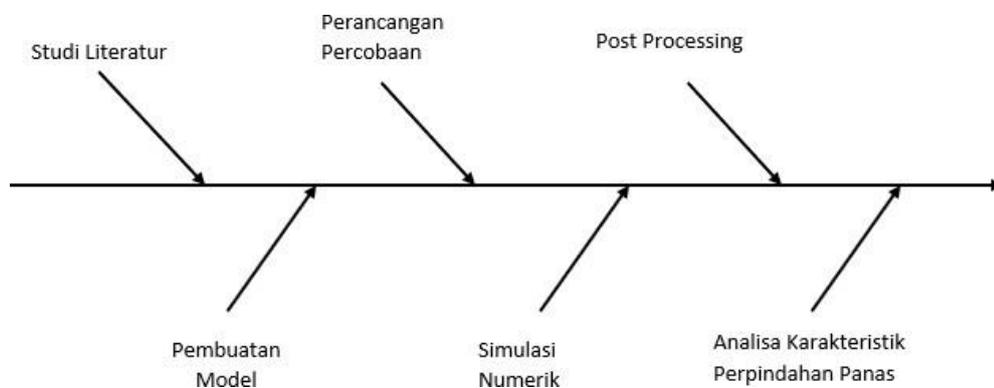
1.4. Simulasi Numerik

Pada tahap ini model kolektor surya V-Shape yang telah dibuat, diberikan kondisi batas berupa parameter konstan dan parameter variasi berdasarkan rancangan kombinasi yang dibuat menggunakan perangkat lunak perhitungan numerik CFD.

1.5. Post Processing

Dalam tahap ini, data berupa angka-angka hasil perhitungan numerik dengan software CFD ditransformasi menjadi bentuk diagram berupa temperatur udara keluar dan kecepatan aliran udara. Dari diagram tersebut diperoleh temperatur udara keluar terbaik pada setiap variasi geometri kolektor surya V-Shape.

Diagram tulang dari proses penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Diagram Tulang Ikan

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian diawali dengan pemodelan kolektor surya V-Shape berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh farkas dkk. pemodelan meliputi panjang kolektor 550 mm, lebar kolektor 300 mm, dan sudut V-Shape yang adalah 90° serta variasi lebar V-Shape menjadi 25 , 20 , 15 mm. Parameter yang diterapkan pada model berupa kecepatan udara sebesar 0,545 m/s, 1,091 m/s, 1,635m/s dan radiasi matahari 1000, 800 dan 600 W/m^2 . Kondisi batas berupa temperatur dapat dikalkulasi secara numerik dengan cukup akurat menggunakan persamaan energi. Sementara untuk meminimalisir kesalahan dalam perhitungan numerik, sifat-sifat udara yang merupakan gas kompresibel berupa nilai densitas, konduktivitas termal, dan viskositas dihitung secara manual menggunakan tabel sifat sifat udara.



Gambar 3. *Contour* distri busi temperatur kolektor surya V-Shape

Ukuran *meshing* model yang dijadikan mode perhitungan sebesar 0,001m dengan konfigurasi tetrahedral. Perhitungan dilakukan secara transien dengan rentang waktu 0 sampai dengan 10 sekon. Jumlah langkah yang ditetapkan

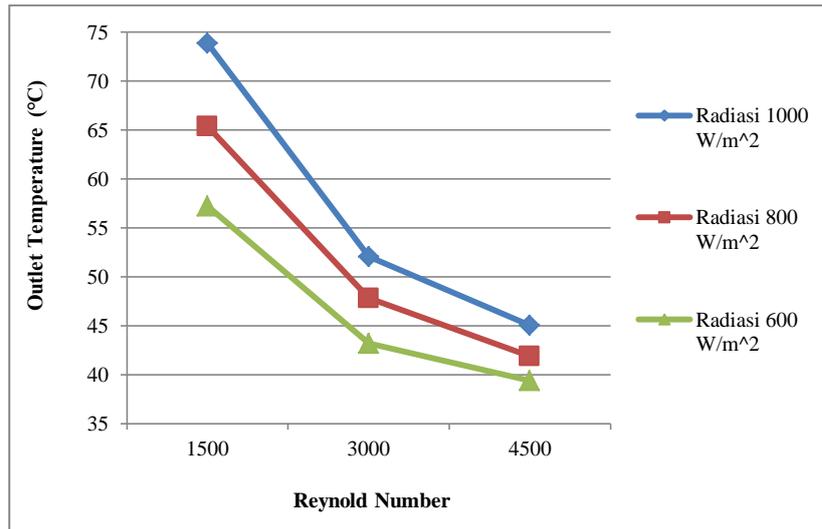
sebanyak 200 langkah dengan nilai konvergensi yang ditetapkan sebesar 0,001 untuk memperoleh hasil iterasi yang konvergen. Dari hasil simulasi unjuk kerja kolektor surya V-Shape diperoleh hasil seperti gambar 1 atas.

Dari gambar 3 diperoleh data hasil simulasi kolektor surya *V-Shape* untuk lebar *V-Shape* 25 mm sebagai berikut

Tabel 2. Hasil simulasi pada lebar *V-Shape* 25 mm

<i>Reynold Number</i>	Radiasi	<i>Outlet Temperature</i>	<i>Surface Temperature</i>
1500	1000 W/m ²	73,857°C	94,179°C
	800 W/m ²	65,42°C	81,223°C
	600 W/m ²	57,216°C	70,833°C
3000	1000 W/m ²	52,054°C	69,73°C
	800 W/m ²	47,83°C	62,594°C
	600 W/m ²	43,178°C	56,62°C
4500	1000 W/m ²	45,053°C	60,846°C
	800 W/m ²	41,909°C	54,586°C
	600 W/m ²	39,383°C	50,423°C

Dari hasil simulasi dapat diketahui bahwa tempertaur tertinggi terjadi pada pemodelan lebar *V-Shape* 25 mm ketika menggunakan radiasi 1000 W/m² sebesar 73,86 °C. Terjadi penurunan temperatur keluar ketika kecepatan alir udara meningkat. Kondisi ini tergambarkan pada gambar 4 yang menampilkan grafik temperatur udara keluar terhadap kecepatan alir udara.



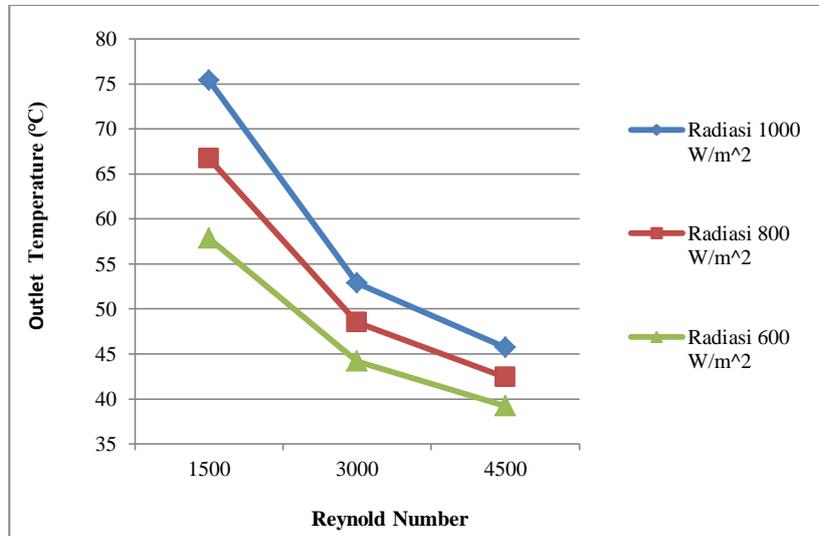
Gambar 4. Grafik temperatur keluaran udara terhadap bilangan *reynold* pada lebar plat *V-Shape* 25 mm.

Sedangkan hasil simulasi untuk lebar *V-Shape* 20 mm yang diperoleh di tunjukan pada tabel 2. Dengan hasil temperatur keluaran udara tertinggi yang tercapai sebesar 75,38°C pada radiasi 1000 W/m². Telah terjadi penurunan temperatur keluaran udara seiring bertambahnya nilai bilangan *reynold*.

Tabel 3. Hasil simulasi pada lebar *V-Shape* 20 mm

<i>Reynold Number</i>	Radiasi	<i>Outlet Temperature</i>	<i>Surface Temperature</i>
1500	1000 W/m ²	75,382 °C	85,752°C
	800 W/m ²	66,718°C	73,247°C
	600 W/m ²	57,848°C	60,452°C
3000	1000 W/m ²	52,881°C	65,709°C
	800 W/m ²	48,516°C	56,486°C
	600 W/m ²	44,187°C	47,757°C
4500	1000 W/m ²	45,723°C	57,184°C
	800 W/m ²	42,405°C	50,071°C
	600 W/m ²	39,193°C	43,427°C

Dari tabel 3 dapat diamati bahwa terjadi penurunan temperatur udara keluar sebesar 11,42% ketika radiasi 800 W/m^2 dan terjadi penurunan temperatur udara keluar sebesar 22,53% ketika radiasi 600 W/m^2 bila dibandingkan dengan radiasi 1000 W/m^2 . Kondisi ini dapat terlihat pada gambar 5 dibawah ini:



Gambar 3. Grafik temperatur keluaran udara terhadap bilangan *reynold* pada lebar plat *V-Shape* 20 mm

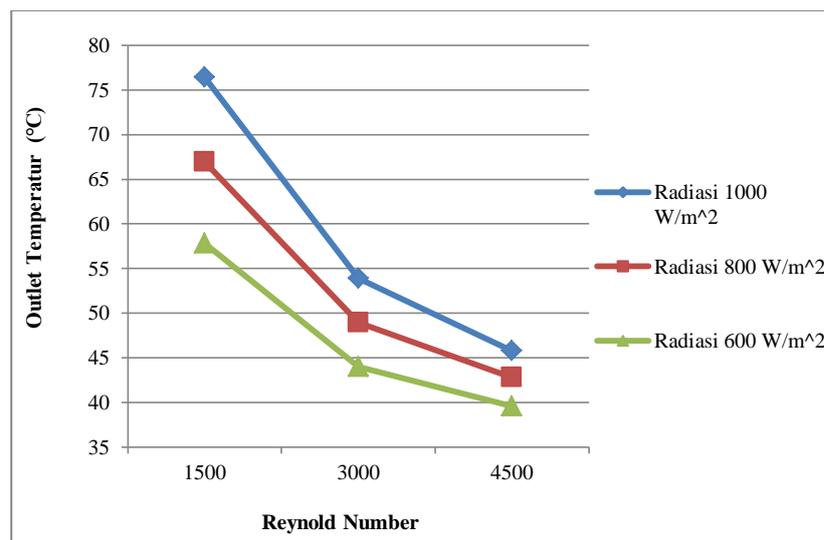
Sedangkan hasil simulasi untuk lebar *V-Shape* 15 mm yang diperoleh di tunjukkan pada tabel 5. Dengan hasil temperatur keluaran udara tertinggi yang tercapai sebesar $76,42^\circ\text{C}$ pada radiasi 1000 W/m^2 . Terjadi penurunan temperatur keluaran udara seiring bertambahnya nilai bilangan *reynold*.

Tabel 3. Hasil simulasi pada lebar *V-Shape* 15 mm

<i>Reynold Number</i>	Radiasi	<i>Outlet Temperature</i>	<i>Surface Temperature</i>
1500	1000 W/m^2	$76,423^\circ\text{C}$	$100,95^\circ\text{C}$
	800 W/m^2	$66,934^\circ\text{C}$	$86,118^\circ\text{C}$
	600 W/m^2	$57,835^\circ\text{C}$	$69,297^\circ\text{C}$
3000	1000 W/m^2	$53,884^\circ\text{C}$	$70,499^\circ\text{C}$
	800 W/m^2	$48,974^\circ\text{C}$	$61,76^\circ\text{C}$
	600 W/m^2	$44,024^\circ\text{C}$	$53,355^\circ\text{C}$

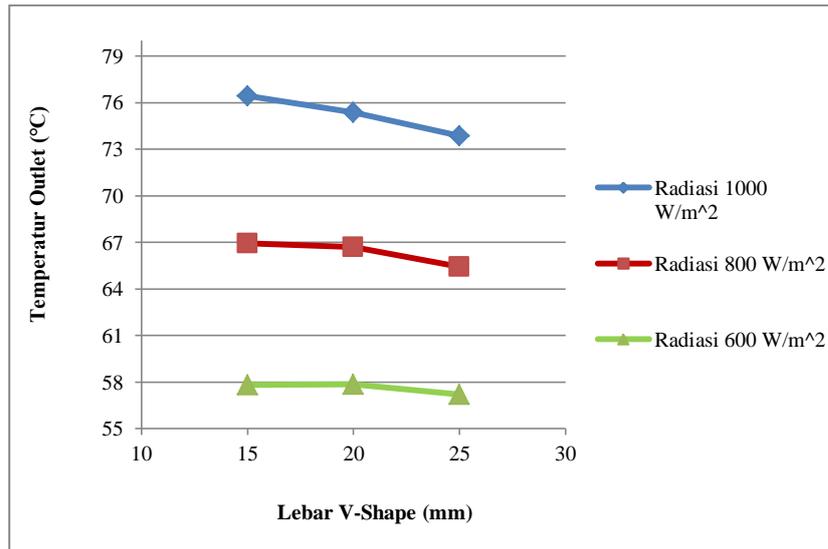
4500	1000 W/m ²	45,784°C	60,608°C
	800 W/m ²	42,794°C	54,085°C
	600 W/m ²	39,579°C	46,275°C

Dari tabel 3 dapat diamati bahawa terjadi penurunan temperatur udara keluar sebesar 12,41% ketika radiasi 800 W/m² dan terjadi penurunan temperatur udara keluar sebesar 24,32% ketika radiasi 600 W/m² bila dibandingkan dengan radiasi 1000 W/m². Kondisi ini dapat terlihat pada gambar 6 dibawah ini:



Gambar 5. Grafik temperatur keluaran udara terhadap bilangan reynold pada lebar plat *V-Shape* 15 mm

Dari hasil simulasi dengan tiga variasi lebar *V-Shape* diketahui bahwa radiasi 1000 W/m² diperoleh temperatur keluaran udara tertinggi bila dibandingkan dengan radiasi yang lainnya. Dari ketiga variasi lebar *V-Shape* terjadi kenaikan tempertur keluaran udara sebsar 2,06% ketika labar *V-Shape* 20 mm dan terjadi kenaikan 3,47% kerika *V-Shape* 15 mm bila dibandingkan dengan temperatur keluaran udara dari V-Shape 25 mm. hasil ini terlihat pada gambar 6 yang menunjukan grafik temperatur keluaran uda terhadap *V-Shape* dibawah ini:



Gambar 5. Grafik temperatur keluaran udara terhadap lebar plat *V-Shape*

BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Penelitian pendahuluan ini menunjukkan bahwa semakin besar radiasi dan semakin rendah laju aliran udara masuk kolektor akan meningkatkan temperatur permukaan dan temperatur outlet kolektor surya bentuk V. Temperatur paling rendah yang dihasilkan adalah 39.38 °C. Temperatur tersebut sudah cukup dimanfaatkan untuk energi skala rumah tangga. Penelitian pendahuluan ini layak dilanjutkan dengan eksperimen dan aplikasi pada Industri Kecil Menengah dan Rumah Tangga.

5.2. Saran

Saran yang di sampaikan dalam penelitian ini adalah dalam pengaplikasian secara eksperimen menggunakan lebars *V-Shape* 15 mm, karena pada ukuran lebar *V-Shape* diperoleh temperatur keluaran udara tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amer, B., et al. 2010, "Design and performance evaluation of a new hybrid solar dryer for banana". Elsevier : Energy Conversion and Management.
- BPS. 2018. "Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-Buahan Semusim Indonesia". Badan Pusat Statistik Republik Indonesia
- Farkas, Istvan., 2018. "Thermal efficiency of vertical and horizontal finned solar collector integrated with forced air circulation dryer for Apple as a sample". Hungari. Drying Technology.
- Fudholi, Ahmad., et al. 2013. "Drying of Malaysian Capsicum annum L. (Red Chili) Dried by Open and Solar Drying". Hindawi : International Journal of Photoenergy.
- Fudholi, Ahmad., et al. 2013. "Performance and cost benefits analysis of double-pass solar collector with and without fins". Elsevier : Energy Conversion and Management.
- Incropera, F.P. 2007. *Fundamental of Heat and Mass Transfer. Sixth Edition*. Jhon Wiley and Sons. New york
- Iswari, Kasma., Srimaryati. 2014. "Pengaruh giberelin dan jenis kemasan untuk menekan susut cabai kopay selama pengangkutan jarak jauh". BPTP : Jurnal Pascapanen.

Kabeel., et al. 2016. "Investigation of the Thermal Performances of Flat, Finned, and V-Corrugated Plate Solar Air Heaters". ASME : Journal of Solar Energy Engineering.

Mokhtari, Mojtaba., et al. 2016. "Numerical study of mixed convection heat transfer of various fin arrangements in a horizontal channel". Elsevier : Engineering Science and Technology, an International Journal.

Soteris. A. 2004. *Solar Thermal Collectors and Applications*. Higher Technical Institute. Cyprus

LAMPIRAN