

P-ISSN: 1410-7783

E-ISSN: 2580-7110

Jurnal

Saintis

Volume 21 Nomor 02, Oktober 2021 : 61-112

Rasionalisasi Kerapatan Stasiun Hujan Wilayah Sungai Rokan Berdasarkan Data Hujan Harian dan Variasi Tingkat Kesalahan 61 – 70

Dehas Abdaa, Manyuk Fauzi, Ari Sandhyavitri

Karakterisasi Limbah Cair *Greywater* pada level Rumah Tangga Berdasarkan Sumber Emisi 71 – 78

Siti Nurul Khotimah, Nur Anisa Mardhotillah, Nur Arifaini, Sumiharni

Pengaruh Tiang Terhadap Kapasitas Dukung Pelat dan Modulus Reaksi Tanah-Dasar pada Tanah Gambut 79 – 86

Aazokhi Aazokhi Waruwu, Santo Yanri Pardosi

Analisis Respons dan Kinerja Struktur Bangunan Gedung Menggunakan *Pushover Analysis* 87 – 96

Arie Putra Usman, Rosidawani, Sri Palta Mutmainna

Analisis Kelayakan Finansial Pembangunan Koneksi Pelabuhan Kapal *Ro-Ro* Dumai-Malaka Metode Deterministik 97 – 104

Yoga Budi Pratama

Analisis Kebutuhan Penyediaan Air Bersih di Kota Palembang 105 – 112

M. Agung Kurniawan, Heni Fitriani, Febrian Hadinata

Jurnal Saintis	Vol. 21	No. 02	Halaman 61-112	Pekanbaru Oktober 2021	P-ISSN :1410-7783 E-ISSN : 2580-7110
-------------------	---------	--------	-------------------	---------------------------	---

This page is intentionally blank

Focus and Scope

Saintis is devoted to research on civil engineering related fields including geotechnics, transports, structures, water resources and others related with civil engineering topics.

Subject areas include (but are by no means limited to):

- ▣ Structural mechanics and engineering
- ▣ Structural design and construction management
- ▣ Structural analysis and computational mechanics
- ▣ Construction technology and implementation
- ▣ Construction materials design and engineering
- ▣ Highway and transport engineering
- ▣ Bridge and tunnel engineering
- ▣ Municipal and urban engineering
- ▣ Coastal, harbour and offshore engineering
- ▣ Geotechnical and earthquake engineering
- ▣ Engineering for water, waste, energy, and environmental applications
- ▣ Hydraulic engineering and fluid mechanics
- ▣ Surveying, monitoring, and control systems in construction
- ▣ Health and safety in a civil engineering setting

Saintis is expected to publish the research result based on experiment, qualitative and quantitative method as well as literature study which may develop the quality of research and new invention in civil engineering field.

Address of Secretariat and Paper Submitting

Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Universitas Islam Riau
Jl. Kaharuddin Nasution, No. 113, Pekanbaru, Riau 28284
Email: saintis@journal.uir.ac.id

Executive Editorial Advisor

Prof. Dr. Ir. Kabul Basah Suryolelono, Dipl.HE., DEA
Dr. Reni Suryanita, MT

Editor-in-Chief

Dr. Elizar, MT

Editorial Member

Sapitri, ST., MT
Mahadi Kurniawan, ST., MT
Firman Syarif, ST., M.Eng
Widya Apriani, ST., MT
Nugraha Bintang Wirawan

Copyeditor:

Jumeilia Armayani, ST

This page is intentionally blank

PREFACE

For over 15 years *Jurnal Saintis* has been published various Scientific and Engineering Research paper in Civil, Planning and Environmental Engineering. Our mission has always focused on bridging the knowledge of academia/researcher and deliver the innovation to the world. We have great commitment to strengthening the ties between academia and society.

This October 2021, *Jurnal Saintis* publishes Volume 21 Number 02 to show our commitment to contribute on Civil, Planning and Environmental Engineering. We collaborate with author and reviewer from various university to ensure that we deliver high quality publication. We also updated our system to cope with latest publishing development.

As an Editor In-Chief of *Jurnal Saintis*, I would like to express my highest appreciation to author, reviewer and editor that has contributed to the development of *Jurnal Saintis*. I openly invite academia, researcher and engineering societies to use *Jurnal Saintis* as dissemination tools of research and proposing solution for many engineering problems. We announce that our journal could be exposed by the readers around the globe, and it has been indexed by DOAJ since August 2019. *Jurnal Saintis* has also been accredited by the Ministry of Research and Technology / National Research and Innovation Agency of the Republic of Indonesia, as 4th rank, SINTA (science and technology index) S4, No.200/M/KPT/2020, since December 2020.

Thank you very much for your cooperation. We would like to invite you to give contribution to our further publication.

Regards,

Editor In-Chief.

This page is intentionally blank

VOLUME 21, NO. 02, OKTOBER 2021 : 61 – 112

LIST OF CONTENTS

Rasionalisasi Kerapatan Stasiun Hujan Wilayah Sungai Rokan Berdasarkan Data Hujan Harian dan Variasi Tingkat Kesalahan Dehas Abdaa, Manyuk Fauzi, Ari Sandhyavitri	61 – 70
Karakterisasi Limbah Cair <i>Greywater</i> pada level Rumah Tangga Berdasarkan Sumber Emisi Siti Nurul Khotimah, Nur Anisa Mardhotillah, Nur Arifaini, Sumiharni	71 – 78
Pengaruh Tiang Terhadap Kapasitas Dukung Pelat dan Modulus Reaksi Tanah-Dasar pada Tanah Gambut Aazokhi Aazokhi Waruwu, Santo Yanri Pardosi	79 – 86
Analisis Respons dan Kinerja Struktur Bangunan Gedung Menggunakan <i>Pushover Analysis</i> Arie Putra Usman, Rosidawani, Sri Palta Mutmainna	87 – 96
Analisis Kelayakan Finansial Pembangunan Koneksi Pelabuhan Kapal <i>Ro-Ro</i> Dumai-Malaka Metode Deterministik Yoga Budi Pratama	97 – 104
Analisis Kebutuhan Penyediaan Air Bersih di Kota Palembang M. Agung Kurniawan, Heni Fitriani, Febrian Hadinata	105 – 112

This page is intentionally blank

AUTHOR GUIDELINE

1. Paper Title

Include a separate title page with:

- 1) Title (maximum 85 characters)
- 2) All authors names and full addresses
- 3) Corresponding author's postal, Fax, Phone number and email address
- 4) A minimum of four keywords describing the manuscript
- 5) Word count of the full article, excluding references and figure legends

2. Abstract

- 1) Information abstract for research article, It should set out briefly and clearly the main objectives and results/conclusions of the work; it should give the reader a clear idea of what has been achieved
- 2) Indicative abstract for review article/short communication includes review of the research/technology in a period of comprehensive development or in the current level of development, and future prospects briefly.
- 3) The length of the abstract words.
- 4) Avoid abbreviations and references in this section.

3. Introduction

Introduction provides adequate background or context (problem and its significance) of the study. The subject should not be written extensively. It is expected that rational or purpose of the study (gap analysis), the objective in general and specific, and hypothesis (if any) should be expressed clearly. Present a clear "state of the art" of the subject, which discussed literature and theoretical concepts behind it. A concise general background may be included in the article.

Divide your article into several headings: Introduction, Method, Results and Discussion, and Conclusions, References, and Appendices (if necessary). You must follow how headings are written in this template by selecting Heading 1 in the available styles. Authors must guarantee that their article is free from plagiarism. Article that has been submitted or published elsewhere cannot be submitted to *Jurnal Saintis*. Please read our policy on the issue.

4. Section Heading

The way chapter titles and other headings are displayed in these instructions, is meant to be followed in your manuscript. *Second level heading* must be written boldface and italics using upper and lower cases with 10 pt and Cambria Italic-Bold. You must set your second level heading left aligned. *Third level heading* follows 10 pt Cambria Italic. Avoid the use of headings that have more than three levels.

Use reference manager such as Mendeley or EndNote in citing works of others. Use the **IEEE style**. Citations put in the beginning of a sentence are also written using numbers within brackets []. *Jurnal Saintis* highly recommends the use of Mendeley in preparing references. EndNote is preferred since Journal Saintis prepared guidance using EndNote as a referencing tool.

5. Method

Methods section provides sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described. Indicate the participants observed, including demographic data, number of respondents, the rationale of respondents selection, etc. Describe the design of the experiment, such as the experiment procedures, surveys, interviews, observation characteristics, etc. Write the complete research procedure. Be sure that explanations made in the article will allow other researchers reproduce the work, or make future work out of it.

6. Footnote

It is requested not to us any of footnotes. All references should be in the References. Explanations should be preferably included in the text.

7. Equation

Equations must be presented using consecutive numbers starting with (1). Continue the numbering until the end of the article including appendices. The number must be made inside parenthesis and right aligned. You also need to put spacing before and after an equation.

$$\alpha = \frac{\bar{S}}{J_s (T = \text{const.}) \cdot \left(P \cdot \left(\frac{\bar{S}}{S_c} \right)^m + (1 - P) \right)} \quad (1)$$

Nomenclature for your equations must be presented after the References section of your article.

8. Symbol and Unit

Greek symbols and special characters often undergo formatting changes and get corrupted or lost during preparation of a manuscript for publication. To ensure that all special characters used are embedded in the text, these special characters should be inserted as a symbol but should not be a result of any format styling (Symbol font face) otherwise they will be lost during conversion to PDF/XML2. Authors are encouraged to use SI units, but use of SI units is not mandatory if other units are more appropriate.

9. Tables

Title of a table, must be put above the table. In writing the title of a table, you must capitalize each word. All tables and figures must be consecutively numbered. Figures must be made center-align and left-align for tables. In presenting your tables, please follow Table 1. If the content of a table is from a particular source, mention the source below the table using font with the size of 9pt.

Table 1. Example on How to Present Your Table

Column Title	Column A (t)	Column B (t)
First row	1	2
Second row	3	4
Next row	5	6

Tables should be typed and included in the main body of the article. The position of tables should be inserted in the text as close to the point of reference as possible. Ensure that any superscripts or asterisks are shown next to the relevant items and have corresponding explanations displayed as footnotes to the table, figure or plate.

10. Figures

Figures (charts, diagrams, line drawings, web pages/screenshots, and photographic images) should be submitted in electronic form. Graphics may be supplied in colour to facilitate their appearance on the online database. Figures created in *MS Word*, *MS PowerPoint*, *MS Excel* should be supplied in their native formats. Electronic figures created in other applications should be copied from the origination software and pasted into MS Word template document. Photographic images should be inserted in the main body of the article and of high quality. Please follow Figure 1 in preparing pictures. If a figure is from a particular source, you must mention the source. Title of a figure must be put below the figure. Do not put border on the figures.



Figure 1. Example on How to Put Caption for a Figure

11. Acknowledgment

Acknowledgment is optional. The author/s is encouraged to acknowledge any parties that give contribution to the research. It is not same as dedication chapter in thesis/dissertation. Please provide the grant number(s) and the name of supported foundation items correctly for identification purposes.

12. References

Journal Saintis prefers articles which refer mainly to journal articles, research reports, and conference proceedings, rather than rely heavily on textbooks or handbooks to demonstrate articles' novelty in the subject discussed. The use of **EndNote** as a tool in referencing is preferable and encouraged. References

should be carefully checked for completeness, accuracy, and consistency. When referring to a reference in the text of the document, put the number of the reference in square brackets. Eg: [1]. References must be prepared according to the **IEEE style** as the following examples:

Chapter or Article in Edited Book

- [1] G.J Foschini, : Layered space-time architecture for wireless communication in fading environment when using multi-element antennas," *Bell Lab, Tech.*, vol. 1. Pp. 41-59, 1996.

Book: Two or More Authors

- [2] Bell, A. Graham, "Performance Tuning", in *Theory and Practise – Four Stroke*, First Edition, United of Kingdom : Haynes Publishing, 1981. .

Book: Editor

- [3] D. Sarunyagate, Ed., *Lasers*. New York: McGraw-Hill, 1996.

Book: Different Editions

- [4] K. Schwalbe, *Information Technology Project Management*, 3rd ed. Boston: Course Technology, 2004.

Scientific/Technical Report

- [5] K. E. Elliott and C.M. Greene, "A local adaptive protocol," Argonne National Laboratory, Argonne, France, Tech. Rep. 916-1010-BB, 1997.

Conference Proceedings

- [6] T. J. van Weert and R. K. Munro, Eds., *Informatics and the Digital Society: Social, ethical and cognitive issues: IFIP TC3/WG3.1&3.2 Open Conf.e on Social, Ethical and Cognitive Issues of Informatics and ICT*, July 22-26, 2002, Dortmund, Germany. Boston: Kluwer Academic, 2003.

E-book

- [7] L. Bass, P. Clements, and R. Kazman, *Software Architecture in Practice*, 2nd ed. Reading, MA: Addison Wesley, 2003. [Online] Available: Safari e-book.

Journal Article from a Full Text Database

- [8] H. Ayasso and A. Mohammad-Djafari, "Joint NDT Image Restoration and Segmentation Using Gauss-Markov-Potts Prior Models and Variational Bayesian Computation," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 19, no. 9, pp. 2265-77, 2010. [Online]. Available: IEEE Xplore, <http://www.ieee.org>. [Accessed Sept. 10, 2010].

Journal Article from the Internet

- [9] P. H. C. Eilers and J. J. Goeman, "Enhancing scatterplots with smoothed densities," *Bioinformatics*, vol. 20, no. 5, pp. 623-628, March 2004. [Online]. Available: www.oxfordjournals.org. [Accessed Sept. 18, 2004].

Government Publication

- [10] Australia. Department of Education, Employment and Workplace Relations, *Survey on Changes in Awareness and Understanding of Science, Engineering and Technology: Report on findings*. Canberra: The Department; 2008. [Online]. Available: <http://www.dest.gov.au/NR/rdonlyres/241263CF-8585-4EEC-B104-C947C6C18029/23713/SurveyonChangesinawarenessunderstandingofSET.pdf>. [Accessed: Sept. 7, 2010].

Thesis

- [11] M. W. Dixon, "Application of neural networks to solve the routing problem in communication networks," Ph.D. dissertation, Murdoch Univ., Murdoch, WA, Australia, 1999.

13. Nomenclature

Meaning of symbols used in the equations and other symbols presented in your article must be presented in this section.

E meaning of E

J_s meaning of J_s

β meaning of β

This page is intentionally blank

Karakterisasi Limbah Cair *Greywater* pada level Rumah Tangga Berdasarkan Sumber Emisi

Greywater Characterization at Household Scale by Emission Source

Siti Nurul Khotimah^{1,*}, Nur Anisa Mardhotillah², Nur Arifaini¹, Sumiharni¹

¹ Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Sumantri Brojonegoro No 1, Kota Bandar Lampung, Indonesia

² PT Bina Buana Raya, Jl. Jati No 7, Kelurahan Tanjung Raya, Kecamatan Kedamaian, Bandar Lampung, Indonesia

* Penulis korespondensi: siti.nurul@eng.unila.ac.id

Tel.: +62-821-850-18853

Diterima: 16 Oktober 2021; Direvisi: 29 Oktober 2021; Disetujui: 29 Oktober 2021

DOI: 10.25299/saintis2021.vol21(02).7876

Abstrak

Limbah cair *greywater* merupakan limbah cair hasil aktivitas dapur, pencucian pakaian dan kamar mandi. Produksi limbah *greywater* rumah tangga sekitar 70–75% dari total produksi limbah cair rumah tangga dengan kandungan polutan yang rendah. Terkait dengan tingginya volume produksi limbah cair *greywater*, limbah *greywater* berkontribusi sekitar 70-80% dalam pencemaran badan air. Namun demikian, volume produksi limbah *greywater* yang tinggi ini justru dapat dijadikan sumber alternatif baru air bersih jika dilakukan pengolahan limbah dengan baik dan tepat. Di dalam pengolahan limbah *greywater* ini dibutuhkan data karakteristik agar pengolahannya menjadi tepat. Permasalahannya ketersediaan data karakteristik *greywater* sangat minim, karena itulah dilakukan penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan karakterisasi limbah cair *greywater* berdasarkan sumber emisinya dengan parameter yang dilihat adalah BOD, COD, TSS, DO, temperature, pH dan turbidity dari masing-masing sumber limbah cair *greywater* dan juga kondisi limbah yang sudah tercampur dari ketiga sumber limbah. Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 12 sampel dari suatu rumah tangga. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah dapur merupakan limbah dengan kandungan yang terberat dibandingkan limbah lainnya dari *greywater*. Kandungan BOD dan COD Dapur menduduki nilai tertinggi dengan nilai 250-1000 mg/L untuk BOD dan 840-3430 mg/L untuk COD. Kandungan BOD dan COD limbah *greywater* terendah berasal dari limbah kamar mandi dengan kandungan BOD 6-100 mg/L sedangkan kandungan COD 19,4-143 mg/L. Keseluruhan rasio BOD/COD menunjukkan nilai berkisar 0,2-0,5 yang artinya limbah adalah *biodegradable*. Kadar pH dari keduabelas sampel berkisar dari 4,2-6,5. Kandungan TSS tertinggi berasal dari dapur dengan nilai 202 – 620 mg/L.

Kata Kunci: *greywater*, karakteristik, sumber emisi

Abstract

Greywater is wastewater generated from kitchen, laundry and bath activities. Its production is about 70–75% of the total household wastewater. Related to the high volume of *greywater* production, *greywater* contributes around 70-80% in polluting water bodies. By appropriate treatment, the high volume of *greywater* production can be used as a new alternative of water source. Unfortunately, the availability of *greywater* characteristic data is very limited in existence. This study aims to characterize *greywater* effluent based on its emission source with focus parameters were BOD, COD, TSS, DO, temperature, pH and turbidity from each source of *greywater* effluent and also the mixed waste conditions from the three waste sources. The study was conducted by taking 12 samples from a household. The results of the study show that kitchen waste is the heaviest pollutant content compared to other waste from *greywater*. The content of BOD and COD in the kitchen occupies the highest value with a value of 250-1000 mg/L for BOD and 840-3430 mg/L for COD. The lowest BOD and COD content of *greywater* came from bathroom waste with a BOD content of 6-100 mg/L while the COD content was 19.4-143 mg/L. The overall BOD/COD ratio shows a value ranging from 0.2 to 0.5, which means that the waste is *biodegradable*. The pH levels of the twelve samples ranged from 4.2-6.5. The highest TSS content comes from the kitchen with a value of 202 – 620 mg/L.

Keywords: *Greywater*, characterization, emission sources

PENDAHULUAN

Limbah cair rumah tangga terdiri dari limbah cair *greywater* dan limbah cair *blackwater*. Limbah cair *blackwater* merupakan limbah cair dari toilet dalam bentuk pembuangan tinja, sedangkan limbah cair *greywater* merupakan limbah cair hasil aktivitas dapur, pencucian pakaian dan kamar mandi [1], [2]. Beberapa studi menunjukkan bahwa produksi dari *greywater* rumah tangga sekitar 70–

75% dari total produksi limbah cair rumah tangga dengan konsentrasi yang condong lebih kecil dari keseluruhan total polutan [3], [4], [5], [6].

Karena volume produksinya yang tinggi, limbah cair *greywater* merupakan limbah terbesar yang masuk ke badan air seperti sungai. Hampir di seluruh wilayah di Indonesia, limbah cair *greywater* masuk ke badan sungai tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu dan ini menyebabkan kontaminasi air. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu

menunjukkan bahwa aktivitas domestik berkontribusi sekitar 70-80% dalam pencemaran badan air [7].

Sebenarnya permasalahan pencemaran badan air oleh limbah cair *greywater* dapat diatasi dengan adanya pengolahan limbah cair sebelum dibuang ke badan air. *Trend* penelitian terbaru menunjukkan, bahwa selain perlu adanya pengolahan *greywater* untuk mengurangi pencemaran air, pengolahan limbah cair *greywater* dapat dijadikan sumber alternatif baru sumber air bersih [8], [9], yaitu dengan konsep penggunaan kembali (*reuse*) dari limbah cair *greywater*. Penggunaan kembali limbah cair *greywater* memang untuk saat ini masih terbatas seperti untuk *flush* toilet, irigasi tanaman, mencuci mobil, dan mencuci jendela karena kualitas air bersihnya masih rendah. Namun demikian, penggunaan kembali limbah cair *greywater* dapat membantu mengurangi penggunaan sumber air bersih yang tersedia sehingga dapat menjadi solusi bagi wilayah kering yang terdampak karena perubahan iklim yang ekstrim [10], [11], [12], [13], [14].

Pengolahan dan penggunaan kembali limbah cair *greywater* sangat membutuhkan data karakteristik dari limbah cair *greywater* khususnya data karakteristik berdasarkan sumber emisinya. Dengan mengetahui karakteristik dari sumber emisinya (karakteristik dari *greywater* yang berasal dari kamar mandi, dapur dan *laundry*) akan memberikan pengetahuan mendalam tentang kandungan polutan dan variasi karakter setiap sumber emisi. Pengetahuan karakter setiap sumber emisi ini, akan membantu dalam memperbaiki metode pengolahan limbah cair *greywater*.

Ketersediaan data karakteristik limbah cair *greywater* sangatlah minim bahkan nyaris tidak ada di Provinsi Lampung. Permasalahan serupa juga terjadi di negara maju. Sebuah penelitian yang dilakukan di negara Yunani dilatarbelakangi karena kekurangan data yang menggambarkan karakteristik limbah cair *greywater* [15]. Padahal untuk mengurangi dampak buruk dari limbah ini, pengolahan limbah *greywater* harus diketahui terlebih dahulu berapa saja rata-rata kandungan polutan pada suatu wilayah. Karakteristik dari limbah *greywater* memang tidak ada yang pasti karena akan sangat dipengaruhi oleh aktivitas, berapa banyak penggunaan air dan juga iklim atau cuaca yang ada di suatu negara. Karena ketidakpastian inilah sudah seharusnya suatu negara memiliki database karakter limbah cair *greywater* ini agar pengolahannya tepat. Penelitian yang dilakukan di Yunani ini memfokuskan penelitiannya pada karakterisasi limbah cair *greywater* dengan parameter yang ditinjau: *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), *Total Dissolved Solid* (TDS), kandungan Amonia (NH_4), kandungan pospat (PO_4) dan konduktivitas dari limbah cair *greywater*. Penelitian ini juga melakukan pengolahan limbah cair berdasarkan

karakteristik yang didapatkan sebelumnya yaitu menggunakan metode koagulasi, filtrasi dan adsorpsi dan melihat peluang dari kemungkinan penggunaan kembali limbah cair *greywater* [15].

Selain itu, sebuah penelitian yang dilakukan di Hungaria, juga dilatarbelakangi karena tidak adanya database tentang karakter dari limbah cair *greywater* pada negara tersebut. Adapun parameter yang ditinjau pada penelitiannya meliputi: tingkat keasaman limbah (pH), konduktivitas, TDS, *Total Solid* (TS), TSS, Turbiditas, Alkalinitas, BOD, COD, MBAS (deterjen). Sampel yang diambil sebanyak 96 rumah tangga dengan memperhatikan pola hidup dengan mengumpulkan data sosial ekonomi meliputi jenis kelamin, usia. Data sosial ekonomi sangat membantu dalam perkiraan produksi limbah cair *greywater* [16].

Di Indonesia sendiri penelitian tentang karakteristik limbah cair *greywater* masih sangat minim. Sebuah penelitian di wilayah Tangerang tentang karakteristik *greywater* dengan ruang lingkup yang sangat minim yaitu pada perumahan elit dan juga hanya mengambil sampel sebanyak 10 titik, dan pengambilan sampel sangat sederhana, yaitu hanya mengambil pada outlet saluran pembuangan sehingga mengabaikan untuk mengetahui berapa karakteristik *greywater* di setiap sumber limbah *greywater* [17].

Artinya berdasarkan penelitian terdahulu, database karakteristik *greywater* ini sangat penting, namun penelitian tentang karakteristik *greywater* ini masih minim terutama karakteristik berdasarkan emisinya. Untuk itulah penelitian ini dilakukan. Kelebihan dari penelitian yang dijalankan adalah parameter limbah *greywater* diukur berdasarkan sumber emisinya yaitu dari kamar mandi, dari dapur dan juga dari *laundry*. Tidak hanya itu, penelitian ini juga mempertimbangkan karakteristik limbah dari campuran ketiga sumber *greywater* dengan melakukan pencampuran menggunakan perbandingan limbah kamar mandi, dapur dan *laundry* 1,0 : 0,5 : 1,0. Dimana penelitian tentang ini belum pernah ada yang melakukan sebelumnya.

Dalam penelitian ini, dilakukan karakterisasi limbah cair *greywater* dengan mengambil 12 sampel pada suatu rumah tangga dimana sampel-sampel ini merupakan sampel dari tiga kali pengambilan sampel. Sampel limbah rumah tangga yang diambil berasal dari sebuah rumah tangga yang berada di Jalan Dulhadi gang 86-02 No. 2 Kebun Bibit, Kelurahan Hajimena, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Penelitian ini juga dilengkapi dengan pengumpulan data sosial ekonomi rumah tangga yang diambil sampel limbahnya. Metodologi pengambilan sampel data sosial ekonomi dilakukan dengan cara interview.

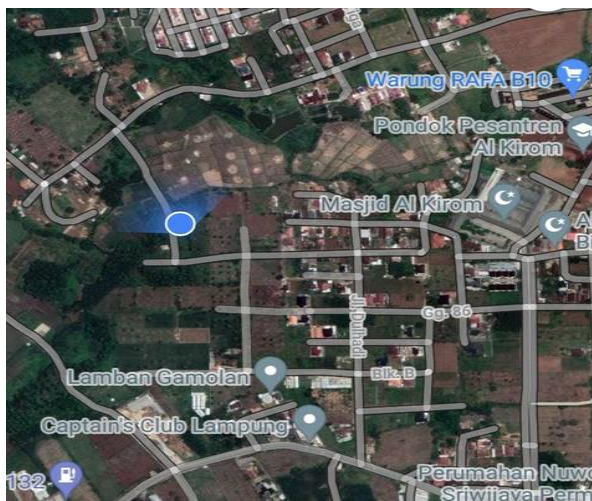
Penelitian ini bertujuan untuk melakukan karakterisasi limbah cair *greywater* berdasarkan sumber emisinya dengan parameter yang dilihat adalah BOD, COD, TSS, DO, temperature, pH dan turbiditas dari masing-masing sumber limbah cair

greywater dan juga kondisi limbah yang sudah tercampur dari ketiga sumber limbah.

METODOLOGI

Pengambilan Sampel Limbah Greywater

Untuk mengevaluasi karakteristik limbah cair greywater berdasarkan emisinya (limbah dari dapur, laundry dan kamar mandi) sampel limbah diambil dari rumah sebuah rumah tangga yang berada di Jalan Dulhadi gang 86-02 No. 2 Kebun Bibit, Kelurahan Hajimena, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1., dimana lokasi pengambilan sampel terlihat sebagai titik biru.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Proses pengambilan sampel limbah greywater dari dapur, laundry dan kamar mandi dilakukan dengan cara menampung limbah greywater tersebut di bak penampung (misalnya di ember) sebelum masing-masing limbah tersebut masuk ke dalam sistem pembuangan air limbah greywater. Limbah greywater perlu ditampung terlebih dahulu di bak penampung dikarenakan sistem pembuangan di lokasi penelitian adalah sistem pembuangan gabungan. Jadi tidak ada pemisahan antara pembuangan untuk limbah dari dapur, kamar mandi dan laundry. Dengan demikian, jika pengambilan sampel dilakukan dari outlet sistem pembuangan akan menyebabkan tidak memungkinkan untuk mendapatkan sampel yang berasal dari masing-masing sumber emisi limbah greywater. Setelah masing-masing limbah tertampung, kemudian sampel bisa dimasukkan ke dalam botol sampel.

Sebagai contoh, untuk pengambilan sampel limbah dari aktivitas dapur, air cucian piring dan atau air cucian bahan masakan (sayur, ikan, dll.) tidak langsung dibuang ke pembuangan air, tetapi ditampung di bak penampung (ember) selama proses aktivitas dapur berjalan sampai dengan aktivitas selesai. Hal serupa juga dilakukan untuk mendapatkan sampel dari kamar mandi, dan laundry. Selanjutnya sampel yang telah tertampung

di bak penampung dari masing-masing sumber limbah greywater dimasukkan ke botol sampel. Pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 2.

Di dalam penelitian ini, jumlah total sampel adalah sebanyak 12 (dua belas) buah, dimana sampel ini berasal dari tiga kali pengambilan, yaitu pengambilan pada tanggal 11 Juni 2021, 14 Juni 2021 dan 17 Juni 2021. Di setiap pengambilan sampel tersebut, 4 (empat) sampel diambil dengan rincian: sampel yang berasal dari limbah kamar mandi (M), dapur (D), laundry (L) dan sampel campuran (Mix) dengan perbandingan, limbah kamar mandi : limbah dapur : limbah laundry sebanyak 1 : 0.5 : 1. Sampel limbah campuran ini sebagai upaya untuk mendekati kenyataan di lapangan bahwa semua limbah greywater di pembuangan pada dasarnya tercampur di sistem pembuangan. Semua sampel kemudian dikirim ke Laboratorium Succofindo untuk pegujian kualitas air yang meliputi karakteristik BOD, COD, TSS, DO, temperature, pH dan turbiditas.

Nama sampel diberikan index urutan per tanggal pengambilan. Pengambilan sampel pada tanggal 11 Juni 2021, sampel diberi penamaan M1 untuk sampel limbah kamar mandi pengambilan hari pertama, D1 adalah penamaan untuk limbah dapur pada pengambilan sampel hari pertama, L1 adalah penamaan limbah laundry pada pengambilan hari pertama dan Mix1 adalah penamaan untuk limbah campuran pada pengambilan hari pertama. Demikian seterusnya untuk penamaan sampel pada hari berikutnya. Pengambilan sampel di tanggal 14 Juni 2021 diberikan nama sampel sebagai M2, D2, L2 dan Mix2. Terakhir Pengambilan ketiga, pada tanggal 17 Juni 2021, penamaan sampel adalah M3, D3, L3 dan Mix3. Sampel dapat dilihat pada Gambar 3 sampai dengan Gambar 5.



Gambar 2. Pengambilan Sampel

Interview Kondisi Sosial Ekonomi Rumah Tangga

Interview dilakukan untuk mengetahui kondisi sosial ekonomi rumah tangga dimana sampel limbah greywater diambil. Ada pun data sosial ekonomi yang digali adalah kelas ekonomi rumah tangga, jumlah anggota keluarga yang ada di

dalam rumah tangga tempat sampel diambil. Kondisi sosial ekonomi ini akan mempengaruhi aktivitas rumah tangga dan juga limbah yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga.



Gambar 3. Sampel M1, D1, L1 dan Mix1



Gambar 4. Sampel M2, D2, L2 dan Mix2



Gambar 5. Sampel M3, D3, L3 dan Mix3

HASIL DAN DISKUSI

Hasil Uji Kualitas Air Limbah

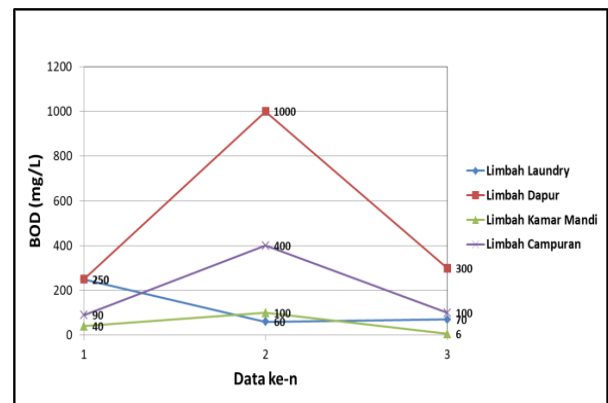
Dua belas sampel diambil untuk mengidentifikasi karakteristik *greywater* berdasarkan sumber emisinya. Karakteristik *greywater* yang menjadi fokus adalah BOD, COD, TSS, DO, *temperature*, pH dan *turbiditas*.

Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD)

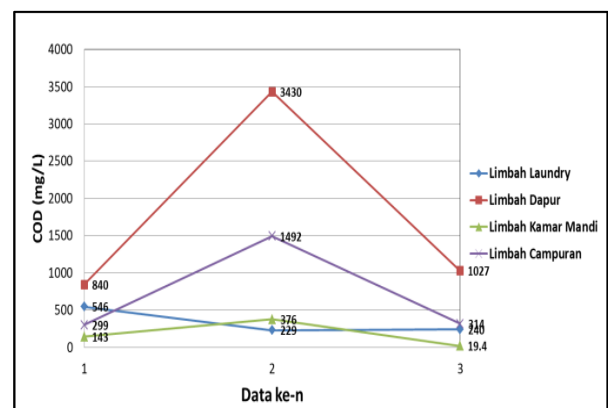
Biochemical Oxygen Demand (BOD) menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme untuk melakukan proses degradasi terhadap bahan-bahan pencemar

yang ada di dalam air. Nilai BOD yang tinggi mengindikasikan pencemaran pada air yang tinggi. *Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan agar bahan-bahan pencemar dapat terurai secara kimia. Perbandingan antara nilai BOD dan COD menjadi indikator apakah polutan termasuk kategori *bioderadable* atau tidak. Nilai BOD, COD dari hasil penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Berdasarkan Gambar 6 dan Gambar 7., dapat diketahui bahwa kandungan tertinggi BOD dan COD adalah dari limbah cair *greywater* dapur dengan kisaran 250-1000 mg/L untuk BOD dan 840-3430 mg/L untuk COD. Hal ini sesuai dengan perkiraan karena beban polutan dari dapur jauh lebih tinggi jika dibandingkan pada limbah *greywater* yang berasal dari aktivitas mandi maupun cuci baju (*laundry*). Hasil penelitian ini selaras dengan hasil penelitian yang dilakukan di Yunani [16]. Hasil penelitian yang dilakukan di Yunani menunjukkan bahwa COD kamar mandi jauh lebih rendah dari COD dapur dengan nilai rerata COD kamar mandi sebesar 299 mg/L sedangkan COD dapur rerata menunjukkan nilai 775 mg/L.



Gambar 6. Biochemical Oxygen Demand (BOD)



Gambar 7. Chemical Oxygen Demand (COD)

Limbah cair *greywater* dari hasil cucian baju menunjukkan nilai BOD berkisar 60-250 mg/L sedangkan nilai COD berkisar 229-546 mg/L. Kandungan BOD dan COD limbah *greywater* terendah berasal dari limbah kamar mandi dengan kandungan BOD 6-100 mg/L (Nilai ini hampir mirip dengan karakteristik *greywater* di Inggris dengan

kisaran 90-185 mg/L [4]) sedangkan kandungan COD 19,4-143 mg/L. Kandungan BOD dan COD untuk limbah campuran ternyata memiliki kandungan BOD 90-400 mg/L.

Dengan kandungan BOD dan COD yang rendah, maka limbah cair *greywater* dari kamar mandi bisa menjadi sumber yang potensial sebagai alternatif sumber air baru, karena kadar polutannya yang rendah. Tentunya dengan kadar polutan yang rendah proses pengolahan limbahnya pun akan cenderung lebih mudah dan biaya yang dikeluarkan akan lebih murah.

Berdasarkan informasi dari Gambar 6 dan Gambar 7. ini dapat diambil kesimpulan selayaknya dilakukan pemisahan dalam proses pengumpulan limbah *greywater* ini untuk diolah dan digunakan kembali karena jika dibandingkan nilai BOD dan COD sampel campuran yang menjadi tinggi yaitu berkisar 90-400 mg/L untuk kandungan BOD dan 219-1492 mg/L untuk BOD.

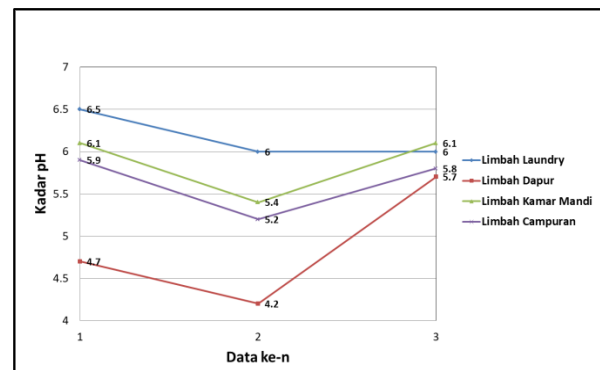
Keseluruhan sampel baik sampel bukan campuran atau pun campuran menunjukkan rasio BOD/COD diantara 0,2-0,5 yang artinya sampel ini masuk kategori *biodegradable*. Nilai rasio BOD/COD ini tidak jauh berbeda dari karakteristik *greywater* di Negara Inggris dengan rentang 0,3 – 0,5 [4]. Jika rasio sampel kurang dari 0,1 maka sampel masuk kategori *non-biodegradable*. Maka limbah *greywater* ini cocok untuk dilakukan pengolahan secara biologis.

Kadar pH

Kadar pH dari hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 8. Dari empat kategori sampel dapat terlihat bahwa sampel yang berasal dari dapur memiliki tingkat keasaman yang relatif tinggi (4,2–5,7). Temuan hasil penelitian ini selaras dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kadar pH dapur lebih rendah (lebih asam) dari limbah kamar mandi [15][16]. Nilai pH dapur ini jika mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu (BM) Air Limbah Domestik, tidak memenuhi syarat baku mutu yang mensyaratkan pH dengan rentang 6-9. Pada dasarnya pH berkaitan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas. Pada $pH < 5$, alkalinitas dapat mencapai 0. Semakin tinggi pH, semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin rendah karbondioksida bebas. Larutan yang bersifat asam (pH rendah) bersifat korosif.

Sementara sampel dari *laundry* memiliki nilai pH antara 6–6,5 dikarenakan adanya keberadaan material bersifat alkali yang digunakan pada deterjen. Nilai pH limbah *greywater* dari aktivitas kamar mandi tidak jauh berbeda dengan nilai pH *Laundry*, yaitu berkisar antara 5,4-6,1. Sedangkan pada sampel campuran pH berkisar antara 5,1-5,9 dan ini menunjukkan pH sampel campuran juga tidak memenuhi baku mutu yang mengacu pada

peraturan Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2003.



Gambar 8. Kadar pH

Total Suspended Solids (TSS)

Total Suspended Solids (TSS) atau total padatan tersuspensi adalah padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan organik dan anorganik yang dapat disaring oleh kertas berpori $0,45\mu m$. Tingginya nilai TSS mengindikasikan buruknya kualitas air.

Nilai TSS dalam penelitian ini (Gambar 9.) juga memiliki *trend* yang sama seperti kandungan BOD dan COD, dimana nilai tertinggi masih berasal dari limbah *greywater* dapur (*trend* yang sama juga ditunjukkan pada karakteristik *greywater* di Yunani [15]). Nilai TSS dapur berkisar dari 202-620 mg/L. Nilai TSS dari karakteristik *greywater* di Yunani menunjukkan nilai rerata TSS sebesar 299 mg/L [15]. Untuk limbah kamar mandi dan *laundry*, nilai TSS hampir menunjukkan kisaran yang sama. Untuk TSS *greywater laundry* bernilai 31-96 mg/L sedangkan TSS *greywater kamar mandi* berkisar 34-85 mg/L.

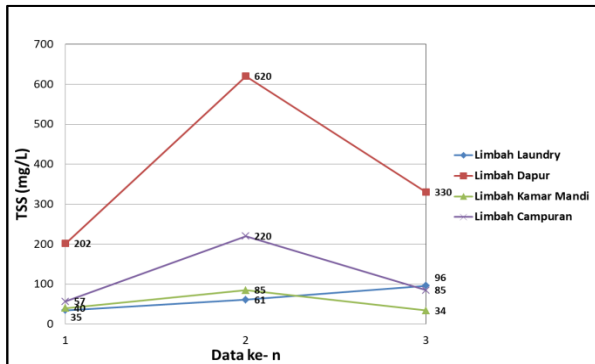
Pada sampel campuran, nilai TSS maksimal terjadi pada sampel kedua bernilai 220 mg/L dengan nilai terkecil terjadi pada sampel kesatu, yaitu 57 mg/L. Pada baku mutu air limbah domestik mensyaratkan TSS 100 mg/L. Berdasarkan hasil uji menunjukkan bahwa limbah *greywater* dapur dan campuran melebihi baku mutu yang disyaratkan.

Turbiditas

Turbiditas atau kekeruhan digunakan sebagai parameter derajat kegelapan dalam air yang disebabkan oleh material-material tersuspensi. Dari hasil uji kualitas air, kadar turbiditas dari dapur menunjukkan nilai tertinggi jika dibandingkan data dari hasil uji turbiditas limbah *laundry* dan kamar mandi. Nilai turbiditas dari limbah dapur berkisar antara 92,5-168,5 NTU. Nilai ini lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai TSS *greywater* di Yunani yang memiliki nilai rerata $357,39 \pm 216,447$ NTU [15].

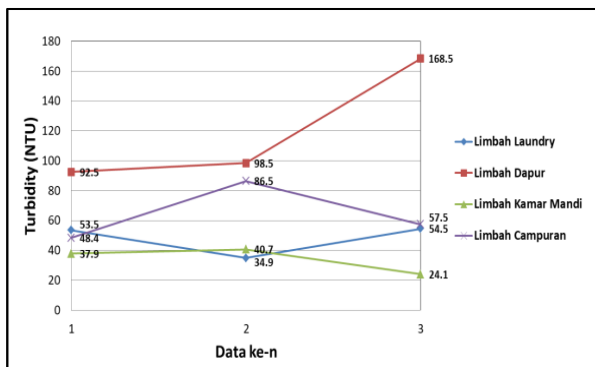
Trend nilai turbiditas (dapat dilihat pada Gambar 10.) juga hampir mirip dengan TSS, dimana nilai turbiditas *laundry* dan kamar mandi hampir memiliki kisaran nilai yang sama. Untuk kamar

mandi nilai turbiditas berkisar 24,1-40,7 NTU (Nilai TSS ini hampir sama dengan karakteristik di Negara Yunani yang memiliki rerata 25,45 NTU dengan standar deviasi 22,68 [15]) sedangkan nilai turbiditas laundry sebesar 35-96 NTU.



Gambar 9. Total Suspended Solids (TSS)

Pada sampel campuran, turbiditas tertinggi pada sampel Mix2 dengan nilai 220 NTU, sedangkan nilai terkecil pada sampel Mix 1 dengan nilai turbiditas 57 NTU.

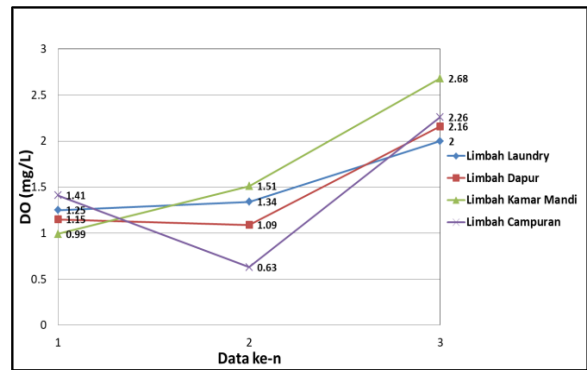


Gambar 10. Turbiditas

Dissolved oxygen (DO)

Dissolved oxygen (DO) adalah karakteristik limbah cair yang menunjukkan berapa besar kandungan oksigen terlarut di dalam air. Kandungan oksigen terlarut ini penting untuk organisme yang ada di air untuk dapat hidup. Nilai DO dibawah 3 mg/L dalam sebuah badan air merupakan titik kritis bagi organisme untuk hidup. Dengan kondisi DO di bawah 1 mg/L disebut kondisi hypoxic (level oksigen yang rendah)

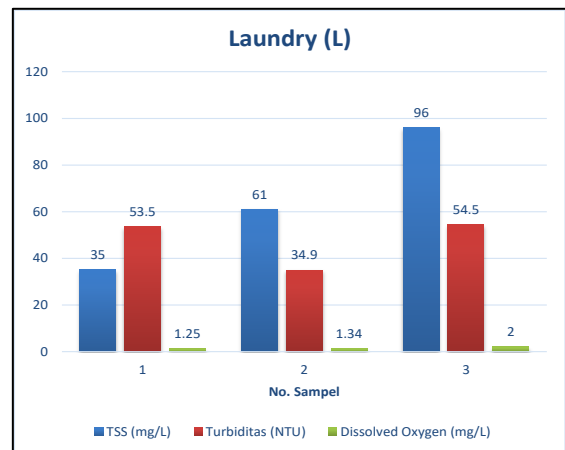
Berdasarkan hasil penelitian, nilai DO (dapat dilihat pada Gambar 11.) secara keseluruhan menunjukkan nilai yang variatif. Untuk limbah greywater yang bersumber dari limbah laundry nilai DO berkisar antara 1,2-2 mg/L. Pada limbah greywater dapur, nilai DO berada pada kisaran 1,09-2,16 mg/L. Sedangkan pada limbah greywater yang berasal dari aktivitas kamar mandi DO bernilai 0,99-2,68 mg/L. Pada sampel yang merupakan campuran ketiga sumber greywater, nilai DO antara 0,63-2,26 mg/L. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keseluruhan sampel memiliki kadar oksigen terlarut yang rendah.



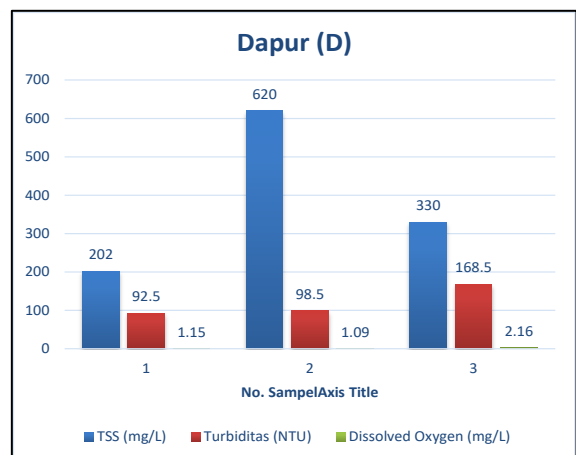
Gambar 11. Dissolved oxygen (DO)

Untuk melihat hubungan antara parameter TSS, turbidity dan kelarutan oksigen (DO), ditampilkan pada Gambar 12 sampai dengan Gambar 15. Pada umumnya, nilai padatan terlarut akan berbanding lurus dengan nilai kekeruhan dan berbanding terbalik dengan kelarutan oksigen.

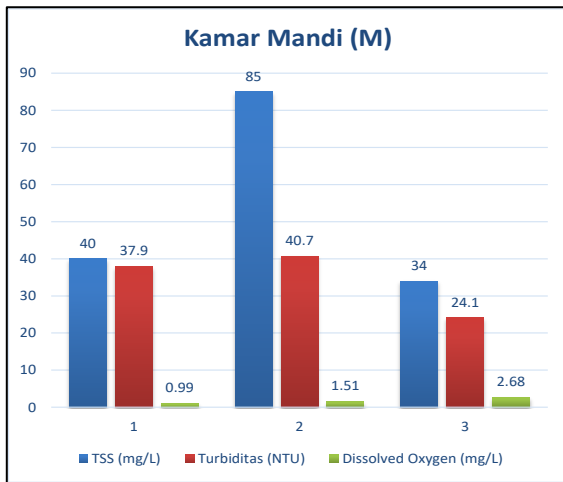
Di dalam penelitian ini ditemukan sesuatu yang tidak sinkron pada sampel dapur ke-2 dan ke-3. Pada sampel ke-2 TSS berada di angka tertinggi yaitu 620 mg/L dengan turbiditas 98,5 NTU namun pada sampel ke-3 nilai TSS turun cukup signifikan ke angka 350 mg/L dengan turbiditas yang naik cukup signifikan ke angka 168,5 NTU.



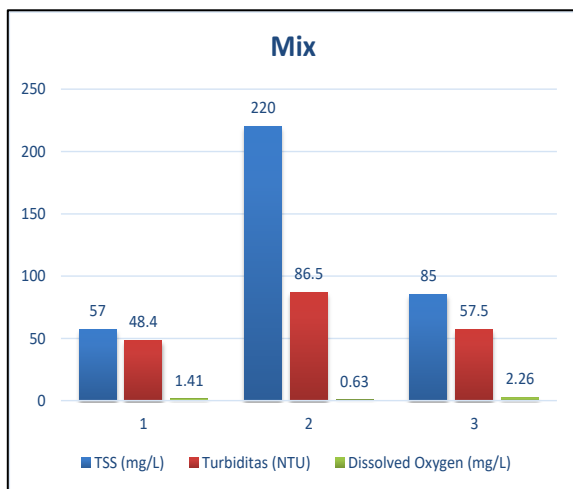
Gambar 12. Hubungan TSS, Turbiditas dan DO pada Limbah greywater Laundry



Gambar 13. Hubungan TSS, Turbiditas dan DO pada Limbah greywater Dapur



Gambar 14. Hubungan TSS, Turbiditas dan DO pada Limbah greywater Kamar Mandi



Gambar 15. Hubungan TSS, Turbiditas dan DO pada Limbah greywater Mix

Suhu

Untuk parameter suhu, berdasarkan hasil penelitian suhu sampel bervariasi. Keseluruhan sampel baik sampel sumber emisi maupun sampel campuran tidak memiliki perbedaan suhu yang jauh, dengan nilai kisaran suhu dari 22°C-24,5°C.

Kondisi Sosial Ekonomi Rumah Tangga Tempat Sampel diambil

Rumah tangga yang diambil sampelnya memiliki anggota keluarga 4 (empat) orang, yang terdiri dari ayah, ibu dan 2 (dua) orang anak kecil usia 7 tahun dan 6 tahun. Pekerjaan kepala rumah tangga adalah wiraswasta dengan penghasilan rata-rata Rp.10.000.000 (sepuluh juta rupiah sebulan) dengan kelas ekonomi menengah.

Sumber air bersih dari rumah tangga adalah sumur dangkal yang ada di rumah. Keseluruhan air limbah yang terbentuk merupakan hasil pemakaian dari air bersih yang bersumber dari air sumur dangkal ini. Sistem pembuangan air limbah greywater di rumah tangga ini adalah sistem gabungan (*combined sewer system*). Jadi air buangan tercampur antara air yang bersumber dari

air dapur, air kamar mandi dan air laundry serta air hujan bercampur menjadi satu.

Data sosial ekonomi ini sangat penting, karena karakteristik *greywater* sangat variatif karena dipengaruhi oleh kebiasaan hidup, pendapatan rumah tangga, penggunaan produk dan penggunaan air. Rumah tangga dengan income tinggi memiliki kecenderungan pemakaian air lebih tinggi dan berbagai jenis produk pembersih rumah tangga. Rumah tangga dengan pendapatan rendah, kecenderungan memakai produk yang lebih murah, pemakaian air juga lebih sedikit. Komposisi *greywater* sangat erat hubungannya dengan volume produksinya. Ketika sedikit air yang digunakan maka akan memberikan kecondongan konsentrasi polutan yang tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diambil kesimpulan keseluruhan sampel baik sampel yang merupakan sumber emisi maupun sampel campuran menunjukkan nilai rasio BOD/COD antara 0,2-0,5 yang artinya sampel adalah biodegradable. Dimana kandungan BOD dan COD tertinggi berasal dari dapur dengan 250-1000 mg/L untuk BOD dan 840-3430 mg/L untuk COD. Sedangkan kandungan terendah berasal dari *greywater* aktivitas mandi dengan BOD 6-100 mg/L sedangkan kandungan COD 19,4-143 mg/L. Kandungan BOD dan COD sampel campuran berkisar 90-400 mg/L untuk kandungan BOD dan 219-1492 mg/L untuk BOD. Untuk parameter kadar pH dari duabelas sampel berkisar dari 4,2-6,5. Untuk parameter kandungan TSS trend nilai masih tertinggi berasal dari dapur dengan nilai 202 – 620 mg/L. TSS mix tertinggi bernilai 220 mg/L. Begitu juga dengan nilai turbiditas atau kekeruhan, tertinggi terjadi pada limbah *greywater* Dapur. Kadar DO keseluruhan sampel memiliki kadar oksigen terlarut yang rendah yang ditunjukkan dari hasil penelitian bernilai kurang dari 3 mg/L bahkan ada yang kurang dari 1 mg/L. Keseluruhan sampel tidak memiliki perbedaan suhu yang jauh, dengan nilai kisaran suhu dari 22°C-24,5°C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Lampung yang telah mendanai kegiatan penelitian ini. Tidak lupa pula kami sampaikan terima kasih kepada tim penelitian Fakultas Teknik Universitas Lampung atas bantuannya sehingga kegiatan penelitian ini berjalan dengan lancar.

REFERENSI

- [1] E. Eriksson, K. Auffarth, M. Henze, and A. Ledin, "Characteristics of grey wastewater," *Urban Water*, vol. 4, no. 1, 2002, doi: 10.1016/S1462-0758(01)00064-4.

- [2] E. Friedler and M. Hadari, "Economic feasibility of on-site greywater reuse in multi-storey buildings," *Desalination*, vol. 190, no. 1-3, 2006, doi: 10.1016/j.desal.2005.10.007.
- [3] E. Friedler, "Quality of individual domestic greywater streams and its implication for on-site treatment and reuse possibilities," *Environ. Technol.*, vol. 25, no. 9, 2004, doi: 10.1080/09593330.2004.9619393.
- [4] B. Jefferson, A. Palmer, P. Jeffrey, R. Stuetz, and S. Judd, "Grey water characterisation and its impact on the selection and operation of technologies for urban reuse," *Water Sci. Technol.*, vol. 50, no. 2, 2004, doi: 10.2166/wst.2004.0113.
- [5] F. Li, K. Wichmann, and R. Otterpohl, "Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses," *Science of the Total Environment*, vol. 407, no. 11, 2009, doi: 10.1016/j.scitotenv.2009.02.004.
- [6] E. Donner, E. Eriksson, D. M. Revitt, L. Scholes, H. C. H. Lützhøft, and A. Ledin, "Presence and fate of priority substances in domestic greywater treatment and reuse systems," *Sci. Total Environ.*, vol. 408, no. 12, 2010, doi: 10.1016/j.scitotenv.2010.02.033.
- [7] P. Soewondo and A. Yulianto, "THE EFFECT OF AERATION MODE ON SUBMERGED AEROBIC BIO FILTER REACTOR FOR GREY WATER TREATMENT," *Environ. Eng.*, vol. 3, no. 3, 2008.
- [8] Y. Gilboa and E. Friedler, "UV disinfection of RBC-treated light greywater effluent: Kinetics, survival and regrowth of selected microorganisms," *Water Res.*, vol. 42, no. 4-5, 2008, doi: 10.1016/j.watres.2007.09.027.
- [9] R. M. S. Radin Mohamed, A. A. S. Al-Gheethi, A. H. Mohd Kassim, A. Martin, S. Dallas, and M. H. Bin Khamidun, "A Potential Reuse of Greywater in Developed and Developing Countries," 2019.
- [10] L. Domnech and D. Saurí, "Socio-technical transitions in water scarcity contexts: Public acceptance of greywater reuse technologies in the Metropolitan Area of Barcelona," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 55, no. 1, 2010, doi: 10.1016/j.resconrec.2010.07.001.
- [11] C. Matos, A. Sampaio, and I. Bentes, "Possibilities of greywater reuse in non-potable in situ urban applications, according with its quality and quantity," *WSEAS Trans. Environ. Dev.*, vol. 6, no. 7, 2010.
- [12] U. Pinto and B. L. Maheshwari, "Reuse of greywater for irrigation around homes in Australia: Understanding community views, issues and practices," *Urban Water J.*, vol. 7, no. 2, 2010, doi: 10.1080/15730620903447639.
- [13] K. A. Mourad, J. C. Berndtsson, and R. Berndtsson, "Potential fresh water saving using greywater in toilet flushing in Syria," *J. Environ. Manage.*, vol. 92, no. 10, 2011, doi: 10.1016/j.jenvman.2011.05.004.
- [14] D. M. Revitt, E. Eriksson, and E. Donner, "The implications of household greywater treatment and reuse for municipal wastewater flows and micropollutant loads," *Water Res.*, vol. 45, no. 4, 2011, doi: 10.1016/j.watres.2010.11.027.
- [15] G. Antonopoulou, A. Kirkou, and A. S. Stasinakis, "Quantitative and qualitative greywater characterization in Greek households and investigation of their treatment using physicochemical methods," *Sci. Total Environ.*, vol. 454-455, 2013, doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.03.045.
- [16] I. Bodnar, A. Szabolcsik, E. Baranyai, A. Uveges, and N. Boros, "Qualitative characterization of household greywater in the northern great plain region of Hungary," *Environ. Eng. Manag. J.*, vol. 13, no. 11, 2014, doi: 10.30638/eemj.2014.302.
- [17] A. E. South, E. Nazir., "KARAKTERISTIK AIR LIMBAH RUMAH TANGGA (grey water) PADA SALAH SATU PERUMAHAN MENENGAH KEATAS YANG BERADA DI Tangerang Selatan," *Ecolab*, vol. 10, no. 2, 47-102, 2016.