

SKRIPSI

**ANALISIS EFISIENSI ENERGI MELALUI
PENGUNAAN *SOLAR WATER HEATER* DI
HOTEL BAKUNG SARI KUTA**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Nyoman Yogiswara Ariputra
NIM. 2315374043

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

ANALISIS EFISIENSI ENERGI MELALUI PENGGUNAAN *SOLAR WATER HEATER* DI HOTEL BAKUNG SARI KUTA

Oleh :

I Nyoman Yogiswara Ariputra
NIM. 2315374043

Skripsi ini telah melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk diujikan pada Ujian Skripsi di Program Studi D4 Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 18 Agustus 2024

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:



I Gst. Ngr. A. Dwijaya Saputra, ST.MT.Ph.D
NIP. 196902081997021001

Dosen Pembimbing 2:



Dr.Eng.I Ketut Swardika,S.T., M.Si.
NIP. 197005021999031002

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS EFISIENSI ENERGI MELALUI PENGGUNAAN *SOLAR WATER HEATER* DI HOTEL BAKUNG SARI KUTA

Oleh :

I Nyoman Yogiswara Ariputra
NIM. 2315374043

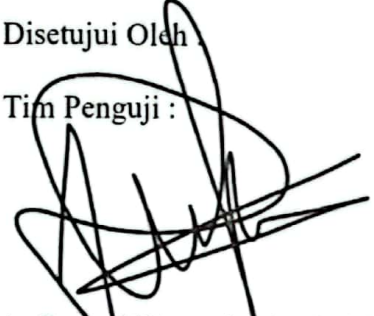
Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada Tanggal 28 Agustus 2024 dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan menjadi Skripsi di


Program Studi D4 Teknik Otomasi
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 3 September 2024


Disetujui Oleh


Tim Penguji :


1. Dr. I Wayan Jondra, M.Si
NIP. 196807061994031003


2. I Made Aryasa Wiryawan, S.T.,M.T.
NIP. 196504041994031003

Dosen Pembimbing :


1. I Gst. Ngr. A. Dwijaya Saputra, S.T., M.T., Ph.D
NIP.196902081997021001


2 Dr. Eng. I Ketut Swardika, S.T.,M.Si.
NIP.197005021999031002



Disahkan Oleh:
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Kadek Amerta Yasa, ST., MT.
NIP. 196809121995121001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

ANALISIS EFISIENSI ENERGI MELALUI PENGGUNAAN SOLAR WATER HEATER DI HOTEL BAKUNG SARI KUTA

adalah asli hasil karya saya sendiri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Bukit Jimbaran, 3 September 2024

Yang menyatakan



I Nyoman Yogiswara Ariputra

NIM. 2315374043

ABSTRAK

Penggunaan energi di Indonesia masih didominasi oleh pembangkit berbahan dasar fosil dengan data dari Dewan Energi Nasional menunjukkan Tahun 2023 Batubara (40,46%) menjadi persentase bauran energi tertinggi, disusul oleh Minyak Bumi (30,18%), Gas Bumi (16,28%), dan EBT (13,09%). Energi surya dipilih sebagai salah satu sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan, melimpah, dan bebas polusi udara atau emisi gas rumah kaca. Saat ini, energi surya lebih difokuskan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil di mesin pemanas air. Hotel Bakung Sari Kuta menggunakan 14 unit pemanas air energi listrik, oleh karena itu penelitian ini meneliti perhitungan teknis penggantian *Electric Water Heater* menjadi *Solar Water Heater*. Penelitian dimulai dengan menghitung kapasitas tangki air panas dan didapatkan hasil sebesar 2.064 liter atau setara 7 unit SWH kapasitas 300 liter. Selanjutnya menghitung penghematan energi yang terjadi dan didapatkan hasil sebesar 13.054,59 kWh/tahun dan emisi gas karbon yang dikurangi sebesar 13,45 TonCO₂/tahun.

Kata Kunci: Electric Water Heater, Emisi Gas Karbon, Penghematan Energi, Solar Water Heater, Tangki Air.

ABSTRACT

Energy use in Indonesia is still dominated by fossil-based plants with data from the National Energy Council showing that in 2023 Coal (40.46%) will be the highest percentage of the energy mix, followed by Oil (30.18%), Natural Gas (16.28%), and Renewable Energy (13.09%). Solar energy was chosen as one of the renewable energy sources that is more environmentally friendly, abundant, and free of air pollution or greenhouse gas emissions. Currently, solar energy is more focused on reducing the use of fossil fuels in water heating machines. Bakung Sari Kuta Hotel uses 14 units of electric energy water heaters, therefore this research examines the technical calculation of replacing Electric Water Heater to Solar Water Heater. The research begins by calculating the capacity of the hot water tank and the result is 2,064 liters or the equivalent of 7 units of SWH with a capacity of 300 liters. Furthermore, calculating the energy savings that occur and the results are 13.054,59 kWh / year and carbon gas emissions are reduced by 13,45 TonCO₂/ year.

Keywords : *Carbon Gas Emissions, Electric Water Heater, Energy Saving, Solar Water Heater, Water Tank.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, Karena telah berkat rahmat_Nya penulis diberikan kesempatan yang baik untuk menyelesaikan penyusunan Proposal Skripsi yang berjudul “**ANALISIS EFISIENSI ENERGI MELALUI PENGGUNAAN *SOLAR WATER HEATER* DI HOTEL BAKUNG SARI KUTA**” tepat pada waktunya. Penyusunan Proposal Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma IV, dengan Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro.

Dalam penyusunan Proposal Skripsi ini, penulis memperoleh berbagai masukan dan bimbingan dari berbagai belah pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak Putri Alit Widyastuti Santiary, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak I Gst. Ngr. A. Dwijaya Saputra, ST.MT.Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan dan masukan yang sangat berarti untuk Skripsi ini.
5. Bapak Dr.Eng.I Ketut Swardika,S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan dan masukan yang sangat berarti untuk Skripsi ini.
6. Segenap Dosen dan Staff Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan masukan dan saran dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini, masih jauh dari kata sempurna mengingat terbatasnya kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Karena itu penulis mempersilahkan jika ada kritik dan saran yang bersifat membangun terkait dengan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap apa yang disajikan di Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Badung, 14 Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1. Energi Matahari.....	6
2.2.2. Hari Hujan perTahun.....	7
2.2.3. Karakteristik Air.....	8
2.2.4. <i>Electric Water Heater</i>.....	10
2.2.5. <i>Solar Water Heater</i>.....	14
2.2.6. Kolektor Energi Surya dalam <i>Solar Water Heater</i>.....	14
2.2.7. Jenis <i>Solar Water Heater</i>.....	21
2.2.8. Cara Kerja <i>Solar Water Heater</i>.....	21
2.2.9. Perpindahan Panas.....	23
2.2.10. Efisiensi Panas.....	24
2.2.11. Kebutuhan Lain dalam Operasional <i>Solar Water Heater</i>.....	25
2.2.12. Keunggulan dan Kelemahan <i>Solar Water Heater</i>.....	29

2.2.13.	Standar Standar <i>Solar Water Heater</i>	31
2.2.14.	Perhitungan Kapasitas Air Bersih	33
2.2.15.	Tangki Solar Water Heater	34
2.2.16.	Efisiensi Energi	36
2.2.17.	Gas Rumah Kaca (GRK)	37
BAB III METODE PENELITIAN.....		39
3.1.	Rancangan Pengambilan Data	39
3.1.1.	Diagram Alir Penelitian	39
3.1.2.	Lokasi Penelitian	39
3.1.3.	Metode Penelitian	40
3.2.	Jenis Data	41
3.3.	Pengolahan Data	41
3.4.	Hasil yang Diharapkan	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		45
4.1.	Pembahasan Penggunaan Air Panas di Hotel Bakung Sari Kuta	45
4.1.1.	Konsumsi Air Panas	45
4.1.2.	Perhitungan Kapasitas Tangki Air Panas	46
4.2.	Analisis Penghematan Energi yang Dihasilkan	47
4.2.1.	Perhitungan Energi Electric Water Heater	47
4.2.2.	Pengukuran Energi Panas Matahari	48
4.2.3.	Perhitungan Energi Peralatan Operasional SWH	50
4.2.4.	Perhitungan Penghematan Energi	55
4.3.	Pembahasan Pengurangan Emisi Gas Karbon	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		57
5.1.	Kesimpulan	57
5.2.	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN		63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Electric Water Heater ^[13]	11
Gambar 2. 2 Solar Water Heater ^[2]	14
Gambar 2. 3 Cara Kerja Solar Water Heater ^[19]	22
Gambar 2. 4 Laju Perpindahan Panas Radiasi ^[5]	24
Gambar 2. 5 Kurva Karakteristik Pompa Sirkulasi ^[22]	26
Gambar 2. 6 Kurva Karakteristik Pompa Dorong ^[23]	27
Gambar 2. 7 Gambar Elemen Pemanas ^[24]	29
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian.....	40
Gambar 3. 3 Diagram Rancangan Sistem Solar Water Heater	43
Gambar 4. 1 Nameplate Spesifikasi EWH.....	47
Gambar 4. 2 Energi Pompa Dorong Operasional EWH	48
Gambar 4. 3 Alat Ukur Iradiasi Matahari (Pyranometer).....	49
Gambar 4. 4 Energi Pompa Dorong Operasional SWH.	51
Gambar 4. 5 Spesifikasi Pemanas SWH.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hari Hujan pertahun Provinsi Bali.....	8
Tabel 2. 2 Standar Penggunaan Air Bersih ^[35]	34
Tabel 3. 1Tabel Penggunaan Air Panas	42
Tabel 3. 2 Data suhu air baku	43
Tabel 3. 3 Data radiasi matahari	43
Tabel 4.1 Jumlah Kamar di Hotel Bakung Sari Kuta	45
Tabel 4.2 Total Konsumsi Air Panas	45
Tabel 4.3 Total Kebutuhan Energi Listrik EWH.....	48
Tabel 4.4 Pengukuran Energi Matahari	50
Tabel 4.5 Total Kebutuhan Energi Listrik Pompa Operasional SWH.....	50
Tabel 4.6 Data Energi yang terkumpul oleh kolektor setiap unit SWH	52
Tabel 4.7 Perubahan Suhu Air dengan Energi Matahari oleh kolektor	53
Tabel 4.8 Total Konsumsi Energi Listrik Operasional SWH kondisi cerah.....	55
Tabel 4.9 Total Konsumsi Energi Listrik Operasional SWH kondisi hujan	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia menduduki posisi keempat dunia sebagai negara dengan populasi tertinggi, sehingga energi yang dibutuhkan menjadi sangat besar untuk menunjang pembangunan dan industrialisasi. Pemenuhan kebutuhan energi nasional di sektor industri, transportasi, komersial, dan rumah tangga juga terus meningkat. Data Dewan Energi Nasional (DEN) Tahun 2023 menunjukkan Batubara (40,46%) menjadi persentase bauran energi tertinggi, disusul oleh Minyak Bumi (30,18%), Gas Bumi (16,28%), dan EBT (13,09%)[1]. Pola penggunaan energi yang didominasi oleh bahan bakar fosil, seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara memiliki implikasi serius terhadap ketahanan energi dan lingkungan. Oleh karena itu, para ahli dan peneliti mulai mengembangkan pembangkit listrik yang ramah lingkungan yang disebut Energi Baru Terbarukan.

Pembangkit energi baru terbarukan memanfaatkan potensi alam yang tidak dapat habis seperti panas matahari, air, dan angin. Energi surya dipilih sebagai salah satu sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan, melimpah, dan bebas polusi udara atau emisi gas rumah kaca. Saat ini, energi surya lebih difokuskan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil di mesin pemanas air (*Water Heater*). Namun, kurangnya pemahaman terkait efisiensi penggunaan energi matahari di mesin pemanas air berbahan dasar solar atau *Solar Water Heater* menyebabkan banyak pelaku industri yang masih menggunakan energi listrik dalam jumlah besar, terutama industri pariwisata di Bali.

Solar water heater (SWH) bukanlah inovasi baru dalam sistem pemanas air. SWH pertama kali digunakan di Indonesia pada tahun 1988, namun SWH kurang diminati karena tingginya biaya investasi, sulitnya perawatan, bahan yang mudah korosi dan sensitivitas terhadap mineral di bahan baku air yang cukup tinggi. Hal ini memunculkan adanya inovasi baru berupa design SWH yang menggunakan bahan anti korosi, tipe SWH yang mempermudah perawatan dan menurunnya biaya investasi karena bahan baku yang digunakan dalam pembuatan SWH berasal dari dalam negeri. Selain itu Indonesia juga berada di garis khatulistiwa sehingga mendapat intensitas radiasi matahari $4,5\text{kWh/m}^2$ perharinya[2]

Bakung Sari Resort sebagai salah satu di Bali yang sudah beroperasi selama puluhan tahun dan memiliki konsumsi energi mencapai 55 MWh di Bulan Pebruari dengan okupansi rata-rata 80%. Penggunaan pendingin udara (AC) menjadi persentase tertinggi dengan persentase lebih dari 30% sedangkan penghangat air elektrik di hotel Bakung Sari Resort mencapai 14% dari penggunaan energi keseluruhan. Persentase penggunaan penghangat air yang relative tinggi tersebut dapat menyebabkan kerugian manajemen hotel di sektor penggunaan energi listrik. Namun, Bakung Sari Resort hingga saat ini belum beralih menggunakan *Solar Water Heater* (SWH) karena minimnya informasi efisiensi energi dan biaya dari penggunaan SWH. Berdasarkan pertimbangan tersebut peneliti berkeinginan untuk melakukan penelitian terkait efisiensi energi dari penggantian mesin penghangat air elektrik ke penghangat air berbasis energi solar dengan judul “ANALISIS EFISIENSI ENERGI MELALUI PENGGUNAAN *SOLAR WATER HEATER* DI HOTEL BAKUNG SARI KUTA”.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan dari uraian latar belakang, maka dapat diuraikan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah menentukan kapasitas tangki yang efisien untuk penggunaan air panas di hotel Bakung Sari Kuta?
2. Berapakah penghematan energi yang dapat dihasilkan dari penggunaan *Solar Water Heater*?
3. Berapakah besar pengurangan gas emisi karbon yang dihasilkan dari penggunaan *Solar Water Heater*?

1.3. Batasan Masalah

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efisiensi penggunaan energi solar dalam sistem pemanas air sebagai upaya penggunaan energi terbarukan. Peneliti membatasi penelitian ini hanya untuk mengetahui volume tangki air panas yang efisien, persentase tingkat efisiensi penggunaan *Solar Water Heater* (SWH) dan pengurangan emisi karbon yang dihasilkan.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan uraian latar belakang dan rumusan masalah diatas adalah:

1. Dapat menentukan kapasitas tangki yang efisien untuk penggunaan air panas di hotel Bakung Sari Kuta.
2. Dapat menganalisis penghematan energi yang dapat dihasilkan dari penggunaan *Solar Water Heater*.
3. Dapat menganalisis besar pengurangan gas emisi karbon yang dihasilkan dari penggunaan *Solar Water Heater*.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Bagi Mahasiswa

Laporan ini digunakan untuk memenuhi salah satu syarat akademis yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa dalam rangka menyelesaikan Program Studi D4 Teknik Otomasi di jurusan Teknik Elektro di Politeknik Negeri Bali. Selain itu, laporan ini juga berfungsi sebagai bukti bahwa mahasiswa telah menguasai berbagai kompetensi dan keterampilan yang diajarkan selama masa perkuliahan, serta mampu menerapkannya dalam berbagai proyek dan penelitian yang relevan dengan bidang teknik otomasi

2. Bagi Politeknik Negeri Bali

Menjadi referensi yang sangat berharga di perpustakaan Politeknik Negeri Bali, yang diharapkan dapat digunakan oleh mahasiswa, dosen, dan peneliti untuk menambah wawasan dan pengetahuan mereka dalam berbagai bidang akademik, khususnya di bidang energi baru terbarukan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi yang komprehensif dan mendalam, sehingga dapat mendukung kegiatan penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan di bidang energi terbarukan yang semakin penting di era modern ini. Melalui referensi ini, diharapkan akan tercipta generasi yang lebih sadar akan pentingnya keberlanjutan energi dan mampu berkontribusi secara nyata dalam upaya mengatasi tantangan energi global.

3. Untuk umum

Dari penelitian ini diharapkan bisa dijadikan acuan ataupun referensi bagi masyarakat di Bali untuk pemasangan Solar Water Heater khususnya di hotel Bakung Sari Kuta guna meningkatkan efisiensi energi listrik operasional hotel

1.6. Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini Peneliti membahas tentang penelitian membahas tentang penelitian terkait sebelumnya, energi matahari, karakteristik air, EWH, SWH, kolektor energi surya dalam SWH, jenis-jenis SWH, cara kerja SWH, perpindahan panas, efisiensi panas, kebutuhan lain dalam operasional SWH, keunggulan dan kelemahan SWH, standar dalam SWH, perhitungan kapasitas air bersih, tangki SWH, efisiensi energi, dan gas rumah kaca (GRK).

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Menguraikan desain penelitian, menguraikan tentang tempat dan waktu penelitian, alur penelitian dalam bentuk diagram alir, metode pengumpulan data, metode analisis data, dan jadwal penelitian.

BAB IV : PEMBAHASAN DAN ANALISA

Pada bab ini berisi mengenai hasil dari rumusan masalah berupa kapasitas tangki air bersih, penghematan antara penggunaan EWH dan SWH, dan pengurangan emisi gas karbon yang dihasilkan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi Kesimpulan dari penelitian serta beberapa saran yang dapat memberikan kemajuan penelitian selanjutnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan beberapa hal dalam penelitian ini yaitu :

1. Dalam menentukan kapasitas air panas yang ideal di Hotel Bakung Sari Kuta menggunakan pola perhitungan yang sama dengan perhitungan air bersih. Menganalisis kebutuhan air panas membutuhkan beberapa data seperti jumlah kamar, okupansi hotel, peralatan yang menggunakan air panas dan volume yang dibutuhkan untuk setiap peralatan. Peralatan yang menggunakan air panas adalah shower di setiap kamar dengan volume total 6.370 liter perhari dan sink dapur dengan volume 80 liter perhari. Setelah dilakukan perhitungan dan Analisa maka didapatkan kebutuhan harian untuk air panas sebesar 2.064 liter atau 2,064 m³. Pada penelitian ini menggunakan rancangan *Solar Water Heater* dengan kapasitas tangki 300 liter, maka total SWH yang digunakan adalah sebanyak 7 unit.
2. Penghematan energi di Hotel Bakung Sari Kuta dengan cara mengganti 14 unit *Electric Water Heater* menjadi 7 unit *Solar Water Heater*. Total penggunaan energi listrik untuk mengoperasikan *Electric Water Heater* sebesar 48.133,65 kWh/tahun, sedangkan untuk kebutuhan energi listrik *Solar Water Heater* sebesar 35.079,05 kWh/tahun. Dengan demikian total penghematan energi yang dihasilkan dari proses ini sebesar 13.054,59 kWh/tahun.
3. Dari penghematan energi setahun sebesar 13.054,59 kWh maka pengurangan emisi gas karbon yang terjadi di Hotel Bakung Sari Kuta yaitu sebesar 13.446,23 kgCO₂/tahun.

5.2.Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan untuk pengembangan selanjutnya, penulis menyampaikan beberapa saran, antara lain :

1. Kedepannya agar dilakukan penellitian lebih lanjut mengenai faktor ekonomi pada proses penggantian *Electric Water Heater* menjadi *Solar Water Heater* sehingga dapat dianalisa kelayakan investasi dari kegiatan tersebut.

2. Kedepannya agar dilakukan penelitian lebih lanjut dan terperinci terhadap total energi yang dibutuhkan oleh SWH dengan menggunakan perhitungan langsung berupa pemasangan kWh Meter sehingga hasil perhitungan penghematan energi dapat lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, “Siaran Pers : Pemerintah Kejar Target Tingkatkan Bauran EBT,” Nomor: 55.Pers/04/SJI/2024.
- [2] S. Salsabila, I. Yunanto, P. Studi Teknik Energi, and P. Negeri Sriwijaya Palembang, “*Pengaruh Intensitas Cahaya dan Kemiringan Panel terhadap Koefisien Laju Konveksi pada Solar Water Heater.*”
- [3] R. Alayi, N. Khalilpoor, S. Heshmati, A. Najafi, and A. Issakhov, “Thermal and Environmental Analysis Solar Water Heater System for Residential Buildings,” *International Journal of Photoenergy*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/6838138.
- [4] M. Jahangiri, E. T. Akinlabi, and S. M. Sichilalu, “Assessment and Modeling of Household-Scale Solar Water Heater Application in Zambia: Technical, Environmental, and Energy Analysis,” *International Journal of Photoenergy*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/6630338.
- [5] Rianda, Nurrohman, and H. Al-Kindi, “Analisis Termal Kolektor Surya Tipe Plat Datar dengan Fluida Kerja Etanol 96% pada Sistem Solar Water Heater,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 06, 2017.
- [6] A. Zayyinun and M. Widyartono, “*Prototipe Mesin Stirling Menggunakan Panas Sinar Matahari Sebagai Energi Alternatif.*”
- [7] N. Putrialita, T. Ayodha Ajiwiguna, M. Ramdhan Kirom, and T. Fisika, “*Efficiency Analysis of Solar Water Heater in Direct and Indirect Circulation Systems.*”
- [8] B. Wicaksono, T. Iduwin, D. Mayasari, P. S. Putri, and T. Yuhanah, “Edukasi Alat Penjernih Air Sederhana Sebagai Upaya Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih,” *TERANG*, vol. 2, no. 1, pp. 43–52, Dec. 2019, doi: 10.33322/terang.v2i1.536.
- [9] H. G. Stefan, X. Fang, H. G. Stefan, and X. Fang, “Dissolved oxygen model for regional lake analysis SSDI 0304-3800(93)E0019-Y 38,” 1994.
- [10] R. B. Geerdink, R. Sebastiaan van den Hurk, and O. J. Epema, “Chemical oxygen demand: Historical perspectives and future challenges,” Apr. 08, 2017, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.aca.2017.01.009.
- [11] S. Jouanneau *et al.*, “Methods for assessing biochemical oxygen demand (BOD): A review,” Feb. 01, 2014, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.watres.2013.10.066.
- [12] Oscam M. Voiles, “*Electric Water Heater,*” 1947
- [13] T. L. Mather Robert M, “*Electric Water Heater,*” 1967.

- [14] M. Hersandi, B. Supriyadi, and M. Program Studi Pendidikan Fisika, “*Pengaruh Bentuk Elemen Pemanas Terhadap Jumlah Kalor Yang Dihasilkan.*”
- [15] E. Zaky Rizki Hakim and H. Hasan, “*Perancangan Mesin Pengering Hasil Pertanian Secara Konveksi dengan Elemen Pemanas Infrared Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno dengan Sensor DS18B20,*” vol. 2, no. 3, p. 2017, 2017.
- [16] K. Butti, J. Perlin F-I With, A. Foreword, and A. Lovins, “*2500 Years of SolarArchitecture and Technology.*”
- [17] A. Herez *et al.*, “*Review on Solar Water Heating System,*” 2018.
- [18] Putra Wisma Rahardi and Rudiyanto Bayu, “*Analisis Perbandingan Solar Water Heater Tipe Trickle dan Tipe Spiral,*” *National Conference of Industry, Engineering and Technology*, vol. 02, 2021.
- [19] W. P. Harahap, “*Analisa Kerja Solar Water Heater Dengan Variasi Ukuran Hexagonal Honeycomb Sebagai Penghantar Panas.*”
- [20] Sulisty Agam, Safitra Arrad Ghani, and Nurisma Radina Anggun, “*Optimalisasi Penyerapan Radiasi Matahari.*”
- [21] Wahyono and Ilyas Rochani, “*Pembuatan Alat Uji Perpindahan Panas Secara Radiasi.*”
- [22] “Grundfos UPA 15-160 Specifications.”
- [23] “Grundfos CR 5-16 A-FGJ-A-E-HQQE Specifications.”
- [24] S. D. Ariffudin and D. Wulandari, “*Perancangan Sistem Pemanas Pada Rancang Bangun Mesin Pengaduk Bahan Baku Sabun Mandi Cair,*” *JRM.*, vol. Volume 01 Nomor 02, 2014.
- [25] D. Cabral, G. Kosmadakis, and E. Mathioulakis, “*Parametric comparison of a CPVT performance evaluation under standard testing procedures - ISO 9806:2017 and IEC 62108:2016 - for an automated and manual 2-axis tracking solar system stand,*” *Energy Reports*, vol. 11, pp. 1242–1255, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.egy.2023.12.069.
- [26] O. García-Valladares, I. Pilatowsky, and V. Ruíz, “*Outdoor test method to determine the thermal behavior of solar domestic water heating systems,*” *Solar Energy*, vol. 82, no. 7, pp. 613–622, Jul. 2008, doi: 10.1016/j.solener.2008.01.005.
- [27] J. Vera¹, I. Lillo², J. O. Fernández², and F. Sallaberry¹, “*Influence analysis of the characteristic coefficients of solar domestic water systems tested according to the Standard ISO 9459-2 regarding its long term prediction,*” *Strojarsstvo*, vol. 54, no. 6, p. 463, 2012.

- [28] J. Vera-Medina, M. Larrañeta, and I. Lillo-Bravo, "Performance of factory made solar heating systems according to standard ISO 9459-5:2007," *Energy Build*, vol. 183, pp. 454–466, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.enbuild.2018.11.014.
- [29] D. Ciobanu, I. Visa, A. Duta, and M. Enescu, "Outdoor and Indoor Testing to Increase the Efficiency and Durability of Flat Plate Solar Thermal Collectors," 2014, pp. 205–219. doi: 10.1007/978-3-319-09707-7_15.
- [30] S. Fischer, M. J. Carvalho, P. Kovacs, and I. Malenković, "*Latest developments in the field of Solar Thermal standardisation.*"
- [31] Z. Schreiber, J. Rieser, and W. Hutzl, "*Field Evaluation of Solar Thermal Air Collectors Field Evaluation of Solar Thermal Air Collectors Field Evaluation of Solar Thermal Air Collectors.*" 2021.
- [32] S. Syarafina *et al.*, "*Rancang Bangun Mesin 'Tipipiel One' Pengolah Sampah Plastik Menjadi Biji Plastik Dengan Metode Pelletizing.*" 2022.
- [33] X. Zhang *et al.*, "*Active Solar Thermal Facades (ASTFs): From concept, application to research questions.*" Oct. 01, 2015, Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.rser.2015.04.108.
- [34] B. of Indian Standards, "*IS 12933-1 (2003): Solar Flat Plate Collector, Part 1: Requirements.*"
- [35] K. Ayu Adelia, B. Suprpto, and A. Rahmawati, "Studi Alternatif Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih dan Air Limbah Dgedung Neo Hotel Malang".
- [36] Ubaedilah, "Analisa Kebutuhan Jenis dan Spesifikasi Pompa untuk Suplai Air Bersih di Gedung Kantin Berantai 3 PT Astra Daihatsu Motor," *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, vol. 05, 2016.
- [37] K. G. T Hollands and M. F. Lightstone, "*A Review Of Low-Flow, Stratified-Tank Solar Water Heating Systems.*" 1989.
- [38] P. Bussotti, "Introducing The Concept Of Energy: Educational And Conceptual Considerations Based On The History Of Physics," in *Science And Technology Education: New Developments And Innovations*, Scientia Socialis Press, Jun. 2023, pp. 38–57. doi: 10.33225/BalticSTE/2023.38.
- [39] O. U. Olughu, "Energy Efficiency and Conservation," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing Ltd, May 2021. doi: 10.1088/1755-1315/730/1/012026.
- [40] R. Pratama and K.-K. Kunci, "*Efek Rumah Kaca Terhadap bumi.*"
- [41] S. Kajian, L. Samar, and R. A. M. Napitupulu, "*Riset Penggunaan Pemanas Air Tenaga Surya di Perhotelan Indonesia.*"

- [42] N. Charlangsut, N. Ruangsap, and N. Rugthaicharoencheep, “An Assessment of a Return from Carbon Credit of a Hybrid Solar Rooftop System,” in *Proceedings of the 2023 International Conference on Power, Energy and Innovations, ICPEI 2023*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023, pp. 80–83. doi: 10.1109/ICPEI58931.2023.10473917.