

**MODEL IMPLEMENTASI PEMANFAATAN SOLAR
COLLECTOR, PANEL SURYA DAN AIR CONDITIONER
SEBAGAI PRE-HEATING DALAM MENGHASILKAN AIR
PANAS PADA SISTEM ENERGI TERBARUKAN BERBASIS
TEKNOLOGI LANJUTAN**

TESIS

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Magister Teknik dari
Universitas Darma Persada**

Oleh

NASRULLAH HAMJA

NIM : 202391006

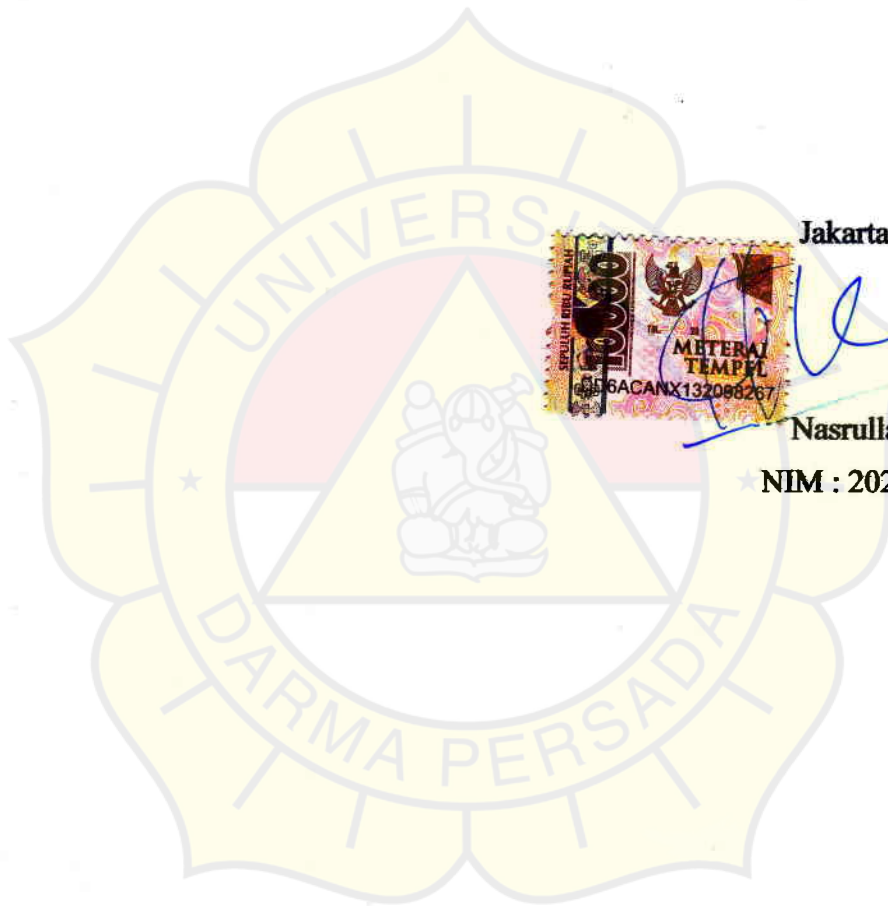
(Program Studi Magister Teknik Energi Terbarukan)



**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

"Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini merupakan hasil karya sendiri dan sepanjang pengetahuan dan keyakinan saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagian bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijasah pada Universitas Darma Persada atau Perguruan tinggi lainnya"



Jakarta, Mei 2025



Nasrullah Hamja

NIM : 2023-91-0006

ABSTRAK

NASRULLAH HAMJA (2023910006). Model implementasi pemanfaatan solar collector, panel surya dan air conditioner sebagai pre-heating dalam menghasilkan air panas pada sistem energi terbarukan berbasis teknologi lanjutan. Dibawah bimbingan Dr. Aep Saepul Uyun, M. Eng; Dr. Ir. Muhammad Syukri Nur, M.Si, Ir. Erkata Yandri, M.Sc.rer.nat

Penelitian ini mengajukan desain konseptual inovatif untuk mengintegrasikan kolektor surya dan panel fotovoltaik (PV) dengan pemanfaatan panas buang dari sistem pendingin udara (AC) untuk meningkatkan efisiensi energi dalam aplikasi energi terbarukan. Desain ini bertujuan untuk mengatasi potensi panas buang yang sering diabaikan, yang biasanya dibuang ke lingkungan, dengan mengarahkannya untuk aplikasi pemanasan awal. Integrasi ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja termal dan listrik dari kolektor surya dan panel PV, yang pada gilirannya berkontribusi pada pengurangan emisi karbon dan keberlanjutan energi yang lebih baik. Untuk menilai kelayakan sistem ini, data dikumpulkan menggunakan alat simulasi canggih seperti Meteonorm, HOMER, dan TRNSYS. Alat-alat ini memberikan data cuaca yang akurat, mengoptimalkan desain sistem, dan mensimulasikan kinerja energi dalam kondisi yang bervariasi. Berdasarkan perhitungan teoritis yang mendetail, sistem yang diusulkan memberikan penilaian kelayakan awal untuk penerapan praktis. Analisis menunjukkan bahwa sistem ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi konversi energi sambil mempromosikan pemulihan dan pemanfaatan panas buang dalam sistem energi terbarukan. Integrasi alat simulasi ini memastikan bahwa sistem yang diusulkan tidak hanya secara teoretis layak, tetapi juga dioptimalkan untuk penerapan praktis dalam berbagai konteks lingkungan. Temuan ini menjadi dasar untuk validasi eksperimental di masa depan dan pengembangan lebih lanjut dari solusi energi hibrida, yang menawarkan pendekatan berkelanjutan dan praktis untuk meningkatkan teknologi energi terbarukan. Lebih lanjut, integrasi antara kolektor surya dan panel PV dengan panas buang AC menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan efisiensi energi di berbagai aplikasi, termasuk bangunan residensial dan komersial, proses pemanasan industri, desain bangunan berkelanjutan, dan sistem energi terdesentralisasi di daerah off-grid. Pendekatan ini memanfaatkan pemulihan panas buang untuk meningkatkan kinerja termal dan listrik, mengurangi biaya energi, dan berkontribusi pada praktik energi yang berkelanjutan. Studi ini memberikan dasar yang kokoh untuk pengembangan sistem energi terbarukan dengan mengintegrasikan solusi hibrida yang memaksimalkan pemanfaatan sumber daya dan meminimalkan dampak lingkungan. Penelitian lebih lanjut seharusnya memprioritaskan validasi eksperimental melalui pengujian prototipe dalam kondisi dunia nyata, mengeksplorasi material canggih dan nanofluid hibrida untuk efisiensi termal yang lebih baik, serta melakukan penilaian kelayakan ekonomi yang lebih menyeluruh. Pengembangan alat pemodelan dinamis dan simulasi juga penting

untuk memprediksi kinerja sistem dalam berbagai skenario iklim dan operasional. Penelitian lebih lanjut harus membahas skalabilitas sistem ini untuk aplikasi industri dan komersial yang lebih besar, serta integrasinya dengan teknologi smart grid untuk mengoptimalkan distribusi dan penyimpanan energi. Dengan mengatasi area-area penelitian ini, solusi inovatif ini dapat mempercepat adopsi sistem energi hibrida, mendukung upaya global menuju pencapaian praktik energi yang berkelanjutan dan efisien

Kata kunci: solar collectors, photovoltaic (PV), air conditioner (AC), renewable energy, efficiency Energy, thermal performance, energy conversion.



ABSTRACT

NASRULLAH HAMJA (2023910006), Implementation model of solar collector, solar panel and air conditioner utilization as pre-heating in producing hot water in renewable energy systems based on advanced technology.. Under the guidance of Dr. Aep Saepul Uyun, M. Eng; Dr. Ir. Muhammad Syukri Nur, M.Si; Ir. Erkata Yandri, M.Sc.rer.nat

This research proposes an innovative conceptual design to integrate solar collectors and photovoltaic (PV) panels with the utilization of waste heat from air conditioning (AC) systems to improve energy efficiency in renewable energy applications. This design aims to address the often overlooked potential for exhaust heat, which is typically discharged into the environment, by directing it for preheating applications. This integration is expected to improve the thermal and electrical performance of solar collectors and PV panels, which in turn contributes to reduced carbon emissions and better energy sustainability. To assess the feasibility of these systems, data was collected using advanced simulation tools such as Meteonorm, HOMER, and TRNSYS. These tools provide accurate weather data, optimize system design, and simulate energy performance under varying conditions. Based on detailed theoretical calculations, the proposed system provides an initial feasibility assessment for practical application. The analysis shows that this system has great potential to improve energy conversion efficiency while promoting the recovery and utilization of waste heat in renewable energy systems. The integration of these simulation tools ensures that the proposed system is not only theoretically feasible, but also optimized for practical application in a variety of environmental contexts. These findings form the basis for future experimental validation and further development of hybrid energy solutions, which offer a sustainable and practical approach to improving renewable energy technologies. Furthermore, the integration between solar collectors and PV panels with AC exhaust heat shows great potential to improve energy efficiency in a wide range of applications, including residential and commercial buildings, industrial heating processes, sustainable building design, and decentralized energy systems in off-grid areas. This approach leverages waste heat recovery to improve thermal and electrical performance, reduce energy costs, and contribute to sustainable energy practices. The study provides a solid foundation for the development of renewable energy systems by integrating hybrid solutions that maximize resource utilization and minimize environmental impact. Further research should prioritize experimental validation through testing prototypes under real-world conditions, exploring advanced materials and hybrid nanofluids for better thermal efficiency, as well as conducting more thorough economic feasibility assessments. The development of dynamic modeling and simulation tools is also important for predicting system performance in various climate and operational scenarios. Further research should address the scalability of these systems for larger industrial and commercial applications, as well as their integration with smart grid technology to optimize energy distribution and

storage. By addressing these research areas, these innovative solutions can accelerate the adoption of hybrid energy systems, supporting global efforts towards achieving sustainable and efficient energy practices

Keyword : solar collectors, photovoltaic (PV), air conditioner (AC), renewable energy, efficiency Energy, thermal performance, energy conversion



LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

Judul Tesis : Model Implementasi Pemanfaatan Solar Collector dan Panel Surya dengan Air Conditioner sebagai Pre-Heating * pada Sistem Energi Terbarukan Berbasis Teknologi Lanjutan
Nama : Nasrullah Hamja
NIM : 2023910006

Telah disetujui oleh komisi pembimbing dan penguji

Dr. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng
(Pembimbing Utama/Penguji)



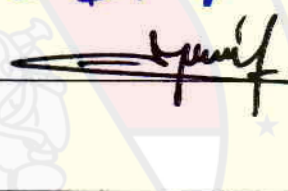
Dr. Ir. Muhammad Syukri Nur, M.Si.
(Anggota/Penguji)



Ir. Erkata Yandi.M.Sc.rer.nat
(Anggota/Penguji)



Dr.Ir.As Natio Lasman
(Penguji)



Mengetahui

Ketua Program Studi



(Dr. Aep Saepul Uyun, S.Tp., M.Eng.)

Direktur Pascasarjana

(Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah, IPU)

Tanggal Ujian :
Tanggal Yudisium :

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul "Model Implementasi Pemanfaatan Solar Collector dan Panel Surya dengan Air Conditioner sebagai Pre-Heating pada Sistem Energi Terbarukan Berbasis Teknologi Lanjutan" Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknik Energi Terbarukan, Universitas Darma Persada.

Penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S.Tp, M.Eng, selaku pembimbing utama dan Kepala Jurusan Pascasarjana Teknik Energi Terbarukan, Universitas Darma Persada, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan studi ini
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Syukri Nur, M.Si, selaku pembimbing yang telah memberikan arahan, saran, dan dukungan yang sangat berarti selama proses penyusunan tesis ini.
3. Bapak Ir. Erkata Yandri, M.Sc.rer.nat selaku pembimbing yang telah memberikan arahan, saran, dan dukungan yang sangat berarti selama proses penyusunan tesis ini
4. Ibu, Bapak dan Istri adalah keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan moril serta materiil yang tiada henti.
5. Mahasiswa Angkatan 2023 Genap di Program Studi Teknik Energi Terbarukan, yang telah berbagi ilmu dan pengalaman serta menjadi sumber inspirasi dan motivasi.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan tangan terbuka menerima segala bentuk saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan karya ini.

Akhir kata, semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan dan dapat menjadi kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang sistem pencahayaan energi terbarukan.



RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Makassar pada tanggal 16 Oktober 1987 sebagai anak ke tiga dari pasangan Hamja Dg Gassing dan Sohra Dg Sanga.

Pada tahun 2006 penulis diterima sebagai mahasiswa pada Institut Sains Dan Teknologi Pembangunan Indonesia, Jurusan Teknik Elektro, dan menyelesaikan pendidikan Sarjana (S1) pada tahun 2010 dengan predikat cum laude. Selama masa studi, penulis aktif dalam berbagai kegiatan organisasi kemahasiswaan dan beberapa kali mengikuti seminar, pelatihan, serta workshop yang berkaitan dengan bidang keindustrian.

Selain menyelesaikan pendidikan S, penulis bekerja pada sebagai karyawan pada PT Graha Service Indonesia dari tahun 2010 hingga 2012 dengan jabatan terakhir sebagai Kepala Service Samsung Cabang Palu, lalu berpindah perusahaan ke PT Panasonic Gobel Indonesia Head Office sebagai SVC Technical Support & Project Maintenance. Selama karir, penulis bekerja di bidang elektronik. Selama bekerja, penulis terlibat dalam berbagai program dan membuat improvement yang inovatif demi menunjang tujuan perusahaan.

Tahun 2023 penulis menempuh pendidikan pascasarjana di Universitas Darma Persada dengan Jurusan Teknik Energi Terbarukan. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif membuat buku dan publikasi ilmiah. Berikut beberapa hasil penulisan yang terbit selama menjadi mahasiswa pascasarjana:

1. Potential for Electrical Energy Savings in AC Systems by Utilizing Exhaust Heat from Outdoor Unit. <https://doi.org/10.60084/hjas.v2i2.223>
2. Hybrid Energy Solutions for Sustainable Offshore Oil and Gas Operations: Leveraging Thermoelectric, Solar, and Wind Potential. <https://doi.org/10.60084/ljes.v2i2.218>
3. Predictive Maintenance with Machine Learning: A Comparative Analysis of Wind Turbines and PV Power Plants. <https://doi.org/10.60084/hjas.v2i2.219>

4. Optimizing Motorcycle Manufacturing Sustainability through the Integration of Waste Heat Recovery and Metal Scrap Recycling: A Process Engineering Approach. <https://doi.org/10.60084/ljes.v2i2.225>
5. Optimizing Compressed Air Operations for Electrical Energy Savings: A Case Study in Pharmaceutical Packaging Manufacturing. <https://doi.org/10.61975/gjset.v2i2.58>
6. Buku Inovasi Teknologi untuk Efisiensi Energi Terbarukan. ISBN 978-623-297-669-6
7. **Lebih dari sekedar alat, perjalanan yang membentuk perbedaan ISBN 978-534-205-289-1**
8. **Seni Melayani Konsumen, Ujung Jari Teknisi Pada Era Digital. Menunggu ISBN penerbit.**
9. Integration of Solar Collectors and Photovoltaic Panels Utilizing Air Conditioner Waste Heat for Pre-Heating: An Innovative Solution for Renewable Energy Systems. **Proses review jurnal untuk penerbitan DOI**
10. Analisis Bibliometrik Teknologi Konversi Bioenergi: Tren Penelitian, Peta Pengetahuan, dan Prospek Masa Depan. **Proses review jurnal untuk penerbitan DOI.**

Demikian riwayat hidup singkat penulis, yang memuat perjalanan pendidikan dan profesional serta beberapa karya tulis yang sudah dipublikasikan

Dipersembahkan untuk

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur dan bangga, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusinya dalam penyusunan tesis ini.

Pertama, saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan kekuatan yang telah diberikan kepada saya sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.

Selanjutnya, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada pembimbing tesis saya, Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, S.Tp, M.Eng dan Bapak Dr. Ir. Muhammad Syukri Nur, M.Si atas bimbingan, nasihat, dan motivasinya yang tiada henti selama proses penelitian dan penulisan tesis ini. Tanpa bimbingan beliau, tesis ini tidak akan bisa terselesaikan dengan baik.

Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada para dosen di Pascasarjana Teknik Energi Terbarukan Universitas Darma Persada yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga selama masa studi saya.

Tidak lupa, saya mengucapkan terima kasih kepada keluarga tercinta, terutama orang tua dan istri saya, yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan kasih sayang yang tak terhingga. Dukungan mereka adalah sumber kekuatan terbesar bagi saya.

Terima kasih juga kepada teman-teman sejawat dan semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, selama proses penyusunan tesis ini.

Akhir kata, saya berharap tesis ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan dapat menjadi referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya. Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu saya.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iv
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS	vi
KATA PENGANTAR	vii
RIWAYAT HIDUP	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2 Tinjauan Pustaka	6
2.1 Pemanfaatan Solar Radiasi.....	8
2.2 Solar Collector Dan Pendinginan Udara Bertenaga Surya.....	10
2.3 Teknologi Solar Collector	13
2.3.1 Kolektor Pelat Datar (FPC).....	14
2.3.2 Kolektor Parabola Gabungan (CPC).....	15

2.3.3	Kolektor Tabung Evakuasi (ETC)	16
2.4	Design Pemanfaatan Solar Collector, Solar Panel & AC.....	19
2.5	Biaya Penerapan Pemanfaatan Solar Collector dan Panel Surya	22
BAB 3	Metodologi Penelitian	25
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	25
3.2	Peralatan dan Bahan	25
3.3	Alur dan Skema Penelitian	26
3.4	Identifikasi Sumber Energi.....	26
3.5	Perencanaan Sistem Model Implementasi.....	27
3.5.1	Rancangan Teknologi.....	28
3.5.1.1	Jenis Solar Kolektor	28
3.5.2	Menghitung Performa Collector Surya Menggunakan TRNSYS .	29
3.5.2.1	Skematik Diagram Perhitungan Panas Solar Kolektor Menggunakan TRYSYS	31
3.5.2.2	Desain Rancang System.....	33
3.5.2.3	Material solar kolektor	34
3.5.3	Menghitung Penggunaan Energi Mengguankan HOMER.....	37
3.5.3.1	Estimasi Beban Listrik	37
3.5.3.2	Simulasi Beban Listrik Menggunakan Homer.....	38
3.5.3.3	Sistem Konfigurasi Skematik Diagram.....	39
3.5.3.4	Sumber Daya Surya.....	39
3.5.3.5	Photovoltaic Data	40
3.5.3.6	Penyimpanan batterai	41
3.5.3.7	Konverter.....	42
3.5.3.8	Heater pemanas air	43

3.5.4	Panas Buang Air Conditioner	45
3.5.5	Alur sistem kinerja	48
3.6	Analisis Pemanfaatan Sistem dan Teknologi	49
3.7	Analisa Ekonomi	50
BAB 4	Hasil dan Pembahasan	52
4.1	Hasil.....	52
4.1.1	Identifikasi Sumber Energi Surya	52
4.1.2	Perencanaan System Solar Kollektor	54
4.1.2.1	Menghitung Panas Solar Kollektor Menggunakan TRNSYS... ..	54
4.1.3	Perhitungan Teknis dan Kebutuhan Energi.....	60
4.1.4	Perhitungan Teknis Pre Heating Dari Air Conditioner	64
4.2	Estimasi Biaya	67
4.3	Pembahasan	69
4.3.1	Analisa Pemanfaatan Sistem dan Teknologi.....	70
4.3.2	Analisa Ekonomi.....	71
BAB 5	Kesimpulan dan Saran	72
5.1	Kesimpulan.....	72
5.2	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	79

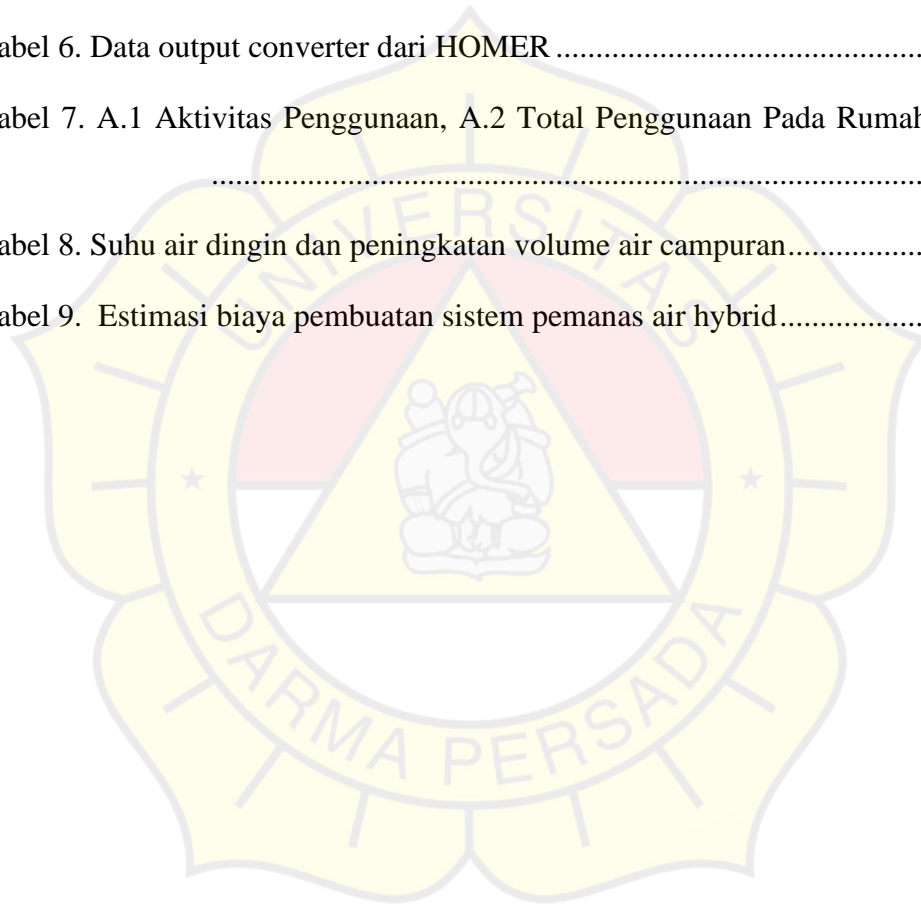
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Solar collector	2
Gambar 2. (a) Outdoor hybrid solar collector, (b) Skematik diagram	3
Gambar 3 Konversi teknologi energi surya menjadi energi listrik [7].....	9
Gambar 4 Type dari SE-VCR	11
Gambar 5 Kisaran suhu kolektor surya yang sesuai untuk SCACS	12
Gambar 6 Flat plat collector [10]	15
Gambar 7. Evacuated Tube Collector [11]	18
Gambar 8. Alur dan skema penelitian.....	26
Gambar 9. Diagram TRNSYS pemanfaatan solar collector	30
Gambar 10. Diagram skematik perhitungan solar collector menggunakan TRNSYS	32
Gambar 11. Desain kombinasi solar collector, photovoltaic dan AC	33
Gambar 12. Flat plate collector	35
Gambar 13. (a) Tanki air panas, (b) pompa air panas, (c) valve air panas	36
Gambar 14. Electrical load mengguankan homer	38
Gambar 15. Desing rancang solar panel dengan homer.....	39
Gambar 16. Global horizontal irradiance dan temperature ambient	40
Gambar 17. Optimasi sistem PV menggunakan Homer	41
Gambar 18. Optimasi batterai menggunakan homer.....	42
Gambar 19. Optimasi converter menggunakan homer	43
Gambar 20. Heater	43
Gambar 21. Desain pemanfaatan panas buang	45
Gambar 22. Pengukuran sumber panas pada outdoor	48

Gambar 23. Flow proses control kinerja sistem.....	49
Gambar 24. Lokasi tempat pengambilan data sumber energi surya menggunakan meteonorm	53
Gambar 25. (a) Diffuse radiation & Global radiation, (b) Daily global radiation, (c) Kondisi presipitasi, (d) Temperature.....	54
Gambar 26. Total radiasi pada permukaan solar kolektor	56
Gambar 27. Temp fluida pada solar collector berdasarkan radiasi global.....	57
Gambar 28. Fluida solar kolektor berdasarkan solar collektor	58
Gambar 29. Temperature output dari tangki	59
Gambar 30. Suhu temperature pada bagian bawah tangki.....	59
Gambar 31. Data lokasi dari homer	61
Gambar 32. Pilihan optimasi pada HOMER.....	61
Gambar 33. Grafik output power menggunakan HOMER	63
Gambar 34. Converter output.....	64
Gambar 36. Parameter analysis performance : (a) Compressor temperature, (b) compressor current, (c) heat exchanger temperature, (d) High liquid pressure and low gas refrigerant pressure	66
Gambar 37. Suhu kondensor dan energi termal	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Solar Energy Collectors [10].....	19
Tabel 2. Spesifikasi solar collector	34
Tabel 3. Data solar collector	55
Tabel 4. Kebutuhan heater, motor pump dan motorized valve	60
Tabel 5. Konversi energi photovoltaic dari HOMER	62
Tabel 6. Data output converter dari HOMER	63
Tabel 7. A.1 Aktivitas Penggunaan, A.2 Total Penggunaan Pada Rumah Tangga	67
Tabel 8. Suhu air dingin dan peningkatan volume air campuran.....	68
Tabel 9. Estimasi biaya pembuatan sistem pemanas air hybrid.....	69



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
PV	Photovoltaic	2
STC	Solar Thermal Collectors	10
CSE	Concentrated Solar Energy	10
CPV	Concentrated Photovoltaic	9
PG-CST	Power Generation Concentrated Solar Thermal	10
EH-CST	Enhanced Heating Concentrated Solar	10
PVT	Thermal Photovoltaic Thermal	9
CPVT	Concentrated Photovoltaic Thermal	9
PLTS	Pembangkit Listrik Tenaga Surya	2
PLC	Programmable Logic Controller	5
PLTP	Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi	7
RUED	Rancangan Undang-Undang Energi Daerah	8
HVAC	Heating, Ventilation, and Air Conditioning	8
HMI	Human-Machine Interface	8
HTF	Heat Transfer Fluid	8
SCACS	Solar Combined Cooling and Power System	9
FPC	Flat Plate Collector	13
CPC	Compound Parabolic Collector	15
ETC	Evacuated Tube Collector	17
Homer	Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources	18 27
TRNSYS	Transient System Simulation Tool	24
VRF AC	Variable Refrigerant Flow Air Conditioning	27

LAMBANG

Q	Kalor	45
m	Massa benda	45
C	Kalor jenis benda	46
\dot{Q}_{loss}	Laju kehilangan panas	46
η	Efisiensi termal kolektor	37
Qu	Panas yang bermanfaat	37
Ir	Intensitas radiasi matahari total	37
m	Laju aliran massa fluida	37
Cp	Kapasitas panas spesifik fluida (J/kg·K)	37
To	Suhu keluaran fluida	37
Ti	Suhu masuk fluida	37
Tp	Suhu pelat penyerap	37
UL	Koefisien kehilangan panas total (W/m ² ·K)	37
Ta	Suhu ambien (lingkungan)	37
Q _{env}	Kehilangan ke udara luar + fluida sistem	38
γ_f	Efisiensi transfer	38
Q _{in}	Laju aliran panas yang masuk	39
m _h	Laju aliran massa dari fluida pemanas (kg/s)	39
C _{pf}	Kapasitas panas spesifik fluida kerja (J/kg·K)	39
Q _s	Laju perpindahan panas	40
m _d	Laju aliran massa fluida dingin (kg/s)	49
T _d	Suhu masuk fluida dingin (°C)	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Flat Plate Collector	79
Lampiran 2. Tangki air panas	80
Lampiran 3. Pompa flow rate.....	80
Lampiran 4. Motorized valve.....	81
Lampiran 5. Thermistor	82
Lampiran 6. Pressure gauge	82
Lampiran 7. Pipa air panas.....	83
Lampiran 8. Solar panel	83
Lampiran 9. Batteray.....	84
Lampiran 10. Solar charger controller	84
Lampiran 11. Bracket.....	85
Lampiran 12. Heater.....	85
Lampiran 13. Kabel listrik	86
Lampiran 14. Omron.....	86
Lampiran 15. HMI Touch screen.....	87