

**ANALISIS PERFORMANSI *SOLAR WATER HEATER*
PADA VARIASI SUDUT KEMIRINGAN KOLEKTOR SURYA
DAN POSISI *ABSORBER***

SKRIPSI



Oleh:

M. NAASIH

2110816110011

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
2025**

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

**Analisis Performansi *Solar Water Heater* Pada Variasi Sudut Kemiringan
Kolektor Surya Dan Posisi Absorber**
Oleh
M. Naasih (2110816110011)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 14 Juli 2025 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji :

Ketua : Dr. Ir. Rudi Siswanto, S.T., M. Eng
NIP. 19680607201605108001

Anggota 1 : Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, ST, MT, IPM, ACPE
NIP. 197608052008121001

Anggota 2 : Ir. Akhmad Syarief, S.T., M.T., IPP
NIP. 197105231999031004

**Pembimbing
Utama** : Ir. Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T.
NIP. 199203222019031010

[Handwritten Signature]
[Handwritten Signature]
[Handwritten Signature]

Banjarbaru, 22 Juli 2025
diketahui dan disahkan oleh :

Wakil Dekan Bidang Akademik
Program Studi Teknik ULM,



Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T.
NIP. 199203222019031010

Koordinator Program Studi
Program Studi Teknik Mesin,



Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T.
NIP. 199203222019031010

IDENTITAS**JUDUL SKRIPSI:**ANALISIS PERFORMANSI *SOLAR WATER HEATER* PADA VARIASI SUDUTKEMIRINGAN KOLEKTOR SURYA DAN POSISI *ABSORBER*

Nama Mahasiswa/i : M. Naasih
NIM : 2110816110011

KOMITE PEMBIMBING

Pembimbing I : Ir. Muhammad Nizar Ramadhan S.T., M.T

KOMITE PENGUJI

Dosen Penguji I : Dr. Ir. Rudi Siswanto S.T., M.Eng
Dosen Penguji II : Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, ST, MT,
IPM, ACPE.
Dosen Penguji III : Ir. Akhmad Syarief, S.T., M.T., IPP.

Waktu dan Tempat Ujian Skripsi

Seminar Proposal : Selasa, 18 Maret 2025
Seminar Hasil : Kamis, 3 Juli 2025
Ujian Akhir : Senin, 14 Juli 2025
Tempat : Ruang Sidang PSTM
SK Penguji :

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

iii

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Nama : M. Naasih

Nim : 2110816110011

Judul Skripsi : Analisis Performansi *Solar Water Heater* Pada Variasi Sudut Kemiringan Kolektor Dan Posisi Absorber

No.	Tanggal	Materi Konsultasi	TTD
1.	28-04-2025	Perhatikan perhitungan data	Muhammad Nizar Ramadhan
2.	12-05-2025	Rumus menggunakan fitur equation	Muhammad Nizar Ramadhan
3.	21-05-2025	Perbaiki penulisan rumus	Muhammad Nizar Ramadhan
4.	28-05-2025	Tambahkan grafik dan sesuaikan kesimpulan	Muhammad Nizar Ramadhan
5.	11-06-2025	Pertajam pembahasan grafik	Muhammad Nizar Ramadhan
6.	26-06-2025	Perbanyak lampiran	Muhammad Nizar Ramadhan
7.	30-06-2025	ACC Bab 1-5	Muhammad Nizar Ramadhan

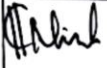






Banjarbaru., 2025
Pembimbing



Ir. Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T
199203222019031010

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Nama : M. Naasih
Nim : 2110816110011
Judul Skripsi : Analisis Performansi *Solar Water Heater* Pada Variasi Sudut Kemiringan Kolektor Dan Posisi Absorber

No.	Tanggal	Materi Konsultasi	TTD
1.	14/11/2024	Cari judul lain.	
2.	11/12/2024	Cari variasi variabel yang lain.	
3.	20/12/2024	Tambahkan kutipan di beberapa kalimat.	
4.	13/02/2025	Perbaiki format	
5.	27/02/2025	Tambahkan gambar detail pada BAB III	
6.	06/03/2025	Rapikan format BAB III	
7.	11/03/2025	ACC BAB I - III	

Banjarbaru, 2025
Pembimbing



Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T
 199203222019031010

PENELITIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Penelitian Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di perguruan tinggi, terkecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan Skripsi, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta di protes sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Banjarbaru, Juli 2025

Mahasiswa



M. Naasih

NIM. 2110816110011

RIWAYAT HIDUP

M. Naasih lahir di Amuntai, 12 Juli 2003, Putra Ke-1 dari 2 bersaudara dari Ayah Mizwar Hajmi dan Ibu Norliana. Bersekolah di SD Negeri Murung Sari 1, MTs. NIPA Rakha, MAN 2 HSU (Jurusan MIPA), sekarang sedang kuliah di Universitas Lambung Mangkurat, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Banjarbaru, Kalimantan Selatan.

Banjarbaru, Juli 2025

Mahasiswa



M. Naasih

NIM. 2110816110011

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah mencurahkan karunia berkah dan rahmat kasih sayang-Nya sehingga atas izin-Nya penulis akhirnya dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “ANALISIS PERFORMANSI *SOLAR WATER HEATER* PADA VARIASI SUDUT KEMIRINGAN KOLEKTOR SURYA DAN POSISI *ABSORBER*”.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya Skripsi ini tak lepas dari campur tangan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Bapak Prof. Dr. Ahmad, SE., M.Si, selaku Rektor Universitas Lambung Mangkurat.
- Bapak Prof. Dr. Ir. Iphan Fitriani Radam, S.T., M.T., IPU, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
- Bapak Dr. Ir. Mahmud, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan I Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
- Bapak Ir. Ma'ruf, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
- Bapak Ir. Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dalam penyelesaian Skripsi.
- Bapak Ir. Akhmad Syarief, S.T., M.T., IPP. Selaku Dosen Pembimbing Akademik, yang telah membimbing dan memberikan arahan kepada penulis selama perkuliahan.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Banjarbaru yang telah memberikan akses data terkait intensitas cahaya matahari.
- Ayah dan Ibu serta keluarga yang sudah memberi motivasi dan dukungan untuk membantu penulis menyelesaikan Penelitian Skripsi.
- Teman-teman Mesin ULM angkatan 2021, yang sudah menemani masa perkuliahan selama 4 tahun.

Banjarbaru, Juli 2025



M. Naasih
NIM. 2110816110011

RINGKASAN

M. Naasih, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Juli 2025. Analisis Performansi *Solar Water Heater* Pada Variasi Sudut Kemiringan Kolektor Surya Dan Posisi *Absorber*; Komisi Pembimbing, Ketua : Ir. Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performansi *Solar Water Heater* (SWH) berbasis kolektor pelat datar dengan variasi sudut kemiringan (30° dan 45°) serta posisi absorber (atas dan bawah). Sistem ini menggunakan prinsip *thermosiphon* dan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber panas utama, yang sangat relevan mengingat Indonesia memiliki potensi radiasi matahari tinggi sepanjang tahun. Pengujian dilakukan dengan mengukur parameter suhu air masuk, suhu air keluar, suhu penutup (kaca), suhu plat *absorber*, suhu pipa, dan suhu udara lingkungan. Lalu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai energi berguna (Q_u), energi hilang (Q_{loss}), dan efisiensi sistem pada berbagai konfigurasi kolektor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kolektor dengan sudut 30° dan posisi absorber di atas memberikan performa lebih baik dibandingkan dengan variasi lainnya. Konfigurasi sudut kemiringan kolektor dan posisi absorber memberikan pengaruh nyata terhadap besar daya *output*/energi berguna (Q_u) dan energi hilang (Q_{loss}) yang dihasilkan oleh kolektor surya pelat datar. Kolektor dengan sudut kemiringan 30° dan posisi absorber di atas menghasilkan daya *output* (Q_u) tertinggi, yaitu sebesar 237,84 W, serta efisiensi penyerapan panas yang optimal terhadap fluida kerja. Namun demikian, sudut 30° dengan posisi absorber di atas juga mencatatkan kerugian panas (Q_{loss}) yang lebih besar yaitu sebesar 219,61 W dibanding dengan Q_{loss} yang lain.

Metodologi meliputi perancangan alat kolektor surya, pengambilan data dari pukul 08:00–16:00 WITA, serta analisis perhitungan energi dan efisiensi. Temuan ini memberikan kontribusi penting dalam optimalisasi desain dan pemanfaatan SWH sebagai solusi energi terbarukan, terutama dalam mengurangi konsumsi energi konvensional serta emisi karbon. Penelitian ini juga menjadi dasar rekomendasi desain SWH dengan efisiensi tinggi dan biaya operasional rendah untuk aplikasi rumah tangga maupun industri kecil.

Kata Kunci: Matahari, Pemanas Air Tenaga Surya, Perpindahan Panas, Performansi.

SUMMARY

M. Naasih, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University, July 2025. Analysis of Solar Water Heater Performance on Variations in Solar Collector Tilt Angle and Absorber Position; Advisory Committee, Chairperson: Ir. Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T.

This study aims to analyze the performance of a flat plate collector-based Solar Water Heater (SWH) with varying tilt angles (30° and 45°) and absorber positions (upper and lower). This system uses the thermosiphon principle and utilizes solar energy as the main heat source, which is very relevant considering that Indonesia has high solar radiation potential throughout the year. Testing was carried out by measuring the parameters of inlet water temperature, outlet water temperature, cover temperature (glass), absorber plate temperature, pipe temperature, and ambient air temperature. Then calculations were carried out to obtain the value of useful energy (Q_u), lost energy (Q_{loss}), and system efficiency in various collector configurations. The results showed that the collector with a 30° angle and the absorber position above provided better performance compared to other variations. The configuration of the collector tilt angle and the absorber position had a significant effect on the amount of output power/useful energy (Q_u) and lost energy (Q_{loss}) produced by the flat plate solar collector. The collector with a 30° angle and the absorber position above produced the highest output power (Q_u), which was 237.84 W, as well as optimal heat absorption efficiency for the working fluid. However, the 30° angle with the absorber position above also recorded a greater heat loss (Q_{loss}) of 219.61 W compared to the other Q_{loss} .

The methodology includes solar collector design, data collection from 8:00 AM to 4:00 PM WITA, and energy and efficiency calculation analysis. These findings provide a significant contribution to optimizing the design and utilization of SWH as a renewable energy solution, particularly in reducing conventional energy consumption and carbon emissions. This research also forms the basis for recommendations for SWH designs with high efficiency and low operational costs for household and small industrial applications.

Keywords: Energy, Heat Transfer, Performance, Sun, Solar Water Heater.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN.....	ii
IDENTITAS.....	iii
LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI.....	iv
ORISINALITAS PENELITIAN SKRIPSI.....	v
RIWAYAT HIDUP	vii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR SIMBOL	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Riset Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Studi Terdahulu	6
2.2 Energi Matahari	9
2.3 Pemanas Air Tenaga Matahari (<i>Solar Water Heater</i>)	11
2.4 Cara Kerja Pemanas Air Tenaga Surya	11
2.5 Asas Black	12
2.6 Kolektor Surya (<i>Solar Collector</i>)	12
2.6.1 Kolektor Surya Pelat Datar	13
2.6.2 Kolektor Surya Tabung.....	14
2.7 Perpindahan Panas.....	16
2.7.1 Konduksi	16
2.7.2 Konduktivitas termal.....	17
2.7.3 Konveksi	18

2.7.4	Radiasi.....	22
2.8	Geometri Radiasi Surya.....	24
2.9	Radiasi Luar Angkasa (<i>Extraterrestrial</i>) Pada Permukaan Horizontal..	28
2.10	Radiasi Surya pada Permukaan Bumi	29
2.11	Komponen Radiasi Langsung dan Radiasi <i>Difuse</i>	30
2.11.1	Intensitas Matahari Langsung (<i>I_b</i>)	31
2.11.2	Intensitas Matahari <i>Difuse</i> (<i>I_d</i>).....	31
2.12	Radiasi Total Permukaan Miring Tetap	31
2.13	Kaca Penutup.....	33
2.14	Energi Berguna Pada Kolektor Pemanas Air Tenaga Surya	35
2.15	Formulasi Keseimbangan Energi pada <i>Solar Thermal Collector</i>	36
2.15.1	Perpindahan panas antara kaca penutup dengan lingkungan.....	36
2.15.2	Perpindahan Panas Antara Pelat Dengan <i>Cover</i>	37
2.15.3	Perpindahan Panas Antara Fluida Dengan Pipa.....	38
2.16	Kerugian energi pada kolektor pemanas air tenaga surya.....	38
2.17	Faktor Pelepasan Panas Pada Kolektor Surya (<i>FR</i>).....	40
2.18	Aliran Fluida.....	41
2.18.1	Bilangan Reynolds	42
2.19	Titik Didih Air.....	44
BAB III METODE PENELITIAN		46
3.1	Metodologi Penelitian	46
3.2	Waktu Dan Tempat Penelitian.....	46
3.2.1	Waktu Penelitian	46
3.2.2	Tempat Penelitian.....	46
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	46
3.3.1	Alat.....	46
3.4	Variabel Penelitian	47
3.4.1	Variabel Bebas	47
3.4.2	Variabel Terikat.....	47
3.4.3	Variabel Kontrol.....	47
3.5	Prosedur Penelitian.....	47
3.5.1	Instalasi Penelitian	48
3.5.2	Proses Penelitian	48
3.5.3	Tahap Penelititan.....	49

3.6	Pengambilan Data yang Dilakukan	49
3.7	Desain Alat	50
3.8	Diagram <i>Heat Tranfer</i>	53
3.9	Diagram Alir Penelitian.....	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		55
4.1	Contoh Perhitungan Posisi Absorber di Atas	55
4.1.1	Analisa perhitungan pada Kolektor dengan posisi absorber di atas.....	55
4.2	Contoh Perhitungan Posisi Absorber di Bawah	65
4.2.1	Analisa perhitungan pada Kolektor dengan posisi absorber di bawah.	65
4.3	Pembahasan Grafik.....	72
4.3.1	Grafik Temperatur Air Keluar	72
4.3.2	Grafik Energi Berguna Intensitas.....	74
4.3.3	Grafik Energi hilang (Qloss).....	76
4.3.4	Grafik efisiensi solar kolektor.....	78
BAB V PENUTUP.....		80
5.1	Kesimpulan.....	80
5.2	Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA		81
LAMPIRAN.....		84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konduktivitas Termal.....	18
Tabel 2.2 Emisivitas Permukaan Pada Temperatur Ruangan.....	24
Tabel 2.3 Deklinasi Dan Nilai n Untuk Rata-Rata Hari Dalam Bulan.....	26
Tabel 2.4 Radiasi <i>Extraterrestrial</i> Rata-Rata Bulanan	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Geometri posisi antara bumi dan matahari	10
Gambar 2.2 Kolektor Plat Datar	13
Gambar 2.3 Kolektor tabung	14
Gambar 2.4 Kolektor tabung dengan pipa U sebagai media transfer panas.....	15
Gambar 2.5 Kolektor tabung dengan menggunakan heat pipe sebagai media transfer panas	15
Gambar 2.6 Laju Perpindahan Panas Konduksi	17
Gambar 2.7 Contoh Perpindahan Panas Konveksi.....	19
Gambar 2.8 Perpindahan Panas Radiasi.....	23
Gambar 2.9 Perpindahan perpindahan kalor secara Radiasi	23
Gambar 2.10 Definisi sudut-sudut matahari.....	26
Gambar 2.11 Bagian Bumi yang Memperlihatkan sudut	27
Gambar 2.12 Sifat Radiasi termal Surya	30
Gambar 2.13 Kaca Bening	33
Gambar 2.14 Kaca Laminasi	34
Gambar 2.15 Kaca Rayban.....	34
Gambar 2.16 Kaca Buram	35
Gambar 2.17 Radiasi yang masuk dan kalor yang hilang dari kolektor pelat datar	35
Gambar 2.18 Sulit dimampatkan (kiri) dan mudah dimampatkan (kanan)	42
Gambar 2,19 Aliran fluida laminar, transisi dan turbulen.....	43
Gambar 3.1 Instalasi Penelitian.....	48
Gambar 3.2 Titik Pengukuran Data.....	51
Gambar 3.3 Desain 3d <i>Assembly Solar Water Heater</i>	52
Gambar 3.4 <i>Drawing</i> kolektor Plat Datar <i>Solar Water Heater</i>	52
Gambar 3.5 Desain 3d Kolektor Surya Plat datar	53
Gambar 3.6 Komponen-Komponen Kolektor Surya.....	53
Gambar 3.7 <i>Solar collector spiral with top and bottom absorber</i>	54
Gambar 3.8 Diagram <i>Heat Transfer</i>	54
Gambar 3.9 Diagram Alir Penelitian.....	55
Gambar 4.1 Grafik temperatur air keluar (T_{out}) pada sudut 30° (a), 45°(b), 30° dan 45° (c)	74

Gambar 4.2 Grafik energi berguna(Q_u) pada sudut 30° (a) dan 45° (b).....	75
Gambar 4.3 Grafik energi hilang (Q_{loss}) pada sudut 30° (a) dan 45° (b).....	77
Gambar 4.4 Grafik efisiensi kolektor surya pada sudut 30° (a) dan 45° (b).....	78

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
q_n	Fluk Panas	W/m^2
k	Konduktivitas termal	$W/m.K$
A	Luas penampang	m^2
q	Laju aliran panas	Watt
h	Koefisien perpindahan panas	$W/m^{\circ}C$
T	Temperatur	K
Gr	Bilangan Grashof	-
g	Percepatan gravitasi	m/s^2
β	Koefisien ekspansi volume	K^{-1}
L	Panjang karakteristik	m
ν	Viskositas kinematik	m^2/s
Ra	Rayleigh number	-
Pr	Bilangan Prandtl	-
α	Defusivitas thermal	m^2/s
Nu	Nusselt number	-
σ	Konstanta Stefan-Boltzman	$W/m^2.K^4$
ε	emisivitas bahan	-
ϕ	Sudut datang	-
δ	Sudut deklinase	-
β	Sudut kemiringan	-
γ	Sudut azimuth	-
θ	Sudut datang	-
θ_z	Sudut zenith	-
ω	Sudut jam	-
\dot{m}	Laju aliran massa air	Kg/s
\dot{V}	laju aliran volume air	m^3/s
c	Kalor spesifik bahan	$J/kg^{\circ}C$
τ	Waktu	s

ρ	Massa jenis fluida	Kg/m ³
U	Koefisien kerugian panas	W/m.K
R	Resistensi	-
Q	Energi	Watt
I	Intensitas matahari	Watt
\dot{m}	Laju aliran massa air	Kg/s
D	Diameter pipa	mm
μ	Viskositas dinamik fluida	Pa.s

