

**PENGARUH BENTUK SALURAN PIPA DAN SUDUT KEMIRINGAN
TERHADAP EFISIENSI PEMANAS AIR TENAGA SURYA KOLEKTOR
PLAT DATAR**

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana S-1**



MUHAMMAD FAHRI SYA'BANI

2110816210030

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
2025**

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

**Pengaruh Bentuk Saluran Pipa Dan Sudut Kemiringan Terhadap Efisiensi Pemanas Air
Tenaga Surya Kolektor Plat Datar**
Oleh
Muhammad Fahri Sya'bani (2110816210030)

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

Komite Penguji :

Ketua : Dr. Eng. Ir. Apip Amrullah, S.T., M.Eng.
NIP. 198108102012121001

Anggota 1 : Ir. Andy Nugraha, S.T., M.T
NIP. 198906282022031008

Anggota 2 : Prof. Dr. Ir. Abdul Ghofur, S.T., M.T., IPM.,
ASEAN. Eng.
NIP. 197007171998021001

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


.....

.....

.....

Banjarbaru, 22 Juli 2025
diketahui dan disahkan oleh :

**Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,**



.....
Wakil Dekan, S.T., M.T.
NIP. 197401071998021001

**Koordinator Program Studi
Teknik Mesin,**



.....
Koordinator, S.T., M.T.
NIP. 197601282008121002

IDENTITAS**JUDUL SKRIPSI:**

PENGARUH BENTUK SALURAN PIPA DAN SUDUT KEMIRINGAN TERHADAP
EFISIENSI PEMANAS AIR TENAGA SURYA KOELKTOR PLAT DATAR

Nama Mahasiswa/i : Muhammad Fahri Sya'bani
NIM : 2110816110030

KOMITE PEMBIMBING

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

KOMITE PENGUJI

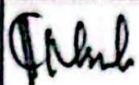

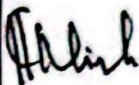


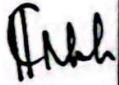

Ketua Komite : Dr. Eng, Ir. Apip Amrullah S.T., M.Eng.
Dosen Penguji I : Ir. Andy Nugraha, S.T., M.T.
Dosen Penguji II : Prof. Dr. Abdul Ghofur, S.T., M.T.

Waktu dan Tempat Ujian Skripsi

Seminar Proposal : Selasa, 18 Maret 2025
Seminar Hasil : Senin, 07 Juli 2025
Ujian Akhir : Senin, 14 Juli 2025
Tempat : Ruang Sidang PSTM
SK Penguji :

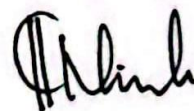
LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Muhammad Fahri Sya'bani
Nim : 2110816210030
Judul Skripsi : Pengaruh Bentuk Pipa Dan Sudut Kemiringan Terhadap Efisiensi Pemanas Air Tenaga Surya Kolektor Plat Datar

No.	Tanggal	Materi Konsultasi	TTD
1.	14/11/2024	-Pengejukan Judul yang akan diangkat	
2.	11/12/2024	-Perbaiki BAB I, sesuaikan Tujuan dan Rumusan masalah -Tambahkan deskripsi BAB III	
3.	20/12/2024	-Tambahkan Materi Radiasi, konduksi, dan konveksi.	
4.	13/02/2025	-Perbaiki format Rumus -Perjelas Metode Penelitian	
5.	27/02/2025	-Perbaiki format sesuai dengan Panduan	
6.	06/03/2025	-Tambahkan Instalasi Penelitian BAB III	
7.	11/03/2025	- ACC Sidang Proposal	

Banjarbaru,
Pembimbing

2025



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

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Muhammad Fahri Sya'bani
Nim : 2110816210030
Judul Skripsi : Pengaruh Bentuk Saluran Pipa Dan Sudut Kemiringan Terhadap Efisiensi Pemanas Air Tenaga Surya Kolektor Plat Datar

	Tanggal	Materi Konsultasi	TTD
1	28-04-2025	Perhatikan Penulisan Data	<i>M. Nizar</i>
2	12-05-2025	Rumus menggunakan fitur equation	<i>M. Nizar</i>
3	21-05-2025	Perbaiki Penulisan Rumus	<i>M. Nizar</i>
4	28-05-2025	Tambah kan Grafik dan sesuaikan kesimpulan	<i>M. Nizar</i>
5	11-06-2025	Perjelas Pembahasan Grafik	<i>M. Nizar</i>
6	26-06-2025	Perbanyak Lompiron	<i>M. Nizar</i>
7	30-06-2025	Acc Bab 1 - 5	<i>M. Nizar</i>

Banjarbaru,, 2025

Pembimbing

M. Nizar

Ir. Muhammad Nizar Ramadhan, S.T., M.T
 NIP. 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, 15 Juli 2025

Mahasiswa

Muhammad Fahri Sya'bani

NIM. 2110816110030

UCAPAN TERIMA KASIH

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 “PENGARUH BENTUK SALURAN PIPA DAN SUDUT KEMIRINGAN TERHADAP EFISIENSI PEMANAS AIR TENAGA SURYA KOELKTOR PLAT DATAR”.

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 Dr. Eng, Ir. Apip Amrullah S.T., M.Eng. 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, 15 Juli 2025

Muhammad Fahri Sya'bani

NIM. 2110816110030

RINGKASAN

Seiring meningkatnya kebutuhan energi seiring pertumbuhan populasi dan terbatasnya ketersediaan sumber energi fosil yang juga menimbulkan dampak lingkungan seperti emisi gas rumah kaca. Salah satu solusi yang potensial adalah pemanfaatan energi terbarukan, khususnya energi surya, yang melimpah dan ramah lingkungan. Pemanas air tenaga surya atau *Solar Water Heater* (SWH) merupakan salah satu bentuk penerapan teknologi ini, di mana energi panas matahari dikonversi menjadi energi panas untuk memanaskan air melalui kolektor pelat datar. Namun, kinerja SWH sangat dipengaruhi oleh desain kolektor, khususnya bentuk saluran pipa dan sudut kemiringannya, yang menentukan efektivitas penyerapan panas dan laju perpindahan panas konveksi.

Metode penelitian dilakukan dengan merancang dan membuat dua jenis kolektor pelat datar yang berbeda bentuk saluran pipanya, yaitu spiral dan serpentine, masing-masing diuji pada sudut kemiringan 30° dan 45° . Kolektor dilengkapi dengan pelat absorber aluminium berlapis cat hitam, pipa tembaga sebagai saluran air, dan isolasi styrofoam untuk mengurangi kehilangan panas. Prinsip kerja yang digunakan adalah *thermosiphon*, di mana perbedaan massa jenis air panas dan dingin memicu sirkulasi alami. Data yang diambil meliputi intensitas radiasi matahari, temperatur inlet dan outlet air, serta debit aliran, yang digunakan untuk menghitung daya output, energi hilang, dan efisiensi termal kolektor.

Hasil menunjukkan bahwa bentuk saluran pipa dan sudut kemiringan kolektor berpengaruh signifikan terhadap kinerja sistem. Kolektor dengan sudut kemiringan 30° cenderung memberikan efisiensi panas yang lebih optimal pada kondisi radiasi tinggi, sedangkan kemiringan 45° lebih efektif pada sudut datang sinar matahari tertentu. Bentuk pipa spiral dan serpentine memiliki karakteristik berbeda, di mana perbedaan panjang lintasan dan luas kontak memengaruhi laju perpindahan panas serta distribusi temperatur di kolektor. Efisiensi termal meningkat ketika kombinasi bentuk pipa dan sudut kemiringan mampu memaksimalkan penyerapan radiasi sekaligus meminimalkan kehilangan panas. Penelitian ini memberikan rekomendasi teknis bagi pengembangan desain kolektor surya sederhana yang efisien, hemat energi, dan aplikatif untuk kebutuhan rumah tangga maupun skala kecil.

Kata kunci : Kolektor plat datar, Efisiensi termal, intensitas matahari

SUMMARY

This study is the increasing energy demand driven by population growth and the limited availability of fossil energy sources, which also cause environmental impacts such as greenhouse gas emissions. One promising solution is the utilization of renewable energy, particularly solar energy, which is abundant and environmentally friendly. Solar Water Heaters (SWH) represent one of the practical applications of this technology, where solar heat is converted into thermal energy to heat water using a flat plate collector. However, the performance of SWH systems is highly influenced by the collector design, especially the pipe channel shape and tilt angle, which determine the effectiveness of heat absorption and the rate of convective heat transfer.

The research method involved designing and fabricating two types of flat plate collectors with different pipe channel shapes, namely spiral and serpentine, each tested at tilt angles of 30° and 45°. The collectors were equipped with an aluminum absorber plate coated with black paint, copper pipes as water channels, and styrofoam insulation to minimize heat loss. The system operated based on the thermosiphon principle, where differences in water density between hot and cold water trigger natural circulation. Data collected included solar radiation intensity, inlet and outlet water temperature, and flow rate, which were then used to calculate the output power, heat loss, and thermal efficiency of the collectors.

The results that both the pipe shape and collector tilt angle significantly affect the system's performance. A 30° tilt angle generally provided better heat absorption under high radiation conditions, while a 45° tilt angle performed better under certain sun incident angles. Spiral and serpentine pipe configurations exhibited different characteristics, with variations in flow path length and contact surface area influencing the heat transfer rate and temperature distribution within the collector. Thermal efficiency improved when the combination of pipe shape and tilt angle maximized solar radiation absorption while minimizing heat loss. This research provides technical recommendations for developing simple, energy-efficient, and practical solar collector designs suitable for household and small-scale applications.

Keyword : Flat Plate Collector, Heat Transfer Efficiency, Solar Thermal.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENEKSAHAN	ii
IDENTITAS	iii
LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI	v
PENELITIAN SKRIPSI	vii
UCAPAN TERIMAKASIH	viii
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitain Terdahulu.....	6
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Sistem Solar Water Heater	8
2.3 Kolektor Surya.....	9
2.4 Proses Pemanasan Air.....	13
2.5 Perpindahan Panas	15
2.6 Konduktivitas <i>Thermal</i>	16
2.7 Konduksi.....	20
2.8 Konveksi.....	23
2.8.1 Pengertian Konveksi Paksa	25
2.9 Radiasi	27
2.10 Geometri Radiasi Surya	30

2.11 Radiasi Pada Permukaan Bumi.....	33
2.12 Energi Surya	34
2.13 Formulasi Kesetimbangan Energi pada <i>Solar Thermal Collector</i>	35
2.13.1 Koefisien perpindahan panas atas kolektor.....	35
2.14 Aliran Fluida.....	41
BAB III METODE PENELITIAN.....	45
3.1 Metode Penelitian	45
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	45
3.3 Alat dan Bahan	45
3.4 Variabel Penelitian.....	46
3.5 Prosedur Penelitian	47
3.6 Pengambilan Data yang Dilakukan	49
3.7 Desain Alat	49
3.8 Diagram <i>Heat Transfer</i>	51
3.9 Diagram Alir	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	53
4.1 Contoh Perhitungan Pipa Saluran Serpentine.....	53
4.2 Contoh Perhitungan Pipa Saluran Spiral	65
4.3 Pembahasan Grafik.....	74
BAB V PENUTUP.....	82
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83