



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**RANCANG BANGUN SOLAR WATER HEATER  
MENGUNAKAN PLAT DATAR**

**PROYEK AKHIR**

**MUHAMMAD ABDURROHMAN**

**40040219650088**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK  
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**JULI 2023**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**RANCANG BANGUN SOLAR WATER HEATER  
MENGUNAKAN PLAT DATAR**

**PROYEK AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat  
Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan**

**MUHAMMAD ABDURROHMAN**

**40040219650088**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV  
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK  
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**JULI 2023**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Muhammad Abdurrohman

NIM : 40040219650088

Tanda Tangan : 

Tanggal : 17 Juli 2023

# SURAT TUGAS PROYEK AKHIR



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
**UNIVERSITAS DIPONEGORO**  
SEKOLAH VOKASI  
PROGRAM STUDI  
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK

Jalan Hayam Wuruk No. 3-4  
Pleburan, Semarang, Kode Pos 50241  
Telepon/Faks. (024) 8316333  
Laman: www.vokasi.undip.ac.id  
email: vokasi@live.undip.ac.id

## TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 157/PA/RPM/II/2023

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

Nama : Muhammad Abdurrohman

NIM : 40040219650088

Judul Proyek Akhir : **Rancang Bangun Solar Water Heater Menggunakan Plat Datar**

Dosen Pembimbing : Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes.

NIP. : 196204211986031002

Isi Tugas:

1. Mendesain solar water heater menggunakan plat datar dengan suhu yang dicapai 40°C.
2. Memfabrikasi solar water heater menggunakan plat datar dengan suhu yang dicapai 40°C.
3. Menguji solar water heater menggunakan plat datar dengan suhu yang dicapai 40°C.
4. Membuat laporan solar water heater menggunakan plat datar dengan suhu yang dicapai 40°C.
5. Membuat prototype dan/atau paten sederhana dan/atau HAKI hak cipta dan/atau jurnal publikasi.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 06 Maret 2023

Ketua PSD IV

Rekayasa Perancangan Mekanik

  
Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.  
NIP. 197110301998021001

Tembusan:

1. Sekretaris Prodi
2. Dosen Pembimbing Proyek Akhir

Scanned with CamScanner

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan proyek akhir ini diajukan oleh:


Nama : Muhammad Abdurrohman


NIM : 40040219650088

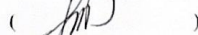
Judul : RANCANG BANGUN *SOLAR WATER HEATER* MENGGUNAKAN  
PLAT DATAR


Telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

### TIM PENGUJI

Pembimbing : Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes. (  )

Penguji I : Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes. (  )

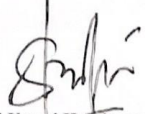
Penguji II : Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T. (  )

Penguji III : Bambang Setyoko, ST., M.Eng. (  )

Semarang, 17 Juli 2023

Ketua Program Studi Rekayasa

Perancangan Mekanik

  
Sri Utami Handayani, S.T., M.T.

NIP. 196707141992072001

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Abdurrohman

NIM : 40040219650088

Program Studi : S.Tr Rekayasa Perancangan Mekanik

Departemen : Teknologi Industri

Fakultas : Sekolah Vokasi

Jenis Karya : Proyek Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### **“RANCANG BANGUN *SOLAR WATER HEATER* MENGGUNAKAN PLAT DATAR”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan Proyek Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang  
Pada Tanggal ; 17 Juli 2023  
Yang Menyatakan



Muhammad Abdurrohman  
40040219650088

## **HALAMAN MOTO**

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”*

(Q.S Al-Baqarah, 2:286)

*“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”*

(Q.S Al-Insyirah, 94:5-6)

“Teruslah berjuang untuk mencapai kesuksesan-mu karena setiap kesuksesan butuh perjuangan dan pengorbanan. Jangan pernah takut untuk gagal dan jangan pernah takut untuk mencoba karena orang yang tidak pernah mencoba ialah orang yang tidak percaya pada dirinya sendiri”

## **KATA PENGANTAR**

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal proyek akhir dengan judul “RANCANG BANGUN SOLAR WATER HEATER MENGGUNAKAN PLAT DATAR” dengan baik.

Dalam penyusunan proyek akhir ini, penulis mendapat banyak saran, bimbingan, dan bantuan dari pihak pembimbing, pemateri, maupun teknisi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si, selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro;
2. Sri Utami Handayani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik dan bimbingan kepada peneliti dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan proposal Proyek Akhir;
3. Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes, selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan kepada peneliti dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan Laporan Proyek Akhir;
4. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik;
5. Kedua Orang tua saya, Bapak Sunanto dan Ibu Isti serta keluarga saya yang telah memberikan semangat serta dukungan baik secara moril dan materil.



6. Shafa Ananda Putri yang selalu ada dan bersedia mendengarkan keluh kesah jalannya Proyek Akhir, dan selalu memberikan keyakinan untuk maju. Tentunya saya berterimakasih atas segala hal yang telah dilakukan guna meningkatkan semangat saya dalam mengerjakan Proyek Akhir, doa dan bantuan yang selalu diberikan selama ini;
7. Teman kelompok Proyek Akhir saya Tirza Aprilina, serta seluruh rekan Abhisatya 2019 Rekayasa Perancangan Mekanik;
8. Seluruh teman saya baik itu di undip maupun diluar undip yang telah memberikan semangat serta dukungan untuk menyelesaikan Proyek Akhir ini;
9. Terakhir, untuk diri saya sendiri. Terima kasih telah berjuang melewati semua ini. Terima kasih karena tidak pernah menyerah dan selalu yakin bahwa kita mampu. Terima kasih karena telah menjadi diriku sendiri dengan versi terbaik yang pernah kita miliki.

Dengan penulisan proyek akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, karena itu segala kritik dan saran yang membangun akan menyempurnakan penulisan proyek akhir ini serta bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Semarang, 17 Juli 2023

Penulis,



Muhammad Abdurrohman

## **RANCANG BANGUN SOLAR WATER HEATER MENGUNAKAN PLAT DATAR**

Energi merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Masalah yang dihadapi manusia di era ini masih menggunakan energi fosil yang bergantung pada bahan bakar minyak, batu bara, dan gas bumi yang mempunyai kapasitas yang sangat terbatas. Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk memanfaatkan energi surya karena disinari oleh matahari sepanjang tahun. Penerapan bidang keilmuan energi surya secara langsung dengan tujuan memanaskan air. Berdasarkan permasalahan tersebut, memanfaatkan energi matahari sebagai sumber panas untuk memanaskan air. Alat ini menyerap sinar matahari melalui kolektor surya kemudian akan diteruskan ke pipa-pipa yang berisi air dengan bantuan pompa air debit 4LPM. Pipa menggunakan bahan tembaga yang memiliki nilai konduktivitas yang sangat tinggi dengan diameter 5/8", diameter 15,7mm dan ketebalan pipa 0,7mm. Luasan kolektor 100cm, lebar 50cm dan tinggi 12cm dengan sudut kemiringan 30°. Bahan plat kolektor yang digunakan yaitu berbahan seng, karena seng memiliki konduktivitas yang cukup tinggi untuk menghantarkan panas. Panjang pipa tembaga yang dibutuhkan untuk memanaskan air dengan temperatur awal 29 °C menjadi 40-42 °C adalah 5,1 m. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, perpindahan panas pada pipa tembaga efisiensi terbesar yaitu 51% pada tanggal 12 april 2023 dan efisiensi terkecil yaitu 41,6% pada tanggal 17 mei 2023. Rata-rata efisiensi perpindahan panas yaitu 45,66% dan efisiensi kolektor surya sebesar 43,89%. Tarif pemakaian listrik untuk penggunaan pompa yaitu RP. 4.368,77/bulan. Perpindahan panas terbesar pada pukul 08.00-11.00 dan terkecil yaitu pada pukul 14.00-15.00 dikarenakan suhu pada tangki air mengalami penurunan. Penurunan dan kenaikan suhu dikarenakan pengaruh cuaca dan sinar matahari yang tidak menentu.

**Kata Kunci:** kolektor surya plat datar, energi matahari, efisiensi

## ***DESIGN OF A SOLAR WATER HEATER USING A FLAT PLATE***

*Energy is a very important need in human life. The problem faced by humans in this era is still using fossil energy which depends on fuel oil, coal and natural gas which have a very limited capacity. Indonesia has enormous potential to utilize solar energy because it is illuminated by the sun throughout the year. Application of the scientific field of solar energy directly with the aim of heating water. Based on these problems, utilizing solar energy as a heat source to heat water. This machine absorbs sunlight through a solar collector and then will be forwarded to the pipes filled with water with the help of a 4LPM discharge water pump. The pipes are made of copper material which has a very high conductivity value and has a diameter of 5/8" and 0,7mm in pipe thickness. The collector area has a length of 100cm, width of 50cm and height of 12cm with a tilt angle of 30°. The collector plate material used is zinc, because its conductivity is relatively high to conduct heat. The copper pipe length required to heat water with an initial temperature of 29° C into 40-42° C is 5,1m. Based on the results of the tests carried out, the greatest efficiency of heat transfer in copper pipes is 51% on 12 April 2023 and the lowest is 41,6% on 17 May 2023. The average heat efficiency is 45,66% and solar collector efficiency is 43,89%. The electricity consumption rates for the use of pumps was Rp. 4.368,77/month. The biggest heat transfer is at 08.00-11.00 and the smallest is at 14.00-15.00 because the temperature in the water tank has decreased. The decrease and increase in temperature is due to the erratic influence of weather and sunlight.*

***Keywords:*** flat plate solar collector, solar energy, efficiency

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
SURAT TUGAS PROYEK AKHIR.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
HALAMAN MOTO .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL .....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	3
1.3    Batasan Masalah.....	3
1.4    Tujuan Penelitian.....	4
1.5    Luaran.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA .....	5

2.1	Sinar Matahari .....	5
2.2	Dasar Teori .....	6
2.2.1	Krisis Energi dan Pemanasan Global .....	6
2.2.2	Jenis-Jenis Sumber Energi dan Potensinya .....	7
2.2.3	Potensi Energi Terbarukan di Indonesia .....	7
2.2.4	Pemanfaatan Energi Terbarukan di Indonesia .....	8
2.2.5	Proses Pemanasan Air .....	8
2.2.6	Konstanta Matahari .....	9
2.2.7	Geometri Radiasi Surya .....	10
2.2.8	Radiasi Luar Angkasa pada Permukaan Horizontal.....	12
2.2.9	Radiasi Matahari Langsung( <b><i>I<sub>b</sub></i></b> ) .....	14
2.2.10	Radiasi Matahari <i>Diffuse</i> ( <b><i>I<sub>d</sub></i></b> ) .....	15
2.2.11	Radiasi Total pada Permukaan Miring Tetap.....	15
2.2.12	Potensi Energi Surya di Indonesia dan Pemanfaatannya .....	17
2.2.13	Konversi Energi Surya .....	17
2.2.14	Kolektor Surya Pemanas Air Tipe Plat Datar .....	17
2.2.15	Karakteristik Kolektor Surya Plat Datar .....	18
2.2.16	Bagian-bagian Kolektor .....	19
2.2.17	Prinsip Kerja Kolektor Surya Plat Datar .....	21
2.2.18	Energi Berguna.....	24
2.2.19	Efisiensi Kolektor Surya.....	25

BAB 3 METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Diagram Alir.....	26
3.2 Alat Dan Bahan Penelitian .....	27
3.2.1 Alat.....	27
3.2.2 Bahan.....	30
3.3 Perhitungan dan Perencanaan.....	38
3.3.1 Data Pengujian .....	38
3.3.2 Data Radiasi Matahari.....	38
3.3.3 Data Awal Perencanaan .....	38
3.3.4 Analisa Intensitas Radiasi Matahari.....	39
3.3.5 Analisa Sudut Jam Matahari .....	39
3.3.6 Analisa Sudut Datang Matahari .....	40
3.3.7 Sudut Datang Bidang Horizontal .....	40
3.3.8 Radiasi Matahari <i>Extraterrestrial</i> Bidang Horizontal .....	41
3.3.9 Intensitas Matahari Langsung dan Intensitas Matahari Difuse .....	42
3.3.10 Intensitas Matahari Total yang Diterima oleh Permbukaan Bumi...43	
3.3.11 Intensitas Radiasi Matahari yang Diterima oleh Plat Absorber Kolektor	43
3.3.12 Koefisien Perpindahan Panas Radiasi dari Kaca ke Udara .....	44
3.3.13 Perhitungan Tahanan Panas pada Kaca ke Udara .....	44
3.3.14 Koefisien Perpindahan Panas Radiasi dari Plat ke Kaca .....	44

3.3.15	Perhitungan Tahanan Panas pada Plat ke Kaca.....	45
3.3.16	Perhitungan Koefisien Kehilangan Perpindahan Panas Total pada Kolektor Surya.....	45
3.3.17	Perhitungan Energi Berguna .....	45
3.3.18	Perhitungan Panjang Pipa .....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		47
4.1	Hasil.....	47
4.1.1	Data Pengujian .....	47
4.1.2	Grafik Data Pengujian.....	48
4.1.3	Data Intensitas Matahari .....	52
4.1.4	Panas yang Masuk ke Kolektor.....	53
4.1.5	Perhitungan Rugi Kalor dari Kolektor .....	53
4.1.6	Panas yang Digunakan Kolektor.....	55
4.1.7	Efisiensi Kolektor.....	55
4.1.8	Perhitungan Konduksi Pada Pipa.....	56
4.1.9	Konveksi Pada Pipa .....	56
4.2	Pembahasan .....	57
4.2.1	Pembahasan Efisiensi Perpindahan Panas .....	58
BAB V.....		71
PENUTUP.....		71
DAFTAR PUSTAKA .....		73

LAMPIRAN.....75



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hubungan ruang matahari – bumi.....	9
Gambar 2. 2 Distribusi panas pada kolektor surya selama beroperasi .....	19
Gambar 2. 3 Bagian-bagian kolektor surya plat datar.....	19
Gambar 3. 1 Mesin las SMAW .....	28
Gambar 3. 2 Mesin gerinda.....	29
Gambar 3. 3 Meteran.....	29
Gambar 3. 4 Jangka sorong.....	29
Gambar 3. 5 Frame besi hollow .....	31
Gambar 3. 6 Plat kolektor .....	31
Gambar 3. 7 Kaca bening.....	32
Gambar 3. 8 <i>Styrofoam</i> .....	32
Gambar 3. 9 Cat hitam doff .....	33
Gambar 3. 10 Pipa tembaga .....	33
Gambar 3. 11 Alumunium foil.....	34
Gambar 3. 12 Tangki air .....	35
Gambar 3. 13 Kran air panas.....	35
Gambar 3. 14 Pelampung air kran otomatis.....	36
Gambar 3. 15 Pompa air.....	36
Gambar 3. 16 Sensor suhu digital .....	37
Gambar 3. 17 Hygrometer.....	37
Gambar 4. 1 Grafik data hasil pengujian 12 April.....	48
Gambar 4. 2 Grafik data hasil pengujian 13 April 2023 .....	48
Gambar 4. 3 Grafik data hasil pengujian 14 April 2023 .....	49

Gambar 4. 4 Grafik data hasil pengujian 9 Mei 2023 .....	49
Gambar 4. 5 Grafik data hasil pengujian 10 Mei 2023 .....	50
Gambar 4. 6 Grafik data hasil pengujian 12 Mei 2023 .....	50
Gambar 4. 7 Grafik data hasil pengujian 13 Mei 2023 .....	51
Gambar 4. 8 Grafik data hasil pengujian 15 Mei 2023 .....	51
Gambar 4. 9 Grafik data hasil pengujian 16 Mei 2023 .....	52
Gambar 4. 10 Grafik data hasil pengujian 17 Mei 2023 .....	52
Gambar 4. 11 Grafik efisiensi perpindahan panas pada alat.....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sumberdaya energi alternatif di Indonesia (Sampurno, 2010) .....	7
Tabel 2. 2 Beberapa sifat material <i>absorber</i> .....	21
Tabel 2. 3 Jenis <i>insulator</i> .....	21
Tabel 3. 1 Peralatan pembuatan mesin <i>solar water heater</i> .....	28
Tabel 3. 2 Bahan pembuatan mesin <i>solar water heater</i> .....	30
Tabel 4. 1 Data hasil pengujian alat (Dalam satuan °C) .....	47
Tabel 4. 2 Data intensitas matahari 12 April 2023 (Data BMKG) .....	53

## DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Penggunaan pertama halaman
$G_{sc}$	Konstanta matahari	10
$\phi$	Sudut lintang	10
$\delta$	Sudut deklinasi	10
$\beta$	Sudut kemiringan kolektor	10
$\gamma$	Sudut azimuth	10
$\theta$	Sudut datang matahari	10
$\theta_z$	Sudut datang matahari bidang horizontal	10
$\omega$	Sudut jam matahari	11
$\alpha$	Sudut ketinggian matahari	11
$\omega_s$	Sudut jam matahari terbenam	11
$H_o$	Radiasi surya harian	12
$I_o$	Radiasi luar angkasa	13
$n$	Jumlah hari dimulai tanggal 1 januari	14
$I_b$	Radiasi langsung	14
$I_d$	Radiasi membaur	15
$R_b$	Rasio radiasi sinar pada bidang horizontal	16
$I_T$	Intensitas matahari total	16
$P_g$	Faktor pemantulan radiasi permukaan sekeliling	16
$\sigma$	Konstanta Stefan-Boltzmann	24
$Q_u$	Energi yang diserap	25
$A_c$	Luasan <i>absorber</i>	25
$S$	Intensitas yang diserap <i>absorber</i>	25

$U_L$	Koefisien kehilangan panas total	25
$T_{pm}$	Suhu rata-rata plat penyerap	25
$T_a$	Suhu lingkungan	25
$\eta$	Effisiensi	25

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Tabel komponen kolektor surya .....	75
Lampiran 2 Tabel hasil pengujian tanpa menggunakan kolektor surya.....	76
Lampiran 3 Tabel hasil pengujian yang gagal .....	77
Lampiran 4 Data BMKG intensitas matahari .....	78
Lampiran 5 Perbandingan alat dengan yang dijual secara komersil .....	79
Lampiran 6 Grafik perpindahan panas harian .....	80
Lampiran 7 Gambar desain alat .....	85