

**TUGAS AKHIR**  
**KARAKTERISTIK TERMAL SISTEM *PHOTOVOLTAIC-THERMAL***  
**UNTUK MEMANASKAN AIR MENGGUNAKAN TANGKI KAPASITAS**  
**20 LITER DAN MODUL SURYA 100 WP**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Teknik



**Disusun Oleh :**

**Bryan Pramadi**

**20180130061**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2023**



## LEMBAR PENGESAHAN

### TUGAS AKHIR

#### KARAKTERISTIK TERMAL SISTEM PHOTOVOLTAIC-THERMAL UNTUK MEMANASKAN AIR MENGGUNAKAN TANGKI KAPASITAS 20 LITER DAN MODUL SURYA 100 WP

*Thermal Characteristics of a Photovoltaic-Thermal System for Heating Water  
using a 20 Liter Capacity Tank and 100 WP Solar Modules*

Dipersiapkan dan disusun oleh:

**Bryan Pramadi**  
20180130061

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada Tanggal 17 Oktober 2023

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Dr. Muhammad Nadjib, S.T., M. Eng  
NIK. 19660616199702 123 033

Dr. Novi Caroko, S.T., M.Eng.  
NIP. 19791113200501 1 002

Penguji

Thoharudin, S.T., M.T., Ph.D  
NIK. 19870410201604 123 097

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal, 20 Oktober 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin UMY



Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc., Ph.D.  
NIK. 19740302 200104 123 049

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi/tugas akhir berjudul **“Karakteristik Termal Sistem *Photovoltaic-Thermal* Untuk Memanaskan Air Menggunakan Tangki Kapasitas 20 Liter dan Modul Surya 100 Wp”** adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain sebelumnya. Karya tulis ilmiah ini juga tidak berisi pendapat atau hasil penelitian yang sudah dipublikasikan oleh orang lain selain referensi yang ditulis dengan menyebutkan sumbernya di dalam naskah dan daftar pustaka

Yogyakarta, 20 Oktober 2023



Bryan Pramadi

## **HALAMAN MOTTO**

“Yakin adalah kunci jawaban dari segala permasalahan. Dengan bermodal yakin merupakan obat mujarab penumbuh semangat hidup”

(Penulis)

“Bangun kesuksesan dari kegagalan. Keputusan dan kegagalan adalah dua batu loncatan yang paling baik menuju kesuksesan”

(Dale Carnegie)

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan kepada Ibu, Bapak, serta seluruh keluarga yang telah memberikan banyak doa dan dukungan moral, maupun materil selama penulis menempuh kuliah di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

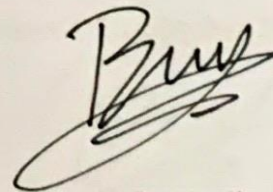
## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Karakteristik Termal Sistem *Photovoltaic-Thermal* Untuk Memanaskan Air Menggunakan Tangki Kapasitas 20 Liter dan Modul Surya 100 Wp”. Tugas Akhir ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Tugas akhir ini mengambil tema energi terbarukan yang berkaitan dengan energi matahari. Judul ini dipilih sebagai bentuk rasa kepedulian penulis terhadap pengembangan teknologi energi terbarukan matahari yang memiliki fokus kajian pada pemanas air. Penulis mencoba berkontribusi dengan mengembangkan alat pemanas air tenaga surya yang dilengkapi elemen pemanas. Fungsi elemen pemanas sebagai komponen yang bisa menaikkan temperatur air tangki. Penelitian ini khusus membahas tentang karakteristik perilaku termal air di dalam tangki.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penyusunan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Yogyakarta, 20 Oktober 2023



Bryan Pramadi

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa tersusunnya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, saran dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M. Eng. Sc., Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Muhammad Nadjib, S.T., M. Eng., selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu terkait penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Novi Caroko, S.T., M.Eng, selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu terkait penulisan tugas akhir ini.
4. Seluruh pegawai Prodi Teknik Mesin dan Fakultas di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2018 dan pihak-pihak yang telah membantu pembuatan tugas akhir yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.
6. Teman cerita “Sabatina Br Sitohang, Marterina Sitohang, Mela, Irgi, Dynda” yang selalu memberikan dukungan untuk segera menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.
7. Keluarga rohani “EWP Family” yang telah memberi dukungan doa dan motivasi.

Yogyakarta, 20 Oktober 2023

Bryan Pramadi

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.1.1 <i>Photovoltaic Thermal</i> (PV/T).....	5
2.1.2 Bentuk penampang pipa PV/T.....	6
2.1.3 Jenis fluida kerja PV/T .....	7
2.1.4 Sistem pompa PV/T.....	9
2.1.5 <i>Photovoltaic</i> (PV) .....	9
2.2 Landasan Teori .....	11
2.2.1 Energi matahari.....	11
2.2.2 Sistem <i>Photovoltaic Thermal</i> (PV/T).....	13



2.2.3 Modul surya.....	14
2.2.4 Jenis – jenis sistem PV/T.....	15
2.2.5 Tangki.....	19
2.2.6 Efisiensi termal pada sistem PV/T .....	20
2.2.7 Sistem <i>Photovoltaic</i> (PV) .....	21
2.2.8 <i>Solar Charge Controller</i> .....	22
2.2.9 Perpindahan kalor .....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1 Bahan Penelitian .....	25
3.2 Alat Penelitian .....	25
3.3 Prosedur Penelitian .....	34
3.3.1 Diagram alir penelitian .....	34
3.3.2 Langkah pelaksanaan uji coba.....	35
3.3.3 Pengambilan data.....	36
3.3.4 Pengolahan data dan analisis data .....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1 Evolusi Intensitas Radiasi Matahari .....	37
4.2 Evolusi Temperatur HTF .....	38
4.3 Energi Termal Sesaat ( <i>Instantaneous Heat Stored</i> ) Tangki TES .....	40
4.4 Energi Termal Kumulatif ( <i>Cumulative Heat Stored</i> ) Tangki TES .....	45
4.5 Efisiensi Termal Sistem PV/T .....	48
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>49</b>
5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>54</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur matahari.....	11
Gambar 2.2 Spektrum cahaya matahari .....	13
Gambar 2.3 Skema sistem PV/T .....	14
Gambar 2.4 Sketsa sistem PV/T kolektor udara .....	16
Gambar 2.5 Potongan melintang sistem PV/T.....	16
Gambar 2.6 Skema sistem PV/T kolektor PCM .....	17
Gambar 2.7 Susunan bagian pipa panas.....	18
Gambar 2.8 Sistem PV/T kolektor pipa panas jenis <i>micro heat channel pipe</i> .....	19
Gambar 2.9 Skema tangki bertingkat.....	20
Gambar 2.10 Skema sistem PV <i>On-Grid</i> .....	21
Gambar 2.11 Skema sistem PV <i>Off-Grid</i> .....	21
Gambar 2.12 Proses terjadi radiasi.....	24
Gambar 3.1 Skema <i>Photovoltaic Thermal (PV/T)</i> .....	25
Gambar 3.2 Modul surya.....	26
Gambar 3.3 <i>Solar Charge Controller</i> .....	27
Gambar 3.4 <i>Thermostat</i> .....	28
Gambar 3.5 Baterai .....	28
Gambar 3.6 Pompa DC .....	29
Gambar 3.7 <i>Flowmeter</i> .....	29
Gambar 3.8 Elemen pemanas.....	30
Gambar 3.9 Tangki air .....	30
Gambar 3.10 Termokopel tipe K .....	31
Gambar 3.11 Laptop.....	32
Gambar 3.12 Kabel listrik .....	32
Gambar 3.13 <i>Voltmeter Amperemeter Mini Digital</i> .....	33
Gambar 3.14 Diagram alir penelitian.....	34
Gambar 4.1 Evolusi intensitas matahari selama proses <i>charging</i> .....	37
Gambar 4.2 Evolusi temperatur air <i>inlet</i> selama proses <i>charging</i> .....	38
Gambar 4.3 Evolusi temperatur air <i>outlet</i> selama proses <i>charging</i> .....	39

Gambar 4.4 Evolusi temperatur HTF air didalam tangki.....	39
Gambar 4.5 Energi termal sesaat yang tersimpan hari pertama.....	43
Gambar 4.6 Energi termal sesaat yang tersimpan hari kedua .....	44
Gambar 4.7 Energi termal sesaat yang tersimpan hari ketiga .....	44
Gambar 4.8 Energi kumulatif yang tersimpan pada tangki TES .....	47
Gambar 4.9 Efisiensi termal sistem PV/T.....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Modul Surya .....	26
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Solar Charge Controller</i> .....	27
Tabel 3.3 Spesifikasi Pompa DC .....	29
Tabel 3.4 Spesifikasi Laptop.....	32
Tabel 4.1 Tabel perhitungan kumulatif .....	42

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Data Intensitas Radiasi Matahari .....	54
Lampiran 1.2 Data Temperatur Air .....	56
Lampiran 1.3 Data Temperatur Air di Dalam Tangki TES .....	61
Lampiran 1.4 Data Energi Termal Sesaat .....	66
Lampiran 1.5 Data Energi Termal Kumulatif .....	68
Lampiran 1.6 Data Efisiensi Termal Sistem PV/T.....	70