

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL KAPASITAS PENGUMPULAN ENERGI  
TERMAL DI DALAM TANGKI PEMANAS AIR TENAGA SURYA  
BERISI *PARAFFIN WAX* DENGAN VARIASI DEBIT ALIRAN**

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarana Teknik Program  
Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Yogyakarta**



**UMY**

**UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA**

**Unggul & Islami**

**Disusun oleh :**

**HANIFAN DARMAWAN**

**20180130110**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**YOGYAKARTA**

**2022**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi / tugas akhir berjudul "**Studi Eksperimental Kapasitas Pengumpulan Energi Termal Di Dalam Tangki Pemanas Air Tenaga Surya Berisi Paraffin Wax Dengan Variasi Debit Aliran**" ini adalah hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah dituliskan atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 3 November 2022



Hanifan Darmawan

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Skripsi ini adalah bagian dari ibadah saya kepada Allah SWT karena kepada-Nya kami menyembah, dan kepada-Nya kami mohon pertolongan.

Sekaligus, sebagai ungkapan terima kasih kepada Bapak Sumartana dan Ibu Purwati Handayani, yang terus memotivasi saya dalam hidup saya, dan adik saya Haniftha Rahmawati atas semua dukungan dan bantuannya.

Seluruh dosen Program Studi S1-Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membimbing saya selama kuliah.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil'alaamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Studi Eksperimental Kapasitas Pengumpulan Energi Termal Di dalam Tangki Pemanas Air Tenaga Surya Berisi *Paraffin Wax* dengan Variasi Debit Aliran”.

Tugas akhir ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. 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, 3 November 2022



Hanifan Darmawan

## UCAPAN TERIMAKASIH

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

1. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M. Eng. Sc., Ph.D, selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Muhammad Nadjib, S.T., M.Eng, selaku pembimbing I yang telah memberikan banyak ilmu dan waktu luang untuk memberikan masukan dan arahan terkait penulisan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ir. Novi Caroko, S.T., M.Eng, selaku pembimbing II yang telah membimbing dan membantu selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
4. Bapak Tito Hadji Agung Santosa, S.T., M.T, selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran pada uian pendadaran Tugas Akhir.
5. Seluruh pegawai dan staff TU Prodi dan Fakultas di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Kakak tingkat tim riset “Tim Sibela III”, yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman seperjuangan “Muhammad Karim Wijayanto, Ardan Fakhriza, Tegar Bagaskara, Yaafi Hidayat, Aminudin Fajrul Haqqu dan Tim Sibela V” yang telah membantu penulis dalam penelitian tugas akhir.
8. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2018 dan pihak-pihak yang telah membantu pembuatan tugas akhir yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Terakhir, semoga Allah SWT membalas kebaikan dan jasa-jasa mereka semua dengan rahmat dan kebaikan yang terbaik dari-NYA dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan teknologi, khususnya teknologi pemanas air tenaga surya.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>INTISARI</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	5
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	6
1.5. Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b> .....	7
2.1. Tinjauan Pustaka .....	7
2.2. Landasan Teori .....	10
2.2.1. Energi Surya.....	10
2.2.2. Sistem Pemanas Air Tenaga Surya .....	11

2.2.3.	<i>Thermal Energy Storage</i> .....	14
2.2.4.	<i>Phase Change Material</i> .....	16
2.2.5.	Kapasitas Pengumpulan Energi Termal di Dalam Tangki TES.....	17
2.2.6.	<i>Solar Simulator</i> .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....		19
3.1.	Bahan Penelitian.....	19
3.2.	Skema Alat Penelitian .....	20
3.3.	Komponen dan Alat Penelitian.....	21
3.4.	Prosedur Penelitian.....	29
3.4.1.	Diagram Alir Penelitian .....	29
3.4.2.	Langkah Pelaksanaan .....	31
3.4.3.	Pengumpulan Data .....	31
3.4.4.	Olah Data dan Analisis Data .....	31
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....		32
4.1.	Kalibrasi Rotameter.....	32
4.2.	Kalibrasi Termokopel.....	33
4.3.	Evolusi Temperatur Rata-rata HTF.....	34
4.4.	Evolusi Temperatur PCM.....	35
4.5.	Kapasitas Pengumpulan Energi Termal .....	36
4.6.	Kapasitas Pengumpulan Energi Termal Dengan Variasi Debit .....	37
4.6.1.	Perhitungan kapasitas pengumpulan energi termal 1 LPM.....	38
4.6.2.	Perhitungan kapasitas pengumpulan energi termal 2 LPM.....	39
4.6.3.	Perhitungan kapasitas pengumpulan energi termal 3 LPM.....	41
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....		47
5.1.	Kesimpulan.....	47

5.2. Saran.....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>52</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema struktur matahari.....	11
Gambar 2.2. Sistem PATS .....	11
Gambar 2.3. <i>Open loop system</i> .....	12
Gambar 2.4. <i>Closed loop system</i> .....	12
Gambar 2.5. Sistem PATS <i>thermosyphon</i> .....	13
Gambar 2.6. Sistem PATS ICS .....	14
Gambar 2.7. Volume dari TES yang dibutuhkan untuk menyimpan energi.....	14
Gambar 2.8. <i>Solar simulator</i> .....	18
Gambar 3.1. <i>Paraffin wax RT55</i> .....	19
Gambar 3.2. Skema alat penelitian. ....	20
Gambar 3.3. <i>Solar simulator</i> .....	21
Gambar 3.4. Kolektor surya .....	22
Gambar 3.5. Piranometer .....	22
Gambar 3.6. Kapsul PCM .....	23
Gambar 3.7. Termokopel tipe K .....	23
Gambar 3.8. Tangki PATS.....	24
Gambar 3.9. Rotameter air .....	24
Gambar 3.10. <i>Voltage regulator</i> .....	25
Gambar 3.11. Pompa.....	25
Gambar 3.12. Dimmer pompa.....	26
Gambar 3.13. Akuisisi data.....	27
Gambar 3.14. Rangkaian pipa rucika kelen <i>green</i> .....	28
Gambar 3.15. Laptop.....	28
Gambar 3.16. Diagram alir penelitian.....	29
Gambar 3.17. Diagram alir penelitian (lanjutan) .....	30
Gambar 4.1. Sketsa letak termokopel di dalam tangki TES .....	34
Gambar 4.2. Evolusi temperatur rata-rata HTF 3 LPM .....	35
Gambar 4.3. Evolusi temperatur rata-rata PCM 3 LPM .....	36
Gambar 4.4. Perolehan energi termal tiap komponen variasi 3 LPM.....	37

Gambar 4.5. Kapasitas pengumpulan energi termal (a) 1 LPM (b) 2 LPM (c) 3 LPM .....	43
Gambar 4.6. Presentase pengumpulan energi termal (a) 1 LPM (b) 2 LPM (c) 3 LPM .....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik PCM .....	16
Tabel 3.1. Sifat fisis air .....	19
Tabel 3.2. Karakteristik <i>paraffin wax</i> RT55 .....	20
Tabel 3.3. Spesifikasi lampu tungsten halogen .....	21
Tabel 3.4. Spesifikasi pompa .....	26
Tabel 3.5. Spesifikasi dimmer pompa.....	26
Tabel 3.6. Spesifikasi AT 4532 <i>multi-channel temperature meter</i> .....	27
Tabel 3.7. Spesifikasi laptop .....	28
Tabel 4.1. Pengujian kalibrasi rotameter.....	32
Tabel 4.2. Hasil kalibrasi rotameter .....	32
Tabel 4.3. Hasil kalibrasi termokopel .....	33
Tabel 4.4. Data pengujian 1 LPM .....	38
Tabel 4.5. Detail pengujian 2 LPM.....	39
Tabel 4.6. Detail pengujian 3 LPM.....	41
Tabel 4.7. Kontribusi material pengumpulan energi termal setiap variasi .....	45

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Datasheet</i> PCM RT55 .....	52
Lampiran 2. Data riil temperatur HTF variasi 1 LPM .....	53
Lampiran 3. Data riil temperatur HTF variasi 2 LPM .....	61
Lampiran 4. Data riil temperatur HTF variasi 3 LPM .....	69
Lampiran 5. Data riil temperatur PCM variasi 1 LPM .....	77
Lampiran 6. Data riil temperatur PCM variasi 2 LPM .....	85
Lampiran 7. Data riil temperatur PCM variasi 3 LPM .....	93