

**STUDI PROSES PEMANASAN MEDIA PENYIMPANAN KALOR PADA  
TANGKI PEMANAS AIR TENAGA SURYA TIPE AKTIF BERISI  
PARAFFIN WAX DENGAN VARIASI DEBIT ALIRAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjan Teknik**

**Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh:**

**AMINUDIN FAJRUL HAQQU**

**20180130117**

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

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**YOGYAKARTA**

**2023**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi/tugas akhir berjudul **“Studi Proses Pemanasan Media Penyimpan Kalor Pada Tangki Pemanas Air Tenaga Surya Tipe Aktif 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, 17 Januari 2023



Aminudin Fajrul Haqqu

## **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 Wiyono, Ibu Kamsirah, yang terus memotivasi saya dalam

hidup saya, dan seluruh keluarga saya

atas semua dukungan dan bantuannya.

serta seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah

Yogyakarta yang telah membimbing saya selama kuliah.

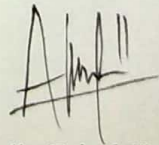
## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil'aalamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "**Studi Proses Pemanasan Media Penyimpan Kalor Pada Tangki Pemanas Air Tenaga Surya Tipe Aktif Berisi *Paraffin Wax* Dengan Variasi Debit Aliran**". Penulis sangat bersyukur dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dan sebagai bukti bahwa penulis telah menyelesaikan pendidikan sarjananya di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Selain itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan 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. Penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca serta dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

Yogyakarta, 17 Januari 2023

Penulis



Aminudin Fajrul Haqqu

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>INTISARI</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b> .....	6
2.1. Tinjauan Pustaka .....	6
2.2. Landasan Teori .....	9
2.2.1. Energi Matahari .....	9
2.2.2. Sistem Pemanas Air Tenaga Surya .....	10

2.2.2.1.	Sistem PATS Aktif .....	10
2.2.2.2.	PATS Tipe Pasif .....	10
2.2.3.	<i>Thermal Energy Storage</i> .....	12
2.2.4.	<i>Phase Change Material</i> .....	14
2.2.5.	<i>Solar simulator</i> .....	15
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>17</b>
3.1.	Bahan Penelitian.....	17
3.2.	Skema Alat Penelitian .....	18
3.3.	Komponen dan Alat Penelitian .....	19
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>		<b>33</b>
4.1.	Kalibrasi Termokopel.....	33
4.2.	Kalibrasi Rotameter .....	34
4.3.	Temperatur Rata Rata HTF .....	35
4.4.	Evolusi Temperatur HTF Tiap Layer .....	37
4.5.	Temperatur Rata-rata PCM .....	38
4.6.	Pengaruh Posisi Kapsul Terhadap Energi Termal Tiap Variasi Debit ...	40
4.7.	Pengaruh Debit Terhadap Posisi Kapsul .....	42
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>44</b>
5.1.	Kesimpulan.....	44
5.2.	Saran .....	44

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xvii</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>xx</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema struktur matahari.....	9
Gambar 2.2. gambar sistem PATS terbuka dan tertutup .....	10
Gambar 2.3. Sistem <i>thermoshypon</i> .....	11
Gambar 2.4. Sistem <i>integrated collector storage</i> .....	12
Gambar 2.5. Volume dari <i>storage</i> yang dibutuhkan sebagai penyimpan energi (1800 kWh).....	12
Gambar 2.6. Diagram temperatur - waktu pada pemanasan suatu zat .....	14
Gambar 2.7. <i>Solar simulator</i> .....	16
Gambar 3.1. <i>Paraffin wax</i> RT55 .....	17
Gambar 3.2. Skema alat penelitian .....	18
Gambar 3.3. <i>Solar simulator</i> .....	19
Gambar 3.4. Kolektor surya .....	20
Gambar 3.5. Piranometer .....	21
Gambar 3.6. Kapsul PCM .....	22
Gambar 3.7. Termokopel tipe K.....	22
Gambar 3.8. Tangki TES.....	23
Gambar 3.9. Akuisisi data.....	24
Gambar 3.10. Laptop.....	25
Gambar 3.11. Rotameter air .....	25
Gambar 3.12. Pompa.....	26
Gambar 3.13. Dimmer.....	27
Gambar 3.14. Rangkaian pipa rucika Kelen <i>Green</i> .....	28
Gambar 3.15. <i>Volatage regulator</i> .....	28
Gambar 3.16. Diagram alir.....	29
Gambar 4.1. Sketsa letak termokopel di dalam tangki TES (a) tampak depan (b) tampak samping .....	34
Gambar 4.2. Evolusi temperatur HTF di setiap ketinggian termokopel .....	36
Gambar 4.3. Evolusi temperatur HTF di setiap ketinggian termokopel dengan variasi debit aliran.....	37



Gambar 4.4. Evolusi temperatur PCM tiap kapsul.....	39
Gambar 4.5. Perolehan energi termal tiap ketinggian kapsul .....	41
Gambar 4.6. Evolusi temperatur PCM dengan variasi debit aliran.....	42

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik PCM yang digunakan pada sistem PATS .	15
Tabel 3.1. Sifat fisis air (Cengel, 2003)	17
Tabel 3.2. Sifat termofisik <i>paraffin wax</i> RT55 ( <i>Rubitherm</i> , 2020).	18
Tabel 3.3. Spesifikasi lampu pada <i>solar simulator</i>	19
Tabel 3.4. Spesifikasi kolektor surya (Wika)	20
Tabel 3.5. Spesifikasi Onset S-LIB-M003	21
Tabel 3.6. Spesifikasi AT4532 <i>multi-channel temperatur meter</i>	24
Tabel 3.7. Spesifikasi laptop	25
Tabel 3.8. Spesifikasi pompa	26
Tabel 3.9. Spesifikasi dimmer	27
Tabel 4.1. Hasil kalibrasi termokopel (Fatwaeni, 2021)	33
Tabel 4.2. Hasil percobaan rotameter (Fatwaeni, 2021)	35
Tabel 4.3. Kalibrasi rotameter	35
Tabel 4.4. Temperatur HTF awal dan akhir pada setiap lapisan	36
Tabel 4.5. Temperatur HTF awal dan akhir pada setiap lapisan	38
Tabel 4.6. Temperatur PCM awal dan akhir pada setiap kapsul	40
Tabel 4.7. Temperatur PCM awal dan akhir pada setiap kapsul	41
Tabel 4.8. Temperatur PCM awal dan akhir pada setiap kapsul	43

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Datasheet</i> PCM RT55.....	xx
Lampiran 2. Data rill temperatur HTF variasi 1 LPM .....	xxi
Lampiran 3. Data rill temperatur HTF variasi 2 LPM .....	xxix
Lampiran 4. Data rill temperatur HTF variasi 3 LPM .....	xxxvii
Lampiran 5. Data rill temperatur PCM variasi 1 LPM .....	xliv
Lampiran 6. Data rill temperatur PCM variasi 2 LPM .....	liii
Lampiran 7. Data rill temperatur PCM variasi 3 LPM .....	lxi