

**SKRIPSI**  
**KARAKTERISTIK STRATIFIKASI TERMAL PADA TANGKI PEMANAS**  
**AIR TENAGA SURYA BERISI *PARAFFIN WAX* DENGAN VARIASI**  
**POROSITAS TANGKI**

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



**UMY**  
UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA

Unggul & Islami

**Diajukan oleh:**

**DRESTA PRIATNA**

**20180130161**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**  
**2024**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi / Tugas Akhir berjudul “**Karakteristik Stratifikasi Termal Pada Tangki Pemanas Air Tenaga Surya Berisi *Paraffin Wax* Dengan Variasi Porositas Tangki**” 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, 7.11.2024



Dresta Priatna

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Penulis menyadari bahwa tersusunnya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik, 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 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 Thoharudin S.T., M.T., Ph.D. selaku pembimbing II yang telah membimbing dan membantu selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Ir. Wahyudi, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran pada ujian pendadaran Tugas Akhir.
5. Seluruh pegawai dan staff TU Prodi dan Fakultas di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Kakak tingkat tim riset SIBELA III, yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir ini.
7. Teman seperjuangan “Fandimas Gagah Pratama, Irfan Arfiyanto, Achmad Faruq Maulana, Dede Candra Priadi, Abdul Hamid Irman, dan Tim Sibela IV” yang telah membantu penulis dalam penelitian Tugas Akhir ini.
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>PERNYATAAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>ix</b>
<b>INTISARI.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
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 .....</b>	<b>6</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>6</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Energi matahari.....	8
2.2.2 Sistem Pemanas Air Tenaga Surya .....	9
2.2.3 <i>Thermal Energy Storage</i> .....	13
2.2.4 <i>Phase Change Material</i> .....	16
2.2.5 Stratifikasi Termal .....	17
2.2.6 <i>Solar Simulator</i> .....	18
2.2.7 Porositas Tangki .....	20
<b>BAB III.....</b>	<b>21</b>

<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1    Bahan Penelitian.....	21
3.2    Alat Penelitian .....	22
a.    Prosedur Pengujian .....	32
i.    Pengujian Porositas Tangki.....	32
ii.   Diagram Alir Penelitian .....	33
iii.  Langkah Pelaksanaan .....	34
b.    Pengumpulan data .....	35
c.    Olah Data dan Analisis .....	35
<b>BAB IV .....</b>	<b>36</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
4.1    Kalibrasi Rotameter .....	36
4.2    Evolusi Temperatur Rata-rata HTF.....	39
4.3    Evolusi Temperatur Rata-rata PCM .....	40
4.6    Evolusi Temperatur HTF tiap Lapisan.....	41
4.7    Perbedaan Temperatur Sisi Atas dan Bawah Tangki untuk Semua Variasi.....	42
4.8    Evolusi Bilangan Richardson.....	43
<b>BAB V.....</b>	<b>45</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>45</b>
5.1    Kesimpulan.....	45
5.2    Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Skema matahari .....	9
Gambar 2. 2. Sistem PATS .....	10
Gambar 2. 3. PATS sistem aktif (a) sistem aktif terbuka, (b) sistem aktif tertutup ..	11
Gambar 2. 4. Sistem <i>thermosyphon</i> dengan pemanas tambahan.....	12
Gambar 2. 5. <i>Sistem integrated collector storage</i> .....	13
Gambar 2. 6. Volume dari storage yang dibutuhkan sebagai penyimpan energi (1800 kWh).....	14
Gambar 2. 7. Diagram temperatur-waktu pemanasan suatu zat.....	15
Gambar 2. 8. <i>Solar simulator</i> skala besar untuk pengujian kolektor surya .....	19
Gambar 3. 1. <i>Parrafin wax RT55</i> .....	21
Gambar 3. 2. Skema alat penelitian PATS: (1) <i>Solar simulator</i> , (2) Kolektor surya, 22	
Gambar 3. 3. <i>Solar Simulator</i> .....	23
Gambar 3. 4. Kolektor surya] .....	24
Gambar 3. 5. Piranometer .....	25
Gambar 3. 6. Tangki TES.....	25
Gambar 3. 7. Rotameter air .....	26
Gambar 3. 8. Akuisisi data .....	26
Gambar 3. 9. Laptop .....	27
Gambar 3. 10. Termokopel tipe K .....	28
Gambar 3. 11. Pompa.....	29
Gambar 3. 12. Kapsul PCM .....	30
Gambar 3. 13. Rangkaian pipa .....	30
Gambar 3. 14. Dimmer pompa .....	31
Gambar 3. 15. <i>Volatage regulator</i> .....	31
Gambar 3. 16. Susunan kapsul PCM (a) 13 kapsul (b) 17 kapsul (c) 21 kapsul.....	32
Gambar 3. 17. Diagram alir penelitian.....	33

Gambar 4. 1. Sketsa letak termokopel di dalam tangki TES (a) tampak depan (b) tampak samping .....	38
Gambar 4. 2. Evolusi temperatur rata-rata HTF.....	39
Gambar 4. 3. Evolusi temperatur PCM.....	40
Gambar 4. 4. Evolusi temperatur HTF 3 LPM tiap lapisan .....	41
Gambar 4. 5. Perbedaan temperatur sisi atas dan temperatur sisi bawah tangki.....	43
Gambar 4. 6. Evolusi bilangan Richardson.....	43

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Karakteristik PCM yang digunakan pada sistem PATS .....	16
Tabel 3. 1. Spesifikasi <i>paraffin wax</i> jenis RT55 .....	22
Tabel 3. 2. Spesifikasi lampu <i>tungsten halogen</i> .....	23
Tabel 3. 3. Spesifikasi AT4532 <i>multi-channel temperature meter</i> .....	27
Tabel 3. 4. Spesifikasi laptop .....	28
Tabel 3. 5. Spesifikasi pompa.....	29
Tabel 3. 6. Spesifikasi dimmer pompa.....	31
Tabel 4. 1. Hasil percobaan rotameter .....	36
Tabel 4. 2. Kalibrasi rotameter .....	36
Tabel 4. 3. Hasil kalibrasi termokopel .....	37



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Datasheet PCM RT55.....	49
Lampiran 2 Data <i>riil</i> temperatur HTF variasi 21 kapsul.....	50
Lampiran 3 Data <i>riil</i> temperatur HTF variasi 17 kapsul.....	57
Lampiran 4 Data <i>riil</i> temperatur HTF variasi 13 kapsul.....	64
Lampiran 5 Data <i>riil</i> temperatur PCM variasi 21 kapsul.....	71
Lampiran 6 Data <i>riil</i> temperatur PCM variasi 17 kapsul.....	78
Lampiran 7 Data <i>riil</i> temperatur PCM variasi 13 kapsul.....	85