

**KARAKTERISTIK STRATIFIKASI TERMAL PADA TANGKI
PEMANAS AIR TENAGA SURYA TIPE AKTIF BERISI *PARAFFIN WAX*
DENGAN VARIASI DEBIT ALIRAN**

SKRIPSI

**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:

YAAFI HIDAYAT

20180130116

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

2022

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi / Tugas Akhir berjudul “**Karakteristik Stratifikasi Termal 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, 09 November 2022



Yaafi Hidayat

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini adalah bagian dari ibadah saya kepada Allah SWT karena kepada-Nya

kami menyembah dan kepada-Nya kami memohon pertolongan.

Sekaligus sebagai ungkapan terima kasih kepada orang tua saya

Bapak Syahrudin, Ibu Irmadiani, yang terus memotivasi saya dalam hidup saya

dan kedua abang saya Irbil Syah dan Irval Syah

atas semua dukungan dan bantuannya.

Serta seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

yang telah membimbing saya selama kuliah.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat, karunia serta hidayah yang telah diberikan. Sehingga, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Karakteristik Stratifikasi Termal 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. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini ini, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Untuk itu kritik dan saran yang sifatnya 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, 09 November 2022

Penulis



Yaafi Hidayat

20180130116

UCAPAN TERIMA KASIH

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 Tito Hadji Agung Santosa, S.T., M.T., selaku pembimbing II yang telah membimbing dan membantu selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Ir. Novi Caroko, S.T., M.Eng., 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 Karim Wijayanto, Hanifan Darmawan, Tegar Bagaskara, Aminuddin Fajru Haqqu dan Ardan Fachriza 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.

Yogyakarta, 09 November 2022



Yaafi Hidayat

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUL	i
SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	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

2.2.3. <i>Thermal Energy Storage</i>	13
2.2.4. <i>Phase Change Material</i>	14
2.2.5. Stratifikasi Termal	15
2.2.6. <i>Solar Simulator</i>	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1. Metode Penelitian	18
3.2. Skema Alat Penelitian	19
3.3. Komponen dan alat penelitian	20
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 Analisi Data	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Kalibrasi Rotameter	32
4.2. Kalibrasi Termokopel	33
4.3. Evolusi Temperatur Rata-rata HTF	34
4.4. Evolusi Temperatur Rata-rata PCM	35
4.5. Evolusi Temperatur HTF tiap Lapisan	36
4.6. Perbedaan Temperatur Sisi Atas dan Bawah Tangki untuk Semua Variasi	38
4.7. Evolusi Bilangan Richardson	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1. Kesimpulan	41
5.2. Saran	41

DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Skema struktur matahari.....	10
Gambar 2. 2. Klasifikasi sistem PATS.....	11
Gambar 2. 3. (a) PATS sistem aktif terbuka, (b) PATS sistem aktif tertutup.....	11
Gambar 2. 4. Sistem <i>thermosyphon</i> dengan pemanas tambahan	12
Gambar 2. 5. Sistem <i>integrated collector storage</i>	13
Gambar 2. 6. Volume dari <i>storage</i> yang dibutuhkan sebagai penyimpanan energi (1800 kWh)	13
Gambar 2. 7. <i>Solar simulator</i> skala besar untuk pengujian kolektor surya	17
Gambar 3. 1. <i>Paraffin wax</i> RT55	18
Gambar 3. 2. Skema alat penelitian	19
Gambar 3. 3. <i>Solar Simulator</i>	20
Gambar 3. 4. Kolektor Surya	21
Gambar 3. 5. Piranometer	22
Gambar 3. 6. Kapsul PCM	22
Gambar 3. 7. Termokopel tipe K	23
Gambar 3. 8. Tangki PATS	23
Gambar 3. 9. Pompa.....	24
Gambar 3. 10. Rotameter air	25
Gambar 3. 11. Akuisisi data	25
Gambar 3. 12. Laptop.....	26
Gambar 3. 13. Rangkaian pipa rucika kelen <i>green</i>	27
Gambar 3. 14. <i>Voltage regulator</i>	28
Gambar 3. 15. Dimmer pompa.....	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 (a) tampak depan (b) tampak samping	34
Gambar 4. 2. Evolusi temperatur rata-rata HTF	35
Gambar 4. 3. Evolusi temperatur PCM.....	36

Gambar 4. 4. Evolusi temperatur HTF 3 LPM tiap lapisan	37
Gambar 4. 5. Perbedaan temperatur sisi atas dan temperatur sisi bawah tangki ..	39
Gambar 4. 6. Evolusi bilangan Richardson.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Karakteristik PCM yang digunakan pada sistem PATS	15
Tabel 3. 1. Sifat fisis air (Cengel, 2003)	18
Tabel 3. 2. Spesifikasi <i>paraffin wax</i> jenis RT55 (Rubitherm, 2020)	18
Tabel 3. 3. Spesifikasi lampu tungsten halogen	20
Tabel 3. 4. Spesifikasi pompa	24
Tabel 3. 5. Spesifikasi AT4532 <i>multi-channel temperatur meter</i>	26
Tabel 3. 6. Spesifikasi laptop	26
Tabel 3. 7. Spesifikasi dimmer pompa	28
Tabel 4. 1. Hasil percobaan rotameter	32
Tabel 4. 2. Kalibrasi Rotameter	32
Tabel 4. 3. Hasil kalibrasi termokopel	33