

SKRIPSI

**ANALISIS BILANGAN STEFAN PADA TANGKI SISTEM PEMANAS AIR
TENAGA SURYA TIPE AKTIF BERISI *PARAFFIN WAX* DENGAN
VARIASI POROSITAS TANGKI**

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



Disusun oleh:

Irfan Arfiyanto

20180130154

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2023**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan sesungguhnya bahwa skripsi / tugas akhir berjudul **“Analisis Bilangan Stefan pada Tangki Sistem Pemanas Air Tenaga Surya Tipe Aktif 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, 8 Februari 2023



Irfan Arfiyanto

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah: 6)

“Jika kamu tidak sanggup menahan lelahnya belajar, maka kamu harus sanggup menahan perihnya kebodohan”

(Najwa Shihab)

“Kamu akan menghadapi banyak kekalahan dalam hidup, tetapi jangan biarkan hidupmu dikalahkan”

(Maya Angelo)

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 orang tua saya Bapak Salkuwat dan Ibu Nur Khikmah, yang terus memotivasi, membimbing saya dalam hidup saya, dan teman-teman Teknik Mesin UMY angkatan 2018 atas semua dukungan dan bantuannya.

Serta seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membimbing saya selama kuliah

Untuk Almamater saya tercinta, terima kasih telah mengizinkan saya untuk belajar tanpa henti selama masa studi S1.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Analisis Bilangan Stefan pada Tangki Sistem Pemanas Air Tenaga Surya Tipe Aktif Berisi *Paraffin Wax* dengan Variasi Porositas Tangki”

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

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.M., M.Eng.Sc., Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Dr. Muhammad Nadjib, S.T., M. Eng., selaku pembimbing I yang telah memberikan banyak ilmu dan waktu luangnya untuk memberi masukan dan inspirasi terkait penulisan Tugas Akhir ini.
3. Dr. Ir. Wahyudi, S.T., M.T, selaku pembimbing II yang telah membimbing dan membantu selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
4. Bapak Tito Hadji Agung Santoso, S.T., M.T, selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran pada ujian pendadaran Tugas Akhir.

5. Seluruh pegawai dan staf di lingkungan Fakultas Teknik dan Program Studi Teknik Mesin UMY.
6. Teman seperjuangan Karim Wijayanto, Fandimas Gagah Pratama, Achmad Faruq Maulana, Dede Chandra Priadi, Dresta Priatna, Abdul Hamid Irman yang telah membantu penulis dalam penelitian tugas akhir.
7. Teman-teman Tim Sibela IV yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.

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 sistem aktif

Yogyakarta, 8 Februari 2023

Penulis


Irfan Arfiyanto

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Landasan Teori	11
2.2.1. Energi Surya.....	11
2.2.2. Pemanas Air Tenaga Surya	12
2.2.3. <i>Thermal Energy Storage (TES)</i>	15
2.2.4. <i>Phase Change Material</i>	18
2.2.5. Bilangan Stefan	19
2.2.6. <i>Solar Simulator</i>	19

2.2.7. Porositas Tangki.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1. Bahan Penelitian.....	22
3.2. Alat Penelitian	23
3.3. Prosedur Pengujian.....	34
3.3.1. Pengujian Porositas Tangki	34
3.3.2. Diagram Alir Penelitian	38
3.3.4. Pengumpulan data.....	40
3.3.5. Olah data dan analisis	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1. Kalibrasi Rotameter.....	42
4.2. Kalibrasi Termokopel.....	42
4.3. Evolusi Temperatur Rata-rata HTF.....	45
4.4. Evolusi Temperatur Rata-rata PCM.....	46
4.5. Perbandingan Evolusi Temperatur Rata-rata HTF dan PCM.....	47
4.6. Pengaruh Porositas Tangki Terhadap Evolusi Rata-rata HTF	48
4.7. Evolusi Bilangan Stefan (<i>Ste</i>)	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1. Kesimpulan.....	51
5.2. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	xvi
LAMPIRAN.....	xix

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sistem PATS	13
Gambar 2.1. PATS sistem aktif.....	13
Gambar 2.3. Sistem <i>thermosyphon</i> dengan pemanas tambahan	14
Gambar 2.4. Sistem <i>integrated collector storage</i>	15
Gambar 2.5. Volume dari <i>storage</i> yang dibutuhkan untuk menyimpan energi	16
Gambar 2.6. Diagram temperatur-waktu pada perubahan fasa suatu zat.....	17
Gambar 2.7. Solar simulator skala besar untuk pengujian kolektor surya	20
Gambar 3.1. <i>Paraffin wax</i> RT55	23
Gambar 3.2. Skema alat penelitian PATS.....	24
Gambar 3.3. <i>Solar simulator</i>	25
Gambar 3.4. Kolektor surya	26
Gambar 3.5. Piranometer	27
Gambar 3.6. Tangki TES.....	27
Gambar 3.7. Rotameter air	28
Gambar 3.8. AT4532 <i>multi-channel temperature meter</i>	29
Gambar 3.9. Laptop.....	30
Gambar 3.10. Termokopel tipe K.....	31
Gambar 3.11. Pompa.....	32
Gambar 3.12. Kapsul PCM	32
Gambar 3.13. Rangkaian pipa <i>kelen green</i>	33
Gambar 3.14. <i>Dimmer</i> pompa	33
Gambar 3.15. <i>Volatage regulator</i>	34
Gambar 3.16. Susunan kapsul PCM.....	35
Gambar 3.17. Diagram alir penelitian.....	38
Gambar 4.1. Sketsa peletakan termokopel dalam tangki TES	44

Gambar 4.2. Evolusi temperatur rata-rata HTF.....	45
Gambar 4.3. Evolusi temperatur rata-rata PCM.....	46
Gambar 4.4. Perbandingan Evolusi Temperatur Rata-rata HTF dan PCM.....	47
Gambar 4.5. Evolusi temperatur rata-rata HTF.....	49
Gambar 4.6. Evolusi bilangan Stefan.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik PCM yang digunakan pada sistem PATS	18
Tabel 3.1. Sifat fisis air	22
Tabel 3.2. Spesifikasi <i>paraffin wax</i> jenis RT55	23
Tabel 3.3. Spesifikasi lampu <i>tungsten</i> halogen	25
Tabel 3.4. Spesifikasi kolektor surya	26
Tabel 3.5. Spesifikasi <i>AT4532 multi-channel temperature meter</i>	29
Tabel 3.6. Spesifikasi laptop	30
Tabel 3.7. Spesifikasi pompa	31
Tabel 3.8. Spesifikasi dimmer pompa.....	34
Tabel 4.1. Hasil percobaan rotameter.....	42
Tabel 4.2. Kalibrasi rotameter.....	42
Tabel 4.3. Hasil kalibrasi termokopel	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Datasheet</i> PCM RT55.....	xix
Lampiran 2. Data riil temperatur HTF variasi 13 Kapsul	xx
Lampiran 3. Data riil temperatur HTF variasi 17 kapsul	xxviii
Lampiran 4. Data riil temperatur HTF variasi 21 kapsul	xxxvi
Lampiran 5. Data temperatur riil PCM variasi 13 kapsul	xliv