

**ANALISIS EVOLUSI TEMPERATUR MATERIAL PENYIMPAN
ENERGI TERMAL PADA TANGKI PEMANAS AIR TENAGA SURYA
YANG BERBASIS *PHASE CHANGE MATERIAL***

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh :

WAHYU SETYAWAN

20150130177

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2019

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wahyu Setyawan

NIM : 20150130177

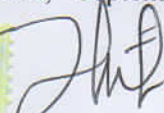
Jurusan : Teknik Mesin

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah asli hasil kerja saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya pendapat yang pernah ditulis atau di publikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, September 2019




Wahyu Setyawan
(20150130177)

MOTTO



“Jalani semua dengan bismillah, jangan panik”

“Jangan membenci siapapun, tidak peduli berapa banyak mereka bersalah padamu”

(Ali Bin Abi Thalib)

“Jangan menjelaskan tentang dirimu kepada siapapun, karena yang menyukaimu tidak butuh itu. Dan yang membencimu tidak percaya itu”

(Ali Bin Abi Thalib)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya yang tercinta,

Alm. Ayah Rasimin dan Ibu Warisah

Terimakasih atas segala doa dan pengorbanannya sehingga saya bisa menjadi seperti sekarang ini

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir atau Skripsi dengan judul **“Analisis Evolusi Temperatur Material Penyimpan Energi Termal Pada Tangki Pemanas Air Tenaga Surya Yang Berbasis *Phase Change Material*”** selesai pada waktunya dan terselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Pada penelitian ini teknologi yang digunakan adalah Pemanas Air Tenaga Surya. Pengujian yang dilakukan yaitu dengan menggunakan *solar simulator* sebagai pengganti panas matahari. Variabel yang digunakan adalah variasi *heat flux* 800 W/m², 1000 W/m² dan 1200 W/m², dengan debit 2 LPM selama proses *charging*. Hasil pada penelitian ini menunjukkan perilaku termal cukup baik, karena selama proses *charging* kurva mengalami kenaikan yang cukup stabil. Hal ini menunjukkan bahwa alat penukar kalor berperan baik dalam proses pemindah kalor.

Penulisan skripsi ini juga tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari semua pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari, masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan memberikan manfaat bagi penulis sendiri pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb.

Penulis

Wahyu Setyawan

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT Yang Maha Esa, penulis sangat menyadari bahwa penulisan awal hingga akhir skripsi ini telah banyak memperoleh bantuan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga proses penulisan ini insyallah dapat terselesaikan. Sehingga dalam kesempatan kali ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M. Eng., Sc., Ph.D. Selaku Ketua Program Studi, Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Muhammad Nadjib, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing proyek skripsi dari Prodi Teknik Mesin, yang telah banyak memberikan bantuan dari segi materil maupun pemikiran, pengarahan penjelasan, dan bimbingan selama penulisan tugas akhir hingga selesai ini.
3. Bapak Tito Hadji Agung S., ST,M. T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dalam penulisan, bimbingan, selama masa perkuliahan hingga penulisan tugas akhir ini.
4. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji pendadaran.
5. Kedua orang tua dan keluarga. Alm. Ayah Rasimin dan Ibu Warisah yang selalu memberikan dukungan dan doa sehingga menjadi motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir atau skripsi ini.
6. Yudha, Ryan, Elfat, Allen dan Aji teman satu kelompok tugas akhir yang selalu memberikan saran di saat mengerjakan laporan tugas akhir dari awal hingga selesai.
7. Setiawati Ika Putri sebagai ibu angkat dikampus yang support dan banyak memberikan informasi dalam menyelesaikan penulisan naskah tugas akhir.
8. Teman-teman satu kelas yang telah memberi saran baik dan semangat demi keberhasilan dalam penulisan tugas akhir ini.
9. Hafizhar, Sri, Rohmad dan Edrik teman kontrakan yang selalu support.

Semua pihak yang tidak dapat penulis sampaikan namanya satu per satu atas bantuan dalam penulisan tugas akhir ini.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Asumsi dan Batasaan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	4
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.1.1. Pemanas Air Tenaga Surya Sistem Aktif	4
2.1.2. <i>Solar Simulator</i> Sebagai Sumber Energi	5
2.1.3. PCM Sebagai <i>Thermal Energy Storage</i>	6
2.2. Landasan Teori	7
2.2.1. Energi Matahari	7
2.2.2. <i>Solar Simulator</i>	8
2.2.3. Sistem Pemanas Air Tenaga Surya	9
2.2.4. <i>Thermal Energy Storage</i>	11
2.2.5. <i>Phase Change Material</i>	12
2.2.6. Proses <i>Charging</i>	13
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1. Bahan Penelitian	14

3.2	Alat Penelitian	15
3.2.1	<i>Solar Simulator</i>	16
3.2.2	<i>Flat Plate Collector</i>	17
3.2.3	<i>Pyranometer</i>	18
3.2.4	Pompa.....	18
3.2.5	Tangki TES.....	19
3.2.6	Kapsul PCM	21
3.2.7	<i>Personal Computer</i>	21
3.2.8	<i>Data Logger</i>	22
3.2.9	<i>Voltage Regulator</i>	22
3.2.10	Rotameter	23
3.2.11	Termokopel.....	23
3.3	Prosedur Penelitian	24
3.3.1	Pengujian <i>Solar Simulator</i>	24
3.3.2	Diagram Alir Penelitian.....	24
3.3.3	Langkah Penelitian.....	27
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1.	Pengujian <i>Solar Simulator</i>	30
4.2.	Kalibrasi Termokopel	31
4.3.	Evolusi temperatur rata-rata HTF	31
4.4.	Evolusi Temperatur Rata-Rata PCM.	34
4.5.	Perbandingan Evolusi Temperatur Rata-Rata HTF Dan PCM.	37
BAB V	PENUTUP	40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	40
	DAFTAR PUSTAKA	41
	LAMPIRAN	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Skema PATS sistem aktif.....	1
Gambar 2. 1. Skema struktur matahari.....	8
Gambar 2. 2. Sistem PATS.....	9
Gambar 2. 3. PATS sistem aktif (a) Sistem terbuka, (b) Sistem tertutup.....	10
Gambar 2. 4. Sistem thermosyphon dengan pemanas tambahan.....	11
Gambar 2. 5. Skema temperatur pada sistem LHS proses <i>charging</i>	13
Gambar 3. 1. <i>Paraffin wax</i> RT52.....	15
Gambar 3. 2. Skema aliran alat.....	16
Gambar 3. 3. <i>Solar simulator</i>	17
Gambar 3. 4. <i>Flat plate collector</i>	17
Gambar 3. 5. <i>Pyranometer</i>	18
Gambar 3. 6. Pompa.....	18
Gambar 3. 7. Tangki TES.....	19
Gambar 3. 8. Kapsul PCM.....	21
Gambar 3. 9. <i>Personal computer</i>	21
Gambar 3. 10. <i>Data logger</i>	22
Gambar 3. 11. <i>Voltage regulator</i>	22
Gambar 3. 12. Rotameter.....	23
Gambar 3. 13. Termokopel tipe K.....	23
Gambar 3. 14. Penempatan titik <i>pyranometer</i>	24
Gambar 3. 15. Diagram alir penelitian.....	25
Gambar 3. 16. Diagram alir penelitian (lanjutan).....	26
Gambar 3. 17. Sketsa letak termokopel di dalam tangki TES dari.....	28
Gambar 4. 1. Evolusi temperatur HTF tiap-tiap termokopel.....	32
Gambar 4. 2. Evolusi temperatur pada termokopel.....	33
Gambar 4. 3. Evolusi temperatur rata-rata HTF <i>heat flux</i> 1200 W/m ²	34
Gambar 4. 4. Evolusi temperatur PCM masing-masing kapsul.....	35
Gambar 4. 5. Evolusi temperatur kapsul 12.....	36
Gambar 4. 6. Evolusi temperatur rata-rata PCM <i>heat flux</i> 1200 W/m ²	37
Gambar 4. 7. Evolusi temperatur rata-rata HTF dan PCM variasi <i>heat flux</i>	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Klasifikasi <i>Solar Simulator</i> Berdasarkan IEC 60904-9	9
Tabel 2. 2. Distribusi Radiasi Cahaya <i>Solar Simulator</i> Untuk Kondisi StandarAM1,5G..	9
Tabel 2. 3. Karakteristik PCM yang diinginkan pada PATS	12
Tabel 3. 1. <i>Properties</i> air.....	14
Tabel 3. 2. Detail <i>properties paraffin wax</i> RT52.....	15
Tabel 3. 3. Spesifikasi pompa.....	19
Tabel 3. 4. Detail spesifikasi pada tangki TES	20
Tabel 3. 5. Detail spesifikasi PC.....	22
Tabel 3. 6. Spesifikasi <i>voltage regulator</i>	23
Tabel 4. 1. Hasil pengujian <i>solar simulator</i>	30
Tabel 4. 2. Hasil kalibrasi termokopel	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data <i>Charging heat flux</i> 800 W/m ²	43
Lampiran 2. Data <i>Charging heat flux</i> 1000 W/m ²	45
Lampiran 3. Data <i>Charging heat flux</i> 1200 W/m ²	47