

SKRIPSI

**STUDI PROSES PEMANASAN MEDIA PENYIMPANAN KALOR
PADA TANGKI 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**



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun oleh:

ABDUL HAMID IRMAN

20180130162

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2023

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan sesungguhnya bahwa skripsi / tugas akhir berjudul **“Studi Proses Pemanasan Media Penyimpanan Kalor Pada Tangki 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, 10 Oktober 2023



Amid Iman
Amid Iman

MOTTO

إِنَّ رَبَّكَ لَبِالْمِرْصَادِ

“sesungguhnya Tuhanmu benar-benar mengawasi.”

(QS. Al Fajr. 16)

"aku berpikir maka aku ada".

(Descartes)

“Hidup untuk belajar, Tapi jangan lupa belajar untuk hidup”

(Abdul Hamid)

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 rasa terima kasih kepada Bapak Abdul Wafi dan Ibu Rofi'atul Adawiyah, yang terus memotivasi dalam hidup saya, dan beserta saudara dan kerabat saya atas semua dukungan dan bantuannya.

Seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ilmu kepada saya selama kuliah.

Almamater saya, terima kasih telah mengizinkan saya untuk belajar demi mewujudkan cita-cita saya.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya kepada penulis sehingga penelitian ini dapat berjalan lancar. *Alhamdulillah* *robbil'aalamiin*, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Studi Proses Pemanasan Media Penyimpanan Kalor Pada Tangki Pemanas Air Tenaga Surya Tipe Aktif Berisi *Paraffin Wax* Dengan Variasi Porositas Tangki**”.

Pemanas air tenaga surya merupakan teknologi yang menggunakan energi matahari untuk memanaskan air. Sistem PATS umumnya memakai air sebagai penunipmanan kalor sensibel (*sensibel heat storage*, SHS) karena memiliki sifat perpindahan kalor yang baik juga harga yang murah. SHS memiliki kelemahan densitas penyimpanan energi yang lemah dan dapat menimbulkan korosi juga kebocoran. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menangani terjadinya akumulasi dengan metode penambahan kapsul di dalam tangki.

Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan kapsul di dalam tangki dengan jumlah 13, 17, dan 21 kapsul. Pengujian ini untuk mendapatkan data perekaman temperatur HTF dan PCM selama proses *charging*. Data eksperimen diperoleh dari *software* HOB0 dan AT4532 *Multi-Channel Temperature Meter* mengetahui pengaruh perubahan porositas tangki terhadap kapasitas pengumpulan energi termal di dalam tangki.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan, bantuan, dan dukungan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan 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. Ir. 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 Dr. Ir. Novi Caroko, S.T., M.Eng., selaku pembimbing II yang telah

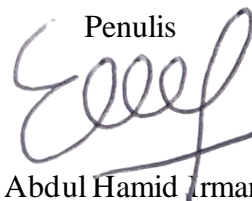
membimbing dan membantu selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

4. Seluruh pegawai dan staff TU Prodi dan Fakultas di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Kakak tingkat tim riset “Tim Sibela III”, yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir ini.
6. Teman seperjuangan “Fandimas Gagah Pratama, Irfan Arfiyanto (pak preim), Dresta Priatna, Dede Candra Priadi (vrindafan), alex (Faruq maulana), Karis Wijaya, Aminuddin dan Tim Sibela IV” yang telah membantu penulis dalam penelitian Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2018 dan pihak-pihak yang telah membantu dalam pembuatan Tugas Akhir yang tidak mungkin disebutkan satupersatu.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaannya di masa mendatang. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan menambah pustaka pengetahuan keteknikan pada khususnya.

Yogyakarta, 23 Juni 2023

Penulis



Abdul Hamid Jrman

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN	ii
MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
INTISARI	iv
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Masalah	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Landasan Teori	8
2.2.1. Energi Matahari.....	8
2.2.2. Sistem Pemanas Air Tenaga Surya	10
2.2.2.1 PATS Sistem Pasif	11
2.2.3. <i>Thermal Energy Storage</i>	12
2.2.3.1. <i>Sensible Heat Storage</i>	13

2.2.3.3. <i>Chemical Energy Storage</i>	14
2.2.4. <i>Phase Change Material</i>	14
2.2.6. <i>Solar Simulator</i>	15
2.2.7. Porositas Tangki.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1. Bahan Penelitian	18
3.2. Skema Alat Penelitian	19
3.3 Komponen dan Alat penelitian.....	20
3.4. Prosedur Penelitian	27
3.4.1. Pengujian Porositas Tangki.....	27
3.4.2. Diagram Alir Penelitian	28
3.4.3. Langkah Pelaksanaan	31
3.4.4. Pengumpulan Data	31
3.4.5. Olah Data dan Analisis Data.....	31
3.5. Kesulitan Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Kalibrasi Rotameter.....	33
4.2 Kalibrasi Termokopel	34
4.3 Temperatur rata-rata HTF.....	36
4.4 Evolusi Temperatur HTF Tiap Layer	37
4.5 Temperatur rata rata PCM	39
4.6 Pengaruh Posisi Kapsul Terhadap Energi Termal.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Kritik dan Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	xvi
LAMPIRAN	xiv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema struktur matahari.....	9
Gambar 2. 2 Sistem PATS	10
Gambar 2. 3 PATS sistem aktif.....	11
Gambar 2. 4 Sistem <i>thermosyphon</i> dengan pemanas tambahan	12
Gambar 2. 5 Sistem <i>integrated collector storage</i>	12
Gambar 2. 6 Volume dari storage yang dibutuhkan sebagai penyimpan energi....	13
Gambar 2. 7 Solar simulator skala besar untuk pengujian kolektor surya.....	16
Gambar 3. 1 <i>Paraffin wax</i> RT55	18
Gambar 3. 2 Skema alat penelitian PATS	19
Gambar 3. 3 <i>Solar simulator</i>	20
Gambar 3. 4 Kolektor.....	21
Gambar 3. 5 Piranometer	21
Gambar 3. 6 Tangki PATS	22
Gambar 3. 7 Rotameter air	22
Gambar 3. 8 Akuisisi data.....	23
Gambar 3. 9 Laptop Tabel.....	24
Gambar 3. 10. Termokopel tipe K.....	24
Gambar 3. 11 Pompa	25
Gambar 3. 12 Kapsul PCM	26
Gambar 3. 13 Rangkaian pipa rucika JIS	26
Gambar 3. 14 Dimmer pompa	27
Gambar 3. 15 <i>Volatage regulator</i>	27
Gambar 3. 16 Susunan kapsul PCM.....	28

Gambar 3. 17 Diagram alir penelitian	29
Gambar 3. 18 Diagram alir penelitian (lanjutan)	30
Gambar 4. 1 Kalibrasi rotameter	34
Gambar 4. 2 Sketsa letak termokopel di dalam tangki TES	35
Gambar 4. 3 Evolusi temperatur HTF di setiap ketinggian termokopel	36
Gambar 4. 4 Evolusi temperatur HTF di setiap ketinggian termokopel dengan variasi porositas tangki.....	37
Gambar 4. 5 Evolusi temperatur PCM tiap kapsul.....	40
Gambar 4. 6 Evolusi temperatur PCM dengan variasi porositas tangka.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik PCM yang digunakan pada sistem PATS	15
Tabel 3. 1 Sifat fisis air	18
Tabel 3. 2 Spesifikasi paraffin wax jenis RT55	19
Tabel 3. 3 Spesifikasi lampu tungsten halogen	20
Tabel 3. 4 Spesifikasi AT4532 multi-channel temperature meter	23
Tabel 3. 5 Spesifikasi laptop	24
Tabel 3. 6 Spesifikasi pompa	25
Tabel 3. 7 Spesifikasi dimmer pompa	27
Tabel 4. 1 Pengujian kalibrasi rotameter.....	33
Tabel 4. 2 Hasil kalibrasi termokopel	34
Tabel 4. 3 Temperatur HTF awal dan akhir pada setiap lapisan	36
Tabel 4. 4 Temperatur HTF awal dan akhir pada setiap lapisan	38
Tabel 4. 5 Temperatur PCM awal dan akhir pada kapsul 17	40
Tabel 4. 6 temperatur PCM awal dan akhir pada setiap kapsul.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Datasheet</i> PCM RT55	xix
Lampiran 2. Data <i>riil</i> temperatur HTF variasi 21 kapsul	xx
Lampiran 3. Data <i>riil</i> temperatur HTF variasi 17 kapsul	xxvii
Lampiran 4. Data <i>riil</i> temperatur HTF variasi 13 kapsul	xxxiv
Lampiran 5. Data <i>riil</i> temperatur PCM variasi 21 kapsul	xli
Lampiran 6. Data <i>riil</i> temperatur PCM variasi 17 kapsul	xlviii
Lampiran 7. Data <i>riil</i> temperatur PCM variasi 13 kapsul	lv