

SKRIPSI

**PENGARUH DEBIT AIR DAN *HEAT FLUX* TERHADAP EFISIENSI
PENGUMPULAN ENERGI TERMAL KUMULATIF PADA TANGKI PEMANAS
AIR TENAGA SURYA TIPE AKTIF YANG BERISI *PARAFFIN WAX***

Diajukan Sebagai Salah Satu 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:

HILAL MUFTHI AZIS

20190130124

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

2024

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi / tugas akhir berjudul “**Pengaruh Debit Air Dan *Heat Flux* Terhadap Efisiensi Pengumpulan Energi Termal Kumulatif Pada Tangki Pemanas Air Tenaga Surya Tipe Aktif Yang Berisi *Paraffin, Wax***” 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, 1 Januari 2024

Penulis



Hilal Mufthi Azis

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan, tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”

(QS. Al-Insyirah,6-8)

“Semuanya bisa kamu kuasai, kalau kamu mau belajar”

(Azis/Bapak)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini merupakan wujud pengabdian saya kepada Allah SWT, karena kepada-Nya lah kami beribadah dan memohon pertolongan-Nya. Tidak lupa, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Azis Yulianto dan Ibu Suraningsih atas dorongan dan motivasi yang mereka berikan dalam kehidupan saya. Serta kepada adik saya, Hisam Mahasin Azis, atas segala dukungan dan bantuan yang diberikan.

Saya juga ingin menyampaikan penghargaan kepada semua dosen di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan bimbingan kepada saya selama masa kuliah.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil'aalamiin, Segala puji bagi Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan penelitian yang berjudul **“Pengaruh Debit Air Dan *Heat Flux* Terhadap Efisiensi Pengumpulan Energi Termal Kumulatif Pada Tangki Pemanas Air Tenaga Surya Tipe Aktif Yang Berisi *Paraffin Wax*”**. Penulis dengan penuh rasa syukur berhasil menyelesaikan tugas akhir ini, yang merupakan syarat penting untuk memperoleh gelar sarjana dalam Program Studi S-1 Teknik Mesin di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini belum sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk meningkatkan kualitasnya. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis, pembaca, dan menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

Yogyakarta, 1 Januari 2024
Penulis



Hilal Mufthi Azis

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini:

1. Kepada Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M. Eng. Sc., Ph.D, sebagai Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Nadjib, S.T., M.Eng, sebagai pembimbing I, yang telah memberikan waktunya dan banyak ilmu untuk memberikan masukan terkait penulisan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Thoharudin, S.T., M.T., Ph.D sebagai pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan dukungan selama proses penulisan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Ir. Sudarja, M.T., IPM sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran pada ujian pendadaran Tugas Akhir.
5. Seluruh pegawai dan staf TU di Program Studi dan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Tim riset Sibela IV yang telah membantu dalam penelitian Tugas Akhir ini.
7. Teman seangkatan dan Tim Sibela VI yang turut membantu dalam penelitian Tugas Akhir.
8. Keluarga besar Motekar 9 yang senantiasa memberikan semangat kepada penulis.
9. Teman-teman angkatan 2019 Teknik Mesin dan semua pihak yang turut membantu pembuatan Tugas Akhir.

Penulis berharap agar Allah SWT membalas segala kebaikan dan jasa-jasa mereka dengan rahmat dan kebaikan yang terbaik dari-Nya. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi untuk kemajuan teknologi, khususnya dalam pengembangan teknologi pemanas air tenaga surya.

Yogyakarta, 1 Januari 2024
Penulis



Hilal Mufthi Azis

DAFTAR ISI

HALAMAN MUKA	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
UCAPAN TERIMAKASIH	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori	8
2.2.1. Energi Surya.....	8
2.2.2. Sistem Pemanas Air Tenaga Surya.....	10
2.2.3. PATS Sistem Pasif.....	11
2.2.4. <i>Thermal Energy Storage</i> (TES).....	12
2.2.5. <i>Phase Change Material</i> (PCM)	14
2.2.6. <i>Solar Simulator</i>	15
2.2.7. Penyimpanan Kalor Sesaat.....	16
2.2.8. Efisiensi Pengumpulan Energi Termal Kumulatif	17

BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1. Bahan Penelitian	18
3.1.1. Air	18
3.1.2. <i>Paraffin wax</i>	18
3.2. Skema Alat Penelitian	19
3.3. Komponen dan Alat Penelitian	20
3.3.1. Solar Simulator	20
3.3.2. Kolektor Surya	21
3.3.3. Piranometer	22
3.3.4. Kapsul PCM	23
3.3.5. Tangki TES	24
3.3.6. Termokopel	25
3.3.7. Akuisisi data	25
3.3.8. Laptop	26
3.3.9. Rotameter air	27
3.3.10. Pompa	28
3.3.11. Dimmer Pompa	29
3.3.12. Rangkaian Pipa	31
3.3.13. <i>Voltage Regulator</i>	32
3.4. Prosedur Penelitian	33
3.4.2. Diagram alir penelitian	33
3.4.3. Langkah pelaksanaan	35
3.4.4. Pengumpulan data	35
3.4.5. Olah data dan Analisis data	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1. Kalibrasi Rotameter	36
4.2. Kalibrasi Termokopel	37
4.3. Evolusi Temperatur Rata-Rata PCM dan HTF	39
4.4. Evolusi Perbedaan Temperatur HTF <i>Input</i> dan <i>Output</i> dari Tangki	41
4.5. Penyimpanan Kalor Sesaat	43
4.6. Efisiensi Pengumpulan Energi Termal Kumulatif	45

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1. Kesimpulan	48
5.2. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema struktur matahari.....	9
Gambar 2.2. Klasifikasi sistem PATS	10
Gambar 2.3. PATS sistem aktif	11
Gambar 2.4. PATS sistem pasif.....	12
Gambar 2.5. Volume storage yang dibutuhkan sebagai penyimpan energi.....	13
Gambar 2.6. Solar simulator skala besar untuk pengujian panel surya	16
Gambar 3.1. <i>Paraffin wax</i> RT55	19
Gambar 3.2. Skema alat penelitian	20
Gambar 3.3. <i>Solar simulator</i>	21
Gambar 3.4. Kolektor.....	22
Gambar 3.5. Piranometer	23
Gambar 3.6. Kapsul PCM.....	24
Gambar 3.7. Tangki TES.....	24
Gambar 3.8. Termokopel tipe K.....	25
Gambar 3.9. Akuisisi data	26
Gambar 3.10. Laptop.....	27
Gambar 3.11. Rotameter air	28
Gambar 3.12. Pompa.....	29
Gambar 3.13. Dimmer pompa.....	30
Gambar 3.14. Rangkaian pipa Rucika Kelen Green	31
Gambar 3.15. <i>Voltage regulator</i>	32
Gambar 3.16. Diagram alir penelitian.....	33
Gambar 4.1. Sketsa letak termokopel di dalam tangki TES.	38
Gambar 4.2. Evolusi temperatur rata-rata PCM dan HTF.	40
Gambar 4.3. Evolusi perbedaan temperatur <i>Input</i> dan <i>Output</i> Tangki pada proses <i>charging</i> dengan variasi debit aliran 4 LPM.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.4. Perolehan kalor sesaat dengan variasi debit air dan <i>heat flux</i>	44
Gambar 4.5. Efisiensi pengumpulan energi termal di dalam tangki dengan variasi debit air dan <i>heat flux</i>	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik PCM yang digunakan pada sistem PATS	15
Tabel 3.1. Sifat Fisis Air.....	18
Tabel 3.2. Sifat termofisik <i>paraffin wax</i> RT55.....	19
Tabel 3.3. Spesifikasi lampu pada <i>solar simulator</i>	21
Tabel 3.4. Spesifikasi kolektor	22
Tabel 3.5. Spesifikasi AT4532 <i>multi-channel temperature</i> meter	26
Tabel 3.6. Spesifikasi laptop	27
Tabel 3.7. Spesifikasi rotameter air FL46303	28
Tabel 3.8. Spesifikasi pompa	29
Tabel 3.9. Spesifikasi dimmer	30
Tabel 4.1. Data kalibrasi rotameter	36
Tabel 4.2. Kalibrasi rotameter	37
Tabel 4.3. Data kalibrasi termokopel	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data <i>sheet</i> PCM RT55	53
Lampiran 2. Data riil temperatur <i>input</i> dan <i>output</i> variasi debit 2 LPM dengan <i>heat flux</i> 800 W/m ²	54
Lampiran 3. Data riil temperatur <i>input</i> dan <i>output</i> variasi debit 3 LPM dengan <i>heat flux</i> 800 W/m ²	63
Lampiran 4. Data riil temperatur <i>input</i> dan <i>output</i> variasi debit 4 LPM dengan <i>heat flux</i> 800 W/m ²	72
Lampiran 5. Data riil temperatur <i>input</i> dan <i>output</i> variasi debit 2 LPM dengan <i>heat flux</i> 1000 W/m ²	80
Lampiran 6. Data riil temperatur <i>input</i> dan <i>output</i> variasi debit 3 LPM dengan <i>heat flux</i> 1000 W/m ²	89
Lampiran 7. Data riil temperatur <i>input</i> dan <i>output</i> variasi debit 4 LPM dengan <i>heat flux</i> 1000 W/m ²	98
Lampiran 8. Data riil temperatur <i>input</i> dan <i>output</i> variasi debit 2 LPM dengan <i>heat flux</i> 1200 W/m ²	107
Lampiran 9. Data riil temperatur <i>input</i> dan <i>output</i> variasi debit 3 LPM dengan <i>heat flux</i> 1200 W/m ²	116
Lampiran 10. Data riil temperatur <i>input</i> dan <i>output</i> variasi debit 4 LPM dengan <i>heat flux</i> 1200 W/m ²	125