

SKRIPSI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN TANGKI *THERMAL ENERGY STORAGE* PADA ALAT UJI SIMULASI PEMANAS AIR ENERGI SURYA

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Disusun oleh :

MUHAMMAD AVITA ROISY SHOFA
20150130012

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2019**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Avita Roisy Shofa
Nomor Induk Mahasiswa : 20150130012
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Penelitian : Perancangan Dan Pembuatan Tangki *Thermal Energy Storage* Pada Alat Uji Simulasi Pemanas Air Energy Surya

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau terdapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumber dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 25 September 2019



Muhammad Avita Roisy Shofa

MOTTO

“Pitek Cilik Pitek Cino, Sitik-Sitik Dilakoni Tapi Sabendino”

“Harus selalu konsisten dalam menekuni suatu disiplin ilmu yang anda pelajari. Karena dengan konsisten, anda bisa seperti saya”

(B.J. HABIBI)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan anugrah dari-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Perancangan dan pembuatan tengki *Thermal Energy Storage* pada alat uji simulasi pemanas air tenaga surya”. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan besar kita, Nabi Muhammad SAW yang telah menunjukkan kepada kita semua jalan yang lurus berupa ajaran agama islam yang sempurna dan menjadi anugrah terbesar bagi seluruh alam semesta.

Penulis sangat bersyukur karena dapat menyelesaikan tugas akhir yang menjadi syarat untuk mencapai derajat Strata-1 pada Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Disamping itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama pembuatan tugas akhir ini berlangsung sehingga dapat terealisasikan tugas akhir ini.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Penulis mengharapkan kritik dan saran terhadap tugas akhir ini Agar kedepannya dapat penulis perbaiki. Karena penulis sadar, tugas akhir yang penulis buat ini masih banyak terdapat kekurangannya.

Yogyakarta, 25 September 2019

Muhammad Avita Roisy Shofa
20150130012

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
MOTTO.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Asumsi dan Batasan Masalah.....	2
1.3.1 Asumsi.....	2
1.3.2 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Perancangan.....	3
1.5 Manfaat Masalah.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1 Penggunaan PCM pada PAT.....	4
2.1.2 Paraffin sebagai PCM.....	6
2.1.3 Macroencapsulation PCM.....	8
2.1.4 Stratifikasi termal pada tangki PATS.....	9
2.2 Dasar Teori.....	11
2.2.1 Definisi Solar Water Heater (SWH) / Pemanas Air Tenaga Surya.....	11
2.2.2 Solar Water Heater (SWH) / Pemanas Air Tenaga Surya Aktif.....	12
2.2.3 Solar Water Heater (SWH) / Pemanas Air Tenaga Surya Pasif.....	13
2.2.4 Definisi Tangki TES (Thermal Energy Storage).....	14
2.2.5 Sensible Heat Storage.....	15
2.2.6 Latent Heat Storage.....	16

2.2.7 Thermo-Chemical Storage.....	17
2.2.8 Phase Change Material.....	17
2.2.9 Charging dan Discharging.....	19
2.2.10 Perancangan Tangki.....	20
2.2.11 <i>Phase Change Material</i>	22
2.2.12 Peningkatan Laju Transfer Kalor pada <i>Laten Heat Storage (LSH)</i> ..	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Alat Perancangan.....	25
3.2 Applent Temperature Data LoggerAT 4532.....	26
3.3 DC Power Supply.....	28
3.4 Voltage Regulator.....	28
3.5 Multimeter.....	29
3.6 Amperemeter.....	30
3.8 Diagram Alir Perancangan.....	33
BAB IV PEMBAHASAN.....	35
4.1 Pengukuran Intensitas Sinar Matahari.....	35
4.1.1 Data Pengukuran Intensitas Cahaya Sinar Matahari.....	36
4.2 Penentuan Daya Heater.....	38
4.3 Menentukan Volume Tangki dan Rotameter Discharging.....	39
4.3.1 Menentukan Volume Tangki.....	39
4.3.2 Menentukan Rotameter Discharging.....	40
4.4 Menentukan Rotameter Charging.....	40
4.5 Menentukan Jumlah Kapsul di dalam Tangki.....	40
4.6 Kalibrasi Termokopel dan Rotameter.....	41
4.6.1 Kalibrasi Termokopel.....	41
4.6.2 Kalibrasi Rotameter.....	43
4.7 Pembuatan Campuran Paraffin Wax + Serbuk CU.....	46
4.8 Pengisian Cairan Paraffin Wax pada Kapsul PCM.....	47
4.9 Pengujian Kebocoran Pipa Kapsul.....	48
4.10 Pembuatan Alat Uji.....	49
4.12 Uji Kebocoran pada Tangki.....	52

4.13 Pengujian Awal Charging.....	53
4.13.1 Evolusi Suhu pada Variasi 227 Volt kapsul berisi <i>Paraffin Wax</i>	53
4.13.2 Energi Kumulatif.....	58
4.14 Pengujian Awal Discharging.....	59
4.14.1 Laju Pelepasan Kalor pada Variasi 2,5 LPM kapsul <i>Paraffin Wax</i> ...59	
a. Evolusi Suhu Arah Aksial.....	60
b. Evolusi Suhu Arah Vertikal.....	62
c. Evolusi Suhu Arah Horizontal.....	64
4.14.2 Grafik Energi Kumulatif 2,5 LPM.....	65
BAB V PENUTUP.....	68
5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	70
UCAPAN TERIMA KASIH.....	72
LAMPIRAN.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem PATS.....	11
Gambar 2.2 PATS sistem aktif, (a) sistem terbuka, (b) sistem tertutup.....	12
Gambar 2.3 Sistem <i>thermosipon</i> dengan pemanas tambahan.....	14
Gambar 2.4 Grafik temperature - waktu pada pemanasan suatu zat.....	16
Gambar 2.5 Klasifikasi <i>phase change material</i> (PCM).....	19
Gambar 2.6 Skema temperatur pada sistem LHS.....	20
Gambar 2.7 Lapisan Isolasi.....	21
Gambar 2.8 Immersion heater.....	22
Gambar 2.9 Multitubs.....	23
Gambar 3.1 Laptop.....	25
Gambar 3.2 Data Logger AT 4532.....	26
Gambar 3.3 DC power supply.....	28
Gambar 3.4 Voltage Regulator.....	29
Gambar 3.5 Multimeter.....	30
Gambar 3.6 Amperemeter.....	30
Gambar 3.7 Pompa DC 12 V.....	32
Gambar 4.1 <i>Solar Power Meter</i>	35
Gambar 4.2 Susunan kapsul didalam tangki.....	40
Gambar 4.3 Tube Sheet.....	41
Gambar 4.4 Gambar penampang termokopel.....	42
Gambar 4.5 Grafik kalibrasi rotameter 3 LPM.....	45
Gambar 4.6 Timbangan.....	46
Gambar 4.7 Hot plate magnetic steel.....	46
Gambar 4.8 Tangki utama 60 liter.....	50
Gambar 4.9 Tutup Tangki.....	50
Gambar 4.10 Pipa Kapsul.....	51
Gambar 4.11 Penyangga PCM dalam tangki.....	51
Gambar 4.12 Hasil Perancangan.....	52
Gambar 4.13 Evolusi Suhu PCM Arah Vertikal.....	53
Gambar 4.14 Evolusi Suhu Air Arah Vertikal.....	54

Gambar 4.15 Evolusi Suhu PCM Arah Horizontal.....	55
Gambar 4.16 Evolusi Suhu Air Arah Horizontal.....	56
Gambar 4.17 Evolusi Suhu PCM Arah Aksial.....	57
Gambar 4.18 Evolusi Suhu Air Arah Aksial.....	58
Gambar 4.19 Grafik Energi Kumulatif Variasi 227 Volt.....	59
Gambar 4.20 Evolusi Suhu <i>Paraffin Wax</i> Arah Aksial.....	60
Gambar 4.21 Evolusi Suhu Air Arah Aksial.....	61
Gambar 4.22 Evolusi Suhu <i>Paraffin Wax</i> Arah Vertikal.....	62
Gambar 4.23 Evolusi Suhu Air Arah Vertikal.....	63
Gambar 4.24 Evolusi Suhu <i>Paraffin Wax</i> Arah Horizontal.....	64
Gambar 4.25 Evolusi Suhu Air Arah Horizontal.....	65
Gambar 4.26 Grafik Energi Kumulatif.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik material <i>phase change material</i> (PCM).....	18
Tabel 2.2 Bahan dan sifat isolasi.....	21
Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat Laptop.....	25
Tabel 3.2 Spesifikasi Applent Temperature Data Logger AT 4532.....	27
Tabel 3.3 Spesifikasi DC Power Supply.....	28
Tabel 3.4 Spesifikasi voltase regulator.....	29
Tabel 3.5 Spesifikasi amperemeter.....	31
Tabel 3.6 Spesifikasi pompa DC 12 V.....	32
Tabel 4.1Kebutuhan air per orang per hari.....	39
Tabel 4.2Kalibrasi Termokopel.....	42
Tabel 4.3 Hasil kalibrasi rotameter.....	43
Tabel 4.4 Hasil kalibrasi rotameter 3 LPM.....	45
Tabel 4.5 Campuran paraffin wax dan CU.....	47
Tabel 4.6 Energi Kumulatif 2,5 LPM.....	66