

SKRIPSI

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UJI UNJUK KERJA
TERMAL PEMANAS AIR TENAGA SURYA *THERMOSYPHON*
KAPASITAS 60 LITER YANG MELIBATKAN PCM**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Oleh :

MANTEP PANGESTU
(20120130187)

**PROGAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2017

PERNYATAAN

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 manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya di bagian naskah dan daftar pustaka tugas akhir ini.

Yogyakarta, ... Juni 2017

Mantep Pangestu

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis haturkan kepada Allah S.W.T. karena limpahan rahmat serta anugerah darinya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk Tugas Akhir Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan judul “Perancangan dan Pembuatan Alat Uji Unjuk Kerja Termal Pemanas Air Tenaga Surya *Thermosyphon* Kapasitas 60 Liter yang Melibatkan PCM”.

Adapun penyusunan Tugas Akhir ini dengan maksud untuk mengembangkan teknologi pemanas air tenaga surya dalam aspek penyimpanan energi termal yang diperbesar dengan menggunakan metode yang tepat. Besar harapan penulis bahwa penelitian ini dapat berkelanjutan sehingga suatu saat menjadi produk yang bermanfaat.

Penulis menyadari bahwa tersusunnya Tugas Akhir ini juga tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, saran dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Muhammad Nadjib, S.T., M. Eng., selaku pembimbing utama yang telah memberikan waktu luangnya untuk memberi masukan dan inspirasi terkait penulisan Tugas Akhir ini.
2. Tito Hadji Agung Santoso, S.T., M.T., selaku pembimbing kedua yang telah membimbing dan membantu selama proses pengerjaan Tugas akhir.
3. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M. Eng. Sc., Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Seluruh pegawai dan staff TU Prodi, Jurusan, dan Fakultas di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Ayah, Ibu, beserta seluruh Keluarga yang telah memberikan banyak doa dan dukungan moral, maupun materil selama penulis menempuh kuliah di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Teman seperjuangan ”Bangkit, Rasyid, Imam D.S., Iqbal, Arwan, Abdi, Imam R” yang telah banyak membantu penulis dalam penelitian tugas akhir.
7. Sahabat-sahabat “Raja, Alan, Yanuar, Robby, Aldi,” yang selalu setia menemani selama di Kota Yogyakarta ini.
8. Pihak-pihak yang telah membantu pembuatan tugas akhir yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

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.

Yogyakarta, 21 Desember 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
INTISARI	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xix

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah	3
1.3.1. Asumsi	3
1.3.2. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Perancangan	3
1.5. Manfaat Perancangan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.1.1. Perancangan PATS	5
2.1.2. Kolektor Surya sebagai Alat Penyerapan Energi Matahari	6

2.1.3. Pemakaian PCM pada PATS	6
2.2. Landasan Teori	9
2.2.1. Densitas Energi	9
2.2.2. Energi Matahari	9
2.2.3. Radiasi Energi Matahari	11
2.2.4. Pemanfaatan Energi Matahari	11
2.2.5. Kolektor Surya Plat Datar	12
2.2.6. Jenis Kolektor Surya	15
2.2.6.1. Kolektor Pelat Datar	15
2.2.6.2. <i>Concentrating Collector</i>	17
2.2.6.3. <i>Evacuated Tube Collector</i>	17
2.2.7. Klasifikasi Kolektor Surya	18
2.2.8. Sistem Pemanas Air Tenaga Surya	19
2.2.8.1. Sistem Aktif	19
2.2.8.2. Sistem Pasif	19
2.2.9. Pipa Sistem PATS	20

BAB III METODE PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Diagram Alir Perancangan dan Pembuatan	22
3.2. Perancangan dan Pembuatan	23
3.3. Perakitan Alat	25
3.4. Uji Coba Alat	25
3.4.1. Uji Coba Aliran Thermosyphon	25
3.4.2. Uji Coba Unjuk Kerja PATS	25

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan Alat Uji Sistem PATS	27
4.2. Hasil Pembuatan dan Perancangan	42
4.3. Uji Coba Alat Sistem PATS yang Melibatkan PCM	44
4.3.1. Kondisi Lingkungan	45
4.3.2. Proses <i>Charging</i>	45
4.3.3. Proses <i>Discharging</i>	47

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan 49

5.2. Saran 49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DATAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mekanisme radiasi matahari di bumi.....	9
Gambar 2.2. Sinar matahari yang dipantulkan dan diserap.....	10
Gambar 2.3. Bagian kolektor surya plat datar.....	13
Gambar 2.4. Kolektor surya plat datar.....	16
Gambar 2.5. Konsentrator dengan 2 jenis tipe yang berbeda.....	17
Gambar 2.6. Evacuated receiver.....	18
Gambar 2.7. PATS sistem aktif-langsung dan aktif-tidak langsung.....	19
Gambar 2.8. Sistem thermosyphon.....	20
Gambar 2.9. Pipa tembaga.....	21
Gambar 3.1. Diagram alir perancangan dan pembuatan alat.....	22
Gambar 4.1. Skema tangki berkapasitas 60 liter.....	28
Gambar 4.2. Kolektor matahari.....	29
Gambar 4.3. Hasil desain rangka kolektor.....	30
Gambar 4.4. Hasil desain rangka tangki.....	31
Gambar 4.5. Gambar Teknik PATS system.....	32
Gambar 4.6. Gambar Teknik 2 PATS system	33
Gambar 4.7. Susunan kapsul PCM di dalam tangki.....	34
Gambar 4.8. Penyangga kapsul pada tangki TES.....	35
Gambar 4.9. Sensor temperatur udara luar.....	35
Gambar 4.10. Piranometer.....	36
Gambar 4.11. Rotameter air dingin.....	36
Gambar 4.12. Skema letak termokopel di dalam tangki TES (tampak samping).....	38
Gambar 4.13. Skema letak termokopel di dalam tangki TES (tampak depan).....	38
Gambar 4.14. Data logger termokopel.....	39
Gambar 4.15. Data logger radiasi.....	40
Gambar 4.16. Glasswol	41

Gambar 4.17. Desain 3D sistem PATS	42
Gambar 4.18. Skema alat perancangan.....	43
Gambar 4.19. Alat sistem PATS berbasis PCM.....	44
Gambar 4.20. Intesitas radiasi matahari dan temperatur udara luar selama Proses charging pada uji coba discharging kontinyu.....	45
Gambar 4.21. Evolusi temperatur HTF pada proses charging dengan percobaan uji coba discharging kontinyu.....	46
Gambar 4.22. Evolusi temperatur PCM pada proses charging dengan percobaan uji coba discharging kontinyu.....	46
Gambar 4.23. Evolusi temperatur HTF selama proses discharging Kontinyu.....	47
Gambar 4.24. Evolusi temperatur PCM selama proses discharging Kontinyu.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Rangkuman Tinjauan Pustaka	8
Tabel 2.2. Pemanfaatan panas matahari untuk industri.....	12
Tabel 4.1. Tegangan ijin baja karbon.....	27
Tabel 4.2. Konduktivitas termal.....	28
Tabel 4.3. Spesifikasi temperatur udara.....	35
Tabel 4.4. Spesifikasi piranometer.....	36
Tabel 4.5. Spesifikasi rotameter air dingin.....	37
Tabel 4.6. Kalibrasi termokopel.....	37
Tabel 4.7. Spesifikasi data logger.....	39
Tabel 4.8. Spesifikasi data logger radiasi.....	40
Tabel 4.9. Data uji coba pendahuluan.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Temperatur Rill HTF	53
Lampiran 2. Temperatur Rill PCM	55
Lampiran 3. Intensitas Radiasi	57
Lampiran 4. Hasil perhitungan energi tersimpan selama proses <i>charging</i>	59
Lampiran 5. Temperatur riil HTF di dalam tangki selama proses <i>discharging</i> .	61
Lampiran 6. Temperatur riil PCM selama proses <i>discharging</i>	62
Lampiran 7. Hasil perhitungan energi ekstraksi selama proses <i>discharging</i> ..	63