

**RANCANG BANGUN *SOLAR SIMULATOR* UNTUK PEMANAS
AIR TENAGA SURYA**

Skripsi

**Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjan Teknik
Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun Oleh :

**Elfhat Mustaqim
(20150130173)**

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

2019



HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

RANCANG BANGUN *SOLAR SIMULATOR* UNTUK PEMANAS AIR
TENAGA SURYA

Oleh :
Elfhat Mustaqim
(20150130173)

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji
Pada Kamis, 19 September 2019

Dosen Pembimbing 1

Muhammad Nadjib, S.T., M.Eng.
NIK. 19660616 199702 123033

Dosen Pembimbing 2

Tito Hadji Agung S., S.T., M.T.
NIK. 19720222 200310 123054

Dosen Penguji

Dr. Ir. Sudarja, M.T.
NIK. 19620904 200104 123050

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Pada Jumat, 27 September 2019

Mengetahui,
Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Berli P. Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D
NIK. 19740302 200104 123049

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi/tugas akhir berjudul **“Rancang Bangun *Solar Simulator* untuk Pemanas Air Tenaga Surya”** ini adalah asli 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 ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, September 2019



Penulis,

Elfhat Mustaqim
Elfhat Mustaqim

HALAMAN PERSEMBAHAN

**“HIDUP HANYA SEKALI. KALAU DUA KALI BERARTI HIDUP
HIDUP.”**

*Skripsi ini saya persembahkan kepada keluarga saya serta
seluruh civitas Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah berperan
selama saya menjalani masa kuliah.*

INTISARI

Pemanas Air Tenaga Surya (PATS) adalah salah satu penerapan teknologi termal energi matahari yang berfungsi untuk menghasilkan air panas, baik dalam skala rumah tangga maupun industri. Umumnya PATS menggunakan matahari sebagai sumber energi termal yang aplikasinya di luar ruangan (*outdoor*). Hal ini memiliki kelemahan yaitu tidak dapat menjelaskan karakteristik termal karena sumber kalornya berfluktuasi. Oleh karena itu, perlu dibuat alat yang dapat memfasilitasi penelitian untuk mendapatkan karakteristik termal yang konstan pada sistem PATS.

Perancangan ini meliputi desain mekanikal dan elektrikal. Desain mekanikal meliputi: *support frame*, sistem pengatur ketinggian, dan sistem pengatur kemiringan. Tahap berikutnya merangkai komponen elektrikal: instalasi lampu, kabel, *miniature circuit breaker* (MCB), dan *voltage regulator*. Selanjutnya pengujian *solar simulator* bertujuan untuk mendapatkan variasi *heat flux* yaitu 800, 1000, dan 1200 W/m². Kemudian, pengujian pada PATS berisi *phase change material* (PCM) berlangsung dalam proses *charging* selama 98 menit, variabel debit konstan yaitu 2 LPM, dan *heat flux* sebesar 1000 W/m².

Hasil perancangan *solar simulator* menghasilkan dimensi utama: Panjang 2,27 m, lebar 1,73 m, dan tinggi 3 m. Lampu yang digunakan adalah *tungsten halogen* 300 W dan 230 V berjumlah 24 buah. Uji coba ini menghasilkan temperatur tertinggi pada *heat transfer fluid* (HTF) sebesar 51,1°C, sedangkan pada PCM sebesar 51,45°C. *Solar simulator* telah berfungsi sebagai sumber energi termal bagi PATS-PCM.

Kata kunci: HTF, PATS sistem aktif, PCM, *solar simulator*.

ABSTRACT

Solar water heater (SWH) is one of the technological applications that serves to produce hot water to fulfill both domestic and industry. Commonly, SWH uses solar energy, where applicated outdoor. It has a weakness that can't describes characteristic of thermal because irradiation is fluctuating. Therefore, requires to makes a tool to facilitates research to achieve characteristic of thermal stably by SWH.

The design consists mechanical and electrical. Design of mechanical consists of support frame, height control system, and tilt regulator. Then strings up design of electrical: installing lamps, cables, miniature circuit breaker (MCB), and voltage regulator. after that is testing solar simulator to set heat flux variation which is 800, 1000, and 1200 W/m². Then testing solar simulator for SWH contains phase change material (PCM) which runs in charging while 98 minutes, where is debit variable constant as 2 LPM and heat flux as 1000 W/m².

The results of design solar simulator have main dimensions: length of 2,27 m, width of 1,73 m, and height 3 m. Lamps are used tungsten halogen within 300 W and 230 V amount of 24. SHW-PCM testing obtains highest average temperature of heat transfer fluid (HTF) is 51,1 °C, meanwhile of PCM is 51,45 °C Solar simulator geos well as a source of thermal energy for SWH-PCM.

Keywords: HTF, PCM, SWH active system, solar simulator.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Rancang Bangun *Solar Simulator* untuk Pemanas Air Tenaga Surya”.

Skripsi ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dalam menyusun laporan skripsi ini, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak diharapkan demi kesempurnaan penyusunan laporan skripsi ini. Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Yogyakarta, September 2019

Penulis,

Elfhat Mustaqim

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa tersusunnya skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, saran, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D selaku Ketua Porgram Studi S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Muhammad Nadjib, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing 1 yang senantiasa membimbing, mengarahkan, dan memberikan saran-saran sehingga penelitian dan penulisan skripsi berjalan sesuai dengan rencana.
3. Tito Hadji Agung S., S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 yang turut membimbing dan mengarahkan sehingga kegiatan skripsi ini berlangsung dengan baik.
4. Dr. Ir. Sudarja, M.T. selaku Dosen Penguji yang bersedia menyempatkan waktu dan menguji penulis pada sidang pendadaran.
5. Seluruh Staf Pengampu, Karyawan, dan Laboran Program Studi S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Rekan-rekan mahasiswa/i Program Studi S-1 Teknik Mesin Angkatan 2015 yang senantiasa memberi dukungan secara moril terhadap penulis.
7. Rekan-rekan mahasiswa/i Kelas D Program Studi S-1 Teknik Mesin Angkatan 2015 yang senantiasa memberi dorongan dan motivasi agar lekas menyelesaikan skripsi ini.
8. Rekan-rekan mahasiswa/i kelompok skripsi Pemanas Air Tenaga Surya yang terdiri dari Tria, Yuda, Wahyu, dan Ryan yang turut terlibat selama berlangsungnya skripsi ini.
9. Imam dan Bangkit selaku kakak tingkat yang selama berlangsungnya kegiatan skripsi turut membantu dan mengarahkan agar kegiatan ini berjalan dengan baik.
10. Keluarga yang selalu mendukung, memberikan semangat serta motivasi kepada penulis selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini.

11. Erika Rizki Subekti yang senantiasa menjadi motivasi selama berlangsungnya kegiatan skripsi ini.

Yogyakarta, September 2019

Penulis,

Elfhat Mustaqim

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Asumsi dan Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan Teori	7
BAB 3 METODE PERANCANGAN DAN UJI COBA	
3.1 Bahan Perancangan.....	22
3.2 Alat Perancangan dan Uji Coba.....	22
3.3 Prosedur Perancangan dan Uji Coba	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Rancangan Mekanikal	35
4.2 Rancangan Elektrikal.....	41
4.3 Pabrikasi	46

4.4 Hasil Uji.....	47
BAB 5 PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Skema PATS Sistem Aktif	1
Gambar 2.1 Lampu <i>tungsten halogen</i>	9
Gambar 2.2 Lampu <i>xenon</i>	9
Gambar 2.3 Lampu <i>metal halide</i>	10
Gambar 2.4 Skema <i>concentrator</i> secara umum	11
Gambar 2.5 Skema <i>ellipsoidal concentrator</i>	11
Gambar 2.6 Skema <i>hyperboloid concentrator</i>	12
Gambar 2.7 <i>Load lifting winches</i>	12
Gambar 2.8 <i>Differential gear</i>	13
Gambar 2.9 Pyranometer <i>eppley black-and-white</i>	14
Gambar 2.10 <i>Eppley precision spectral pyranometer</i>	14
Gambar 2.11 Kabel NYA	17
Gambar 2.12 Kabel NYM	18
Gambar 2.13 Kabel NYY	19
Gambar 2.14 Kabel NYAF	19
Gambar 2.15 Kabel NYMHYO	19
Gambar 3.1 <i>Notebook HP</i>	23
Gambar 3.2 <i>Software Autodesk Inventor Pro 2018</i>	24
Gambar 3.3 Skema uji coba <i>solar simulator</i>	24
Gambar 3.4 Skema uji coba <i>solar simulator-PATS</i>	26
Gambar 3.5 Diagram alir perancangan dan uji coba <i>solar simulator</i>	30
Gambar 3.6 Diagram alir uji coba <i>solar simulator-PATS</i>	32
Gambar 4.1 <i>Support frame</i> kanan	35
Gambar 4.2 <i>Support frame</i> kiri	36
Gambar 4.3 <i>Support frame</i> atas	36
Gambar 4.4 Sistem pengatur kemiringan	37
Gambar 4.5 Sistem pengatur ketinggian	38
Gambar 4.6 <i>Frame</i> lampu	38
Gambar 4.7 Boks lampu	39

Gambar 4.8 <i>Solar simulator</i> tampak samping dan depan	40
Gambar 4.9 <i>Solar simulator</i> tampak isometrik	40
Gambar 4.10 Blok diagram <i>solar simulator</i>	41
Gambar 4.11 Lampu <i>tungsten halogen</i>	42
Gambar 4.12 Kabel	44
Gambar 4.13 <i>Miniature Circuit Breaker</i>	45
Gambar 4.14 <i>Voltage regulator</i>	46
Gambar 4.15 Hasil pabrikasi.....	46
Gambar 4.16 Titik penempatan pyranometer.....	47
Gambar 4.17 Kenaikan temperatur rata-rata HTF dan PCM	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nomenklatur kode-kode kabel	15
Tabel 2.2 Kebutuhan luas penampang kabel berdasarkan KHA.....	16
Tabel 2.3 Spesifikasi kabel NYA.....	17
Tabel 2.4 Spesifikasi kabel NYM	18
Tabel 2.5 Spesifikasi kabel NYY.....	18
Tabel 2.6 Kebutuhan CB berdasarkan kuat arus	21
Tabel 3.1 Bahan perancangan	22
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>notebook</i>	23
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Portable Computer</i>	25
Tabel 4.1 Spesifikasi lampu <i>tungsten halogen</i>	42
Tabel 4.2 Spesifikasi kabel	44
Tabel 4.3 Hasil uji <i>solar simulator</i>	47
Tabel 4.4 Parameter pengujian <i>solar simulator-PATS</i>	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar kerja <i>support frame</i> kanan	53
Lampiran 2 Gambar kerja <i>support frame</i> kiri	54
Lampiran 3 Gambar kerja <i>support frame</i> atas.....	55
Lampiran 4 Gambar kerja sistem pengatur kemiringan.....	56
Lampiran 5 Gambar kerja sistem pengatur ketinggian	57
Lampiran 6 Gambar kerja <i>frame</i> lampu	58
Lampiran 7 Gambar kerja boks lampu.....	59
Lampiran 8 Data hasil uji pada posisi A variasi ketinggian 10 cm.....	60
Lampiran 9 Data hasil uji pada posisi A variasi ketinggian 15 cm.....	60
Lampiran 10 Data hasil uji pada posisi A variasi ketinggian 20 cm.....	60
Lampiran 11 Data hasil uji pada posisi A variasi ketinggian 22 cm.....	61
Lampiran 12 Data hasil uji pada posisi B variasi ketinggian 10 cm	61
Lampiran 13 Data hasil uji pada posisi B variasi ketinggian 15 cm	61
Lampiran 14 Data hasil uji pada posisi B variasi ketinggian 20 cm	62
Lampiran 15 Data hasil uji pada posisi B variasi ketinggian 22 cm	62
Lampiran 16 Data hasil uji pada posisi C variasi ketinggian 10 cm	62
Lampiran 17 Data hasil uji pada posisi C variasi ketinggian 15 cm	63
Lampiran 18 Data hasil uji pada posisi C variasi ketinggian 20 cm	63
Lampiran 19 Data hasil uji pada posisi C variasi ketinggian 22 cm	63
Lampiran 20 Data hasil uji pada posisi D variasi ketinggian 10 cm.....	64
Lampiran 21 Data hasil uji pada posisi D variasi ketinggian 15 cm.....	64
Lampiran 22 Data hasil uji pada posisi D variasi ketinggian 20 cm.....	64
Lampiran 23 Data hasil uji pada posisi D variasi ketinggian 22 cm.....	65
Lampiran 24 Data hasil uji pada posisi E variasi ketinggian 10 cm	65
Lampiran 25 Data hasil uji pada posisi E variasi ketinggian 15 cm	65
Lampiran 26 Data hasil uji pada posisi E variasi ketinggian 20 cm	66
Lampiran 27 Data hasil uji pada posisi E variasi ketinggian 22 cm	66
Lampiran 28 Data hasil uji pada posisi F variasi ketinggian 10 cm	66
Lampiran 29 Data hasil uji pada posisi F variasi ketinggian 15 cm	67

Lampiran 30 Data hasil uji pada posisi F variasi ketinggian 20 cm	67
Lampiran 31 Data hasil uji pada posisi F variasi ketinggian 22 cm	67