

SKRIPSI
STUDI EKSPRERIMENTAL PENGGUNAAN SOLAR
COLLECTOR HEAT PIPE* DENGAN VARIASI *FILLING RATIO
DAN SUDUT KEMIRINGAN



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2024

ABSTRAK

Pemanfaatan energi terbarukan masih sangat kecil dalam penggunaannya terkhususnya pada pemanfaatan energi matahari, Menurut informasi dan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), bahwa Indonesia memiliki potensi menjadikan sumber energi surya sebagai sumber energi alternatif di masa depan, Indonesia memiliki potensi energi surya sebesar 207.6 GW namun pemanfaatan atau pemasangan sumber energi surya sampai saat ini di tahun 2023 baru terpasang sebesar 0.135 GWp baru sekitar 0.02% GW dalam pemanfaatannya, Penggunaan *heat pipe* sebagai elemen pemanas dalam kolektor surya menawarkan prospek yang menjanjikan karena memiliki kemampuan yang baik dalam menyerap panas dari energi matahari. Dengan menggunakan *heat pipe* dalam kolektor surya, efisiensi penggunaan energi matahari dapat meningkat hingga mencapai 47%.

Tujuan Penelitian *Solar Collector* dari *Heat Pipe* dengan variasi 20%, 40% dan 60%, dengan sudut kemiringan variasi 0° (*Horizontal*), 45° dan 90° (*Vertical*) adalah untuk memanaskan air dan mencari variasi *filling ratio* beserta kemiringan yang paling optimal serta mencari efisiensi yang paling baik.

Heat Pipe tembaga dengan diameter luar 0,95 mm, tebal 0,5 mm, dengan panjang 1100 mm dengan *fluida* kerja air telah dibuat dan diuji secara eksperimental. Percobaan dengan pemanasan dibagian kondenser dengan masing-masing 1 *filling ratio* dan 1 sudut kemiringan dari mulai 0° hingga 90°.

Hasil yang didapat menunjukkan bahwa *filling ratio* 60% dengan sudut kemiringan 45° mendapatkan Q_{out} yang maksimal sebesar 45606 Joule, dengan efisiensi sebesar 84% maka dengan itu memiliki performa yang baik walaupun ada hambatan thermal, sistem masih dapat menyerap dan menyalurkan panas dengan efektif.

Kata kunci : *Solar Collector Heat Pipe, Filling Ratio, Sudut Kemiringan*

ABSTRACT

The utilization of renewable energy is still very small in its use, especially in the use of solar energy, According to information and data from the Ministry of Energy and Mineral Resources (ESDM), that Indonesia has the potential to make solar energy sources an alternative energy source in the future, Indonesia has a solar energy potential of 207.6 GW but the utilization or installation of solar energy sources to date in 2023 has only been installed at 0.135 GWp, only about 0.02% GW in its utilization, The use of heat pipes as heating elements in solar collectors offers promising prospects because it has a good ability to absorb heat from solar energy. By using heat pipes in solar collectors, the efficiency of solar energy use can increase up to 47%.

The purpose of the Solar Collector Research of Heat Pipe with variations of 20%, 40% and 60%, with a tilt angle variation of 0 ° (Horizontal), 45 ° and 90 ° (Vertical) is to heat water and find variations in the filling ratio along with the most optimal tilt and find the best efficiency.

A copper heat pipe with an outer diameter of 0.95 mm, thickness of 0.5 mm, and length of 1100 mm with water working fluid has been made and tested experimentally. Experiments with heating in the condenser section with each 1 filling ratio and 1 tilt angle from 0° to 90°.

The results obtained show that a filling ratio of 60% with an inclination angle of 45° gets a maximum Q_{out} of 45606 Joules, with an efficiency of 84%, so it has good performance even though there is thermal resistance, the system can still absorb and distribute heat effectively.

Keywords: Solar Collector Heat Pipe, Filling Ratio, Tilt Angle


LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI


Judul : Studi Eksperimental Penggunaan *Solar Collector Heat Pipe* Dengan Variasi *Filling Ratio* dan Sudut Kemiringan
Penyusun : Lutfiah
NIM : 1520620001

Disetujui oleh:


Pembimbing I,

Pembimbing II,


Nugroho Gama Yoga, M.T.
NIP. 197602052006041001


Dr. Ragil Sukarno, M.T.
NIP. 197911022012121001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Mesin


Dr. Ragil Sukarno, M.T.
NIP. 197911022012121001


HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Studi Eksperimental Penggunaan *Solar Collector Heat Pipe* Dengan Variasi *Filling Ratio* dan Sudut Kemiringan
Penyusun : Lutfiah
NIM : 1520620001
Tanggal Ujian : Jum'at, 12 Juli 2024

Disetujui oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T.

NIP. 197602052006041001


Dr. Ragil Sukarno, M.T.

NIP. 197911022012121001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi :

Ketua Penguji

Anggota Penguji I,

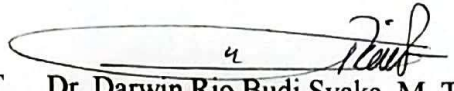
Anggota Penguji II,


Ahmad Kholil, S.T., M.T.

NIP. 19790831200501101



Dr. Eng. Agung Premono, M. T.

NIP. 197705012001121002


Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M. T.

NIP. 197604222006041001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Mesin


Dr. Ragil Sukarno, M.T.

NIP. 197911022012121001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 17 Juli 2024

Yang membuat pernyataan




Lutfiah

No. Reg. 1520620001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Lutfiah
NIM : 1520620001
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Program Studi S1 Teknik Mesin
Alamat email : lutfiah032@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :
Studi Eksperimental Penggunaan Solar Collector Heat Pipe Dengan Variasi Filling Ratio Dan Sudut Kemiringan

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 24 Juli 2024

Penulis

(Lutfiah)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas karunia-Nya sehingga penulis dapat merencanakan penelitian yang akan dilakukan, Tujuan dari perencanaan penelitian ini adalah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan kajian eksperimental terkait *heat pipe* sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian yang berkaitan dengan bidang konversi energi.

Selama pelaksanaan proses perencanaan penelitian, penulis banyak dibantu oleh beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Nugroho Gama Yoga, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah memberikan arahan, pengajaran, dan dukungan penuh kepada penulis selama pengerjaan skripsi.
2. Bapak Dr. Ragil Sukarno, M.T. selaku Dosen Pembimbing kedua dan Koordinator Program Studi Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan banyak arahan dan masukan kepada penulis untuk meningkatkan proses penelitian.
3. Seluruh dosen dan staff Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu dan wawasan dalam bidang akademik dan memberikan kelancaran dalam proses perkuliahan penulis.
4. Kedua Orang Tua dan Keluarga yang telah memberikan dukungan penuh dan do'a – do'a yang tiada henti kepada penulis.
5. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin 2020 yang telah turut serta membantu penulis dalam segala hal.

Penulis menyadari penelitian ini masih memiliki banyak sekali kekurangannya, sehingga dalam kesempatan kali ini juga penulis bermaksud untuk meminta saran dan masukan dari semua pihak. Harapan penulis proposal penelitian ini dapat membantu penulis dalam melakukan penelitian yang akan dilaksanakan.

Jakarta, 17 Juli 2024

Penyusun,

(Lutfiah)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Rumusan Masalah	6
1.5 Tujuan.....	6
1.6 Kegunaan Penelitian.....	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 <i>Solar Collector</i>	8
2.2 <i>Heat pipe</i>	10
2.3. <i>Fluida Kerja</i>	10
2.4 Prinsip Dasar Operasi <i>Heat pipe</i>	12
2.5 Perpindahan Panas <i>Heat pipe</i>	14
2.6 Hambatan Termal <i>Heat pipe</i>	14
2.7 Batas Perpindahan <i>Heat pipe</i>	15
2.8 Batas Sonik.....	15
2.9 Batas <i>Entrainment</i>	15
2.10 Batas sirkulasi	15
2.11 Kondisi transien.....	16
2.14 Kerangka Berpikir	28
2.15 Hipotesis.....	30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	31
3.2 Instrumen Penelitian.....	31
3.3 Alur Kerja Penelitian.....	32
3.4 Diagram Alir Penelitian	33
3.5 Prosedur Pengambilan Data	34
3.6 Teknik Analisis Data.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Deskripsi Hasil Penelitian	46
4.2 Pengujian <i>Heat Pipe Ratio</i> Pengisian 20%	47
4.3 Pengujian <i>Heat Pipe Ratio</i> Pengisian 40%	52
4.4 Pengujian <i>Heat Pipe Ratio</i> Pengisian 60%	56
BAB V PENUTUP.....	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN.....	68



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis fluida kerja heat pipe dengan temperatur kerja.....	12
Tabel 4. 1 Temperatur Maksimal 20% 45°	47
Tabel 4. 2 Perbedaan Temperatur Air Masuk dan Air Keluar Variasi 20%-45° ..	48
Tabel 4. 3 Perbedaan Temperatur Air Masuk dan Air Keluar Variasi 20%-0°	50
Tabel 4. 4 Perbedaan Temperatur Air Masuk dan Air Keluar Variasi 20%-90° ..	51
Tabel 4. 5 Temperatur Maksimal 40%-45°	52
Tabel 4. 6 Perbedaan Temperatur Air Masuk dan Air Keluar Variasi 40%-45° ..	53
Tabel 4. 7 Temperatur Maksimal Variasi 40%-0°	54
Tabel 4. 8 Tabel Perbedaan Temperatur Air Masuk dan Air Keluar Variasi 40%- 0°	54
Tabel 4. 9 Temperatur Maksimal Variasi 40%-0°	55
Tabel 4. 10 Tabel Perbedaan Temperatur Air Masuk dan Air Keluar Variasi 40%- 90°	56
Tabel 4. 11 Temperatur Maksimal Variasi 60%-45°	56
Tabel 4. 12 Perbedaan Temperatur Air Masuk dan Air Keluar Variasi 60%-45°	57
Tabel 4. 13 Temperatur Maksimal Variasi 60%-0°	58
Tabel 4. 14 Perbedaan Temperatur Air Masuk dan Air Keluar Variasi 60%-0° ..	59
Tabel 4. 15 Temperatur Maksimal Variasi 60%-90°	60
Tabel 4. 16 Perbedaan Temperatur Air Masuk dan Air Keluar Variasi 60%-0° ..	60
Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Variabel	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Flat Plate Collectors	8
Gambar 2. 2 Evacuated Tube Collectors	8
Gambar 2. 3 Parabolic Trough Collector	9
Gambar 2. 4 Power Tower Receiver	9
Gambar 2. 5 Parabollic Dish Collector	9
Gambar 2. 6 Struktur Heat pipe	10
Gambar 2. 7 Siklus Heat pipe	13
Gambar 2. 8 Hambatan thermal heat pipe.....	14
Gambar 2. 9 Variasi temperatur heat pipe yang berisi fluida murni.....	16
Gambar 2. 10 Variasi temperatur heat pipe yang berisi lfuida tercampur gas – gas tak terkondensasi.....	16
Gambar 2. 11 variasi temperatur heat pipe yang berisi fluida berupa logam cair	17
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 3. 2 Skema penempatan termokopel pada dinding heat pipe yang akan diuji	34
Gambar 3. 3 Proses vakum heat pipe	40
Gambar 3. 4. Proses Filling fluida kerja	40
Gambar 3. 5 Kalibrasi alat ukur (thermometer logger).....	41
Gambar 3. 6 Kalibrasi alat ukur (Solar Power Meter)	42
Gambar 3. 7 Pengambilan data pada kemiringan 45 °	42
Gambar 3. 8 Pengambilan data pada kemiringan 0°	43
Gambar 3. 9 Pengambilan data pada kemiringan 90°	43
Gambar 3. 10 Alat dan <i>Heat Pipe</i> Uji.....	44
Gambar 3. 11 Skema Uji Heat Pipe	44
Gambar 4. 1 Grafik Filling Ratio 20%-Kemiringan 45°	47
Gambar 4. 2 Grafik Filling <i>Ratio</i> 20%-Kemiringan 0°	49
Gambar 4. 3 Temperatur Maksimal 20%-0°	49
Gambar 4. 4 Grafik Filling Ratio 20%-Kemiringan 90°	50
Gambar 4. 5 Temperatur Maksimal 20% 90°	51
Gambar 4. 6 Grafik Filling Ratio 40%-Kemiringan 45°	52
Gambar 4. 7 Grafik Filling Ratio 40%-Kemiringan 0°	53

Gambar 4. 8 Grafik Filling Ratio 40%-Kemiringan 90°	55
Gambar 4. 9 Grafik Filling Ratio 60%-Kemiringan 45°	56
Gambar 4. 10 Grafik Filling Ratio 60%-Kemiringan 0°	58
Gambar 4. 11 Grafik Filling Ratio 60%-Kemiringan 90°	59
Gambar 4. 12 Hasil Perbandingan Variabel Dengan Efisiensi	61



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Intensitas Radiasi, Q Out, Q In dan Efisiensi Variasi 20%- 45°	68
Lampiran 2. Temperatur Evaporator dan Kondenser Variasi 20%-45°	69
Lampiran 3. Besaran Intensitas Radiasi, Q Out, Q In dan Efisiensi Variasi 20%- 0°	69
Lampiran 4. Temperatur Evaporator dan Kondenser Variasi 20%-0°	70
Lampiran 5. Besaran Intensitas Radiasi, Q Out, Q In dan Efisiensi Variasi 20%- 90°	70
Lampiran 6. Temperatur Evaporator dan Kondenser Variasi 20%-0°	71
Lampiran 7. Besaran Intensitas Radiasi, Q Out, Q In dan Efisiensi Variasi 40%- 45°	71
Lampiran 8. Temperatur Evaporator dan Kondenser Variasi 40%-45°	72
Lampiran 9. Besaran Intensitas Radiasi, Q Out, Q In dan Efisiensi Variasi 40%-0°	72
Lampiran 10. Temperatur Evaporator dan Kondenser Variasi 40%-0°	73
Lampiran 11. Besaran Intensitas Radiasi, Q Out, Q In dan Efisiensi Variasi 40%- 90°	73
Lampiran 12. Temperatur Evaporator dan Kondenser Variasi 40%-90°	74
Lampiran 13. Besaran Intensitas Radiasi, Q Out, Q In dan Efisiensi Variasi 60%- 45°	74
Lampiran 14. Temperatur Evaporator dan Kondenser Variasi 60%-45°	75
Lampiran 15. Besaran Intensitas Radiasi, Q Out, Q In dan Efisiensi Variasi 60%- 0°	75
Lampiran 16. Temperatur Evaporator dan Kondenser Variasi 60%-0°	76
Lampiran 17. Besaran Intensitas Radiasi, Q Out, Q In dan Efisiensi Variasi 60%- 90°	76
Lampiran 18. Temperatur Evaporator dan Kondenser Variasi 60%-90°	77
Lampiran 19. Foto Alat dan Pengambilan Data	77