

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN SOLAR COLLECTOR
HEAT PIPE DENGAN VARIASI WICK (MESH) DAN
KEMIRINGAN**



Intelligentia - Dignitas

Kelvin Chayaredana Narliswandi

1520620048

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

TAHUN 2025

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Studi Eksperimental Penggunaan *Solar collector Heat pipe*
dengan Variasi *Wick (Mesh)*, dan Kemiringan
Penyusun : Kelvin Chatyaredana Narliswandi
Nomor Registrasi : 1520620048
Tanggal Ujian : 23 Januari 2025


Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


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

NIP. 197602052006041001


Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.

NIP. 197604222006041001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

Ketua Penguji,

Anggota Penguji I,


Anggota Penguji II,


Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T. IPM.

NIP. 197902112012121001


Ahmad Kholil, M.T.

NIP. 197908312005011001


Dr. Eng. I Wayan Sugita, M.T.

NIP. 197911142012121001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Mesin


Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T. IPM.

NIP. 197902112012121001

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 ketidakbenaran, 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, 23 Januari 2025



Kelvin Chatyaredana Narliswandi

No. Reg. 1520620048



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
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 : Kelvin Chatyaredana Narliswandi
NIM : 1520620048
Fakultas/Prodi : Teknik/S1 Teknik Mesin
Alamat email : Kelvin.Chatyaredana@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 Wick (*Mesh*), dan

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 17 Februari 2025

Penulis

(Kelvin Chatyaredana Narliswandi)

KATA PENGANTAR

Dengan Puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas berkat dan anugrah-Nya penelitian yang berjudul “Studi Eksperimental Penggunaan *Solar collector Heat pipe* dengan Variasi *Wick (Mesh)*, dan Kemiringan” dapat diselesaikan. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan bimbingan dalam penyusunan laporan ini, terutama kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kelancaran terhadap penelitian yang akan dilakukan.
2. Bapak Dr. Ir. Ragil Sukarno, M.T. IPM. selaku Koordinator Program Studi Sarjana I Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta.
3. Bapak Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing penelitian.
4. Bapak Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T. selaku Dosen Pembimbing penelitian.
5. Pak Ipin dan Pak Minadi selaku penjaga laboratorium yang selalu memberikan jalan untuk melakukan penelitian di laboratorium.
6. Orang tua dan keluarga yang selalu mendukung lewat doa – doa yang tak pernah henti di ucapkan.
7. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin yang telah turut serta membantu penulis dalam segala hal.

Penulis menyadari proposal 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, 23 Januari 2025



Kelvin Chatyaredana Narliswandi

STUDI EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN SOLAR COLLECTOR *HEAT PIPE* DENGAN VARIASI *WICK (MESH)* DAN KEMIRINGAN

Kelvin Chatyaredana Narliswandi

Dosen Pembimbing: Nugroho Gama Yoga, M.T. dan Dr. Darwin Rio Budi

Syaka, M.T.

ABSTRAK

Penggunaan energi terbarukan merupakan solusi penting untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil di Indonesia. Salah satu teknologi yang dapat memanfaatkan energi matahari secara efektif adalah solar collector *heat pipe*, yang bekerja melalui mekanisme perpindahan panas berbasis penguapan dan kondensasi. Efisiensi sistem solar collector *heat pipe* sangat dipengaruhi oleh konfigurasi desain, khususnya variasi *wick (mesh)* dan sudut kemiringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja solar collector *heat pipe* secara eksperimental dengan menggunakan variasi *wick* 100, 200, dan 300 *mesh*, serta sudut kemiringan 0°, 45°, dan 90°. Sebagai sumber radiasi panas, digunakan lampu pengering cat berdaya 250 Watt. *Heat pipe* yang digunakan terbuat dari tembaga dengan diameter luar 0,95 mm, tebal 0,5 mm, panjang 110 cm, serta menggunakan air sebagai fluida kerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi *wick* 300 *mesh* dan sudut kemiringan 45° memberikan efisiensi perpindahan panas terbaik, yaitu sebesar 19,28%. Kombinasi ini mampu menghasilkan distribusi panas yang lebih merata serta mengurangi hambatan termal. Sebaliknya, kombinasi *wick* 100 *mesh* dan sudut kemiringan 0° menunjukkan efisiensi terburuk. Temuan ini berkontribusi dalam pengembangan sistem pemanfaatan energi surya yang lebih efektif dan efisien di Indonesia serta dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan untuk optimalisasi teknologi solar thermal.

Kata kunci: solar collector, *heat pipe*, *wick mesh*, sudut kemiringan, efisiensi perpindahan panas

EXPERIMENTAL STUDY ON THE USE OF SOLAR COLLECTOR *HEAT PIPE WITH WICK (MESH) AND INCLINATION VARIATIONS*

Kelvin Chatyaredana Narliswandi

Advisory Lecturer: Nugroho Gama Yoga, M.T. and Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.

ABSTRACT

The utilization of renewable energy is a crucial solution to reduce dependency on fossil fuels in Indonesia. One effective technology for harnessing solar energy is the solar collector heat pipe, which operates through a heat transfer mechanism based on evaporation and condensation. The efficiency of a solar collector heat pipe system is significantly influenced by its design configuration, particularly variations in the wick mesh and tilt angle. This study aims to experimentally evaluate the performance of a solar collector heat pipe using wick variations of 100, 200, and 300 mesh, as well as tilt angles of 0°, 45°, and 90°. A 250-Watt paint dryer lamp was used as the heat radiation source. The heat pipe was made of copper with an outer diameter of 0.95 mm, thickness of 0.5 mm, length of 110 cm, and water as the working fluid. The results show that the combination of a 300-mesh wick and a 45° tilt angle yielded the best heat transfer efficiency at 19.28%. This combination provided more uniform heat distribution and reduced thermal resistance. In contrast, the worst efficiency was observed with the combination of a 100-mesh wick and a 0° tilt angle. These findings contribute to the development of more effective and efficient solar energy utilization systems in Indonesia and serve as a foundation for further research in optimizing solar thermal technology.

Keywords: *solar collector, heat pipe, wick mesh, tilt angle, heat transfer efficiency*

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Rumusan Masalah	5
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>	9
2.3 Struktur <i>Heat pipe</i>	9
2.3.1 <i>Wick</i>	10
2.3.2 <i>Fluida Kerja</i>	12
2.4 Prinsip Dasar Operasi <i>Heat pipe</i>	14
2.5 Perpindahan Panas <i>Heat pipe</i>	15
2.6 Hambatan Termal <i>Heat pipe</i>	16
2.7 Batas Perpindahan <i>Heat pipe</i>	17
2.7.1 Batas tekanan uap.....	17
2.8 Batas Sonik	18
2.9 Batas Entrainment	18

2.10 Batas sirkulasi	19
2.11 Kondisi transien	19
2.1.2 Laju Perpindahan Panas dan Koefisien Perpindahan Panas <i>Heat pipe</i>	21
2.13 Penelitian Terkait	22
2.14 Kerangka Berpikir	30
2.15 Hipotesis	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	32
3.1.1. Tempat	32
3.1.2. Waktu Pengerjaan	32
3.2 Instrumen Penelitian	32
3.2.1 Perangkat Yang Digunakan:	32
3.2.2 Peralatan	32
3.3 Alur Kerja Penelitian	33
3.4 Diagram Alir Penelitian	34
3.5 Prosedur Pengambilan Data	35
3.5.1 Studi Literatur	35
3.5.2 Preliminary Desain	35
3.5.3 Analisis Data Pengujian	38
3.6 Alur Proses	40
3.6.1 Proses Perakitan <i>Heat pipe</i>	40
3.6.2 Proses <i>Filling Ratio</i>	41
3.6.3 Proses Vakum	41
3.6.4 Proses <i>Commissioning</i>	42
3.6.5 Proses <i>Set Up</i> Alat Ukur	42
3.6.6 Proses Pengambilan Data	43
3.7 Teknik Analisis Data	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Deskripsi Hasil Penelitian	45
4.2 Pengujian <i>Heat pipe</i> dengan <i>Mesh 100</i>	46
4.2.1 Sudut Kemiringan 0°	46
4.2.2 Sudut Kemiringan 45°	48
4.2.3 Sudut Kemiringan 90°	50

4.3 Pengujian <i>Heat pipe</i> dengan <i>Mesh</i> 200.....	52
4.3.1 Sudut Kemiringan 0°	52
4.3.2 Sudut Kemiringan 45°	54
4.3.3 Sudut Kemiringan 90°	56
4.4 Pengujian <i>Heat pipe</i> dengan Variasi <i>Mesh</i> 300	58
4.4.1 Sudut Kemiringan 0°	58
4.4.2 Sudut Kemiringan 45°	60
4.4.3 Sudut Kemiringan 90°	62
4.5 Hasil Penelitian	64
BAB V PENUTUP.....	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN.....	74



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kategori Solar Collector.....	8
Gambar 2.2 Struktur <i>Heat pipe</i>	9
Gambar 2.3 Jenis Variasi <i>Wick</i>	10
Gambar 2.5 Sreen <i>Mesh Wick</i>	11
Gambar 2.6 <i>Grooved Wick</i>	12
Gambar 2.7 Siklus <i>Heat pipe</i>	15
Gambar 2. 8 Hambatan thermal <i>heat pipe</i>	17
Gambar 2. 9 Variasi temperature <i>heat pipe</i> yang berisi fluida murni Sumber :	19
Gambar 2. 10 Variasi temperature <i>heat pipe</i> yang berisi lfuida tercampur gas – gas takterkondensasi.....	20
Gambar 2. 11 variasi temperature <i>heat pipe</i> yang berisi fluida berupa logam cair	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 3. 2 skema penempatan termokopel pada dinding <i>heat pipe</i> yang akan diuji	36
Gambar 3.3 Proses Pemoangan <i>Heat pipe</i>	40
Gambar 3.4 Proses Pengelasan <i>Heat pipe</i> Setelah dimasukkan <i>Wick Mesh</i>	40
Gambar 3.5 Beban <i>Heat pipe</i> Berisi Penuh Dengan Air.....	41
Gambar 3.6 Beban <i>Heat pipe</i> Kosong.....	41
Gambar 3.7 Proses Pemanasan <i>Heat pipe</i>	42
Gambar 3.8 Proses Pelepasan Tekanan Uap.....	42
Gambar 3.9 Proses Pemanasan <i>Heat pipe</i>	43
Gambar 3.10 Proses Pelepasan Tekanan Uap.....	43
Gambar 3.11 Proses Pengambilan Data pada Kemiringan 0°	43
Gambar 3.12 Proses Pengambilan Data pada Kemiringan 45°	43
Gambar 3.13 Proses Pengambilan Data pada Kemiringan 90°.....	44
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Temperatur Evaporator dan Kondensor <i>Heat pipe Mesh</i> 100-Kemiringan 0°	46
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Temperatur Air Masuk dan Keluar <i>Heat pipe Mesh</i> 100-Kemiringan 0°	46
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Temperatur Evaporator dan Kondensor <i>Heat pipe Mesh</i> 100-Kemiringan 45°	48
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Temperatur Air Masuk dan Keluar <i>Heat pipe Mesh</i> 100-Kemiringan 45°	48

Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Temperatur Evaporator dan Kondensor <i>Heat pipe Mesh</i> 100-Kemiringan 90°	50
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Temperatur Air Masuk dan Keluar <i>Heat pipe Mesh</i> 100-Kemiringan 90°	50
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Temperatur Evaporator dan Kondensor <i>Heat pipe Mesh</i> 200-Kemiringan 0°	52
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Temperatur Air Masuk dan Keluar <i>Heat pipe Mesh</i> 200 - Kemiringan 0°	52
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Temperatur Evaporator dan Kondensor <i>Heat pipe Mesh</i> 200-Kemiringan 45°	54
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Temperatur Air Masuk dan Keluar <i>Heat pipe Mesh</i> 200 - Kemiringan 45°	54
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Temperatur Evaporator dan Kondensor <i>Heat pipe Mesh</i> 200-Kemiringan 90°	56
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Temperatur Air Masuk dan Keluar <i>Heat pipe Mesh</i> 200 - Kemiringan 90°	56
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Temperatur Evaporator dan Kondensor <i>Heat pipe Mesh</i> 300-Kemiringan 0°	58
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Temperatur Air Masuk dan Keluar <i>Heat pipe Mesh</i> 300 - Kemiringan 0°	58
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Temperatur Evaporator dan Kondensor <i>Heat pipe Mesh</i> 300-Kemiringan 45°	60
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Temperatur Air Masuk dan Keluar <i>Heat pipe Mesh</i> 300 - Kemiringan 45°	60
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Temperatur Evaporator dan Kondensor <i>Heat pipe Mesh</i> 300-Kemiringan 90°	62
Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Temperatur Air Masuk dan Keluar <i>Heat pipe Mesh</i> 300 - Kemiringan 90°	62
Gambar 4.19 Grafik Hasil Nilai Efisiensi <i>Heat pipe</i> dari Berbagai Variabel	64
Gambar 4.20 Grafik Perbandingan Efisiensi <i>Heat pipe</i> dari Berbagai Variabel	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis fluida kerja <i>heat pipe</i> dengan temperature kerja.....	13
Tabel 2.2 Penelitian Terkait	22
Tabel 4.1 Temperatur Maksimal Variasi <i>Mesh</i> 100-Kemiringan 0°	47
Tabel 4.2 Perbedaan Temperatur Air Masuk-Air Keluar dan Evaporator-Kondensor Variasi <i>Mesh</i> 100-Kemiringan 0°	47
Tabel 4.3 Temperatur Maksimal Variasi <i>Mesh</i> 100-Kemiringan 45°	48
Tabel 4.4 Perbedaan Temperatur Air Masuk-Air Keluar dan Evaporator-Kondensor Variasi <i>Mesh</i> 100-Kemiringan 45°	49
Tabel 4.5 Temperatur Maksimal Variasi <i>Mesh</i> 100-Kemiringan 90°	50
Tabel 4.6 Perbedaan Temperatur Air Masuk-Air Keluar dan Evaporator-Kondensor Variasi <i>Mesh</i> 100-Kemiringan 90°	51
Tabel 4.7 Temperatur Maksimal Variasi <i>Mesh</i> 200-Kemiringan 0°	52
Tabel 4.8 Perbedaan Temperatur Air Masuk-Air Keluar dan Evaporator-Kondensor Variasi <i>Mesh</i> 200-Kemiringan 0°	53
Tabel 4.9 Temperatur Maksimal Variasi <i>Mesh</i> 200-Kemiringan 45°	54
Tabel 4.10 Perbedaan Temperatur Air Masuk-Air Keluar dan Evaporator-Kondensor Variasi <i>Mesh</i> 200-Kemiringan 45°	55
Tabel 4.11 Temperatur Maksimal Variasi <i>Mesh</i> 200-Kemiringan 90°	56
Tabel 4.12 Perbedaan Temperatur Air Masuk-Air Keluar dan Evaporator-Kondensor Variasi <i>Mesh</i> 200-Kemiringan 90°	57
Tabel 4.13 Temperatur Maksimal Variasi <i>Mesh</i> 300-Kemiringan 0°	58
Tabel 4.14 Perbedaan Temperatur Air Masuk-Air Keluar dan Evaporator-Kondensor Variasi <i>Mesh</i> 300-Kemiringan 0°	59
Tabel 4.15 Temperatur Maksimal Variasi <i>Mesh</i> 300-Kemiringan 45°	60
Tabel 4.16 Perbedaan Temperatur Air Masuk-Air Keluar dan Evaporator-Kondensor Variasi <i>Mesh</i> 300-Kemiringan 45°	61
Tabel 4.17 Temperatur Maksimal Variasi <i>Mesh</i> 300-Kemiringan 90°	62
Tabel 4.18 Perbedaan Temperatur Air Masuk-Air Keluar dan Evaporator-Kondensor Variasi <i>Mesh</i> 300-Kemiringan 90°	63
Tabel 4.19 Efisiensi dan Rth Masing-Masing Variabel Pengujian	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Perbedaan Temperatur Variasi Spesimen Mesh 100-0°	74
Lampiran 2. Tabel Perbedaan Temperatur Variasi Spesimen Mesh 100-45°	74
Lampiran 3. Tabel Perbedaan Temperatur Variasi Spesimen Mesh 100-90°	75
Lampiran 4. Tabel Perbedaan Temperatur Variasi Spesimen Mesh 200-0°	75
Lampiran 5. Tabel Perbedaan Temperatur Variasi Spesimen Mesh 200-45°	76
Lampiran 6. Tabel Perbedaan Temperatur Variasi Spesimen Mesh 200-90°	76
Lampiran 7. Tabel Perbedaan Temperatur Variasi Spesimen Mesh 300-0°	77
Lampiran 8. Tabel Perbedaan Temperatur Variasi Spesimen Mesh 300-45°	77
Lampiran 9. Tabel Perbedaan Temperatur Variasi Spesimen Mesh 300-90°	78
Lampiran 10. Tabel Perhitungan Qout Variasi Spesimen Mesh 100-0°	78
Lampiran 11. Tabel Perhitungan Qout Variasi Spesimen Mesh 100-45°	79
Lampiran 12. Tabel Perhitungan Qout Variasi Spesimen Mesh 100-90°	79
Lampiran 13. Tabel Perhitungan Qout Variasi Spesimen Mesh 200-0°	79
Lampiran 14. Tabel Perhitungan Qout Variasi Spesimen Mesh 200-45°	80
Lampiran 15. Tabel Perhitungan Qout Variasi Spesimen Mesh 200-90°	80
Lampiran 16. Tabel Perhitungan Qout Variasi Spesimen Mesh 300-0°	81
Lampiran 17. Tabel Perhitungan Qout Variasi Spesimen Mesh 300-45°	81
Lampiran 18. Tabel Perhitungan Qout Variasi Spesimen Mesh 300-90°	81
Lampiran 19. Tabel Perhitungan Qin Variasi Spesimen Mesh 100-0°	82
Lampiran 20. Tabel Perhitungan Qin Variasi Spesimen Mesh 100-45°	82
Lampiran 21. Tabel Perhitungan Qin Variasi Spesimen Mesh 100-90°	82
Lampiran 22. Tabel Perhitungan Qin Variasi Spesimen Mesh 200-0°	83
Lampiran 23. Tabel Perhitungan Qin Variasi Spesimen Mesh 200-45°	83
Lampiran 24. Tabel Perhitungan Qin Variasi Spesimen Mesh 200-90°	83
Lampiran 25. Tabel Perhitungan Qin Variasi Spesimen Mesh 300-0°	84
Lampiran 26. Tabel Perhitungan Qin Variasi Spesimen Mesh 300-45°	84
Lampiran 27. Tabel Perhitungan Qin Variasi Spesimen Mesh 300-90°	84
Lampiran 28. Tabel Perhitungan Efisiensi dan R_{th}	85
Lampiran 29. Gambar 2D Skema Penelitian.....	86
Lampiran 30. Foto Proses Perakitan Alat Penelitian	87