

**PENGUKURAN KINERJA *HEAT PIPE* UNTUK PENDINGIN
PHOTOVOLTAIC MODULE 100WP**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

Nama : Riki Rismawan
NRP : 163030063

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

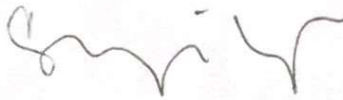
**PENGUKURAN KINERJA *HEAT PIPE* UNTUK PENDINGIN
*PHOTOVOLTAIC MODULE 100WP***

Nama : Riki Rismawan

Nrp : 163030063

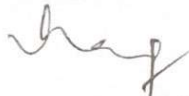


Pembimbing Utama

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Toto Supriyono'.

(Ir. Toto Supriyono, MT.)

Pembimbing Pendamping

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hery Sonawan'.

(Dr. Ir. Hery Sonawan, MT.)

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN.....	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR GAMBAR.....	3
ABSTRAK.....	7
BAB I PENDAHULUAN.....	9
1. Latar Belakang.....	9
2. Rumusan Masalah.....	10
3. Tujuan.....	10
4. Batasan Masalah.....	10
5. Manfaat Penelitian.....	11
6. Sistematika Penulisan.....	11
BAB II STUDI LITERATUR.....	13
1. <i>Photovoltaic Module</i>	13
a. Pengertian <i>Photovoltaic Module</i>	13
b. Prinsip Kerja <i>Photovoltaic Module</i>	13
c. Pengaruh Temperatur Terhadap <i>Photovoltaic Module</i>	14
2. <i>Heat pipe</i>	15
a. Prinsip Kerja <i>Heat pipe</i>	17
b. Komponen <i>Heat pipe</i>	19
Jenis-jenis <i>Heat pipe</i>	21
c. Hambatan Termal <i>Heat pipe</i>	26
d. Laju Perpindahan Kalor.....	26
3. <i>Review Jurnal</i>	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	29
1. Tahapan Penelitian.....	29
2. Spesifikasi <i>Heat Pipe</i> yang akan Diuji.....	30
3. Alat dan Bahan yang Diperlukan Untuk Pengujian.....	30
4. Rancangan Pengujian.....	34
5. Instalasi Pengujian.....	35
6. Penempatan Sensor Termokopel.....	37
7. Kalibrasi Alat Ukur Termokopel Tipe K.....	37
8. Hasil Kalibrasi.....	39
9. Prosedur Pengujian.....	39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
1. Hasil Pengujian	40
a. Hasil Pengujian <i>Heat Pipe</i> HPTN-425A	40
b. Hasil Pengujian <i>Heat Pipe</i> HPTN-425B	42
c. Hasil Pengujian <i>Heat Pipe</i> HPTN-425C.....	45
d. Hasil Pengujian <i>Heat Pipe</i> HPTN-645A.....	48
e. Hasil Pengujian <i>Heat Pipe</i> HPTN-645B.....	50
f. Hasil Pengujian <i>Heat Pipe</i> HPTN-645C.....	53
g. Hasil Pengujian <i>Heat Pipe</i> HPTN-865A.....	56
h. Hasil Pengujian <i>Heat Pipe</i> HPTN-865B.....	58
i. Hasil Pengujian <i>Heat Pipe</i> HPTN-865C.....	61
2. Laju Perpindahan Kalor dan Hambatan Termal Pada <i>Heat Pipe</i>	64
3. Pembahasan	65
a. Laju perpindahan Kalor.....	65
b. Hambatan Termal.....	66
4. Evaluasi	67
BAB V KESIMPULAN.....	68
1. Kesimpulan	68
2. Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN.....	71
1. Hasil pengujian <i>heat pipe</i> HPTN-425A	72
2. Hasil Pengujian <i>heat pipe</i> HPTN-425B	83
3. Hasil Pengujian <i>heat pipe</i> HPTN-425C	93
4. Hasil Pengujian <i>heat pipe</i> HPTN-640A	105
5. Hasil Pengujian <i>heat pipe</i> HPTN-640B	117
6. Hasil Pengujian <i>heat pipe</i> HPTN-640C	130
7. Hasil Pengujian <i>heat pipe</i> HPTN-860A	142

BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan dasar manusia, yang terus meningkat sejalan dengan tingkat kehidupannya. Bahan bakar minyak/energi fosil merupakan salah satu sumber energi yang bersifat tak terbarukan (*non renewable energy sources*) yang selama ini merupakan andalan untuk memenuhi kebutuhan energi di seluruh sektor kegiatan[3], [4]. Kekayaan sumber daya energi di Indonesia, yaitu tenaga air (Hydropower), kalor bumi, gas bumi, batubara, gambut, biomassa, biogas, angin, energi laut, matahari dan lainnya dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif, menggantikan ketergantungan terhadap bahan bakar minyak, yang semakin terbatas baik jumlah dan cadangannya[5]. Salah satu yang dapat dimanfaatkan adalah energi cahaya matahari. Alat untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi listrik adalah *Photovoltaic Module* (PVM).

PVM (*photovoltaic module*, PVM) adalah suatu alat yang dapat mengubah energi matahari (cahaya) menjadi listrik DC (*Direct Current*)[6], [7]. Listrik yang dihasilkan PVM dapat ditampung dalam baterai agar dapat digunakan sewaktu-waktu saat sinar matahari kurang cerah atau malam hari. Besar daya listrik yang dihasilkan PVM bergantung pada tegangan dan arus listrik yang dihasilkannya. Menurut standard SNI IEC 61215:2016, pengujian PVM dilakukan pada temperatur ruangan sebesar 25°C dan diberikan cahaya sebesar 1000 Watt/m².

Pada kenyataannya PVM yang bekerja di bawah sinar matahari memiliki temperatur di atas 25°C. Peningkatan temperatur kerja pada PVM dapat menurunkan efisiensinya dan juga mengurangi keluaran dayanya. Daya listrik yang dihasilkan oleh suatu PVM tidak hanya tergantung pada besarnya intensitas radiasi yang diterimanya, tetapi kenaikan temperatur permukaan PVM juga dapat menurunkan besar keluaran daya listrik. Perubahan temperatur pada PVM selain disebabkan oleh kalor dari cahaya matahari, juga disebabkan oleh bahan sel surya yang mampu menyerap energi foton sekaligus kalor dari radiasi matahari[1].

Untuk menurunkan temperatur kerja PVM diperlukan suatu pendingin. Dalam penelitian ini pendingin PVM yang diusulkan adalah *heat pipe*. *Heat pipe* adalah sebuah alat penghantar kalor dengan menggunakan pipa tembaga, yang di dalamnya berisi fluida kerja sebagai penghantar kalor dari bagian evaporator menuju kondenser. Umumnya *heat pipe* tersebut terbuat dari material aluminium, tembaga, atau tembaga berlapis nikel.

Penelitian ini adalah penelitian lanjutan dari kegiatan penelitian sebelumnya yaitu **Perancangan Dan Pembuatan *Heat Pipe* Untuk Pendingin *Photovoltaic***

Module 100 WP. Kegiatan penelitian yang dilakukan adalah menguji *prototype* heat pipe yang telah dihasilkan dari kegiatan penelitian sebelumnya.

Beberapa hal yang mempengaruhi kinerja *heat pipe*, yaitu antara lain fluida kerja, dimensi *heat pipe* dan bahan pipa. Kinerja heat pipe ditentukan oleh perbedaan temperatur antara temperatur evaporator dan kondensor, dan tahanan termal. Idealnya, jika efektivitas perpindahan kalor pada *heat pipe* sebesar 100 persen, maka temperatur di bagian evaporator dan temperatur di bagian kondensor nilainya adalah sama, tetapi pada kenyataannya terjadi perbedaan temperatur antara temperatur di bagian evaporator dan temperatur di bagian kondensor karena sebagian kalor tidak dibuang di sisi kondensor saja melainkan keluar sepanjang batang/pipa *heat pipe*. Kinerja *heat pipe* tergambarkan dari parameter kinerja *heat pipe*, yaitu tahanan termal. Semakin kecil tahanan termal, maka semakin besar panas yang bisa dipindahkan.[8].

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas di atas terdapat beberapa masalah. Dari beberapa masalah yang ada, dibuatlah rumusan masalah yang sesuai dengan penelitian. Dibuatlah rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Parameter apa saja yang mempengaruhi kinerja *heat pipe*?
- b. Mengapa kinerja *heat pipe* perlu diketahui?
- c. Bagaimana cara membuat instalasi pengujian?

3. Tujuan

Tujuan adalah hal yang harus dicapai dari penelitian ini. Dengan berdasar dari latar belakang masalah dan rumusan masalah maka dapat ditentukan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan parameter-parameter yang mempengaruhi kinerja *heat pipe*.
- b. Mengevaluasi *heat pipe* yang telah dibuat pada penelitian sebelumnya.
- c. Menentukan komponen instalasi pengujian.

4. Batasan Masalah

Supaya pembahasan yang akan dilakukan tidak terlampau jauh dan melebar, dengan tujuan agar pembahasan terarah, maka dibuat batasan masalah dalam penelitian ini, adalah sebagai berikut :

- a. *Heat pipe* yang akan diuji berdiameter 19 mm.

- b. Material *heat pipe* adalah tembaga.
- c. Panjang *heat pipe*nya adalah 425 mm tiga buah, 645 mm tiga buah, dan 865 mm tiga buah.
- d. Pendingin di bagian kondensor menggunakan udara mengalir di dalam *ducting*.
- e. Dimensi evaporator dan kondensor pada semua *heat pipe* memiliki ukuran yang sama.

5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memastikan, apakah *heat pipe* yang telah dibuat oleh peneliti sebelumnya, telah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dan dapat digunakan sebagai sistem pendingin pada PVM.

6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi secara garis besar terdiri atas 5 (lima) bab dan daftar Pustaka, yaitu Pendahuluan, Studi Literatur, Metode Penelitian, Hasil dan Pembahasan, bab Kesimpulan dan Saran, Daftar Pustaka serta lampiran.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini berisi tentang segala hal yang melatarbelakangi penulisan skripsi ini. Isi bab pendahuluan ini antara lain adalah latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II STUDI LITERATUR

Pada bab studi literatur ini berisi tentang literatur dari jurnal dan buku yang bereputasi mengenai *photovoltaic module* 100 WP, *heat pipe*, dan pengukuran kinerja *heat pipe*. Literatur tersebut digunakan sebagai referensi penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian ini berisi tentang tahapan penelitian dari mulai hingga selesai, alat dan bahan yang diperlukan, pembuatan instalasi pengujian, dan prosedur pengujian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab hasil dan pembahasan ini berisi tentang hasil dari pengujian yang telah dilakukan serta pengolahan data dan pembahasan atau analisa hasil pengujian yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab kesimpulan dan saran ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, pada bab ini juga berisi saran dari peneliti bagi yang akan melanjutkan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Hie Khwee, “Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus: Pontianak),” *J. ELKHA*, 2013.
- [2] M. R. Sumartono, T. Supriyono, and H. Sonawan, “Perancangan Dan Pembuatan Heat Pipe Untuk Pendingin Photovoltaic Module 100WP.” Fakultas Teknik Unpas, 2021.
- [3] N. Fajar, A. Endang, and T. Supriyono, “Pengujian Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Pengisian Baterai Laptop Dan Handphone,” Pasundan University, 2018.
- [4] T. Supriyono, “Optimum disain plts hybrid 10 mw dengan turbin gas,” 2017, no. SNMI 2017, p. TM-36.
- [5] I. Kholiq, “Editorial Board,” *Curr. Opin. Environ. Sustain.*, vol. 4, no. 1, p. i, 2012, doi: 10.1016/s1877-3435(12)00021-8.
- [6] T. Supriyono, B. Tarigan, and S. Hidayat, “Perancangan Palu Tiang Pancang Mini (Mini Pile Hammer),” pp. 9–10, 2019.
- [7] T. Supriyono, M. Ramandani, and H. Soemantri, “Uji Performansi Solar Panel Kapasitas 100 WP,” *J. Tek. Mesin Mech. Xplore*, vol. 2, no. 2, pp. 35–48, 2022.
- [8] P. Seminar and N. Teknologi, “Analisis Kinerja Alat Penukar Kalor Heat Pipe Prosiding Seminar Nasional Teknologi Terapan,” vol. 6, pp. 57–60.
- [9] “Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air,” *J. Komputer, Inf. Teknol. dan Elektro*, 2018.
- [10] L. L. Vasiliev, “Heat pipes in modern heat exchangers,” *Applied Thermal Engineering*. 2005, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2003.12.004.
- [11] Sugar *et al.*, “Analisa perpindahan kalor pada Heat exchanger,” *Igarss 2014*, 2013.

- [12] D. Febraldo, W. N. Septiadi, and K. Astawa, "Kinerja Termal Pipa Kalor Tembaga pada Fluida Kerja Air," *J. METTEK*, 2019, doi: 10.24843/mettek.2019.v05.i01.p07.
- [13] M. Amin, B. Ariantara, N. Putra, A. F. Sandi, and N. A. Abdullah, "Thermal management of electric vehicle batteries using heat pipe and phase change materials," in *E3S Web of Conferences*, 2018, vol. 67, p. 3034.
- [14] F. Reynaldi, "Pengujian pipa kalor lurus sumbu kapiler serat karbon menggunakan pendingin udara." 2021.
- [15] A. Bejan and A. D. Kraus, *Heat Transfer Handbook*. 2003.
- [16] Y. W. Chang, C. H. Cheng, J. C. Wang, and S. L. Chen, "Heat pipe for cooling of electronic equipment," *Energy Convers. Manag.*, 2008, doi: 10.1016/j.enconman.2008.05.002.
- [17] B. Ariantara, N. Putra, and S. Supriadi, "Battery thermal management system using loop heat pipe with LTP copper capillary wick," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2018, vol. 105, no. 1, p. 12045.
- [18] N. Putra, Saputra, M. I. Bimo, R. Irwansyah, and S. N. Wayan, "Experimental study on sintered powder wick loop heat pipe," 2012, doi: 10.1063/1.4704270.
- [19] H. S. Huang, J. C. Wang, and S. L. Chen, "Experimental investigation on thermal performance of heat sink with two pairs of embedded heat pipes," 2007, doi: 10.1115/IPACK2007-33167.
- [20] F. P. Incropera and D. P. De Witt, "Fundamentals of heat transfer.," 1981, doi: 10.13182/nse65-a18809.
- [21] T. Supriyono, "Mekanika Fluida Lanjut." Teknik Mesin Unpas, 2021.
- [22] M. H. Basri, "Efek Perubahan Laju Aliran Massa Air Pendingin Pada Kondensor Terhadap Kinerja Mesin Refrigerasi FOCUS 808," *J. SMARTek*, 2016.

- [23] T. A. Ajiwiguna, “Pengaruh Laju Aliran Udara Terhadap Hambatan Termal Heat Sink Untuk Pendingin Elektronik,” *TEKTRIKA - J. Penelit. dan Pengemb. Telekomun. Kendali, Komputer, Elektr. dan Elektron.*, vol. 1, no. 2, pp. 144–147, 2019, doi: 10.25124/tektrika.v1i2.1748.
- [24] Kennedy, K. Anwar, and M. B. Anggara, “Pengaruh temperatur fluida pendingin terhadap unjuk kerja sistim termolektrik,” *J. Mek.*, vol. 8, no. 2, pp. 759–767, 2017.
- [25] A. Hasnan, N. Putra, W. N. Septiadi, B. Ariantara, and N. A. Abdullah, “Vapor chamber utilization for rapid cooling in the conventional plastic injection molding process,” *Int. J. Technol.*, vol. 8, no. 4, pp. 690–697, 2017.
- [26] T. Supriyono, “Mekanika Fluida Dasar.” Teknik Mesin Unpas, 2019.

