

**Pengujian Kinerja *Heat pipe* Untuk Pendingin *Photovoltaic*  
*Module* 100 Wp Pada Beberapa Sudut Kemiringan  
0°, 5°, 10°, 15° dan 20°**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**Nama: Mochammad Rafie Ramadhan**

**NPM: 183030085**



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

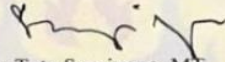
## LEMBAR PENGESAHAN

Pengujian Kinerja *Heat pipe* Untuk Pendingin *Photovoltaic Module* 100 Wp  
Pada Beberapa Sudut Kemiringan 0°, 5°, 10°, 15°, dan 20°



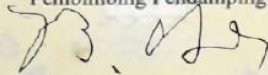
Nama: Mochammad Rafie Ramadhan  
NPM: 183030085

Pembimbing Utama



Ir. Toto Supriyono, MT

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Bambang Ariantara, MT

## ABSTRAK

Permasalahan utama pada PVM (*photovoltaic module*) adalah apabila temperatur permukaan PVM tinggi maka daya yang dihasilkan semakin menurun. Solusi untuk menurunkan temperatur permukaan PVM adalah menggunakan penyerap kalor. Pada penelitian sebelumnya telah dibuat *heat pipe* untuk pendingin PVM dengan diameter 19 mm dan panjang 425 mm, 640 mm dan 860 mm. Tujuan penelitian adalah untuk mengukur kinerja *heat pipe* pada beberapa sudut kemiringan. Pengujian *heat pipe* dilakukan dengan kemiringan *heat pipe* 0°, 5°, 10°, 15°, dan 20°. Pengujian *heat pipe* dilakukan dengan memberikan kalor pada bagian *evaporator* dengan *power supply* pada temperatur 30°C sampai dengan 70°C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa hambatan termal *heat pipe* tidak dipengaruhi oleh sudut kemiringan *heat pipe* dari 0° hingga 20°. Dapat disimpulkan bahwa pengaruh kemiringan 0° hingga 20° terhadap kinerja *heat pipe* tidak signifikan.

Kata kunci : PVM, sudut kemiringan PVM, sudut kemiringan *heat pipe*, kinerja *heat pipe*.



# DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN .....	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi.....	vi
Daftar Gambar .....	viii
Daftar Tabel.....	x
ABSTRAK .....	xi
<i>ABSTRACT</i> .....	1
BAB I PENDAHULUAN.....	2
1. Latar Belakang .....	2
2. Rumusan Masalah .....	2
3. Tujuan .....	3
4. Manfaat .....	3
5. Batasan Masalah.....	3
6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II STUDI LITERATUR.....	4
1. Definisi <i>Photovoltaic</i> Module.....	4
2. Prinsip Kerja <i>Photovoltaic</i> Module .....	4
3. Jenis – jenis <i>Photovoltaic</i> Module.....	5
4. Pengaruh temperatur lingkungan pada PVM terhadap kinerja PVM .....	7
5. Definisi <i>Heat pipe</i> .....	8
6. Prinsip Kerja <i>Heat pipe</i> .....	8
7. Komponen <i>Heat pipe</i> .....	9
8. Laju perpindahan kalor <i>heat pipe</i> .....	10
9. Hambatan termal <i>Heat pipe</i> .....	10
BAB III METODE PENELITIAN .....	11
1. Tahapan Penelitian .....	11
2. Jadwal Kegiatan .....	12
3. Tempat Penelitian.....	12
4. Setup Pengukuran/Pengujian .....	13
5. Alat Ukur dan Bahan yang digunakan .....	15
6. Metode Pengolahan Data Hasil Pengukuran/Pengujian .....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
1. Hasil Pengukuran/Pengujian.....	22

2.	Pengolahan Data.....	43
3.	Pembahasan.....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		49
1.	Kesimpulan.....	49
2.	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA .....		50
LAMPIRAN .....		53
1.	Data hasil pengujian/pengukuran.....	53
2.	Hasil Pengolahan Data.....	59
3.	Foto-Foto Kegiatan.....	61
4.	Spesifikasi Teknis.....	66
5.	Gambar Teknik.....	67
6.	Gambar Kerja .....	68



# BAB I PENDAHULUAN

## 1. Latar Belakang

*Photovoltaic Module* adalah alat yang terbuat dari material semi konduktor yang berfungsi mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik DC. *Photovoltaic module* dipengaruhi dua variabel fisis yaitu intensitas cahaya matahari dan temperatur lingkungan. PVM memiliki beberapa keterbatasan salah satunya adalah peningkatan temperatur permukaan menyebabkan turunnya daya listrik yang dihasilkan *Photovoltaic Module*. Faktor yang mempengaruhi tingginya temperatur pada PVM disebabkan temperatur lingkungan sekitar dan material silikon sel *Photovoltaic Module* yang dapat menyerap energi foton maupun energi panas dari matahari [1].

Permasalahan utama pada *Photovoltaic Module* adalah kenaikan temperatur pada permukaan PVM yang dapat menurunkan efisiennya. Solusi untuk menurunkan temperatur pada permukaan *Photovoltaic Module* dibutuhkan penyerap kalor. *Heat pipe* diharapkan dapat menurunkan temperatur pada *Photovoltaic Module*. *Heat pipe* merupakan alat penyerap kalor terbuat dari material pipa tembaga di mana didalamnya terdapat fluida kerja sebagai penghantar kalor dari bagian *evaporator* ke kondensor [2].

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari kegiatan penelitian sebelumnya yaitu “Pengukuran kinerja *Heat pipe* untuk Pendingin *Photovoltaic Module* 100 WP” Pada kegiatan penelitian yang dilakukan adalah mengukur kinerja *heat pipe*. Penelitian lanjutan yang dilakukan adalah menguji kinerja *heat pipe* pada berbagai sudut kemiringan dikarenakan posisi sudut kemiringan pada *Photovoltaic Module* berbeda-beda setiap daerahnya. Ada beberapa hal yang memengaruhi kinerja *heat pipe* diantaranya adalah material pipa, konduktivitas termal tembaga, dimensi *heat pipe*, fluida kerja pada *heat pipe*. Parameter yang mempengaruhi kinerja dari *heat pipe* adalah tahanan termal. Idealnya, dengan efisiensi 100 persen, temperatur yang masuk dan temperatur yang ke luar nilainya adalah sama, tetapi pada kenyataannya terjadi perbedaan antara temperatur yang evaporator dengan temperatur yang kondensor, karena dalam *heat pipe* ada tahanan termal yang menghambat laju perpindahan kalor. Semakin kecil tahanan termal, maka semakin bagus kinerja *heat pipe* [3].

## 2. Rumusan Masalah

- Bagaimana membuat *heat pipe*.
- Bagaimana menentukan kinerja *heat pipe* secara eksperimental.
- Bagaimana pengaruh sudut kemiringan *heat pipe* terhadap kinerjanya.

### 3. Tujuan

- Membuat *prototype heat pipe*.
- Menentukan kinerja *heat pipe* secara eksperimental.
- Untuk mengetahui pengaruh sudut kemiringan *heat pipe* terhadap kinerjanya.

### 4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat baik bagi peneliti, perusahaan dan peneliti selanjutnya.

### 5. Lingkup Penelitian

Penelitian ini mencakup pembuatan *prototype* dan pengujian kinerjanya.

### 6. Sistematika Penulisan

Laporan skripsi ini terdapat lima bab terdiri dari pendahuluan, studi literatur, metodologi penelitian, hasil pembahasan, kesimpulan, saran, daftar pustaka dan lampiran.

#### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

#### BAB II STUDI LITERATUR

Bab ini berisi tentang teori-teori dasar secara umum tentang PVM, prinsip kerja PVM, jenis jenis PVM, definisi *heat pipe*, prinsip kerja *heat pipe* dan jenis-jenis *heat pipe*.

#### BAB III METODOLOGI

Berisikan tentang diagram alir penelitian, spesifikasi *heat pipe*, instalasi pengujian *heat pipe*, penempatan sensor termokopel, proses kalibrasi dan prosedur pengujian.

#### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang tabel hasil pengujian, grafik hasil pengujian, perhitungan hasil pengujian dan pembahasan hasil pengujian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Hie Khwee, "Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus: Pontianak)," *J. ELKHA*, vol. 5, no. 2, pp. 23–26, 2013.
- [2] L. L. Vasiliev, "Heat pipes in modern heat exchangers," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 25, no. 1, pp. 1–19, 2005, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2003.12.004.
- [3] A. R. Fachrudin and F. A. F. Astuti, "Analisis Kinerja Alat Penukar Kalor *Heat pipe* Dengan Variasi Diameter Pipa Dan Daya Input," vol. 6, pp. 57–60.
- [4] D. Suryana, "Pengaruh Temperatur/Suhu Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin (Studi Kasus: Baristand Industri Surabaya)," *J. Teknol. Proses dan Inov. Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 5–8, 2016, doi: 10.36048/jtpii.v1i2.1791.
- [5] A. I. Ramadhan, E. Diniardi, and S. H. Mukti, "Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP," *Teknik*, vol. 37, no. 2, p. 59, 2016, doi: 10.14710/teknik.v37i2.9011.
- [6] S. Eka, P. Pagan, I. D. Sara, and H. Hasan, "Komparasi Kinerja Panel Surya Jenis Monokristal Dan Polykristal Studi Kasus Cuaca Banda Aceh," *J. Karya Ilm. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 4, pp. 19–23, 2018.
- [7] M. B. Salim and N. Rajabiah, "Analisis Kemampuan Panel Surya Monokristalin 150 Watt pada Arus dan Pengisian yang Dihasilkan," *JIPFRI (Jurnal Inov. Pendidik. Fis. dan Ris. Ilmiah)*, vol. 3, no. 1, pp. 29–35, 2019, doi: 10.30599/jipfri.v3i1.342.
- [8] B. H. Purwoto, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 01, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emitor.v18i01.6251.
- [9] Z. Iqtimeal and I. Devi, "Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air," *Kitektro*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2018.
- [10] D. A. Dunn, P., and Reay, *heat pipe*, Third Edit. Pergamon Press, Oxford United Kingdom, 1982.
- [11] M. M. T. dkk Takaoka, "Development of Long *Heat pipes* and *Heat pipe* Applied Products," 1958.
- [12] J. T. Mesin, F. Teknik, and U. N. Jakarta, "Perpindahan panas pipa kalor sudut kemiringan 0,30,45,60,90 Derajat," *J. Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*, vol. Edisi Terb, pp. 144–148, 2014.
- [13] and S. N. W. N. Putra, Saputra, M. I. Bimo, R. Irwansyah, "Experimental study on sintered powder *wick loop heat pipe*," p. doi: 10.1063/1.4704270, 2012.
- [14] R. Siregar *et al.*, "Pengaruh perpindahan panas pipa kalor pada posisi horizontal," *J. online Mhs.*, vol. 3, no. 2, pp. 5–8, 2016.
- [15] P. R. Pachghare and A. M. Mahalle, "Effect of pure and binary fluids on closed loop pulsating *heat pipe* thermal performance," *Procedia Eng.*, vol. 51, no. NUICONE 2012,



pp. 624–629, 2013, doi: 10.1016/j.proeng.2013.01.088.

- [16] F. P. Incropera and D. P. De Witt, "Fundamentals of heat transfer.," Doi: 10.13. 1981.
- [17] Aprianingsih, N., Winarta, A., Ariantara, B., & Putra, N. (2018). Thermal performance of pulsating *heat pipe* on electric motor as cooling application. In E3S Web of conferences (Vol. 67, p. 03035). EDP Sciences.
- [18] Ariantara, Bambang, Nandy Putra, and Sugeng Supriadi. "Battery thermal management system using loop *heat pipe* with LTP copper capillary wick." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 105. No. 1. IOP Publishing, 2018.
- [19] Sumartono, Muhamad Rizki, Toto Supriyono, and Hery Sonawan. Perancangan Dan Pembuatan *Heat pipe* Untuk Pendingin *Photovoltaic Module* 100WP. Diss. Fakultas Teknik Unpas, 2021.
- [20] Rismawan, Riki, Toto Supriyono, and Hery Sonawan. Pengukuran kinerja *Heat pipe* untuk Pendingin Photovolt Module 100 WP. Diss. Fakultas Teknik Unpas, 2022.
- [21] Supriyono, Toto, Muhammad Ramandani, and Herman Soemantri. "Uji Performansi Solar Panel Kapasitas 100 WP." Jurnal Teknik Mesin Mechanical Xplore 2.2 (2022): 35-48.
- [22] SONAWAN, Hery, et al. Studi Eksperimen Proses Flashing Dari Nosel Berputar di Dalam Lingkungan Vakum. Prosiding SENATEK 2015, 2017, 1.A: 301-305.
- [23] Sonawan, H., Sofia, E., & Ramadhan, A. (2020). Assessment of direct evaporative cooler performance with a cooling pad made from banana midrib and ramie fiber. Smart and Sustainable Built Environment.
- [24] Sonawan, H., Saputro, P., & Kurniawan, I. M. (2018). Utilization of air conditioner condenser as water heater in an effort to energy conservation. Renewable Energy and Environmental Sustainability, 3, 1.
- [25] Ramdani, R., & Sonawan, H. (2018). Kaji Teoritik Pengaruh Tube Plugging Terhadap Penurunan Beban Pembangkit Listrik Tipe 625 MW Reheat Condensing Steam Turbine.
- [26] Kusuma, M. Hadi. "Sistem pendingin pasif di kolam penyimpanan bahan bakar bekas nuklir dengan menggunakan pipa kalor= Passive cooling system in nuclear spent fuel storage pool using heat pipe." 2017.
- [27] Iskandar, Ferly Septian, Rahmat Iman Mainil, And Azridjal Aziz. "Karakteristik Pipa Kalor Dengan Fluida Kerja Aseton, Filling Ratio 60% Pada Posisi Horizontal, Kemiringan 45° Dan Vertikal." Jurnal Sains Dan Teknologi 14.1 .2015.
- [28] Suinata, I. Made; Septiadi, Wayan Nata; Wirawan, K. G. Analisa Kinerja Thermal Kolektor Surya Berbasis Pipa Kalor. Jurnal Mettek: Jurnal Ilmiah Nasional Dalam Bidang Ilmu Teknik Mesin, 2016, 2.2: 114-120.
- [29] Amin, M., Ariantara, B., Putra, N., Sandi, A. F., & Abdullah, N. A. (2018). Thermal management of electric vehicle batteries using heat pipe and phase change materials. In E3S Web of Conferences (Vol. 67, p. 03034). EDP Sciences.

- [30] Khoirudin, Dodi Mulyadi, and Nana Rahdiana. "Analisis pengaruh jarak antar sirip dan laju aliran terhadap koefisien perpindahan kalor pada alat penukar kalor pipa ganda." Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH). Vol. 3. No. 1. 2020.
- [31] Supriyono, Toto, Muhammad Ramandani, and Herman Soemantri. "Uji Performansi Solar Panel Kapasitas 100 WP." Jurnal Teknik Mesin Mechanical Xplore 2.2 (2022): 35-48.
- [32] Toto, Supriyono. "Rancang Bangun Dan Konstruksi" Mounting Support" Solar Module." Seminar Nasional Teknik Mesin 11. Vol. 1. No. 1. Universitas Kristen Petra Surabaya, 2016.

