

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *HEAT PIPE* UNTUK
PENDINGIN *PHOTOVOLTAIC MODULE* 100WP**

SKRIPSI



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

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *HEAT PIPE* UNTUK PENDINGIN *PHOTOVOLTAIC MODULE 100WP*



Nama: Muhamad Rizki Sumartono

NPM: 163030067

Pembimbing Utama

Ir. Toto Supriyono, MT

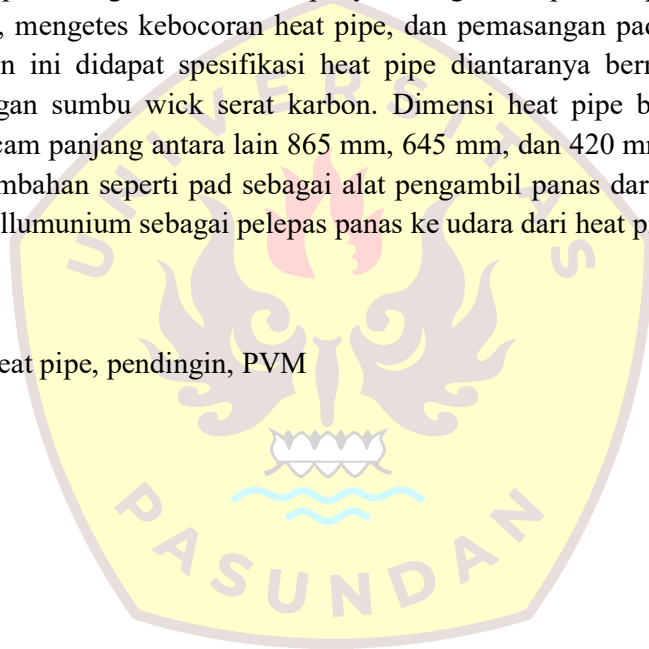
Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Hery Sonawan, MT

ABSTRAK

Dalam skripsi ini membahas tentang perancangan dan pembuatan heat pipe sebagai pendingin PVM 100 Wp. Alasan dilakukannya penelitian ini adalah karena adanya kenaikan temperatur pada PVM, sehingga terjadi penurunan daya dan efisiensi PVM. Untuk menurunkan temperatur tersebut maka diperlukan pendingin. Pendingin yang akan dirancang dan dibuat di penelitian ini adalah heat pipe. Penelitian ini bertujuan mendapatkan spesifikasi, detail desain dan fabrikasi heat pipe. Perancangan heat pipe dilakukan dengan cara mencari nilai kalor yang harus diserap heat pipe dan membandingkan desain heat pipe dari penelitian sebelumnya sebagai acuan desain. Setelah mendapatkan detail desain dilakukan pembuatan heat pipe. Pembuatan heat pipe dilakukan dengan beberapa tahap diantaranya pemotongan material, penyambungan tiap komponen, proses pemvakuman, mengetes kebocoran heat pipe, dan pemasangan pada PVM. Hasil dari penelitian ini didapat spesifikasi heat pipe diantaranya bermaterial utama tembaga dengan sumbu wick serat karbon. Dimensi heat pipe berdiameter $\frac{3}{4}$ " dengan 3 macam panjang antara lain 865 mm, 645 mm, dan 420 mm. Dan adapun komponen tambahan seperti pad sebagai alat pengambil panas dari PVM ke heat pipe dan fin aluminium sebagai pelepas panas ke udara dari heat pipe.

Kata kunci: heat pipe, pendingin, PVM



DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN.....	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
ABSTRAK.....	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar Belakang.....	1
2. Rumusan masalah.....	2
3. Tujuan.....	2
4. Manfaat.....	3
5. Batasan Masalah.....	3
6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II STUDI LITERATUR.....	5
1. <i>Photovoltaic Module</i>	5
a. Pengertian <i>Photovoltaic Module</i>	5
b. Prinsip Kerja <i>Photovoltaic Module</i>	5
c. Jenis-jenis <i>Photovoltaic Module</i>	6
d. Pengaruh Temperatur Terhadap PVM.....	7
2. <i>Heat pipe</i>	9
a. Pengertian <i>Heat pipe</i>	9
b. Prinsip Kerja <i>Heat pipe</i>	9
c. Proses perpindahan kalor pada <i>heat pipe</i>	10
d. Komponen.....	11
e. Jenis-jenis <i>heat pipe</i>	13
3. Pendingin <i>Photovoltaic Module</i> dari penelitian terdahulu.....	17
a. Penelitian oleh Deni Almanda, Doddy Bhaskara.....	17

b. Penelitian oleh Adhi Warsito, dkk.....	18
c. Penelitian oleh Joko Suryo Sumbodo, dkk	18
d. Penelitian oleh E. Roslan, I. Hassim.....	19
e. Penelitian oleh Laith Jaafer Habeeb, dkk.....	19
f. Penelitian oleh Zainal Ariffin, dkk.....	19
g. Penelitian oleh Haris Isyanto, dkk.....	20
h. Penelitian oleh Aly M. A. Soliman, Hamdy Hassan	20
i. Penelitian oleh Rahmat Subarkah, dkk	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	22
1. Diagram Alir penelitian.....	22
2. Analisis Energi.....	24
3. Pemilihan Spesifikasi <i>Heat pipe</i>	30
a. Pemilihan diameter <i>heat pipe</i>	30
a. Pemilihan fluida kerja <i>heat pipe</i>	31
b. Pemilihan material <i>heat pipe</i>	31
c. Pemilihan material sumbu kapiler.....	32
d. Pemilihan filling rasio fluida kerja.....	32
e. Energi yang dapat diambil oleh fluida kerja	33
4. Perancangan pemasangan <i>heat pipe</i>	33
5. Perancangan bentuk <i>heat pipe</i>	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
1. Bagian bagian <i>heat pipe</i> dan alat tes kebocoran	36
2. Perhitungan fin aluminium	37
3. Detail desain	39
4. Alat dan bahan yang digunakan.....	41
5. Proses pembuatan <i>heat pipe</i>	46
BAB V KESIMPULAN	49
1. Kesimpulan	49

2. Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN A (REFERENSI)	54
LAMPIRAN B (GAMBAR KERJA)	56



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[2], [3]. 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[4]. Salah satu yang dapat dimanfaatkan adalah energi cahaya matahari. Alat untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi listrik adalah *Photovoltaic Module* (PVM).

Photovoltaic module, PVM adalah suatu alat yang dapat mengubah energi matahari (cahaya) menjadi listrik DC (*Direct Current*) [5], [6]. 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. Setiap kenaikan temperatur PVM (dari 25°C) akan mengakibatkan berkurangnya total energi yang dihasilkan. Temperatur udara yang tinggi dapat mempengaruhi kinerja PVM[1]. Saat beroperasi temperatur kerja PVM selalu di atas 25°C sehingga kinerja PVM berkurang.

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, namun kenaikan temperatur pada permukaan PVM juga dapat menurunkan besar daya listrik tersebut. Perubahan temperatur pada PVM selain disebabkan oleh temperatur lingkungan sekitar, juga disebabkan oleh bahan sel-sel surya yang mampu menyerap energi foton sekaligus kalor dari radiasi matahari[7].

Untuk menurunkan temperatur kerja PVM diperlukan pendingin. Pendingin 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 **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *HEAT PIPE* UNTUK PENDINGIN *PHOTOVOLTAIC MODULE* KAPASITAS 100 WP**. Penggunaan pendingin *heat pipe* ini diharapkan dapat menurunkan temperatur PVM dan meningkatkan efisiensinya. Penelitian ini juga sangat penting sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas penggunaan sumberdaya terbarukan.

2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas di atas terdapat beberapa masalah. Dari beberapa masalah yang ada tersebut disusun rumusan masalah yang sesuai dengan penelitian. Rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang *heat pipe*.
- b. Fluida kerja apa yang akan digunakan pada *heat pipe*.
- c. Material apa yang akan digunakan untuk *heat pipe*.
- d. Bagaimana membuat *heat pipe*.
- e. Bagaimana konstruksi *heat pipe* yang sesuai dengan PVM.

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 sebagai berikut:

- a. Menentukan perancangan *heat pipe*
- b. Menentukan material *heat pipe* yang sesuai dengan desain
- c. Menentukan jenis fluida kerja yang sesuai dengan desain

- d. Menentukan langkah-langkah kerja pembuatan *heat pipe*
- e. Mendapatkan konstruksi *heat pipe*

4. Manfaat

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat bagi penulis maupun bagi semua orang. Dengan manfaat yang didapat diharapkan adanya hal positif yang didapat. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Berkontribusi dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya pada perancangan dan pembuatan *heat pipe*.
- b. Dapat dijadikan sebagai acuan dalam perancangan dan pembuatan *heat pipe* sebagai pendingin PVM.

5. Batasan Masalah

Untuk mempermudah penelitian ini maka perlu adanya penyederhanaan berupa batasan masalah. Penyederhanaan berupa batasan masalah yang dihadapi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. *Heat pipe* yang akan digunakan adalah untuk mendinginkan PVM 100Wp dengan dimensi 1000x670mm.
- b. Temperatur lingkungan 25°-35°C.
- c. Temperatur tertinggi pada PVM sudah ditentukan dari penelitian sebelumnya.

6. Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun bab demi bab yang terdiri dari lima bab. Lima bab tersebut terdiri dari Pendahuluan, Studi Literatur, Metodologi Penelitian, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan dan Saran, serta Daftar Pustaka

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang dari penelitian, tujuan penelitian, manfaat yang dapat diambil dari penelitian, batasan masalah untuk mempermudah penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II STUDI LITERATUR

Bab ini berisi tentang teori-teori dasar secara umum tentang PVM, *heat pipe* dan pendinginan PVM. Bab ini juga menjelaskan prinsip kerja, komponen, jenis jenis mengenai PVM dan *heat pipe*, dan pendinginan PVM dari penelitian sebelumnya.

BAB III METODOLOGI

Berisikan tentang diagram alir penelitian dimulai penjelasan tentang diagram alir, analisis energi pada PVM, Pemilihan spesifikasi *heat pipe*, Perancangan penempatan *heat pipe*, dan Perancangan bentuk *heat pipe*.

BAB IV Hasil Dan Pembahasan

Berisikan tentang hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan. Dalam penelitian ini hasil dan pembahasan berupa penjelasan bagian *heat pipe* dan alat tes kebocoran, perhitungan heat sink, penjelasan alat dan bahan, serta proses pembuatan *heat pipe*.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Berisikan tentang kesimpulan dan saran dari penelitian ini. Kesimpulan merupakan jawaban dari tujuan penelitian dan saran adalah masukan dari penulis bagi peneliti selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Warsito, E. Adriono, My. Nugroho, and B. Winardi, "Dipo Pv Cooler, Penggunaan Sistem Pendingin Temperatur Heatsink Fan Pada Panel Sel Surya (Photovoltaic) Sebagai Peniingkatan Kerja Energi Listrik Baru Terbarukan," *Transient*, vol. 2, no. 3, pp. 499–503, 2013.
- [2] N. Fajar, A. Endang, and T. Supriyono, "PENGUJIAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK PENGISIAN BATERAI LAPTOP DAN HANDPHONE," Pasundan University, 2018.
- [3] T. Supriyono, "Optimum disain plts hybrid 10 mw dengan turbin gas," 2017, no. SNMI 2017, p. TM-36.
- [4] I. Kholiq, "Editorial Board," *Curr. Opin. Environ. Sustain.*, vol. 4, no. 1, p. i, 2012, doi: 10.1016/s1877-3435(12)00021-8.
- [5] T. Supriyono, B. Tarigan, and M. Syarief, "PERANCANGAN PALU TIANG PANCANG MINI (MINI PILE HAMMER)," *Pros. SNTTM XVIII*, 2019.
- [6] 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.
- [7] D. Suryana, "Pengaruh Temperatur/Suhu Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin (Studi Kasus: Baristand Industri Surabaya)," *J. Teknol. Proses dan Inov. Ind.*, 2016, doi: 10.36048/jtpii.v1i2.1791.
- [8] T. Supriyono, "RANCANG BANGUN DAN KONSTRUKSI " MOUNTING SUPPORT " SOLAR MODULE," no. L, 2016.
- [9] N. Safitri, P. N. Lhokseumawe, T. Rihayat, and P. N. Lhokseumawe, *NO . ISBN 978-623-91323-0-9*, no. July 2019. 2020.
- [10] D. Almanda and D. Bhaskara, "Studi Pemilihan Sistem Pendingin pada Panel Surya Menggunakan Water Cooler, Air Mineral dan Air Laut," *Resist*.

(*elektRONika kEndali Telekomun. tenaga List. kOmputeR*), vol. 1, no. 2, p. 43, 2018, doi: 10.24853/resistor.1.2.43-52.

- [11] 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/emit.v18i01.6251.
- [12] K. Hie Khwee, “Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus: Pontianak),” *J. ELKHA*, 2013.
- [13] R. T. Sataloff, M. M. Johns, and K. M. Kost, “No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析 Title,” pp. 1–6.
- [14] L. L. Vasiliev, “Heat pipes in modern heat exchangers,” *Applied Thermal Engineering*, 2005, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2003.12.004.
- [15] Sugar *et al.*, “Analisa perpindahan kalor pada Heat exchanger,” *Igarss 2014*, 2013.
- [16] 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.
- [17] P. Seminar and N. Teknologi, “ANALISIS KINERJA ALAT PENUKAR KALOR HEAT PIPE Prosiding Seminar Nasional Teknologi Terapan,” vol. 6, pp. 57–60.
- [18] 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.
- [19] A. Bejan and A. D. Kraus, *Heat Transfer Handbook*. 2003.
- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] J. S. Sumbodo, M. R. Kirom, and P. Pangaribuan, “Efektifitas Pendingin Menggunakan Termoelektrik Pada Panel Surya,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 3895–3902, 2018.
- [23] M. E. B. M. Roslan and I. Hassim, “Solar PV system with pulsating heat pipe cooling,” *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 14, no. 1, pp. 311–318, 2019, doi: 10.11591/ijeecs.v14.i1.pp311-318.
- [24] L. Habeeb, D. Ghanim, L. J. Habeeb, D. Ghanim Mutasher, F. A. Muslim, and A. Ali, “Cooling Photovoltaic Thermal Solar Panel by Using Heat Pipe at Baghdad Climate,” *Int. J. Mech. Mechatronics Eng. IJMME-IJENS*, vol. 17, no. 06, p. 6, 2017, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/329196967>.
- [25] Z. Arifin, S. Suyitno, D. D. D. P. Tjahjana, W. E. Juwana, M. R. A. Putra, and A. R. Prabowo, “The effect of heat sink properties on solar cell cooling systems,” *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 21, pp. 1–16, 2020, doi: 10.3390/app10217919.
- [26] H. Isyanto, Budiyanto, Fadliandi, and P. G. Chamdareno, “Pendingin untuk peningkatan daya keluaran panel surya,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. 2017*, no. November, pp. 1–2, 2017.
- [27] A. M. A. Soliman and H. Hassan, “An experimental work on the performance of solar cell cooled by flat heat pipe,” *J. Therm. Anal. Calorim.*, vol. 146, no. 4, pp. 1883–1892, 2021, doi: 10.1007/s10973-020-10102-5.
- [28] R. Subarkah, T. H. Nufus, R. A. Setiawan, A. Subakri, W. T. N. Kahfi, and T. L. Prasetyo, “The Use of Matrix Heat Pipe as Photovoltaic Cooler,” *IPTEK J. Proc. Ser.*, vol. 0, no. 1, 2015, doi: 10.12962/j23546026.y2014i1.378.
- [29] G. Santoso, R. Hartono, B. Tarigan, T. Supriyono, A. Cardiman, and I. M. Badriansyah, “Numerical Analysis in Development of a Cross-Sectional

Model of the ‘C’ Profile Cold-Formed Steel SNI-1729: 2015,” in *2nd International Conference on Science, Technology, and Modern Society (ICSTMS 2020)*, 2021, pp. 123–126.

- [30] B. Zohuri, “Heat pipe applications in fission driven nuclear power plants,” *Heat Pipe Appl. Fission Driven Nucl. Power Plants*, no. July, pp. 1–362, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-05882-1.
- [31] 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.
- [32] I. W. Sugita, “Kinerja Pipa Kalor dengan Struktur Sumbu Fiber Carbon dan Stainless Steel Mesh 100 dengan Fluida Kerja Air,” *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 1, pp. 22–30, 2016.
- [33] I. Setyawan, S. R. Riawan, S. P. Sari, and Ridwan, “Analisis Kinerja Pipa Kalor Lurus Menggunakan Sumbu Kapiler Screen Mesh 300 Dengan Memvariasikan Filling Rasio,” *J. ASIMETRIK J. Ilm. Rekayasa Inov.*, vol. 2, no. 2, pp. 133–138, 2020, doi: 10.35814/asiimetrik.v2i2.1470.