



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KARAKTERISASI SISTEM PENDINGIN DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI PANEL SURYA BERBASIS IOT

Sub Judul: Karakterisasi Sistem Pendingin pada Panel Surya

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan diploma III Program Studi Teknik Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin

Oleh:
Wahyu Miraj Setiavi
NIM. 1802321017

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
AGUSTUS, 2021**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Karakterisasi Sistem Pendingin dalam Meningkatkan Efisiensi Panel Surya berbasis Internet of Things (IoT)

Oleh:

Dara Shanea Harafany
Rifki Nur Ilham
Wahyu Miraj Setiavi

NIM. 1802321003
NIM. 1802321025
NIM. 1802321017

Program Studi Teknik Konversi Energi

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing:

Pembimbing 1

Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc
NIP. 197512222008121003

Pembimbing 2

Ir. Agus Sukandi, MT
NIP. 19600604199802001

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Ketua Program Studi

Teknik Konversi Energi

Ir. Agus Sukandi, MT
NIP. 1960060419980200



HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

KARAKTERISASI SISTEM PENDINGIN DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI PANEL SURYA BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Oleh:

Dara Shanea Harafany

NIM. 1802321003

Rifki Nur Ilham

NIM. 1802321025

Wahyu Miraj Setiavi

NIM. 1802321017

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang tugas akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 31 Agustus 2021 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Na ma	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Ir. Agus Sukandi, MT. NIP. 19600604199802001	Ketua Penguji		31/08/2021
2	Arifia Ekayuliana, S.T, M.T. NIP. 199107212018032001	Anggota		31/08/2021
3.	Yuli Mafendro D.E.S, S.Pd.. M.T. NIP. 1994030920 19031013	Anggota		31/08/2021

Depok, 31 Agustus

2021 Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, ST, MT

NIP. 19770714 200812 1 005

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

1. Dara Shanea Harafany NIM. 1802321003
2. Rifki Nur Ilham NIM. 1802321025
3. Wahyu Miraj Setiavi NIM. 1802321017

Program Studi : Diploma III Teknik Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 09 September 2021



Dara Shanea Harafany
NIM. 1802321003



Rifki Nur Ilham
NIM. 1802321025



Wahyu Miraj Setiavi
NIM. 1802321017

NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KARAKTERISASI SISTEM PENDINGIN PADA PANEL SURYA

Wahyu Miraj Setiavi^{1*)}, Sonki Prasetya¹⁾, Agus Sukandi¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: wahyu.mirajsetiavi.tm18@mhswnpj.ac.id

ABSTRAK

Kenaikan temperatur kerja panel surya diatas nilai optimum 25 °C membuat daya keluaran panel surya turun ditunjukkan pada nilai koefisien temperatur daya maksimum. Sistem pendingin yang telah diteliti untuk menurunkan temperatur panel surya memerlukan energi dalam bekerja sehingga daya panel surya dapat terambil. Beberapa daerah memiliki sumber daya alam untuk mendinginkan panel surya. Penelitian ini bertujuan untuk mengarakterisasikan unit yang dibutuhkan pada sistem pendingin untuk menurunkan temperatur dan menaikkan daya keluaran tertentu pada panel surya berdasarkan sumber daya yang terdapat pada sebuah daerah. Beberapa jenis sistem pendingin dibuat dan diuji agar dapat dikarakterisasikan. Sistem sirip pendingin dengan konveksi natural memiliki temperatur lebih tinggi dari panel surya normal 5,66 °C. Sistem sirip pendingin angin dan air memiliki temperatur lebih tinggi dari panel surya normal secara berurut 5,8 °C dan 0,84 °C. Nilai daya sistem ini lebih rendah 2,57 W, 1,2 W dan 0,4 W secara berurut dibandingkan panel surya normal. Sistem pendingin air dapat menurunkan temperatur panel surya 11,3 °C namun dayanya lebih rendah 5 W dari panel surya normal. Sistem pendingin angin dapat menurunkan temperatur panel surya 4,5 °C namun dayanya lebih rendah 1,5 W dibanding panel surya normal. Sistem pendingin terbaik dalam menurunkan temperatur panel surya secara berurut adalah sistem pendingin air, angin, sistem sirip pendingin air, konveksi natural kemudian sistem sirip pendingin angin.

Kata kunci: panel surya, sistem pendingin, perpindahan panas, karakterisasi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KARAKTERISASI SISTEM PENDINGIN PADA PANEL SURYA

Wahyu Miraj Setiavi^{1*)}, Sonki Prasetya¹⁾, Agus Sukandi¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: wahyu.mirajsetiavi.tm18@mhswnpj.ac.id

ABSTRACT

The rise of operating temperature of solar panel above 25 °C reduced its power output determined by coefficient temperature of maximum power. Conducted cooling system to reduce operating temperature of solar panel need energy to work thus reducing power output of solar panel. Some region in Indonesia has renewable resources unit that can be utilized to cool solar panel. This research has a purpose to characterize the required unit to cool solar panel and increase the power output in certain region. Some type of cooling sytem are constructed and tested to be characterized. Solar panel with natural cooling heatsink has 5,66 °C above normal solar panel. Heatsink with air and water as cooling fluid has 5,8 °C and 0,84 °C above normal solar panel respectively. All of that has lower power output 2,57 W, 1,2 W and 0,4 W than normal solar panel respectively. Water cooling system can reduce 11,3 °C operating temperature but the power output drop 5 W below normal solar panel. Air cooling system can reduce 4,5 °C operating temperature but the power output 1,5 W below normal solar panel. The best tested cooling system is water cooling system, air cooling system, heatsink with water cooling fluid, heatsink with water cooling fluid and natural cooling heatsink.

Keywords: solar panel, cooling system, heat transfer, characterization



KATA PENGANTAR

Segala puji penulis panjatkan kepada Allah *subhaanahu wata'aalaa* yang telah memberikan nikmatNya kepada penulis berupa nikmat iman dan islam serta nikmat lainnya yang tak terhitung nilainya termasuk nikmat dimana penulis dapat menyelesaikan tugas akhir kemudian menuliskan laporannya dengan judul "Karakterisasi Sistem Pendingin pada Panel Surya". Selawat serta salam senantiasa penulis ucapkan kepada Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wa sallam* yang telah menyampaikan risalahNya sehingga mengeluarkan umatnya dari zaman jahiliah ke zaman yang terang dengan ilmu syariat. Tujuan utama dari penulisan laporan ini adalah untuk memenuhi persyaratan kelulusan mahasiswa di semester enam dan umumnya sebagai syarat lulus dari Politeknik Negeri Jakarta.

Setelah pertolongan dari Allah, laporan ini dapat terselesaikan dengan bantuan, bimbingan dan masukan secara langsung maupun tidak langsung oleh banyak pihak. Maka penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua, Kakak-kakak, dan orang terdekat lainnya yang senantiasa mendoakan penulis dan memberikan semangat serta masukannya untuk penulis;
2. Bapak Dr. Eng., Muslimin, S.T., M.T., selaku ketua jurusan teknik mesin yang telah mengatur jalannya tugas akhir di jurusan teknik mesin ini;
3. Bapak Ir. Agus Sukandi, M.T., selaku kepala program studi teknik konversi energi dan pembimbing tugas akhir penulis yang telah mengatur jalannya tugas akhir di program studi teknik konversi energi ini;
4. Bapak Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc selaku pembimbing pertama tugas akhir penulis yang telah membimbing penulis dalam melakukan tugas akhir dan penulisan laporan;

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Dara Shanea Harafany dan Rifki Nur Ilham selaku tim tugas akhir penulis yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir;
6. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam melaksanakan tugas akhir dan penulisan laporan.

Penulis menyadari akan kesalahan dan kekurangan dari laporan ini. Maka dari itu penulis terbuka terhadap kritik dan saran dari pembaca mengenai penulisan laporan ini. Penulis harap laporan ini dapat bermanfaat bagi diri penulis dan pembaca laporan ini.

Jakarta, 07 September 2021

Wahyu Miraj Setiavi
(NIM. 1802321017)



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
EMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penulisan Laporan Tugas Akhir	1
1.2 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir	3
1.3 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir	3
1.4 Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir.....	3
1.5 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir	3
1.5.1 Bab I Pendahuluan	3
1.5.2 Bab II Tinjauan Pustaka.....	3
1.5.3 Bab III Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir.....	4
1.5.4 Bab IV Pembahasan	4
1.5.5 Bab V Kesimpulan dan Saran	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Panel Surya	5
2.2 Sistem Pendingin.....	8
2.3 Sistem Pendingin Air dan Angin pada Panel Surya.....	9
2.4 Sistem Sirip Pendingin pada Panel Surya	11
2.5 Resistansi Termal	12
2.6 Perangkat Lunak CAD Autodesk Inventor	13
BAB III METODE Pengerjaan TUGAS AKHIR	15
3.1 Diagram Alir Pengerjaan.....	15

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2 Penjelasan Langkah Kerja.....	16
3.2.1 Studi Literatur	16
3.2.2 Pengambilan Data Temperatur Kerja dan Lingkungan Panel Surya ...	20
3.2.3 Mendesain Sistem Pendingin pada Panel Surya	21
3.2.4 Pembuatan Sistem Pendingin pada Panel Surya	25
3.2.5 Pengujian Sistem Pendingin pada Panel Surya.....	31
3.2.6 Pengolahan dan Analisa Data.....	31
3.3 Metode Penyelesaian Masalah	32
3.3.1 Pengarakterisasian Sistem Pendingin yang Tepat pada suatu Daerah .	32
BAB IV PEMBAHASAN.....	36
4.1 Hasil Penerapan Sistem Pendingin terhadap Temperatur Panel Surya	36
4.1.1 Sistem Sirip Pendingin	36
4.1.2 Sistem Pendingin Air pada Panel Surya	45
4.1.3 Sistem Pendingin Angin pada Panel Surya.....	45
4.2 Pengaruh Sistem Pendingin terhadap Daya Panel Surya	46
4.2.1 Sistem Sirip Pendingin	46
4.2.2 Sistem Pendingin Air pada Panel Surya	47
4.2.3 Sistem Pendingin Angin.....	49
4.3 Karakterisasi Sistem Pendingin	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
4.1 Kesimpulan	52
4.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik Penurunan Tegangan terhadap Kenaikan Temperatur Panel Surya (King et al., 1997)	7
Gambar 2. 2 Penelitian Sistem Pendingin Angin dengan Saluran (Thaib et al., 2015)	10
Gambar 2. 3 Penelitian Sistem Pendingin Air Otomatis (Taqwa et al., 2020)	11
Gambar 2. 4 Skema Penelitian Sistem Sirip Pendingin Panel Surya dengan Iradian Buatan (Ömeroğlu, 2018).....	12
Gambar 2. 5 Rangkaian Termal dari Junction, Case, Heatsink, Ambient (Wikipedia, 2021)	13
Gambar 3. 1 Metode dalam Diagram Alir	15
Gambar 3. 2 Pengambilan Data dengan Parallax	21
Gambar 3. 3 Pengambilan Data Temperatur Kerja.....	21
Gambar 3. 4 Tampak Geometri Hasil Desain	22
Gambar 3. 5 Contoh Hasil Desain Sistem Sirip Pendingin Panel Surya	22
Gambar 3. 6 Skema Sistem Sirip Pendingin Konveksi Natural.....	23
Gambar 3. 7 Skema Sistem Sirip Pendingin Air.....	23
Gambar 3. 8 Skema Sistem Sirip Pendingin Angin	24
Gambar 3. 9 Skema Sistem Pendingin Air	24
Gambar 3. 10 Skema Sistem Pendingin Angin.....	25
Gambar 3. 11 Penyangga Panel Surya	26
Gambar 3. 12 Hasil Pemotongan Sirip Pendingin Menyesuaikan Sisi Belakang Panel Surya	26
Gambar 3. 13 Pemberian Lem Termal.....	27
Gambar 3. 14 Meratakan Lem Termal.....	27
Gambar 3. 15 Pemasangan Sirip Pendingin.....	27
Gambar 3. 16 Hasil Pemasangan Sirip Pendingin pada Panel Surya.....	28
Gambar 3. 17 Hasil Pemasangan Kardus pada Penyangga.....	28
Gambar 3. 18 Arah Aliran Angin pada Sistem Sirip Pendingin dengan Angin....	29
Gambar 3. 19 Tampak Belakang Sistem Sirip Pendingin Air Panel Surya	29
Gambar 3. 20 Hasil Pembuatan Sistem Sirip Pendingin Air Panel Surya	29
Gambar 3. 21 Sistem Pendingin Air	30
Gambar 3. 22 Sistem Pendingin Angin.....	30
Gambar 3. 23 Pengujian Sistem Pendingin Panel Surya.....	31
Gambar 3. 24 Contoh Hasil Pengolahan dan Proses Analisa Data	32
Gambar 3. 25 Ilustrasi Penerapan Sistem Pendingin Air pada Daerah (Ekonomidesa, 2017)	34

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 1 Temperatur Depan Panel Surya Sirip Pendingin	36
Gambar 4. 2 Temperatur Belakang Panel Surya	37
Gambar 4. 3 Analogi Resistansi Termal Panel Surya Normal	39
Gambar 4. 4 Analogi Resistansi Termal Panel Sirip Pendingin	41
Gambar 4. 5 Penerapan Lem Termal pada CPU (Minasians, 2016).....	42
Gambar 4. 6 Pemberian Lem Termal terlalu Banyak	42
Gambar 4. 7 Grafik Temperatur Panel Surya Sirip Pendingin dengan Angin dan Air	43
Gambar 4. 8 Daerah Sirip Tidak Merata Terkena Air dan Air Banyak Terbuang	44
Gambar 4. 9 Ketidaksejajaran Arah Angin dengan Sirip Pendingin	44
Gambar 4. 10 Temperatur Panel Surya Normal dan dengan Sistem Pendingin Air	45
Gambar 4. 11 Temperatur Panel Surya dengan dan tanpa Sistem Pendingin Angin	46
Gambar 4. 12 Grafik daya Panel Surya dengan Sistem Sirip Pendingin dan Normal Kondisi Kecepatan Angin=0.....	47
Gambar 4. 13 Grafik daya Panel Surya Normal dan dengan Sistem Sirip Pendingin Angin dan Air	47
Gambar 4. 14 Daya Panel Surya dengan dan Tanpa Sistem Pendingin Air	48
Gambar 4. 15 Cahaya Terhalangi oleh Air Pendingin	48
Gambar 4. 16 Daya Panel Surya dengan dan Tanpa Sistem Pendingin Angin.....	49
Gambar 4. 17 Kemiringan Panel Berakibat Kurangnya Penerimaan Iradian	50



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Format Tabel Karakterisasi.....	35
Tabel 4. 1 Karakterisasi Sistem Pendingin	51





BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penulisan Laporan Tugas Akhir

Panel surya merupakan salah satu pembangkit listrik alternatif untuk mengatasi krisis energi fosil dan mengurangi emisi CO₂ yang diproduksi manusia dalam produksi tenaga listrik (ESDM, 2012; Greenmatch, 2021). Potensi panel surya sangat besar untuk diterapkan di Indonesia seperti yang dipaparkan dalam jurnal IAUPEC oleh Prasetya et al. (Prasetya, Li, Hunter, & Zhu, 2012). Kinerja panel surya dipengaruhi oleh beberapa hal selain dari nilai radiasi matahari seperti letak sudut kemiringan panel (Afriyani, Prasetya, & Filzi, 2019). Temperatur kerja juga mempengaruhi daya keluaran dari panel surya (Arifin, Suyitno, Danardono, & Prija, 2020). Panel surya memiliki temperatur optimal dalam menghasilkan daya keluaran. Daya keluaran maksimum yang tertulis pada spesifikasi panel surya terukur pada kondisi standar (STC) dengan temperatur yang optimal sebesar 25°C (Pahlevi, 2014). Namun selama bekerja di lapangan, temperatur pada permukaan panel surya dapat berada diluar 25°C. Temperatur diluar optimumnya ini membuat daya keluaran panel surya menurun dimana nilai persen penurunan daya keluaran terhadap setiap kenaikan temperatur 1°C dinamakan sebagai koefisien temperatur dari daya keluaran maksimum (King, Kratochvil, & Boyson, 1997).

Pada bulan Maret 2021, tim penulis melakukan pengukuran temperatur kerja panel surya dengan sampel menggunakan tipe ST36M170WP selama dua hari di Bogor, tepatnya di kawasan PT Sky Energy Indonesia. Data temperatur permukaan panel terukur diatas temperatur optimumnya dengan rata-rata nilai temperatur kerja sebesar 49,3°C. Menurut lembar teknis pada panel surya tipe ST36M170WP, nilai koefisien temperatur daya keluaran maksimum pada panel surya ini sebesar minus 0,38%/°K, dan daya keluaran maksimum panel sebesar 170 Watt. Maka dengan temperatur kerja 49,3°C daya keluaran panel surya turun

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sebesar 9,23% atau berkurang menjadi 154,3 Watt. Bersamaan dengan intensitas cahaya yang tetap, maka efisiensi panel surya turun sebesar 1,6%.

Sebuah penelitian menunjukkan, bertambahnya kecepatan angin memengaruhi menaikkan nilai konveksi udara yang membantu menurunkan temperatur kerja panel disimulasikan dengan ANSYS (Leow et al., 2016). Thaib et al. melakukan pengukuran panel surya dengan pendingin angin sebesar 0,052 kg/s dapat menaikkan efisiensi sebesar 1,1% (Thaib, Hamdani, & Azuar Rizal, 2015). Moharram et al. menggunakan pendingin aktif menggunakan air pada panel dapat menaikkan efisiensi panel surya sebesar 12,5% (Moharram, Abd-Elhady, Kandil, & El-Sherif, 2013). Penggunaan *heatsink* dengan pendingin udara aktif meningkatkan efisiensi panel surya sebesar 7-12,5% (Ömeroğlu, 2018).

Berbagai jenis sistem pendingin memerlukan unit tertentu dan membutuhkan energi dalam bekerja sehingga berakhir pada pengambilan daya pada panel surya. Beberapa daerah memiliki sumber daya natural dari unit-unit tersebut. Perlu dilakukan karakterisasi pada sistem pendingin agar pengaplikasiannya dapat disesuaikan dengan sumber daya pada sebuah daerah yang akan dipasang panel surya. Daya yang dibutuhkan akan disesuaikan berdasarkan kebutuhan sistem pendingin dalam bekerja. Tim penulis akan menguji sistem pendingin air, angin, sirip pendingin, sirip pendingin menggunakan kecepatan angin dan debit air. Tiap sistem yang berhasil menurunkan temperatur dan menaikkan efisiensi panel surya akan dikarakterisasikan sehingga dapat diaplikasikan sesuai dengan sumber daya pada sebuah daerah penempatan panel surya.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir

1. Menurunkan temperatur kerja panel surya mendekati temperatur optimumnya;
2. Meningkatkan daya keluaran panel surya;
3. Membuat tabel karakterisasi sistem pendingin yang berhasil dalam pengujian berdasarkan unit kerja dan kebutuhan energinya;

1.3 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir

1. Meningkatnya efisiensi panel surya dengan sistem pendingin;
2. Mengetahui jenis sistem pendingin yang cocok digunakan pada daerah tertentu dengan memanfaatkan sumber dayanya.

1.4 Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir

1. Studi literatur;
2. Pengambilan data temperatur kerja dan lingkungan panel surya;
3. Mendesain sistem pendingin pada panel surya;
4. Pembuatan sistem pendingin pada panel surya;
5. Pengujian sistem pendingin pada panel surya;
5. Pengolahan dan menganalisa data pengujian.

1.5 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

1.5.1 Bab I Pendahuluan

Menguraikan latar belakang, tujuan umum dan khusus, manfaat, metode penelitian dan sistematika penulisan.

1.5.2 Bab II Tinjauan Pustaka

Berisi hasil studi literatur, ringkasan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh orang lain dan atau hasil penelitian sendiri, pembahasan materi yang akan digunakan dalam metode penelitian.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.3 Bab III Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir

Menjelaskan metode yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian berupa prosedur dan cara dalam aktifitas penelitian seperti merancang, membangun, menguji dan menganalisa.

5.4 Bab IV Pembahasan

Pembahasan hasil dari penelitian seperti hasil pengukuran, pengujian dan pengolahan data serta analisa dari data tersebut.

5.5 Bab V Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dari hasil penelitian yang berhubungan dengan tujuan penelitian serta saran berupa masukan dari kekurangan pada penelitian.





BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Penerapan sistem sirip pendingin dalam kondisi konveksi natural menyebabkan temperatur panel surya sebesar $49,85\text{ }^{\circ}\text{C}$ dibandingkan panel surya normal sebesar $44,19\text{ }^{\circ}\text{C}$. Penerapan sistem sirip pendingin angin dan air pada kecepatan angin $1,75\text{ m/s}$ dan debit air $4,2\text{ l/min}$ menghasilkan kenaikan temperatur menjadi $42,47\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $37,51\text{ }^{\circ}\text{C}$ secara berurut dibandingkan panel surya normal sebesar $36,67\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hal ini dikarenakan penerapan lem termal terlalu banyak dan sudut datang aliran fluida yang tidak sejajar dengan sirip pendingin. Sistem pendingin air berhasil menurunkan temperatur panel surya menjadi $31,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan panel surya normal sebesar $42,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sistem pendingin angin berhasil menurunkan temperatur panel surya menjadi $40,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan panel surya normal sebesar $44,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2. Sistem sirip pendingin pada konveksi natural tidak dapat menaikkan daya panel surya dengan daya rata-rata sebesar $4,92\text{ W}$ dibandingkan panel surya normal sebesar $7,49\text{ W}$. Sistem sirip pendingin dengan angin dan air tidak bisa menaikkan daya panel surya dengan nilai rata-rata daya sebesar $0,8\text{ W}$ dan $1,6\text{ W}$ secara berurut dibandingkan panel surya normal sebesar 2 W . Sistem pendingin air dengan aliran air diatas permukaan tidak dapat menaikkan daya panel surya dengann nilai rata-rata daya $2,3\text{ W}$ dibandingkan panel surya normal $7,3\text{ W}$. Hal ini karena cahaya matahari menghalangi atau membiaskan cahaya menuju panel surya yang berujung kepada pengurangan daya masukan dan daya keluaran. Sistem pendingin angin memiliki nilai rata-rata daya $3,3\text{ W}$ dibandingkan panel surya normal sebesar $4,8\text{ W}$. Terdapat ketidaktelitian dalam melakukan penyesuaian sudut panel surya sehingga panel surya dengan sistem pendingin angin mengalami kemiringan menjauhi arah datang cahaya matahari mengakibatkan iradian yang diterima panel surya berkurang.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Kelima percobaan dengan desain yang telah dibuat tidak dapat menaikkan daya keluaran panel surya. Namun jika ditelaah, sistem sirip pendingin dengan air lebih baik mendinginkan panel surya daripada sistem sirip pendingin dengan angin dan konveksi natural. Nilai perbedaan temperatur terhadap panel surya normal secara rerurut yaitu 0,84 °C, 5,8 °C dan 5,66 °C. Sistem pendingin air menghasilkan penurunan temperatur tertinggi dibandingkan sistem pendingin angin dan sirip pendingin dengan nilai penurunan temperatur terhadap panel surya normal 11,3 °C. Panel surya dengan sistem pendingin angin lebih baik dalam mendinginkan panel surya dibandingkan sistem sirip pendingin dengan beda temperatur 4,5 °C.

4.2 Saran

1. Lakukan pemberian lem termal dengan tepat dan alirkan fluida pendingin persis sejajar dengan sirip pendingin sehingga sirip pendingin dapat bekerja.
2. Jangan alirkan air diatas panel surya sebagai pendinginan karena dapat menghalangi cahaya masuk kedalam sel.
3. Posisikan panel surya sesuai perhitungan ideal sehingga panel surya dapat menghasilkan daya yang optimal di kondisi tersebut.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR PUSTAKA

- Afriyani, A. D., Prasetya, S., & Filzi, R. (2019). Analisis Pengaruh Posisi Panel Surya terhadap Daya yang dihasilkan di PT Lentera Bumi Nusantara. *Seminar Nasional Teknik Mesin ...*, 176–183. Retrieved from <http://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sntm/article/view/2016>
- Arifin, Z., Suyitno, S., Danardono, D., & Prija, D. (2020). *applied sciences The Effect of Heat Sink Properties on Solar Cell Cooling Systems*.
- Bisaotomotif. (2015). Sistem Pendingin (Cooling System) Pada Mobil. Retrieved April 29, 2021, from <https://www.bisaotomotif.com/sistem-pendingin-cooling-system-pada-mobil/>
- Dupré, O., Vaillon, R., & Green, M. A. (2015). *Physics of the temperature coefficients of solar cells* *Physics of the temperature coefficients of solar cells*. (March). <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2015.03.025>
- Eco-Greenenergy. (2021). Temperature Coefficient of Solar PV Module. Retrieved August 17, 2021, from <https://www.eco-greenenergy.com/temperature-coefficient-of-solar-pv-module/>
- Ekonomidesa. (2017). Mengenal PLTMH Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Retrieved August 28, 2021, from <https://www.ekonomidesa.com/2017/11/mengenal-pltmh-pembangkit-listrik.html>
- ESDM. (2012). Matahari Untuk PLTS di Indonesia. Retrieved April 27, 2021, from <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/matahari-untuk-plts-di-indonesia>
- Evans, P. (2020). Why Electronics Need Cooling. Retrieved April 29, 2021, from <https://theengineeringmindset.com/why-electronics-need-cooling/>
- Fakhri, F. (2018). Presiden Jokowi Resmikan PLTB Terbesar di Indonesia. Retrieved August 29, 2021, from <https://news.okezone.com/read/2018/07/02/340/1916790/presiden-jokowi-resmikan-pltb-terbesar-di-indonesia>
- Fauzi, A., Widiyanto, T. N., & Hakim, A. R. (2019). *ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN HEATSINK BERBAHAN ALUMINIUM DAN TEMBAGA PADA KOMPONEN TEC ALTIS-2*. (July).
- Greenmatch. (2021). Advantages and Disadvantages of Solar Cells Solar Cells. Retrieved April 27, 2021, from <https://www.greenmatch.co.uk/blog/2015/06/advantages-and-disadvantages-of-solar-cells>
- Hammami, M., Torretti, S., Grimaccia, F., & Grandi, G. (2017). Thermal and

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

performance analysis of a photovoltaic module with an integrated energy storage system. *Applied Sciences (Switzerland)*, 7(11).
<https://doi.org/10.3390/app7111107>

Honsberg, C., & Bowden, S. (n.d.). Photovoltaics Education Website. Retrieved from <https://www.pveducation.org/>

Ito, C., & White, R. M. (1983). Solar cells: from basic to advanced systems. *Solar Cells*, 7.

King, D. L., Kratochvil, J. A., & Boyson, W. E. (1997). *Temperature Coefficients for PV Modules and Arrays : Measurement Methods , Difficulties , and Results*. (September).

Kinsky, R. (1989). *Heat Engineering: An Introduction to Thermodynamics* (3rd ed.).

Leow, W. Z., Irwan, Y. M., Asri, M., Irwanto, M., Amelia, A. B., Syafiqah, Z., & Safwati, I. (2016). Investigation of solar panel performance based on different wind velocity using ANSYS. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 1(3), 456–463.
<https://doi.org/10.11591/ijeecs.v1.i3.pp456-463>

Minasians, C. (2016). How to apply thermal paste to a CPU. Retrieved August 27, 2021, from <https://www.techadvisor.com/how-to/desktop-pc/how-to-apply-thermal-paste-cpu-3636146/>

Moharram, K. A., Abd-Elhady, M. S., Kandil, H. A., & El-Sherif, H. (2013). Enhancing the performance of photovoltaic panels by water cooling. *Ain Shams Engineering Journal*, 4(4), 869–877.
<https://doi.org/10.1016/j.asej.2013.03.005>

Ömeroğlu, G. (2018). CFD analysis and electrical efficiency improvement of a hybrid PV/T panel cooled by forced air circulation. *International Journal of Photoenergy*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/9139683>

Ost, I. (2018). Does Solar Panel Temperature Coefficient Matter? Retrieved May 1, 2021, from <https://www.solar.com/learn/does-solar-panel-temperature-coefficient-matter/>

Pahlevi, R. (2014). *PENGUJIAN KARAKTERISTIK PANEL SURYA BERDASARKAN INTENSITAS TENAGA SURYA*.

Prasetya, S., Li, L., Hunter, G., & Zhu, J. G. (2012). Prospect of renewable energy utilization in a Indonesian city through microgrid approach. *2012 22nd Australasian Universities Power Engineering Conference: "Green Smart Grid Systems", AUPEC 2012*.

Raina, G., & Thakur, N. S. (2019). *Mathematical Approach for Optimizing Heat*



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sink for Cooling of Solar PV Module. 7(2), 62–66.

Shin-Etsu MicroSi. (2018). Applying Thermal Paste? 4 Things You Need to Know. Retrieved August 27, 2021, from <https://www.microsi.com/blog/applying-thermal-paste-4-things-you-need-to-know/>

Maqwa, A., Dewi, T., Kusumanto, R. D., Sitompul, C. R., & Rusdianasari. (2020). Automatic Cooling of a PV System to Overcome Overheated PV Surface in Palembang. *Journal of Physics: Conference Series*, 1500(1), 0–10. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1500/1/012013>

Thaib, R., Hamdani, & Azuar Rizal, T. (2015). *Experimental Study on Cooling of Solar Panel Using Air as Cooling Medium.*

Wikipedia. (2021a). CAD. Retrieved August 21, 2010, from <https://id.wikipedia.org/wiki/CAD>

Wikipedia. (2021b). Fin (Extended Surface). Retrieved April 28, 2021, from [https://en.wikipedia.org/wiki/Fin_\(extended_surface\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Fin_(extended_surface))

Wikipedia. (2021c). Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Retrieved April 22, 2021, from https://id.wikipedia.org/wiki/Pembangkit_listrik_tenaga_surya

Wikipedia. (2021d). Sistem pendinginan. Retrieved from https://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_pendinginan

Wikipedia. (2021). Thermal Resistance. Retrieved August 27, 1BC, from https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_resistance

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA