

**PENGARUH PENDINGIN TERHADAP DAYA LUARAN DAN
EFISIENSI PADA SISTEM *PHOTOVOLTAIC***

SKRIPSI



Oleh:

M Shofriyan Efendi

1503035043

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2020**

**PENGARUH PENDINGIN TERHADAP DAYA LUARAN DAN
EFISIENSI PADA SISTEM *PHOTOVOLTAIC***

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Mesin



Oleh:

M Shofriyan Efendi

1503035043

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH PENDINGIN TERHADAP DAYA LUARAN DAN EFISIENSI
PADA SISTEM *PHOTOVOLTAIC*

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Mesin

Oleh:

M Shofriyan Efendi
1503035043

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 16 November 2020

Pembimbing Skripsi



Rifky, S.T., M.M.
NIDN. 0305046501

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Delvis Agusman, S.T., M.Sc.
NIDN. 0311087002

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PENDINGIN TERHADAP DAYA LUARAN DAN EFISIENSI
PADA SISTEM *PHOTOVOLTAIC*

SKRIPSI

Oleh:

M Shofriyan Efendi
15030350543

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 27 November 2020

Pembimbing Skripsi



Rifky, S.T., M.M.
NIDN. 0305046501

Penguji-1



Agus Fikri, ST., MM., MT
NIDN. 0319087101

Mengesahkan,
Dekan
Fakultas Teknik UHAMKA



Dr. Sugema, S.Kom., M.Kom
NIDN. 0323056403

Penguji-2



Dr. Dan Mugisidi, ST., Msi
NIDN. 0301126901

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Delvis Agusman, S.T., M.Sc.
NIDN. 0311087002

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang membuat pernyataan

Nama : M Shofriyan Efendi
NIM : 1503035043
Judulskripsi : Pengaruh Pendingin terhadap Daya Luaran dan Efisiensi pada Sistem *Photovoltaic*

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam DaftarReferensi.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 25 November 2020



M Shofriyan Efendi

KATA PENGANTAR

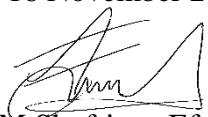
Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh oleh mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA untuk memperoleh gelar sarjana.

Penulis menyadari penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, bimbingan dan perhatian berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan dukungan, semangat dan motivasi kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan ini dengan pantang menyerah.
2. Bapak Delvis Agusman ST.,M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.
3. Bapak Rifky S.T.,M.M. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan petunjuk, arahan dalam penulisan skripsi yang telah dibuat.
4. Seluruh teman-teman Teknik Mesin khususnya angkatan 2015 yang telah memotivasi saya untuk terus berjuang menyelesaikan semua perkuliahan dan skripsi ini dengan baik.
5. Anita Puji Lestari yang telah memberi semangat, motivasi dan perhatian selama kuliah sekaligus dalam penelitian dan penulisan saya selesai.

Penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih jauh dari kekurangan dan jauh dari kata sempurna untuk itu saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang sangat membangun. Semoga penulisan Skripsi ini dapat bermanfaat semua.

Jakarta, 16 November 2020


M Shofriyan Efendi

PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA), saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : M Shofriyan Efendi

NIM : 1503035043

Program Studi : Teknik Mesin

Menyetujui, memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive royalty free right*) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA) atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) yang berjudul:

Pengaruh Pendingin terhadap Daya Luaran dan Efisiensi pada Sistem *Photovoltaic*

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 25 November 2020



M Shofriyan Efendi

ABSTRAK

Pengaruh Pendingin terhadap Daya Luaran dan Efisiensi pada Sistem *Photovoltaic*

M Shofriyan Efendi

Salah satu penerapan energi terbarukan yang memanfaatkan energi surya adalah panel surya atau sistem fotovoltaik. Kinerja sistem fotovoltaik dipengaruhi oleh besarnya intensitas cahaya matahari dan temperatur permukaan panel surya itu sendiri. Penelitian ini mencoba mengatasi permasalahan temperatur dengan membuat sistem pendingin yang dirangkai pada bagian bawah panel surya. Adapun tujuan penelitian yang hendak dicapai adalah untuk mengetahui pengaruh pendingin terhadap daya luaran dan efisiensi pada sistem fotovoltaik. Sistem fotovoltaik dihadapkan ke utara sepanjang hari. Sistem fotovoltaik yang tanpa menggunakan sistem pendingin dengan yang menggunakan sistem pendingin dioperasikan dengan waktu pengukuran parameter yang sama. Parameter yang diukur adalah intensitas cahaya, kecepatan angin, kelembaban udara, debit air, temperatur lingkungan, temperatur panel surya, temperatur pendingin, tegangan listrik dan arus listrik. Hasil dari penelitian didapat daya luaran (P_{out}) tanpa sistem pendingin sebesar 44,439 watt dan daya luaran (P_{out}) dengan sistem pendingin sebesar 49,181 watt. Efisiensi *solar cell* tanpa sistem pendingin yang didapat adalah 13,541% dan *solar cell* dengan sistem pendingin adalah 14,162%. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan sistem pendingin dapat meningkatkan kinerja *solar cell*.

Kata kunci: fotovoltaik, pendingin, posisi arah utara, efisiensi

Effect of Cooling on Output Power and Efficiency in Photovoltaic Systems

M Shofriyan Efendi

One of the applications of renewable energy that utilizes solar energy is solar panels or photovoltaic systems. The performance of the photovoltaic system is influenced by the amount of sunlight intensity and the surface temperature of the solar panel itself. This research tries to solve the temperature problem by making a cooling system that is strung at the bottom of the solar panel. The research objectives to be achieved si to determine the effect of colling on the output power and efficiency of the photovoltaic system. The photovoltaic system is exposed north throughout the day. Photovoltaic systems without the use of cooling systems and those using a cooling system are operated with the same parameter measurement time. The parameters measured are light intensity, wind speed, water discharge, environmental temperature, solar panel temperature, cooling temperature, electric voltage and electric current. The results of the research show that the output power (P_{out}) without a cooling system of 44.439 watts and an output power (P_{out}) with a cooling system of 49.181 watts. The efficiency of solar cells without a cooling system was 13,541% and a solar cell with a cooling system was 14,162%. . This shows that the cooling system can improve the performance of solar cells.

Keywords: *photovoltaic, cooling, northward position, Efficiency*

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 DASAR TEORI	4
2.1 Energi Surya	4
2.2 Konversi Radiasi Matahari	5
2.3 Sistem Fotovoltaik	6
2.3.1 Sistem Fotovoltaik dan Radiasi Matahari	6
2.3.2 Prinsip Dasar Sistem Fotovoltaik	8
2.4 Jenis-jenis Modul Fotovoltaik (PV)	9
2.5 Sistem Kerja PV	10
2.6 Kinerja Sel Surya (PV)	12
2.6.1 Arus dan Tegangan PV	13
2.6.2 Daya PV	14
2.6.3 Faktor Pengisian (FF)	14
2.6.4 Efisiensi PV	15
2.7 Sistem Pendingin	15
BAB 3 METODOLOGI	18
3.1 Tempat dan Waktu Pengujian	18
3.2 Desain Penelitian	19
3.3 Bahan dan Alat Penelitian	20
3.3.1 Alat - alat	20
3.3.2 Bahan	22
3.4 Diagram Alir Penelitian	22
3.5 Prosedur Penelitian	23

3.6 Metode Pengambilan dan Pengolahan Data.....	24
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Penelitian	25
4.1.1 Hasil Pengukuran Sistem tanpa Pendingin pada Atap	25
4.1.2 Hasil Pengukuran Sistem dengan Pendingin pada Atap	26
4.2 Pembahasan.....	26
4.2.1 Kinerja Sel Surya tanpa Sistem Pendingin	28
4.2.2 Kinerja Sel Surya dengan Sistem Pendingin.....	29
4.2.3 Pengaruh Sistem Pendingin terhadap Kinerja Sel Surya	30
BAB 5 SIMPULAN	32
DAFTAR REFERENSI	33
LAMPIRAN	36



DAFTAR TABEL

Tabel 4-1 Hasil Pengukuran Sistem tanpa Pendingin	25
Tabel 4-2 Hasil Pengukuran Sistem dengan Pendingin	26
Tabel 4-3 Perhitungan Daya Luaran tanpa Pendingin	27
Tabel 4-4 Perhitungan Daya Luaran dengan Pendingin	28
Tabel 4-5 Perhitungan Efisiensi Sistem Pendingin dan tanpa Pendingin	30

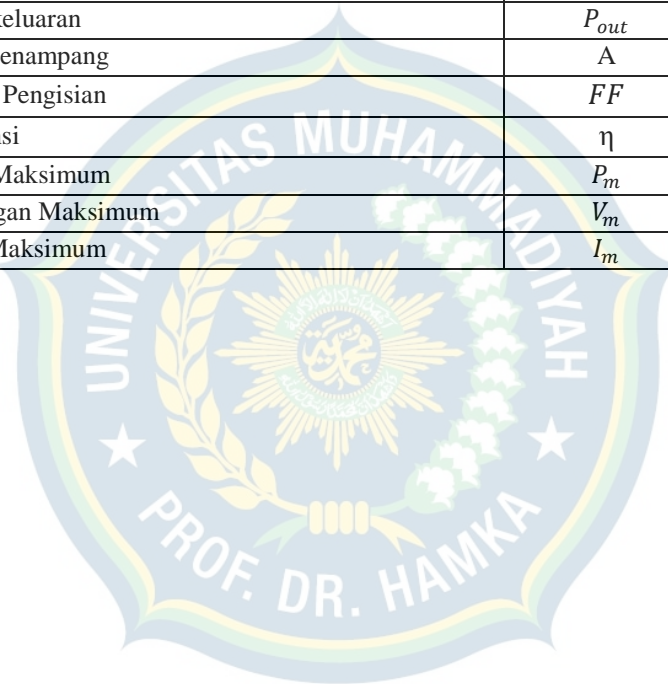


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Lokasi Matahari di langit	5
Gambar 2-2 Pembangkitan energi pasangan elektron-lubang	7
Gambar 2-3 Klasifikasi sel surya (sistem PV)	8
Gambar 2-4 Diagram skema persimpangan tipe P dan N	9
Gambar 2-5 <i>Monocrystalline</i>	10
Gambar 2-6 <i>Polycrystalline</i>	10
Gambar 2-7 Efek Fotovoltaik	11
Gambar 2-8 Model sel surya tunggal	11
Gambar 2-9 Kurva arus –tegangan sel fotovoltaik	12
Gambar 2-10 Konsep kerja sell surya	12
Gambar 2-11 Rangkaian <i>Heatsink</i>	16
Gambar 2-12 Pendingin	17
Gambar 3-1 Alat penelitian	18
Gambar 3-2 Desain Alat Simulasi Penelitian	19
Gambar 3-3 Solar Power Meter	20
Gambar 3-4 Anemometer	20
Gambar 3-5 Multimeter	20
Gambar 3-6 Termometer Digital	21
Gambar 3-7 Dua Volt Ampere Meter	21
Gambar 3-8 Modul sel surya	21
Gambar 3-9 Diagram alir penelitian	22
Gambar 4-1 Distribusi radiasi, temperatur, tegangan, dan arus tanpa pendingin	28
Gambar 4-2 Distribusi radiasi, temperatur, tegangan, dan arus dengan pendingin	29
Gambar 4-3 Grafik Daya luaran dan Efisiensi dari kedua sistem	31

DAFTAR NOTASI

No.	Uraian	Notasi	Satuan
1.	Tegangan Terbuka	V_{oc}	Volt
2.	Arus Singkat	I_{sc}	Ampere
3.	Temperatur	T	°C
4.	Intensitas Radiasi	$I_{(t)s}$	W/m ²
5.	Daya masuk	P_{in}	watt
6.	Daya keluaran	P_{out}	watt
7.	Luas Penampang	A	m ²
8.	Faktor Pengisian	FF	-
9.	Efisiensi	η	%
10.	Daya Maksimum	P_m	watt
11.	Tegangan Maksimum	V_m	Volt
12.	Arus Maksimum	I_m	Ampere



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Contoh *perhitungan solar cell* sistem pendingin (jam12)..... 36



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan dan konsumsi energi yang semakin meningkat memotivasi berbagai kalangan yang peduli pada masalah energi untuk menggunakan energi alternatif disamping mengoptimalkan pemakaian energi berbahan dasar energi fosil. Energi alternatif ini dikenal sebagai energi baru terbarukan (EBT). Penggunaan EBT ini sebagai sebuah antisipasi akan krisis energi, karena pasokan energi fosil yang semakin berkurang (Rifky, Gaos, 2019).

Ada beberapa aplikasi energi surya, antara lain: pembangkit listrik, fotokimia, penggerak surya, desalinasi surya, dan pengatur suhu ruangan. Pengumpulan energi matahari dan transfernya ke energi listrik akan memiliki penerapan yang luas dan berdampak mendalam pada masyarakat kita (Chu, 2011). Menurut *Energy Balance for WorldReport 2010* yang disediakan oleh *International Energy Agency* (IEA), sekitar 30% dari total energi yang dihasilkan dikonsumsi oleh sektor pembangkit listrik dengan tingkat efisiensi 42,6% (Chu, 2011).

Salah satu potensi alam sebagai sumber energi listrik adalah energi tenaga matahari. Mengingat letak geografis Indonesia yang berada di garis khatulistiwa dan matahari bersinar sepanjang tahun. Indonesia memiliki radiasi harian matahari rata-rata 4,8 KWH/m² dengan potensi energi terbesar di NTT (Wibawa & Darmawan, 2008). Problem utama pemanfaatan energi surya adalah pada waktu siang dan malam terjadi secara bergantian, sehingga perolehan energi surya tidak maksimal (Pido, Himran, & Mahmuddin, 2018).

Selama ini panas matahari lebih banyak digunakan sebagai pengering, sedangkan cahaya matahari dapat diubah langsung menjadi listrik melalui sistem *solar cell* (sel surya) atau dikenal dengan sistem *photovoltaic (PV)*. Panel sel surya sendiri menghasilkan arus DC yang berasal dari bahan semikonduktor tipe p dan tipe n (Adhi Adriono, warsito, Nugroho, Oding, & Winardi, 2013).

Ketika suhu *body* sel surya *polycrystalline* dan *monocrystalline* mengalami kenaikan, akan mengakibatkan penurunan terhadap kinerja dan efisiensinya

(Isyanto, Budiyanto, Fadliandi, & Chamdareno, 2017). Peningkatan temperatur ini dapat berpengaruh pada daya keluaran yang dihasilkan panel sel surya (Adhi Adriono, warsito et al., 2013).

Berdasarkan uraian diatas, efisiensi sel surya akan mengalami penurunan ketika temperatur mencapai suhu *body* maksimum. Oleh karena itu, penelitian panel surya ini menggunakan sistem pendingin agar dapat meningkatkan kinerja sel surya. Diharapkan dengan penelitian ini dapat menghasilkan kenaikan daya luaran dan efisiensi pada panel surya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka perumusan masalah penelitian ini adalah bahwa penurunan kinerja *solar cell* dapat terjadi akibat temperatur mencapai suhu *body* maksimum. Sebagai salah satu upaya untuk mengatasinya adalah digunakan sistem pendingin, agar temperatur sel surya dapat dikendalikan.

1.3 Batasan Masalah

Pembahasan terhadap masalah yang ada agar tidak meluas dan menyimpang dari tujuan, dalam penelitian ini dibatasi masalahnya dengan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Jenis sel surya yang digunakan adalah sel surya *polycrystalline* 50 Wp (*watt peak*).
2. Penelitian diruang terbuka dengan memanfaatkan panas matahari.
3. Sel surya diletakkan pada atap miring 30°.
4. Sel surya dihadapkan ke Utara.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui daya luaran dan efisiensi *solar cell* dengan sistem pendingin dan tanpa sistem pendingin.
2. Untuk mengetahui pengaruh pendingin terhadap daya luaran dan efisiensi pada sistem *photovoltaic*

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Membuktikan adanya penurunan kinerja sistem fotovoltaik ketika temperatur naik.
2. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan referensi tentang penelitian sejenis atau lanjutan.
3. Memberi informasi kemampuan pendinginan dalam meningkatkan kinerja *solar cell*.



DAFTAR REFERENSI

- A.R, S. (2019). *Sistem Pendingin Pasif untuk Meningkatkan Daya Keluaran Panel Sel Surya*.
- Adhi Adriono, warsito, E., Nugroho, M. Y., Oding, O., & Winardi, B. (2013). Dipo Pv Cooler, Penggunaan Sistem Pendingin Temperatur Heatsink Fan Pada Panel Sel Surya (Photovoltaic) Sebagai Peningkatan Kerja Energi Listrik Baru Terbarukan. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(3), 499–503. <https://doi.org/10.14710/TRANSIENT.2.3.499-503>
- Agus, ono wihara and m. (n.d.). *Analisis Sistem Pendingin engine*. 1–7.
- Aldossary, A., Mahmoud, S., & Al-Dadah, R. (2016). Technical feasibility study of passive and active cooling for concentrator PV in harsh environment. *Applied Thermal Engineering*, 100(February), 490–500. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.02.023>
- Alfanz, R., K, F. M., & Haryanto, H. (2015). Rancang Bangun Penyedia Energi Listrik Tenaga Hibrida (PLTS- PLTB-PLN) Untuk Membantu Pasokan Listrik Rumah Tinggal. *Setrum*, 4(2), 34–42.
- Asrori, Imam Mashudi, & Suyanta. (2019). Pengujian Rasio Kinerja Instalasi Panel Surya Tipe Silikon–Kristal pada Kondisi Cuaca Kota Malang. *Jurnal Energi Dan Teknologi Manufaktur (Jetm)*, 2, No.2(p-ISSN: 2620-8741), 11–18. Retrieved from <http://jetm.polinema.ac.id/>
- Assiddiq, H., Himran, S. S., & Jalaluddin. (2018). Improved Efficiency Of Photovoltaic Cell With The Use Of Cooling. *Research Gate*, (May). Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/325321834%0AIMPROVED>
- Chen, C. J. (2011). Physics of Solar Energy. In *Physics of Solar Energy*. <https://doi.org/10.1002/9781118172841>
- Chu, Y. (2011). *Review and Comparison of Different Solar Energy Technologies*, *Global Energy Network Institute (GENI)*, 2011. (August), 22. <https://doi.org/10.1002/ejoc.201200111>
- Del Amo, A., Martínez-Gracia, A., Bayod-Rújula, A. A., & Antoñanzas, J. (2017). An innovative urban energy system constituted by a photovoltaic/thermal hybrid solar installation: Design, simulation and

monitoring. *Applied Energy*, 186, 140–151.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.011>

Isyanto, H., Budiyanto, Fadlioni, & Chamdareno, P. G. (2017). Pendingin untuk peningkatan daya keluaran panel surya. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2017*, (November), 1–2.

Jayakumar, P. (2009). Solar Energy Resource Assesment Handbook. *System*, (September), 1–117.

Kalogirou, S. A. (2004). Solar thermal collectors and applications. In *Progress in Energy and Combustion Science* (Vol. 30).
<https://doi.org/10.1016/j.pecs.2004.02.001>

Kalogirou, S. A. (2018). Solar Energy Engineering Processes and Systems Second Edition Soteris. In *Handbook of Energy Systems in Green Buildings*.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-49120-1_32

Loegimin, M. S., Sumantri, B., Nugroho, M. A. B., Hasnira, H., & Windarko, N. A. (2020). Sistem Pendinginan Air Untuk Panel Surya Dengan Metode Fuzzy Logic. *Jurnal Integrasi*, 12(1), 21–30.
<https://doi.org/10.30871/ji.v12i1.1698>

Malviya, A., & Prakash, P. (2016). *Photogalvanics : A sustainable and promising device for solar energy conversion and storage*. 59, 662–691.

N. S. Lewis, E. (2005). *Basic Research Needs for Solar Energy Utilization*.

Pido, R., Himran, S., & Mahmuddin. (2018). Analisa Pengaruh Pendinginan Sel Surya Terhadap Daya Keluaran dan Efisiensi. *Teknologi*, 19(1), 31–38.

Purwoto, B. H. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(01), 10–14.
<https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6251>

Putra, A. E., Rifky, R., & Fikri, A. (2019). Pemanfaatan Panas Buang Atap Seng dengan Menggunakan Generator Termoelektrik sebagai Sumber Energi Listrik Terbaru. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 3(2502), 38.
<https://doi.org/10.22236/teknoka.v3i0.2911>

Ramadhani, B. (2018). *Dos & Don ' ts*. 277.

- Rifky, Gaos, Y. S. (2019). *Pengembangan Model Pendingin Kabin City Car Bertenaga Surya Menggunakan Photovoltaics (PV) dan Thermoelectric (TEC)*. 10(1), 34–40.
- Rizal, T. A., Amin, M., & Saputra, P. H. (2014). Kaji Eksperimental Pendinginan Panel Surya Menggunakan Media Udara. *Jurutera*, 01(01), 027–030. Retrieved from <http://jurnal.unsam.ac.id/index.php/jurutera/article/view/711/526>
- Rusman, R. (2017). Pengaruh Variasi Beban Terhadap Efisiensi Solar Cell Dengan Kapasitas 50 Wp. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 4(2). <https://doi.org/10.24127/trb.v4i2.75>
- S, H. A., & Bastomi, M. (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Temperatur Panel Terhadap Daya Dan Efisiensi Keluaran Sel Surya Poycrystalline. *DINAMIKA : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 11(1), 33. <https://doi.org/10.33772/djitm.v11i1.9285>
- Samsurizal, S., Makkulau, A., & Christiono, C. (2019). Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Arus Keluaran Pada Photovoltaic Dengan Menggunakan Regretion Quadratic Method. *Energi & Kelistrikan*, 10(2), 137–144. <https://doi.org/10.33322/energi.v10i2.286>
- Sehar, F., Pipattanasomporn, M., & Rahman, S. (2016). An energy management model to study energy and peak power savings from PV and storage in demand responsive buildings. *Applied Energy*, Vol. 173, pp. 406–417. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.04.039>
- Taylor, P., & Kostic, M. M. (2008). Energy : Global and Historical Background Energy : Global and Historical Background. *Encyclopedia of Energy Engineering*, (July 2015), 1–15. <https://doi.org/10.1081/E-EEE-120042341>
- Wibawa, U., & Darmawan, A. (2008). Penerapan Sistem Photovoltaik Sebagai Suplai Daya Listrik Beban Pertamanan. *Jurnal EECCIS*, 2(1), 26–37.
- www.google.maps. (n.d.). Retrieved from <https://www.google.com/maps/place/Fakultas+Teknik+Uhamka/@-6.3150281,106.8765413,15z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0x63eb5555e940f09e!8m2!3d-6.3068955!4d106.8733424>
- Zekai, S. (2004). *Solar energy in progress and future research trends*. 30, 367–416. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2004.02.004>