



**ANALISIS EKSERGI DAN EKONOMI SISTEM PENDINGIN
PASIF PADA *FLOATING SOLAR FARM***

SKRIPSI

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana



Disusun oleh:

ALFIAH JIHAN NOVITASARI

210111301004

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA**

2025

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi ini dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 20023, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 4 Agustus 2025

Mahasiswa,



Alfiah Jihan Novitasari

NPM. 210111301004

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Alfiah Jihan Novitasari
NIM : 210111301004
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis Eksergi Dan Ekonomi Sistem Pendingin Pasif
Pada *Floating Solar Farm*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng ()

Pembimbing 2 : Arie Jaenul, S.Pd., M.Sc.Eng ()

Mengetahui,

Ketua Program Studi : Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 4 Agustus 2025

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Alfiah Jihan Novitasari
NIM : 210111301004
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisis Eksergi Dan Ekonomi Sistem Pendingin Pasif
Pada *Floating Solar Farm*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Hamzah, S.T., M.T., Ph.D. ()
Penguji 2 : Legenda Prameswono Pratama, S.ST., M.Sc.Eng ()
Penguji 3 : Sinka Wilyanti, S.T., M.T. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 4 Agustus 2025

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai dengan penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Maka dari itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Sarjono dan Ibu Ngatemi selaku orang tua, Deky Aryandra Muhtar, Al Azhar Viky Aprilianto, Melisa Sinar Bulan selaku kedua kakak dan adik penulis yang telah memberikan semangat, support, kasih sayang dan dukungan moral dan material yang tiada henti bagi penulis dalam penyusunan skripsi.
2. Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Global Jakarta yang juga selaku dosen pembimbing pertama Bapak Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng yang telah memberikan arahan, bantuan, masukan serta waktu yang berarti bagi penulis selama penyusunan skripsi.
3. Bapak Arie Jaenul, S.Pd., M.Sc.Eng selaku dosen pembimbing kedua yang telah membantu memberikan arahan, bantuan, masukan serta waktu yang berarti bagi penulis selama penyusunan skripsi.
4. Seluruh teman-teman yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis selama penulisan skripsi.
5. Tak lupa penulis ucapkan terimakasih untuk diri sendiri, Alfiah Jihan Novitasari yang telah menyelesaikan skripsi ini dengan baik, terimakasih karena tetap hidup dan berjuang, meskipun sering kali merasa putus asa dengan apa yang sedang diusahakan. Terimakasih karena tidak menyerah dengan semua kondisi yang dihadapi sesulit apapun sampai akhir.

Demikian skripsi ini dibuat, akhir kata penulis berharap Allah SWT berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penulis berharap skripsi ini dapat membawa manfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 4 Agustus 2025

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alfiah Jihan Novitasari', with a stylized flourish at the end.

Alfiah Jihan Novitasari

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Jakarta Global University, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alfiah Jihan Novitasari
NPM : 210111301004
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS EKSERGI DAN EKONOMI SISTEM PENDINGIN PASIF PADA FLOATING SOLAR FARM

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 4 Agustus 2025

Mahasiswa,



Alfiah Jihan Novitasari

NPM. 210111301004

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	18
1.1 Latar Belakang	18
1.2 Rumusan Masalah	19
1.3 Tujuan Penelitian.....	20
1.4 Manfaat Penelitian	20
1.5 Batasan Masalah.....	21
BAB II KAJIAN PUSTAKA	22
2.1 Energi Terbarukan	22
2.1.1 Energi Matahari.....	22
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	23
2.3 <i>Photovoltaic Farm</i>	32
2.4 Sistem Pendingin.....	33
2.4.1 Sistem Pendingin Aktif	33
2.4.2 Sistem Pendingin Pasif.....	33

2.5	<i>Floating PV</i>	34
2.6	Analisis Penelitian.....	36
2.6.1	Analisis Energi	36
2.6.2	Analisis Eksergi	37
2.6.3	Waktu Pengembalian Energi (EPBT).....	38
2.6.4	Analisis Ekonomi.....	39
2.7	Penelitian Terdahulu.....	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		43
3.1	Metode Penelitian.....	43
3.2	Lokasi Penelitian.....	44
3.3	Blok Diagram	44
3.4	<i>Flowchart System</i>	49
3.5	Alat dan Bahan.....	50
3.5.1	Alat.....	50
3.5.2	Bahan	51
3.6	Tahap Perancangan.....	52
3.6.1	Desain Panel Surya	53
3.6.2	Perancangan Parameter <i>Charging</i> Baterai	56
3.6.3	Perancangan Kebutuhan Panel Surya.....	58
3.6.4	Perancangan dan Kapasitas Pendingin Terapung, Tanaman, Sabut Kelapa, Terapung Tanaman, Terapung Sabut Kelapa	59
3.6.5	Tahap pembuatan alat dan perakitan	59
3.7	Analisis Data	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		61
4.1	Perancangan Sistem Pendingin Pasif	61
4.2	Pengujian Panel Surya.....	65

4.2.1	Pengujian panel surya tanpa pendingin.....	69
4.2.2	Pengujian panel surya pendingin <i>floating</i>	71
4.2.3	Pengujian panel surya pendingin tanaman.....	75
4.2.4	Pengujian panel surya pendingin sabut kelapa.....	79
4.2.5	Pengujian panel surya pendingin <i>floating</i> dan tanaman.....	83
4.2.6	Pengujian panel surya pendingin <i>floating</i> dan sabut kelapa	88
4.2.7	Perbandingan pengujian panel surya tanpa sistem pendingin dan sistem pendingin	91
4.3	Analisis Energi	93
4.6.1	Analisis energi panel surya tanpa pendingin.....	93
4.6.2	Analisis energi panel surya pendingin <i>floating</i>	94
4.6.3	Analisis energi panel surya pendingin tanaman.....	95
4.6.4	Analisis energi panel surya pendingin sabut kelapa	96
4.6.5	Analisis energi panel surya pendingin <i>floating</i> dan tanaman.....	97
4.6.6	Analisis energi panel surya pendingin <i>floating</i> dan sabut kelapa	98
4.4	Analisis eksergi	100
4.7.1	Analisis eksergi tanpa pendingin	100
4.7.2	Analisis eksergi pendingin <i>floating</i>	103
4.7.3	Analisis eksergi pendingin tanaman.....	105
4.7.4	Analisis eksergi pendingin sabut kelapa	107
4.7.5	Analisis eksergi pendingin <i>floating</i> tanaman	109
4.7.6	Analisis eksergi pendingin <i>floating</i> sabut kelapa.....	111
4.5	Waktu Pengembalian Energi / <i>Energy Payback Time</i> (EPBT).....	114
4.8.1	Waktu pengembalian energi panel surya tanpa pendingin	114
4.8.2	Waktu pengembalian energi panel surya pendingin <i>floating</i>	114
4.8.3	Waktu pengembalian energi surya pendingin tanaman.....	115

4.8.4	Waktu pengembalian energi panel surya pendingin sabut kelapa....	115
4.8.5	Waktu pengembalian energi surya pendingin <i>floating</i> dan tanaman	116
4.8.6	Waktu pengembalian energi panel surya pendingin <i>floating</i> dan sabut kelapa	116
4.6	Analisis ekonomi.....	119
BAB V PENUTUP.....		125
5.1	Kesimpulan	125
5.2	Saran.....	126
DAFTAR PUSTAKA.....		127
LAMPIRAN.....		131
Lampiran 1. Anggaran biaya		131
Lampiran 2. Tabel pengujian tanpa pendingin		134
Lampiran 3. Tabel pengujian sistem pendingin <i>floating</i>		136
Lampiran 4. Tabel pengujian sistem pendingin tanaman		138
Lampiran 5. Tabel pengujian sistem pendingin sabut kelapa		140
Lampiran 6. Dokumentasi pengujian sistem		142
Lampiran 7. Surat tugas dosen pembimbing		163
Lampiran 8. Lembar pengajuan judul skripsi.....		165
Lampiran 9. Pernyataan jadwal konsultasi.....		166
Lampiran 10. Lembar konsultasi skripsi		168
Lampiran 12. Lembar monitoring skripsi.....		170
Lampiran 13. Rekomendasi ujian skripsi		172
Lampiran 14. Lembar monitoring revisi sidang skripsi		173

ABSTRAK

Sumber energi konvensional semakin lama akan semakin terbatas, maka dari itu diperlukan sumber energi yang dapat menggantikannya yaitu energi terbarukan yang salah satunya adalah sinar matahari. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki efisiensi serta aspek ekonomi dari sistem pendingin pasif *floating solar farm*. Sistem pendingin yang digunakan atau dikaji dalam penelitian ini yaitu metode *floating*, tanaman, sabut kelapa, *floating* tanaman dan *floating* sabut kelapa. Kelima metode tersebut digunakan sebagai material pendingin sebagai upaya menjaga suhu permukaan panel surya dan meningkatkan kinerja sistem. Parameter yang diukur dalam penelitian ini seperti tegangan, arus, daya, suhu, dan karakteristik dari daya yang dihasilkan oleh panel surya menggunakan berbagai metode pendingin. Dengan analisis ekonomi yang meliputi biaya modal, biaya pemeliharaan, dan biaya produksi energi listrik sebagai penilaian kelayakan secara finansial dengan penggunaan sistem pendingin pasif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pendingin pasif, khususnya sistem pendingin *floating* paling efektif dalam menurunkan suhu permukaan dan meningkatkan efisiensi energi. Selain itu layak secara ekonomi dengan waktu pengembalian energi yang paling cepat dan pengurangan biaya operasional. Sistem ini cocok diaplikasikan di negara tropis seperti Indonesia sebagai solusi hemat energi dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Pembangkit listrik tenaga surya terapung, sistem pendingin pasif, analisis eksergi, analisis ekonomi, keberlanjutan, energi terbarukan.

ABSTRACT

Conventional energy sources will be increasingly limited, therefore energy sources are needed that can replace them, namely renewable energy, one of which is sunlight. This study aims to investigate the efficiency and economic aspects of the floating solar farm passive cooling system. The cooling systems used or studied in this study are the floating method, plants, coconut fiber, floating plants and floating coconut fiber. The five methods are used as cooling materials in an effort to maintain the surface temperature of the solar panels and improve system performance. The parameters measured in this study such as voltage, current, power, temperature, and characteristics of the power generated by the solar panels using various cooling methods. With an economic analysis that includes capital costs, maintenance costs, and electrical energy production costs as a financial feasibility assessment with the use of passive cooling systems. The results show that passive cooling systems, especially floating cooling systems, are most effective in lowering surface temperatures and improving energy efficiency. In addition, it is economically feasible with the fastest energy return time and reduced operational costs. This system is suitable for application in tropical countries such as Indonesia as an energy-saving and environmentally friendly solution.

Keywords: Floating solar farm, passive cooling system, exergetic analysis, economic analysis, sustainability, renewable energy.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber energi yang berasal dari fosil atau energi konvensional semakin lama akan semakin berkurang, sehingga tidak dapat diandalkan karena keterbatasannya (B et al., 2021). Oleh karena itu dibutuhkan energi terbarukan yang berasal dari air, angin, matahari, biomasa, laut, dan juga panas bumi (Dewi et al., 2022). Dari berbagai pilihan yang ada, pembangkitan energi surya merupakan hal yang paling ekonomis dan juga ramah lingkungan. Walaupun sinar matahari tersedia di setiap zona iklim, tetapi setiap daerah memiliki iradiasi yang berbeda-beda, terutama di daerah tropis yang mendapatkan jumlah iradiasi global harian yang tinggi sepanjang tahun (Malvika et al., 2022).

Pada analisis kinerja *photovoltaic* dalam rangka untuk menghasilkan energi yang lebih banyak. Modul PV biasanya hanya dapat mengubah 5-20% dari radiasi matahari yang diterima untuk menghasilkan energi listrik (B et al., 2021). *Floating solar panel* adalah transformasi baru dari sistem *photovoltaic* terapung pada saluran irigasi, danau tambang, air waduk dan kolam buatan. Energi yang dihasilkan dapat diperbarui, ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dengan menempatkan modul PV diatas air atau terapung akan meningkatkan kinerja dan pembangkitan listrik dibandingkan dengan modul PV yang ditempatkan di darat, hal tersebut disebabkan efek pendinginan dari badan air yang menampung modul PV tersebut (Exley et al., 2022). Di Banyumas sistem pendingin menggunakan *heatsink* dan *reflector alluminium* memiliki peningkatan daya terbaik yang terjadi dengan menggunakan sistem pendingin *heatsink* sirip penuh yaitu sebanyak 58,78%, kemudian sistem pendingin *heatsink* sirip renggang 55,10% dan sistem pendingin *heatsink* sirip polos sebesar 34,9% (Widodo, 2022). Suhu pengoperasian modul PV pada *floating photovoltaic* lebih rendah karena adanya efek pendinginan evaporatif yang dapat meningkatkan efisiensi panel surya. Apabila modul PV surya terapung ditopang menggunakan rangka aluminium, maka akan membawa suhu air yang lebih dingin

sehingga dapat mengurangi suhu modul PV. Dalam beberapa penelitian menunjukkan apabila efisiensi rata-rata dari *floating solar panel* lebih tinggi sekitar 11% dibandingkan dengan panel surya konvensional yang dipasang di darat (Pouran et al., 2022). Di India, sistem pendingin dengan menggunakan metode pendinginan tanaman menghasilkan daya rata-rata 35,07 Watt, rata-rata arus sebesar 1,81 Ampere dengan penurunan suhu puncak dari 57 °C menjadi 47,1°C. Selain itu sabut kelapa juga digunakan sebagai sistem pendingin dengan daya keluaran rata-rata sebesar 36,38 Watt, kemudian rata-rata arus yang dihasilkan sebesar 1,78 Ampere dengan penurunan suhu sebesar 1,8°C, dari suhu awal 62,8°C (B et al., 2021).

Suhu menjadi salah satu faktor utama yang dapat mempengaruhi daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya. Efisiensi dari panel surya juga akan menurun seiring dengan terjadinya peningkatan pada suhu permukaan panel. Maka dari itu diperlukan suatu pendingin panel surya yang tidak mengurangi konsumsi daya listrik agar daya keluaran yang dihasilkan menjadi maksimum (B et al., 2021). Dari penelitian sebelumnya yang membahas tentang sistem pendingin dengan metode *floating*, tanaman, sabut kelapa, *floating* tanaman dan *floating* sabut kelapa, maka pada penelitian ini akan membandingkan ketiga sistem pendingin pasif tersebut. Manfaat penelitian ini untuk meningkatkan daya pada panel surya dan menurunkan suhu panas permukaan panel.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang didapatkan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan dari sistem pendingin pasif *floating solar farm*?
2. Bagaimana efektivitas daya yang dihasilkan terhadap penurunan suhu dari kelima jenis pendingin pasif panel surya yang digunakan?
3. Bagaimana analisis ekonomi terhadap penerapan sistem pendingin ini dalam meningkatkan efisiensi panel surya?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem pendingin pasif yang optimal untuk *floating solar farm* dengan menggunakan metode *floating*, tanaman, sabut kelapa, *floating* tanaman dan *floating* sabut kelapa.
2. Mengkaji efektivitas daya yang dihasilkan dari panel surya terhadap penurunan suhu dengan menggunakan ketiga jenis sistem pendingin panel surya.
3. Melakukan analisis ekonomi untuk mengetahui biaya pembangkitan listrik menggunakan sistem pendingin *floating*, tanaman, sabut kelapa, *floating* tanaman dan *floating* sabut kelapa dalam meningkatkan efisiensi panel surya.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan teknologi panel surya untuk mengatasi panas berlebih pada permukaan panel di atas air atau *floating PV*.
2. Menyediakan perbandingan data mengenai efektivitas daya dari ketiga sistem pendingin pasif dalam upaya untuk menurunkan suhu permukaan panel yang dihasilkan panel surya.
3. Memberikan informasi ekonomi yang berupa biaya pembangkitan listrik, menggunakan ketiga sistem pendingin pasif yang dapat digunakan sebagai acuan pengambilan keputusan implementasi sistem pendingin pasif dalam aspek keuntungan dan efisiensi biaya.

1.5 Batasan Masalah

Adapun terdapat beberapa batasan dari penelitian ini yakni sebagai berikut:

1. Penelitian ini tidak mempertimbangkan pengaruh suhu air dan ketinggian air yang digunakan dalam sistem pendingin PV akan diabaikan.
2. Pada penelitian ini jumlah ketebalan dari sabut kelapa tidak akan dibahas.
3. Kondisi cuaca pada saat penelitian dilakukan akan diabaikan.
4. Tidak membahas pengaruh jenis tanaman yang digunakan.
5. Tidak melakukan analisis pengaruh baris antar panel surya terhadap keluaran daya yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, I. F., Azis, A., & Perawati, P. (2023). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Pompa Irigasi Sawah Di Desa Ulak Aurstanding Kecamatan Pemulutan Selatan Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Surya Energy*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.32502/jse.v8i1.6093>
- Alibaba. (2022). *Roll Forming Machine untuk Panel Tenaga Surya/Solar Panel Pemasangan*. Alibaba.Com. <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/roll-forming-machine-for-Solar-Panel-62414133832.html>
- B, R., CK, S., & Sudhakar, K. (2021). Sustainable passive cooling strategy for PV module: A comparative analysis. *Case Studies in Thermal Engineering*, 27(July), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.101317>
- Bagaskara, A. A., Krismanto, A. U., & Sulistiawati, I. B. (2022). Simulasi PLTS Terapung untuk Perencanaan Kebutuhan Daya di Pantai Tiga Warna Kabupaten Malang. *Prosiding SENIATI*, 6(3), 644–652. <https://doi.org/10.36040/seniati.v6i3.5009>
- Coir, coco and. (2024). *Coir Compost General*. Everythink Coco & Coir. <https://cocoandcoir.com/faqs/>
- Darmawan, S. (2024). *Inilah 5 Cara Mengolah Sabut Kelapa untuk Media Tanam*. Kompasiana. <https://www.kompasiana.com/septiandi3602/65c1da55de948f2d8900fb32/inilah-5-cara-mengolah-sabut-kelapa-untuk-media-tanam>
- Dewi, R. P., Rahmat, S., & Musyafiq, A. A. (2022). Implementasi Sistem Pendingin Panel Surya Untuk Mempertahankan Suhu Permukaan Panel. *Prosiding Seminar Nasional Wijayakusuma National Conference*, 3(1), 75–82. <https://proceeding.winco.cilacapkab.go.id/index.php/winco/article/view/138/30>
- Dewi, R. P., Rahmat, S., & Purnata, H. (2023). *Sistem Pendingin Panel Surya*

Otomatis Untuk. 14(1), 1–10.

Energypedia. (2019). *Productive Use of Thermal Energy*. Energypedia. <https://energypedia.info/wiki/Feedback>

Exley, G., Page, T., Thackeray, S. J., Folkard, A. M., Couture, R., Hernandez, R. R., Cagle, A. E., Salk, K. R., Clous, L., Whittaker, P., Chipps, M., & Armstrong, A. (2022). Floating solar panels on reservoirs impact phytoplankton populations: A modelling experiment. *Journal of Environmental Management*, 324(September), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116410>

Gorjian, S., Singh, R., & Shukla, A. (2020). On-farm applications of solar PV systems. In *Photovoltaic Solar Energy Conversion*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819610-6.00006-5>

Haryanto, T., Charles, H., & Pranoto, H. (2021). *Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch*. 10(1), 41–50.

Herlambang, Y. D., Prasetyo, B., Wahyono, W., Apriandi, N., Marliyati, M., & Sutanto, B. (2023). Unjukkerja Panel Surya Tipe Terapung untuk Pembangkit Listrik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 18(3), 435–444. <https://doi.org/10.32497/jrm.v18i3.5069>

Kristiadi, D. (2021). *Apakah Panel Surya membutuhkan Sinar Matahari Langsung?* Icasolar.Com. <https://m.icasolar.com/support/blog/sinar-matahari>

Lucky, B. (2024). *Aki Sepeda Listrik 12v 20ah 12 v 20 ah Kering Battery*. Tokopedia. <https://www.tokopedia.com/luckybattery/aki-sepeda-listrik-12v-20ah-12-v-20-ah-kering-battery>

Mahdavi, A., Farhadi, M., Gorji-bandpy, M., & Mahmoudi, A. (2022). *A review of passive cooling of photovoltaic devices*. 11(November), 1–29.

Malvika, A., Arunachala, U. C., & Varun, K. (2022). Sustainable passive cooling strategy for photovoltaic module using burlap fabric-gravity assisted flow: A

comparative Energy, exergy, economic, and enviroeconomic analysis. *Applied Energy*, 326(September), 1–17.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.120036>

- Marupa, I., Moe, I. R., Mardjono, A., & Malindo, D. (2022). *PLTS Terapung : Review Pembangunan dan Simulasi Numerik untuk Rekomendasi Penempatan Panel Surya di Waduk Cirata Floating Solar Power Plant : Construction Review and Numerical Simulation for Solar Panel Placement Recommendation on Cirata Reservoir*. 13(1), 48–62.
- Maulana, I. T. (2022). *Penerapan Metode SDLC (System Development Life Cycle) Waterfall Pada E-Commerce Smartphone*. 2(2), 1–6.
- Miftahhul, N., & Adi, D. (2021). *Analisis Karakteristik Modul Panel Surya Dengan Sistem Pendingin Air*. 06(01), 37–42.
- Pouran, H. M., Padilha, M., Lopes, C., Nogueira, T., Alves, D., & Branco, C. (2022). iScience II Environmental and technical impacts of floating photovoltaic plants as an emerging clean energy technology. *ISCIENCE*, 25(11), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.105253>
- Priananda, C. W. (2020). *Desain Model Mppt Baru Pada Topologi Pv Farm Berbasis Cluster*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Radwitya, E., & Akhdiyatul, A. (2019). Kajian Ekonomis PLT-Angin dan PLTS untuk Penerangan Jalan Umum (PJU). *Elkha*, 10(1), 33. <https://doi.org/10.26418/elkha.v10i1.25329>
- Ramadhani, N., & Bubun, R. R. (2023). *Rancang Bangun Floating Photovoltaic Menggunakan Air Sebagai Media Pendingin Dan Pembersih Berbasis Arduino*.
- Rauf, R., Ritnawati, Rachim, F., Dahri, ahmad thamrin, Andre, H., Napitupulu, richard a. m, Erdawaty, Aminur, Corio, D., & Siagian, P. (2023). *Matahari Sebagai Energi Masa Depan* (A. Karim (ed.)). Yayasan Kita Menulis.

- Siagian, P., Suleman, N., Asrim, J. S. P., Tambi, Widiyanti Erna, S., Prihatini, W. O. Z., Budirohmi, A., & Armus, R. (2023). *Energi Baru Terbarukan Sebagai Energi Alternatif* (J. Simarmata & M. J. F. Sirait (eds.)). Yayasan Kita Menulis.
- Sianipar, R. (2020). *Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. 11(2), 61–78.
- Siregar, A. H., & Harahap, P. (2024). Effect of Wind Temperature on Solar Panels and Efficiency. *Teknik Elektro Dan Komputer*, 13(2), 97–102.
- Sohail, A., Syakirin, M., Waseem, M., Zulkifly, M., Pallonetto, F., & Sultan, S. M. (2024). Cutting-edge developments in active and passive photovoltaic cooling for reduced temperature operation. *Results in Engineering*, 23(June), 1–22.
- Stevano, F. (2024). *Coco Fiber*. Bertwin. <https://cocopeatcocofiberaustralia.com/our-product/coir-fiber-product/coir-fiber/>
- Welch, D. (2022). *Solar Power for Disaster Recovery and Emergency Relief*. Green.Org. <https://green.org/2024/01/30/solar-power-for-disaster-recovery-and-emergency-relief/>
- Widodo, B. (2022). *Peningkatan Energi Listrik Serta Daya Keluaran Pada Panel Surya Dengan Penambahan Sistem Pendingin Heatsink Dan Reflektor Alluminium Foil*. 9(03), 1–4.