



**PROTOTYPE MPPT BOOST CONVERTER PADA FLOATING
SOLAR FARM DENGAN METODE CLUSTERING MODIFIED
PERTURB AND OBSERVE**

SKRIPSI

Skripsi Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

HESTI WULANDARI

210111301003

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

2025

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

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

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan mengandung unsur jiplakan, saya bersedia skripsi tersebut dibatalkan dan diproses sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003 pasal 25 ayat 2 dan pasal 70) .

Depok, Agustus 2025

Mahasiswa,



10000
METERAI
TEMPEL
75240AMX345343321
Hesti Wulandari

NIM.210111301003

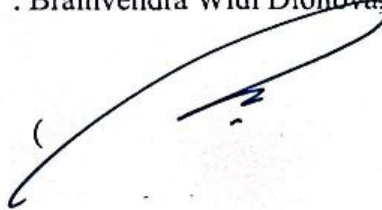
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Hesti Wulandari
NIM : 210111301003
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Prototipe MPPT Boost Converter Pada Floating Solar Farm Dengan Metode Clustering Modified Perturb And Observe

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

DEWAN PEMBIMBING

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

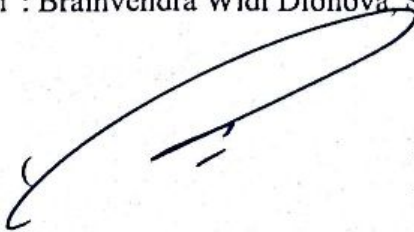
()

Pembimbing 2 : Arisa Olivia Putri, S.ST., M.IT

()

Mengetahui,

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

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Hesti Wulandari
NIM : 210111301003
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Prototipe MPPT Boost Converter Pada Floating Solar
Farm Dengan Metode Clustering Modified Perturb
And Observe

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

DEWAN PENGUJI

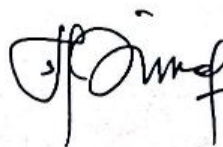
Penguji 1 : Hamzah, S.T., M.T., Ph.D

()

Penguji 2 : Devan Junesco Vresdian, S.ST., M.Sc.Eng

()

Penguji 3 : Sinka Wilyanti, S.T., M.T

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya sehingga skripsi yang berjudul **"Prototipe MPPT Boost Converter pada Floating Solar Farm dengan Metode Clustering Modified Perturb And Observe"** ini dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada program Sarjana Teknik Elektro.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

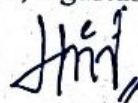
1. Pertama-tama, saya mengucapkan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng. dan Ibu Arisa Olivia Putri, S.ST., M.IT. Selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, saran, dan arahan dengan penuh kesabaran serta dedikasi tinggi selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Hamzah, S.T.,M.T.,Ph.D, Bapak Devan Junesco Vresdian, S.ST.,M.Sc.Eng, dan Ibu Sinka Wilyanti, S.T.,M.T. Selaku dosen penguji, atas masukan dan kritik konstruktif yang sangat membantu dalam penyempurnaan skripsi ini.
4. Saya menyampaikan terima kasih kepada Rektor Universitas Global Jakarta, Prof. Dr. Apt. Eddy Yusuf, M.Pharm. Telah menciptakan lingkungan akademik yang kondusif untuk belajar dan berkarya.
5. Seluruh jajaran Dosen Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu dan pelajaran yang sangat berharga selama masa studi berlangsung.
6. Terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada Orang tua tercinta, yang selalu memberikan doa, dukungan, serta motivasi tanpa henti dalam setiap langkah saya dalam menempuh pendidikan tinggi ini.

7. Teman-teman 10 Anak Berkebutuhan Khusus dan rekan-rekan yang telah memberikan dukungan, semangat, serta bantuan selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Ibu Nilovar Asyiah, S.Kom., M.Kom. Selaku guru sekaligus kakak bagi penulis, terima kasih doa, support dan dukungannya dari awal masa studi hingga penulis menyelesaikan studi dengan baik dan tepat waktu.
9. Kepada Saktiya Adhi Putranto, terima kasih atas segala bantuan, dukungan, dan kebersamaan yang telah diberikan. Kehadiran kamu menjadi bagian berharga dalam perjalanan ini hingga akhirnya penulis berhasil meraih gelar Sarjana Teknik.
10. Kepada Sandi Septiadi, terima kasih telah membersamai penulis saat proses pengambilan data, penulisan skripsi sampai pelaksanaan sidang skripsi hingga akhirnya penulis berhasil meraih gelar Sarjana Teknik.
11. Terakhir, terima kasih kepada diri sendiri, Hesti Wulandari. Apresiasi yang sebesar-besarnya karena telah mampu bertahan, berjuang dan berusaha keras untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai dengan menikmati proses yang terbilang tidak mudah. Terima kasih karena bisa membuktikan kepada orang-orang tersayang terutama kepada Mama dan Bapak bahwasannya anak pertamanya mampu memberikan contoh yang baik bagi kedua adiknya. Terima kasih karena telah membuat mereka bangga karena kamu bisa diandalkan. Jangan lelah dulu ya, masih banyak *wishlist* yang akan Kita raih!.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan karya ini.

Akhir kata, penulis berharap agar karya ini dapat menjadi awal yang baik untuk penelitian yang lebih mendalam dan memberikan manfaat nyata bagi masyarakat.

Depok, Agustus 2025



Hesti Wulandari

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hesti Wulandari
NIM : 210111301003
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:

Prototipe MPPT Boost Converter Pada Floating Solar Farm Dengan Metode Clustering Modified Perturb And Observe

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, Agustus 2025

Yang menandatangani

Hesti Wulandari
210111301003

ABSTRAK

Pemanfaatan energi surya di Indonesia memiliki potensi besar karena intensitas cahaya matahari yang tinggi sepanjang tahun. Namun, shading parsial menjadi tantangan utama pada sistem fotovoltaik (PV) karena menyebabkan kehilangan efisiensi akibat munculnya beberapa titik daya maksimum (MPP). Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan MPPT *Boost Converter* menggunakan metode clustering dengan algoritma *Modified Perturb and Observe* (P&O) pada *Floating Solar Farm*. Panel surya dibagi menjadi dua cluster: Cluster 1 untuk kondisi seragam dan Cluster 2 untuk kondisi ternaungi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode *clustering* memungkinkan kedua cluster bekerja secara bersamaan sehingga daya yang dihasilkan lebih stabil dan efisien. Pada kondisi seragam, daya tertinggi mencapai 30,39 W pada pukul 12:00. Pada shading 60%, sistem masih menghasilkan 6,20 W pukul 12:00 dan 6,01 W pukul 15:00. Total daya tertinggi terjadi pukul 10:00 dengan shading 60% sebesar 34,18 W. Ini membuktikan bahwa metode *clustering* secara signifikan meningkatkan efisiensi ekstraksi daya dibandingkan topologi tunggal karena mampu mengoptimalkan dua titik puncak secara bersamaan. Oleh karena itu, pendekatan ini menjadi solusi efektif untuk permasalahan shading, khususnya pada aplikasi *Floating Solar Farm*.

Kata Kunci: *MPPT, Boost Converter, Clustering, Modified P&O, Floating Solar Farm, Partial Shading.*

ABSTRACT

The utilization of solar energy in Indonesia holds great potential due to high sunlight intensity throughout the year. However, partial shading remains a major challenge in photovoltaic (PV) systems, as it causes efficiency loss by generating multiple maximum power points (MPPs). This study designs and implements a Maximum Power Point Tracking (MPPT) Boost Converter using a clustering method with the Modified Perturb and Observe (P&O) algorithm on a Floating Solar Farm. PV panels are divided into two clusters: Cluster 1 for uniform conditions and Cluster 2 for shading conditions. Test results show that clustering enables simultaneous operation of both clusters, ensuring more stable and efficient power output. Under uniform conditions, the highest power output reached 30.39 W at 12:00. Under 60% shading, the system still produced 6.20 W at 12:00 and 6.01 W at 15:00. The highest total output was 34.18 W at 10:00 under 60% shading. This demonstrates that clustering significantly improves power extraction efficiency compared to single-topology systems by optimizing two peak points concurrently. Therefore, this approach offers an effective solution to shading problems in solar panel systems, especially in floating solar farm applications.

Keywords: *MPPT, Boost Converter, Clustering, Modified P&O, Floating Solar Farm, Partial Shading.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
MOTTO	vii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS	viii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Energi Surya dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	5
2.1.1 Energi Surya	5
2.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	5
2.1.3 Solar Farm	7
2.1.4 Iridiasi dan Partial Shading Pada Solar Farm.....	8
2.1.5 <i>Smart Cluster</i> Berbasis Tegangan String.....	11

2.1.6 Perhitungan Kebutuhan Panel Surya	12
2.2 Maximum Power Point Tracker pada Solar Farm	13
2.3 <i>Boost Converter</i> Dalam Sistem MPPT	14
2.3.1 Perhitungan <i>Boost Converter</i>	15
2.4 Metode Algoritma <i>Pethrub & Observe</i>	16
2.5 Metode Algoritma <i>Modified Pethrub & Observe</i>	17
2.6 Sensor Arus ACS712	18
2.7 Sensor Tegangan (<i>voltage divider</i>)	19
2.8 Combiner	19
2.9 Mikrokontroler STM32G070RBT6	20
2.10 Baterai	21
2.10.1 Perhitungan Parameter Charging Baterai	22
2.11 Tinjauan Penelitian Yang Berkaitan.....	24
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Metode Penelitian	26
3.2 Lokasi Penelitian.....	28
3.3 Blok Diagram <i>Floating Solar Farm</i>	28
3.4 Blok Diagram Sistem MPPT Berbasis <i>Clustering</i>	29
3.5 Flowchart Sistem	31
3.6 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras.....	35
3.6.1 Desain Perancangan Alat	36
3.6.2 Perancangan Parameter <i>Charging</i> Baterai.....	38
3.6.3 Perancangan Kebutuhan Daya Panel Surya	39
3.6.4 Sensor Tegangan dan Sensor Arus.....	40
3.6.5 Combiner	40
3.6.6 DC-DC Konverter (Cluster 1).....	41

3.6.7 DC-DC Boost Konverter (Cluster 2)	41
3.7 Pengujian Alat Kerja.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Perancangan Boost Converter Floating Solar Farm Topologi Clustering	46
4.1.1 Rangkaian Perancangan Boost Converter.....	46
4.1.2 Hasil Perancangan Boost Converter Metode Clustering	47
4.1.3 Penerapan Sistem Untuk Kondisi Partial Shading Pada Solar Farm	48
4.1.4 Pengujian Karakteristik Solar Panel	49
4.1.5 Pengujian Sensitivitas Sensor Arus dan Tegangan.....	55
4.2 Pengujian Boost Converter.....	57
4.2.1 Pengujian <i>Boost Converter Open Loop</i>	57
4.3 Pengujian Topologi Solar Farm	62
4.3.1 Pengujian Topologi Tunggal	63
4.3.2 Pengujian Topologi Clustering	66
4.3.3 Perbandingan Pengujian Topologi Tunggal dan Clustering	68
BAB V PENUTUP.....	71
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73
LAMPIRAN-LAMPIRAN	75

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karena lokasi geografis Indonesia yang memungkinkan penggunaan energi surya selama hampir 8 jam setiap hari, penggunaan energi surya di Indonesia dapat mengurangi ketergantungan pada energi fosil sebagai sumber energi utama (Rony et al. 2022).

Photovoltaic (Pv) merupakan sebuah perangkat yang dipakai untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Beberapa modul Pv harus digunakan untuk menjadikan sebuah pembangkit listrik tenaga surya. Rangkaian Pv yang besar akan dibentuk dengan menghubungkan sejumlah besar modul Pv secara seri dan paralel. Rangkaian Pv yang besar ini dikenal sebagai ladang Pv atau Solar farm (Priananda, 2017). Dalam aplikasi panel surya pada saat menerima cahaya matahari terdapat potensi terhalang oleh benda seperti pohon dan bangunan sehingga energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya tidak bisa maksimal. Selain itu masalah cuaca yang tidak tentu mengakibatkan panel surya tidak tersinari sepenuhnya. Penghalang iridiasi matahari pada panel surya ini juga sering disebut dengan kondisi *partial shading* atau tertutup sebagian. Pada saat terjadi *partial shading* kurva karakteristik daya terhadap tegangan (P-V) yang tertutup akan memiliki dua atau lebih puncak daya maksimum yang dinamakan *Global Maksimum Power Point* (GMPP) dan *Local Maksimum Power Point* (LMPP). LMPP merupakan titik dimana puncak daya yang sebenarnya atau daya maksimal yang bisa didapatkan. Pada *Maksimum Power Point Tracking* (MPPT) konvensional kemungkinan daya hanya terjebak pada *Local Peak* (LP) sangat besar dan tidak dapat mencapai *Global Peak* (GP) sehingga daya yang didapatkan menjadi kurang maksimal (Efendi et al. 2022). Sehingga dibutuhkan penambahan berupa algoritma, pada penelitian ini algoritma *modified perturb and observe* dipilih untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Pada penelitian sebelumnya dilakukan perancangan sebuah sistem pengoptimalan daya keluaran Pv saat kondisi *partial shading* menggunakan MPPT *Boost Converter* arus searah dengan metode *Modified Perturb and Observe* (P&O)

pada stasiun pengisian kendaraan listrik berbasis panel surya (Abir Oktavani, 2024). Namun, penelitian ini menggunakan konfigurasi *single topology*, yang artinya seluruh panel surya dikelola sebagai satu kesatuan tanpa memperhitungkan kondisi tegangan atau pencahayaan pada setiap panel. Pendekatan ini sering kali menghasilkan efisiensi yang rendah karena adanya *partial shading* pada sebagian panel dapat menyebabkan hilangnya daya secara keseluruhan akibat ketergantungan antar panel dalam string yang sama (Priananda, 2017). Penelitian lain juga mengenai metode klasifikasi untuk pembangkit listrik tenaga surya yang menggunakan relay berdasarkan inisiasi sensor tegangan untuk setiap string. Klasifikasi akan dibantu oleh algoritma *smart cluster*, yang akan menghasilkan skema relay berdasarkan klasifikasi besarnya tegangan pada setiap string. Semua klasifikasi tersebut nantinya akan muncul pada konverter yang telah diuji menggunakan algoritma MPPT (Priananda, 2017). Namun penelitian ini hanya berfokus pada penggunaan MPPT *boost converter* berbasis *clustering* dengan menggunakan 2 algoritma yang berbeda. Ada banyak contoh penggunaan algoritma yang lebih kompleks dalam mencari titik MPP. Algoritma kecerdasan buatan (AI), seperti PSO, Firefly dan modified P&O, yang digunakan sebagai algoritma MPPT, dapat digunakan untuk menentukan optimum global untuk keadaan bayangan tertutup setidaknya dalam satu modul Pv. Namun, metode baru diterapkan pada penelitian dengan metode *single topology* sehingga diperlukan penelitian untuk menerapkannya pada Solar farm (Al-rizki, Afroni, and Basuki, 2023). *Partial shading* tidak hanya mengurangi iradiasi yang diterima panel, tetapi juga menyebabkan *hot spot* yang meningkatkan suhu lokal pada panel, mempercepat degradasi dan menurunkan efisiensi sistem (Zhen Zhang, Jun Wu, Lei Wang, Fuguang Liu, Peng Jia, Lei Dai, Yue Lu, 2020).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini akan membuat perancangan sebuah sistem MPPT berbasis cluster yang menawarkan solusi dengan membagi Solar farm menjadi dua cluster, yaitu Cluster 1 dalam kondisi *uniform* dan Cluster 2 dalam kondisi *partial shading*. *Floating solar farm* juga membantu mengatasi permasalahan *partial shading* yang meningkatkan suhu pada panel dengan efek pendinginan alami dari air, menjaga suhu panel tetap stabil dan meningkatkan umur serta kinerja panel surya secara keseluruhan.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini:

1. Bagaimana merancang sebuah prototipe *floating solar farm* menggunakan *clustering thopology* ?
2. Bagaimana algoritma *Modified Perturb and Observe* dapat diimplementasikan pada MPPT berbasis *boost converter* untuk mengoptimalkan daya keluaran pada *floating solar farm* dalam kondisi *partial shading*?
3. Bagaimana efisiensi daya keluaran pada metode topologi tunggal dibandingkan dengan metode *cluster* pada *sistem floating solar farm* yang mengalami *partial shading* ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membuat prototipe sistem *floating solar farm* yang realistis sebagai model uji coba, lengkap dengan pengaturan konfigurasi panel surya, sistem pelampung, dan alat pengukur untuk mendukung pengumpulan data dan pengujian efisiensi.
2. Mengevaluasi kinerja daya keluaran sistem dalam berbagai kondisi pencahayaan, termasuk kondisi *partial shading*.
3. Menganalisis dan membandingkan efisiensi daya keluaran yang dihasilkan melalui metode clustering dengan metode topologi tunggal pada *floating solar farm* yang mengalami *partial shading*.

1.4 Manfaat Penelitian

Setelah mengetahui tujuan dari dibuatnya alat tersebut, adapun manfaat yang dapat diambil dari alat ini yaitu :

1. Penelitian ini membantu menemukan solusi guna membantu meningkatkan efisiensi energi yang dihasilkan oleh sistem *floating solar farm*, terutama di bawah kondisi *partial shading*.
2. Algoritma implementasi seperti *Modified Perturb and Observe* pada sistem berbasis *cluster* memperkenalkan pendekatan baru dalam teknologi MPPT, yang lebih adaptif terhadap variasi kondisi pencahayaan. Ini mendorong pengembangan teknologi yang relevan untuk aplikasi energi terbarukan.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini, pembatasan perlu diterapkan agar sesuai dengan kemampuan, situasi, kondisi, biaya dan waktu yang ada. Tujuannya adalah supaya masalah yang dibahas bisa diatasi secara tepat sesuai dengan sasarannya. Oleh karena itu, peneliti telah mengatur ruang lingkupnya dengan harapan bahwa hasilnya akan sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Dalam konteks ini, peneliti membatasi masalah yang akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Kualitas daya dan ripple tegangan yang dihasilkan oleh konverter.
2. Shading simulasi ditentukan menggunakan bayangan sebagian dari kertas.
3. Jarak solar panel pada masing-masing string.
4. Jumlah string dan jumlah PV dalam setiap string.
5. Pengujian di hari yang sama belum dapat diimplementasikan karena keterbatasan pada prototipe alat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-rizki, Muhammad, M. Jasa Afroni, and Bambang Minto Basuki. 2023. "Perbandingan Perolehan Energi Listrik Tenaga Surya Antara Beberapa Algoritma Maximum Power Point Tracker (MPPT) Pada Kondisi Berbayang Sebagian."
- Alexander, Daniel, and Octavianus Turang. 2019. "Pengembangan Sistem Relay Pengendalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile." 2019(November):75–85.
- Ananda Muhamad Tri Utama. 2022. "Permodelan Konverter DC to DC Tipe Boost Converter Dengan Pengendali Proporsional Integral (PI)." 9(2):356–63.
- Baterai, Model, Lead Acid, Terhadap Perubahan, and Efisiensi Energi. 2019. "Jurnal Fisika Flux." 16:1–6.
- Dionova, Brainvendra Widi. 2018. "Rancang Bangun Suplai Hybrid Energi Dengan Auto Selction Switching Untuk Charger Battery Pada Laptop Dan Cooling Pad."
- Dwisari, Verina, Sudarti Sudarti, and Yushardi Yushardi. 2023. "Pemanfaatan Energi Matahari: Masa Depan Energi Terbarukan." *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika* 7(2):376–84. doi: 10.37478/optika.v7i2.3322.
- Efendi, Moh. Zaenal, Lucky Pradigta Setiya Raharja, Mochammad Rody Dwirantono, Feby Chandra Arsandi, And Nabila Lutfiah. 2022. "Maximum Power Point Tracking Dengan Metode Modified Human Psychology Optimization Pada Kondisi Partial Shading." *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika* 10(4):976. doi: 10.26760/elkomika.v10i4.976.
- Haqq, Muhammad Rois Al, Imam Chlissodin, and Arief Andy Soebroto. 2021. "Maximum Power Point Tracking (MPPT) Pada Panel Surya Dalam Kondisi Berbayang Sebagian Dengan Particle Swarm Optimization (PSO)." *Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer* 5(8):3524–37.
- Istonirsya, Safirda Hanif. 2023. "Desain Buckboost Converter Dengan Mppt P&O Untuk Mendapatkan Daya Optimal Akibat Perubahan Arus Dan Tegangan." *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)* 11(2):231–40. doi: 10.32487/jtt.v11i2.1780.

- McU, Arm Cortex, K. B. Flash, K. B. Ram, and I. Fs. 2020. "STM32G070CB / KB / RB." (March).
- Notepub. 2021. "Model Prototype Metode SDLC." Retrieved (https://www.google.com/search?sca_esv=8a18c8f55351fc4a&q=Prototype+SDLC+Diagram&udm=2&fbs=AEQNm0D7Nkus73mDfRiMqGSEUWUGRIQvLHQV1vCo9BTpxTWdRdpYlicDm9rV7i14IDGSuw1hOOVNM65v7KRtqlq695Ou43oAnq8k0KVALQRCYTXRga8kWrRQbRoMhzyu9CyvL4CxIwbjS9XA38orpQjYoNS8IYN13V).
- Nurjaman, Hendi Bagja, and Trisna Purnama. 2022. "Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga." *Jurnal Edukasi Elektro* 6(2):136–42. doi: 10.21831/jee.v6i2.51617.
- Perdana, Fengky Adie. 2020. "Baterai Lithium." 9(2):103–9. doi: 10.20961/inkuiri.v9i2.50082.
- Priananda, Ciptian weired. 2017. "Desain Model Mppt Baru Pada Topologi Pv Farm Berbasis Cluster."
- Rony, Yusuf Rony, Unit Three Kartini, Joko Joko, and Tri Wrahatnolo. 2022. "Pemodelan Transfer Energi Smartgrid Photovoltaic Dengan Sensor Suhu Untuk Efisiensi Energi." *Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET)* 4(2):89–98.
- Widharma, I. Gede Suputra. 2017. "Perancangan Simulasi Sistem Pendaftaran Kursus Berbasis Web Dengan Metode Sdlc." *Matrix : Jurnal Manajemen Teknologi Dan Informatika* 7(2):38. doi: 10.31940/matrix.v7i2.527.
- Zhen Zhang, Jun Wu, Lei Wang, Fuguang Liu, Peng Jia, Lei Dai, Yue Lu, Tiezheng Bian. 2020. "The Analysis on Simulation and Invalidation of Hot-Spot Temperature Distribution in Micro-Defective Crystalline Silicon Solar Cells, Renewable Energy." 147, Part:2218–28.