



**IMPLEMENTASI *ASYNCHRONOUS BUCK CONVERTER* DENGAN
METODE *FUZZY LOGIC CONTROLLER* (FLC) PADA GEDUNG
SEKRETARIAT HIMPUNAN MAHASISWA JGU**

SKRIPSI

Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar sarjana



Disusun oleh:

NIRMALASARI HUTAGALUNG

200111301036

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

2024

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah 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 disuatu 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 dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 15 Agustus 2024

Mahasiswa,



Nirmalasari Hutagalung

NIM. 200111301036

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Nirmalasari Hutagalung
NIM : 200111301036
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Implementasi *Asynchronous buck converter* Dengan Metode
Fuzzy logic controller (FLC) Pada Gedung Sekretariat
Himpunan Mahasiswa JGU

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 : Universitas Global Jakarta

Tanggal : 15 Agustus 2024

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Nirmalasari Hutagalung
NIM : 200111301036
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Implementasi *Asynchronous buck converter* Dengan Metode
Fuzzy logic controller (FLC) Pada Gedung Sekretariat
Himpunan Mahasiswa JGU

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

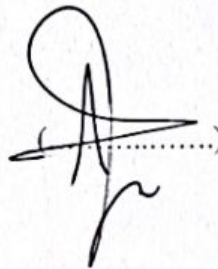
Penguji 1 : Legenda Prameswono Pratama, S.ST., M.Sc.Eng (.....)



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



Penguji 3 : Arisa Olivia Putri, S.ST., M.IT



Ditetapkan di : Universitas Global Jakarta

Tanggal : 15 Agustus 2024

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat, kasih karunia, dan hikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul :

IMPLEMENTASI *ASYNCHRONOUS BUCK CONVERTER* DENGAN METODE *FUZZY LOGIC CONTROLLER (FLC)* PADA GEDUNG SEKRETARIAT HIMPUNAN MAHASISWA JGU

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 pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Prof. Dr. apt. Eddy Yusuf, M.Pharm, selaku Rektor Universitas Global Jakarta.
- (2) Bapak Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng, selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro sekaligus dosen pembimbing pertama saya yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing dengan sabar dan membekali ilmu kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini;
- (3) Bapak Arie Jaenul, S.Pd., M.Sc.Eng selaku dosen pembimbing kedua saya yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan dan membekali ilmu kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini;
- (4) Bapak Devan Junesco Vresdian, S.ST., M.Sc.Eng selaku dosen pembimbing akademik penulis, yang telah membantu dan mengarahkan penulis selama masa perkuliahan.
- (5) Bapak Legenda Prameswono Pratama, S.S.T., M.Sc.Eng dan seluruh Bapak/Ibu dosen yang telah mengajarkan dan membekali ilmu selama penulis menempuh perkuliahan di kampus tercinta ini, Universitas Global Jakarta.
- (6) Orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan material dan moral kepada penulis.

- (7) Teman-teman Lab DSK dan Electrical, Rifqi Haidar Ramdhani, M. Zidan Regi Permana, dan Sendi Umbu Danga Elu yang selalu menemani berjuang dan telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
- (8) Teman saya Enita Sitopu dan seluruh teman-teman angkatan 2020 yang memberikan dukungan, semangat serta doa dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, Oleh karena itu, penulis sangat mengapresiasi kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak yang memerlukannya. Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu.

Depok, 15 Agustus 2024



Nirmalasari Hutagalung

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

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

Nama : Nirmalasari Hutagalung

NPM : 200111301036

Program Studi : Teknik Elektro

Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

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

Implementasi Asynchronous buck converter Dengan Metode Fuzzy logic controller (FLC) Pada Gedung Sekretariat Himpunan Mahasiswa JGU

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Jakarta Global University 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, 15 Agustus 2024

Yang menyatakan



Nirmalasari Hutagalung

ABSTRAK

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan primer yang dibutuhkan manusia dalam kehidupan bermasyarakat. Seiring dengan kemajuan IPTEK dan pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat, maka energi listrik yang dibutuhkan setiap harinya semakin meningkat, sedangkan ketersediaan sumber daya atau bahan bakar fosil semakin menipis. Saat ini energi Indonesia sudah mulai mendapat perhatian serius sehingga Pemerintah menargetkan pada tahun 2050 peran Energi Baru dan Energi Terbarukan paling sedikit 31%. Hal ini mendorong untuk menghasilkan berbagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan tersedia sepanjang masa. Tujuan penelitian ini adalah mendesain dan membuat perancangan *Asynchronous buck converter* menggunakan MPPT dengan metode *fuzzy logic controller* yang akan diaplikasikan pada Solar Panel kapasitas 300WP, penelitian ini dilakukan untuk peningkatan daya keluaran solar panel. Implementasi fisik dilakukan dengan merancang dan menguji *Asynchronous buck converter* di laboratorium. Pengujian lapangan dilakukan di gedung sekretariat Himpunan Mahasiswa JGU untuk memverifikasi kinerja sistem dalam kondisi operasional nyata. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang diusulkan berhasil meningkatkan efisiensi daya keluaran sebesar 90,41% tanpa metode menjadi 96,70% dengan menggunakan metode *fuzzy*. Dengan demikian, implementasi *Asynchronous buck converter* yang dikendalikan oleh FLC dapat menjadi solusi efektif untuk sistem distribusi daya listrik di gedung-gedung dengan kebutuhan daya yang dinamis. Dan kedepannya dapat dilakukan dengan jenis *converter* yang berbeda sebagai pengembangan penelitian dan peningkatan daya keluaran yang lebih efektif.

Kata kunci: *panel surya, mppt, Asynchronous buck converter, fuzzy logic controller (flc), daya keluaran.*

ABSTRACT

Electrical energy is one of the primary needs needed by humans in social life. Along with the advancement of science and technology and rapid population growth, the electrical energy needed every day is increasing, while the availability of resources or fossil fuels is running low. Currently, Indonesia's energy has begun to receive serious attention so that the Government targets in 2050 the role of New Energy and Renewable Energy is at least 31%. This encourages to produce various alternative energy sources that are environmentally friendly and available all the time. The purpose of this research is to design and make an Asynchronous buck converter design using MPPT with a fuzzy logic controller method that will be applied to Solar Panels with a capacity of 300WP, this research is carried out to increase the output power of solar panels. Physical implementation is done by designing and testing Asynchronous buck converters in the laboratory. Field testing was conducted at the JGU Student Association secretariat building to verify the system performance under real operational conditions. The test results showed that the proposed system successfully increased the output power efficiency from 90.41% without the method to 96.70% by using the fuzzy method. Thus, the implementation of Asynchronous buck converter controlled by FLC can be an effective solution for electrical power distribution systems in buildings with dynamic power requirements. And in the future, it can be done with a different type of converter as a research development and a more effective increase in output power.

Keyword : *solar panel, mppt, Asynchronous buck converter, fuzzy logic controller (flc), output power.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 Energi Terbarukan (Renewable Energy).....	5
2.1.2 Solar panel (Panel Surya).....	5
2.1.3 Asynchronous buck converter.....	6
2.1.4 Sensor Arus ACS712	10
2.1.5 Sensor Tegangan.....	11
2.1.6 Mikrokontroler (Arduino Nano)	12
2.1.7 Liquid Crystal Display (LCD)	12
2.1.8 Maximum Power Point Tracking.....	13

2.1.9	Fuzzy logic controller	13
2.1.10	Baterai LIFEP04.....	15
2.2	Tinjauan penelitian yang berkaitan.....	17
BAB III METODE PENELITIAN		23
3.1	Diagram Alir Penelitian	23
3.2	Lokasi & Obyek Penelitian	25
3.3	Metodologi Pengembangan	25
3.3.1	Blok Diagram Sistem secara Keseluruhan.....	25
3.3.2	Blok Diagram Sistem Asynchronous buck converter	26
3.3.3	Flowcart Sistem Asynchronous buck converter.....	27
3.4	Perancangan Alat.....	28
3.4.1	Perancangan Pengisian Baterai	28
3.4.2	Perancangan Kebutuhan Solar Panel	30
3.4.3	Perancangan Sensor Arus.....	31
3.4.4	Perancangan Sensor Tegangan.....	31
3.4.5	Perancangan Asynchronous buck converter	33
3.4.6	Perancangan Fuzzy logic controller	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Desain dan Perancangan Alat.....	43
4.1.1	Desain Perancangan Asynchronous buck converter	43
4.1.2	Hasil Rancangan Asynchronous buck converter	43
4.2	Hasil Pengujian Alat.....	45
4.2.1	Pengujian Karakteristik Solar Panel	46
4.2.2	Pengujian Sensor Arus	48
4.2.3	Pengujian Sensor Tegangan	50
4.2.4	Pengujian Asynchronous buck converter untuk beban Resistor	52
4.2.5	Pengujian Asynchronous buck converter pada Baterai LIFEP04	53
4.2.6	Pengujian Asynchronous buck converter pada solar panel tanpa metode fuzzy logic controller.	53

4.2.7	Pengujian Asynchronous buck converter pada solar panel dengan metode fuzzy logic controller	54
4.2.8	Pengujian Pengaruh Intensitas Cahaya Dan Suhu Permukaan Solar Panel Terhadap Daya Keluaran Tanpa Metode Fuzzy logic controller	56
4.2.9	Pengujian Pengaruh Intensitas Cahaya Dan Suhu Permukaan Solar Panel Terhadap Daya Keluaran Dengan Metode Fuzzy logic controller.....	58
4.2.10	Pengujian Waktu Pengisian Baterai Tanpa Dihubungkan Kebegan Tanpa Metode FLC	61
4.2.11	Pengujian Waktu Pengisian Baterai Tanpa Dihubungkan Kebegan Dengan Metode FLC.....	63
BAB V PENUTUP.....		65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran	65
DAFTAR PUSTAKA.....		67
LAMPIRAN.....		xvi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan kemajuan IPTEK dan pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat, maka energi listrik yang dibutuhkan setiap harinya semakin meningkat, sedangkan ketersediaan sumber daya atau bahan bakar fosil seperti batu bara dan BBM semakin menipis. Diversifikasi energi Indonesia sudah mulai mendapat perhatian serius setelah keluarnya Peraturan Pemerintah no.79 tahun 2014 mengenai kebijakan energi nasional. Pemerintah menargetkan pada tahun 2025 peran Energi Baru dan Energi Terbarukan paling sedikit 23% dan pada tahun 2050 paling sedikit 31% (PP No. 79, 2014). Hal ini mendorong untuk menghasilkan berbagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan juga tersedia sepanjang masa. Salah satu energi alternatif yang banyak dimanfaatkan dan terus dikembangkan adalah pembangkit listrik tenaga surya. Dalam siaran pers tahun 2021, pemerintah melalui kementerian ESDM menargetkan terpasangnya PLTS atap sebesar 3.600 MW hingga tahun 2025. Kebijakan PLTS atap ini tidak hanya berdampak pada industri namun juga berpihak kepada masyarakat luas karena mengoptimalkan penghematan tagihan listrik bulanan dengan kapasitas terpasang sesuai daya langganan rumah tangga ((EBTKE), 2021).

Saat ini banyak sekali rumah tangga yang menggunakan PLTS sebagai sumber pembangkit listrik mandiri dalam memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga. Salah satu penelitian yang dilakukan berjudul "Desain dan Implementasi *Buck Converter* Pada Sistem *Power supply* Untuk Mesin Cuci Dengan Menggunakan Panel Surya" (Musahiroh, 2023) penelitian tersebut bertujuan memanfaatkan tenaga surya sebagai sumber listrik menggunakan *buck converter* dengan metode *fuzzy* untuk menstabilkan tegangan keluaran solar panel agar dapat menjalankan beban mesin cuci. Dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan, metode *fuzzy logic controller (FLC)* memiliki kinerja yang lebih optimal dibandingkan dengan metode MPPT lainnya seperti penelitian yang dilakukan (Studi et al., 2021) kecepatan dari metode FLC dalam melacak daya maksimum

lebih cepat, kompleksitas dan penggunaan memori lebih efisien serta logika *fuzzy* lebih sederhana dibandingkan dengan yang lain sehingga lebih mudah dipahami. Dalam penelitian "*Efficiency Comparison of Asynchronous and Synchronous Buck Converter with Variation in Duty cycle and Output Current*" yang dilakukan baru-baru ini yaitu membandingkan efisiensi penggunaan antara *asynchronous* dan *synchronous buck converter* dengan memvariasikan nilai *duty cycle* dan arus. Dalam penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa saat kedua *converter* dioperasikan dengan *duty cycle* 30% pada arus rendah, *Asynchronous buck converter* memiliki efisiensi yang lebih baik yaitu 19,15% terhadap *synchronous buck converter*, namun ketika kedua *converter* beroperasi pada arus tinggi, *synchronous buck converter* menunjukkan efisiensinya yaitu 6,56% terhadap *Asynchronous buck converter*. Disisi lain percobaan dengan menggunakan *duty cycle* 80%, kedua *converter* memiliki perbandingan efisiensi yang tidak signifikan (Rachmad & Abuzairi, 2023).

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya maka pada penelitian ini dirancang sebuah *Asynchronous buck converter* menggunakan metode *fuzzy logic controller (FLC)* pada sebuah *power supply* dengan menggunakan solar panel. Dalam hal ini menggunakan dua buah solar panel kapasitas 150WP yang dirangkai secara seri, yang kemudian dihubungkan dengan *Asynchronous buck converter* menggunakan MPPT dengan metode *fuzzy logic controller*. Tujuan menggunakan metode *fuzzy logic controller* pada *Asynchronous buck converter* adalah agar dapat menghasilkan daya keluaran yang maksimal karena menurut (Adriani, 2019) kontrol *fuzzy* lebih efektif dalam peningkatan daya keluaran dan juga menghasilkan respon yang cepat terhadap perubahan cuaca, akan digunakan dalam *Asynchronous buck converter* yang dapat beroperasi dengan baik pada arus rendah maupun tinggi. Sehingga daya keluaran solar panel akan lebih maksimal dan dapat menjadi sumber energi listrik mandiri pada gedung kesekretariatan Himpunan Mahasiswa Jakarta Global University.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana desain dan perancang *Asynchronous buck converter* untuk mendapatkan energi listrik pada gedung sekretariat himpunan mahasiswa JGU?
2. Seberapa besar potensial pemanfaatan metode *fuzzy logic controller* pada *Asynchronous buck converter* untuk peningkatan daya keluaran pada solar panel?
3. Bagaimana pengaruh intensitas cahaya dan suhu pada permukaan panel terhadap daya keluaran?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui desain dan cara merancang *Asynchronous buck converter* yang dihubungkan pada solar panel untuk menghasilkan keluaran daya listrik pada gedung sekretariat himpunan mahasiswa JGU.
2. Untuk mengetahui berapa besar potensial pemanfaatan metode *fuzzy logic controller* pada *Asynchronous buck converter* dalam peningkatan daya keluaran pada solar panel.
3. Untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya dan suhu pada permukaan panel terhadap daya keluaran.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Menghasilkan sebuah pembangkit listrik *renewable energy* yang ramah lingkungan dan tersedia sepanjang masa.
2. Menghasilkan alat bantu berupa *Asynchronous buck converter* yang dapat digunakan untuk peningkatan daya keluaran pada solar panel.
3. Mengurangi penggunaan energi listrik dari PLN di Jakarta Global University.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penyusunan laporan akhir ini, tentu saja harus dibatasi sesuai dengan kemampuan, situasi, kondisi, biaya, dan waktu yang ada atau tersedia, agar masalah itu dapat tepat pada sasaran, maka penulis membatasi ruang lingkupnya, yang nantinya diharapkan hasilnya sesuai dengan apa yang

diinginkan. Dalam hal ini penulis membatasi masalah yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Parameter penelitian ini yaitu besar tegangan, arus, dan daya listrik *output* DC-DC pada baterai, tidak sampai pada *output* penerangan dan *charging*.
2. Penelitian ini tidak membahas tentang dampak kelembapan dan pengaruh debu pada permukaan solar panel.
3. Tidak membahas pengaruh kemiringan sudut solar panel.
4. Penelitian tidak membahas tentang kualitas daya keluaran yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- (EBTKE), D. jenderal energi baru terbarukan dan konservasi energi. (2021). Indonesia Kaya Energi Surya, Pemanfaatan Listrik Tenaga Surya oleh Masyarakat Tidak Boleh Ditunda. *Humas EBTKE*. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/09/02/2952/indonesia.kaya.energi.surya.pemanfaatan.listrik.tenaga.surya.oleh.masyarakat.tidak.boleh.ditunda>
- Abdilah, B. R., Syakur, A., & Alvin, Y. (2021). Perancangan Prototipe Alat Ukur Tegangan Ujung Feeder Menggunakan Metode Pembagi Tegangan. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 10(1), 48–53. <https://doi.org/10.14710/transient.v10i1.48-53>
- Adriani, A. (2019). Analisis Teknologi Pembangkit Listrik Biomassa Pada Sistem Pencahayaan Peternakan Ayam Di Desa Borimatangkasa Kec. Bajeng Barat. *Vertex Elektro*, 1(2), 40–51. <https://doi.org/10.26618/jte.v1i2.2383>
- Elgi Octavianto, D., Fauzi Rahman, A., Firdaus Adji Arrazaq, A., Sondia, F., Ulfiana, A., Ekayuliana, A., Studi Teknik Konversi Energi, P., Teknik Mesin, J., Negeri Jakarta, P., & A Siwabessy, J. G. (2021). Analisa Perbandingan Daya Keluaran Solar Panel Dengan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Surya-Angin). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, 81–91. <http://prosiding.pnj.ac.id>
- Fiaga Apreka, S. T. (2022). Desain Dan Implementasi Mppt Fuzzy Logic Control Menggunakan Boost Converter Untuk Penerangan Pada Peternakan Ayam. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 11(1), 69. <https://doi.org/10.30591/polektro.v11i1.3227>
- Melfazen, O. (2018). Stabilisasi Tegangan Keluaran Buck Converter Dengan Metode Fuzzy logic controller. *Jurnal Eltek*, 16(2), 125. <https://doi.org/10.33795/eltek.v16i2.104>
- Muflihunna, K., & Mashuri, M. (2022). Penerapan Metode Fuzzy Mamdani dan Metode Fuzzy Sugeno dalam Penentuan Jumlah Produksi. *Unnes Journal of Mathematics*, 11(1), 27–37. <https://doi.org/10.15294/ujm.v11i1.50060>

- Murad, I. K. (2019). *Efficiency of Synchronous and Asynchronous Buck-Converter at Low Output Current*. 27, 194–206.
- Musahiroh, F. (2023). Desain Dan Implementasi Buck Converter Pada Sistem Power supply Untuk Mesin Cuci Dengan Menggunakan Panel Surya. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 11(1), 8–14. <https://doi.org/10.32487/jtt.v11i1.1506>
- Osman, N., Khalid, H. M., Sweidan, O., Abuashour, M. I., & Muyeen, S. M. (2022). Energy Conversion and Management : X A PV powered DC shunt motor : Study of dynamic analysis using maximum power Point-Based fuzzy logic controller. *Energy Conversion and Management: X*, 15(March), 100253. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2022.100253>
- Partaonan Harahap, Inda Bustami, Rimbawati, & Benny Oktrialdi. (2022). Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Dan Suhu Terhadap Daya Yang Dikeluarkan Oleh Modul Sel Surya Monocrystalline Dan Polycrystalline. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 3(2), 1–5. <https://doi.org/10.53695/jm.v3i3.791>
- PP No. 79. (2014). *PP No. 79 Thn 2014.pdf* (pp. 1–36).
- Rachmad, R. W., & Abuzairi, T. (2022). *Efficiency Simulation of Asynchronous and Synchronous Buck Converter Based on Duty cycle and Load Variation*. November, 9–19.
- Rachmad, R. W., & Abuzairi, T. (2023). *Efficiency Comparison of Asynchronous and Synchronous Buck Converter with Variation in Duty cycle and Output Current*. 5(1), 41–55. <https://doi.org/10.12928/biste.v5i1.7386>
- Rahakbauw, D. L., Afriananda, A., & Patty, H. W. M. (2022). Perbandingan Logika Fuzzy Metode Sugeno dan Metode Mamdani Untuk Deteksi Dini Penyakit Stroke. *Tensor: Pure and Applied Mathematics Journal*, 3(1), 11–22. <https://doi.org/10.30598/tensorvol3iss1pp11-22>
- Rahmatullah, F. (2021). Desain dan Simulasi Battery Charger Metode CC-CV (Constant Current-Constant Voltage) dengan Kontrol Logika Fuzzy

Menggunakan MATLAB. *Cyclotron*, 4(2), 18–22.
<https://doi.org/10.30651/cl.v4i2.8621>

Sanjaya, D., & Jaya, P. (2023). Rancang Bangun Smart Locker Berbasis Internet Of Things. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, 11(1), 35. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v11i1.121187>

Setiawan, D., & Syahrial. (2021). Perancangan Buck Converter 24Vdc-12Vdc Dengan Kapasitas 500W Berbasis Tl494. *Sneto*, 274–283.

Studi, P., Teknik, M., & Teknik, J. (2021). Metode Maximum Power Point Tracking (MPPT) dan Boost Converter Menggunakan Fuzzy logic controller (FLC) pada Modul Surya. 17(1).
<https://doi.org/10.17529/jre.v17i1.17863>

Taif, M., Hi. Abbas, M. Y., & Jamil, M. (2019). Penggunaan Sensor Acs712 Dan Sensor Tegangan Untuk Pengukuran Jatuh Tegangan Tiga Fasa Berbasis Mikrokontroler Dan Modul Gsm/Gprs Shield. *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 6(1). <https://doi.org/10.33387/protk.v6i1.1009>

Widhiawan, B. A. W., Handoko, S., & Darjat, D. (2021). Perancangan Sistem Charging Baterai Menggunakan Buck-Boost Converter Dengan Sumber Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 10(1), 17–25.
<https://doi.org/10.14710/transient.v10i1.17-25>