

PERANCANGAN SIMULASI PADA SISTEM PEMAKSIMALAN PENGISIAN DAYA UNTUK KENDARAAN ELEKTRIK RODA DUA

Muhammad Azka Nasrullah, Stevanus Primanggani, Trias Andromeda dan Munawar Agus Riyadi

Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, S.H., Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

*) Email : azka.nasrullah.an@gmail.com

Abstrak

Sepeda motor listrik dan sepeda listrik di Indonesia umumnya menggunakan baterai 60V, 20Ah dengan daya pengisian rata-rata 200W. Mengisi daya kendaraan listrik roda dua di rumah menawarkan kenyamanan dan efektivitas biaya yang luar biasa. Namun peningkatan daya pengisian menimbulkan tantangan karena penggunaan beban listrik rumah tangga dan terbatasnya kapasitas listrik sehingga berpotensi menyebabkan tripping. Konsumsi listrik rumah tangga berfluktuasi antara periode beban puncak dan di luar jam sibuk sehingga menawarkan peluang untuk pengisian daya yang optimal selama waktu di luar jam sibuk. Penelitian ini bertujuan untuk menyesuaikan daya pengisian daya kendaraan listrik roda dua secara maksimal berdasarkan batasan daya rumah tangga. Desain sistem pengisian yang diusulkan mencakup konverter AC-DC dan konverter DC-DC tipe buck. Konverter ini mengatur daya pengisian daya sesuai variasi beban listrik rumah tangga dan keterbatasan kapasitas listrik. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kendaraan listrik roda dua dapat diisi daya pada 888 W, empat kali daya pengisian rata-rata, selama periode di luar jam sibuk sehingga mempercepat pengisian daya. Sementara itu, selama periode beban puncak, daya pengisian berkurang hingga 341W untuk menghindari tripping yang mengganggu penggunaan listrik rumah tangga. Sistem pengisian daya ini memastikan pengisian daya yang singkat serta penggunaan daya Listrik rumah tangga yang tersedia secara efisien dengan tetap menjaga stabilitas sistem kelistrikan.

Kata Kunci: Buck converter, Homecharging, Kendali arus, Kendali daya, Kendali tegangan

Abstract

Electric motorbikes and electric bicycles in Indonesia generally use 60V, 20Ah batteries with an average charging power of 200W. Charging an electric two-wheeler at home offers great convenience and cost-effectiveness. However, increasing charging power poses challenges due to the use of household electricity loads and limited electricity capacity, which has the potential to cause tripping. Household electricity consumption fluctuates between peak and off-peak load periods offering opportunities for optimal charging during off-peak times. This research aims to adjust the charging power of two-wheeled electric vehicles to the maximum based on household power limits. The proposed charging system design includes an AC-DC converter and a buck type DC-DC converter. This converter regulates charging power according to variations in household electrical load and limited electrical capacity. Simulation results show that two-wheeled electric vehicles can be charged at 888 W, four times the average charging power, during off-peak periods thereby speeding up charging. Meanwhile, during peak load periods, the charging power is reduced to 341W to avoid tripping which disrupts household electricity use. This charging system ensures short charging and efficient use of available household electrical power while maintaining the stability of the electrical system.

Keywords: Buck converter, Current control, Homecharging, Power control, Voltage control.

1. Pendahuluan

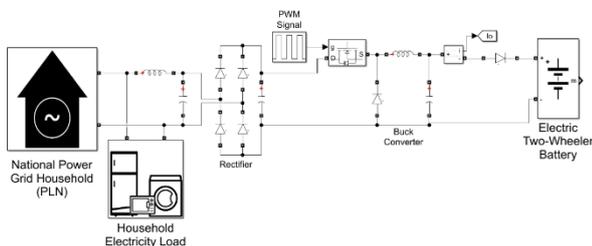
Kendaraan listrik roda dua populer di Indonesia, dengan 64 jenis sepeda listrik dan 39 jenis sepeda motor listrik [1] dengan infrastruktur pengisian seperti SPLU, SPBKLU, dan pengisian *homecharging*. Baterai kendaraan listrik roda dua umumnya menggunakan *lithium-ion* [2] dengan material seperti LFP, LTO, dan NMC. Spesifikasi standar baterai biasanya memiliki tegangan nominal 60 V dan kapasitas 20 Ah [3]. Untuk meningkatkan daya pengisian di rumah, diperlukan penambahan sumber daya atau kapasitas listrik. Pemantauan dapat membantu memantau konsumsi listrik rumah tangga. Beban listrik seperti penanak nasi, kulkas, mesin cuci, TV, dan AC digunakan pada waktu tertentu sehingga memberikan potensi daya untuk pengisian kendaraan listrik [4].

Pengisi daya kendaraan listrik roda dua dirancang dengan rangkaian *rectifier* dan *buck converter* [5] serta memanfaatkan kontrol PI untuk mengatur tegangan dan arus. Metode *constant current* (CC) dan *constant voltage* (CV) diterapkan untuk memastikan keamanan dan kinerja baterai [6]. Pengontrol PI terus-menerus menyesuaikan *duty cycle* untuk mempertahankan tingkat arus dan tegangan yang diinginkan [7]. Tujuan utamanya adalah memaksimalkan penggunaan daya listrik rumah tangga untuk pengisian kendaraan listrik tanpa mengganggu kebutuhan listrik rumah tangga. Daya yang digunakan untuk mengisi daya kendaraan listrik bervariasi tergantung pada beban listrik di rumah, disesuaikan secara dinamis untuk memastikan distribusi energi yang efisien dan mencegah beban berlebih.

2. Perancangan Sistem

2.1. Desain Sistem Pengisian Kendaraan Listrik Roda Dua

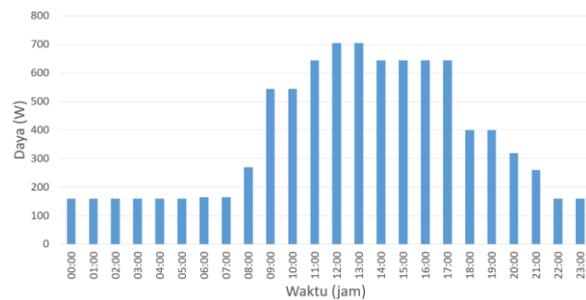
Desain model sistem pengisian kendaraan listrik roda dua ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 1 Desain model sistem pengisian kendaraan listrik roda dua

Perancangan simulasi berfokus pada pembuatan sistem rumah tangga yang dapat mengoptimalkan pengisian kendaraan listrik roda dua berdasarkan pola dinamis beban listrik rumah tangga. Karena kapasitas listrik rumah tangga dibatasi pada 1300 W, konsumsi daya gabungan dari beban rumah tangga dan pengisian daya kendaraan tidak boleh melebihi batas ini untuk mencegah *tripping* [8]. Asumsi

karakteristik beban listrik rumah tangga ditunjukkan pada Gambar 2



Gambar 2 Asumsi karakteristik beban listrik rumah tangga

Model simulasi terdiri dari enam komponen utama: sumber listrik rumah tangga, *rectifier*, *buck converter*, baterai kendaraan listrik roda dua, sistem kendali pengisian daya, dan beban listrik rumah tangga, seperti diilustrasikan pada Gambar 1. Model beban listrik rumah tangga dibangun berdasarkan pola variasi beban yang ditunjukkan pada Gambar 2 [9]. Parameter sumber listrik rumah tangga, *rectifier*, *buck converter*, dan baterai kendaraan dirinci pada Tabel 1. Model kontrol pengisian kendaraan listrik yang digambarkan pada Gambar 1 menunjukkan integrasi dan koordinasi seluruh komponen untuk menjaga proses pengisian daya yang stabil dan efisien.

Parameter simulasi pengisian daya kendaraan listrik roda dua ditunjukkan pada Tabel 1

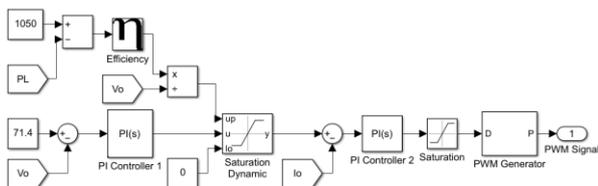
Tabel 1 Parameter simulasi pengisian daya kendaraan listrik roda dua

Parameter	Nilai
Sumber listrik rumah tangga	220 V AC, 50 Hz
Filter induktor di sebelum <i>rectifier</i>	90 mH
Filter kapasitor di sebelum <i>rectifier</i>	18 mF
Filter kapasitor di setelah <i>rectifier</i>	1 mF
Frekuensi <i>switching</i>	1 kHz
Filter kapasitor di <i>buck converter</i>	2.2 mF
Filter induktor di <i>buck converter</i>	20 mH
Tegangan baterai penuh	71.4 V
Kapasitas baterai	20 Ah

2.2. Desain Kendali Pengisian Kendaraan Listrik

Pada metode CV, bagian *loop* tegangan dari sinyal arus referensi besar diatur oleh pembatas arus, seperti digambarkan pada Gambar 1. Pembatas arus ini, yang menggabungkan saturasi dinamis, beroperasi dengan dua masukan utama [10]. Masukan pertama adalah batas atas saturasi dinamis, yang mewakili arus pengisian maksimum

yang diizinkan. Nilai ini penting untuk mencegah sinyal arus referensi yang terlalu besar merusak baterai atau sistem pengisian daya. Masukan kedua adalah batas bawah saturasi dinamis yang diatur ke nilai arus pengisian minimum, biasanya nol, untuk memastikan bahwa sistem tidak mencoba menarik arus lebih dari yang diperlukan [11]. Kendali pengisian kendaraan listrik ditunjukkan pada Gambar 3



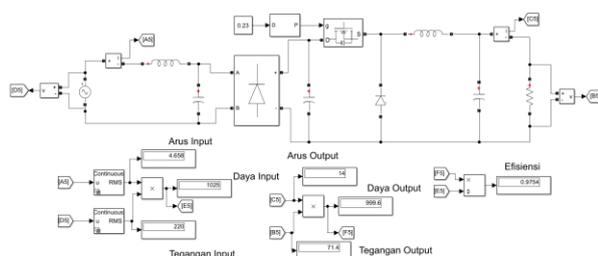
Gambar 3 Kendali pengisian kendaraan listrik

Potensi daya masukan pengisian dihitung dengan mengurangi beban listrik rumah tangga dari kapasitas konsumsi listrik maksimum rumah tangga. Peningkatan tertinggi konsumsi beban listrik rumah tangga dalam waktu satu jam adalah 275 W sehingga penting untuk mengelola konsumsi daya agar tidak melebihi ambang batas 1300 W untuk menghindari *tripping*. Oleh karena itu, konsumsi daya listrik rumah tangga yang dialokasikan untuk penggunaan lain dibatasi sebesar 1050 W untuk menyediakan penyangga [12].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Perangkat Pengisian Daya dengan Beban Resistor

Model perangkat pengisian kendaraan listrik roda dua ditunjukkan pada Gambar 4



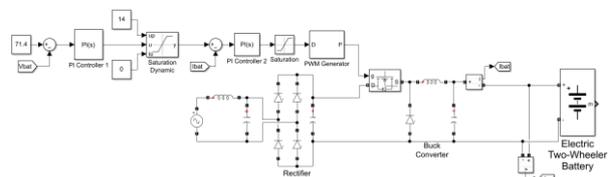
Gambar 4 Model perangkat pengisian kendaraan listrik roda dua

Alat pengisi daya kendaraan listrik roda dua ini dirancang dengan rangkaian *rectifier* dan *buck converter* untuk mengubah daya AC rumah tangga menjadi bentuk DC yang kompatibel dengan aki kendaraan. Parameter desain ditentukan pada Tabel 1 dan diilustrasikan pada Gambar 2. Untuk memverifikasi tegangan dan arus keluaran perangkat pengisi daya, perangkat tersebut diuji menggunakan beban resistor yang mensimulasikan beban baterai dengan aman. Dengan menyesuaikan *duty cycle*, perangkat disetel dengan baik untuk menghasilkan tegangan keluaran 71,4 V dan arus 14 A, sesuai dengan kondisi pengisian baterai yang optimal untuk transfer energi yang efisien dan keausan baterai yang minimal [13] Hasil pengujian menunjukkan efisiensi tinggi, dengan perangkat pengisi daya mencapai daya keluaran 999,6 W

dari daya masukan 1025 W, yang berarti efisiensi sekitar 97%. Efisiensi tinggi ini sangat penting untuk sistem pengisian kendaraan listrik karena meminimalkan kehilangan energi, mengurangi biaya operasional, dan mengurangi pembangkitan panas sehingga memperpanjang umur perangkat pengisi daya dan baterai [14]. Pengujian memastikan bahwa perangkat pengisi daya memenuhi spesifikasi tegangan dan arus yang diperlukan serta beroperasi secara efisien. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat tersebut dapat berfungsi dengan baik dalam aplikasi dunia nyata.

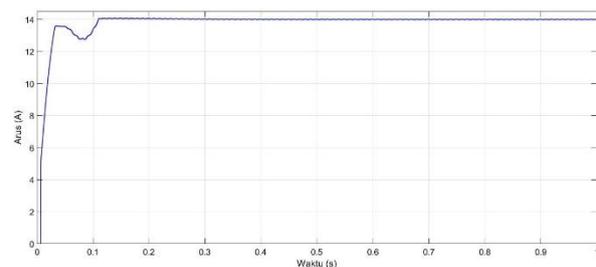
3.2 Pengujian Kendali Arus dan Kendali Tegangan

Kendali pengisian dengan metode CC dan CV ditunjukkan pada Gambar 5



Gambar 5 Kendali pengisian dengan metode CC dan CV

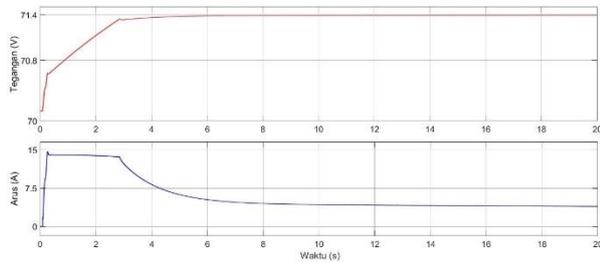
Pengujian kontrol tahap pertama menggunakan metode pengisian CC, yaitu baterai diisi dengan arus tetap sebesar 14 A. Cara ini terus dilakukan hingga baterai mencapai sekitar 80% dari total kapasitasnya sehingga memungkinkan pengisian cepat sekaligus meminimalkan risiko panas berlebih atau pengisian daya berlebih. Perangkat pengisi daya mempertahankan keluaran arus stabil sebesar 14 A melalui kontrol *duty cycle*. *Duty cycle* memastikan sinyal PWM yang dikirim ke *buck converter* menjaga arus pengisian tetap konstan sehingga secara efisien menjadikan baterai hingga 80%. Arus keluaran pengisian dengan metode CC ditunjukkan pada Gambar 6



Gambar 6 Arus keluaran pengisian dengan metode CC

Tahap selanjutnya melibatkan metode pengisian CV yang diterapkan saat baterai mendekati kapasitas penuh sekitar 98%. Selama tahap CV, perangkat pengisi daya mempertahankan tegangan konstan sebesar 71,4 V di terminal baterai. Transisi dari CC ke CV terjadi ketika tegangan baterai mendekati maksimum yang menyebabkan arus pengisian menurun secara alami untuk mencegah pengisian berlebih. Gambar 4.4 menunjukkan hasil metode CV, dimana tegangan baterai meningkat secara bertahap dari tahap CC dan stabil pada 71,4 V, sedangkan arus

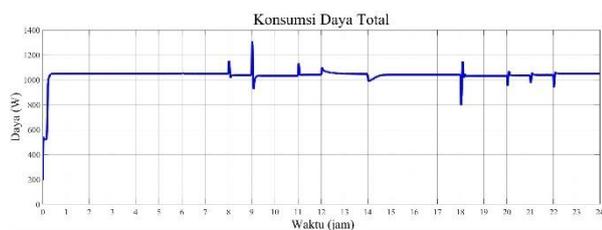
menurun. Kontrol yang cermat ini memastikan baterai terisi penuh tanpa risiko tegangan berlebih, sehingga melindungi sel baterai dari potensi kerusakan. Arus dan tegangan keluaran pengisian dengan metode CV ditunjukkan pada Gambar 7



Gambar 7 Arus dan tegangan keluaran pengisian dengan metode CV

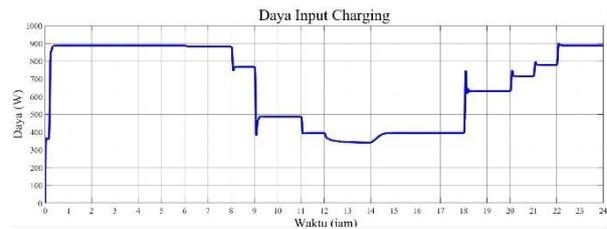
3.3 Sistem Pengisian Daya Kendaraan Listrik Roda Dua

Kendaraan listrik roda dua diisi secara bersamaan dengan contoh pola beban listrik rumah tangga yang mencakup gabungan penggunaan daya peralatan rumah tangga standar dan daya yang diperlukan untuk mengisi daya kendaraan. Simulasi berjalan selama 24 detik dengan 1 detik mewakili setiap jam dari periode 24 jam. Metode ini memungkinkan analisis menyeluruh terhadap kemampuan sistem untuk menangani kebutuhan daya yang berbeda tanpa waktu simulasi yang lama sehingga menunjukkan efektivitas strategi pengendalian. Gambar 7 menunjukkan konsumsi daya rumah tangga serta pengisian kendaraan listrik roda dua. Konsumsi daya listrik pengisian kendaraan listrik roda dua ditunjukkan pada Gambar 8



Gambar 8 Konsumsi daya listrik pengisian kendaraan listrik roda dua

Selama periode *steady state*, ketika beban rumah tangga relatif rendah, konsumsi listrik secara keseluruhan tetap stabil di sekitar 1050 W. Di lain waktu, konsumsi daya maksimum berfluktuasi antara 1038 W dan 1047 W sehingga menghentikan pengisian daya kendaraan listrik hingga konsumsi rumah tangga kembali ke sekitar 1050 W untuk memprioritaskan beban rumah tangga. Penggunaan daya puncak sebesar 1283 W. Hasil simulasi menyoroti efisiensi sistem pengisian dalam mengelola beban listrik rumah tangga dan kebutuhan pengisian kendaraan listrik [15].



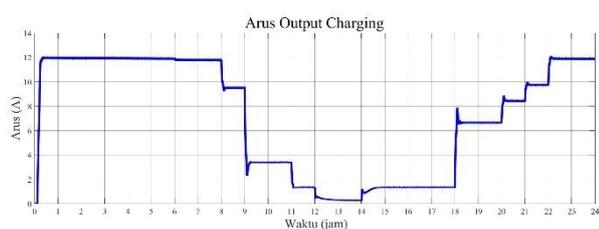
Gambar 9 Daya masukan dan keluaran pengisian daya kendaraan listrik roda dua

Daya masukan dan keluaran untuk pengisian kendaraan listrik roda dua digambarkan pada Gambar 9. Perubahan daya masukan dan keluaran pada waktu yang berbeda menggambarkan kemampuan perangkat pengisi daya dalam beradaptasi terhadap variasi beban listrik rumah tangga [16]. Perbandingan konsumsi rumah tangga dengan daya beban peralatan rumah tangga, masukan pengisian, dan keluaran pengisian ditunjukkan pada Tabel 2

Tabel 2 Perbandingan konsumsi rumah tangga dengan daya beban peralatan rumah tangga, masukan pengisian, dan keluaran pengisian

Waktu (s)	P_H (W)	P_L (W)	P_i (W)
1-6	1048	160	888
6-7	1048	165	883
7-8	1048	165	883
8-9	1048	270	767
9-10	1038	545	486
10-11	1032	545	486
11-12	1040	645	395
12-14	1046	705	341
14-17	1040	645	395
17-18	1040	645	395
18-19	1031	400	631
19-20	1031	400	631
20-21	1034	320	714
21-24	1048	160	888

P_H adalah konsumsi listrik rumah tangga, P_L beban listrik rumah tangga, sementara P_i adalah daya masukan pengisian daya kendaraan listrik. Selama periode beban rendah (jam 1-6 dan jam 21-24), sistem mempertahankan konsumsi daya yang stabil pada 1048 W dengan rincian 160 W digunakan untuk beban listrik rumah tangga biasa dan 888 W dialokasikan untuk pengisian kendaraan listrik. Selama periode beban puncak (jam 12-14), daya pengisian dikurangi untuk memprioritaskan kebutuhan rumah tangga dengan rincian penggunaan beban listrik rumah tangga senilai 705 W sedangkan daya pengisian dikurangi menjadi 341 W sehingga total konsumsi listrik rumah tangga tetap di bawah 1050 W. Arus keluaran pengisian kendaraan listrik roda dua ditunjukkan pada Gambar 10



Gambar 10 Arus keluaran pengisian kendaraan listrik roda dua

Selama periode beban awal rendah (jam 0,36 hingga 6), arus pengisian sedikit menurun dari 12,04 A menjadi 11,93 A, menjadikannya waktu pengisian terbaik untuk kendaraan listrik. Setelah jam 9, arus berfluktuasi karena perubahan beban rumah tangga kemudian stabil antara jam 9,5 dan 11. Selama periode beban tinggi mulai dari jam 11, arus turun secara signifikan untuk mencegah beban berlebih pada sistem rumah tangga. Dari jam 14,5 hingga 18, arus secara bertahap meningkat dan stabil, mencerminkan berkurangnya beban rumah tangga. Terakhir, dalam waktu jam 21,5 hingga 24, arus kembali meningkat dan melanjutkan pengisian daya optimal seiring dengan stabilnya beban rumah tangga. Analisis arus pengisian menunjukkan bahwa sistem ini secara efektif mengatur distribusi daya antara beban rumah tangga dan pengisian kendaraan listrik sehingga memprioritaskan kebutuhan rumah tangga dan mencegah beban berlebih. Transisi sistem yang mulus antara fase CC dan CV memastikan pengisian daya baterai yang efisien dan aman, memaksimalkan efisiensi, dan menjaga umur baterai. Algoritme kontrol yang kuat memungkinkan penyesuaian *real-time* untuk menangani variasi beban untuk memastikan kinerja yang konsisten dan mencegah pengisian daya yang berlebihan atau *tripping*.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya pengisian tertinggi sebesar 888 W terjadi pada dini hari (jam 1 - 6) dan larut malam (jam 21 - 24) saat beban peralatan rumah tangga minimal sehingga waktu ini paling optimal untuk pengisian daya kendaraan listrik.

Daya pengisian terendah sebesar 341W terjadi pada tengah hari (jam 12 - 14) saat beban peralatan rumah tangga berada pada puncaknya sehingga pengisian daya kendaraan listrik harus disesuaikan untuk mencegah *tripping*.

Untuk mencegah *tripping* saat konsumsi beban listrik rumah tangga naik sebesar 275W, konsumsi listrik rumah tangga dipertahankan di bawah 1300 W sehingga daya puncak mencapai 1283 W untuk menjaga stabilitas sistem kelistrikan rumah tangga selama proses pengisian daya kendaraan listrik.

Sistem pengisian daya yang digunakan dalam penelitian ini berhasil mengelola distribusi daya antara kebutuhan rumah tangga dan pengisian daya kendaraan listrik roda dua

dengan memprioritaskan kebutuhan listrik rumah tangga dan mengoptimalkan pengisian daya kendaraan berdasarkan variasi beban rumah tangga.

Kemampuan sistem untuk bertransisi antara fase CC dan CV serta sebaliknya memastikan pengisian daya baterai yang efisien dan aman sehingga dapat memaksimalkan efisiensi pengisian daya dan menjaga keawetan baterai.

Algoritme kontrol yang digunakan mampu menyesuaikan terhadap fluktuasi beban listrik rumah tangga sehingga kinerja sistem konsisten dan mencegah masalah seperti pengisian daya yang berlebihan atau *tripping*.

REFERENSI

- [1] I. P. Agus Surya Adi P, I. N. Satya Kumara, and I. G. A. P. Raka Agung, "Status perkembangan sepeda listrik dan motor listrik di Indonesia," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 8, no. 4, p. 8, Jan. 2022, doi: 10.24843/SPEKTRUM.2021.v08.i04.p2.
- [2] S. Mothilal Bhagavathy, H. Budnitz, T. Schwanen, and M. McCulloch, "Impact of charging rates on electric vehicle battery life," *Findings*, vol. 1, p. 3, 2021, no. March, 2021. doi: 10.32866/001c.21459
- [3] M. R. Nugraha and E. Kartini, "The analysis of Li-ion battery pack 48V 15Ah performance for electric bike," 2022, p. 7. doi: 10.1063/5.0123489.
- [4] N. Rohman, Y. Christyono, and S. Sukiswo, "Perancangan sistem monitoring tegangan, daya dan faktor daya pada stop kontak berbasis Internet Of Things," *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 9, no. 3, pp. 399–405, Sep. 2020, doi: 10.14710/transient.v9i3.399-405.
- [5] M. Azri Alias and Z. Ahmad, "Simulation of DC Buck Converter for Battery Charger using MATLAB Simulink," *Evolution in Electrical and Electronic Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 387–395, Aug. 2023.
- [6] A. Nouri, A. Lachheb, and L. El Amraoui, "A Comparison Between CCCV and VC Strategy for the Control of Battery Storage System in PV installation," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics (IJEI)*, vol. 10, no. 4, Dec. 2022, doi: 10.52549/ijeel.v10i4.4040.
- [7] J. Aguila-Leon, C. D. Chinas-Palacios, C. Vargas-Salgado, E. Hurtado-Perez, and E. X. M. Garcia, "Optimal PID Parameters Tuning for a DC-DC Boost Converter: A Performance Comparative Using Grey Wolf Optimizer, Particle Swarm

- Optimization and Genetic Algorithms,” in *2020 IEEE Conference on Technologies for Sustainability (SusTech)*, IEEE, Apr. 2020, pp. 1–6. doi: 10.1109/SusTech47890.2020.9150507.
- [8] I. P. Dharmawan, I. N. S. Kumara, and I. N. Budiastra, “Perkembangan Infrastruktur Pengisian Baterai Kendaraan Listrik di Indonesia,” *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 8, no. 3, p. 90, 2021.
- [9] S. Kamat and S. Jadhav, “Design and Simulation of Low Power Charging Station for Electric Vehicle,” in *2019 International Conference on Advances in Computing, Communication and Control (ICAC3)*, IEEE, Dec. 2019, pp. 1–4. doi: 10.1109/ICAC347590.2019.9036771.
- [10] F. Muhammad Noor, Sunarto, and Y. Santosa, “Rancang Bangun Sistem Pengendali Beban Listrik Skala Rumah Tinggal berbasis Mikrokontroler ATmega 328P,” *Industrial Research Workshop and National Seminar*, vol. 13, pp. 468–473, Jul. 2022.
- [11] A. A. Pradana, P. Yuliantoro, and S. Indriyanto, “Perancangan Sistem Monitoring Daya Listrik 1 Fasa pada Rumah Tangga berbasis Internet Of Things,” *Jurnal SINTA: Sistem Informasi dan Teknologi Komputasi*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, Jan. 2024, doi: 10.61124/sinta.v1i1.13.
- [12] I. Setiono, P. Sasmoko, H. Winarno, and D. Yoel Tadeus, “Pengaruh Umur Pemakaian Terhadap Tingkat Keseringan Terjadinya Gangguan Pada Instalasi Listrik Rumah Tinggal,” in *Prosiding SNST*, 2019, pp. 78–81.
- [13] B. W. A. Mahardika, T. Andromeda, and S. Sudjadi, “Perancangan Sistem Charging Baterai Menggunakan DC-DC Buck Converter Metode Constant Current (CC) dan Constant Voltage (CV),” *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 9, no. 3, pp. 342–350, Sep. 2020, doi: 10.14710/transient.v9i3.342-350.
- [14] C. Jettanasen and C. Pothisarn, “The Electrical Motorcycle Charger for Application in a Residence,” *E3S Web of Conferences*, vol. 186, p. 03002, Aug. 2020, doi: 10.1051/e3sconf/202018603002.
- [15] S. Said, S. Bone, and D. Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, “Identifikasi Kualitas Daya Beban Listrik Rumah Tangga,” *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*, vol. 4, no. 1, pp. 133–139, Jan. 2020, Accessed: Jun. 04, 2023. [Online]. Available: jurnal.poliupg.ac.id/index.php/snp2m/article/view/1790
- [16] D. A. Mardiana, S. S. Riswati, and A. Kosasih, “Penyuluhan Menghitung Penggunaan Listrik Rumah Tangga Selama Masa Pandemi Covid-19 di Wilayah Jakarta Selatan,” *Jurnal Abdimas dan Kearifan Lokal*, vol. II, no. 2, 2021.