



**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GERAK
MELALUI SEPEDA STATIS DENGAN KONTROL TORSI BERBASIS
ARDUINO MENGGUNAKAN METODE PID**

SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Elektro



Disusun Oleh :

REYHAN RIZANTY

NPM.21901053010

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

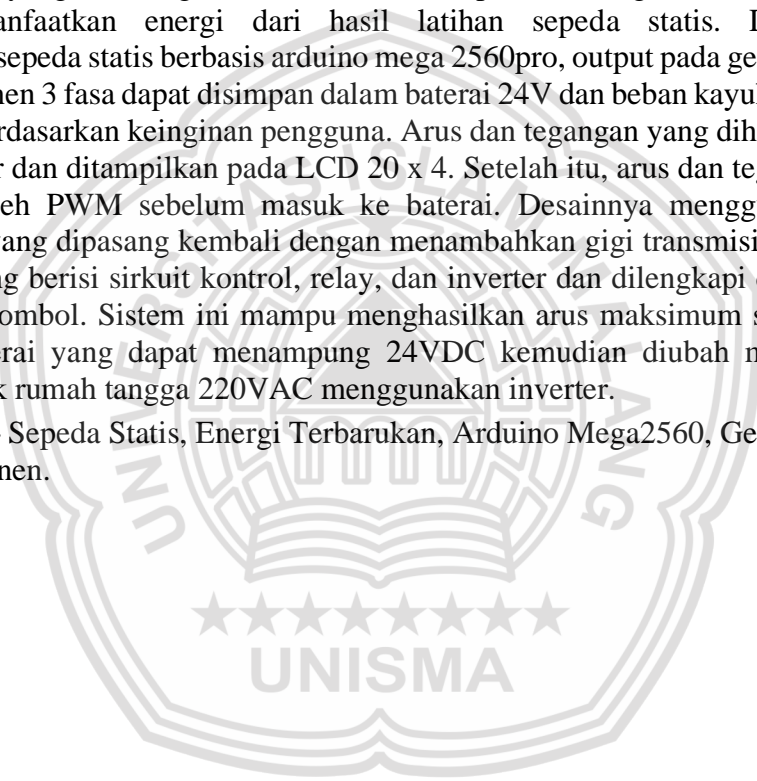
2024

ABSTRAKSI

Reyhan Rizanty. 21901053010. Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Gerak Melalui Sepeda Statis Berbasis Arduino. Pembimbing I: Efendi S Wirateruna: Pembimbing II: Anang Habibi. Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Islam Malang.

Konsumsi listrik di Indonesia meningkat menjadi 1.109kWh pada September 2021 berdasarkan data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Salah satu alternatif yang bisa digunakan untuk mendapatkan energi listrik adalah dengan memanfaatkan energi dari hasil latihan sepeda statis. Dengan menggunakan sepeda statis berbasis arduino mega 2560pro, output pada generator magnet permanen 3 fasa dapat disimpan dalam baterai 24V dan beban kayuh dapat disesuaikan berdasarkan keinginan pengguna. Arus dan tegangan yang dihasilkan akan dimonitor dan ditampilkan pada LCD 20 x 4. Setelah itu, arus dan tegangan akan diatur oleh PWM sebelum masuk ke baterai. Desainnya menggunakan sepeda bekas yang dipasang kembali dengan menambahkan gigi transmisi, kotak pengontrol yang berisi sirkuit kontrol, relay, dan inverter dan dilengkapi dengan tampilan dan tombol. Sistem ini mampu menghasilkan arus maksimum sebesar 3.2A dan baterai yang dapat menampung 24VDC kemudian diubah menjadi tegangan listrik rumah tangga 220VAC menggunakan inverter.

Kata Kunci— Sepeda Statis, Energi Terbarukan, Arduino Mega2560, Generator Magnet Permanen.

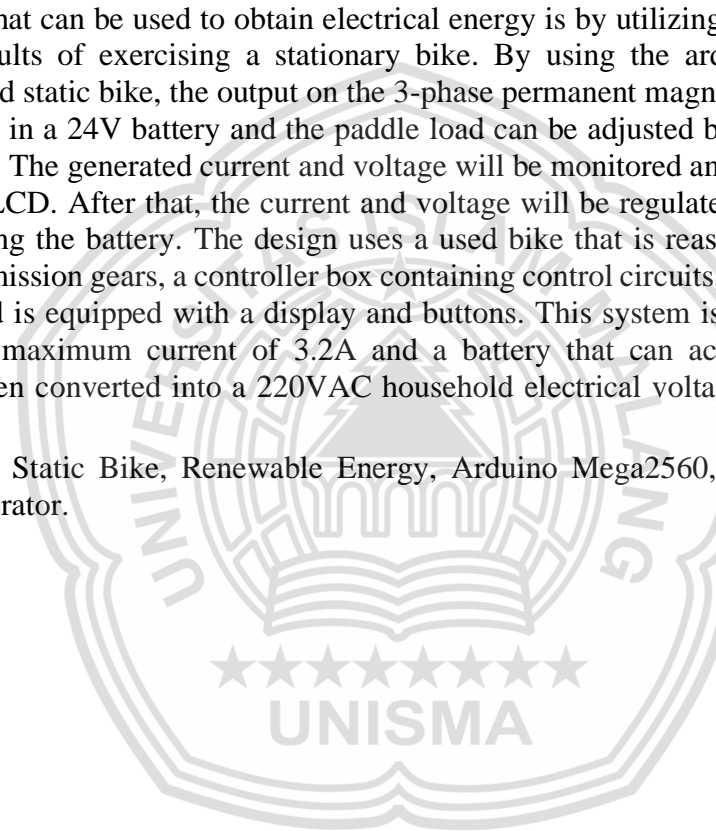


ABSTRACT

Reyhan Rizanty. 21901053010. Design and Build a Motion Power Plant Through Stationary Bike with Arduino Based. Supervisor: Efendi S Wirateruna: Co Supervisor: Anang Habibi. Electrical Engineering Departement. Faculty of Engineering. Islamic University of Malang.

Electricity consumption in Indonesia increased to 1.109kWh in September 2021 based on data from the Ministry of Energy and Mineral Resources. One of the alternatives that can be used to obtain electrical energy is by utilizing the energy from the results of exercising a stationary bike. By using the arduino mega 2560pro based static bike, the output on the 3-phase permanent magnet generator can be stored in a 24V battery and the paddle load can be adjusted based on the user's wishes. The generated current and voltage will be monitored and displayed on a 20 x 4 LCD. After that, the current and voltage will be regulated by PWM before entering the battery. The design uses a used bike that is reassembled by adding transmission gears, a controller box containing control circuits, relays, and inverters. and is equipped with a display and buttons. This system is capable of producing a maximum current of 3.2A and a battery that can accommodate 24VDC is then converted into a 220VAC household electrical voltage using an inverter..

Keywords— Static Bike, Renewable Energy, Arduino Mega2560, Permanent Magnet Generator.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang dengan jumlah penduduk yang padat. Demi memenuhi tanggung jawab maka pemerintah perlu mencukupi kebutuhan yang diperlukan masyarakat, mulai dari pangan hingga suplai listrik. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) hingga September 2021 terjadi peningkatan hingga 1.109kWh per kapita dalam konsumsi listrik [1]. Tentu peningkatan penggunaan listrik tidak akan berhenti di angka tersebut, energi listrik telah menjadi kebutuhan primer bagi manusia, 50 bahkan hingga 100 tahun kedepan listrik akan tetap menduduki peringkat atas kebutuhan primer manusia. Semakin majunya perkembangan zaman dan teknologi maka semakin besar pula keinginan manusia memenuhi kebutuhan hidupnya dengan mudah.

Dewasa ini, mayoritas energi listrik dihasilkan oleh sumber energi tak terbarukan, yakni merupakan sumber energi yang ketersediaan dari sumber daya alamnya berbanding terbalik dengan nilai energi yang di konsumsi. Dimana semakin tinggi nilai konsumsi energi listrik maka akan semakin rendah ketersediaan sumber daya alam (bahan bakar), sehingga suatu saat energi listrik akan sulit dihasilkan karena sumber daya alamnya habis. Maka dari itu, berbagai upaya dilakukan untuk menciptakan alternatif sehingga energi listrik akan tetap ada walaupun sumber daya alamnya habis. Energi baru terbarukan (EBT) merupakan alternatif yang dikembangkan untuk memaksimalkan hasil energi listrik, “bahan bakar” yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik merupakan sumber daya yang tidak akan habis (matahari, angin, panas bumi, air, dsb).

Dalam konteks lain, EBT tidak hanya diperoleh dari sumber daya alam primer yang bersifat alamiah namun EBT bisa didapatkan dari sumber yang bersifat material fisika seperti *gravity effect*, *pressure*, dsb [2]. Inovasi teknologi yang menggunakan EBT akan lebih membantu manusia dalam kegiatannya serta ramah

lingkungan. Hal tersebut dapat diwujudkan melalui aktivitas sehari-hari seperti berolahraga.

Olahraga tidak hanya sebagai sarana menjaga imunitas dan kesehatan tubuh, dewasa ini masyarakat senang untuk melakukan olahraga sebagai sarana penyaluran bakat, hobi, bahkan sebagai sarana *healing* dari kegiatan sehari-hari yang padat. Masyarakat Indonesia tidak sedikit yang gemar berolahraga, dari berbagai macam usia, pekerjaan, tidak menjadi batasan untuk melakukan aktivitas yang menyehatkan ini. Salah satunya olahraga bersepeda yang dalam beberapa waktu ini memiliki minat yang tinggi dari masyarakat [3]. Bersepeda dengan jarak yang jauh dan waktu yang lama dapat menghasilkan kalori dan keringat, namun bagaimana jika kalori dan keringat yang dihasilkan dari olahraga bersepeda dapat dikonversikan menjadi energi listrik. Dengan mengkopel sepeda dan generator magnet permanen maka energi kinetik dari kayuhan sepeda dapat dikonversi menjadi energi listrik [4].

Sepeda statis merupakan salah satu alat olahraga yang di design untuk mengurangi kecenderungan manusia dalam olahraga menggunakan sumber listrik dan menciptakan sistem yang ramah lingkungan. Berolahraga dengan menggunakan sepeda statis dapat dilakukan dimanapun, kapanpun, dan selama apapun. Selain itu, energi yang dikonversi menjadi energi listrik dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan listrik rumah tangga. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan rancangan penampilan kapasitas baterai dan KWh yang dihasilkan oleh generator magnet permanen ketika sepeda statis dikayuh dengan menggunakan Arduino UNO [2], [5]. Sehingga penelitian ini mengembangkan ide sebelumnya dengan menambahkan kontrol pengatur torsi dari generator untuk menghasilkan beban kayuh yang diinginkan pengguna demi mencapai daya listrik yang diinginkan dalam waktu tertentu menggunakan mikrokontroler Arduino dan kemudian hasil daya listrik tersebut ditampung oleh akumulator sebagai sumber energi yang dapat dimanfaatkan untuk peralatan listrik rumah tangga.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan menimbang dasar pemikiran dan tujuan di atas maka dapat didapati rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

- 1) Bagaimana perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Gerak melalui Sepeda Statis dengan Kontrol Torsi berbasis Arduino menggunakan Metode PID ?
- 2) Bagaimana hasil pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Gerak melalui Sepeda Statis dengan Kontrol Torsi berbasis Arduino menggunakan Metode PID ?

1.3 Batasan Masalah

Untuk meminimalisir perluasan dalam pembahasan penelitian, adapun batasan-batasan masalah yang diberikan sebagai berikut.

- 1) Penelitian ini hanya menekankan pada rancang bangun pembangkit listrik tenaga gerak untuk penggunaan darurat perenarangan lampu rumah, dengan menggunakan aki 12V 12Ah sebanyak dua unit sehingga mampu menampung energi sebanyak 24V.
- 2) Penelitian ini hanya akan membahas kontrol torsi yang dihasilkan dari manipulasi sinyal output pada generator magnet permanen yang dihasilkan dari sepeda statis.
- 3) Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino dengan metode PID (*Proportional Integral Derivative*).
- 4) Lingkup area penelitan di Laboratorium Teknik Elektro UNISMA.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian dari hasil pemikiran pada latar belakang di atas maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut.

- 1) Menghasilkan sistem pembangkit listrik tenaga gerak melalui sepeda statis yang kemudian daya output yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber listrik cadangan untuk penerangan lampu rumah
- 2) Merancang sepeda statis yang dapat menghasilkan daya keluaran sesuai *set point* dengan mengatur torsi generator sesuai keinginan pengguna sepeda
- 3) Mengetahui hasil pengujian rancangan sistem jika menggunakan mikrokontroler sebagai kontrol torsi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1.5.1 Manfaat Teoritis

- 1) Penelitian ini diharapkan dapat menjadi inisiasi manfaat terkait alternatif EBT yang dapat dirancang dengan optimal menggunakan sumber yang dapat kita temui sehari-hari yaitu energi dari berolahraga.
- 2) Penelitian ini dapat berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan EBT dan dapat menjadi referensi bagi penelitian lanjutan.

1.5.2 Manfaat Praktis

- 1) Listrik yang dihasilkan merupakan hasil dari konversi energi kayuhan sepeda, sehingga ramah lingkungan.
- 2) Mendapatkan keuntungan lain daripada berolahraga.

1.6 Sistematika Penulisan

Struktur penulisan skripsi ini meliputi : Bab I Pendahuluan, berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat serta sistematika penulisan dan penelitian skripsi. Bab II Tinjauan Pustaka, berisi tinjauan pustaka dan dasar teori yang telah terverifikasi sehingga dapat menjadi penunjang penulisan skripsi. Bab III Metode Penelitian, meliputi semua data teknis yang diperoleh di lapangan. Bab IV Hasil dan Pembahasan, berisikan hasil dan pembahasan data yang diperoleh dari pengujian yang dilakukan. Bab V Penutup, berisi kesimpulan hasil penelitian serta saran dari penulis agar penelitian lanjutan dapat memperbaiki serta memberi inovasi lanjutan agar lebih baik.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari perancangan, pengujian, serta hasil dan analisa yang telah dilakukan dari penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan :

1. Pembangkit Listrik Tenaga Gerak Melalui Sepeda Statis Dengan Kontrol Torsi Berbasis Arduino Menggunakan Metode PID, dirancang dengan Generator Magnet Permanen, sensor arus dan tegangan serta sensor suhu sebagai input. Kemudian akan diproses oleh Mikrokontroler Arduino Mega2560 Pro. Baterai, relay, dan inverter sebagai output dari sistem. Baterai yang digunakan sebagai penyimpanan energi listrik yang dihasilkan dari konversi energi kinetik (kayuhan) pada sepeda statis akan menyuplai ke seluruh sistem (mikrokontroler dan rangkaian kontrol). Mode yang dapat digunakan ada 2 yaitu Mode Normal dengan skala 1-17 dan PID dengan skala 1-10. PWM akan dikontrol melalui Mode Normal lalu hasilnya akan disimpan sebagai pembanding pada kontrol PID untuk mengendalikan arus yang masuk ke baterai. Dapat disimpulkan bahwa hasil rancangan dari komponen-komponen tersebut berfungsi dengan baik sesuai yang diharapkan.
2. Hasil pengujian sistem ini, yaitu kontrol PID yang digunakan untuk mengontrol arus yang masuk ke baterai. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, alat ini dapat bekerja dengan baik untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh generator yang masuk ke arduino dan tegangan yang akan disimpan ke baterai. Dengan masing-masing presentasi error yang memenuhi syarat yaitu sebesar 1,16% dan 1,23%. Alat ini juga dapat bekerja dengan baik untuk membaca arus yang dihasilkan generator dan arus yang akan masuk ke baterai menggunakan Sensor ACS712 dengan presentase error yang memenuhi syarat yaitu sebesar 1,05%. Selain itu, alat juga mampu membaca arus dari baterai ke inverter menggunakan rangkaian pengali tegangan dengan presentase error yang memenuhi syarat sebesar 1,5%. Sensor suhu LM35 yang digunakan untuk membaca temperatur ruangan dan temperatur

generator juga menghasilkan error yang masih dapat ditoleransi yaitu sebesar 0,90%. Berdasarkan pengujian torsi 2,4,6,8, dan 10 yang telah dilakukan, alat ini dapat bekerja dengan baik untuk membaca arus yang dihasilkan dan kemudian distabilkan oleh PID.

5.2 Saran

Pembuatan proyek akhir ini ternyata terdapat beberapa kekurangan sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut. Adapun saran yang diberikan untuk menyempurnakan proyek akhir ini, antara lain sebagai berikut :

1. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengembangkan rangka sepeda statis yang lebih akurat dan efektif sehingga dapat digunakan tidak hanya statis (ditempat).
2. Penelitian lain juga dapat dilakukan dengan mengubah komponen-komponen atau metode serta rangkaian sehingga dapat meningkatkan efektivitas pembacaan arus serta menciptakan sistem yang lebih optimal dan akurat.
3. Diharapkan untuk peneliti selanjutnya dapat melakukan evaluasi kinerja pembangkit tenaga gerak dengan sepeda statis menggunakan metode PID untuk mengevaluasi keefektifan sistem dalam mengoptimalkan kebiasaan berolahraga. Evaluasi kinerja dapat melibatkan analisis data, survei penggunaan, dan pengukuran kalori selama menggunakan sepeda statis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. A. Dihni, “Konsumsi Listrik Per Kapita Indonesia Capai 1.109 kWh pada Kuartal III 2021,” *databoks.katadata.co.id*, 2021. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/12/10/konsumsi-listrik-per-kapita-indonesia-capai-1109-kwh-pada-kuartal-iii-2021> (accessed Dec. 14, 2022).
- [2] H. Asy’ari, Muhammad, and A. Budiman, “Desain Sepeda Statis Dan Generator Magnet Permanen Sebagai Penghasil Energi Listrik Terbaru,” *J. Emit.*, vol. 14, no. 02, pp. 7–12, 2014.
- [3] A. D. Fitriyanti, “Berolahraga Sepeda Menggunakan Global Positioning System (Gps) Berbasis Android,” *J. Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 49–56, 2014.
- [4] D. Prasetya and A. Asa’at, “MODIFIKASI PERMANENT MAGNET SYNCHRONUS GENERATOR (PMSG) DAN PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK BERPENGGERAK MULA SEPEDA STATIS DENGAN MONITORING TEGANGAN,” 2020.
- [5] J. L. Asy’ari, Hasyim ; Basith, Abdul ; Syaiful Anam, “DESAIN SISTEM MONITOR ENERGI LISTRIK YANG DIHASILKAN GENERATOR MAGNET PERMANEN PADA SEPEDA STATIS,” *SNATIF*, vol. 11, no. 2, pp. 50–57, 2015.
- [6] A. Suwandi, E. Maulana, and F. D. Rhapsody, “ERGONOMIS,” vol. III, no. 2, pp. 24–31, 2017.
- [7] A. Usmardi, Zulfikar, “IMPLEMENTASI SISTEM KENDALI KECEPATAN MOTOR DC DENGAN METODE PID BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA 8535,” *J. LITEK J. List. Telekomunikasai Elektron.*, vol. 14, no. 1, pp. 18–23, 2017.
- [8] M. R. Maulana, O. Melfazen, and E. S. Wirateruna, “RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR PIKOHIDRO (PLTA-PH) PORTABEL DAYA 10 WATT MENGGUNAKAN KENDALI PID DI SUNGAI KAMPUNG BARU KABUPATEN PROBOLINGGO,” *Sci. Electro*, vol. 16, pp. 1–6, 2023.

- [9] I. D. Marsudi, "Pembangkitan Energi Listrik," 1st ed., W. Santika and L. Simarmata, Eds. Jakarta: Penerbit Erlangga, 2005. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?id=KeRPIYHYOQC&pg=PP3&dq=pembangkit+energi+listrik+djiteng+marsudi&hl=id&newbks=1&newbks_redir=1&sa=X&ved=2ahUKEwixhpKb_en-AhUjcmwGHW9LBngQ6AF6BAgEEAI
- [10] H. E. Patoding and M. Sau, "Buku Ajar Energi dan Operasi Tenaga Listrik dengan Aplikasi ETAP," in *I*, Sleman, Yogyakarta, 2019, p. 145. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?id=XgnFDwAAQBAJ&pg=PA133&dq=Buku+Ajar+Energi+Dan+Operasi+Tenaga+Listrik+Dengan+Aplikasi+Etap&hl=id&newbks=1&newbks_redir=1&sa=X&ved=2ahUKEwjnr5aviOr-AhX78DgGHSlvCeQQ6AF6BAgHEAI
- [11] M. Al Amin, "Sepeda Statis Sebagai Pembangkit Energi Listrik Alternatif Dengan Pemanfaatan Alternator Bekas," *J. Edukasi Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 119–128, 2017, doi: 10.21831/jee.v1i2.17415.
- [12] E. Yudaningsy, U. B. Press, and U. B. Media, *Belajar Sistem Kontrol: Soal dan Pembahasan*. Universitas Brawijaya Press, 2017. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=UjZTDwAAQBAJ>
- [13] A. Saktianto, B. Kaloko, and G. Kalandro, "Sistem Kontrol Tegangan (DC-D Buck Converter) dengan Metode Ziegler Nichols," 2023.
- [14] F. Suryatini and A. Firasanti, "Kendali P, PI, dan PID analog pada pengaturan kecepatan motor dc dengan penalaan ziegler-nichols," *JREC J. Electr. Electron.*, vol. 6, no. 1, pp. 65–80, 2018.
- [15] U. N. Cendana, "MOTOR-MOTOR LISTRIK," no. April, 2018.
- [16] M. A. Budiman, K. B. Adam, and J. Raharjo, "Perancangan DC TO DC Converter Untuk Sistem Pembangkit Listrik Sepeda Statis," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 6, pp. 11414–11430, 2021, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/16865%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/16865/16582>

- [17] A. Andrianto, Heri; Darmawan, *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*, I. Bandung: Informatika, 2016.
- [18] R. Muhardian and K. Krismadinata, “Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Kontroller PID dan Antarmuka Visual Basic,” *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 6, no. 1, p. 328, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i1.108034.
- [19] N. Ramsari and T. Hidayat, “Pengujian Teknologi Internet of Things (IoT) Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Perhitungan Mape,” *J. Appl. Informatics Comput.*, vol. 7, no. 1, pp. 2548–6861, 2023, [Online]. Available: <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAIC>
- [20] N. Yuniarti and I. W. Aji, “Modul Pembelajaran Pembangkit Tenaga Listrik,” *Jur. Pendidik. Tek. Elektro FT. Univ. Negeri Yogyakarta*, pp. 41–48, 2019.

