

Analysis of Power Efficiency Generated by Generator Work Systems on AC and DC Dynamos: A Literature Review

Analisis Efisiensi Daya Yang Dihasilkan Sistem Kerja Generator Pada Dinamo AC Dan DC: Sebuah Tinjauan Literatur

Deddy Supriyatna^{1*}

Abstract

In the life of the modern era, electricity has become one of the supporters of the energy supply to meet all of human's daily needs. Electricity can be generated from the conversion of natural energy such as sunlight, wind, coal and so on. Generators have become modern renewal machines that can convert mechanical energy into electrical energy. Generator with a work system that utilizes wire coils as a conductor of electricity and the stator and rotor work continuously to convert motion energy into electrical energy. This study aims to answer the problem regarding the efficiency between the two types of AC and DC dynamos. As well as to find out which type of dynamo is suitable for a particular electrical component. The data collection technique was carried out using a System Literature Review (SLR) which was used to identify and study theoretically the power efficiency generated by AC and DC generator dynamos.

Keywords

Generator, AC, DC, dynamo

Abstrak

Dalam kehidupan era modern, listrik telah menjadi salah satu penyokong suplai energi untuk memenuhi semua kebutuhan manusia sehari-hari. Listrik bisa dihasilkan dari konversi energi alam seperti cahaya matahari, angin, batu bara dan sebagainya. Generator telah menjadi mesin pembaruan modern yang dapat mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator dengan sistem kerja yang memanfaatkan lilitan kawat sebagai penghantar listrik dan stator serta rotor yang bekerja terus menerus untuk mengkonversi energi gerak menjadi energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menjawab permasalahan mengenai efisiensi antara kedua jenis dinamo AC dan DC. Serta untuk mengetahui dinamo tipe mana yang cocok untuk sebuah komponen listrik tertentu. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan System Literature Review (SLR) yang digunakan untuk mengidentifikasi serta mengkaji secara teori mengenai efisiensi daya yang dihasilkan dinamo generator AC dan DC.

Kata Kunci

Generator, AC, DC, dynamo

¹ Pend.Vokasional Teknik Mesin, FKIP, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec.Serang, Kota Serang, Banten 42117

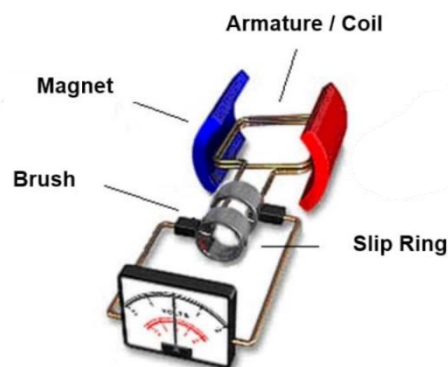
* deddyspn@untirta.ac.id

Submitted : January 18, 2023. Accepted : March 07, 2023. Published : March 12, 2023.

PENDAHULUAN

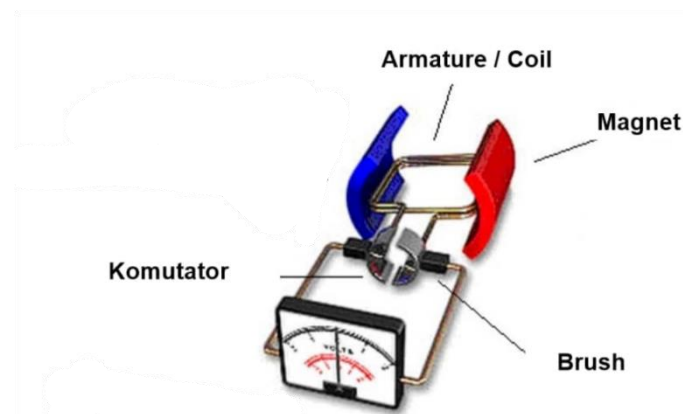
Perkembangan teknologi yang semakin canggih juga menuntut perubahan yang signifikan dalam kehidupan umat manusia. Masalah emisi sebagai hasil akhir pembuangan yang tidak ramah lingkungan, menjadi isu dan tantangan bagi umat manusia untuk bisa menghasilkan energi yang tidak mencemari dan tidak menimbulkan polusi. Karena alasan itulah, timbul berbagai macam gerakan lingkungan hidup untuk mendukung teknologi yang dapat menkonversi energi alam sebagai bahan bakar utamanya. [1] Tenaga penyuplai kendaraan seperti minyak bumi adalah sumber daya alam yang tidak bisa diperbaharui. Sehingga kelak, sumber daya alam ini akan habis. Pembaruan teknologi buatan yang digerakkan oleh tenaga alam adalah sebuah solusi pembaruan bagi umat manusia. Selain itu, bahan bakar yang ramah lingkungan ini juga tidak akan menimbulkan polusi dan emisi yang dapat mencemarkan lingkungan sekitar. [2] [3]

Secara umum, generator adalah sebuah alat yang dapat mengubah energi kinetik (gerak) menjadi energi listrik. Generator tidak memerlukan bahan bakar seperti minyak bumi ataupun solar untuk beroperasi. Melainkan memanfaatkan energi alam seperti angin, uap panas, dan air terjun untuk memutar turbin dan menghasilkan sebuah energi gerak yang konsisten dan berulang. Listrik yang dihasilkan generator bisa berupa listrik searah (DC) ataupun arus bolak-balik (AC), tergantung dari komponen penyusunnya. Cara kerja generator untuk bisa menghasilkan listrik bertumpu pada sebuah persamaan Faraday tentang GGL listrik. Apabila sebuah kawat berada pada kumparan magnet dan bergerak konstan, maka terciptalah gerak gaya listrik. [4] [5] Pengembangan generator mulai banyak diaplikasikan pada beberapa industri sebagai penyuplai daya yang besar. Generator menjadi komponen paten yang digunakan sebagai konversi energi gerak menjadi energi listrik di seluruh belahan dunia. [6] pada Gambar 1. Generator AC memiliki komponen yang berbeda dengan komponen generator DC.



Gambar 1. Komponen generator AC

Prinsip kerja pada generator AC yaitu mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik dengan bentuk sinyal AC dengan frekuensi 60 Hz. Arus yang diinduksi pada komponen kumparan diteruskan ke sirkuit dengan menggunakan 2 buah slip ring yaitu berupa cincin terpisah yang diletakkan di ujung poros generator. Pada saat generator berputar yang kemudian memutar armature akan menghasilkan energi listrik pada cincin. Pada proses turunka-naik secara periodik ini, kumparan bisa bertindak sebagai kutub negatif dan positif yang menghasilkan arus bolak-balik. [7] menurut Gambar 2. Komponen DC memiliki beberapa perbedaan dengan komponen generator AC.



Gambar 2. komponen generator DC

Pada generator DC, ujung poros generator tidak menggunakan slip ring (cincin), namun menggunakan brush. Konstruksi brush ini mirip seperti cincin belah. Pada saat armature berputar, arus DC akan mengalir karena brush kiri sebagai kutub negatif dan brush kanan sebagai brush positif. [8]

Dinamo adalah sebuah generator mini yang dikembangkan sebagai alat elektronik dalam pemakaian skala kecil. Prinsip dinamo dengan kedua tipe ini hampir sama dengan prinsip generator. Karena pada dasarnya, dinamo masih sama dengan generator, hanya saja berbeda ukuran.

Sebagai teknologi paten yang sudah lama dikembangkan, terjadi perdebatan diantara para produsen dan konsumen teknologi peng-konversi energi ini tentang tipe generator mana yang lebih efisien. Khususnya pemakaian dalam skala kecil, contohnya adalah dinamo itu sendiri. Secara teori, arus AC memiliki efisiensi yang lebih baik dalam menyalurkan tenaga dibandingkan dengan arus DC. Namun, dengan banyaknya komponen yang terdapat pada generator membuat teori tersebut kurang ideal untuk dijadikan sebagai kesimpulan. Karena itulah, penelitian ini bertujuan untuk menjawab permasalahan mengenai tipe dinamo berdasarkan cara kerja generator didalamnya. Dengan tolak ukur durability atau ketahanan dinamo dalam penggunaan jangka panjang. [9][10]

Sebagai poin utama dari penelitian ini, Pembaruan dari penelitian ini akan menjawab permasalahan efisiensi dinamo yang sering kali terlewatkan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian para konsumen bisa memilih dinamo dengan tipe sesuai untuk diterapkan dalam sebuah rangkaian elektronik.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *System Literature Review* (SLR). Metode studi literatur merupakan serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca serta mencatat, serta mengelola bahan penelitian dengan tujuan mendapatkan kesimpulan. [11] Proses pencarian data dimulai dengan melakukan review serta mengidentifikasi artikel yang telah dikumpulkan berdasarkan topik yang membahas mengenai generator AC dan DC.

Kriteria batasan dan pemasukkan

Pada penelitian SLR, data yang telah dikaji dievaluasi berdasarkan kriteria pertanyaan penilaian kualitas, yaitu sebagai berikut:

1. Apakah pada artikel tersebut membahas mengenai permasalahan listrik pada generator AC atau DC?
2. Apakah pada artikel tersebut membahas mengenai efisiensi daya yang dihasilkan dari dinamo AC atau DC?

3. Apakah pada artikel tersebut telah menguji efisiensi daya pada generator AC atau DC?

Penyimpangan laporan

Sebagai hasil akhir penelitian, dilakukan evaluasi kembali mengenai penyimpangan laporan dengan mengidentifikasi tegangan dan efisiensi yang telah dikaji dengan metode SLR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pada [Tabel 1](#) mengenai perbandingan jurnal untuk membahas efisiensi generator, terdapat kesimpulan umum dari efisiensi generator yang dipakai pada berbagai aplikasi. Aplikasi efisiensi generator dapat dihitung dari berbagai faktor. Faktor yang dibahas pada [Tabel 1](#), adalah faktor x (secara umum)

Tabel 1. perbandingan efisiensi generator secara umum

No	Judul jurnal	Tahun	Kesimpulan
1	Kinerja Faktor Daya Dan Opererasi Generator Kapal-Kapal Niaga	2020	Pada kapal yang beoperasi selama berjam-jam, generator yang menyuplai daya listrik haruslah stabil pada 1500-2000 KW sebagai suplai utama listrik AC
2	PRINSIP KERJA GENERATOR SINKRON	2020	Mesin sinkron bisa menjadi alternatif bagi motor 3 phasa yang dayanya bersumber dari generator dengan tegangan maksimal 300 KW pada arus listrik AC dan 250 KW pada tegangan arus listrik DC
3	Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Kutub dan Jarak Celah Magnet Rotor Terhadap Performan Generator Sinkron Fluks Radial Anizar [12]	2015	Pada arus yang dihasilkan, baik arus AC maupun arus DC, rotor dengan jarak celah yang renggang juga menghasilkan energi listrik yang relatif besar
4	High Efficiency Thermoelectric Generator: Integration [13]	2011	Karena tujuan dari pekerjaan ini adalah untuk mendemonstrasikan efisiensi generator termoelektrik yang tinggi, beberapa pertimbangan desain dibuat untuk memaksimalkan pemanfaatan panas (meminimalkan kehilangan panas) dan memungkinkan perpindahan panas yang efisien dari sumber panas ke elemen TE. Penelitian menunjukkan skema penampang melintang generator menunjukkan skema rakitan TE di ujung dingin dan panas.
5	Modeling and stability analysis of interaction between converters in AC-DC distribution	2022	Pendistribusian arus AC dan DC akan jauh lebih efisien jika kumparan yang digunakan memiliki bahan yang reaktif terhadap arus. Dan frekuensi yang dihasilkan CPL serta akan diteruskan harus memenuhi persamaan untuk mencapai keadaan ideal. Sejauh ini, tidak ada perbedaan mencolok

	systems[14]		dalam perbandingan arus AC dan DC untuk mengkonverter tenaganya.
6	Rancang Bangun Mesin Penyemprot Cat Dinding Menggunakan Dinamo DC Adisty[15]	2021	Penambahan fitur terbaru dengan ditambah dinamo DC pada rangkaian alat, membuat alat jauh lebih praktis dan bisa digunakan lebih efisien jika dibandingkan dengan kuas biasa. Dinamo DC memegang peran penting dalam menambah ke-efisiensi mesin semprot.

Dalam memperhitungkan daya yang dihasilkan sebagai output dari kedua tipe generator (AC & DC) ada beberapa hal yang mesti dipertimbangkan sebelum menguji ke-efisiensi-an dinamo untuk digunakan dalam rangkaian. Dalam Tabel 2 dijelaskan bahwa generator AC memiliki kemampuan untuk mengantarkan arus listrik lebih banyak sebagai output tenaga dibandingkan dengan generator DC.

Tabel 2. Perbedaan mendasar generator AC dan DC dalam mengalirkan daya listrik

Generator AC	Generator DC
• Menghasilkan arus searah dengan kondisi optimal dan konsisten selama 24 jam dalam mengalir perangkat tanpa hambatan • Menggunakan slip ring untuk mendistribusikan arus induksi ke sirkuit sehingga arus akan mengalir tanpa ditahan terlebih dahulu[3] • Tidak ada batasan tegangan yang dihasilkan • Tidak adanya percikan api akan membuat komponen bagian dalam generator bertahan lama meskipun harus bekerja dibawah tekanan waktu yang relatif panjang • Daya yang dikeluarkan akan lebih efisien tanpa pemasangan brush pada ujung poros generator[16]	• Tegangan output yang dihasilkan relatif rendah karena tidak memiliki slip ring sehingga daya yang dikeluarkan tidak maksimal • Kehilangan daya lebih besar saat terjadi percikan bunga api • Terdapat batasan tegangan karena muncul percikan pada komutator yang merusak bagian part generator[17]

Menurut [18] Dalam struktur komponen penyusun, generator AC memang lebih rumit dibandingkan generator DC. Namun, dalam ketahanan yang diberikan generator AC memiliki kemampuan untuk memberikan suplai tegangan listrik yang tidak terbatas. Pada Persamaan 1, Pengukuran daya yang dikeluarkan dapat dihitung dengan persamaan 1.

$$\text{Efisiensi penuh} = (P_{\text{out}} : P_{\text{in}}) \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

out : tegangan keluar

in: tegangan masuk

Persamaan efisiensi generator juga berlaku bagi dinamo untuk menguji efisiensinya,. Dengan demikian perubahan arus ataupun fluks hanya akan berpengaruh pada daya tahan dan bukan efisiensi[19].

Pada daya tahan generator AC, percikan api tidak akan berpengaruh dalam memasok daya menuju pembangkit. Sedangkan pada generator DC percikan api yang terjadi pada

komutator akan mengikis bagian komponen generator sehingga dalam skala kecil menghambat arus yang keluar. [20] efisiensi dinamo bisa bergantung pada jumlah coil beserta hambatan yang dimilikinya juga akan bergantung pada arus yang masuk-keluar[21].

Pembahasan

Dinamo yang digunakan pada pembahasan ini merupakan dinamo AC *out* 220V 50 Hz 18W 4P, dan dinamo DC *out* 12V 9000 RPM. Menurut persamaan 1, jika efisiensi penuh dinamo bisa dihasilkan dengan membagi arus keluar dan arus masuk, maka kedua dinamo ini akan dialirkan arus listrik yang sama dalam tipe AC dan DC. Variable lain selain *output* dinamo hanya akan berpengaruh pada durability/ketahanan dinamo untuk digunakan dalam jangka panjang.

Perhitungan dinamo AC jika dialiri listrik rumahan 450 VA

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi penuh} &= (P_{\text{out}} : P_{\text{in}}) \times 100\% \\ &= (220:450) \times 100\% \\ &= (0,48880) \times 100\% \\ &= 0,488\%\end{aligned}$$

Perhitungan dinamo DC jika dialiri listrik rumahan 450 VA

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi penuh} &= (P_{\text{out}} : P_{\text{in}}) \times 100\% \\ &= (12:450) \times 100\% \\ &= (0,0266) \times 100\% \\ &= 0,0266\%\end{aligned}$$

Pada perhitungan efisiensi daya pada dinamo AC dan DC yang dialiri listrik rumahan 450VA, terhitung dinamo AC memiliki daya maksimal yang bisa diberikan dari batas maksimumnya sebesar 0,488% dan dinamo DC sebesar 0,026% dari batas maksimumnya. Meskipun demikian, karena jumlah tenaga yang diberikan oleh dinamo AC juga lebih besar dibandingkan dengan dinamo DC, maka durability /ketahanan yang dimiliki oleh kedua tipe dinamo ini juga akan berbeda. Karena itulah, resiko panas yang timbul akibat penggunaan dinamo AC dalam jangka waktu yang panjang akan meningkat perlahan dan merusak komponen elektronika lebih cepat dibandingkan dengan dinamo DC.

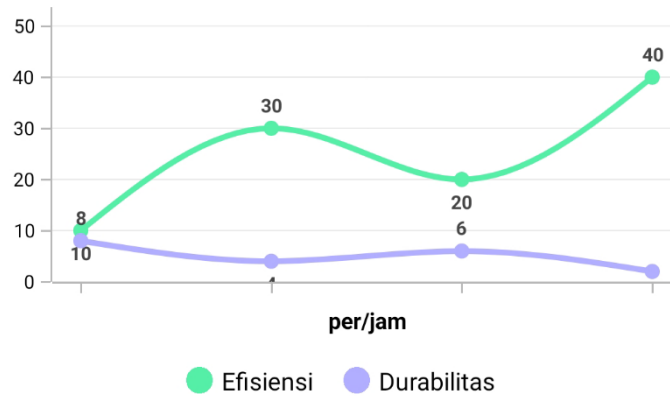
$$1 \text{ watt} = 1 \text{ kelvin}$$

$$1 \text{ kelvin} = 1 \text{ watt}$$

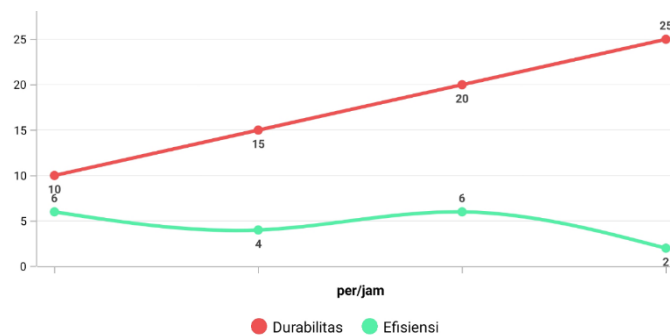
$$1 \text{ watt} = 274,15 \text{ kelvin}/1^{\circ}\text{C}$$

Maka, resiko panas yang diterima oleh komponen elektronika yang menggunakan efisiensi lebih besar juga akan menerima *damage*/kerusakan yang diakibatkan panas yang timbul. Meskipun perbandingan efisiensi dinamo AC dan DC hanya berbanding 0,49 : 0,026, dalam satuan menit, panas yang timbul akibat tegangan tambahan yang mengalir akan memengaruhi durability yang diakibatkan oleh panas yang terus meningkat setiap menitnya. Oleh karena itu, komponen elektronika yang menggunakan dinamo AC pada rangkaiannya tidak boleh melewati batas pemakaian atau dengan kata lain tidak cocok digunakan dalam jangka waktu yang relatif lama. Sedangkan pada dinamo DC, dinamo bisa memutar rotor dalam jangka waktu lebih lama dibandingkan dengan dinamo AC meskipun dengan tegangan yang kecil.

Pada [Gambar 3](#), ditunjukkan grafik bagaimana menurunnya durabilitas dari komponen elektronika yang menggunakan tenaga dari dinamo AC. Sedangkan pada [Gambar 4](#), bisa disimpulkan bahwa dinamo DC memiliki daya tahan yang tinggi meskipun hanya memberikan tenaga yang minimal.



Gambar 3. Flowcgraphics dinamo AC



Gambar 4. Flowgraphics dinamo DC

KESIMPULAN

Dari kajian yang telah dilakukan, bisa disimpulkan bahwasanya dinamo AC memiliki perbandingan efisiensi sebesar 0,49 % : 0,026% dengan dinamo DC. Dinamo AC tidaklah cocok untuk digunakan dalam komponen elektronika yang mengharuskan bekerja dalam jangka waktu yang lama seperti kipas angin, sepeda motor, dan sebagainya. Namun, dalam jangka waktu yang singkat serta memerlukan tenaga yang maksimal contohnya seperti *air conditioner* (AC) dinamo AC sangat cocok untuk diterapkan pada komponennya. Dinamo DC hanya memiliki tenaga tambahan dari batas maksimumnya untuk diberikan pada komponen, namun dengan durability yang baik, dinamo DC mampu berputar dalam kondisi maksimal dalam jangka waktu yang relatif lama.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] D. D. Suharso, H. Purnomo, S. Winardi, and A. Budijanto, "Desain Human Machine Interface Android Dengan Teknologi Internet Of Things untuk Kontrol Star Delta Motor 3 Phase," *J. Tek. Elektro Uniba*, vol. 7, no. 1, 2022.
- [2] J. S. Mala Putra, P. Endramawan, and A. Hariwibowo, "Pembuatan Trainer Instalasi Motor 3 Phase," *Jupiter (Jurnal Pendidik. Tek. Elektro)*, vol. 1, no. 2, p. 81, 2017, doi: 10.25273/jupiter.v1i2.1021.
- [3] R. H. B. I. Purba, E. S. H. Hadi, and U. Budiarto, "Analisis Optimasi Penentuan Kapasitas Daya Generator Pada Kapal Km. Sinabung," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 3, no. 2, pp. 237–246, 2015, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/8598>
- [4] W. Sunarlik, "Prinsip Kerja Generator," *Prinsip Kerja Gener. Sink.*, p. 6, 2017.

-
- [5] A. Rusli and R. Djabbar, "Konversi Energi Panas Menjadi Energi Listrik dengan Menggunakan Generator Termoelektrik," *J. LOGITECH*, pp. 1–6, 2020.
- [6] I. K. B. S. Darma, U. Mudjiono, A. S. Setiyoko, and J. E. Poetro, "Analisis Kapasitas Generator Pada Kapal Ikan 15 GT," *J. Samudra*, vol. 7, no. 1, 2022.
- [7] J. Emitter, A. Budiman, A. R. Hakim, J. T. Elektro, F. Teknik, and U. M. Surakarta, "DESAIN GENERATOR MAGNET PERMANEN UNTUK," vol. 12, no. 01, pp. 59–67, 2005.
- [8] N. Priyaningsih, "Analisis Efisiensi Generator Pada Wind Turbine," *J. Edukasi Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 157–168, 2017, doi: 10.21831/jee.v1i2.17420.
- [9] F. Sanders, "Diesel Mechanics," pp. 10-34,35-52, 2007, [Online]. Available: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/uthm-ebooks/detail.action?docID=3011072>
- [10] Y. Tonce, K. Priyanto, A. R. Utami, M. R. Dewanto, and D. S. Santaki, "Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi 3 Phase Synchronous Motor Speed Control System Using PID Control," *J. Sistim Inf. dan Teknol.*, vol. 4, no. 4, pp. 180–185, 2022, doi: 10.37034/jsisfotek.v4i4.149.
- [11] D. Pillana, "Creativity in Modern Education," vol. 9, no. 2, pp. 136–140, 2019, doi: 10.5430/wje.v9n2p136.
- [12] A. Indriani, "Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Kutub dan Jarak Celah Magnet Rotor Terhadap Performan Generator Sinkron Fluks Radial," *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 62–71, 2015.
- [13] R. Koripella and S. N. Laboratories, "High Efficiency Thermoelectric Generator : Integration," no. February 2011, 2017.
- [14] T. Chen, D. Feng, X. Wu, C. Lu, and B. Xu, "Modeling and stability analysis of interaction between converters in AC-DC distribution systems," no. February, pp. 1–25, 2023, doi: 10.3389/fenrg.2022.1035193.
- [15] A. M. Putri, H. Istiasih, and R. Santoso, "Rancang Bangun Mesin Penyemprot Cat Dinding Menggunakan Dinamo DC Perkembangan metode pengecatan dewasa ini telah banyak mengalami inovasi . Salah satunya adalah inovasi dalam proses pengecatan yaitu dengan merancang suatu," vol. 4, no. 01, pp. 10–17, 2021.
- [16] P. Power and B. Dengan, "Perancangan power bank dengan menggunakan dinamo sepeda sederhana," vol. VI, pp. 49–56, 2017.
- [17] S. Putra, Arie Sukma; Setya Putra; Sukmadi, Tejo; Handoko, "Analisa Daya Motor Induksi 3 Fasa Pada Operasi Intermittent Dengan Variasi Periode Pembebanan," *Transient*, vol. 3, no. 4, 2014, [Online]. Available: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/download/8121/7899>
- [18] R. R. S Wulandari, D. Prayogo, Suhartini, and M. F. Fauzi, "Optimalisasi Perawatan Fresh Water Generator Guna Mempertahankan Produksi Air Tawar di Kapal PGN FSRU Lampung," *Airman J. Tek. dan Keselam. Transp.*, vol. 2, no. 1, pp. 57–68, 2020, doi: 10.46509/ajtk.v1i2.19.
- [19] K. Faktor, D. Dan, and O. Generator, "Meteor stip marunda," vol. 13, no. 1, 2020.
- [20] I. G. S. Sudaryana, "Pemanfaatan Relai Tunda Waktu Dan Kontaktor Pada Panel Hubung Bagi (Phb) Untuk Praktek Penghasutan Starting Motor Star Delta," *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuru.*, vol. 12, no. 2, 2015, doi: 10.23887/jptk.v12i2.6478.
- [21] R. A. Avalos-zuñiga, "Realization of Bullard ' s disc dynamo," no. November 2022, 2023, doi: 10.48550/arXiv.2211.03377.
-