

**SKRIPSI**

**ANALISIS KERUSAKAN GENERATOR MAGNET PERMANEN PADA  
PERANCANGAN GENERATOR  
KINETIK *SELF CHARGING* BERDASARKAN  
VIBRASI POROS GENERATOR**



Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Program Strata-1

Pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Palembang

**Dipersiapkan dan Disusun Oleh:**

**M. ALDY RAMDHAN PUTRA**

**132018073**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN  
ANALISIS KERUSAKAN GENERATOR MAGNET  
PERMANEN PADA PERANCANGAN GENERATOR KINETIK  
SELF CHARGING BERDASARKAN VIBRASI POROS  
GENERATOR**



Merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana  
Telah dipertahankan di depan dewan

Dipersiapkan dan Disusun Oleh  
M. Aldy Ramdhan Putra

**Susunan Dewan Penguji**

Pembimbing I

Dr. Ir. Cekmas Cekdin, M. T  
NIDN. 010046301

Penguji 1

Ir. Eliza, M. T  
NIDN. 0209026201

Pembimbing 2

Rika Noverianty, S. T., M. T  
NIDN. 0214117504

Penguji 2

Muhammad Hurairah, S. T., M. T  
NIDN. 0228098702

Menyetujui  
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, M. T., IPM  
NIDN. 0227077004

Mengetahui  
Ketua Prodi Teknik Elektro

Taufik Barlian, S. T., M. Eng  
NIDN. 0218017202

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 04 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



M. Aldy Ramdhan Putra

## **MOTTO**

“Sesungguhnya Nabi Muhammad SAW bersabda, “Sampaikanlah dariku walau hanya satu ayat. Berkisahlah tentang Bani Israel dan tidak apa-apa. Barangsiapa berdusta atas namaku, maka bersiaplah mendapatkan kursinya dari api neraka.”  
(HR Bukhari).

“Apa Yang ditakdirkan untukmu, akan sampai kepadamu meskipun berada di bawah dua gunung. Dan apa yang tidak ditakdirkan untukmu tidak akan sampai kepadamu meskipun itu di antara kedua bibirmu.”  
(Imam Al-Ghazali)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya juaalah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **ANALISIS KERUSAKAN GENERATOR MAGNET PERMANEN PADA PERANCANGAN ENERATOR KINETIK *SELF CHARGING* BERDASARKAN VIBRASI POROS GENERATOR** yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

- Bapak, Dr. Ir. Cekmas Cekdin, M.T selaku Pembimbing I
- Ibu, Rika Noverianty, S.T., M.T selaku Pembimbing II

dan tak lupa pula penulis mengucapkanterima kasih kepada,

1. Bapak Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Dr. Ir. Kgs Ahmad Roni, M.T. Selaku Dekan Fakultas TeknikUniversitas Muhammadiyah Palembang
3. Bapak Taufik Barlian, S.T., M.Eng, Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
4. Bapak Feby Ardianto, S.t., Mcs, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
7. Rekan- rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Yang telah banyak membantu penulis baik secara moril maupun material dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga amal baik yang

diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Penulis menyadari penulisan skripsi ini jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca akan penulis terima sangat senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi rekan-rekan pembaca di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Palembang, 18 Juli 2022

Penulis,

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'M' followed by a vertical line and a small flourish.

M Aldy Ramdhan Putra

**ABSTRAK**  
**ANALISIS KERUSAKAN GENERATOR MAGNET**  
**PERMANEN PADA PERANCANGAN GENERATOR**  
**KINETIK *SELF CHARGING* BERDASARKAN**  
**VIBRASI POROS GENERATOR**

M Aldy Ramdhan Putra

\*Email : [muhammadaldy030401@gmail.com](mailto:muhammadaldy030401@gmail.com)

Generator berfungsi untuk menghasilkan energi listrik dari energi mekanik yang memutarinya. Generator jenis ini menggunakan magnet permanen pada rotor untuk menghasilkan medan magnet utama. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja kerusakan Generator magnet permanen pada perancangan Generator kinetik *Self Charging* berdasarkan vibrasi poros Generator. Percobaan ini juga membandingkan antara hasil percobaan pengambilan data getaran generator dengan standar DIN EN 60034-14. Titik yang diambil data adalah arah horizontal, vertikal, dan axial. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil nilai tegangan, arus, dan daya dari sensor dengan alat pengukur vibrasi meter. Terdapat perbandingan daya pada hasil penelitian dimana Hasil perhitungan dari percobaan pertama dengan menggunakan beban didapatkan hasil perhitungan dengan kecepatan putar 600 rpm (axial), yaitu sebesar 2,9 mm/s. Dan perhitungan menggunakan beban didapatkan hasil perhitungan dengan kecepatan putar 600 rpm yaitu sebesar 1,5 mm/s dan pada sumbu y pada putaran 400 rpm yaitu 1,5 mm/s.

**Kata kunci** : Generator DIN EN 60034-14, Sensor vibrasi meter, *Revolutions Per Minute* (RPM)

**ABSTRACT**  
**PERMANENT MAGNETIC GENERATOR DAMAGE**  
**ANALYSIS IN GENERATOR DESIGN SELF CHARGING**  
**KINETIC BASED ON GENERATOR**  
**SHAFT VIBRATION**

M Aldy Ramdhan Putra

\* Email : [muhammadaldy030401@gmail.com](mailto:muhammadaldy030401@gmail.com)

*The generator functions to produce electrical energy from the mechanical energy that rotates it. This type of generator uses permanent magnets in the rotor to generate the main magnetic field. The purpose of this study was to determine the damage performance of the permanent magnet generator in the design of a self-charging kinetic generator based on the vibration of the generator shaft. This experiment also compares the experimental results of generator vibration data collection with the DIN EN 60034-14 standard. The data points are horizontal, vertical, and axial directions. The test is carried out by comparing the results of the voltage, current, and power values from the sensor with a vibration meter. There is a power comparison in the research results where the calculation results from the first experiment using a load obtained the calculation results with a rotational speed of 600 rpm (axial), which is 2.9 mm/s. And the calculation using the load obtained the results of calculations with a rotational speed of 600 rpm, which is 1.5 mm/s and on the y-axis at 400 rpm, which is 1.5 mm/s.*

**Keywords:** *Generator DIN EN 60034-14, Sensor vibration meter, Revolutions Per Minute (RPM)*



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>9</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	9
1.2 Tujuan Pembahasan .....	9
1.3 Batasan Masalah .....	10
1.4 Sistematika Penulisan.....	10
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>11</b>
2.1 Generator .....	11
2.2 Prinsip Kerja Generator Magnet Permanen.....	11
2.3 Generator Magnet Permanen .....	13
2.3.1 Bagian Bagian Generator Magnet Permanen .....	15
2.3.2 Stator .....	16
2.3.3 Rotor.....	17
2.4 Magnet Permanen Pada Rotor .....	17
2.5 Jenis Jenis Generator Magnet Permanen.....	19
2.5.1 Generator Sinkron .....	19
2.5.2 Generator Asinkron .....	22
2.6 Vibration Meter.....	23
2.7 Display AC .....	24
2. 8 Display DC .....	25
2.9 LED RPM.....	26
2.10 Inverter .....	27
2.11 Konversi Daya (Aki) .....	28
2.12 Switch ON/OFF .....	28
2.13 Motor Sinkron 3 Fase.....	30
2.14 Prinsip Kerja Motor 3 Fasa.....	31
2.15 Kelebihan dan Kekurangan Motor 3 Fasa .....	32
2.15.1 Kelebihan Motor 3 Fasa .....	32

2.15.2 Kekurangan Motor 3 fasa .....	33
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	34
3.2 <i>Fishbone</i> Penelitian .....	34
3.3 Diagram Skema.....	36
3.4 Alat Dan Bahan .....	36
3.5 Persiapan Alat .....	37
3.6 Pengukuran Variasi Kecepatan.....	37
3.7 Pengukuran Respon Getaran .....	37
3.8 Jadwal Penelitian.....	38
<b>BAB 4 HASIL DAN ANALISIS.....</b>	<b>39</b>
4.1 Data Pengukuran Arus Dan Tegangan .....	39
4.2 Pengujian Tanpa Beban.....	39
4.3 Pengujian dengan Beban 80 W .....	42
4.4 Analisis Pembahasan.....	46
4.4.1 Analisis Pengujian Tanpa Beban .....	46
4.4.2 Analisis Pengujian Dengan Beban 80W.....	47
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>48</b>
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 4 1 Batas maksimum kecepatan getaran yang diijinkan berdasar standar DIN EN60034-14. ....	39
Tabel 4 2 Hasil pengukuran respon getaran tanpa beban	
Tabel 4 3 Hasil pengukuran respon getaran tanpa beban.....	40
Tabel 4 4 Hasil pengukuran jarak respon getaran tanpa beban .....	41
Tabel 4 5 Hasil pengukuran respon getaran dengan beban 80 W.....	43
Tabel 4 6 Hasil perhitungan jarak respon getaran dengan beban 80 W.....	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Aliran fluks magnet pada desain generator .....	13
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Generator Sinkron .....	13
Gambar 2 3 Generator Magnet Permanen.....	14
Gambar 2 6 Magnet Permanen Pada rotor .....	17
Gambar 2 7 Generator Sinkron.....	20
Gambar 2 8 Generator Asinkron .....	22
Gambar 2 9 Vibration Meter .....	23
Gambar 2 10 Display AC .....	25
Gambar 2 11 Display RPM .....	26
Gambar 2 12 Display RPM .....	26
Gambar 2 13 Inverter .....	27
Gambar 2 14 Konversi Daya (Aki).....	28
Gambar 2 15 Switch ON/OFF .....	29
Gambar 2 16 Normally Open .....	29
Gambar 2 17 Normally Close .....	30
Gambar 2 18 Motor Sinkron 3 Fasa.....	30
Gambar 2 19 Rotasi Berbasis Medan Magnet.....	31
Gambar 3 1 Diagram <i>Flowchart</i> .....	35
Gambar 3 2 Diagram Skema .....	36
Gambar 4 1 Kurva RPM Vs Kecepatan.....	40
Gambar 4 2 RPM Vs Percepatan.....	41
Gambar 4 3 RPM Vs Jarak.....	42
Gambar 4 4 RPM Vs Kecepatan.....	43
Gambar 4 5 RPM Vs Kecepatan.....	44
Gambar 4 6 RPM Vs Jarak.....	46

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Generator magnet permanen merupakan komponen penting dalam pembangkit energi listrik. Generator berfungsi untuk menghasilkan energi listrik dari energi mekanik yang memutarinya. Generator permanen magnet merupakan salah satu pengembangan dalam teknologi kelistrikan yang diciptakan guna meningkatkan efisiensi penggunaan serta fungsinya. Generator jenis ini menggunakan magnet permanen pada rotor untuk menghasilkan medan magnet utama. Terdapat dua jenis generator dalam arah fluks medan magnet yaitu radial dan aksial (Elbi, 2019). Jenis radial biasanya digunakan pada generator konvensional. Sedangkan aksial digunakan pada jenis generator magnet permanen (Mustikasari, Hardianto, Hadi, 2021).

Pada suatu sistem dalam pembangkitan energi listrik, terdapat kemungkinan-kemungkinan terjadi gangguan pada generator yang dapat menyebabkan generator mengalami kerusakan (Recky, 2022). Proteksi terhadap gangguan hubung singkat sangat penting untuk dilakukan agar generator tidak mengalami kerusakan. Gangguan hubung singkat dapat menimbulkan loncatan bunga api dengan suhu tinggi, kerusakan pada lilitan, dan merusak isolasi (Rahmatullah, 2021). Untuk itu dilakukan proteksi generator untuk melindungi generator dari gangguan hubung singkat (Nura & Imran, 2014). Penelitian ini difokuskan untuk menganalisis generator permanen magnet permanen dengan menggunakan Generator kinetik *Self Charging* berdasarkan vibrasi poros Generator.

### **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja kerusakan Generator magnet permanen pada perancangan Generator kinetik *Self Charging* berdasarkan vibrasi poros Generator.

### **1.3 Batasan Masalah**

Untuk menghindari ruang lingkup pembahasan yang terlalu luas dan jauh dari sasaran yang ingin dicapai, maka dipandang perlu membatasi permasalahan yang

akan dibahas adalah kerusakan pada Generator permanen.

### **Sistematika Penulisan**

Berikut adalah Sistematika Penulisan dalam proposal skripsi yang telah dikerjakan oleh penulis sebagai berikut:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Pembahasan dalam bab ini berupa tinjauan kepustakaan dan kajian penelitian sejenis.

#### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Pada bab ini membahas tentang metode yang digunakan dalam penulisan skripsi ini yang berisi diagram *flowchart*, skema diagram, waktu dan tempat, alat dan bahan yang akan digunakan yang disusun sebagai rencana penelitian.

#### **BAB 4 DATA DAN PEMBAHASAN**

Untuk mengevaluasi kerusakan Generator magnet permanen pada perancangan Generator kinetik *Self Charging* berdasarkan vibrasi poros Generator.

#### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisikan tentang kesimpulan dan saran yang merupakan bab penutup dalam penyusunan skripsi

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR PUSTAKA

- Agusulistyo, R.D., Martanto., Wihadi, B.D., & Tjendro. (2020). Yogyakarta: Deepublish.
- Alnur, P.H. (2016). Perancangan dan Pembuatan Generator Mini Tipe Magnet Permanent Fluks Axial. *Skripsi*. Universitas Islam Indonesia.
- Anthony, Zuriman. (2018). *Mesin Listrik Dasar*. Padang: ITP Press.
- Arifai, M., & Satria, M.H. (2017). Analisis Kestabilan dan Tegangan Sistem Tenaga Listrik PT. Aneka Tambang (PERSERO) TBK UBPN Sulawesi Tenggara. *Skripsi*. Universitas Hasanudin Makasar.
- Arizona, Fondra. (2018). Miniatur Kendaraan Ringan Pemanjat Dinding Menggunakan Baling Baling. *Skripsi*. Universitas Brawijaya.
- Bahtiar, A.R. (2021). Pembuatan dan Pengujian Alat Listrik Las Titik Semi Otomatis Menggunakan Travo Daur Ulang. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Metro.
- Bertoldi, P., Almeida, A.T., & Falkner, H. (2000). Energy Efficiency Improvements in Electronic Motors and Drives. New York: Springer.
- Dwi, Widhianto. (2019). Perawatan Aki untuk Menunjang Kelancaran Operasional Genset di PT. Hanil Indonesia. *Skripsi*. Universitas Maritim Amni Semarang.
- Elbi, Fitra. (2019). Rancang Bangun Generator Sinkron Permanen Magnet (PMSG) Tipe Radial 3 Fasa. *Skripsi*. Universitas Jember.
- Farokhi, Mohammad. (2017). Pengaruh Kecepatan Putar Spindle (RPM) dan Besar Sudut Pahat pada Proses Pembuatan Terhadap Tingkat Kekasaran bendakerja Baja EMS 45 Menggunakan Mesin CNC SKT 160 LC. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang.
- Gideon, S., & Saragih, K.P. (2019). Analisis Karakteristik Listrik Arus Searah dan Arus Bolak-Balik. *Ready Star*, 2(1).
- Harahap, R., Silaban, C.P.H., Dinzi, R., & Bukit, F.R.A. (2021). Analisis Perbandingan Concentrated Winding Dan Toroidal Winding Pada Generator

- Axial Flux Permanent Magnet (AFPM) Tiga Fasa Menggunakan Inti Besi Pada Stator. *Journal of Electrical Technology*, 6(3).
- Hidayat, Rachmat. (2006). Rancang Bangun UPS Dengan Metode SPWM (Sinusoidal Pulse Width Modulation) Bagian Inverter. *Skripsi*. Politeknik Negeri Bandung.
- Hidayat, R., & Wilis, G.R. (2017). Analisis getaran pada kompresor mesin pendingin dengan variasi putaran (RPM). *Engineering: Jurnal Bidang Teknik*, 8(2).
- Ilham. (2021). Analisis Performansi Genset Dengan Metode Fast Fourier Transform Pada Parameter Vibrasi Berbasis SCADA. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*, 6.
- Irasari, P., & Hidayati, N.D. (2006). Analisis Prototipe Generator Kecepatan Rendah Untuk Pembangkit Listrik Skala Kecil. *Majalah Teknologi Indonesia*, 29(1), 47- 51.
- Junaidi., & Prabowo, W. (2020). Analisis Kapasitas dari Relay Proteksi dan Pemutus yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga diesel sinjai. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Makasar.
- Maisyarah, W. (2017). Analisis Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Kinerja Generator Sinkron Tiga Fasa (Aplikasi pada Laboratorium Konversi Energi FT\_USU). *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara.
- Manalu, F.D.K. (2019). Kaji Eksperimental mesin Refrigeration terhadap respon getaran pada tekanan kompresor untuk arah horizontal, vertikal dan longitudinal berdasarkan domain. *Skripsi*. Universitas HKPB Nommensen.
- Mustikasari, R., Hardianto, T., & Hadi, W. (2021). Analisis Generator Sinkron Permanen Magnet (PMSG) Tipe Radial 3 Fasa dengan Hubungan KumparanDelta. *Jurnal Arus Elektro Indonesia (JAEI)*.
- Naim, Muhammad. (2022). *Teori Dasar Listrik dan Elektronika*. Pekalongan: PT. Nasya Expanding Management.
- Noprizal, L., Syukri, M., & Syahrizal, S. (2016). Perancangan Prototype Generator Magnet Permanen 1 Fasa Jenis Fluks Aksial pada Putaran Rendah. *Jurnal Online Teknik Elektro*, 1(1), 40-44.



- Nugroho, A.T. (2020). Motor Induksi Tiga Fasa yang Dipergunakan Sebagai Generator dengan Beban Steady State dan Dinamik. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang.
- Nugroho, K.A. (2010). Penentuan Gaya Tolak Menolak Magnet Antar Dua Magnet Permanet menggunakan Metode kesetimbangan Benda. *Berkala Fisika*, 13(2), 39- 44.
- Nura, M.N., & Imran. (2014). Studi Sistem Proteksi generator. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Makasar.
- Nuriyanto, N. (2019). Pengoperasian dan Perawatan Generator untuk menunjang kelancaran operasi kapal di KM. Biru Perkasa 3 PT. Anugerah Biru Perkasa. *Skripsi*. Universitas Maritim Amni Semarang.
- Oliquino, R., Islam, S., & Eren, H. (2002). Effects of Types of Faults on Generator Vibration Signatures, School of Electrical and Computer Engineering Curtin University of Technology, Western Australia. Retrieved on January 10, 2022 from Pradana, Andi. (2012). Desain Jarak Strator dengan Rotor yang Paling Optimal pada Generator Magnet Permanen. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Pratama, A.T. (2017). Analisis Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Karakteristik generator Sinkron Satu Fasa. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Pengertian Saklar Listrik dan Cara Kerjanya. (n.d.). Retrieved January, 2 2022 Prinsip Kerja Motor Brushless DC (BLDC Motor). (n.d.). Retrieved January, 3 2022 Putra, Syampurna. (2019). Analisa Perhitungan Tahanan Isolasi pada Motor Boiler Feed Pump (APA) 3 Fasa 6 KV Di PT. PLN (Persero) Bukit Asam. *Skripsi*. Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
- Rahman, Alief. (2013). *Pengetahuan Bahan Untuk Mesin & Listrik*. Jakarta: AndiPublishing.
- Rahmatullah, M.A. (2021). Studi Koordinasi Proteksi Internal Steam Turbine Generator 2X 11 MW pada PT. Linde Gresik. *Jurnal Teknik ITS*,

10(2).

- Raja, H.C. (2017). Rancang Bangun Alat kecepatan Putaran Motor Induksi 1 Fasa 1 PK. *Skripsi*. Universitas 17 Agustus Surabaya.
- Ramdhan, Ahmad. (2017). Analisis Perbandingan Generator Sinkron Tiga Fasa Daya Kecil dengan Eksitasi Sendiri dan Eksitasi Terpisah. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Makasar.
- Ramdhany, D.G. (2021). Modifikasi Motor Brushless DC Menjadi Generator Sinkron Magnet Permanen Fluks Radial Putaran Rendah. *Skripsi*. Universitas Siliwangi.
- Recky. (2022). Meganalisa Gangguan pada Rotor Generator Ground Fault di PLTU Keban Agung. *Jurnal Teknik Elektro Raflesia*, 2(1).
- Septiyan, R., Kasrani, M.W., & Sugeng, B. (2019). Analisa Hilang Daya pada Generatr Sinkron 3 Fasa (6.6.KV) 11 MVA Type 1DT4038- 3EE02-Z. *JTE UNIBA*, 4(1).
- Setimi. (2010). Electric Motor Vibration, Australia. Retrived January 14, 2022
- Siagian, R.B. (2018). Dasar Teknik Tenaga Listrik. *Skripsi*. Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Sihombing, J.M. (2018). Pengendali PWM pada Buck Converter Dengan PID Control. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara.
- Simamora, A.S. (2019). Sru di analisis pengendalian tegangan terminal generator sinkron terhadap perubahan arus beban pada PLTA Wampu Electric power. *Skripsi*. Universitas HKPB Nommensen.
- Sinaga, J., Siburian, R.M., & Sirait, J. (2020). Analisa Pengaruh Harmonisa Pada Pengoperasian Beban Listrik. *Jurnal Teknologi Energi UDA*, 9(2), 88-97.
- Supardi, A., & Budiman, A. ( 2016). Karakteristik tegangan dan frekuensi generator induksi satu fase tereksitasi diri berdaya kecil. *The 4th University Research Colloquium*.
- Umami, M.I.(2018). Desain Generator Sinkron Magnet Permanen Jenis Neodymium Iron Boron Untuk PLTB Daya 500 Watt Menggunakan

Perangkat Lunak Magnet Infolytica. *Skripsi*. Universitas Mataram.  
Vibration Meter Alat untuk Mengukur Getaran. (2022). Retrieved December  
7, 2021 3 Jenis Prinsip Kerja Motor Listrik dan Fungsinya. (2021). Retrieved  
December 27,  
2022