

# **REWINDING MOTOR INDUKSI 3 FASE**

**Adhilla Bilma Seva Lucatony<sup>1</sup>, Opa Mustopa<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Ibn Khaldun Bogor  
Jl.KH Soleh Iskandar Km 2,  
Bogor, Kode Pos 16164  
email : sefaaldo3@gmail.com

## **ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana proses rewinding motor induksi tiga fasa dan cara menentukan lilitan kawat serta penempatan kawat pada slot stator motor induksi tiga fasa. Motor induksi tiga fasa biasanya digunakan untuk konversi daya listrik pada industri, yaitu mengkonversi daya listrik menjadi mekanis baik dalam jumlah besar maupun kecil. Untuk konversi daya besar menggunakan motor induksi tiga fasa, sedangkan konversi daya kecil menggunakan motor induksi satu fasa. Motor induksi memberikan berbagai layanan seperti: rumah, perkantoran, bisnis, pabrik, tambang, dll. Motor induksi yang sering dipakai ialah motor asinkronus dan motor sinkron, motor asinkronus (asynchronous motor) adalah mesin yang beroperasi dengan kecepatan kurang dari motor sinkron, motor sinkron (synchronous motor) sendiri ialah motor dengan kecepatan rotasi medan magnetik pada motor. Menggunakan prinsip elektromagnetisme dimana arus listrik tiga fasa yang mengalir melalui kumparan tembaga untuk menghasilkan medan magnet yang kemudian berinteraksi dengan medan magnet lain untuk menghasilkan gerakan mekanik. Dua bagian penting pada motor ialah rotor dan stator. Stator adalah bagian yang diam yg terisi oleh belitan atau kumparan tembaga, sedangkan rotor adalah bagian yang berputar dengan belitan atau medan. Gambar di bawah ini menunjukkan bagaimana proses memperoleh kumparan baru, pada motor induksi 1,1 kw dengan kecepatan 1500 RPM, dengan jumlah 24 alur, 4 kutub, setiap alurnya diperoleh 98 lilitan maka jumlah keseluruhan belitan ( $98 \times 24 = 2.352$  lilitan).

**Kata Kunci : Rewinding, Motor Listrik, 3 fasa**

## **ABSTRACT**

*The purpose of this study is to find out how the rewinding process of a three-phase induction motor and how to determine the wire winding and placement of the wire in the stator slot of a three-phase induction motor. Three-phase induction motors are usually used for electrical power conversion in industry, i.e. converting electrical power to mechanical in both small and small numbers. For large power conversion, a three-phase induction motor is used, while a small power conversion uses a single-phase induction motor. Induction motors provide a wide range of services such as: home, office, business, factory, mine, etc. The induction motors that ring used are asynchronous motors and synchronous motors, asynchronous motors are machines that operate at less speed than synchronous motors, synchronous motors themselves are motors with magnetic field rotational speed on the motor. It uses the principle of electromagnetism where a three-phase electric current flows through a copper coil to produce a magnetic field which then interacts with other magnetic fields to produce mechanical motion. The two important parts of the motor are the rotor and the stator. A stator is a stationary part that is filled by a winding or copper coil, while a*

*rotor is a rotating part with a winding or field. The figure below shows how the process of obtaining a new coil, on a 1.1 kw induction motor with a speed of 1500 RPM, with a total of 24 grooves, 4 poles, each groove is obtained 98 twists, then the total number of windings ( $98 \times 24 = 2,352$  twists).*

**Keywords : Electric Motor, Rewinding Motor Induksi, 3 phase**

## I. PENDAHULUAN

### A. Pengertian Motor Induksi

Motor induksi adalah sebuah mesin listrik yang berperan mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor induksi terdiri dari dua bagian utama, yaitu stator dan rotor. Berdasarkan jenis kumparannya, rotor pada motor induksi dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu rotor sangkar dan rotor

kumparan. Motor dengan rotor sangkar memiliki ciri-ciri seperti tahanan rotor tetap, arus saat startup yang besar, dan torsi saat startup yang rendah. Sementara itu, motor dengan rotor kumparan memiliki arus startup yang lebih kecil, torsi startup yang lebih tinggi, faktor daya yang baik, serta memungkinkan penghubungan tahanan eksternal ke tahanan rotor melalui slip ring yang terdapat pada sikat.



Gambar 1. Motor Induksi 3 fase

### B. Fungsi Motor Listrik

Motor listrik tiga fasa banyak digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan kecepatan putaran yang stabil. Jenis motor ini umum dijumpai dalam berbagai sektor, mulai dari usaha kecil seperti bengkel hingga industri besar, misalnya pabrik pengolahan logam. Kapasitas dayanya bervariasi, mulai dari 0,5 kW hingga lebih dari ratusan kilowatt, sesuai dengan beban kerja yang diperlukan. Penggunaannya meliputi berbagai mesin seperti pompa air, kompresor, kipas ventilasi di area pertambangan, conveyor, serta perangkat mekanis lainnya.

### C. Prinsip Kerja Motor Induksi

Motor induksi memanfaatkan prinsip kerja induksi elektromagnetik, di mana medan magnet dari kumparan stator menginduksi tegangan pada kumparan rotor. Ketika stator motor induksi tiga fasa diberi pasokan listrik dari sumber tegangan tiga fasa, maka akan terbentuk medan magnet yang berputar. Medan ini menghasilkan fluks magnetik yang memotong kumparan pada rotor, sehingga menimbulkan gaya gerak listrik (emf) yang menginduksi tegangan. Karena kumparan rotor merupakan rangkaian tertutup, arus listrik mulai mengalir di dalamnya. Arus ini kemudian bereaksi terhadap medan magnet dari stator dan menimbulkan gaya Lorentz, yang menghasilkan torsi pada rotor dan menyebabkan rotor bergerak mengikuti arah putaran medan magnet.

#### D. Name Plate

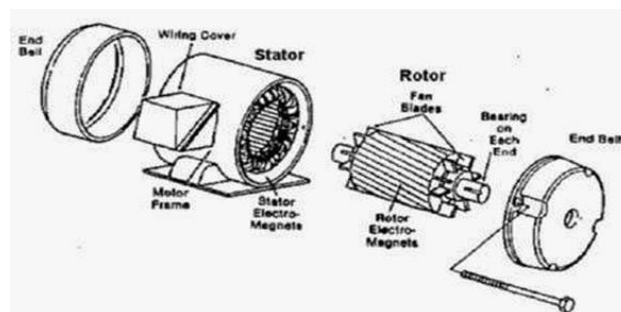
Nameplate merupakan data teknis yang secara resmi dikeluarkan oleh pabrik sebagai identitas dari sebuah motor. Motor induksi yang digunakan memiliki nameplate yang berfungsi untuk memberikan informasi penting kepada pengguna mengenai spesifikasi dan karakteristik motor tersebut. Di bawah ini ditampilkan gambar nameplate dari motor yang akan dilakukan proses gulung ulang (rewinding).



Gambar 2 : Name Plate

#### E. Konstruksi Motor 3 Phase

Motor induksi tiga fasa terdiri dari dua komponen utama, yaitu stator dan rotor. Kedua bagian ini dipisahkan oleh celah udara (air gap) yang sangat tipis, umumnya berkisar antara 0,4 mm hingga 4 mm. Berdasarkan jenis lilitan pada bagian rotornya, motor induksi tiga fasa dibedakan menjadi dua tipe. Pertama, rotor belitan (wound rotor), yaitu motor dengan rotor yang dililit menggunakan kawat tembaga seperti halnya pada stator. Kedua, rotor sangkar tupai (squirrel-cage rotor), yaitu motor dengan rotor yang terbentuk dari batang-batang logam yang dimasukkan ke dalam slot-slot rotor dan dihubungkan secara singkat melalui cincin di kedua ujungnya, membentuk sirkuit tertutup.



Gambar 3 : Konstruksi Motor

## II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah melalui identifikasi, pendalaman materi, perancangan system, perbaikan, pengujian, analisis hasil.

Langkah penelitian Melakukan analisis terhadap motor listrik yang akan dilakukan penelitian. Melakukan evaluasi terhadap hasil penelitian. Diagram penelitian dapat dilihat pada gambar 4.

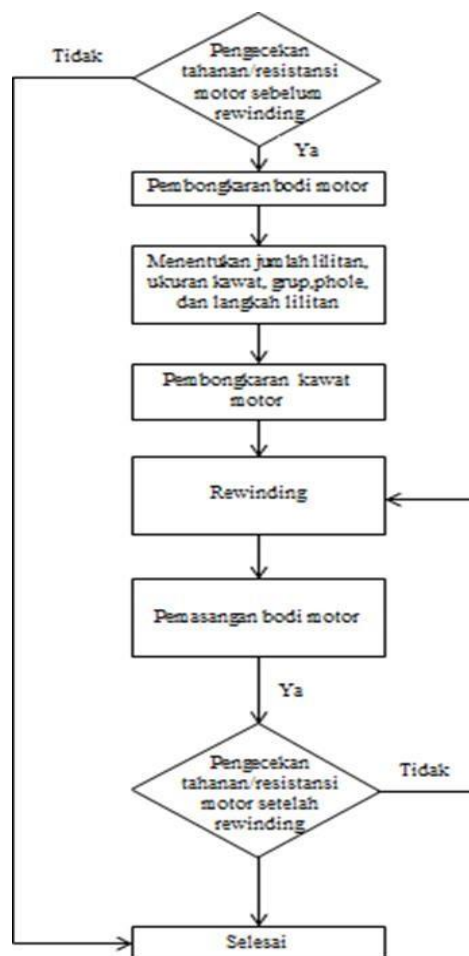
#### A. Prosedur Rewinding Motor Induksi

Mengidentifikasi motor yang sudah rusak Langkah awal dalam proses perbaikan atau penggantian lilitan motor induksi tiga fasa adalah melakukan identifikasi terhadap motor yang mengalami kerusakan. Tahapan ini sangat penting karena menjadi dasar untuk perencanaan

pembuatan ulang lilitan.

Langkah pertama dalam identifikasi adalah memeriksa nameplate atau pelat identitas yang biasanya terpasang pada bodi motor. Informasi yang tercantum pada nameplate mencakup berbagai parameter penting seperti:

- 1) Putaran motor (RPM)
- 2) Tegangan kerja
- 3) Besar arus nominal
- 4) Jumlah kutub



Gambar 4.: Diagram Penelitian

Data ini akan digunakan untuk menentukan spesifikasi teknis saat proses pelilitan ulang dilakukan, serta menjadi acuan dalam menghitung jumlah lilitan dan ukuran kawat yang sesuai. Tanpa identifikasi yang akurat, proses rewinding dapat menghasilkan motor yang tidak sesuai spesifikasi atau performanya menurun.

➤ Memerlukan sebuah konsep untuk melilit motor induksi 3 fasa

Pada motor induksi tiga fasa yang mengalami kerusakan atau terbakar pada lilitannya, diperlukan perencanaan yang matang sebelum proses pelilitan ulang dilakukan. Perencanaan ini mencakup sejumlah konsep dasar yang sangat penting untuk memperkirakan kembali performa motor setelah dilakukan perbaikan. Konsep-konsep tersebut mencakup serangkaian prosedur atau

tahapan yang harus dilalui secara sistematis.

Adapun tahapan-tahapan dalam proses perencanaan pelilitan ulang motor induksi tiga fasa antara lain:

- a) Menentukan jumlah slot pada stator, yang menjadi tempat bagi lilitan kawat.
- b) Menghitung langkah lilitan untuk setiap grup per fasa atau per alur, guna mengetahui konfigurasi pemasangan kawat.
- c) Menentukan jumlah kutub per fasa, yang mempengaruhi kecepatan putaran dan frekuensi motor.
- d) Menghitung pergeseran fasa antar lilitan, untuk menjamin keseimbangan antar fasa.
- e) Menentukan jumlah kawat dalam setiap slot, berdasarkan arus nominal dan kapasitas motor.
- f) Menghitung luas penampang kawat, agar sesuai dengan kapasitas hantar arus yang dibutuhkan.
- g) Membuat desain atau gambar dari pola lilitan, untuk mempermudah proses pelaksanaan.
- h) Melakukan pengujian terhadap hasil perencanaan, sebelum dilakukan pelilitan secara fisik guna memastikan perhitungan sudah tepat.

Dengan mengikuti tahapan ini secara teliti, proses pelilitan ulang dapat dilakukan dengan hasil yang optimal dan motor dapat bekerja kembali secara efisien sesuai spesifikasi aslinya.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Peneliti Proses Rewinding Motor Induksi 3 fasa

##### a. Identifikasi Motor

Identifikasi motor yaitu mengecek atau melihat motor ini rusak yang kemungkinan karena terbakar. Berikut masalah yang sering terjadi pada motor listrik diantaranya:

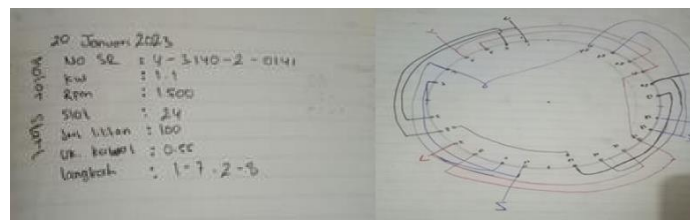
1. *Mechanical failure* (kerusakan mekanis)
2. *Over-current* (arus lebih)
3. *Low insulation resistance* (tahanan isolasi yang rendah)

##### b. Pendataan

Pendataan adalah penjelasan tentang spesifikasi motor listrik sebelum melakukan pembongkaran. Berikut data yang terdapat pada motor listrik:

1. NO SR (Seri)
2. Daya Motor (kw / hp)
3. Tegangan kerja motor dan koneksi (STAR atau DELTA)
4. RPM
5. Ampere
6. Jumlah Slot
7. Diameter kawat yang digunakan (mm)

Gambar 5. Pendataan



Contoh :

Jumlah alur motor adalah 24 alur(slot) yang akan di buat. dengan perhitungan :

a. Jumlah pole (kutub)

$$RPM = \frac{F \times 120}{Pole}$$

*Pole*

$$Pole = \frac{F \times 120}{RPM}$$

*RPM*

$$= \frac{50 \text{ Hz} \times 120}{1400} = 4,28 \text{ di bulatkan menjadi } = 4 \text{ Pole.}$$

b. Jarak kutub

$$\text{jarak kutub} = \frac{\text{jumlah alur}}{\text{jumlah kutub}}$$

$$= \frac{24}{4}$$

$$= 6$$

c. Jarak phase

$$\text{jarak phase} = \frac{\text{jumlah alur}}{3 \times \text{pasang kutub}}$$

$$= \frac{24}{3 \times 2}$$

$$= 4$$

d. Jumlah alur perkutub

$$\text{jumlah alur perkutub} = \frac{\text{jumlah alur}}{6 \times \text{pasang kutub}}$$

$$= \frac{24}{6 \times 2}$$

$$= 2$$

$$6 \times 2$$

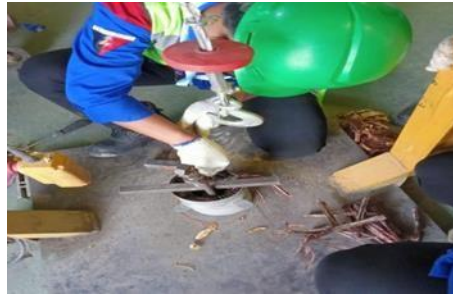
$$= 2$$

c. Pembongkaran

Pembongkaran adalah dimana pemisahan antara stator dan rotor.

d. Dismanting Coil

*Dismanting coil* adalah proses pelepasan kawat enamel yang terdapat pada body stator. Pelepasan kawat pada motor listrik menggunakan pahat dan palu besi. Kita hanya memahat 1 sisi, sedangkan sisi satu lagi menggunakan mesin sejenis katrol.



Gambar 6. *Dismanting Coil*

e. *Insulation Paper*

*Insulation paper* adalah kertas yang digunakan untuk melapisi antara kawat enamel dengan body pada motor. Untuk pengukuran *insulation paper* kita menyamakan *insulation paper* yang lam. Tujuan *insulation paper* sendiri yaitu untuk tidak terjadinya *short* pada motor.



Gambar 7. *Insulation Paper*

f. *Cleaning*

Proses *cleaning* adalah proses pembersihan setelah melakukan pembongkaran dan *dismanting coil*. Tujuan proses *cleaning* ini adalah untuk menghilangkan debu, tembaga, dan *insulation paper* yang masih menempel pada bagian slot (stator) yang masih menempel dengan motor, supaya bisa mengerjakan nya dengan enak dan bersih.



Gambar 8. *Cleaning*

g. Menggulung Coil

Proses ini adalah proses dimana kita akan menggulung kawat enamel dengan data yang tercantum dalam motor dan data yang sudah dikumpulkan sebagai patokan supaya ukuran kawat, jumlah putaran, jumlah conduction, mengukur mal, dan jumlah kawat pergrup sesuai dengan motor yang sebelum di rewinding.





Gambar 9. Menggulung Coil

#### h. Inserting Coil

Tahapan ini merupakan proses pemasangan kawat enamel ke dalam slot-slot stator. Pemasangan coil harus mengikuti data teknis yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu data coil prespan, yang berfungsi sebagai panduan dalam menentukan jalur lintasan coil pada setiap slot.

Presisi dalam mengikuti jalur coil sangat penting karena akan memengaruhi bentuk medan magnet dan performa motor secara keseluruhan. Oleh karena itu, setiap coil harus ditempatkan sesuai dengan urutan slot dan langkah lilitan yang telah direncanakan, agar konfigurasi fasa dan jumlah kutubnya sesuai dengan desain awal. pemasangan kawat enamel pada slot harus dilakukan dengan sangat hati-hati supaya tidak terjadi goresan pada saat pemasangan coil yang mengakibatkan berkurangnya isolasi coil. Pemasangannya juga ada aturan masing-masing contohnya langkahnya adalah 1-13, kita memasukan coil pada slot 1 dan keluar di slot 13 lalu lanjut masuk slot 2 dan keluar di slot 14 begitupun seterusnya. Arah pemasangan kawat enamel dilakukan searah dengan jarum jam.



Gambar 10. *Inserting Coil*

#### i. Penyolderan sambungan

Setelah proses pemasangan lilitan pada alur-alur stator selesai dilakukan, langkah berikutnya adalah penyambungan antar ujung dan pangkal kawat dengan cara disolder guna membentuk rangkaian kutub motor. Proses penyolderan ini harus dilakukan dengan cermat untuk memastikan koneksi antar kawat benar-benar kuat dan konduktif.

Setelah penyolderan selesai, dilakukan pemeriksaan sambungan untuk memastikan bahwa seluruh hubungan antar kawat telah sesuai dengan diagram atau gambar rancangan sebelumnya. Jika hasil pengecekan menunjukkan bahwa semua sambungan telah terhubung dengan benar dan tidak ada kesalahan dalam pola sambungan, maka stator siap untuk memasuki tahapan berikutnya, yaitu proses finishing atau penyempurnaan akhir.



j. *Tapping* / Pengikatan

Proses ini untuk mendapatkan hasil yang maksimal supaya kawat enamel yang berada diluar slot menjadi lebih padat dan kencang, selain membuat kawat enamel padat dan kencang hal ini juga bertujuan untuk:

1. Merapikan winding coil
2. Menghindari short / tabrakan antara winding coil dan body motor
3. Mempermudah proses perakitan



Gambar 11. Pengikatan

k. Varnish dan oven

Varnish adalah cairan kimia yang bening/ transparan. Varnish berfungsi sebagai pelapis pada *winding coil*, supaya menghindari pergerakan pada *winding coil* karena getaran pada saat motordioperasikan, menambah isolasi pada kawat enamel, dan mengikat semua yang ada pada *winding coil*. Pemberian varnish ini dilakukan dengan cara menyemprotkan atau menyiramkan varnish pada kawat enamel. Setelah pemberian varnish selesai maka langkah selanjutnya adalah Pengovenan. Pengovenan ini bertujuan untuk mengeringkan varnish supaya menempel pada *coil*.

l. Pendinginan

Proses ini untuk mendinginkan suhu yang baru saja melakukan oven. Supaya pada pemasangan rotor ke body stator tidak dengan suhu yang panas.

## VI. PEMBAHASAN

a. Data Magger

Proses ini bertujuan untuk mengecek apakah terjadi short selama melakukan rewinding. Proses ini juga dilakukan untuk mengukur tahanan isolasi dan mengetahui jika adanya short antar fasa atau pada body motor.

Tabel 1. Pengukuran vibrasi

| Bagian   | Hasil Uji       |
|----------|-----------------|
| R - T    | >500 k $\Omega$ |
| S - T    | >500 k $\Omega$ |
| R - S    | >500 k $\Omega$ |
| R - Body | >500 k $\Omega$ |
| S - Body | >500 k $\Omega$ |
| T - Body | >500 k $\Omega$ |

b. Test dan Pengukuran Ampere

Pengetesan dan pengukuran Ampere dilakukan untuk mengetahui kelayakan sebuah motor untuk beroperasi dengan cara melihat ampere, temperatur, getaran, dan kecepatan putaran rotor saat beroperasi dengan nominal tanpa beban. Untuk melakukan pengetesan biasanya motor akan dijalankan dengan sambungan DELTA dan tegangan nominal 400V. Lalu mengecek arus tiap phase menggunakan tang Ampere.



Gambar 12. Test dan Pengukuran Amper

Tabel 2. Test dan Pengukuran Amper

| Ujung Kumparan | Hasil Uji (Ampere) |
|----------------|--------------------|
| R              | 1,5 A              |
| S              | 1,1 A              |
| T              | 1,3 A              |

#### c. Pengukuran vibrasi

Pengukuran vibrasi pada motor induksi adalah langkah penting dalam pemeliharaan dan pengoperasian motor

yang efisien. Dengan mengikuti standar yang ada dan melakukan tindakan perbaikan yang tepat, risiko kerusakan dapat diminimalkan, dan performa motor dapat ditingkatkan.

Hasil pengujian vibrasi motor

Tabel 3. Pengukuran vibrasi

| Bagian | Vertikal | Horizontal |
|--------|----------|------------|
| DE     | 0,27gE   | 0,50gE     |
| NDE    | 0,45gE   | 0,53gE     |

## V KESIMPULAN

Motor Pada motor induksi tiga fasa yang telah mengalami proses perencanaan ulang pada bagian lilitannya, diperoleh konfigurasi dengan 24 slot stator dan 4 kutub magnet. Jumlah lilitan yang ditempatkan pada setiap slot adalah sebanyak 98 lilitan, dengan kawat yang digunakan dalam bentuk kumparan ganda (double coil). Dengan konfigurasi ini, maka jumlah total lilitan secara keseluruhan mencapai 2.352 lilitan (hasil perhitungan  $98 \text{ lilitan} \times 24 \text{ slot}$ ). Jenis belitan yang diterapkan adalah belitan penuh (full pitch winding), yang berfungsi untuk memaksimalkan gaya elektromagnetik yang dihasilkan. Pola penyambungan antar ujung kumparan, seperti sistem akhir-akhir atau awal-awal, memiliki pengaruh yang signifikan terhadap arah medan magnet. Jika arah lilitan dipasang secara terbalik, maka medan magnet yang dihasilkan juga akan terganggu, sehingga dapat menurunkan performa motor atau bahkan membuatnya tidak bekerja sebagaimana

mestinya. Sebagai tahap akhir dari perencanaan, motor diuji melalui panel pengujian motor tiga fasa dengan tegangan 220/380V. Berdasarkan hasil pengujian, motor mampu berputar dengan baik dan sesuai dengan arah serta kecepatan yang telah ditentukan dalam perancangan, yang menunjukkan bahwa proses rewinding telah berhasil dilakukan dengan tepat.

## VI. REFERENSI

- [1] Arindya (2013: 50). Pengertian motor listrik.
- [2] Mardapi (1980: 16-17). Fungsi motor listrik. <https://eprints.uny.ac.id/64065/4/BAB%20II.pdf>. Diakses pada tanggal 17 Maret 2023
- [3] Arlina 2013 : Motor Induksi 3 phasa. Elektrik Bank.
- [4] Bagas Dwi Nugraha, Safaruddin, & Andi Dwi Andre. (2022). Analisis Sistem Starting Soft Starter Motor Listrik PT.Semen Baturaja. Jurnal Multidisipliner Kapalamada, 1(03 September), 412–419. Retrieved
- [5] Dede Zaenal 2019. Analisa Gangguan Stator Motor Induksi Fasa 3 Dengan Metode Current Signature Analisis Dan Monitoring Temperatur. Journal Of Electrical Power Indojoya, Bina. 2020 Mengenal Motor Listrik 3 Phase dan Prinsip Kerjanya
- [6] Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia, 2014. Instalasi Motor Listrik. Jakarta: Buku Sekolah Elektronik (BSE).
- [7] Lukman Aditya, Lukman Pamungkas Daya, 2020 Studi Perancangan Kumparan Stator Motor Listrik Terhadap Peningkatan Efisiensi Daya Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana Jakarta. 8(2): 43–49
- [8] Valina, Noorly et al. 2019. Analisis Perubahan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Inverter 3G3MX2. 2: 2–5
- [9] Siswoyo, 2008. "Teknik Listrik Industri". Jakarta: Pembinaan Direktorat and Sekolah Menengah.
- [10] Valina, Noorly et al. 2019. Analisis Perubahan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan Inverter 3G3MX2. 2: 2–5
- [11] Vinsensius Galih Adi Kurniawan. (2022). Analisis Persediaan Bahan Baku Pasir Besi Di PT.Semen Baturaja. Jurnal multidisipliner Kapalamada, 1(03 September), 406–411. Retrieved from <https://azramediaindonesia.com/index.php/Kapalamada/article/view/279>
- [12] Prayogo, Dwi. 2020 Analisis Pengaruh Kerusakan Rotor Pada Motor Induksi 3 Fasa
- [13] Dengan Metode Motor Current Signature Analysis (Mcsa). 1: 1–11.
- [14] Siswoyo, 2008. "Teknik Listrik Industri". Jakarta: Pembinaan Direktorat and Sekolah Menengah.
- [15] Shalahuddi, Yanu. 1994. Perencanaan Dan Pembuatan Alat Pengatur Kecepatan Motor Induksi. Surabaya
- [16] Wiki 2022 : Pengertian Motor Induksi. wikipedia