

PRAKTIKUM LISTRIK PERKAPALAN

(ME 234502)

E. ROTOR BELIT

Dikerjakan oleh :

Kelompok B5

- | | |
|------------------------------|------------|
| 1. Fadli Ilmi Aziz | 5019241085 |
| 2. Yodha Farrel Mahandhika | 5019241088 |
| 3. Anargya Vincent Alfredo | 5019241092 |
| 4. Moch. Farhan Bagaskara | 5019241096 |
| 5. Nabila Mirza Arifin Putri | 5019241103 |

Nama Assisten Praktikum :

- | | |
|-----------------------|------------|
| 1. Sopyan Sahuri | 5019221001 |
| 2. Ananda Tyaga | 5019221064 |
| 3. Unggul Tri Laksana | 5019221109 |
| 4. Naoval Iqsha | 5019231086 |

Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Revisi	Tanggal	Keterangan	Diketahui Oleh	
			Nama Grader	Tanda Tangan

LAPORAN RESMI
PRAKTIKUM LISTRIK PERKAPALAN
(ROTOR BELIT)



Oleh :
Kelompok B5

1. Fadli Ilmi Aziz (5019241085)
2. Yodha Farrel Mahandhika (5019241088)
3. Anargya Vincent Alfredo (5019241092)
4. Moch. Farhan Bagaskara (5019241096)
5. Nabila Mirza Arifin Putri (5019241103)

LABORATORIUM LISTRIK KAPAL DAN OTOMATISASI
DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2026

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN RESMI
PRAKTIKUM LISTRIK PERKAPALAN
(ROTOR BELIT)

Dengan ini kami telah menyelesaikan praktikum

(ROTOR BELIT)

pada rangkaian praktikum Listrik Perkapalan

Mengetahui / Menyetujui

Grader Praktikum Rotor Belit

CEO

Koor Alat Praktikum

Grader Alat

Syauqy Mahabbatillah
Ma'ana

Sopyan Sahuri

Naoval Iqsha

5019221072

5019221001

5019231086

LABORATORIUM LISTRIK KAPAL DAN OTOMATISASI
DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

2026

ABSTRAK

Motor induksi 3 fasa merupakan jenis motor listrik yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, dengan memanfaatkan sumber listrik tiga fasa. Medan magnet yang dihasilkan pada stator akan menginduksi rotor, sehingga menghasilkan putaran. Motor ini memiliki dua jenis rotor, yaitu rotor sangkar dan rotor belit. Pada praktikum ini digunakan motor induksi 3 fasa tipe rotor belit, yang memiliki lilitan 3 fasa dan dihubungkan dengan slip ring pada porosnya. Peralatan yang digunakan dalam praktikum meliputi motor asinkron 3 fasa rotor belit, three phase motor starter, alat ukur Single & Three Phase Measurement, three phase supply control, tachometer, kabel, dan tang meter. Tujuan dari praktikum adalah memahami karakteristik kerja motor terhadap variasi hambatan. Dari hasil pengamatan dan perhitungan, diperoleh bahwa frekuensi tetap 50 Hz pada semua variasi hambatan. Tegangan line stabil sekitar 388 V, begitu juga tegangan phase pada fasa R, S, dan T berkisar antara 401, 391, dan 373 V. Arus line sekitar 20 A, dan arus phase R, S, dan T berkisar 0,4, 0, dan 0,4. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kecepatan motor bervariasi untuk hambatan 3-25 Ω . Nilai torsi tertinggi terjadi pada hambatan 25 Ω sebesar 0,03371 Nm, dan $\cos \phi$ tertinggi sebesar 0,73 juga terjadi pada hambatan ini. Disisi lain, error daya terbesar tercatat pada hambatan 0,22 Ω yaitu 15%, menandakan adanya selisih antara perhitungan dan tampilan alat ukur. Motor asinkron 3 fasa rotor belit ini banyak diaplikasikan dalam dunia maritim seperti pada kompresor, windlass, bow thruster, motor blower, steering gear, dan pompa bilge. Di luar dunia maritim, motor ini digunakan pada forklift, conveyor, air conditioning, crane, mesin bubut, dan pompa air, karena kemampuannya menghasilkan torsi yang cukup besar dan kinerja yang stabil.

Kata Kunci : Hambatan, Motor Asinkron 3 Phase Rotor Belit, RPM, Torsi



LABORATORIUM LISTRIK KAPAL DAN OTOMATISASI

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
Kampus ITS Sukolilo Gd. WA Lt. 3, Surabaya 60111
Telp. 031 599 4251 ext. 28
Fax. 031 599 4757
Email. itsmeaslaboratory@gmail.com

BAB I PENDAHULUAN

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang (Nabila Mirza Arifin Putri - 5019241103)

Kapal merupakan sarana transportasi laut yang dilengkapi dengan berbagai sistem pendukung guna menunjang kelancaran operasionalnya. Salah satu sistem yang memiliki peranan vital adalah sistem kelistrikan. Sistem ini berfungsi menyediakan energi listrik untuk mengoperasikan berbagai peralatan penting, seperti sistem navigasi, komunikasi, penerangan, serta berbagai perangkat pendukung lainnya. Keandalan pasokan listrik sangat menentukan keselamatan dan efisiensi operasional kapal, sehingga ketersediaan energi listrik yang stabil menjadi kebutuhan utama dalam dunia pelayaran.

Rotor belit merupakan salah satu komponen penting pada mesin listrik yang terdiri atas kumparan penghantar yang dililitkan pada inti besi dan berfungsi sebagai bagian yang berputar pada motor maupun generator. Komponen ini bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, yaitu medan magnet yang dihasilkan oleh stator menginduksi arus listrik pada kumparan rotor sehingga menghasilkan torsi atau momen putar. Konstruksi rotor belit dirancang untuk meningkatkan efisiensi konversi energi serta memberikan kemampuan pengendalian yang lebih baik pada berbagai aplikasi kelistrikan.

Dalam sistem kelistrikan kapal, rotor belit banyak diterapkan pada motor dan generator yang digunakan untuk mendukung berbagai kebutuhan operasional, seperti sistem propulsi listrik, pompa, serta peralatan navigasi. Penggunaan rotor belit memungkinkan terciptanya kinerja yang lebih efisien dan suplai daya yang lebih andal. Selain itu, rotor belit juga digunakan pada generator tiga fasa yang berfungsi menghasilkan energi listrik untuk didistribusikan ke berbagai sistem di kapal, termasuk sistem penerangan, komunikasi, pendinginan, dan peralatan penunjang lainnya. Oleh karena itu, pemahaman mengenai prinsip kerja dan karakteristik rotor belit sangat penting dalam bidang kelistrikan maritim guna menjamin keandalan, efisiensi, dan kontinuitas sistem tenaga listrik di kapal.

1.2 Rumusan Masalah (Nabila Mirza Arifin Putri - 5019241103)

Adapun rumusan masalah dalam praktikum Rotor Belit, yaitu:

- Bagaimana cara mengukur frekuensi, daya, tegangan line, tegangan phase, arus line, arus phase, putaran motor, dan $\cos \phi$?
- Apa yang dimaksud dengan error perhitungan dengan display pada “daya dan $\cos \phi$ ” beserta alasannya?
- Bagaimana hubungan antara kecepatan putaran dengan hambatan?

1.3 Tujuan (Nabila Mirza Arifin Putri - 5019241103)

Adapun tujuan dalam praktikum Rotor Belit, antara lain:

- a. Cara mengukur frekuensi, daya, tegangan line, tegangan phase, arus line, arus phase, putaran motor, dan cos phi
- b. Mengetahui error perhitungan dengan display pada “daya dan cos phi” beserta alasannya
- c. Mengetahui hubungan antara kecepatan putaran dengan hambatan

BAB II

DASAR TEORI

BAB II DASAR TEORI

2.1 Jenis - Jenis Motor Listrik (Yodha Farrel Mahandhika - 5019241088)

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini biasanya dalam bentuk putaran poros (*rotating shaft*) yang digunakan untuk menggerakkan berbagai sistem sistem penggerak, simulator, pompa, maupun peralatan geladak di kapal. Berdasarkan karakteristik sumber arus listrik yang digunakan, motor listrik secara garis besar dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu Motor Arus Searah (DC) dan Motor Arus Bolak-Balik (AC).

2.1.1 Motor DC



Gambar 2.1 Motor DC
(Sumber : automationindo.com)

Motor DC memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut *stator* (bagian yang diam) dan kumparan jangkar disebut *rotor* (bagian yang berputar). Berdasarkan sistem eksitasi atau penguatan medannya, motor DC diklasifikasikan sebagai berikut:

1. **Motor DC Penguatan Terpisah (*Separately Excited*)**

Pada motor ini, sumber arus searah untuk kumparan medan fisik dipisahkan secara elektrik dari kumparan jangkar. Tegangan medan dapat diatur secara independen tanpa memengaruhi tegangan jangkar.

2. **Motor DC Penguatan Sendiri (*Self-Excited*)**

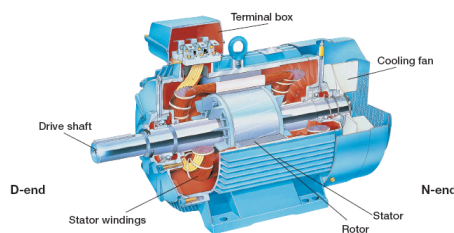
Kumparan medan pada motor ini dihubungkan secara langsung dengan kumparan jangkar. Motor penguatan sendiri dibagi lagi menjadi tiga jenis berdasarkan metode penyambungannya:

- **Motor Shunt:** Kumparan medan dihubungkan secara paralel dengan kumparan jangkar. Motor ini memiliki karakteristik kecepatan yang relatif konstan meskipun beban mengalami perubahan.
- **Motor Seri:** Kumparan medan dihubungkan secara seri dengan kumparan jangkar. Karakteristik utamanya adalah memiliki torsi awal

(*starting torque*) yang sangat tinggi, namun kecepatannya akan turun drastis seiring bertambahnya beban.

- **Motor Kompon (*Compound*):** Merupakan gabungan dari karakteristik motor seri dan shunt. Motor kompon memiliki kumparan medan yang dihubungkan secara seri dan paralel dengan kumparan jangkar, sehingga menghasilkan torsi awal yang baik dengan regulasi kecepatan yang lebih stabil.

2.1.2 Motor AC



Gambar 2.2 Motor AC
(Sumber: tetinursari.wordpress.com)

Motor AC beroperasi dengan memanfaatkan arus bolak-balik sebagai sumber penggerakannya. Arus AC ini menghasilkan medan magnet berputar pada stator yang kemudian menginduksi rotor. Motor AC secara umum dibagi menjadi dua jenis utama berdasarkan keselarasan kecepatan putar rotor dengan medan magnet stator:

1. Motor Sinkron (*Synchronous Motor*)



Gambar 2.3 Motor Sinkron
(Sumber: <https://indonesian.dc-electricmotor.com>)

Motor sinkron bekerja pada kecepatan konstan yang sinkron secara mutlak dengan frekuensi arus bolak-balik suplai. Kecepatan putar motor ini tidak dipengaruhi oleh beban mekanis yang diberikan pada porosnya.

2. Motor Asinkron/Induksi (*Asynchronous Motor*)



Gambar 2.4 Motor Induksi
(Sumber: <https://www.binaindojaya.co.id>)

Motor induksi merupakan jenis motor listrik yang paling banyak digunakan di industri maupun perkapalan karena konstruksinya yang sederhana, kuat, dan perawatannya yang mudah. Pada motor induksi, kecepatan rotor (N_r) selalu lebih lambat daripada kecepatan medan magnet stator (N_s). Perbedaan kecepatan ini disebut dengan slip. Berdasarkan jumlah fasa energinya, motor induksi dibagi menjadi:

- **Motor Induksi 1 Fasa:** Motor ini memerlukan kapasitor atau kumparan bantu untuk melakukan *starting* awal karena medan magnet yang dihasilkan oleh arus 1 fasa tidak berputar secara alami, melainkan berdenyut (*pulsating*).
- **Motor Induksi 3 Fasa:** Memanfaatkan sistem kelistrikan 3 fasa yang secara otomatis menghasilkan medan magnet berputar pada stator saat diberi tegangan.

2.2 Pengertian Motor 3 Phase (Fadli Ilmi Aziz - 5019241085)

Motor tiga fasa merupakan motor listrik AC yang menggunakan tiga sumber tegangan berbeda fasa dengan selisih sudut 120° . Motor ini mengubah energi listrik menjadi energi mekanik melalui induksi elektromagnetik. Motor tiga fasa termasuk motor asinkron atau motor slip karena kecepatan rotor selalu lebih rendah daripada kecepatan medan putar stator. Saat arus tiga fasa mengalir pada kumparan stator, terbentuk medan magnet berputar yang menginduksi arus pada rotor sehingga rotor ikut berputar menghasilkan tenaga mekanik. Dalam pengoperasiannya, motor diawali dengan pemberian tegangan tiga fasa pada stator yang menghasilkan medan magnet putar. Medan magnet tersebut kemudian menginduksikan arus pada rotor sehingga timbul torsi elektromagnetik yang menyebabkan rotor berputar dan mampu menggerakkan beban mekanik yang terhubung pada poros motor.

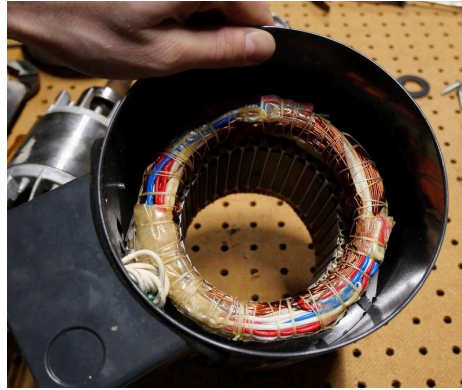
2.3 Bagian-bagian Motor 3 Phase (Moch Farhan Bagaskara - 5019241096)

Berikut adalah bagian0bagian dari motor 3 fasa

2.3.1 Stator

Stator merupakan bagian yang diam yang dialiri oleh arus 3 AC Fasa. Bagian

dari stator sendiri terdiri dari frame, intistator, dan kumparan stator yang dimana kumparan stator adalah bagian yang dialiri medan AC 3 fasa.

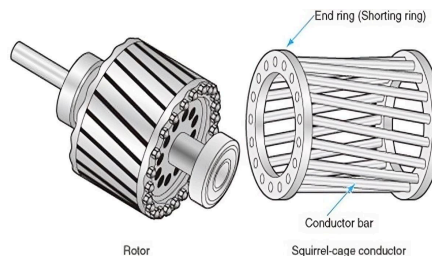


Gambar 2.5 Stator

(Sumber : Control.com)

2.3.2 Rotor

Rotor merupakan bagian yang bergerak mengikuti medan putar dari stator itu sendiri. Apabila stator adalah bagian diam yang dialiri oleh arus AC 3 Fasa, maka rotor adalah benda yang berputar akibat stator yang teraliri arus.



Gambar 2.6 Rotor

(Sumber : Magenticinnovations.com)

2.3.3 Shaft

Shaft memiliki fungsi untuk transmisi daya atau putaran dari roto menuju beban dari sistem tersebut. Apabila rotor adalah bagian yang bergerak karena medan putar stator maka shaft adalah bagian yang berputar karena terhubung dengna rotor, dimana putaran shaft mentransmisikan gaya yang terjadi pada rotor menuju beban dari sistem tersebut.

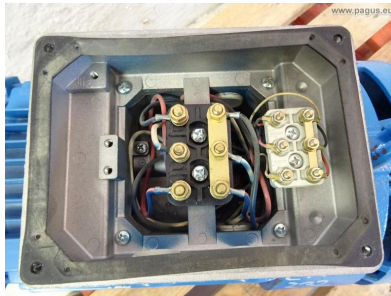


Gambar 2.7 Shaft

(Sumber : Schaeffler.com)

2.3.4 Kotak Terminal

Kontak terminal merupakan kotak tempat rangkaian bintang dan rangkaian delta berada. Pada kondisi start arus biasanya melonjak tinggi maka perlu penurunan arus yang dilakukan dengan merangkai delta dengan bintang sebelum masuk ke sistem utama. Kotak terminal berfungsi untuk tempat rangkaian tersebut.



Gambar 2.8 Kotak Terminal

(Sumber : Shoppagus.com)

2.3.5 Bearing

Bearing merupakan penopang rotor agar sejajar dengan shaft dengan menjaga gesekannya tetap kecil. Bearing terletak di antara shaft dengan rotor.



Gambar 2.9 Bearing

(Sumber : Monotaro.com)

2.4 Jenis-Jenis Rotor

Berdasarkan bentuknya, rotor dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu Rotor Sangkar dan Rotor Belit. Berikut merupakan perbedaan antara kedua rotor tersebut.

2.4.1. Perbedaan Rotor sangkar dan Rotor Belit (Anargya Vincent Alfredo - 5019241092)

Tabel 2.1 Perbedaan Rotor Sangkar dan Rotor Belit

Rotor sangkar	Rotor belit
Struktur: Sangat sederhana dan kokoh. Terdiri dari batang-batang konduktor (biasanya aluminium atau tembaga) yang dimasukkan ke dalam slot inti besi rotor.	Struktur: Lebih kompleks. Inti rotor memiliki slot yang diisi dengan belitan kawat tembaga terisolasi, mirip dengan belitan yang ada pada stator (biasanya dihubungkan star/bye)
Kedua ujung batang konduktor ini dihubungkan singkat secara permanen menggunakan cincin ujung (end rings), sehingga menyerupai sangkar tupai.	Ujung-ujung belitan rotor ini tidak langsung dihubungkan singkat, melainkan dikeluarkan dan dihubungkan ke tiga buah cincin geser (slip rings) yang terpasang pada poros rotor.
Tidak memiliki slip ring, sikat arang (carbon brushes), maupun belitan kawat eksternal.	Menggunakan sikat arang (brushes) yang menempel pada slip rings untuk menghubungkan belitan rotor tersebut dengan rangkaian hambatan luar (external resistor/rheostat).
Torsi start rendah, arus start tinggi	Torsi start tinggi, arus start rendah

2.4.2. Perbedaan Tahanan, Arus, serta Perawatan dari Rotor Sangkar dan Rotor Belit (Nabila Mirza Arifin Putri - 5019241103)

Tabel 2.2 Perbedaan Tahanan, Arus, serta Perawatan dari Rotor Sangkar dan Rotor Belit

Variabel	Rotor Sangkar	Rotor Belit
Hambatan	Tidak memungkinkan diberikan pengaturan hambatan luar (permanen)	Memungkinkan penambahan pengaturan hambatan luar
Arus	Arus <i>start</i> tinggi (5-7x arus nominal).	Arus <i>start</i> rendah

Perawatan	Perawatannya membutuhkan biaya yang lebih murah karena konstruksinya juga lebih sederhana	Perawatannya membutuhkan biaya yang lebih mahal dan rutin.
-----------	---	--

2.5 Prinsip Kerja Motor Asinkron 3 Phase

Pembahasan berikut akan menjelaskan secara terperinci mengenai hubungan timbal balik antara RPM terhadap frekuensi, tingkat *slip*, torsi yang dihasilkan, serta pengaruh hambatan internalnya.

2.5.1 Hubungan Frekuensi dengan RPM (Yodha Farrel Mahandhika - 5019241088)

Apabila sumber tegangan tiga fase dipasang pada kumparan stator, maka akan timbul medan putar dengan kecepatan n_s (Sarwito, 2024). Dimana n_s merupakan fungsi dari frekuensi dan dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut.

$$n_s = \frac{120 \times f}{p} \dots \dots \dots (2.1)$$

2.5.2 Hubungan Besarnya Slip dengan RPM (Fadli Ilmi Aziz - 5019241085)

Tegangan induksi pada rotor dapat terjadi apabila terdapat perbedaan kecepatan antara medan putar stator (n_s) dan kecepatan rotor (n_r). Selisih kecepatan tersebut dikenal sebagai *slip* (S) (Sarwito, 2024). Nilai *slip* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

2.5.3 Hubungan Torsi dengan RPM (Moch. Farhan Bagaskara - 5019241096)

Hubungan antara putaran dengan Torsi dapat dianalisis dari persamaan umum dari daya. Dimana persamaan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$P = \tau 2\pi n \dots \dots \dots (2.3)$$

$$\frac{P}{\tau} = 2\pi n \dots \dots \dots (2.4)$$

Di mana:

P = Daya

τ = Torsi

n = RPS

2.5.4 Hubungan Hambatan dengan RPM

Hubungan antara hambatan dengan RPM dapat dinyatakan melalui hukum lorentz, hal ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$E_b = V - (I_a \cdot R_a) \dots \dots \dots (2.5)$$

$$E_b = K \cdot \phi \cdot N \dots \dots \dots (2.6)$$

$$V - (I_a \cdot R_a) = K \cdot \phi \cdot N \dots \dots \dots (2.7)$$

Di mana:

I_a = Arus Jangkar

V = Tegangan Sumber

E_b = GGL Lawan (Back EMF)

R_a = Hambatan Jangkar

K = Konstanta Motor

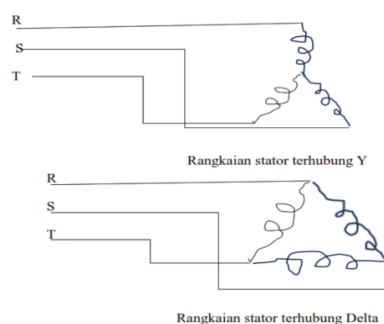
ϕ = Fluks Medan Magnet

N = Kecepatan Putaran

2.6 Rangkaian Wye Delta dan Rumusnya (Nabila Mirza Arifin Putri - 5019241103)

Arus AC dari sumber tegangan dihubungkan secara wye- delta sehingga bisa menggerakkan motor induksi.

- Starting pertama kali motor menyala menggunakan rangkaian wye.
- Penggunaan rangkaian wye ini untuk mencegah arus listrik yang berlebih saat pertama kali start.
- Setelah motor mencapai putaran yang stabil maka otomatis rangkaian wye akan berganti ke delta.



Gambar 2.10 Saklar Wye- Delta

(Sumber: Listrik Perkapalan)

Rumus Hubungan Wye :

- a) Arus Jalur (I line) sama dengan Arus Fasa (I_{ph})

$$I_{line} = I_{ph} \dots\dots\dots(2.8)$$

- b) Tegangan Jalur (V line) adalah $\sqrt{3}$ kali Tegangan Fasa (V_{ph})

$$V_{line} = \sqrt{3} \times V_{ph} \dots\dots\dots(2.9)$$

Atau

$$V_{ph} = \frac{V_{line}}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Rumus Hubungan Delta:

- c) Tegangan Jalur (V_{line}) sama dengan Tegangan Fasa (V_{ph})

$$V_{line} = V_{ph} \dots\dots\dots(2.11)$$

- d) Arus Jalur (I line) adalah $\sqrt{3}$ kali Arus Fasa (I_{ph})

$$I_{line} = \sqrt{3} \times I_{ph} \dots\dots\dots(2.12)$$

Atau

$$I_{ph} = \frac{I_{line}}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots(2.13)$$

2.7 Hubungan Cos Phi Terhadap Daya (Yodha Farrel Mahandhika - 5019241088)

Cos phi atau juga disebut faktor daya merupakan rasio antara perbandingan daya aktif (watt) dan juga daya semu (VA). Daya aktif biasanya digunakan untuk mengoperasikan beban pada daya listrik sedangkan daya semu merupakan daya yang dihasilkan oleh generator pembangkit yang ditransmisikan ke pelanggan listrik. Berikut merupakan persamaan hubungan Cos Phi terhadap Daya. (Dewi, 2022)

$$\cos \Phi (\text{Faktor Daya}) = \frac{P (\text{Daya Nyata})}{S (\text{Daya Semu})} \dots\dots\dots(2.14)$$

Selain daya aktif dan daya semu ada juga daya reaktif yang akan menyebabkan turunnya Cos Phi sehingga dibutuhkan kapasitor untuk meningkatkan Cos Phi. (Dewi, 2022)

2.7.1 Arus Start

Arus start adalah arus listrik yang biasanya umumnya lonjakan arus saat motor listrik dinyalakan. Pada motor induksi arus start dapat mencapai 5 kali hingga 7 kali dari arus nominalnya (Kresnoto dan Bambang, 2022).

Saat motor mati, tidak ada Gaya Gerak Listrik (GGL) lawan yang dihasilkan. Kumparan motor hanya bertindak sebagai hambatan (resistansi) yang sangat rendah.

Karena hambatan sangat rendah sementara tegangan diberikan penuh, arus yang mengalir melonjak drastis untuk menciptakan medan magnet yang cukup kuat guna melawan inersia beban diam. Begitu rotor mulai berputar, motor menghasilkan GGL lawan yang menahan laju arus, sehingga arus perlahan turun menuju level nominal.

2.7.2 Arus Line

Arus line merupakan arus utama yang mengalir pada penghantar fasa (R, S, T) guna menyalurkan daya dari sumber tiga fasa menuju beban seperti motor atau transformator. Parameter ini menjadi aspek krusial dalam perancangan sistem distribusi, di mana besarnya nilai arus tersebut ditentukan oleh konsumsi daya peralatan serta konfigurasi koneksi beban yang digunakan. (Fitzgerald, Kingsley & Umans, 2003).

2.7.3 Arus Fase

Arus fase didefinisikan sebagai arus yang melintasi setiap lilitan atau komponen beban individual dalam sistem tiga fasa, seperti pada transformator maupun motor listrik. Arus ini mengalir secara spesifik melalui jalur internal elemen beban, di mana nilai besarannya ditentukan oleh jenis konfigurasi rangkaian yang diterapkan, baik itu koneksi *bintang* (Wye) maupun *segitiga* (Delta) (Chapman, 2012).

2.7.4 Tegangan Line

Tegangan line didefinisikan sebagai beda potensial yang diukur di antara dua penghantar fasa dalam sistem kelistrikan tiga fasa, seperti pasangan fasa R-S, S-T, dan R-T. Parameter ini merepresentasikan tegangan suplai utama yang dialirkan ke beban pada berbagai sektor industri. Karena nilainya yang lebih besar dibandingkan tegangan fase, penggunaan tegangan line memungkinkan proses transmisi daya besar dilakukan dengan tingkat efisiensi yang lebih tinggi (Chapman, 2012).

2.7.5 Tegangan Fase

Tegangan fase merujuk pada beda potensial listrik yang diukur antara terminal konduktor fasa individual terhadap titik referensi tertentu, yaitu titik netral pada konfigurasi bintang (Wye) atau di ujung-ujung kumparan pada koneksi Delta. Dalam kondisi sistem yang ideal dan seimbang, nilai tegangan ini mencerminkan besaran tegangan yang disuplai langsung oleh sumber listrik ke setiap unit kumparan beban. Pemahaman mengenai tegangan fase sangat krusial karena parameter inilah yang secara fisik membebani isolasi pada lilitan motor atau transformator. (Chapman, 2012).

2.8 Pengaruh Putaran Motor

2.8.1 Pengaruh Tegangan terhadap Kecepatan Putaran Motor

Tegangan pada motor memengaruhi kecepatan putarannya, sehingga rasio tegangan terhadap frekuensi perlu dijaga agar kinerja dan efisiensi motor tetap optimal. Penurunan tegangan dapat menyebabkan daya keluaran motor berkurang sehingga efisiensinya menurun (Hamdani & Hasibuan, 2019).

2.8.2 Pengaruh Frekuensi terhadap Kecepatan Putaran Motor (Moch Farhan Bagaskara - 5019241096)

Peningkatan frekuensi berbanding lurus dengan kecepatan frekuensi (Jerminan E. 2025). Hal ini didukung dengan persamaan umum dari frekuensi itu sendiri yaitu:

$$Ns = \frac{120f}{P} \dots\dots\dots (2.15)$$

Di mana:

P = Daya

f = Frekuensi

Ns = Putaran Motor

2.8.3 Pengaruh Jumlah Kutub terhadap Kecepatan Putaran Motor (Anargya Vincent Alfredo)

Semakin tinggi jumlah kutub maka akan semakin rendah kecepatan putaran motor. Karena frekuensi listrik (kecepatan gelombang AC) tetap konstan, medan magnet membutuhkan waktu (siklus listrik) yang lebih banyak untuk mengitari seluruh lingkaran stator. Hal inilah yang menyebabkan putaran fisik rotor menjadi lebih lambat. Hal ini dinyatakan melalui persamaan sebagai berikut.

$$Ns = \frac{120 \times f}{P} \dots\dots\dots (2.16)$$

2.8.4 Pengaruh Hambatan terhadap Kecepatan Putaran Motor (Nabila Mirza Arifin Putri - 5019241103)

Hambatan sangat berpengaruh pada kecepatan putaran motor. Ketika beban bertambah maka kecepatan putaran dari motor akan menurun. Hambatan yang meningkat tersebut akan menyebabkan slip motor meningkat sehingga motor harus bekerja lebih keras untuk mengatasi beban dan kecepatan putaran akan menurun. (Kurnia, Kasrawan, & Raharjo, 2023).

2.9 Rugi - Rugi pada Motor

Berikut merupakan tiga macam rugi-rugi pada motor, yaitu Rugi Tembaga, Rugi Inti Besi, dan Rugi Meikanik.

2.9.2 Rugi Tembaga (Yodha Farrel Mahandhika - 5019241088)

Rugi tembaga adalah rugi daya yang terjadi akibat adanya hambatan listrik pada lilitan stator dan rotor ketika arus mengalir. Saat motor beroperasi, arus yang melewati konduktor akan menghasilkan panas karena efek Joule, sehingga sebagian energi listrik terdisipasi menjadi energi panas. Besarnya rugi tembaga dipengaruhi oleh arus dan resistansi lilitan. Semakin besar arus yang mengalir, maka rugi tembaga akan meningkat. Rugi ini merupakan salah satu komponen utama yang memengaruhi efisiensi motor, terutama pada kondisi beban tinggi (Electrical Technology, 2022). Rugi tembaga secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$W_{cu} = (I_a^2 \times R_a) + (I_{sh}^2 \times R_{sh}) + (I_s^2 \times R_s) \dots \dots \dots (2.17)$$

2.9.2 Rugi Inti Besi

Untuk rugi - rugi pada inti besi, rugi - rugi tersebut tidak terkait penuh dengan besar kecilnya beban yang diberikan pada motor tersebut. Faktor yang mempengaruhi besarnya rugi - rugi pada inti besi adalah hysteresis dan eddy current (arus eddy). Dan hal ini lebih dipengaruhi pada konstruksi motor itu sendiri (oswos, 2024).

2.9.3 Rugi Mekanik (Moch. Farhan Bagaskara - 5019241096)

Rugi mekanik merupakan rugi yang dihasilkan karena gesekan-gesekan kontak fisik yang terjadi antara benda yang berputar dna benda yang diam ataupun benda yang berputar dengan benda yang berputar juga. Rugi mekanik dipengaruhi oleh kecepatan putaran dan temperatur operasi motor, sehingga nilainya cenderung meningkat ketika kecepatan motor bertambah (S. Kalt et al 2020).

2.10 Kelebihan dan Kekurangan Rotor Belit (Anargya Vincent Alfredo - 5019241092)

Setiap alat atau komponen pastinya memiliki kelebihan dan kekurangannya, berikut merupakan kelebihan dan kekurangan dari rotor belit yang disajikan pada tabel :

Tabel 2.3 Kelebihan dan Kekurangan Rotor Belit

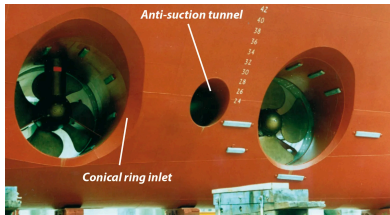
No	Kelebihan	Kekurangan
1.	Torsi awal nya besar	Biaya maintenance yang lebih mahal
2.	Arus starting nya rendah	Rangkaian yang rumit
3.	Putaran dapat diatur dengan resistor yang terhubung pada slip ring	Membutuhkan ruang yang lebih besar dibanding rotor sangkar tupai

2.11 Aplikasi Rotor Belit di Bidang Marine dan Non Marine

2.11.1 Aplikasi Pada Bidang Marine

Berikut merupakan pengaplikasian rotor belit pada bidang *marine*, diantaranya yaitu :

Tabel 2.4 Aplikasi di bidang *marine*

No.	Nama	Gambar	Keterangan
1.	Bow Thruster (Fadli Ilmi Aziz - 5019241085)	 Gambar 2.11 Bow Thruster (Sumber : wartsila.com)	<i>Bow Thruster</i> memerlukan torsi awal yang tinggi untuk menghasilkan gaya dorong lateral yang cukup saat manuver kapal. Oleh karena itu, sistem ini dapat menggunakan motor induksi 3 fasa jenis rotor belit yang mampu menghasilkan torsi start besar dengan arus pengasutan yang lebih rendah dibandingkan motor sangkar tupai.
2.	Windlass (Yodha Farrel Mahandhika - 5019241088)	 Gambar 2.12 Windlass (Sumber : https://www.macgregor.com)	<i>Windlass</i> membutuhkan torsi awal yang sangat besar untuk mengangkat beban berat jangkar, sehingga umumnya menggunakan motor AC induksi 3 fasa jenis <i>wound rotor</i> (atau dengan kontrol VFD) yang mampu menyediakan torsi tinggi pada kecepatan rendah.
3.	Mooring winch (Moch. Farhan Bagaskara -5019241096)	 Gambar 2.13 Mooring winch	Mooring winch digunakan untuk mengatur tali tambat dimana aplikasi rotor belit digunakan dengan alur sistemnya, rotor belit, Gearbox, Drumwinch, tali tambat.

		(Sumber : Istockphoto.com)	
4.	Blower (Anargya Vincent Alfredo - 5019241092)	 Gambar 2.14 Blower (Sumber: kapaldanlogistik.com)	Rotor belit digunakan untuk memutar kipas pada blower. Sehingga dapat membantu sirkulasi udara pada engine room di kapal.
5.	Capstan (Nabila Mirza Arifin Putri - 5019241103)	 Gambar 2.15 Capstan (Sumber : pindad.com)	Capstan digunakan di geladak kapal untuk menarik tali tambat atau rantai jangkar. Motor induksi 3 fasa dengan rotor belit digunakan karena mampu menghasilkan torsi awal besar saat menarik beban berat dengan kecepatan yang dapat diatur halus.

2.11.2 Aplikasi Pada Bidang *Non-Marine*

Berikut merupakan pengaplikasian rotor belit pada bidang *non-marine*, diantaranya yaitu :

Tabel 2.5 Aplikasi di bidang *non-marine*

No.	Nama	Gambar	Keterangan
1.	Mixer Industri (Fadli Ilmi Aziz - 5019241085)	 Gambar 2.16 Mixer (Sumber:	Mixer industri memerlukan torsi awal yang cukup besar untuk mengaduk bahan dengan viskositas tinggi atau volume besar. Oleh karena itu, motor induksi 3 fasa jenis rotor belit dapat digunakan karena mampu menghasilkan torsi start yang tinggi serta memberikan pengaturan

		id.juyoumachinery.com)	kecepatan yang lebih baik sesuai kebutuhan proses pencampuran.
2.	Pompa Air Irigasi (Yodha Farrel Mahandhika - 5019241088)	 Gambar 2.17 Pompa Air Irigasi (Sumber: id.modopumpcn.com)	Pompa irigasi beroperasi pada beban dan kecepatan yang cenderung konstan dalam jangka waktu lama, sehingga sangat cocok menggunakan motor AC induksi 3 fasa jenis <i>squirrel cage</i> karena konstruksinya yang andal, efisien, dan minim perawatan.
3.	Fan industri (Anargya Vincent Alfredo - 5019241092)	 Gambar 2.18 Fan industri (Sumber: industryshop.id)	Dirancang khusus untuk menurunkan suhu, membuang udara panas, debu, dan asap di area produksi atau gudang yang luas
4.	Rolling Mill (Moch. Farhan Bagaskara - 5019241096)	 Gambar 2.19 Rolling Mill (Sumber : fenlijx.com)	Pada rolling mill, motor harus mampu memutar rol yang menekan dan membentuk logam dalam kondisi beban yang sangat besar. Saat logam pertama kali masuk ke celah rol, kebutuhan torsiya meningkat tajam sehingga motor harus menghasilkan gaya putar yang tinggi sejak kondisi diam. Di sinilah motor induksi rotor belit banyak digunakan, terutama pada instalasi rolling mill generasi lama.

5.	Forklift (Nabila Mirza Arifin Putri - 5019241103)	 Gambar 2.20 Capstan (Sumber : pindad.com)	Forklift adalah sebuah alat berat yang biasa digunakan untuk memindahkan barang dengan dimensi yang besar. Motor asinkron 3 fasa pada alat ini dimanfaatkan torsi yang besar di awal untuk mengangkat beban yang berat.
----	--	---	---

BAB III

DATA PRAKTIKUM

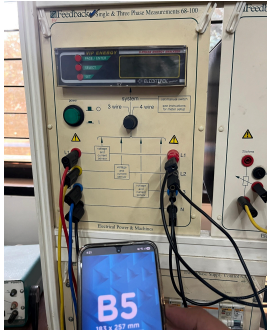
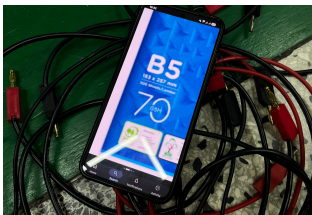
BAB III DATA PRAKTIKUM

3.1 Peralatan Praktikum (Yodha Farrel Mahandhika - 5019241088)

Adapun beberapa peralatan yang akan dipergunakan dalam praktikum saklar wye-delta pada tabel berikut ini.

Tabel 3.1 Alat Praktikum Beserta Fungsinya

No.	Nama Alat	Gambar	Fungsi
1	Motor asinkron 3 phase rotor belit	 Gambar 3.1 Motor asinkron 3 phase rotor belit (Dokumentasi Pribadi)	Memulai motor induksi tiga fasa dengan mengurangi lonjakan arus dan torsi awal, dengan cara memulainya pada konfigurasi (Y) lalu beralih ke konfigurasi (Δ) setelah motor mencapai kecepatan operasi
2	Three phase motor starter 65 - 150	 Gambar 3.2 Three phase motor starter (Dokumentasi Pribadi)	Untuk memberikan hambatan pada rotor motor asinkron 3 phase rotor belit

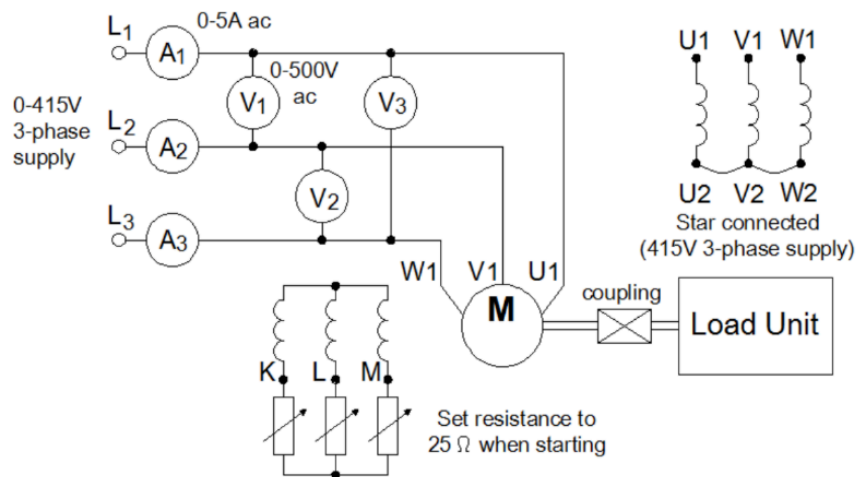
3	Single & three phase measurements 68 – 100	 Gambar 3.3 Single & three phase measurements (Dokumentasi Pribadi)	Sebagai alat ukur arus dan tegangan pada praktikum
4	Three phase supply control 60-100	 Gambar 3.4 Three phase supply control (Dokumentasi Pribadi)	Sebagai sumber untuk memberikan supply daya pada praktikum
5	Kabel	 Gambar 3.5 Kabel (Dokumentasi Pribadi)	Sebagai penghubung antara setiap elemen dalam suatu rangkaian listrik.
6	Tachometer	 Gambar 3.6 Tachometer (Dokumentasi Pribadi)	Sebagai alat ukur putaran motor

7	Tangmeter	 Gambar 3.7 Tangmeter (Dokumentasi Pribadi)	Sebagai alat ukur arus resistansi
---	-----------	--	-----------------------------------

3.2 Langkah Kerja Pratikum (Yodha Farrel Mahandhika - 5019241088)

Percobaan motor asinkron 3 fasa dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Membuat rangkaian seperti gambar di bawah ini



Gambar 3.8 Rangkaian Motor

Sumber : Modul Praktikum

2. Sambungkan ketiga resistor pada terminal rotor belit K, L, M.
3. Atur resistances pada 25 Ω .
4. Sambungkan panel mesin pada hubungan Y.
5. Berikan tegangan 380V AC 3 Phase.
6. Operasikan motor pada keadaan putaran penuh 3000 rpm dan atur kembali resistances pada range 0 Ω

3.1 Hasil Praktikum (Yodha Farrel Mahandhika - 5019241088)

Berikut ini merupakan tabel hasil-hasil percobaan pada percobaan saklar wye-delta pada beberapa kondisi.

Tabel 3.2 Data Hasil Praktikum

Hambatan	Frek	Daya	V line	V phase			I line	I phase			Putaran	Cos π
Ω	Hz	Watt	V	R	S	T	mA	R	S	T	RPM	
3	50	9,7	388	400	390	373	20	0,4	0,0	0,5	2940	0,7
5	50	9,35	388	401	390	373	21	0,4	0,0	0,4	2945	0,69
10	50	10	387	401	391	374	20	0,4	0,0	0,4	2946	0,71
15	50	9,28	389	401	391	374	20	0,4	0,0	0,4	2940	0,67
25	50	9,2	388	402	391	373	21	0,4	0,0	0,5	2920	0,73

BAB IV

ANALISIS DATA

**(Fadli Ilmi Aziz -
5019241085)**

BAB IV ANALISIS DATA

4.1 Perhitungan

Setelah melakukan praktikum dan mendapat data, selanjutnya adalah melakukan perhitungan. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk perhitungan kali ini.

- Perhitungan Daya

Berikut merupakan rumus perhitungan daya

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \varphi \dots \dots \dots (4.1)$$

- Perhitungan Cos φ

Berikut merupakan rumus perhitungan Cos φ

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line}} \dots \dots \dots (4.2)$$

- Perhitungan Torsi

Berikut merupakan rumus perhitungan Torsi

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N} \dots \dots \dots (4.3)$$

- Perhitungan Error Cos φ

Berikut merupakan rumus perhitungan rror Cos φ

$$Error \cos \varphi = \frac{|Cos \varphi \text{ perhitungan} - Cos \varphi \text{ display}|}{Cos \varphi \text{ display}} \times 100\% \dots \dots \dots (4.4)$$

- Perhitungan Error Daya

Berikut merupakan rumus perhitungan Error Daya

$$Error \text{ Daya} = \frac{|P \text{ perhitungan} - P \text{ display}|}{P \text{ display}} \times 100\% \dots \dots \dots (4.5)$$

Pada praktikum rotor belit didapatkan tabel hasil percobaan sebagai berikut

Tabel 4.1 Hasil Percobaan Rotor Belit

Hambatan Ω	Frek Hz	Daya Watt	V line V	V phase			I line mA	I phase			Putaran RPM	Cos π
				R	S	T		R	S	T		
3	50	9,7	388	400	390	373	20	0,4	0,0	0,5	2940	0,7
5	50	9,35	388	401	390	373	21	0,4	0,0	0,4	2945	0,69
10	50	10	387	401	391	374	20	0,4	0,0	0,4	2946	0,71
15	50	9,28	389	401	391	374	20	0,4	0,0	0,4	2940	0,67
25	50	9,2	388	402	391	373	21	0,4	0,0	0,5	2920	0,73

Setelah didapatkan data hasil praktikum seperti tabel diatas, berikut merupakan perhitungan dari Daya, Cos Phi, Torsi, Error Cos Phi, dan Error Daya.

a) Perhitungan Daya

Berikut perhitungan daya data ke 1

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 288 \times (20 \times 10^{-3}) \times 0,7$$

$$P = 9,4085 \text{ Watt}$$

b) Perhitungan Cos φ

Berikut perhitungan Cos φ data ke 1

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line}}$$

$$\cos \varphi = \frac{9,4085}{\sqrt{3} \times 228 \times (20 \times 10^{-3})}$$

$$\cos \varphi = 0,7$$

c) Perhitungan Torsi

Berikut perhitungan Torsi data ke 1

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N}$$

$$T = \frac{9,4085 \cdot 60}{2\pi \cdot 2940}$$

$$T = 0,03057 \text{ Nm}$$

d) Perhitungan Error Cos φ

Berikut perhitungan Error Cos φ data ke 1

$$\text{Error Cos } \varphi = \frac{|\text{Cos } \varphi \text{ perhitungan} - \text{Cos } \varphi \text{ display}|}{\text{Cos } \varphi \text{ display}} \times 100\%$$

$$\text{Error Cos } \varphi = \frac{|0,7 - 0,7|}{0,7} \times 100\%$$

$$\text{Error Cos } \varphi = 0\%$$

e) Perhitungan Error Daya

Berikut perhitungan Error Daya data ke 1

$$\text{Error Daya} = \frac{|P \text{ perhitungan} - P \text{ display}|}{P \text{ display}} \times 100\%$$

$$\text{Error Daya} = \frac{|9,4085-9,7|}{9,7} \times 100\%$$

$$\text{Error Cos } \varphi = 3\%$$

Setelah dilakukan perhitungan diatas maka didapatkan tabel hasil perhitungan rotor belit sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Rotor Belit

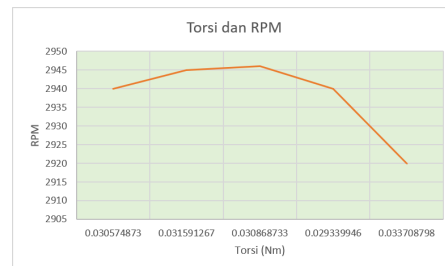
Hambatan	Daya	Cos π	Torsi	Error Cos π	Error Cos π
Ω	Watt		Nm	%	%
3	9.4085	0.7	0.030574873	0%	3%
5	9.7378	0.69	0.031591267	0%	4%
10	9.5183	0.71	0.030868733	0%	5%
15	9.0285	0.67	0.029339946	0%	3%
25	10.3023	0.73	0.033708798	0%	12%

4.2 Grafik

Setelah melakukan perhitungan, Berikut merupakan grafik hasil perhitungan dari praktikum rotor belit

4.2.1 Grafik Perbandingan Torsi dengan RPM

Berikut merupakan grafik perbandingan antara Torsi dengan RPM



Grafik 4.1 Torsi vs RPM

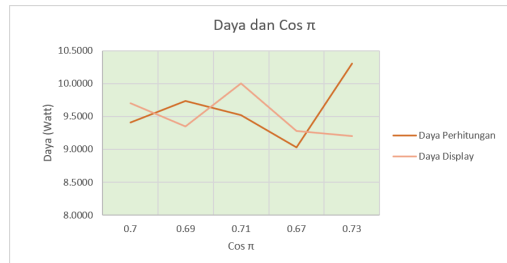
Dari grafik terlihat bahwa hubungan antara torsi dan RPM bersifat konstan — peningkatan torsi tidak memengaruhi RPM. Padahal, secara ideal, semakin besar torsi seharusnya RPM menurun sesuai persamaan berikut.

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N} \dots\dots\dots(4.6)$$

Pada persamaan tersebut, seharusnya semakin besar RPM, torsi akan menurun. Namun, ketidakteelitian praktikan dalam membaca arus dan cos φ yang tidak konstan menyebabkan nilai torsi pada perhitungan menjadi berubah-ubah.

4.2.2 Grafik Perbandingan Daya dan cos phi (Display dan Perhitungan)

Berikut merupakan grafik perbandingan antara Daya dengan Cos Phi di display maupun perhitungan



Grafik 4.2 Daya vs Cos Phi

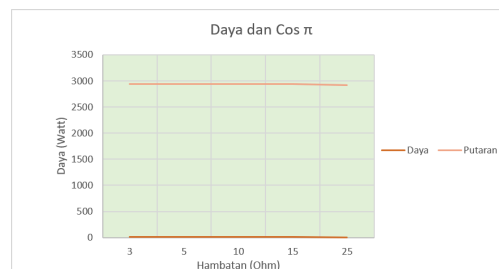
Grafik menunjukkan daya dan cos ϕ berfluktuasi, padahal idealnya semakin besar cos ϕ , daya juga meningkat sesuai persamaan.

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \phi \dots \dots \dots (4.7)$$

Pada persamaan tersebut, semakin besar cos ϕ maka daya ikut meningkat. Namun, ketidaktepatan praktikan dalam membaca cos ϕ yang tidak konstan menyebabkan hasilnya tidak akurat.

4.2.3 Grafik Perbandingan Hambatan Terhadap RPM dan Daya

Berikut merupakan grafik perbandingan Hambatan terhadap RPM dan Daya.



Grafik 4.3 Hambatan vs Daya dan RPM

Hubungan hambatan dan daya tampak fluktuatif karena pembacaan cos ϕ tidak stabil. Secara ideal, makin besar hambatan, makin kecil daya sesuai persamaan.

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \phi \dots \dots \dots (4.8)$$

$$P = \sqrt{3} \times \frac{V_{line}^2}{R} \times \cos \phi \dots \dots \dots (4.9)$$

Perbandingan hambatan dan RPM tampak konstan karena RPM terbaca sama di semua hambatan. Idealnya, hubungan daya dan putaran tidak selalu pasti, namun pada RPM yang konstan, semakin kecil daya maka semakin kecil pula putarannya sesuai persamaan.

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N} \dots\dots\dots(4.10)$$

$$N = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot T} \dots\dots\dots(4.11)$$

BAB IV

ANALISIS DATA

(Yodha Farrel Mahandhika
- 5019241088)

BAB IV ANALISIS DATA

4.3 Perhitungan

Setelah melakukan praktikum dan mendapat data, selanjutnya adalah melakukan perhitungan. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk perhitungan kali ini.

- Perhitungan Daya

Rumus yang digunakan untuk mencari daya adalah sebagai berikut:

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \varphi \dots \dots \dots (4.1)$$

- Perhitungan Cos φ

Rumus yang digunakan untuk mencari Cos φ adalah sebagai berikut:

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line}} \dots \dots \dots (4.2)$$

- Perhitungan Torsi

Rumus yang digunakan untuk mencari torsi adalah sebagai berikut:

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N} \dots \dots \dots (4.3)$$

- Perhitungan Error Cos φ

Rumus yang digunakan untuk mencari Error Cos φ adalah sebagai berikut:

$$Error \cos \varphi = \frac{|Cos \varphi \text{ perhitungan} - Cos \varphi \text{ display}|}{Cos \varphi \text{ display}} \times 100\% \dots \dots \dots (4.4)$$

- Perhitungan Error Daya

Rumus yang digunakan untuk mencari Error Daya adalah sebagai berikut:

$$Error \text{ Daya} = \frac{|P \text{ perhitungan} - P \text{ display}|}{P \text{ display}} \times 100\% \dots \dots \dots (4.5)$$

Pada praktikum rotor belit didapatkan tabel hasil percobaan sebagai berikut

Tabel 4.1 Hasil Percobaan Rotor Belit

Hambatan	Frek	Daya	V line	V phase			I line	I phase			Putaran	Cos π
Ω	Hz	Watt	V	R	S	T	mA	R	S	T	RPM	
3	50	9,7	388	400	390	373	20	0,4	0,0	0,5	2940	0,7
5	50	9,35	388	401	390	373	21	0,4	0,0	0,4	2945	0,69
10	50	10	387	401	391	374	20	0,4	0,0	0,4	2946	0,71
15	50	9,28	389	401	391	374	20	0,4	0,0	0,4	2940	0,67
25	50	9,2	388	402	391	373	21	0,4	0,0	0,5	2920	0,73

Setelah didapatkan data hasil praktikum seperti tabel diatas, berikut merupakan perhitungan dari Daya, Cos Phi, Torsi, Error Cos Phi, dan Error Daya.

a) Perhitungan Daya

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 388 \times (21 \times 10^{-3}) \times 0,69$$

$$P = 9,737 \text{ Watt}$$

b) Perhitungan Cos φ

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line}}$$

$$\cos \varphi = \frac{9,737}{\sqrt{3} \times 388 \times (21 \times 10^{-3})}$$

$$\cos \varphi = 0,69$$

c) Perhitungan Torsi

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N}$$

$$T = \frac{9,737 \cdot 60}{2\pi \cdot 2945}$$

$$T = 0,03159 \text{ Nm}$$

d) Perhitungan Error Cos φ

$$\text{Error Cos } \varphi = \frac{|\text{Cos } \varphi \text{ perhitungan} - \text{Cos } \varphi \text{ display}|}{\text{Cos } \varphi \text{ display}} \times 100\%$$

$$\text{Error Cos } \varphi = \frac{|0,69 - 0,69|}{0,69} \times 100\%$$

$$\text{Error Cos } \varphi = 0\%$$

e) Perhitungan Error Daya

$$\text{Error Daya} = \frac{|P \text{ perhitungan} - P \text{ display}|}{P \text{ display}} \times 100\%$$

$$\text{Error Daya} = \frac{|9,737 - 9,35|}{9,35} \times 100\%$$

$$\text{Error Cos } \varphi = 4\%$$

Setelah dilakukan perhitungan diatas maka didapatkan tabel hasil perhitungan rotor belit sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Rotor Belit

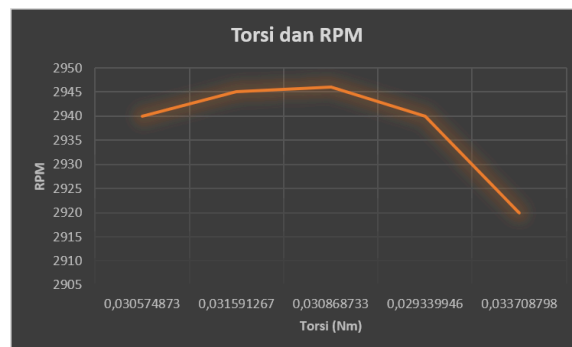
Hambatan	Daya	Cos π	Torsi	Error Cos π	Error Daya
Ω	Watt		Nm	%	%
3	9,4085	0,7	0,030574873	0%	3%
5	9,7378	0,69	0,031591267	0%	4%
10	9,5183	0,71	0,030868733	0%	5%
15	9,0285	0,67	0,029339946	0%	3%
25	10,3023	0,73	0,033708798	0%	12%

4.4 Grafik

Setelah melakukan perhitungan, Berikut merupakan grafik hasil perhitungan dari praktikum rotor belit

4.2.1 Grafik Perbandingan Torsi dengan RPM

Berikut merupakan grafik perbandingan antara Torsi dengan RPM



Grafik 4.1 Torsi vs RPM

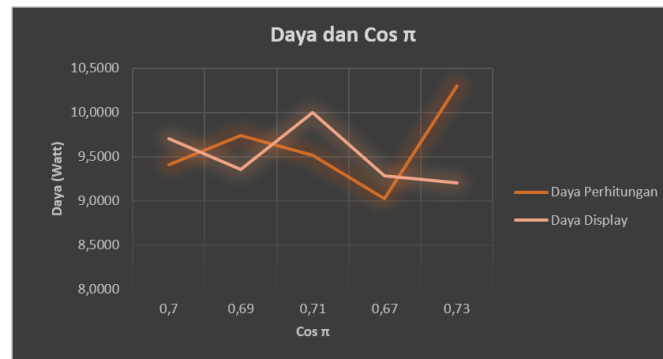
Dari grafik terlihat bahwa hubungan antara torsi dan RPM membentuk kurva yang naik kemudian turun. Secara ideal, semakin besar torsi seharusnya RPM menurun sesuai persamaan berikut.

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N} \dots\dots\dots(4.6)$$

Pada persamaan tersebut, seharusnya semakin besar RPM, torsi akan menurun. Namun, ketidaktelitian praktikan dalam membaca arus dan cos ϕ yang tidak konstan menyebabkan nilai torsi pada perhitungan menjadi tidak konsisten.

4.2.2 Grafik Perbandingan Daya dan cos phi (Display dan Perhitungan)

Berikut merupakan grafik perbandingan antara Daya dengan Cos Phi di display maupun perhitungan



Grafik 4.2 Daya vs Cos Phi

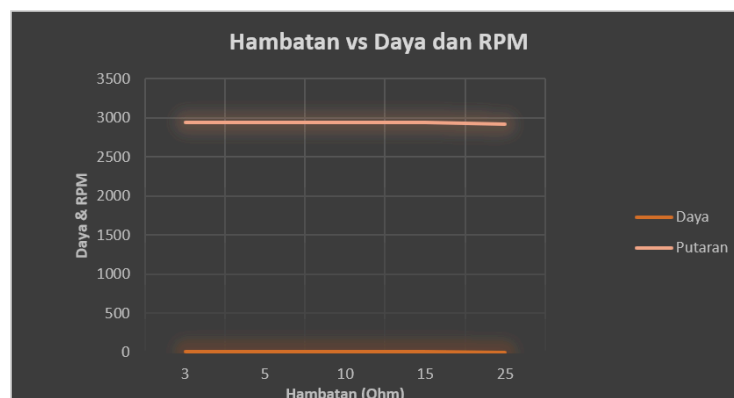
Grafik menunjukkan daya dan $\cos \phi$ berfluktuasi, padahal idealnya semakin besar $\cos \phi$, daya juga meningkat sesuai persamaan.

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \phi \dots \dots \dots (4.7)$$

Pada persamaan tersebut, semakin besar $\cos \phi$ maka daya ikut meningkat. Namun, ketidakteelitian praktikan dalam membaca $\cos \phi$ yang tidak konstan menyebabkan hasilnya tidak akurat.

4.2.3 Grafik Perbandingan Hambatan Terhadap RPM dan Daya

Berikut merupakan grafik perbandingan Hambatan terhadap RPM dan Daya.



Grafik 4.2 Hambatan vs Daya dan RPM

Hubungan hambatan dan daya tampak konstan karena pembacaan $\cos \phi$ tidak stabil. Secara ideal, makin besar hambatan, makin kecil daya sesuai persamaan.

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \phi \dots \dots \dots (4.8)$$

$$P = \sqrt{3} \times \frac{V_{line}^2}{R} \times \cos \phi \dots \dots \dots (4.9)$$

Perbandingan hambatan dan RPM tampak konstan karena RPM terbaca sama di semua hambatan. Idealnya, hubungan daya dan putaran tidak selalu pasti, namun pada RPM yang konstan, semakin kecil daya maka semakin kecil pula putarannya sesuai persamaan.

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N} \dots\dots\dots(4.10)$$

$$N = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot T} \dots\dots\dots(4.11)$$

BAB IV

ANALISIS DATA

**(Anargya Vincent Alfredo -
5019241092)**

BAB IV

ANALISIS DATA

4.1 Perhitungan

- Perhitungan Daya

Rumus yang digunakan untuk mencari daya adalah sebagai berikut:

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \varphi \dots \dots \dots (4.1)$$

- Perhitungan Cos φ

Rumus yang digunakan untuk mencari Cos φ adalah sebagai berikut:

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line}} \dots \dots \dots (4.2)$$

- Perhitungan Torsi

Rumus yang digunakan untuk mencari torsi adalah sebagai berikut:

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N} \dots \dots \dots (4.3)$$

- Perhitungan Error Cos φ

Rumus yang digunakan untuk mencari Error Cos φ adalah sebagai berikut:

$$Error \cos \varphi = \frac{| \cos \varphi_{perhitungan} - \cos \varphi_{display} |}{\cos \varphi_{display}} \times 100\% \dots \dots \dots (4.4)$$

- Perhitungan Error Daya

Rumus yang digunakan untuk mencari Error Daya adalah sebagai berikut:

$$Error \text{ Daya} = \frac{| P_{perhitungan} - P_{display} |}{P_{display}} \times 100\% \dots \dots \dots (4.5)$$

Pada praktikum rotor belit didapatkan tabel hasil percobaan sebagai berikut

Tabel 4.1 Hasil Percobaan Rotor Belit

Hambatan	Frek	Daya	V line	V phase			I line	I phase			Putaran	Cos π
Ω	Hz	Watt	V	R	S	T	A	R	S	T	RPM	
3	50	9.7	388	400	390	373	0.020	0.4	0	0.5	2940	0.7
5	50	9.35	388	401	390	373	0.021	0.4	0	0.4	2945	0.69
10	50	10	387	401	391	374	0.02	0.4	0	0.4	2946	0.71
15	50	9.28	389	401	391	374	0.02	0.4	0	0.4	2940	0.67
25	50	9.2	388	402	391	373	0.021	0.4	0	0.5	2920	0.73

Setelah didapatkan data hasil praktikum seperti tabel diatas, berikut merupakan perhitungan dari Daya, Cos Phi, Torsi, Error Cos Phi, dan Error Daya.

a) Perhitungan Daya

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 387 \times (0.02) \times 0,71$$

$$P = 9.5183 \text{ Watt}$$

b) Perhitungan Cos φ

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line}}$$

$$\cos \varphi = \frac{10}{\sqrt{3} \times 387 \times (0.02)}$$

$$\cos \varphi = 0,745$$

c) Perhitungan Torsi

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N}$$

$$T = \frac{2,281 \cdot 60}{2\pi \cdot 2940}$$

$$T = 0,00741 \text{ Nm}$$

d) Perhitungan Error Cos φ

$$\text{Error Cos } \varphi = \frac{| \cos \varphi \text{ perhitungan} - \cos \varphi \text{ display} |}{\cos \varphi \text{ display}} \times 100\%$$

$$\text{Error Cos } \varphi = \frac{|0,28 - 0,28|}{0,28} \times 100\%$$

$$\text{Error Cos } \varphi = 0\%$$

e) Perhitungan Error Daya

$$\text{Error Daya} = \frac{|P \text{ perhitungan} - P \text{ display}|}{P \text{ display}} \times 100\%$$

$$\text{Error Daya} = \frac{|2,281 - 2,13|}{2,13} \times 100\%$$

$$\text{Error Daya} = 7\%$$

Setelah dilakukan perhitungan diatas maka didapatkan tabel hasil perhitungan rotor belit sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Rotor Belit

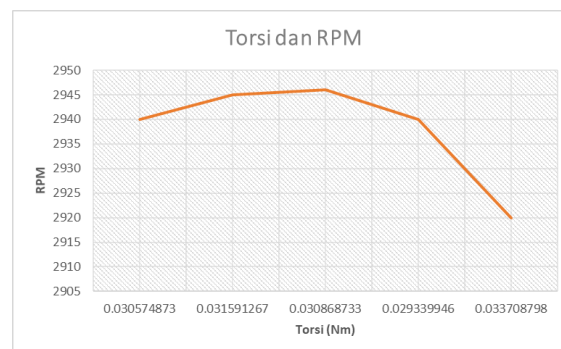
Hambatan	Daya	$\cos \pi$	Torsi	Error $\cos \pi$	Error $\cos \pi$
Ω	Watt		Nm	%	%
3	9.4085	0.72168784	0.030574873	3%	3%
5	9.7378	0.66252148	0.031591267	4%	4%
10	9.5183	0.74593058	0.030868733	5%	5%
15	9.0285	0.68866459	0.029339946	3%	3%
25	10.3023	0.65189279	0.033708798	11%	12%

4.1 Grafik

Setelah melakukan perhitungan, Berikut merupakan grafik hasil perhitungan dari praktikum rotor belit

4.2.1 Grafik Perbandingan Torsi dengan RPM

Berikut merupakan grafik perbandingan antara Torsi dengan RPM



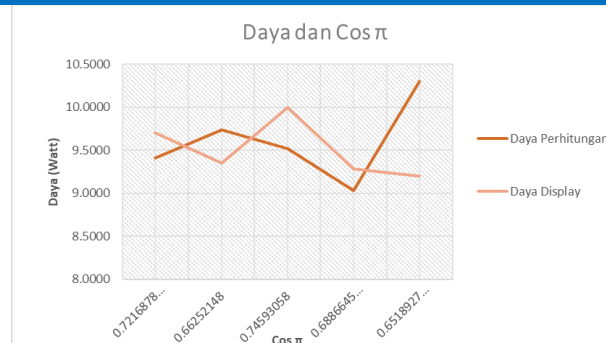
Grafik 4.1 Torsi vs RPM

Dapat dilihat dari grafik diatas, perbandingan antara torsi dengan rpm pada grafik adalah berbanding terbalik. Dimana semakin besar Torsi, RPM akan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan persamaan antara torsi dan RPM sebagai berikut.

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N} \dots\dots\dots(4.6)$$

4.2.2 Grafik Perbandingan Daya dan $\cos \phi$ (Display dan Perhitungan)

Berikut merupakan grafik perbandingan antara Daya dengan Cos Phi di display maupun perhitungan



Grafik 4.2 Daya vs Cos Phi

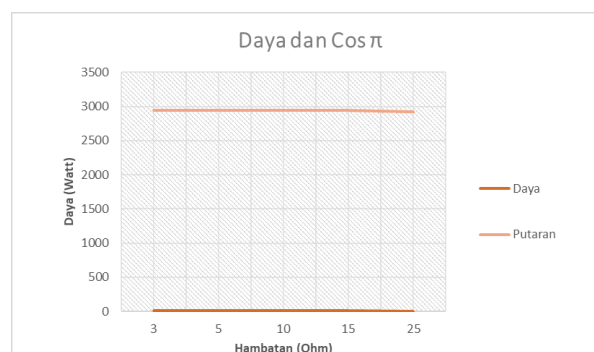
Dapat dilihat dari grafik diatas, perbandingan antara daya dan cos phi sangat fluktuatif pada pembacaan maupun perhitungan. Idealnya semakin besar Cos phi maka daya akan semakin besar sesuai dengan persamaan berikut.

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \varphi \dots \dots \dots (4.7)$$

Pada persamaan diatas jika cos phi semakin besar maka Daya juga akan semakin besar. Hal ini dikarenakan ketidakteelitian praktikan dalam pembacaan cos phi yang tidak konstan.

4.2.3 Grafik Perbandingan Hambatan Terhadap RPM dan Daya

Berikut merupakan grafik perbandingan Hambatan terhadap RPM dan Daya.



Grafik 4.2 Hambatan vs Daya dan RPM

Dapat dilihat dari grafik diatas, perbandingan antara Hambatan dan Daya terlihat konstan. Hal ini dikarenakan pembacaan Cos Phi yang tidak teliti. Seharusnya Semakin besar hambatan maka daya akan semakin kecil yang sesuai dengan persamaan berikut.

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \varphi \dots \dots \dots (4.8)$$

$$P = \sqrt{3} \times \frac{V_{line}^2}{R} \times \cos \varphi \dots \dots \dots (4.9)$$

Lalu untuk perbandingan hambatan dan RPM juga terlihat konstan. Hal ini dikarenakan pembacaan RPM yang hampir sama pada semua hambatan. Idealnya hubungan daya dan putaran tidak dapat ditentukan, akan tetapi jika pada konteks RPM yang konstan, maka, Semakin kecil daya maka semakin kecil juga putaran atau RPM nya sesuai dengan persamaan berikut.

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N} \dots\dots\dots(4.10)$$

$$N = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot T} \dots\dots\dots(4.11)$$

BAB IV

ANALISIS DATA

**(Moch Farhan Bagaskara -
5019241096)**

BAB IV ANALISIS DATA

Setelah melakukan praktikum dan mendapat data, selanjutnya adalah melakukan perhitungan. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk perhitungan kali ini.

- Perhitungan Daya

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \varphi \dots \dots \dots (4.1)$$

- Perhitungan Cos φ

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line}} \dots \dots \dots (4.2)$$

- Perhitungan Torsi

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N} \dots \dots \dots (4.3)$$

- Perhitungan Error Cos φ

$$Error \cos \varphi = \frac{| \cos \varphi \text{ perhitungan} - \cos \varphi \text{ display} |}{\cos \varphi \text{ display}} \times 100\% \dots \dots \dots (4.4)$$

- Perhitungan Error Daya

$$Error \text{ Daya} = \frac{| P \text{ perhitungan} - P \text{ display} |}{P \text{ display}} \times 100\% \dots \dots \dots (4.5)$$

Pada praktikum rotor belit didapatkan tabel hasil percobaan sebagai berikut

Tabel 4.1 Hasil Percobaan Rotor Belit

X
X
X
x

Setelah didapatkan data hasil praktikum seperti tabel diatas, berikut merupakan perhitungan dari Daya, Cos Phi, Torsi, Error Cos Phi, dan Error Daya.

- f) Perhitungan Daya

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 388 \times (21 \times 10^{-3}) \times 0,73$$

$$P = 10,3 \text{ Watt}$$

- g) Perhitungan Cos φ

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line}}$$

$$\cos \varphi = \frac{2,281}{\sqrt{3} \times 224 \times (21 \times 10^{-3})}$$

$$\cos \varphi = 0,73$$

h) Perhitungan Torsi

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N}$$

$$T = \frac{2,281 \cdot 60}{2\pi \cdot 2940}$$

$$T = 0,00741 \text{ Nm}$$

i) Perhitungan Error Cos φ

$$\text{Error Cos } \varphi = \frac{|\text{Cos } \varphi \text{ perhitungan} - \text{Cos } \varphi \text{ display}|}{\text{Cos } \varphi \text{ display}} \times 100\%$$

$$\text{Error Cos } \varphi = \frac{|0,28 - 0,28|}{0,28} \times 100\%$$

$$\text{Error Cos } \varphi = 0\%$$

j) Perhitungan Error Daya

$$\text{Error Daya} = \frac{|P \text{ perhitungan} - P \text{ display}|}{P \text{ display}} \times 100\%$$

$$\text{Error Daya} = \frac{|2,281 - 2,13|}{2,13} \times 100\%$$

$$\text{Error Daya} = 7\%$$

Setelah dilakukan perhitungan diatas maka didapatkan tabel hasil perhitungan rotor belit sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Rotor Belit

X

X

X

X

4.2 Grafik

Setelah melakukan perhitungan, Berikut merupakan grafik hasil perhitungan dari praktikum rotor belit

4.2.1 Grafik Perbandingan Torsi dengan RPM

Berikut merupakan grafik perbandingan antara Torsi dengan RPM

X

X

X

X

Grafik 4.1 Torsi vs RPM

Dapat dilihat dari grafik diatas, perbandingan antara torsi dengan rpm pada grafik adalah berbanding terbalik. Dimana semakin besar Torsi, RPM akan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan persamaan antara torsi dan RPM sebagai berikut.

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N} \dots\dots\dots(4.6)$$

4.2.2 Grafik Perbandingan Daya dan cos phi (Display dan Perhitungan)

Berikut merupakan grafik perbandingan antara Daya dengan Cos Phi di display maupun perhitungan

X

X

X

X

Grafik 4.2 Daya vs Cos Phi

Dapat dilihat dari grafik diatas, perbandingan antara daya dan cos phi sangat fluktuatif pada pembacaan maupun perhitungan. Idealnya semakin besar Cos phi maka daya akan semakin besar sesuai dengan persamaan berikut.

$$P = \sqrt{3} \times Vline \times Iline \times \cos \varphi \dots\dots\dots(4.7)$$

Pada persamaan diatas jika cos phi semakin besar maka Daya juga akan semakin besar. Hal ini dikarenakan ketidakteelitian praktikan dalam pembacaan cos phi yang tidak konstan.

4.2.3 Grafik Perbandingan Hambatan Terhadap RPM dan Daya

Berikut merupakan grafik perbandingan Hambatan terhadap RPM dan Daya.

X

X

X

X

Grafik 4.2 Hambatan vs Daya dan RPM

Dapat dilihat dari grafik diatas, perbandingan antara Hambatan dan Daya terlihat konstan. Hal ini dikarenakan pembacaan Cos Phi yang tidak teliti. Seharusnya Semakin besar hambatan maka daya akan semakin kecil yang sesuai dengan persamaan berikut.

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \varphi \dots \dots \dots (4.8)$$

$$P = \sqrt{3} \times \frac{V_{line}^2}{R} \times \cos \varphi \dots \dots \dots (4.9)$$

Lalu untuk perbandingan hambatan dan RPM juga terlihat konstan. Hal ini dikarenakan pembacaan RPM yang hampir sama pada semua hambatan. Idealnya hubungan daya dan putaran tidak dapat ditentukan, akan tetapi jika pada konteks RPM yang konstan, maka, Semakin kecil daya maka semakin kecil juga putaran atau RPM nya sesuai dengan persamaan berikut.

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N} \dots \dots \dots (4.10)$$

$$N = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot T} \dots \dots \dots (4.11)$$

BAB IV

ANALISIS DATA

**(Nabila Mirza Arifin Putri -
5019241103)**

BAB IV ANALISIS DATA

4.1 Perhitungan

Setelah melakukan praktikum dan mendapat data, selanjutnya adalah melakukan perhitungan. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk perhitungan kali ini.

- Perhitungan Daya

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Daya

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \varphi \dots \dots \dots (4.1)$$

- Perhitungan Cos φ

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Cos φ

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line}} \dots \dots \dots (4.2)$$

- Perhitungan Torsi

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Daya

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N} \dots \dots \dots (4.3)$$

- Perhitungan Error Cos φ

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Daya

$$Error \cos \varphi = \frac{| \cos \varphi_{perhitungan} - \cos \varphi_{display} |}{\cos \varphi_{display}} \times 100\% \dots \dots \dots (4.4)$$

- Perhitungan Error Daya

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Daya

$$Error \text{ Daya} = \frac{| P_{perhitungan} - P_{display} |}{P_{display}} \times 100\% \dots \dots \dots (4.5)$$

Pada praktikum rotor belit didapatkan tabel hasil percobaan sebagai berikut

Tabel 4.1 Hasil Percobaan Rotor Belit

Hambatan	Frek	Daya	V line	V phase			I line	I phase			Putaran	Cos π
Ω	Hz	Watt	V	R	S	T	mA	R	S	T	RPM	
3	50	9,7	388	400	390	373	20	0,4	0	0,5	2940	0,7
5	50	9,35	388	401	390	373	21	0,4	0	0,4	2945	0,69
10	50	10	387	401	391	374	20	0,4	0	0,4	2946	0,71
15	50	9,28	389	401	391	374	20	0,4	0	0,4	2940	0,67
25	50	9,2	388	402	391	373	21	0,4	0	0,5	2920	0,73

Setelah didapatkan data hasil praktikum seperti tabel diatas, berikut merupakan perhitungan dari Daya, Cos Phi, Torsi, Error Cos Phi, dan Error Daya.

k) Perhitungan Daya

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 388 \times (21 \times 10^{-3}) \times 0,73$$

$$P = 10,3 \text{ Watt}$$

l) Perhitungan Cos φ

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line}}$$

$$\cos \varphi = \frac{2,281}{\sqrt{3} \times 224 \times (21 \times 10^{-3})}$$

$$\cos \varphi = 0,73$$

m) Perhitungan Torsi

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N}$$

$$T = \frac{2,281 \cdot 60}{2\pi \cdot 2940}$$

$$T = 0,00741 \text{ Nm}$$

n) Perhitungan Error Cos φ

$$\text{Error Cos } \varphi = \frac{|\text{Cos } \varphi \text{ perhitungan} - \text{Cos } \varphi \text{ display}|}{\text{Cos } \varphi \text{ display}} \times 100\%$$

$$\text{Error Cos } \varphi = \frac{|0,28 - 0,28|}{0,28} \times 100\%$$

$$\text{Error Cos } \varphi = 0\%$$

o) Perhitungan Error Daya

$$\text{Error Daya} = \frac{|P \text{ perhitungan} - P \text{ display}|}{P \text{ display}} \times 100\%$$

$$\text{Error Daya} = \frac{|2,281 - 2,13|}{2,13} \times 100\%$$

$$\text{Error Daya} = 7\%$$

Setelah dilakukan perhitungan diatas maka didapatkan tabel hasil perhitungan rotor belit sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Rotor Belit

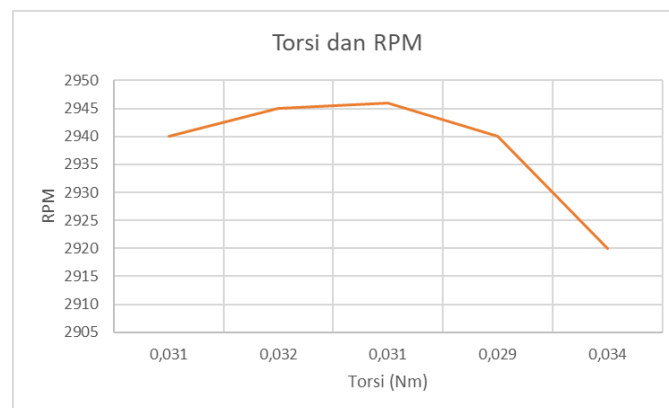
Hambatan	Daya	Cos π	Torsi	Error Cos π	Error Daya
Ω	Watt		Nm	%	%
3	9,41	0,7	0,031	0%	3%
5	9,74	0,69	0,032	0%	4%
10	9,52	0,71	0,031	0%	5%
15	9,03	0,67	0,029	0%	3%
25	10,30	0,73	0,034	0%	12%

4.3 Grafik

Setelah melakukan perhitungan, Berikut merupakan grafik hasil perhitungan dari praktikum rotor belit

4.2.1 Grafik Perbandingan Torsi dengan RPM

Berikut merupakan grafik perbandingan antara Torsi dengan RPM



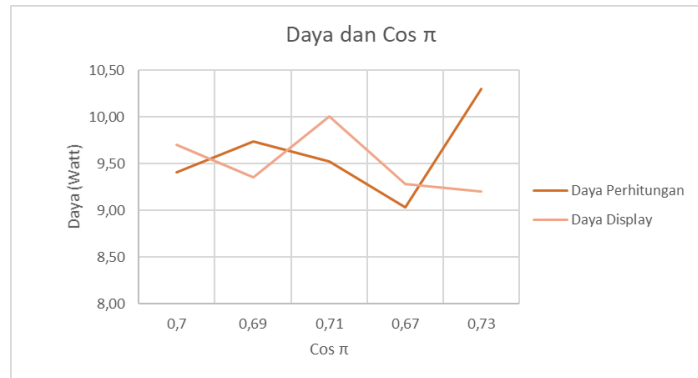
Grafik 4.1 Torsi vs RPM

Dapat dilihat dari grafik diatas, perbandingan antara torsi dengan rpm pada grafik adalah berbanding terbalik. Dimana semakin besar Torsi, RPM akan semakin menurun. Hal ini sesuai dengan persamaan antara torsi dan RPM sebagai berikut.

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N} \dots\dots\dots(4.6)$$

4.2.2 Grafik Perbandingan Daya dan cos phi (Display dan Perhitungan)

Berikut merupakan grafik perbandingan antara Daya dengan Cos Phi di display maupun perhitungan



Grafik 4.2 Daya vs Cos Phi

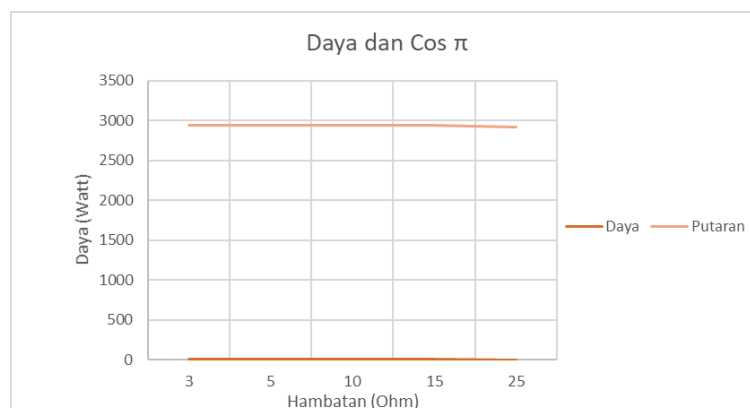
Dapat dilihat dari grafik diatas, perbandingan antara daya dan cos phi sangat fluktuatif pada pembacaan maupun perhitungan. Idealnya semakin besar Cos phi maka daya akan semakin besar sesuai dengan persamaan berikut.

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \varphi \dots \dots \dots (4.7)$$

Pada persamaan diatas jika cos phi semakin besar maka Daya juga akan semakin besar. Hal ini dikarenakan ketidakteelitian praktikan dalam pembacaan cos phi yang tidak konstan.

4.2.3 Grafik Perbandingan Hambatan Terhadap RPM dan Daya

Berikut merupakan grafik perbandingan Hambatan terhadap RPM dan Daya.



Grafik 4.2 Hambatan vs Daya dan RPM

Dapat dilihat dari grafik diatas, perbandingan antara Hambatan dan Daya terlihat konstan. Hal ini dikarenakan pembacaan Cos Phi yang tidak teliti. Seharusnya Semakin besar hambatan maka daya akan semakin kecil yang sesuai dengan persamaan berikut.

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \phi \dots\dots\dots(4.8)$$

$$P = \sqrt{3} \times \frac{V_{line}^2}{R} \times \cos \phi \dots\dots\dots(4.9)$$

Lalu untuk perbandingan hambatan dan RPM juga terlihat konstan. Hal ini dikarenakan pembacaan RPM yang hampir sama pada semua hambatan. Idealnya hubungan daya dan putaran tidak dapat ditentukan, akan tetapi jika pada konteks RPM yang konstan, maka, Semakin kecil daya maka semakin kecil juga putaran atau RPM nya sesuai dengan persamaan berikut.

$$T = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot N} \dots\dots\dots(4.10)$$

$$N = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot T} \dots\dots\dots(4.11)$$

BAB V

KESIMPULAN

**(Fadli Ilmi Aziz -
5019241085)**

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari praktikum yang telah dilaksanakan maka terdapat beberapa kesimpulan yang diantaranya:

1. Pengukuran frekuensi, daya, tegangan, arus, dan $\cos \phi$ dilakukan menggunakan Single and Three Phase Measurement 68-100. Arus fasa diukur dengan tang ampere pada kabel R, S, dan T. Sedangkan putaran motor (RPM) diukur pada poros motor menggunakan tachometer. Untuk perhitungannya sendiri sebagai berikut :

- Perhitungan Frekuensi

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Frekuensi

$$f = \frac{N_s \times P}{120} \dots\dots\dots(5.1)$$

- Perhitungan Daya

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Daya

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \phi \dots\dots\dots(5.2)$$

- Perhitungan Tegangan

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Tegangan

$$V_{line} = \frac{P}{\sqrt{3} \times I_{line} \times \cos \phi} \dots\dots\dots(5.3)$$

- Perhitungan Arus

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Arus

$$I_{line} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times \cos \phi} \dots\dots\dots(5.4)$$

- Perhitungan $\cos \phi$

Berikut merupakan rumus untuk menghitung $\cos \phi$

$$\cos \phi = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line}} \dots\dots\dots(5.5)$$

- Perhitungan RPM

Berikut merupakan rumus untuk menghitung RPM

$$N = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot T} \dots\dots\dots(5.6)$$

2. Error merupakan besarnya persentase ketidaksesuaian antara nilai yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur (display) saat praktikum. Nilai error digunakan untuk mengetahui seberapa dekat hasil perhitungan dengan nilai yang terukur secara langsung. Berikut adalah persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung nilai error $\cos \phi$:

$$Error = \left[\frac{\cos \pi \text{ perhitungan} - \cos \pi \text{ display}}{\cos \pi \text{ display}} \right] \times 100 \% \dots (5.7)$$

Pada setiap variasi hambatan ditemukan nilai dari $\cos \phi$ sebesar 0%. Kemudian berikut merupakan perhitungan Error daya:

$$Error = \left[\frac{\text{Daya perhitungan} - \text{Daya display}}{\text{Daya display}} \right] \times 100 \% \dots (5.8)$$

Nilai error daya pada setiap variasi hambatan bernilai 1,19% sampai 8,58%.

3. Hubungan hambatan dan RPM bersifat berbanding terbalik. Semakin besar hambatan, semakin rendah RPM karena motor bekerja lebih berat untuk menggerakkan rotor.

$$P = \sqrt{3} \times \frac{V^2 \text{ line}}{R} \times \cos \phi \dots (5.9)$$

$$N = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot T} \dots (5.10)$$

5.2 Saran

Adapun saran untuk praktikum rotor belit selanjutnya adalah sebaiknya penulisan laporan praktikum tidak perlu ditulis tangan supaya tidak boros kertas dan efisien waktu.

BAB V

KESIMPULAN

**(Yodha Farrel Mahandhika
- 5019241088)**

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari praktikum yang telah dilaksanakan maka terdapat beberapa kesimpulan yang diantaranya:

1. Pengukuran frekuensi, daya, tegangan, arus, dan $\cos \phi$ dilakukan menggunakan Single and Three Phase Measurement 68-100. Arus fasa diukur dengan tang ampere pada kabel R, S, dan T. Sedangkan putaran motor (RPM) diukur pada poros motor menggunakan tachometer. Untuk perhitungannya sendiri sebagai berikut :

- Perhitungan Frekuensi

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Frekuensi

$$f = \frac{N_s \times P}{120} \dots\dots\dots(5.1)$$

- Perhitungan Daya

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Daya

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \phi \dots\dots\dots(5.2)$$

- Perhitungan Tegangan

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Tegangan

$$V_{line} = \frac{P}{\sqrt{3} \times I_{line} \times \cos \phi} \dots\dots\dots(5.3)$$

- Perhitungan Arus

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Arus

$$I_{line} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times \cos \phi} \dots\dots\dots(5.4)$$

- Perhitungan $\cos \phi$

Berikut merupakan rumus untuk menghitung $\cos \phi$

$$\cos \phi = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line}} \dots\dots\dots(5.5)$$

- Perhitungan RPM

Berikut merupakan rumus untuk menghitung RPM

$$N = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot T} \dots\dots\dots(5.6)$$

2. Error merupakan besarnya persentase ketidaksesuaian antara nilai yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur (display) saat praktikum. Nilai error digunakan untuk mengetahui seberapa dekat hasil perhitungan dengan nilai yang terukur secara langsung. Berikut adalah persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung nilai error $\cos \phi$:

$$Error = \left| \frac{\cos \pi \text{ perhitungan} - \cos \pi \text{ display}}{\cos \pi \text{ display}} \right| \times 100 \% \dots (5.7)$$

Pada setiap variasi hambatan ditemukan nilai dari $\cos \phi$ sebesar 0%. Kemudian berikut merupakan perhitungan Error daya:

$$Error = \left| \frac{\text{Daya perhitungan} - \text{Daya display}}{\text{Daya display}} \right| \times 100 \% \dots (5.8)$$

Nilai error daya pada setiap variasi hambatan bernilai 1,19% sampai 8,58%.

3. Hubungan hambatan dan RPM bersifat berbanding terbalik. Semakin besar hambatan, semakin rendah RPM karena motor bekerja lebih berat untuk menggerakkan rotor.

$$P = \sqrt{3} \times \frac{V^2 \text{ line}}{R} \times \cos \phi \dots (5.9)$$

$$N = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot T} \dots (5.10)$$

5.2 Saran

Adapun saran untuk praktikum rotor belit selanjutnya adalah sebaiknya penulisan laporan praktikum tidak perlu ditulis tangan supaya tidak boros kertas dan efisien waktu.

BAB V

KESIMPULAN

**(Anargya Vincent Alfredo -
5019241092)**

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari praktikum yang telah dilaksanakan maka terdapat beberapa kesimpulan yang diantaranya:

1. Dalam mengukur frekuensi, daya, tegangan, arus, dan $\cos \phi$ akan dilakukan menggunakan Single and Three Phase Measurement 68-100. Arus fasa diukur menggunakan tang ampere pada kabel R, S, dan T. Pada RPM diukur menggunakan tachometer. Untuk perhitungannya sendiri sebagai berikut :

- Perhitungan Daya

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Daya

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \phi \dots \dots \dots (5.1)$$

Di mana, V_{line} adalah tegangan line, I_{line} adalah arus line, dan $\cos \phi$ adalah faktor daya.

- Perhitungan Tegangan

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Tegangan

$$V_{line} = \frac{P}{\sqrt{3} \times I_{line} \times \cos \phi} \dots \dots \dots (5.2)$$

Di mana, P adalah daya dalam satuan Watt, I_{line} adalah arus line, dan $\cos \phi$ adalah faktor daya.

- Perhitungan Arus

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Arus

$$I_{line} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times \cos \phi} \dots \dots \dots (5.3)$$

Di mana, P adalah daya dalam satuan Watt, V_{line} adalah tegangan line, dan $\cos \phi$ adalah faktor daya.

- Perhitungan $\cos \phi$

Berikut merupakan rumus untuk menghitung $\cos \phi$

$$\cos \phi = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line}} \dots \dots \dots (5.4)$$

Di mana, P adalah daya dalam satuan Watt, I_{line} adalah arus line, dan V_{line} adalah tegangan line.

- Perhitungan RPM

Berikut merupakan rumus untuk menghitung RPM

$$N = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot T} \dots\dots\dots(5.5)$$

Di mana, P adalah daya dalam satuan Watt, dan T adalah torsi dalam Nm.

2. Persentase error menunjukkan sejauh mana tingkat ketidaksesuaian antara hasil perhitungan dengan nilai aktual yang tertera pada layar alat ukur saat praktikum. Nilai ini berfungsi sebagai indikator untuk menilai tingkat akurasi atau seberapa dekat hasil kalkulasi dengan data yang terukur secara langsung. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menentukan nilai error pada $\cos \phi$

$$Error = \left[\frac{\cos \pi \text{ perhitungan} - \cos \pi \text{ display}}{\cos \pi \text{ display}} \right] \times 100 \% \dots\dots\dots(5.6)$$

Pada setiap variasi hambatan ditemukan nilai dari $\cos \phi$ sebesar 2% hingga 11%. Kemudian berikut merupakan perhitungan Error daya:

$$Error = \left[\frac{\text{Daya perhitungan} - \text{Daya display}}{\text{Daya display}} \right] \times 100 \% \dots\dots\dots(5.7)$$

Nilai error daya pada setiap variasi hambatan bernilai 2% sampai 12%.

3. Hubungan hambatan dan RPM bersifat berbanding terbalik. Semakin besar hambatan, semakin rendah RPM karena motor bekerja lebih berat untuk menggerakkan rotor.

$$P = \sqrt{3} \times \frac{V_{line}^2}{R} \times \cos \phi \dots\dots\dots(5.8)$$

5.2 Saran

Untuk efisiensi waktu dan agar lebih memahami materi, waktu yang digunakan untuk penulisan laporan sebaiknya digunakan untuk hal penunjang praktikum yang lain.

BAB V

KESIMPULAN

**(Moch Farhan Bagaskara -
5019241096)**

BAB V KESIMPULAN

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari praktikum yang telah dilaksanakan maka terdapat beberapa kesimpulan yang diantaranya:

1. Pengukuran frekuensi, daya, tegangan, arus, dan $\cos \phi$ dilakukan menggunakan Single and Three Phase Measurement 68-100. Arus fasa diukur dengan tang ampere pada kabel R, S, dan T. Sedangkan putaran motor (RPM) diukur pada poros motor menggunakan tachometer. Untuk perhitungannya sendiri sebagai berikut :

- Perhitungan Frekuensi

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Frekuensi

$$f = \frac{N_s \times P}{120} \dots\dots\dots(5.1)$$

- Perhitungan Daya

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Daya

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \phi \dots\dots\dots(5.2)$$

- Perhitungan Tegangan

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Tegangan

$$V_{line} = \frac{P}{\sqrt{3} \times I_{line} \times \cos \phi} \dots\dots\dots(5.3)$$

- Perhitungan Arus

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Arus

$$I_{line} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times \cos \phi} \dots\dots\dots(5.4)$$

- Perhitungan $\cos \phi$

Berikut merupakan rumus untuk menghitung $\cos \phi$

$$\cos \phi = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line}} \dots\dots\dots(5.5)$$

- Perhitungan RPM

Berikut merupakan rumus untuk menghitung RPM

$$N = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot T} \dots\dots\dots(5.6)$$

2. Error merupakan besarnya persentase ketidaksesuaian antara nilai yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur (display) saat praktikum. Nilai error digunakan untuk mengetahui seberapa dekat hasil perhitungan

dengan nilai yang terukur secara langsung. Berikut adalah persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung nilai error cos phi:

$$Error = \left| \frac{\cos \pi \text{ perhitungan} - \cos \pi \text{ display}}{\cos \pi \text{ display}} \right| \times 100 \% \dots \dots (5.7)$$

Pada setiap variasi hambatan ditemukan nilai dari cos phi sebesar 0%. Kemudian berikut merupakan perhitungan Error daya:

$$Error = \left| \frac{\text{Daya perhitungan} - \text{Daya display}}{\text{Daya display}} \right| \times 100 \% \dots \dots (5.8)$$

Nilai error daya pada setiap variasi hambatan bernilai 1,19% sampai 8,58%.

3. Hubungan hambatan dan RPM bersifat berbanding terbalik. Semakin besar hambatan, semakin rendah RPM karena motor bekerja lebih berat untuk menggerakkan rotor.

$$P = \sqrt{3} \times \frac{V^2 \text{ line}}{R} \times \cos \varphi \dots \dots \dots (5.9)$$

$$N = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot T} \dots \dots \dots (5.10)$$

5.2 Saran

Adapun saran untuk praktikum rotor belit selanjutnya adalah sebaiknya penulisan laporan praktikum tidak perlu ditulis tangan supaya tidak boros kertas dan efisien waktu.

BAB V

KESIMPULAN

**(Nabila Mirza Arifin Putri -
5019241103)**

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari praktikum yang telah dilaksanakan maka terdapat beberapa kesimpulan yang diantaranya:

4. Pengukuran frekuensi, daya, tegangan, arus, dan $\cos \phi$ dilakukan menggunakan Single and Three Phase Measurement 68-100. Arus fasa diukur dengan tang ampere pada kabel R, S, dan T. Sedangkan putaran motor (RPM) diukur pada poros motor menggunakan tachometer. Untuk perhitungannya sendiri sebagai berikut :

- Perhitungan Frekuensi

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Frekuensi

$$f = \frac{N_s \times P}{120} \dots\dots\dots(5.1)$$

- Perhitungan Daya

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Daya

$$P = \sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line} \times \cos \phi \dots\dots\dots(5.2)$$

- Perhitungan Tegangan

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Tegangan

$$V_{line} = \frac{P}{\sqrt{3} \times I_{line} \times \cos \phi} \dots\dots\dots(5.3)$$

- Perhitungan Arus

Berikut merupakan rumus untuk menghitung Arus

$$I_{line} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times \cos \phi} \dots\dots\dots(5.4)$$

- Perhitungan $\cos \phi$

Berikut merupakan rumus untuk menghitung $\cos \phi$

$$\cos \phi = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_{line} \times I_{line}} \dots\dots\dots(5.5)$$

- Perhitungan RPM

Berikut merupakan rumus untuk menghitung RPM

$$N = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot T} \dots\dots\dots(5.6)$$

5. Error merupakan besarnya persentase ketidaksesuaian antara nilai yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur (display) saat praktikum. Nilai error digunakan untuk mengetahui seberapa dekat hasil perhitungan dengan nilai yang terukur secara langsung. Berikut adalah persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung nilai error $\cos \phi$:

$$Error = \left[\frac{\cos \pi \text{ perhitungan} - \cos \pi \text{ display}}{\cos \pi \text{ display}} \right] \times 100 \% \dots (5.7)$$

Pada setiap variasi hambatan ditemukan nilai dari $\cos \phi$ sebesar 0%. Kemudian berikut merupakan perhitungan Error daya:

$$Error = \left[\frac{\text{Daya perhitungan} - \text{Daya display}}{\text{Daya display}} \right] \times 100 \% \dots (5.8)$$

Nilai error daya pada setiap variasi hambatan bernilai 1,19% sampai 8,58%.

6. Hubungan hambatan dan RPM bersifat berbanding terbalik. Semakin besar hambatan, semakin rendah RPM karena motor bekerja lebih berat untuk menggerakkan rotor.

$$P = \sqrt{3} \times \frac{V^2 \text{ line}}{R} \times \cos \phi \dots (5.9)$$

$$N = \frac{P \cdot 60}{2\pi \cdot T} \dots (5.10)$$

5.2 Saran

Adapun saran untuk praktikum rotor belit selanjutnya adalah sebaiknya penulisan laporan praktikum tidak perlu ditulis tangan supaya tidak boros kertas dan efisien waktu.

DAFTAR PUSTAKA

Chapman, S.J., 2011. *Electric Machinery Fundamentals*. 5th ed. New York: McGraw-Hill.

Fitzgerald, A.E., Kingsley, C. and Umans, S.D., 2003. *Electric Machinery*. 6th ed. New York: McGraw-Hill.

Kadir, A., 2010. *Distribusi dan Pemakaian Tenaga Listrik*. Jakarta: Erlangga.

Kurnia, M. Z., Kastawan, I. M. W., & Raharjo, P. (2023). Pengaruh ketidakseimbangan tegangan pada suplai daya listrik terhadap kecepatan putaran dan efisiensi motor induksi 3-fasa. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*, 3(2).

Sarwito, S. (2024). *Listrik Perkapalan*. Penerbit NEM.

Salimi, M., & Zakaria, A. (2021). Performance analysis of three-phase induction motor under variable frequency and slip characteristics. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 11(4), 2845-2853.



LABORATORIUM LISTRIK KAPAL DAN OTOMATISASI

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
Kampus ITS Sukolilo Gd. WA Lt. 3, Surabaya 60111
Telp. 031 599 4251 ext. 28
Fax. 031 599 4757
Email. itsmeaslaboratory@gmail.com

LAMPRAN

- Lampiran 1. Tabel pengamatan**
- Lampiran 2. Foto simulasi (jika ada)**
- Lampiran 3. Lembar Asistensi & Kehadiran Praktikum**