

**ANALISIS KARAKTERISTIK PERUBAHAN BEBAN
PADA MOTOR INDUKSI DENGAN EDDY CURRENT BRAKE
DAN BERBAGAI METODE STARTING**

SKRIPSI

Oleh :

JOSUA SIMANJUNTAK

178120047



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 12/2/25

Access From (repository.uma.ac.id)12/2/25

**ANALISIS KARAKTERISTIK PERUBAHAN BEBAN
PADA MOTOR INDUKSI DENGAN EDDY CURRENT BRAKE
DAN BERBAGAI METODE STARTING**

SKRIPSI

JOSUA SIMANJUNTAK

178120047

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Di Fakultas Teknik Elektro Universitas Medan Area

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 12/2/25

Access From (repository.uma.ac.id)12/2/25

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Karakteristik Perubahan Beban Pada Motor Induksi
Dengan Eddy Current Brake Dan Berbagai Metode Starting

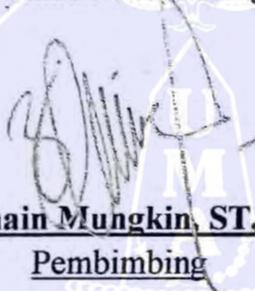
Nama : Josua Simanjuntak

NPM : 178120047

Fakultas : Teknik

Disetujui oleh :

Komisi Pembimbing


Moranain Mungkin, ST, M.Si
Pembimbing

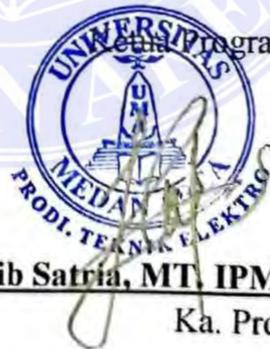
Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Supriatno, S.T, M.T
Dekan

Ketua Program Studi



Ir. Habib Satria, MT, IPM., ASEAN.Eng.
Ka. Prodi

Tanggal lulus : 11 September 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Josua Simanjuntak

NPM :178120047

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 16 Desember 2024



Josua Simanjuntak

NPM. 178120047

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR / SKRIPSI / TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKDEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Josua Simanjuntak

NPM : 178120047

Program Studi : Teknik Elektro

Jenis Karya : Skripsi

Demi Pengembangan ilmu Pengetahuan, Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksekutif (Non-Exclusive Rotalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul Analisis Karakteristik Perubahan Beban Pada Motor Induksi Dengan Eddy Current Brake Dan Berbagai Metode Starting. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksekutif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan skripsi sya selama tetap tecantum nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian oerbyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 16 Desember 2024



Josua Simanjuntak

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kabupaten Bagan Sinembah pada tanggal 3 Agustus 1998 dari ayah Pedy M Simanjuntak Dan ibu Roida Sitorus. Penulis Merupakan anak ke dua dari tiga bersaudara

Tahun 2017 Penulis Lulus Dari SMAS Tunas Bangsa. Pada tahun 2017 Terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas teknik Universitas Medan Area Jurusan Elektro.

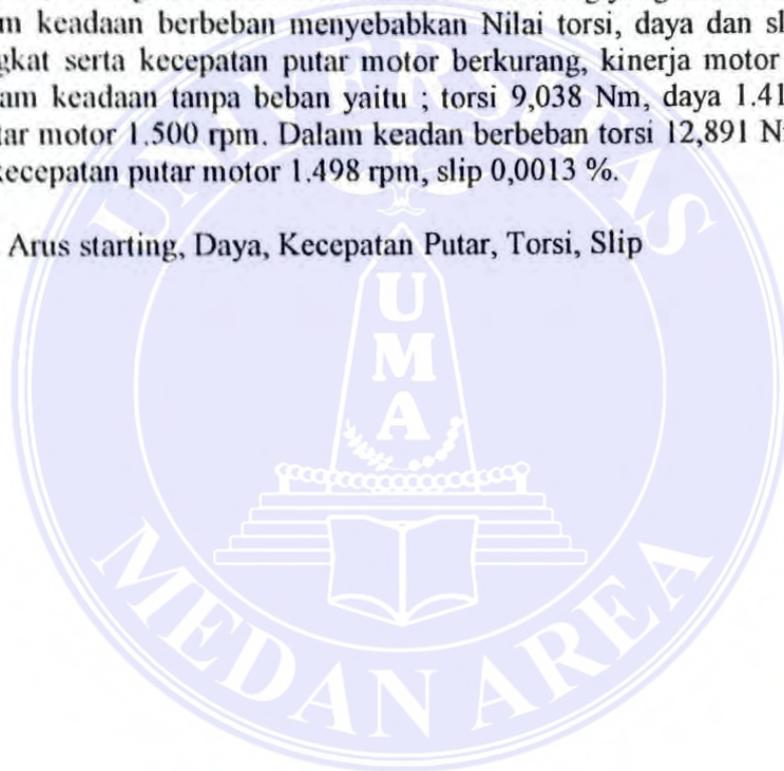
Selama berkuliah, Penulis banyak mendapatkan pengetahuan dalam bidang Teknik Elektro dengan mengikuti praktikum dan mata kuliah, pada tahun 2020 penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) Di PT SGSR PMKS Sirandorung yang berada di Kabupaten Tapanuli Tengah, penulis juga aktif mengikuti organisasi mahasiswa didalam maupun diluar kampus.



ABSTRAK

Motor induksi banyak digunakan di dunia industri karena mempunyai efisiensi yang tinggi, perawatan yang mudah, harga relatif murah. Permasalahan pada motor induksi ialah arus starting yang lebih tinggi dari arus nominalnya. Motor induksi tidak lepas dari beban yang mempengaruhi kinerjanya. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui metode starting yang lebih baik DOL dengan Stardelta juga untuk mengetahui karakteristik perubahan beban pada motor induksi apabila dalam keadaan berbeban. Dalam penelitian ini alternatif pembebanan menggunakan eddy current brake sebagai beban. Metode penelitian yang akan digunakan dimulai dengan studi literatur, perancangan rangkaian pada motor induksi 3 fasa dengan kapasitas 0,09 kW/0,12 HP, pengambilan data dan menganalisa data yang di peroleh. Dari penelitian ini menunjukkan DOL memiliki arus starting yang tinggi mencapai 3,16 A, sedangkan stardelta memiliki arus starting yang lebih halus yaitu 1,84 A. Dalam keadaan berbeban menyebabkan Nilai torsi, daya dan slip pada motor meningkat serta kecepatan putar motor berkurang, kinerja motor induksi pada saat dalam keadaan tanpa beban yaitu ; torsi 9,038 Nm, daya 1.418 watt, kecepatan putar motor 1.500 rpm. Dalam keadan berbeban torsi 12,891 Nm, daya 2.009 Watt, kecepatan putar motor 1.498 rpm, slip 0,0013 %.

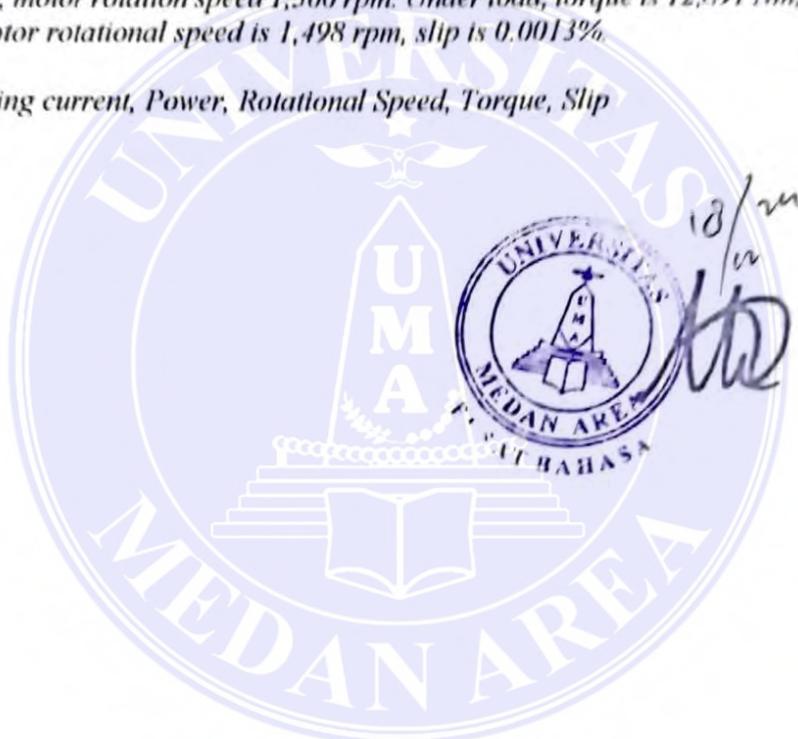
Kata kunci : Arus starting, Daya, Kecepatan Putar, Torsi, Slip



ABSTRACT

Induction motors are widely used in the industrial world because they have high efficiency, easy maintenance, and relatively cheap prices. The problem with induction motors is that the starting current is higher than the nominal current. Induction motors cannot be separated from loads that affect their performance. The aim of this research was to find out a better starting method for DOL with Stardelta and also to know the characteristics of load changes on an induction motor when it is under load. In this research, the loading alternative used an eddy current brake as a load. The research method that will be used begins with a literature study, circuit design for a 3-phase induction motor with a capacity of 0.09 kW 0.12 HP, data collection and analyzing the data obtained. From this research, it showed that DOL has a high starting current reaching 3.16 A, while Stardelta has a smoother starting current, namely 1.84 A. Under load conditions, the value of torque, power and slip on the motor increases and the motor rotational speed decreases, resulting in performance induction motor when in no-load condition, namely; torque 9,038 Nm, power 1,418 wat, motor rotation speed 1,500 rpm. Under load, torque is 12,891 Nm, power is 2,009 Wat, motor rotational speed is 1,498 rpm, slip is 0.0013%.

Keywords: Starting current, Power, Rotational Speed, Torque, Slip



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala kebaikan, kekuatan, dan rahmat-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Dimana tugas akhir ini yang menjadi salah satu syarat kelulusan dari Universitas Medan Area. Dalam pelaksanaan ini judul yang dipilih dalam penyelesaian analisis penelitian ini adalah “Analisis Karakteristik Perubahan Beban Pada Motor Induksi Dengan Eddy Current Brake Dan Berbagai Metode” skripsi ini disusun bertujuan untuk menyelesaikan program pendidikan stars 1 Program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area. Dalam pelaksanaan hingga penyelesaian penulisan tugas akhir ini penulis dapat banyak bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dan pada kesempatan ini penulis banyak berterimakasih kepada :

1. Kedua orang tua saya, yang telah menyekolahkan dan memberi dukungan penuh kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. rahmad Syah, S.Kom, M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Habib Satria, MT, IPP selaku ketua program studi teknik elektro Universitas Medan Area.
5. Bapak Moranain Mungkin, ST, M.Si selaku dosen pembimbing I untuk tugas akhir ini, yang sudah banyak meluangkan waktu, Tenaga dan pikiran dalam penyusunan proposal tugas akhir ini.

6. Seluruh Dosen beserta staff Fakultas Teknik, Universitas Medan Area khususnya Program studi Teknik Elektro yang telah memberikan pengetahuannya dan memberikan bantuan kepada penulis selama perkuliahan.
7. Rekan-Rekan seuniversitas penulis terkhususnya buat jurusan teknik elektro dan seluruh pihak yang telah membanntu dalam kelancaran penyelesaian tugas akhir ini.
8. Semua pihak-pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan banyak ilmu dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis tidaklah sempurna, apabila nantinya terdapat kekeliruan dalam penulisan laporan tugas akhir ini penulis mengharapkan kritik dan sarannya. Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat untuk penulis dan pembaca maupun semua pihak yang bersangkutan.

Medan, 16 Desember 2024



Josua Simanjuntak

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Defenisi Motor Induksi	4
2.2. Konstruksi Motor Induksi	4
2.2.1. <i>Stator Motor Induksi 3 Fasa</i>	5
2.2.2. <i>Rotor Motor Induksi 3 Fasa</i>	5
2.3. Medan Putar.....	5
2.4. Silp.....	6
2.5. Prinsip Kerja Motor Induksi	7
2.6. Daya motor	8
2.7. Torsi Motor Induksi.....	9
2.8. Metode Starting Motor Induksi.....	9
2.8.1. <i>Metode Starting Langsung (Direct On Line)</i>	10

2.8.2. Metode Starting Wye-Delta.....	11
2.9. Eddy Current Brake.....	11
BAB III.....	13
METODELOGI PENELITIAN.....	13
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	13
3.2. Peralatan Dan Bahan.....	13
3.2.1. Matlab (mathworks-Simulink).....	13
3.1. Variabel Penelitian.....	15
3.2. Prosedur Penelitian.....	15
3.3. Pelaksanaan Penelitian.....	16
BAB IV.....	18
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1. Motor induksi 3 phasa dengan beban <i>Eddy current brake</i>	18
4.2. Perbandingan arus strating metode starting motor induksi 3 fasa DOL (<i>Direct On-Line</i>) dan metode <i>Wye Delta</i>	19
1. Metode DOL (<i>Direct On-Line</i>).....	19
2. Metode <i>Wye Delta</i>	21
4.3. Kinerja motor induksi dengan perunahan beban.....	23
4.4. Perhitungan data hasil pengukuran kinerja motor induksi.....	24
1. Torsi motor.....	24
2. Daya motor.....	24
3. Slip.....	24
4. Kecepatan putar motor.....	24
4.5. Grafik perubahan beban terhadap kinerja motor induksi 3 fasa	25
1. Pengaruh perubahan beban terhadap torsi motor induksi 3 fasa.....	25
2. Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Daya Motor.....	25

3. <i>Pengaruh perubahan beban terhadap kecepatan putar motor.</i>	26
BAB V	27
KESIMPULAN	27
DAFTAR PUSTAKA	28



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Segitiga Daya	8
Gambar 3. 1. Elemen perintah halaman depan	14
Gambar 3. 2. Blok perintah pada Simulink.....	15
Gambar 3. 3. Alur Penelitian	17
Gambar 4. 1. Gambaran kopel motor induksi ddengan eddy current brake	19
Gambar 4. 2. Rangkaian DOL	20
Gambar 4. 3. Grafik arus starting DOL	21
Gambar 4. 4. Rangkaian Star delta	21
Gambar 4. 5. Grafik arus starting Star delta	23
Gambar 4. 6. grafik hasil pengukuran dan perhitungan beban terhadap torsi motor	25
Gambar 4. 7. grafik hasil pengukuran dan perhitungan beban terhadap daya motor	25

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1. Pengukuran arus starting DOL.....	20
Tabel 4. 2. Pengukuran arus starting Star delta.....	22
Tabel 4. 3. Hasil pengukuran kinerja motor induksi 3 fasa	23
Tabel 4. 4. Data hasil perhitungan kinerja motor induksi 3 fasa	24



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Motor induksi merupakan motor arus bolak-balik yang paling banyak digunakan dalam dunia industri baik itu dalam pembangkitan listrik tenaga air, uap, maupun tenaga nuklir. Penggunaan motor induksi ini sangat dibutuhkan karena kegunaannya sebagai penggerak utama dalam berbagai pembangkitan listrik. Hal ini terjadi karena motor ini memiliki konstruksi yang cukup sederhana serta perawatan yang tidak terlalu banyak, dalam hal ini juga motor induksi menyediakan efisiensi yang baik dan putaran yang konstan dalam perubahan beban yang akan terjadi.

Dalam penggunaannya motor induksi tidak lepas dari beban yang dipikul, jika keadaan tanpa beban maka motor induksi ini akan menurunkan arus magnetisasi dalam jumlah besar dan sedikit komponen aktif untuk menutupi rugi rugi tanpa beban, maka motor induksi mengakibatkan arus tanpa beban yang cukup tinggi. Berbeda saat motor induksi dibebani, komponen aktif arus akan bertambah sedangkan magnetisasi komponen lainnya hampir sama. Sebagai akibatnya factor daya motor akan bertambah.

Oleh karena itu dilakukan percobaan analisis karakteristik perubahan beban pada motor induksi dengan *Eddy Current Brake* untuk mengetahui nilai kinerja motor induksi akibat perubahan beban yang akan dibandingkan dengan motor induksi tanpa beban maupun menggunakan beban. Dalam hal ini percobaan dan analisa akan dilakukan dengan metode-metode starting motor yaitu starting langsung dan starting wye- delta, kemudian kita akan melihat perbandingan

perubahan beban dan tanpa beban dengan memakai metode-metode starting motor induksi. Sehingga kita dapat memperhatikan bagaimana hubungannya terhadap operasi motor induksi dalam perubahan beban dengan menggunakan metode starting motor induksi yang berbeda.

1.2. Rumusan Masalah

Agar tujuan pembahasan ini dapat tercapai dan terarah maka ditentukan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara melakukan pembebanan pada motor induksi dengan menggunakan eddy current brake
2. Bagaimana perubahan karakteristik motor induksi apabila diberi beban dan tanpa beban dengan metode starting langsung.
3. Bagaimana perubahan karakteristik motor induksi apabila diberi beban dan tanpa beban dengan metode starting wye-delta.

1.3. Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tidak membahas perubahan arah putaran motor induksi.
2. Tidak membahas ketidakseimbangan beban maupun tegangan dari motor induksi.
3. Analisa percobaan dan pengumpulan data dilakukan secara simulasi menggunakan aplikasi Matlab.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui cara memberikan beban alternatif lain menggunakan eddy current brake.
2. Untuk mengetahui perbandingan metode starting motor induksi antara DOL dengan Stardelta
3. Untuk mengetahui perubahan karakteristik motor induksi apabila diberi beban dan tanpa beban dengan metode setiap starting.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Agar dapat mengetahui jumlah beban yang dibutuhkan saat proses pengoperasian motor induksi.
2. Agar dapat mengetahui perubahan karakteristik motor induksi pada saat pengoperasian dilakukan.
3. Untuk memberikan informasi kepada pembaca maupun penulis bagaimana kinerja motor induksi terhadap perubahan beban.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Defenisi Motor Induksi

Sebuah motor dalam dunia kelistrikan ialah mesin yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Salah satu adalah motor listrik yang umum digunakan dalam dunia industri ialah motor induksi. Motor induksi merupakan salah satu mesin *asinkronous* (*asynchronous motor*) karena mesin ini beroperasi pada kecepatan di bawah kecepatan sinkron. Kecepatan sinkron sendiri ialah kecepatan rotasi medan magnetik pada mesin.

Berdasarkan suplai input yang digunakan terdapat 2 jenis motor induksi, yaitu motor induksi 1 fasa dan motor induksi 3 fasa. Dalam penelitian ini akan dijelaskan mengenai motor induksi 3 fasa saja, namun untuk prinsip kerjanya sendiri kedua jenis motor induksi tersebut memiliki prinsip kerja yang sama. Yang membedakan dari kedua motor induksi ini ialah motor induksi 1 fasa tidak dapat berputar tanpa bantuan putaran dari luar pada awal motor digunakan, sedangkan motor induksi 3 fasa dapat berputar sendiri tanpa bantuan gaya dari luar.

2.2. Konstruksi Motor Induksi

Motor induksi pada dasarnya memiliki konstruksi yang sama dengan motor *syncron* yaitu memiliki stator dan memiliki perbedaan dalam hal konstruksi rotornya. Secara umum motor induksi dibagi menjadi dua buah yaitu motor induksi satu fasa dan motor induksi tiga fasa. Secara prinsip cara kerja kedua motor ini adalah sama yaitu karena adanya induksi yaitu adanya medan putar pada belitan stator yang memotong batang batang rotor sehingga akan timbul induksi pada rotor.

Bagian utama dari motor induksi adalah :

1. Bagian yang diam (stator)
2. Bagian yang bergerak (rotor)

2.2.1. Stator Motor Induksi 3 Fasa

Stator adalah bagian terluar dari motor yang merupakan bagian yang diam dan tempat mengalirnya arus fasa. Inti stator motor induksi terbuat dari lapisan-lapisan laminasi pelat baja yang didukung dalam rangka stator yang terbuat dari besi tuang atau pelat baja yang dipabrikasi. Belitan motor dibuat terpisah 120 derajat listrik. Belitan fasa dapat tersambung secara Wye (bintang) atau Delta (segitiga).

Dari bagian stator dapat dibagi menjadi beberapa bagian antara lain sebagai berikut:

- a. Rangka motor (Frame)
- b. Inti kutub magnet dan lilitan penguat magnet
- c. Sikat
- d. Komutator

2.2.2. Rotor Motor Induksi 3 Fasa

Rotor dari motor induksi 3 fasa dibagi menjadi 2 macam yaitu :

1. Rotor Sangkar tupai / Squirrel cage
2. Rotor Belitan / Wound Rotor

2.3. Medan Putar

Perputaran motor pada mesin arus bolak – balik ditimbulkan oleh adanya medan putar (fluks yang berputar) yang dihasilkan dalam kumparan statornya.

Medan putar ini terjadi apabila kumparan stator dihubungkan dalam fasa banyak, umumnya pada 3 fasa. Hubungan ini dapat berupa hubungan bintang atau delta. Pada saat terminal tiga fasa motor induksi dihubungkan dengan suplai tiga fasa maka arus bolak-balik tiga fasa I_a, I_b, I_c yang terpisah sebesar 120° satu sama lain akan mengalir pada kumparan stator. Arus-arus ini akan menghasilkan gaya gerak magnet yang kemudian menghasilkan fluks yang berputar atau disebut juga medan putar.

Kecepatan putaran medan putar stator dinamakan kecepatan sinkron, medan putar stator kemudian memotong konduktor pada batang rotor ikut berputar setelah melalui beberapa proses. Arah putaran rotor motor induksi searah dengan arah putaran medan putar, namun kecepatan putaran rotor lebih rendah dari kecepatan sinkronnya. Perbedaan kecepatan putaran ini dinamakan slip motor induksi.

2.4. Slip

Motor induksi tidak dapat berputar pada kecepatan sinkron. Jika hal ini terjadi maka rotor tidak akan berputar relative terhadap fluksi yang berputar. Maka tidak akan ada ggl yang diinduksikan dalam rotor sehingga tidak ada arus yang mengalir pada rotor dan tidak akan menghasilkan kopel. Kecepatan rotor sekalipun tanpa beban harus lebih kecil dari kecepatan sinkron agar adanya tegangan induksi pada rotor, dan akan menghasilkan arus di rotor. Apabila rotor motor induksi berputar dengan kecepatan n_r dan kecepatan medan putar stator adalah n_s maka slip (S) adalah

$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\% \quad (1)$$

dimana : n_s = kecepatan medan putar distator n_r = kecepatan rotor

$$S = \text{Slip (\%)}$$

2.5. Prinsip Kerja Motor Induksi

Secara sederhana motor induksi bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator kepada kumparan rotornya. Pada dasarnya ada beberapa prinsip penting pada motor induksi yaitu :

1. Apabila sumber tegangan tiga fasa dipasang pada kumparan stator, maka pada kumparan tersebut akan timbul medan magnet putar dengan kecepatan.

$$n_s = \frac{120}{P} f \quad (2)$$

Dimana :

n_s = Kecepatan medan putar stator (rpm) f = Besarnya frekuensi (Hz)

p = Jumlah kutub.

2. Medan putar stator tersebut akan memotong batang konduktor pada rotor.
3. Akibatnya pada kumparan rotor timbul gaya gerak listrik induksi (ggl)

sebesar :

$$E_{2s} = 4,44 \cdot f_2 \cdot N_r$$

Dimana :

E_{2s} = Tegangan induksi pada saat rotor berputar (volt)

f_2 = Frekuensi rotor (Hz)

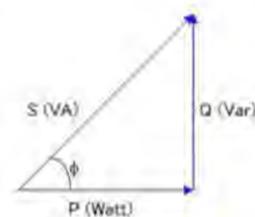
N_r = Kecepatan putar rotor (rpm)

4. Karena rangkaian kumparan rotor merupakan rangkaian tertutup, maka ggl (E) akan menghasilkan arus rotor (I_r).

5. Adanya arus (I) didalam medan magnet menimbulkan gaya (F) pada rotor.
6. Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya (F) pada rotor cukup besar untuk memikul kopel beban, rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.
7. Seperti yang telah dijelaskan pada point (3) tegangan induksi rotor timbul karena terpotongnya batang konduktor (rotor) oleh medan putar stator. Artinya agar tegangan terinduksi diperlukan perbedaan relatif antara kecepatan medan putar stator (Ns) dengan kecepatan putar rotor (Nr), perbedaan kecepatan antara Ns dan Nr disebut slip (S).
8. Bila $N_r = N_s$, tegangan tidak akan terinduksi dan arus tidak mengalir pada rotor, dengan demikian tidak dihasilkan kopel.
9. Kopel motor akan timbul apabila N_r lebih kecil dari N_s .

2.6. Daya motor

Daya adalah banyaknya perubahan energi terhadap waktu dengan besaran tegangan dan arus. Daya listrik dapat dibagi menjadi 3 yakni daya aktif (P), daya reaktif (Q), dan daya semu (S). Daya semu (S) sendiri merupakan hasil penjumlahan kuadrat dari komponen daya aktif (P) serta daya reaktif (Q) sehingga dapat disebut dengan hubungan segitiga daya yang dalam bentuk vektor dapat digambarkan beserta dengan rumus sebagai berikut :



Gambar 2. 1. Segitiga Daya

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \quad (3)$$

2.7. Torsi Motor Induksi

Besarnya torsi yang dapat di hasilkan oleh motor tergantung dengan besarnya beban yang ada pada motor motor. Torsi berhubungan dengan kemampuan motor untuk menerima beban, jadi torsi motor di pengaruhi oleh beban. Perubahan beban mengakibatkan perubahan kecepatan putar motor akibatnya terjadi perubahan torsi pada motor untuk menyesuaikan dengan torsi beban.

Dalam bentuk umumnya suatu persamaan torsi dari motor induksi dapat dihasilkan dan dijelaskan dengan rangkaian Thevenin. Dan untuk menghitung torsi motor induksi yaitu :

$$T = \frac{P_m}{\omega r} \quad (4)$$

Dimana :

- T = Torsi motor (dalam lb ft)
- n = Kecepatan putar motor (rpm)
- HP = Daya motor (HP = 746 watt)
- 5250 = Konstan

2.8. Metode Starting Motor Induksi

Motor induksi dapat distarting langsung hanya dengan menghubungkan dengan sumber tegangan. Namun untuk pertimbangan yang lebih baik hal ini tidak dilakukan. Sebagai contoh arus start yang dihasilkan dapat menyebabkan drop tegangan pada sistem tenaga.

Untuk motor induksi tiga fasa rotor belitan starting dapat dilakukan dengan menambahkan tahanan pada belitan rotor melalui cincin slip ring. Penambahan tahanan ini tidak hanya menyebabkan torsi start meningkat tetapi juga memperkecil

arus start. Untuk motor induksi tipe rotor sangkar, starting motor induksi dapat dilakukan dengan banyak cara tergantung pada daya nominal motor dan tahanan efektif rotor saat motor distart.

Ada beberapa metode starting motor induksi tiga fasa antara lain :

1. Starting langsung (direct on-line starting).
2. Starting Wye-Delta.
3. Starting dengan Autotransformator.
4. Starting dengan tahanan rotor (khusus motor induksi rotor belitan).
5. Starting softstater.

Semua cara yang disebutkan diatas dapat dilakukan pada motor induksi 1 fasa maupun 3 fasa, sedangkan starting Wye-Delta hanya dapat dilakukan pada motor induksi 3 fasa. Tetapi dalam penelitian ini percobaan dilakukan hanya dengan metode starting langsung dan starting Wye-Delta, untuk mendapatkan hasil perbandingan perubahan beban antara kedua starting tersebut pada motor induksi 3 fasa.

2.8.1. Metode Starting Langsung (Direct On Line)

Motor induksi apabila dihubungkan langsung ke sumber listrik akan menarik arus 4 sampai 7 kali arus beban penuhnya dan hanya menghasilkan 1,5 sampai 2,5 kali momen (torsi) beban penuh. Metode ini biasa juga disebut full-voltage

starter karena tegangan yang dimasukkan pada motor adalah tegangan yang sesuai dengan tegangan nominal dari motor dan akan menarik arus yang sangat besar sekali. Oleh karna itu cara seperti ini hanya dilakukan pada motor induksi dengan daya yang kecil, metode starting DOL ini digunakan apabila power

supply yang tersedia cukup besar dan pengaruh torsi awal tidak membahayakan terhadap beban yang digerakkan.

2.8.2. Metode Starting Wye-Delta

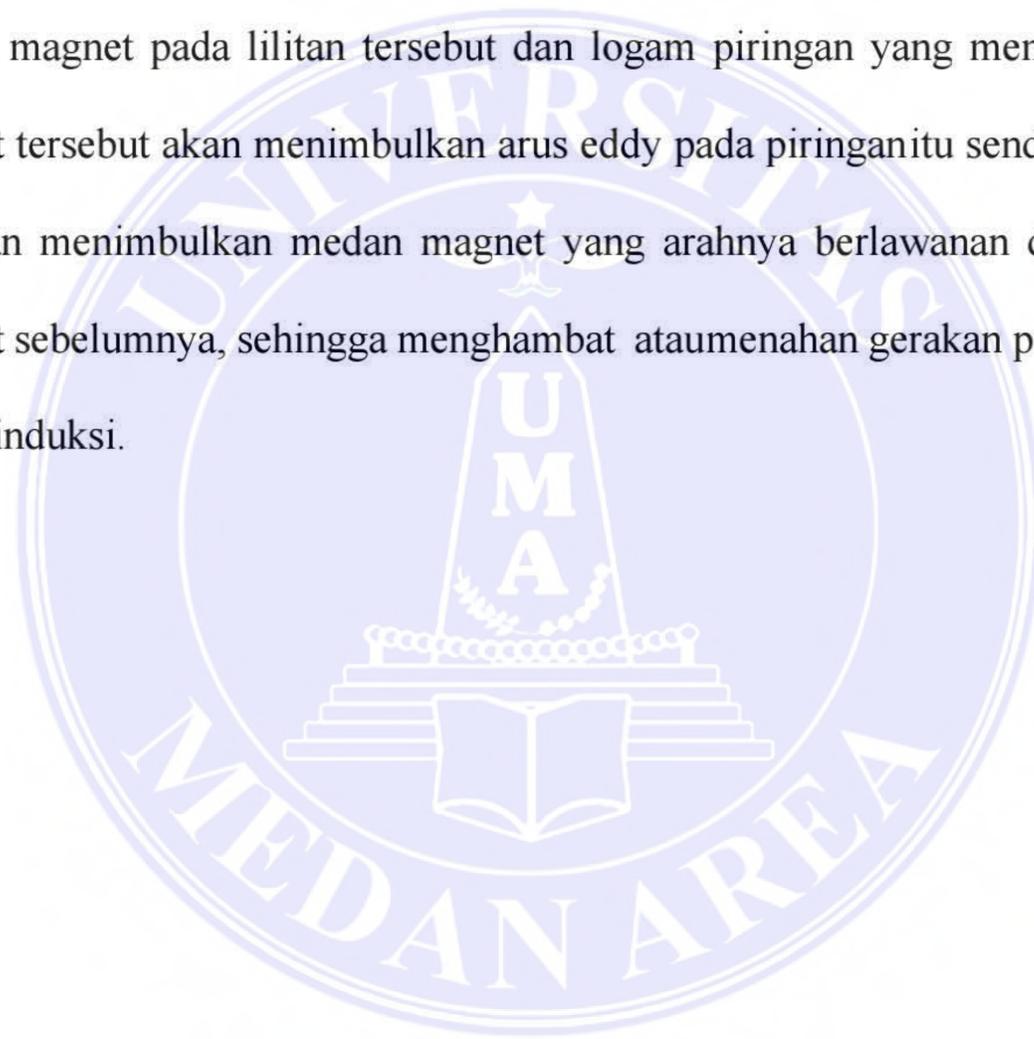
Metode starting wye-delta adalah salah satu starting motor induksi 3 fasa yang digunakan untuk mengurangi lonjakan arus yang terjadi saat motor dioperasikan. Pada rangkaian ini terdapat dua gulungan yaitu wye (Bintang) dan delta (Segitiga) sebuah kumparan motor induksi pertama-tama dihubungkan dalam bentuk rangkain wye dan selanjutnya dihubungkan pada delta, sehingga lonjakan arus saat starting akan diminimalkan karna tegangan yang mengalir harus melewati dua gulungan. Untuk melakukan hal ini, motor harus memiliki enam ujung kumparan stator yang dibawa menuju terminal-terminal motor. Pada saat star belitan stator dihubungkan secara wye (bintang) dan setelah mencapai putaran nominalnya belitan stator dihubungkan secara delta. Proses ini dilakukan dengan menggunakan saklar wye- delta yang dapat dilakukan secara manual ataupun otomatis dengan menggunakan kontaktor dan timer sehingga gulungan mendapat tegangan penuh dari sumber.

2.9. Eddy Current Brake

Eddy Current Brake (rem arus eddy) disebut sebagai rem induksi atau rem listrik dimana pada sistem pengereman ini menggunakan gaya elektromagnetik untuk memperlambat suatu gerakan yang umumnya adalah gerakan poros. Dimana dalam penelitian ini cara mengatur atau mengubah supaya beban berubah adalah dengan *Eddy Current Brake*. Bila beban pada poros motor berubah maka torsi motor akan berubah, pembebanan pada poros ini seolah olah menahan poros atau mengerem tetapi tidak sampai berhenti, dengan cara motor induksi yang diberi

sumber arus DC. Jadi dua motor induksi dikopel satu motor yang akan dites pembebanannya dan satu lagi sebagai *Eddy Current Brake* nya.

Arus eddy tercipta karna konduktor melewati medan magnet yang menciptakan gaya berlawanan yang berputar di dalam konduktor. Sebuah piringan dengan bahan logam non-ferromagnetik yang terpasang pada sebuah poros berputar, piringan tersebut diapit oleh sisi stator berupa sistem lilitan elektromagnetik yang dapat membangkitkan medan magnet dari aliran listrik. Maka arus listrik menimbulkan medan magnet pada lilitan tersebut dan logam piringan yang memotong medan magnet tersebut akan menimbulkan arus eddy pada piringan itu sendiri. Arus eddy ini akan menimbulkan medan magnet yang arahnya berlawanan dengan medan magnet sebelumnya, sehingga menghambat atau menahan gerakan putar dari poros motor induksi.



BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu dan tempat penelitian tugas akhir ini dilaksanakan pada :

Waktu :

Tempat :

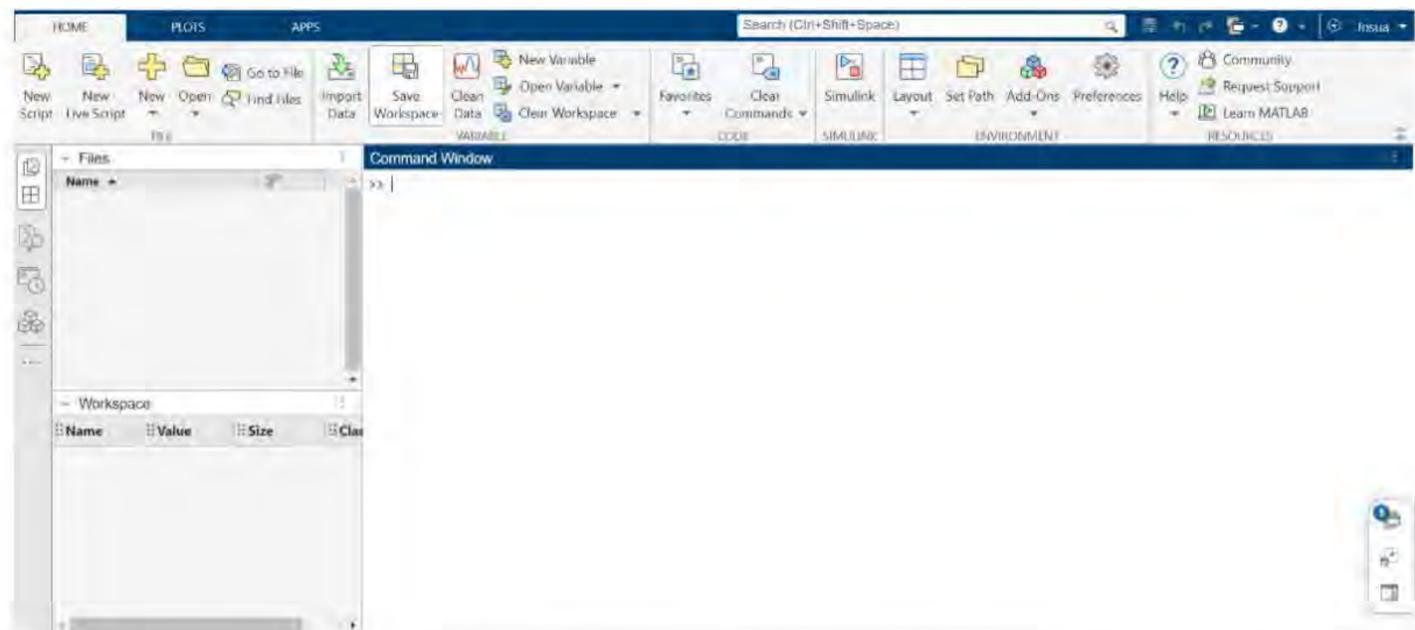
3.2. Peralatan Dan Bahan

Penelitian ini dilaksanakan secara simulasi menggunakan aplikasi Matlab (mathworks-simulink).

3.2.1. Matlab (mathworks-Simulink)

Matlab adalah singkatan dari *Matrix Laboratory*, merupakan bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh The Mathworks yang memiliki fungsi dan karakteristik yang berbeda dengan bahasa pemrograman lain seperti Delphi dan Basic. Fungsi dan kegunaan matlab sebagai berikut :

1. Matematika dan komputasi
2. Perkembangan algoritma
3. Pemodelan, simulasi dan pembuatan prototype
4. Analisa data, eksplorasi dan visualisasi

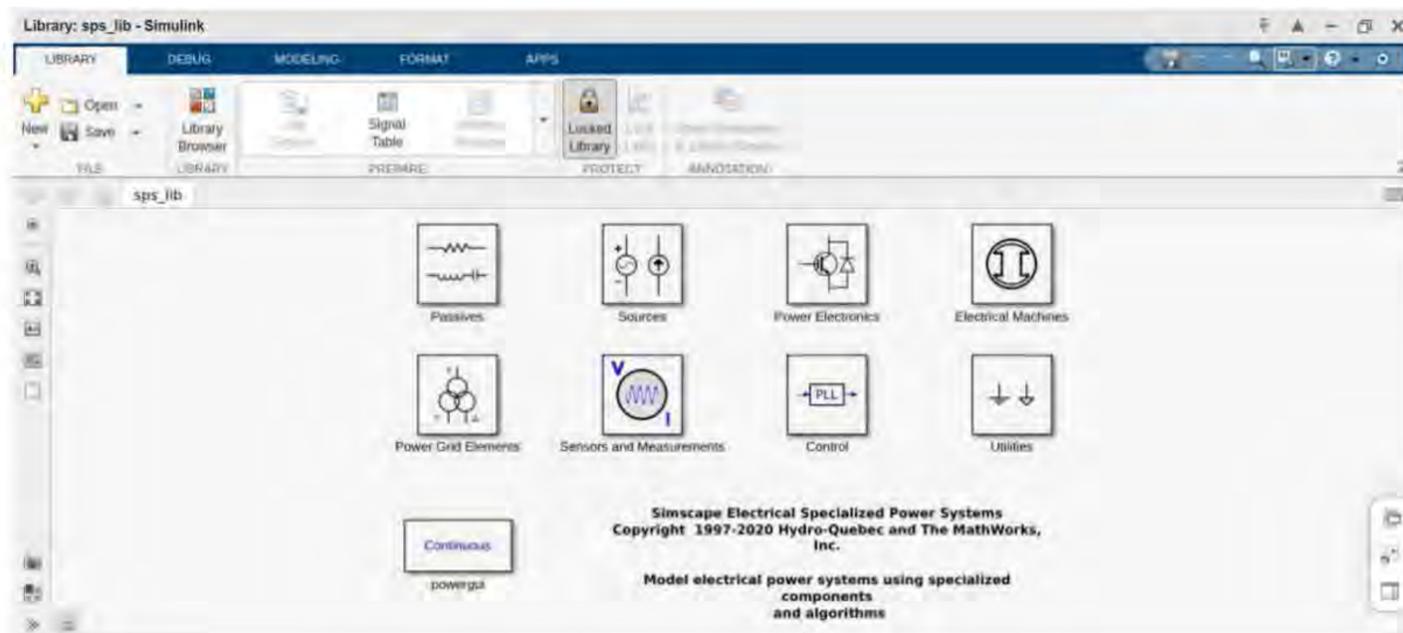


Gambar 3. 1. Elemen perintah halaman depan

Simulink Matlab adalah sebuah program yang terdiri dari diagram balok untuk simulasi sistem dinamis dan desain yang berbasis model. Proses linear atau tidak linear sistem pada *Simulink* tergantung waktu diskrit yang digambarkan menggunakan persamaan diferensial.

Simulink Matlab mempunyai visualisasi bahasa pemrograman terstruktur tersendiri dan analisis data diberbagai bidang disiplin ilmu seperti komunikasi, analisis sinyal, analisis gambar dan lain-lain.

Untuk menjalankan program *Simulink open_system* ('simulink.mdl') di jendela perintah *Matlab* atau klik blok *Simulink*. Blok-blok pada *Simulink* diatur kedalam kelompok fungsional seperti blok sinyal, blok sumber, fungsi linear dan non linear.



Gambar 3. 2. Blok perintah pada Simulink

3.1. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini variabel yang diamati berdasarkan spesifikasi dari motor induksi 3 fasa yaitu :

1. Daya motor (Kw)
2. Kecepatan putar motor (rpm)
3. Arus (Ampere)
4. Tegangan (Volt)
5. Nilai $\cos \phi$
6. Torsi (ib/ft)
7. Slip (%)

3.2. Prosedur Penelitian

Dalam melakukan prosedur penelitian ini kegiatan analisis karakteristik perubahan beban dengan *Eddy Current Brake* dilakukan sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Dalam penelitian ini penulis melakukan penelitian dengan metode

pengumpulan data dan studi literatur. Dimana pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan simulasi menggunakan aplikasi matlab (Mathworks-simulink). Selain itu juga dilakukan pengumpulan data, kemudian data yang diperlukan di analisa untuk mengetahui perubahan beban yang akan terjadi dengan mempelajari buku referensi atau jurnal baik dari internet dan bahan-bahan kuliah yang mendukung dengan penelitian yang dilakukan dan berkaitan dengan topik- topik yang akan dibahas.

2. Studi lapangan

Dalam penelitian ini penulis melakukan percobaan secara simulasi di CV Angkasa Mobie Tech serta mempelajari rangkaian rangkaian pada motor induksi atau masalah yang timbul.

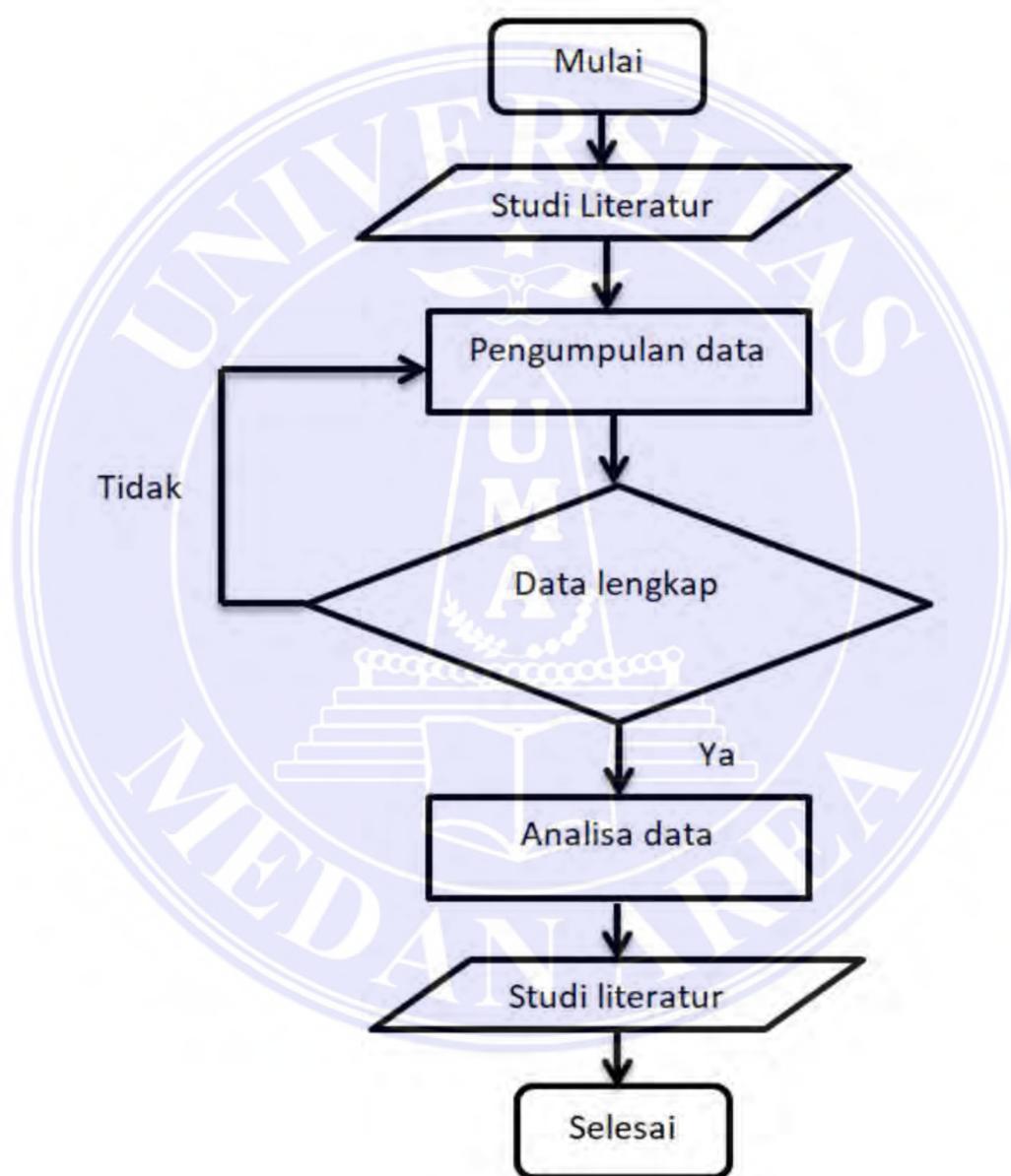
3. Metode diskusi

Dalam penelitian ini penulis melakukan metode diskusi atau tanya jawab dengan dosen pembimbing dan teman-teman sesama mahasiswa mengenai gambaran atau rangkaian percobaan maupun masalah masalah yang timbul dalam penelitian ini.

3.3. Pelaksanaan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian yang menjadi salah satu syarat untuk kelulusan mahasiswa / mahasiswi di Universitas Medan Area, maka penelitian ini dilaksanakan di CV. Angkasa Mobie Tech. Dimana dalam penelitian ini dilakukan percobaan untuk mengetahui cara pengereman atau penahanan beban pada motor induksi maupun untuk mengetahui perubahan beban pada motor induksi apabila diberi beban atau penahanan pada poros dan tanpa beban dengan metode metode starting langsung (Direct On Line) dan Wye-Delta. Dari hasil analisa tersebut

makan akan dapat diketahui perbandingan antara perubahan beban motor induksi apabila diberi beban dan tanpa beban dengan menggunakan metode starting yang berbeda. Adapun penelitian ini dilaksanakan secara simulasi dengan menggunakan aplikasi Matlab (Mathworks - Simulink).



Gambar 3. 3. Alur Penelitian

(Sumber : Penulis)

BAB V

KESIMPULAN

1. Untuk mengetahui karakteristik perubahan beban pada motor induksi adalah dengan memberikan beban kepada motor induksi, eddy current brake dapat digunakan sebagai beban, dimana eddy current brake bekerja dengan cara melakukan pengereman pada poros motor induksi tapi tidak sampai berhenti, sehingga seolah-olah motor induksi dalam keadaan berbeban.
2. Arus *starting* saat menggunakan metode DOL (*Direct On Line*) bisa mencapai 5-9 kali arus nominal motor, *starting* dengan menggunakan metode ini sebaiknya tidak digunakan, karena dapat membuat motor cepat rusak, dampak ini akan sangat terasa pada motor induksi dengan kapasitas diatas 30 Kw. Arus *starting* menggunakan metode *star delta* berhasil menurunkan lonjakan arus dari metode DOL yang sebelumnya mencapai 1,84 A berhasil turun menjadi 0,16 A, metode ini bisa untuk diterapkan karena harganya yang relatif murah dan perawatan yang relatif mudah.
3. Dari penelitian diatas perubahan beban dapat mempengaruhi kinerja motor induksi 3 fasa. Nilai beban yang bertambah dapat menyebabkan torsi, daya dan slip pada motor meningkat serta mecepatan putar motor berkurang, kinerja motor induksi pada saat dalam keadaan tanpa beban yaitu ; torsi 9,038 Nm, daya 1.418 waat, kecepatan putar motor 1.500 rpm. Dalam keadan berbeban torsi 12,891 Nm, daya 2.009 Waat, kecepatan putar motor 1.498 rpm, slip 0,0013 %

DAFTAR PUSTAKA

- Ali,S.(2015). *Metode Starting Motor Induksi 3 Fasarotorsangkar Tupai (Squirrel-Cage Rotor3 Phase Induction Motor*. Forum Teknologi Vol. 05 No. 2.
- Chapman Stephen J. (2005). *“Electric Machinery Fundamentals”*,*FourthEdition*. New York.
- Djoko, S. U. (2016). *Alat Peraga Efek Arus Eddy Dengan Menggunakan Piringan Magnet Berputar”*.Prosiding Snips.
- Jairo, S. D. (2020). *Study Pengaruh Torsi Terhadap Kinerja Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Teknik Elektro MatLab*. Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado.
- Mas,S.A. (2017). *Studi Sistem Pengereman Roda menggunakan Medan Magnet*. Diss. Universitas Muhammadiyah Jember.
- Zuhal. (1991). *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Bandung: ITB.
- Mochtar, W. (2001). *Dasar Dasar Mesin Listrik*. Jakarta: Djambatan.