

TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA ENERGI PADA LIFT MOBIL MENGUNAKAN MOTOR TIGA FASA DI HONDA ARISTA MEDAN

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

RIZKI DWI YANA RAJAGUGUK

NPM : 2107220002



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rizki Dwi Yana Rajaguguk
NPM : 2107220002
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : ANALISIS KINERJA ENERGI PADA LIFT MOBIL
MENGUNAKAN MOTOR TIGA FASA DI HONDA
ARISTA MEDAN
Bidang ilmu : Sistem Kontrol

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, April 2026

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

Muhammad Adam, S.T., M.T

Dosen Pembimbing II / Penguji

Assoc. Prof. Muhammad fitra Zambak, M.Sc

Dosen Pembimbing II / Penguji

Dr. Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,

Dr. Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rizki Dwi Yana Rajaguguk

Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 25 Maret 2001

NPM : 2107220002

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“ANALISIS KINERJA ENERGI PADA LIFT MOBIL MENGGUNAKAN MOTOR TIGA FASA DI HONDA ARISTA MEDAN”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada tidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, April 2026

Saya yang menyatakan,

A 2000 Rupiah postage stamp with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '2000', 'METER TEMPEL', and 'E8F82ANX403676895'. The signature is in black ink and appears to be 'Rizki Dwi Yana Rajaguguk'.

Rizki dwi Yana Rajaguguk

ABSTRAK

Penggunaan lift mobil pada gedung bertingkat semakin meningkat sebagai solusi keterbatasan lahan parkir vertikal. Sistem ini umumnya menggunakan motor induksi tiga fasa yang memiliki keunggulan dalam keandalan dan kemampuan mengangkat beban besar, namun berpotensi menyebabkan konsumsi energi yang tinggi pada kondisi operasi tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi frekuensi terhadap kecepatan, daya, dan torsi motor induksi tiga fasa pada sistem lift mobil, baik dalam kondisi tanpa beban maupun dengan beban. Metode penelitian dilakukan melalui pendekatan eksperimen dengan melakukan pengukuran langsung serta perhitungan menggunakan rumus dasar motor induksi. Variasi frekuensi yang digunakan adalah 30 Hz, 40 Hz, dan 50 Hz, dengan parameter yang diamati meliputi kecepatan putaran motor, daya output, dan torsi. Data hasil pengukuran kemudian dianalisis untuk mengetahui hubungan antara frekuensi dan performa motor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan dan daya motor induksi berbanding lurus dengan frekuensi, dimana peningkatan frekuensi menyebabkan peningkatan kecepatan putaran dan daya output. Sebaliknya, torsi menunjukkan hubungan berbanding terbalik terhadap frekuensi, dimana pada frekuensi rendah dihasilkan torsi yang lebih besar akibat meningkatnya nilai slip. Selain itu, pada kondisi berbeban, daya dan torsi yang dihasilkan lebih besar dibandingkan kondisi tanpa beban, sedangkan kecepatan motor mengalami penurunan. Dengan demikian, pengaturan frekuensi sangat mempengaruhi kinerja motor induksi dan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi energi serta optimalisasi sistem lift mobil.

Kata kunci: Motor induksi tiga fasa, Lift mobil, Frekuensi, Kecepatan, Daya, Torsi

ABSTRACT

The use of car lifts in multi-story buildings has increased as a solution to limited vertical parking space. This system generally utilizes a three-phase induction motor, which is known for its reliability and ability to handle heavy loads, but it also has the potential for high energy consumption under certain operating conditions. This study aims to analyze the effect of frequency variations on the speed, power, and torque of a three-phase induction motor in a car lift system, both under no-load and load conditions. The research method was conducted through an experimental approach by performing direct measurements and calculations using basic induction motor formulas. The frequency variations applied were 30 Hz, 40 Hz, and 50 Hz, with observed parameters including motor rotational speed, output power, and torque. The collected data were analyzed to determine the relationship between frequency and motor performance. The results show that motor speed and power are directly proportional to frequency, where an increase in frequency leads to higher rotational speed and output power. In contrast, torque has an inversely proportional relationship with frequency, where lower frequencies produce higher torque due to increased slip. Additionally, under load conditions, the motor produces higher power and torque compared to no-load conditions, while the speed tends to decrease. Therefore, frequency regulation significantly affects the performance of the induction motor and can be utilized to improve energy efficiency and optimize the car lift system.

Keywords: *Three-phase induction motor, Car lift, Frequency, Speed, Power, Torque*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Puji syukur kita ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “ANALISIS KINERJA ENERGI PADA LIFT MOBIL MENGGUNAKAN MOTOR TIGA FASA DI HONDA ARISTA MEDAN”.

Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan motivasi kepada kami didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, terutama kepada:

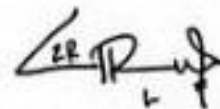
1. Kedua orang tua penulis Ibunda Supiani dan Ayahanda Wahyadi yang selalu mendo'akan, memberikan motivasi dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Prof Dr. H Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, ST., M.Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Dr. Elvy Sahnur Nasution S.T., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Benny Oktrialdi S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Muhammad Adam S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing Penulis dalam penulisan laporan Tugas Akhir.

7. Bapak Assoc. Prof. Muhammad fitra Zambak, M.Sc., selaku dosen pembanding I dan penguji yang telah banyak memberikan masukan dan koreksi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Ibu Dr. Elvy Sahnur Nasution S.T., M.Pd., selaku dosen pembanding II dan penguji yang telah banyak memberikan masukan dan koreksi kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniklistrikan kepada penulis.
10. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Staff dan pihak-pihak terkait dari PT. Honda Arista yang telah memberi izin untuk penelitian dan pengambilan data.
12. Untuk Sahabat penulis : Suci Laila, khairul Anwar Harahap, Karomatul Lailiah dan Yahya Wahyudi Pulungan yang selalu menyemangati penulis dan memberikan dukungan ke penulis dan teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2021.
13. Untuk Kakak, Abang dan Adek penulis terimakasih yang selalu mendukung dan mendoakan ke penulis.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa yang akan datang. Akhirnya kami mengharapkan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri pribadi dan para pembaca terkhusus bagi dunia kontruksi Teknik Elektro serta kepada Allah SWT, kami serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya. Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, April, 2026

Penulis



Rizki Dwi Yana Rajaguguk

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Motor tiga fasa lift mobil hidrolik.....	4
2.1.1 bagian yang diam (stator)	5
2.1.2 bagian Yang Gerak (rotor).....	6
2.2 Prinsip kerja motor tiga fasa.....	7
2.2.1 Pemberian tegangan tiga fasa ke stator	9
2.2.2 Pembentukan medan magnet berputar	9
2.2.3 pemotongan fluks oleh rotor terbentuk GGL induksi.....	10
2.2.4 Interaksi arus rotor dengan medan magnet torsi	10
2.2.5 Adanya slip untuk mempertahankan induksi	12
2.3 Analisis daya angkut maksimum.....	12
2.4 Faktor keamanan dan efisiensi operasi.....	12
2.5 Jenis-jenis motor tiga fasa	13
2.5.1 Motor induksi (Asinkron) tiga fasa	13
2.5.2 Motor sinkron tiga fasa	14
2.5 Motor BLDC/Brushless (synchronous) tiga fasa	15
2.6 Karakteristik motor tiga fasa	15
2.6.1 Karakteristik torsi-kecepatan.....	16

2.6.2 Slip (selisih kecepatan)	17
2.7 Efisiensi	17
2.8 Respon dinamik/transien	17
2.9 sensitivitas terhadap parameter resistansi dan tegangan.....	18
2.10 Daya	19
2.10.1 Daya aktif.....	21
2.10.2 Daya reaktif.....	24
2.10.3 Daya semu.....	24
2.11 Simulasi energi dan konsumsi listrik.....	25
2.12 Lift mobil	25
2.13 Jenis-jenis lift mobil.....	26
2.13.1 Lift empat tiang (four-post lift).....	26
2.13.2 Lift gunting (Scissor lift).....	27
2.13.3 Lift dua tiang (Two-post lift).....	27
2.14 Komponen utama lift mobil hidrolik	28
2.14.1 Rangka / kolom (frame & columns).....	28
2.14.2 Lengan penompang/ platform	29
2.14.3 Unit tenaga hidrolik (motor,pompa,tangki oli)	29
2.14.4 Silinder hidrolik (hydraulic cylinder / actuator.....	29
2.14.5 Selang hidrolik	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Waktu dan tempat pelaksanaan	30
3.2 Survei data.....	30
3.3 Bahan dan alat.....	30
3.4 Bagan alir penelitian	31
3.5 Data motor tiga fasa PT. Honda Arista medan.....	32
3.6 Prosedur penelitian.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Perhitungan menggunakan rumus	33
4.2 Data pengukuran motor induksi dengan tanpa pembebanan.....	41
4.3 Data pengukuran motor induksi dengan pembebanan	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47

5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran.....	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

DAFTAR GAMBAR

2.1 Stator	6
2.2 Rotor jenis kutub silinder (a) dan silent (b)	7
2.3 Grafik Kope.....	14
2.4 Daya Aktif.....	18
2.5 Daya Reaktif.....	20
2.6 Segitiga Daya	22
2.7 Lift mobil empat tiang.....	25
2.8 Lift Mobil Gunting.....	26
2.9 Lift Mobil Dua Tiang	27
2.10 Rangka Dua Tiang.....	27
2.11 Lengan Penompang.....	28
2.12 Motor Hidrolik	29
3.1 template motor tiga fasa	33

DAFTAR TABEL

2.1 Spesifikasi motor hidrolik	11
4.1 Data Pengukuran motor Induksi Tanpa Pembebanan	41
4.2 Data pengukuran motor induksi dengan pembebanan	42
4.3 Data hasil pengukuran tanpa beban	42
4.4 Data hasil pengukuran dengan pembebanan	44
4.5 Data hasil perbandingan pengukuran tanpa beban dan dengan pembebanan ..	46

DAFTAR GRAFIK

4.1 Grafik hasil perubahan frekuensi terhadap kecepatan motor	43
4.2 Grafik hasil perubahan frekuensi terhadap daya.....	43
4.3 Grafik hasil perubahan frekuensi terhadap torsi.....	44
4.4 Grafik hasil perubahan frekuensi terhadap kecepatan motor dengan beban	45
4.5 Grafik hasil perubahan frekuensi terhadap daya dengan beban	45
4.6 Grafik hasil perubahan frekuensi terhadap torsi dengan beban	46

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Lift mobil kini makin banyak digunakan dalam gedung bertingkat, gedung parkir, perusahaan-perusahaan mobil, atau bangunan dengan ruang parkir vertikal yang terbatas. Penggunaan lift mobil membantu menghemat lahan dan mempermudah pengaturan parkir, Motor ini dikenal tangguh dan banyak digunakan dalam aplikasi industri karena kemampuannya menangani beban besar dan keandalannya. Namun penggunaan motor tiga fasa juga berpotensi menyebabkan konsumsi energi yang tinggi, terutama dalam kondisi operasi yang sering start-stop, beban variatif, dan tanpa kontrol yang efisien.

Dalam kondisi operasional lift mobil, motor tiga fasa harus bekerja dalam berbagai kondisi tanpa beban dan dengan beban. Perubahan beban ini mempengaruhi arus, daya, torsi, dan kecepatan putaran.

Selain itu, dalam sistem lift secara keeseluruhan terdapat potensi pemulihan energi/regeneratif terutama pada saat lift menurun beban atau turun ketika cabin lebih berat dari *counterweight*. Beberapa lift modern atau sistem elevator di gedung-gedung tinggi telah mencoba menerapkan sistem *regenerative drive* untuk mengubah energi potensial menjadi energi listrik kembali yang bisa dimanfaatkan. Studi kasus di Indonesia menunjukkan bahwa dengan drive regeneratif dapat dicapai penghematan energi yang nyata.

Kendala yang dialami dalam operasi lift mobil termasuk frekuensi motor yang menurun saat beban kurang dari kapasitas nominal, penggunaan energi saat stanby atau tidak bergerak tetapi sistem pendukung seperti lampu dan kontrol masih aktif, serta karakteristik start-stop yang menyebabkan lonjakan arus yang besar. Di gedung-gedung tinggi, riset menunjukkan bahwa elevator menyumbang persentase yang tidak kecil dari total konsumsi listrik bangunan, dan bahwa pengelolaan trafik lift, pengaturan kecepatan, penentuan kapasitas, serta sistem manajemen yang efisien sangat mempengaruhi konsumsi keseluruhan.

Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis perbandingan frekuensi, kecepatan, daya pada lift mobil dengan penggerak motor tiga fasa. Fokus penelitian meliputi frekuensi, kecepatan, daya, torsi pada kondisi beban berbeda,

perbandingan variasi operasi terhadap frekuensi, kecepatan, daya, torsi. Dengan hasil penelitian ini, diharapkan sistem lift mobil dapat dirancang lebih optimal sehingga tidak hanya andal dalam mengangkat kendaraan, tetapi juga hemat energi serta mendukung prinsip green building.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, terlihat bahwa motor induksi tiga fasa sebagai penggerak utama lift motor tiga fasa sebagai penggerak utama lift mobil berperan besar dalam menentukan besarnya konsumsi energi listrik dan tingkat efisien sistem. Saat ini masih sedikit penelitian yang secara khusus menganalisis konsumsi energi pada lift mobil, padahal aplikasi ini semakin banyak digunakan di perkotaan. Permasalahan yang muncul diantaranya adalah:

1. Bagaimana menghitung perbandingan kecepatan motor terhadap frekuensi tanpa beban dan dengan beban
2. Bagaimana menghitung perbandingan frekuensi terhadap daya output tanpa beban dan dengan beban
3. Bagaimana menghitung perbandingan frekuensi terhadap torsi tanpa beban dan dengan beban

1.3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian kali ini adalah :

1. Fokus penelitian adalah sistem lift mobil yang digerakkan oleh motor tiga fasa sebagai penggerak utama.
2. Variabel yang dikaji adalah konsumsi energi listrik dan efisiensi motor. Parameter yang diperhatikan meliputi daya listrik (P), arus (I), tegangan (V), faktor daya, serta torsi motor.
3. Analisis dilakukan pada beberapa variasi beban, yaitu tanpa beban, beban parsial, beban penuh.
4. Penelitian tidak membahas detail konstruksi mekanis lift mobil (rangka,rel,hidrolik,atau desain mekanisme lainnya).
5. Aspek kenyamanan pengguna dan analisis ekonomis biaya instalasi tidak menjadi fokus utama.

6. Penelitian hanya menekankan pada analisis energi listrik dan efisiensi motor tiga fasa dalam pengoperasian lift mobil.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian kali ini adalah :

1. Menganalisis perbandingan kecepatan motor terhadap frekuensi tanpa beban dan dengan beban
2. Menganalisis perbandingan frekuensi terhadap daya output tanpa beban dan dengan beban
3. Menganalisis perbandingan frekuensi terhadap torsi tanpa beban dan dengan beban

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan dan ruang lingkup penelitian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Mengetahui perbandingan kecepatan motor terhadap frekuensi tanpa beban dengan beban
2. Mengetahui perbandingan frekuensi terhadap daya output tanpa beban dan dengan beban
3. Mengetahui perbandingan frekuensi terhadap torsi tanpa beban dan dengan beban

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor tiga fasa lift mobil hidrolik

Motor tiga fasa pada sistem lift mobil hidrolik adalah jenis motor listrik arus bolak-balik (AC) yang bekerja menggunakan tiga sumber tegangan berbeda fasa dengan selisih sudut 120 derajat. Motor ini berfungsi sebagai penggerak utama pompa hidrolik yang menghasilkan tekanan fluida untuk mengangkat atau menurunkan platform lift mobil. Motor tiga fasa memiliki efisiensi tinggi, torsi besar, dan operasi yang lebih stabil dibandingkan motor satu fasa, sehingga sangat cocok digunakan pada sistem hidrolik yang membutuhkan tenaga besar dan kontinuitas kerja yang tinggi.

Dalam lift mobil hidrolik, motor ini biasanya dihubungkan langsung dengan pompa hidrolik tipe gear atau vane, yang akan mengalirkan oli ke silinder hidrolik. Saat motor berputar, pompa menghasilkan tekanan oli untuk menggerakkan piston, sehingga platform lift dapat naik. Ketika motor berhenti dan katup pengatur dibuka, oli kembali ke tangki dan platform turun dengan aman.

Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak-balik (ac) yang paling luas digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa motor ini bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke statornya, dimana arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator.

Motor induksi sangat banyak digunakan di dalam kehidupan sehari-hari baik di industri maupun di rumah tangga. Motor induksi yang umum dipakai adalah motor induksi 3-fasa dan motor induksi 1-fasa. Motor induksi 3-fasa dioperasikan pada sistem tenaga 3-fasa dan banyak digunakan di dalam berbagai bidang industri dengan kapasitas yang besar. Motor induksi 1-fasa dioperasikan pada sistem tenaga 1-fasa dan banyak digunakan terutama untuk peralatan rumah tangga seperti kipas angin, lemari es, pompa air, mesin cuci dan sebagainya karena motor induksi 1-fasa mempunyai daya keluaran yang rendah. Bentuk gambaran motor induksi 3-fasa diperlihatkan pada gambar 2, Berbeda dengan motor satu fasa, sistem tiga fasa telah

menyediakan perbedaan fasa sebesar 120° pada setiap fasa sehingga terjadi perbedaan fluks magnetik yang menggerakkan motor. [1]

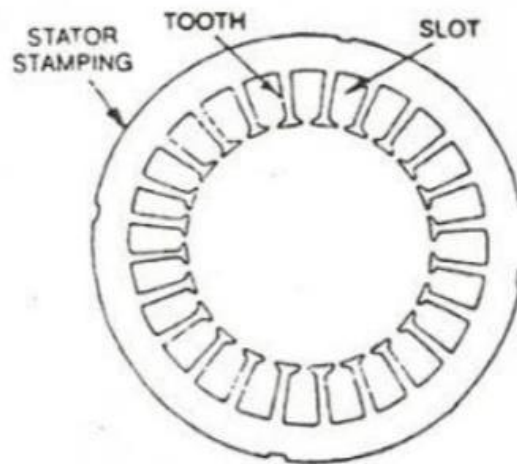
Prinsip kerja sistem hidrolik menggunakan prinsip kerja “hukum pascal” yaitu, benda cair yang ada di ruang tertutup apabila diberi tekanan, maka tekanan tersebut akan dilanjutnya ke segala arah dengan sama besar, dan menggunakan fluida kerja berupa zat cair yang dipindahkan dengan pompa hidrolik untuk menjalankan suatu sistem tertentu. Jika *ball valve* yang menghubungkan antara pipa angin utama dibuka, maka secara cepat tekanan angin akan mengalir ketabung hidrolik tipe H. Tekanan angin tersebut akan berinteraksi dengan oli yang terdapat dalam tabung hidrolik, maka akibat dari berinteraksinya tersebut piston dari dalam tabung tabung dari hidrolik tersebut akan secara perlahan keluar dari dalam tanah dan piston tersebut akan mendorong kendaraan yang berada di atasnya. Pompa hidrolik bekerja dengan cara menghisap oli dari tangki hidrolik dan mendorongnya kedalam sistem hidrolik dalam bentuk aliran (*flow*). Aliran ini yang dimanfaatkan dengan cara merubahnya menjadi tekanan. Tekanan dihasilkan dengan cara menghambat aliran oli dalam sistem hidrolik. Hambatan ini dapat disebabkan oleh orifice, silinder, motor hidrolik, dan *actuator* [2].

Motor induksi tiga fasa berputar pada kecepatan yang pada dasarnya adalah konstan, mulai dari tidak berbeban sampai mencapai keadaan beban penuh. Kecepatan putaran motor ini dipengaruhi oleh frekuensi, dengan demikian pengaturan kecepatan tidak dapat dengan mudah dilakukan terhadap motor ini. Walaupun demikian, motor induksi tiga fasa memiliki beberapa keuntungan, yaitu sederhana, konstruksinya kokoh, harganya relatif murah, mudah dalam melakukan perawatan, dan dapat diproduksi dengan karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan industri[3].

2.1.1 Bagian yang diam (stator)

Stator merupakan bagian motor 3 fasa yang berfungsi sebagai tempat untuk menerima induksi magnet dari rotor. Arus bolak balik (AC) yang menuju ke beban disalurkan melalui armatur, komponen ini berbentuk sebuah rangkaian silinder dengan lilitan kawat dalam konduktor yang sangat banyak armature selalu diam oleh karena itu disebut juga stator [4]

Stator merupakan elemen diam yang terdiri dari Rangka Stator, Inti Stator dan belitan-belitan Stator (belitan jangkar), rangka stator terbuat dari besi tuang dan merupakan rumah dari semua bagian-bagian motor 3 fasa . Rangka stator ini berbentuk lingkaran dimana sambungan-sambungan pada rusuknya akan menjamin motor 3 fasa terhadap getaran-getaran. Inti stator terbuat dari bahan ferromagnetic atau besi lunak di susun berlapis-lapis di tempat terbentuknya fluks magnet. Sedangkan belitan stator terbuat dari tembaga disusun dalam alur-alur, belitan stator berfungsi tempat terbentuknya gaya gerak listrik.



Gambar 2.1 Stator

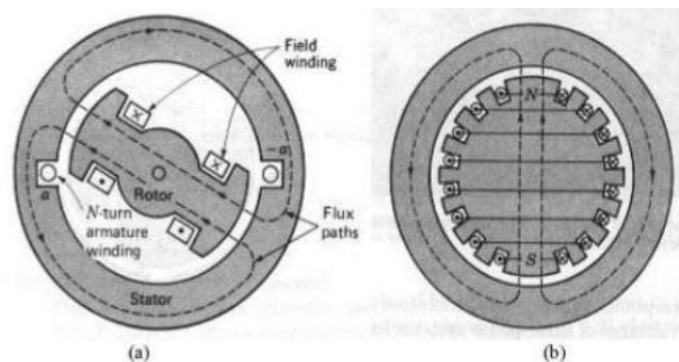
2.1.2 Bagian Yang Gerak (rotor)

Rotor motor 3 fasa utama berfungsi sebagai pembangkit medan magnet pada motor 3 fasa utama. Adapun jenis rotor ada dua macam yaitu rotor kutub menonjol dan rotor kutub silinder. Dan rotor ini mempunyai kutub-kutub sebagai tempat untuk melilitkan kumparan di mana ujung dari kumparan rotor ini di hubungkan pada rotor motor 3 fasa penguat dengan perantara sebuah inti penyearah yang ikut berputar dan berfungsi sebagai input tegangan sedangkan medan yang di timbulkannya adalah medan magnet tetap atau konstan. Rotor adalah bagian motor

3 fasa yang bergerak atau berputar. Antara rotor dan stator di pisahkan oleh celah udara (air gap). Rotor terdiri dari dua bagian umum, yaitu :

Konstruksi rotor, terdiri dari dua jenis, yaitu :

1. Jenis kutub menonjol (*salient pole*) untuk motor 3 fasa kecepatan rendah dan menengah. Kutub menonjol terdiri dari inti kutub dan sepatu kutub. Belitan medan dililitkan pada badan kutub, pada sepatu kutub juga dipasang belitan peredam (*damper winding*). Belitan kutub terbuat dari tembaga, sedangkan badan kutub dan sepatu kutub terbuat dari besi lunak.
2. Jenis kutub silinder untuk motor 3 fasa dengan kecepatan tinggi terdiri dari alur-alur sebagai tempat kumparan medan. Alur-alur tersebut terbagi atas pasangan-pasangan kutub [5]



Gambar 2.2 Rotor Jenis Kutub Silinder (a) Dan Silent (b)

2.2 Prinsip Kerja Motor Tiga Fasa

Motor induksi tiga fasa merupakan jenis motor arus bolak-balik (AC) yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik antara stator dan rotor. Prinsip kerja ini berawal ketika tegangan tiga fasa disuplai ke kumparan stator, sehingga menghasilkan arus listrik pada ketiga fasanya. Karena arus ini memiliki pergeseran sudut fase sebesar 120° , interaksi ketiga fluks magnet yang dihasilkan akan membentuk medan magnet berputar atau *rotating magnetic field*. Medan magnet berputar inilah yang menjadi dasar pembangkitan torsi pada motor induksi tiga fasa [6]

Medan magnet berputar pada stator mempunyai kecepatan tertentu yang disebut kecepatan sinkron. Kecepatan ini ditentukan oleh frekuensi sumber dan jumlah kutub stator, yang dinyatakan melalui persamaan:

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{p} \dots\dots\dots(1)$$

di mana N_s adalah kecepatan sinkron (rpm), f adalah frekuensi sumber (Hz), dan p adalah jumlah kutub. Ketika medan magnet berputar ini memotong batang-batang konduktor pada rotor, akan timbul gaya gerak listrik (ggl) induksi sesuai hukum Faraday. Karena konduktor rotor tersusun dalam rangkaian tertutup—seperti pada rotor sangkar tupai - maka ggl tersebut menimbulkan arus induksi pada rotor [7]

Arus rotor yang terinduksi kemudian berinteraksi dengan medan magnet stator, sehingga menimbulkan gaya Lorentz yang menghasilkan torsi elektromagnetik. Torsi ini menyebabkan rotor mulai berputar menyesuaikan arah putaran medan magnet stator. Dengan demikian, motor tiga fasa tidak memerlukan sumber eksitasi terpisah pada rotor, karena seluruh proses pembangkitan arus terjadi secara induksi elektromagnetik [8]

Meskipun medan magnet stator berputar pada kecepatan sinkron, rotor tidak pernah mencapainya. Hal ini disebabkan oleh adanya slip, yaitu selisih relatif antara kecepatan medan magnet dan kecepatan rotor. Slip diperlukan agar terjadi perbedaan kecepatan yang memungkinkan proses induksi terus berlangsung. Tanpa slip, tidak akan ada ggl yang terinduksi, sehingga tidak ada arus rotor dan tidak ada torsi yang dapat memutar motor. Besarnya slip bervariasi sesuai beban: semakin besar beban mekanis yang diterima motor, semakin besar slip yang terjadi.

Selain sebagai sumber torsi, slip juga berperan dalam menyesuaikan karakteristik motor terhadap perubahan beban. Ketika beban meningkat, putaran rotor melambat sehingga slip bertambah dan arus induksi meningkat. Hal ini meningkatkan torsi sehingga motor tetap mampu mempertahankan kestabilan operasional. Mekanisme otomatis ini membuat motor induksi tiga fasa cocok digunakan pada sistem yang memerlukan daya besar dan karakteristik kerja yang stabil, seperti pada pompa hidrolik, kompresor, hoist, dan lift hidrolik [9]

2.2.1 Pemberian Tegangan Tiga Fasa ke Stator

Ketika sumber tegangan AC tiga fasa dihubungkan ke kumparan stator, arus dari masing-masing fase (dengan pergeseran sudut 120°) mengalir di dalam kumparan stator. Kombinasi arus ini menghasilkan fluks magnetik yang berubah terhadap waktu. Berdasarkan penelitian dari *Journal of Energy and Electrical Engineering*, prinsip kerja motor induksi tiga fasa sangat bergantung pada Hukum Faraday, dimana perubahan fluks magnetik di kumparan akan menimbulkan tegangan induksi.

2.2.2 Pembentukan Medan Magnet Berputar (*Rotating Magnetic Field*)

Karena arus dari tiga fase memiliki pergeseran sudut, fluks magnetik yang dihasilkan oleh masing-masing fase akan saling tumpang tindih dalam ruang dan waktu, membentuk medan magnet yang berputar di dalam stator. Kecepatan medan berputar ini disebut **kecepatan sinkron**, yang dapat dihitung dengan rumus:

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{p} \dots\dots\dots(2)$$

di mana f adalah frekuensi sumber dan p adalah jumlah kutub stator [9]

2.2.3 Pemotongan Fluks oleh Rotor → Terbentuk GGL Induksi

Medan magnet berputar dari stator akan “memotong” batang konduktor di rotor. Karena adanya perubahan fluks yang memotong konduktor rotor, maka menurut Hukum Faraday terbentuk gaya gerak listrik (ggl) di konduktor rotor. Jika rotor berbentuk sangkar tupai (*squirrel cage*), konduktor-konduktor ini membentuk rangkaian tertutup, sehingga arus induksi akan mengalir. [10].

2.2.4 Interaksi Arus Rotor dengan Medan Magnet → Torsi

Arus yang mengalir di rotor menciptakan medan magnet rotor yang berinteraksi dengan medan magnet stator. Interaksi medan-medan ini menimbulkan gaya elektromagnetik (gaya Lorentz) pada konduktor rotor, yang kemudian

menghasilkan torsi mekanik. Dengan torsi ini, rotor akan mulai berputar mengikuti arah medan magnet stator.

2.2.5 Adanya Slip untuk Mempertahankan Induksi

Rotor tidak akan berputar secepat medan magnet stator (kecepatan sinkron), karena selalu ada selisih kecepatan — yang disebut slip. Slip adalah elemen krusial karena tanpa selisih kecepatan tersebut, tidak akan ada pemotongan fluks, sehingga tidak akan terbentuk ggl, dan arus rotor akan hilang → torsi pun hilang. Slip juga berkaitan dengan beban: ketika beban meningkat, slip akan cenderung meningkat sehingga arus induksi pada rotor juga bertambah untuk menghasilkan torsi yang diperlukan. Penjelasan slip ini juga ditemui dalam jurnal-jurnal teknik listrik [10].

2.3 Analisis Daya Angkut Maksimum

Berdasarkan spesifikasi umum Maximus motor 3 fasa dengan daya 3 kW hingga 5,5 kW *car lift* mobil dapat dirancang untuk mengangkat beban maksimum sekitar 2.000 kg hingga 4.000 kg. Kapasitas ini diperoleh dari konversi torsi motor melalui sistem mekanik pengangkat seperti rantai atau *wire rope*. Secara kelistrikan, peningkatan daya motor akan meningkatkan arus listrik yang mengalir pada stator. Oleh karena itu, sistem proteksi seperti MCB, *thermal overload relay*, dan kontaktor wajib digunakan untuk mencegah kerusakan motor akibat arus lebih (overcurrent) dan panas berlebih.

2.1 Spesifikasi motor hidrolik

Spesifikasi	Nilai
Merek	INDUSTRI AGT
Nomor Model	B1000
Kapasitas Beban	10,000 pon (4536 kg)
Tinggi Angkat Maksimum	72 inci (183 cm)
Lebar Kerja Maksimum	100 inci (254 cm)
Tinggi Minimum	4.5 inci (11.4 cm)
Motor	3 HP, 220V (Bersertifikat TL)
Kecepatan Tanpa Beban	3360 putaran/menit
Tekanan Kerja Maksimum	Tekanan 2600 PSI
Kapasitas Tangki Cairan Hidraulik	11 liter
Konfigurasi Lengan	Dua angka 2taglengan e, Dua 3-stag dan lengan
Gaya Angkat	Pelat Lantai, Lengan Simetris
Bahan (Bantalan)	Karet
Dimensi Pengiriman (Kotak A)	110" x 22" x 30", 1190 lbs
Dimensi Pengiriman (Kotak B)	31.5" x 10" x 14", 63 lbs

2.4 Faktor Keamanan dan Efisiensi Operasi

Dalam penerapan teknik elektro, pengoperasian motor tidak dianjurkan pada daya maksimum secara terus-menerus. Beban kerja ideal berada pada kisaran 70–80% dari kapasitas maksimum. Hal ini bertujuan untuk:

- Menjaga efisiensi motor tetap optimal
- Mengurangi rugi-rugi daya akibat panas
- Memperpanjang umur isolasi lilitan stator

Selain itu, kestabilan tegangan dan kualitas suplai listrik sangat memengaruhi performa motor 3 fasa. Fluktuasi tegangan dapat menyebabkan penurunan torsi dan peningkatan arus yang berpotensi merusak motor. Motor 3 fasa memiliki kemampuan daya angkut maksimum yang memadai untuk aplikasi car lift mobil dengan kapasitas 2–4 ton, tergantung pada daya motor dan sistem mekanik yang digunakan. Dengan pengaturan sistem kelistrikan yang baik serta proteksi yang sesuai standar, motor ini mampu beroperasi secara aman, efisien, dan andal.

2.5 Jenis – Jenis Motor Tiga Fasa

Motor tiga fasa terdiri dari beberapa jenis yang dibedakan berdasarkan prinsip kerja, konstruksi rotor, dan karakteristik putaran. Berikut uraian jenis-jenis motor tiga fasa yang umum digunakan:

2.5.1 Motor Induksi (Asinkron) Tiga Fasa

Motor induksi tiga fasa adalah jenis paling banyak dipakai di industri karena konstruksinya sederhana, kokoh, dan perawatan relatif rendah.

Motor ini bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik: arus pada rotor tidak disuplai secara langsung, melainkan diinduksi oleh medan magnet stator yang berputar[11].

Pada motor induksi tiga fasa terdapat dua tipe rotor:

- Rotor Sangkar Tupai (*squirrel-cage rotor*), yaitu batang konduktor yang terhubung secara pendek (*short-circuited*) [12].
- Rotor Belitan (*Slip-Ring / Wound Rotor*), di mana lilitan pada rotor dihubungkan ke cincin geser (*slip rings*) sehingga memungkinkan

penambahan resistansi eksternal untuk mengatur karakteristik torsi / starting[13]

Kelebihan rotor sangkar adalah perawatan rendah dan keandalan tinggi, sedangkan rotor belitan memungkinkan kontrol torsi awal dan arus start lebih fleksibel.

2.5.2 Motor Sinkron Tiga Fasa

Motor sinkron bekerja berbeda dengan motor induksi: putaran rotor pada motor sinkron selalu sama dengan kecepatan medan magnet stator (sinkron). Jenis ini memerlukan sumber eksitasi DC atau magnet permanen di rotor agar dapat tetap “terkunci” dengan medan stator.

Salah satu varian penting adalah motor sinkron magnet permanen tiga fasa (Permanent Magnet *Synchronous* Motor / PMSM), yang sangat efisien dan sering digunakan pada aplikasi presisi tinggi karena tidak memiliki slip dan memiliki faktor daya yang baik. Dalam penelitian tentang motor tiga fasa brushless, misalnya, Nurmalia et al. (tahun) menguji performa motor BLDC 3 fasa fluks aksial dan menemukan efisiensi tinggi serta karakteristik torsi yang stabil

2.5.3 Motor BLDC / *Brushless (Synchronous)* Tiga Fasa

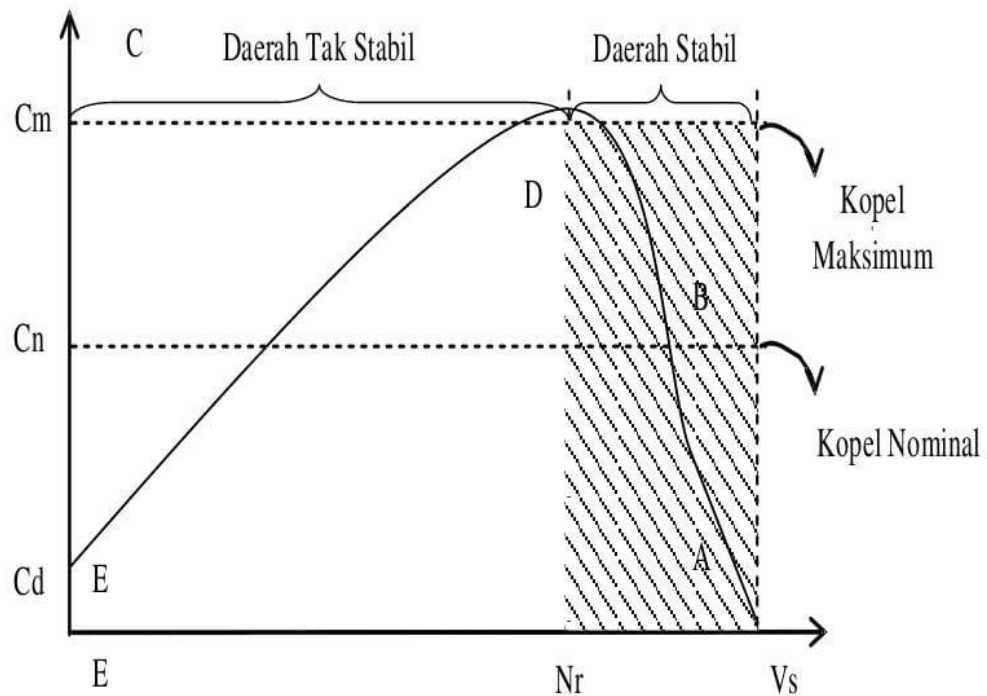
Meskipun sering disebut DC, motor BLDC tiga fasa sebenarnya adalah motor sinkron etapi tanpa sikat (brush). Rotor menggunakan magnet permanen, dan stator memiliki kumparan tiga fasa yang di-drive oleh inverter elektronik untuk menghasilkan medan magnet berputar.

Dalam studi *Performance Test of Three-Phase Brushless Direct Current Motor*, ditemukan bahwa motor BLDC 3 fasa fluks aksial dapat mencapai efisiensi tinggi dan karakteristik torsi yang baik, terutama pada variasi beban.

Karena tidak ada slip dan tidak ada sikat untuk diganti, motor BLDC ini sangat cocok pada aplikasi yang membutuhkan efisiensi tinggi, kontrol presisi, dan minim perawatan [14]

2.6 Karakteristik Motor Tiga Fasa

Garis grafik kopel sebagai fungsi dari waktu daya dan kecepatan putaran, diperlihatkan pada Gambar. Pada bagian AB dari grafik, kopel hampir sebanding dengan bilangan slip (adalah pengurangan kecepatan sesuai dengan perubahan kopel). Sebaliknya pada bagian DE (motor berbeban lebih) bilangan slip bertambah terus tetapi kopel berkurang dan motor berhenti[15].



Gambar 2.3 Grafik Kopel

Tidak semua tenaga listrik yang diserap motor induksi berubah menjadi tenaga mekanik yang berguna, tetapi sebagian hilang dalam bentuk tenaga panas. Tenaga mekanik (W mekanik) sama dengan tenaga listrik (W listrik) dikurang tenaga panas (W_k), rendamen (n) sebagai fungsi dari tenaga mekanik dan tenaga listrik.[16]

Motor tiga fasa, khususnya motor induksi, memiliki sejumlah karakteristik khas yang menjadikannya sangat populer dalam aplikasi industri. Karakteristik ini mencakup aspek seperti torsi, efisiensi, slip, dan respon dinamis. Berikut uraian karakteristik utama beserta penjelasan ilmiah:

2.6.1 Karakteristik Torsi-Kecepatan

Salah satu karakteristik fundamental motor induksi tiga fasa adalah bentuk kurva torsi terhadap kecepatan. Motor induksi memiliki torsi awal (“*starting torque*”), torsi beban nominal, dan torsi maksimum (“*breakdown torque*”). Ditemukan bahwa torsi awal dan torsi maksimum akan meningkat seiring dengan meningkatnya daya motor, namun kecepatan di mana tercapai torsi maksimum cenderung menurun saat daya naik. Selain itu, penelitian pengaruh beban pada torsi mekanik menunjukkan bahwa saat beban naik, torsi mekanik yang dihasilkan juga meningkat, tetapi kecepatan rotor menurun dan slip bertambah

2.6.2 Slip (Selisih Kecepatan)

Slip (*s*) adalah karakteristik penting karena menentukan selisih antara kecepatan medan magnet sinkron dan kecepatan rotor. Nilai slip ini bervariasi tergantung beban: ketika beban meningkat, slip meningkat pula agar arus rotor lebih besar dan torsi yang dibutuhkan tercapai.

Respon transien motor tiga fasa juga sangat dipengaruhi oleh slip, terutama ketika digunakan dalam kontrol vektor. Penelitian menggunakan kontrol vektor menunjukkan bahwa karakteristik transien (seperti waktu naik, *overshoot*, dan steady-state error) sangat terkait dengan dinamika slip.

Slip adalah selisih antara kecepatan sinkron dan kecepatan rotor:

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- *s* = slip (tanpa satuan)
- *n_s* = kecepatan sinkron (rpm), dihitung:

$$n_s = \frac{120f}{p} \dots\dots\dots (4)$$

- n_r = kecepatan rotor aktual (rpm)
- f = frekuensi listrik (Hz)
- p = jumlah kutub magnet motor

2.7 Efisiensi

Efisiensi motor tiga fasa sangat dipengaruhi oleh kerugian daya (*losses*) pada stator, rotor, dan magnetisasi. Sebagai contoh, pada pengujian laboratorium motor asinkron tiga fasa, ditemukan efisiensi yang sangat tinggi dalam kondisi tertentu (misalnya 99,5% tanpa beban), tetapi efisiensi menurun secara dramatis saat beban meningkat.

Lebih jauh, simulasi yang dilakukan dengan variabel frekuensi dan tegangan menunjukkan bahwa perubahan frekuensi dan tegangan masukan memengaruhi slip dan efisiensi motor. Dalam penelitian tersebut, efisiensi tertinggi dicapai pada beban torsi tertentu dan frekuensi 50 Hz.

Selain itu, resistansi rotor juga memainkan peran penting: penelitian menunjukkan bahwa peningkatan resistansi rotor dapat memperluas rentang slip di mana efisiensi cukup tinggi, meskipun puncak efisiensi mungkin sedikit berkurang [17].

Rasio daya keluaran mekanik terhadap daya masukan listrik:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan:

- Efisiensi dalam persen (%)
- Makin kecil rugi-rugi, makin tinggi efisiensi motor.

2.8 Respon Dinamik / Transien

Dalam aplikasi kontrol kecepatan, karakteristik respons transien (misalnya saat perubahan beban atau kecepatan) menjadi krusial. Dengan metode kontrol vektor (*vector control*), motor induksi tiga fasa mampu menampilkan respons yang

cepat dan stabil. Penelitian yang mensimulasikan kontrol vektor menemukan nilai *rise time*, *overshoot*, dan *error steady-state* yang relatif rendah pada perubahan kecepatan dan torsi beban [18]. Karakteristik dinamis ini penting terutama dalam aplikasi di mana beban berubah-ubah secara cepat atau sistem angkat (seperti lift hidrolik) membutuhkan kontrol torsi dan kecepatan yang presisi.

2.9 Sensitivitas Terhadap Parameter Resistansi dan Tegangan

Karakteristik motor tiga fasa sangat sensitif terhadap parameter seperti resistansi rotor dan tegangan masukan. Perubahan resistansi rotor (misalnya karena pemanasan) dapat mengubah kurva torsi-slip dan efisiensi. Pada penelitian *Jurnal Surya Energy*, simulasi menunjukkan bahwa resistansi rotor yang lebih besar menggeser karakteristik torsi dan efisiensi ke rentang slip yang lebih tinggi.

Selain itu, tegangan masukan juga memengaruhi performa: dalam penelitian simulasi, penurunan tegangan (atau frekuensi dengan VFD) menyebabkan penurunan kecepatan sinkron, peningkatan slip, dan perubahan efisiensi daya.

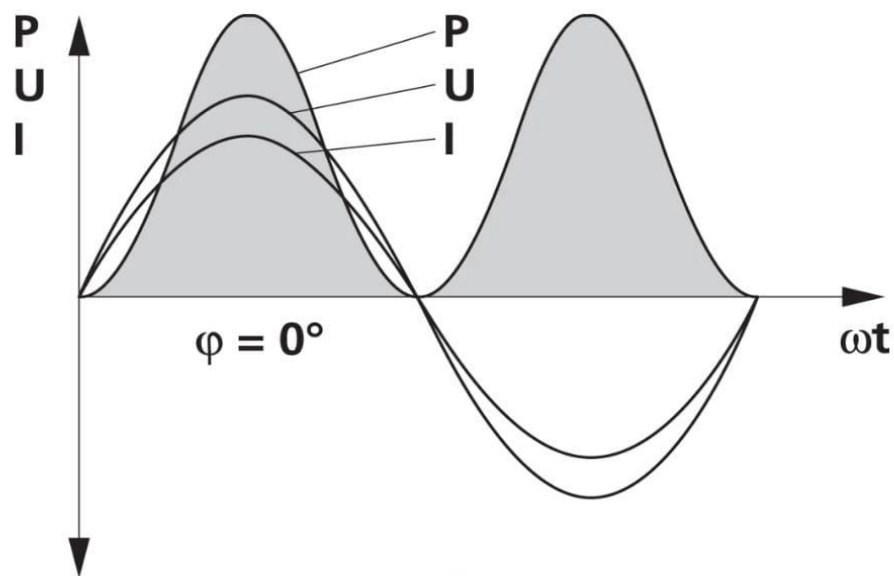
2.10 Daya

Daya listrik adalah besaran yang menunjukkan seberapa cepat energi listrik dikonsumsi atau disalurkan dalam suatu sistem. Dalam konteks kelistrikan rumah tangga, daya listrik sering dikaitkan dengan besaran seperti watt (W) atau kilowatt (kW) yang mencerminkan kapasitas beban yang dapat dilayani oleh instalasi listrik tertentu. Faktor seperti jumlah peralatan elektronik, jenis beban (misalnya beban aktif vs. beban induktif), serta efisiensi penggunaan sangat memengaruhi total konsumsi daya dalam sebuah bangunan. Daya listrik ialah banyaknya perubahan energi terhadap waktu dalam besaran tegangan dan arus. Satuannya adalah Watt. Daya dalam watt yang diserap oleh suatu beban pada setiap saat adalah hasil kali jatuh tegangan sesaat diantara beban dalam volt dengan arus sesaat yang mengalir dalam beban tersebut adalah ampere. Daya listrik dapat dibagi menjadi 3 yaitu daya aktif (P), daya reaktif (Q), dan daya semu (S) [19].

2.10.1 Daya Aktif

Daya Aktif adalah daya listrik yang dibutuhkan oleh peralatan listrik untuk mengoperasikan yang berbaur kelistrikan di Honda Arista Medan tersebut. Atau dengan kata lain daya aktif merupakan daya yang terpakai oleh Honda Arista Medan tersebut, daya aktif mempunyai nilai besaran dan arah. Besaran daya aktif

dapat dicari dengan rumus. Daya aktif merupakan komponen daya listrik yang benar-benar digunakan untuk melakukan pekerjaan nyata di dalam suatu rangkaian listrik AC, seperti menghasilkan panas, cahaya, atau energi mekanik. Nilai daya aktif ini biasanya diukur dalam satuan watt (W) dan bergantung pada besarnya arus yang sejalan dengan tegangan serta faktor daya $\cos \phi$ yang mencerminkan sudut fase antara tegangan dan arus. Daya ini adalah yang dibayar oleh konsumen dalam tagihan listrik karena menunjukkan energi yang benar-benar terpakai dalam pemakaian peralatan listrik.



Gambar 2.4 Daya Aktif

Daya aktif adalah besar nilai suatu daya rata-rata yang sesuai dengan kekuatan tenaga yang dikonsumsi oleh beban [20]. Daya aktif dapat diperoleh setelah mengetahui tegangan operasional dan arus listrik serta faktor daya yang dimiliki oleh beban listrik. Beban listrik yang bersifat resistif memiliki faktor daya 1 sehingga daya aktifnya dapat dicari dengan hanya mengetahui tegangan dan arus listrik [21]. ϕ adalah sudut daya aktif dan daya semu sehingga $\cos \phi$ didefinisikan adalah faktor daya (*power factor*). Untuk beban yang bersifat induktif, P_f lagging dimana arusnya tertinggal dari tegangannya, dan untuk beban yang bersifat kapasitif, P_f leading di mana arusnya mendahului tegangannya [22]. Daya Aktif adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt.

Adapun Persamaan Daya Aktif adalah sebagai berikut :

Daya Aktif

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ (untuk 1 fasa)} \dots\dots\dots(10)$$

$$P = V \times I \times \sqrt{3} \times \cos \varphi \text{ (untuk 3 fasa)} \dots\dots\dots(11)$$

Dimana :

P adalah daya aktif (Watt)

V adalah Tegangan Listrik (Volt)

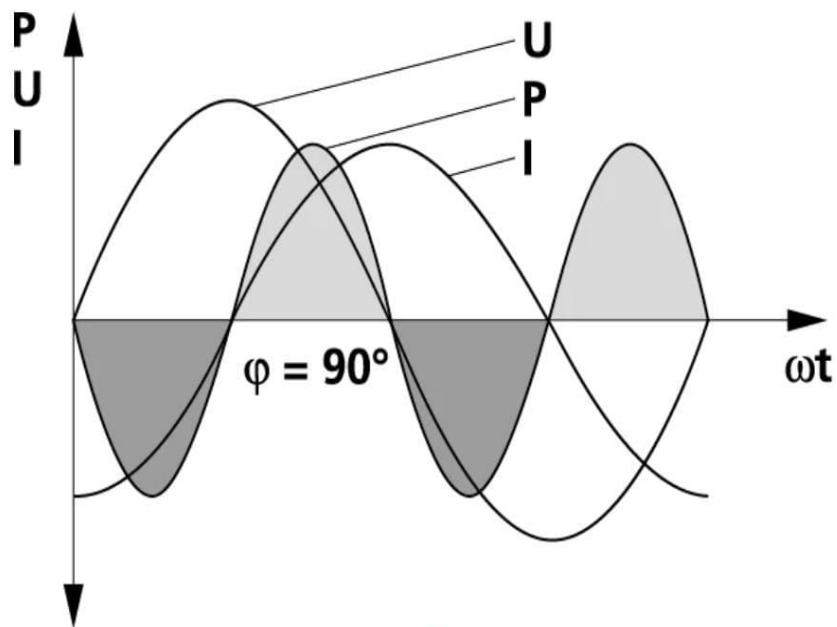
I adalah Arus Listrik (Ampere)

$\cos \varphi$ adalah Faktor Daya

2.10.2 Daya Reaktif

Daya Reaktif merupakan komponen tenaga yang beresilasi maju mundur melalui garis-garis, wujud dipertukarkan antara beban medan listrik dan magnet dan tidak hilang dan dilambangkan dengan simbol Q. Jika kurva tegangan dan keluar 90 derajat fasa, separuh kurva daya terletak di daerah positif dan separuhnya lagi ada di area negatif. Daya aktifnya ada nol karena positif dan negatif saling membatalkan. Daya reaktif adalah komponen daya yang tidak menghasilkan kerja nyata, melainkan beresilasi bolak-balik antara sumber dan beban akibat adanya komponen induktif atau kapasitif dalam sistem AC, seperti pada motor atau kapasitor. Daya ini diperlukan untuk pembentukan medan magnet di dalam peralatan listrik tetapi tidak berkontribusi langsung terhadap kerja yang dihasilkan. Satuan daya reaktif adalah volt-ampere reactive (VAR), dan besarnya dipengaruhi oleh perbedaan sudut fase antara arus dan tegangan.

Daya Reaktif merupakan suatu daya rugi-rugi dengan kata lain merupakan suatu yang tidak diinginkan dan semaksimal mungkin dapat dihindari. Daya ini bersumber dari komponen reaktif dan memiliki satuan VAR. Dalam perhitungan fasa, daya reaktif ini merupakan perkalian antara tegangan efektif dengan arus efektif serta nilai $\sin \varphi$ [23]. Daya Reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet.



Gambar 2.5 Daya Reaktif

Adapun Persamaan Daya Reaktif adalah sebagai berikut :

Daya Reaktif

$$Q = V \times I \times \sin\phi \text{ (untuk 1 fasa)} \dots\dots\dots(12)$$

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin\phi \text{ (untuk 3 fasa)} \dots\dots\dots(13)$$

Dimana :

Q adalah Daya Reaktif (Volt Ampere Reaktif)

V adalah Tegangan Listrik (Volt)

I adalah Arus Listrik (Ampere)

Sinφ adalah Faktor Reaktif

Atau Daya terbagi menjadi dua bagian antara lain :

Daya Masukan (P_{in})

Besarnya daya yang disuplai ke motor dari sumber listrik:

$$P_{in} = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos\phi \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

- P_{in} = daya listrik masuk ke motor (W atau kW)

- $V_L = \text{tegangan line-to-line (Volt)}$
- $I_L = \text{arus line (Ampere)}$
- $\cos \phi = \text{faktor daya (Power Factor)}$

dengan V tegangan fase, I arus fase, dan PF faktor daya.

Daya Keluaran Mekanik (P_{out})

Dihitung berdasarkan torsi poros dan kecepatan rotor:

$$P_{out} = T \cdot \omega \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

P_{out} = daya mekanik pada poros (W atau kW)

T = torsi motor (Newton-meter)

ω = kecepatan sudut rotor (rad/s)

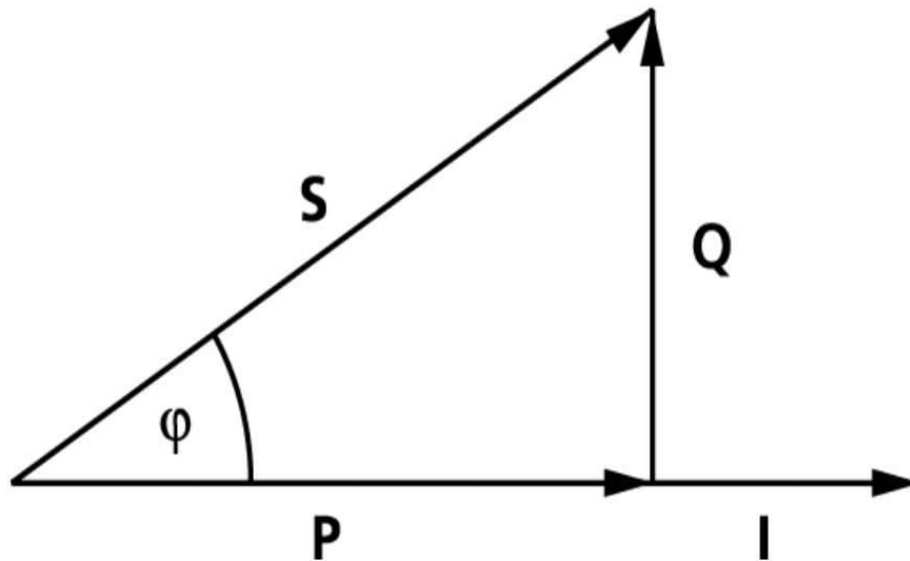
di mana T adalah torsi (Nm) dan ω kecepatan sudut rotor (rad/s).

2.10.3 Daya Semu

Daya Semu adalah yang diperoleh dengan mengalikan tegangan dengan arus tanpa dengan mempertimbangkan perpindahan fasa. Daya semu merupakan daya yang sangat penting untuk menentukan rating dari peralatan dan jaringan tenaga listrik. Generator, sekering, pemutus sirkuit dan penampang konduktor harus memiliki dimensi yang memadai untuk daya semu. Daya Semu merupakan resultan antara daya nyata dan daya reaktif. Satuan dari daya semua adalah volt ampere (VA). Daya semu untuk sistem fasa tunggal, sirkuit dua kawat adalah perkalian scalar arus efektif dan beda tegangan efektifnya.

Daya semu merupakan daya yang dihasilkan dari perhitungan-perhitungan listrik sebelum dibebani dengan beban-beban listrik. Beban yang bersifat daya semu adalah beban yang bersifat resintansi memiliki satuan VA. Peralatan listrik atau beban pada rangkaian listrik yang bersifat resintansi tidak dapat dihemat karena

tegangan dan arus listrik memiliki nilai faktor daya adalah 1 [24]. Daya semu adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan.



Gambar 2.6 Segitiga Daya

Segitiga Daya merupakan segitiga yang menggambarkan hubungan matematika antara tipe-tipe daya yang berbeda antara daya semu, daya aktif dan daya reaktif berdasarkan prinsip trigonometri [25].

Adapun Persamaan Daya Semu adalah sebagai berikut :

Daya Semu

$$S = V \times I \times \cos \varphi \text{ (untuk 1 fasa)} \dots\dots\dots(14)$$

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \text{ (untuk 3 fasa)} \dots\dots\dots(15)$$

Dimana :

S adalah Daya Semu (Volt Ampere)

V adalah Tegangan Listrik (Volt)

I adalah Arus Listrik (Ampere)

cos φ adalah Faktor Daya

Keterangan :

- V = Tegangan (volt)
- I = Arus (Ampere)

Daya terbagi menjadi dua bagian antara lain :

Daya Masukan (P_{in})

Besarnya daya yang disuplai ke motor dari sumber listrik:

$$P_{in} = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \phi \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

- P_{in} = daya listrik masuk ke motor (W atau kW)
- V_L = tegangan line-to-line (Volt)
- I_L = arus line (Ampere)
- $\cos \phi$ = faktor daya (Power Factor)

dengan V tegangan fase, I arus fase, dan PF faktor daya.

Daya Keluaran Mekanik (P_{out})

Dihitung berdasarkan torsi poros dan kecepatan rotor:

$$P_{out} = T \cdot \omega \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

P_{out} = daya mekanik pada poros (W atau kW)

T = torsi motor (Newton-meter)

ω = kecepatan sudut rotor (rad/s)

di mana T adalah torsi (Nm) dan ω kecepatan sudut rotor (rad/s).

2.11 Simulasi Energi dan Konsumsi Listrik

Dengan menggunakan data daya dan durasi operasi lift, konsumsi energi dapat dihitung:

$$E = P_{in} \times t \dots\dots\dots (10)$$

di mana t adalah waktu operasi lift per hari atau per bulan. Dari sini dapat dianalisis potensi penghematan energi dengan pengaturan kecepatan motor atau optimasi beban [26]

2.12. Lift Mobil

Lift mobil (*car lift* atau *vehicle lift*) merupakan perangkat mekanik-elektrik yang dirancang untuk mengangkat kendaraan bermotor secara vertikal, baik untuk kebutuhan parkir bertingkat, perawatan kendaraan, maupun penyimpanan efisien di ruang terbatas. Secara umum, sistem ini bekerja dengan mengubah energi listrik menjadi energi mekanik melalui motor listrik tiga fasa yang menggerakkan sistem transmisi berupa rantai, katrol, gear, atau sistem hidrolis-elektromekanik.

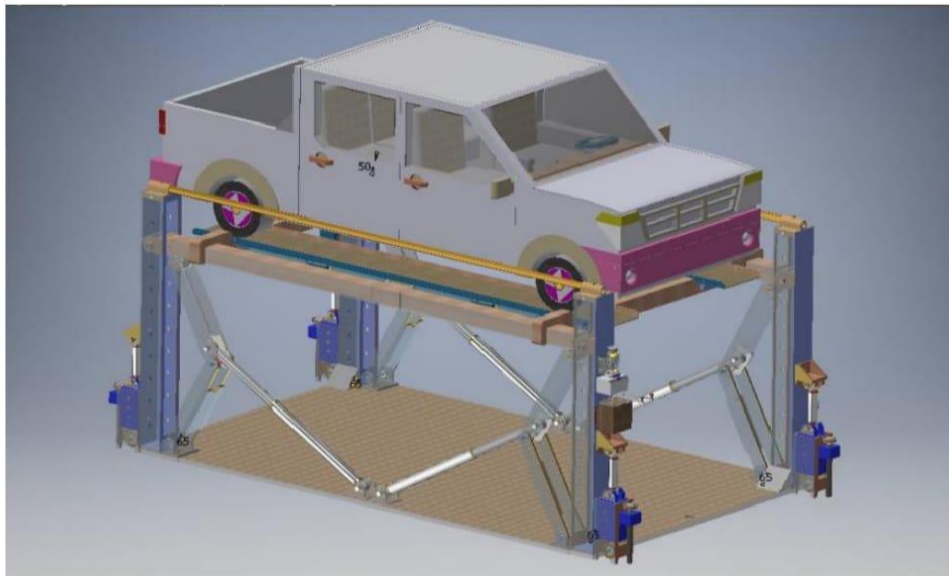
Lift mobil adalah suatu perangkat mekanis atau hidrolis yang dirancang khusus untuk mengangkat dan menurunkan kendaraan bermotor secara vertikal. Alat ini berfungsi untuk memudahkan berbagai kegiatan yang berkaitan dengan kendaraan, seperti servis, perbaikan, pemeriksaan bagian bawah mobil, hingga penyimpanan kendaraan di area dengan ruang terbatas. Dalam dunia otomotif, lift mobil banyak digunakan di bengkel, dealer, serta tempat parkir bertingkat karena mampu meningkatkan efisiensi ruang dan keamanan kerja. Prinsip kerjanya didasarkan pada sistem mekanis, hidrolis, atau elektromekanis yang mengubah energi listrik atau tekanan fluida menjadi tenaga angkat.

Selain itu, penggunaan lift mobil juga membantu teknisi bekerja dengan posisi yang lebih ergonomis, mengurangi risiko kecelakaan, dan mempercepat proses perawatan kendaraan. Berdasarkan cara kerja dan konstruksinya, lift mobil memiliki beberapa jenis seperti *two post lift*, *four post lift*, dan *scissor lift*, yang masing-masing memiliki keunggulan serta fungsi berbeda sesuai kebutuhan pengguna [27].

2.13 Jenis – Jenis Lift Mobil

2.13.1 Lift empat tiang (Four-Post Lift)

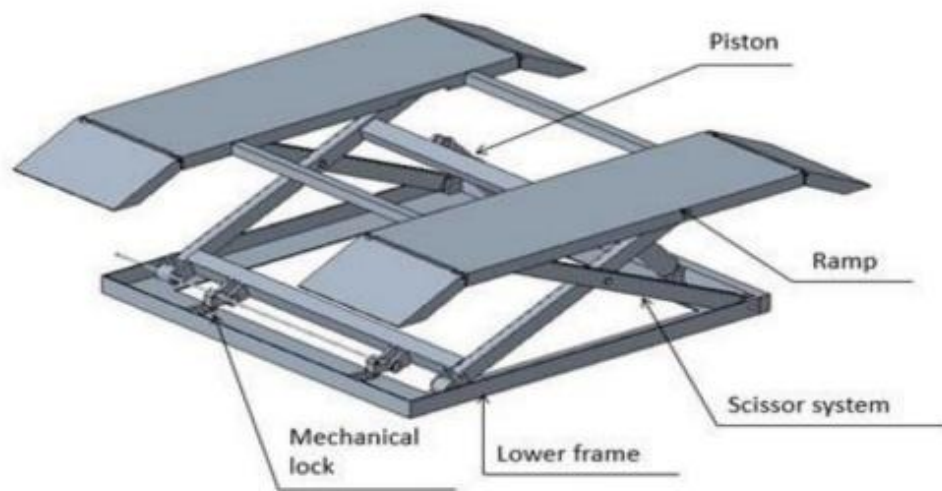
Jenis lift ini menggunakan empat kolom penopang dan dua *runway* (jalur mobil bergulir) yang mendukung roda kendaraan. Mobil dijalankan ke atas platform, kemudian diangkat bersama roda-roda mobil. Salah satu jurnal menyebut bahwa lift empat tiang untuk kendaraan ringan dikembangkan dengan kapasitas hingga beberapa ton, dan struktur terdiri dari kolom penyangga, *runway*, *yoke*, serta unit daya elektro-hidrolik [28].



Gambar 2.7 Lift mobil empat tiang

2.13.2 Lift gunting (*Scissor Lift*)

Tipe ini bekerja dengan mekanisme gunting (*scissor*) — dua pasang lengan yang saling silang dan bergerak vertikal untuk mengangkat platform tempat kendaraan. Dalam studi mengenai perancangan alat angkat kendaraan, disebut bahwa komponen utama jenis *scissor* lift mencakup rangka bawah, lengan *scissor*, ramp (jalur masuk), mekanisme pengunci mekanik, dan sistem penggerak (*drive mechanism*) [29].



Gambar 2.8 Lift Mobil Gunting

2.12.3 Lift dua tiang (*Two-Post Lift*)

Lift jenis ini memiliki dua pilar (kolom) vertikal di kedua sisi kendaraan, dan lengan-angkat yang menjangkau ke titik pengangkatan di sasis kendaraan. Setelah kendaraan diangkat, roda biasanya bebas tergantung sehingga mekanik dapat mengerjakan bagian bawah kendaraan dan roda dengan leluasa. Sumber menyebut bahwa “*two-post lifts are some of the most common types you’ll see in auto shops*” dan menonjol karena akses ke bagian bawah kendaraan yang cukup luas [30].



Gambar 2.9 Lift Mobil Dua Tiang

2.14 Komponen Utama Lift Mobil hidrolik

2.14.1 Rangka / kolom (*frame & columns*)

Rangka dua kolom atau empat kolom adalah struktur utama yang menahan beban kendaraan dan meneruskan gaya ke lantai. Desain kolom, tumpuan, dan sambungan las menentukan kekakuan dan stabilitas lift. Untuk lift dua tiang, tata letak kolom dan cara pengikatan *arm* sangat penting untuk mencegah miring atau geser saat kendaraan diangkat.



Gambar 2.10 Rangka Dua Tiang

2.14.2 Lengan penopang / platform (*arms, carriers, platform*)

Lengan (*arms*) atau platform memegang titik tumpu kendaraan (*pad/adapter*). Komponen ini harus kuat, dapat disesuaikan posisi, dan dilengkapi pengaman (*locking pins/auto-lock*) agar kendaraan tidak bergeser. Desain lengan berbeda-beda tergantung tipe (*two-post, four-post, scissor*).



Gambar 2.11 Lengan Penompang

2.14.3 Unit tenaga hidrolik (*Hydraulic Power Unit — motor, pompa, tangki oli*)

UTP berisi motor listrik, pompa (*gear/vane*), tangki oli, dan filter. Pompa hidrolik merupakan unit yang bertugas menghasilkan tekanan pada oli hidrolik; tekanan inilah yang kemudian mendorong fluida ke dalam silinder hidrolik untuk mengangkat platform. Pompa bekerja dengan mengambil oli dari reservoir dan kemudian memaksanya melalui saluran tekan menuju perangkat aktuator sehingga beban dapat terangkat secara stabil. Tangki juga berfungsi sebagai tempat pendinginan dan pembersihan oli. Oli di dalam tangki akan dihisap oleh pompa untuk kemudian diberikan tekanan dan dialirkan ke aktuator.

Tanpa tangki yang tepat, sistem bisa mengalami masuknya udara atau penurunan tekanan kerja.



Gambar 2.12 Motor Hidrolik

2.14.4 Silinder hidrolik (*hydraulic cylinder / actuator*)

Silinder mengubah tekanan oli menjadi gerak linier untuk mengangkat atau menurunkan platform. Konstruksi batang silinder, sekrup, dan segel (*seals*) mempengaruhi kebocoran, presisi, serta umur komponen. Pada beberapa desain ada satu silinder besar atau beberapa silinder yang disinkronkan.

2.14.5 Selang Hidrolik

Selang hidrolik merupakan komponen penting dalam sistem lift mobil hidrolik yang berfungsi sebagai media penyalur fluida bertekanan (oli hidrolik) dari satu komponen ke komponen lainnya, seperti dari pompa ke silinder hidrolik. Tanpa selang hidrolik, tekanan yang dihasilkan pompa tidak dapat diteruskan untuk mengangkat kendaraan [31]

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian dilakukan dengan pengambilan data di PT. Honda Arista Medan yang beralamat di Jl. Sisingamangaraja Km.5,5 No.2, Kota Medan, Sumatera Utara. Adapun waktu pelaksanaan adalah Tanggal 02 Februari Tahun 2026.

Tabel 3.1 waktu penelitian

NO	KETERANGAN	BULAN KE							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Kajian literatur	■							
2	Penyesunan proposal penelitian		■						
3	Penulisan bab 1 sampai bab 3			■					
4	Analisa data				■				
5	Seminar proposal					■			
6	Seminar akhir					■	■		
7	Sidang akhir					■	■		

3.2 Survei Data

Penulis mengumpulkan data-data informasi pada populasi yang besar dengan menggunakan sampel yang relatif lebih kecil. Penulis juga melakukan pengamatan secara langsung terhadap suatu proses yang tengah berjalan atau berlangsung.

3.3 Bahan Dan Alat

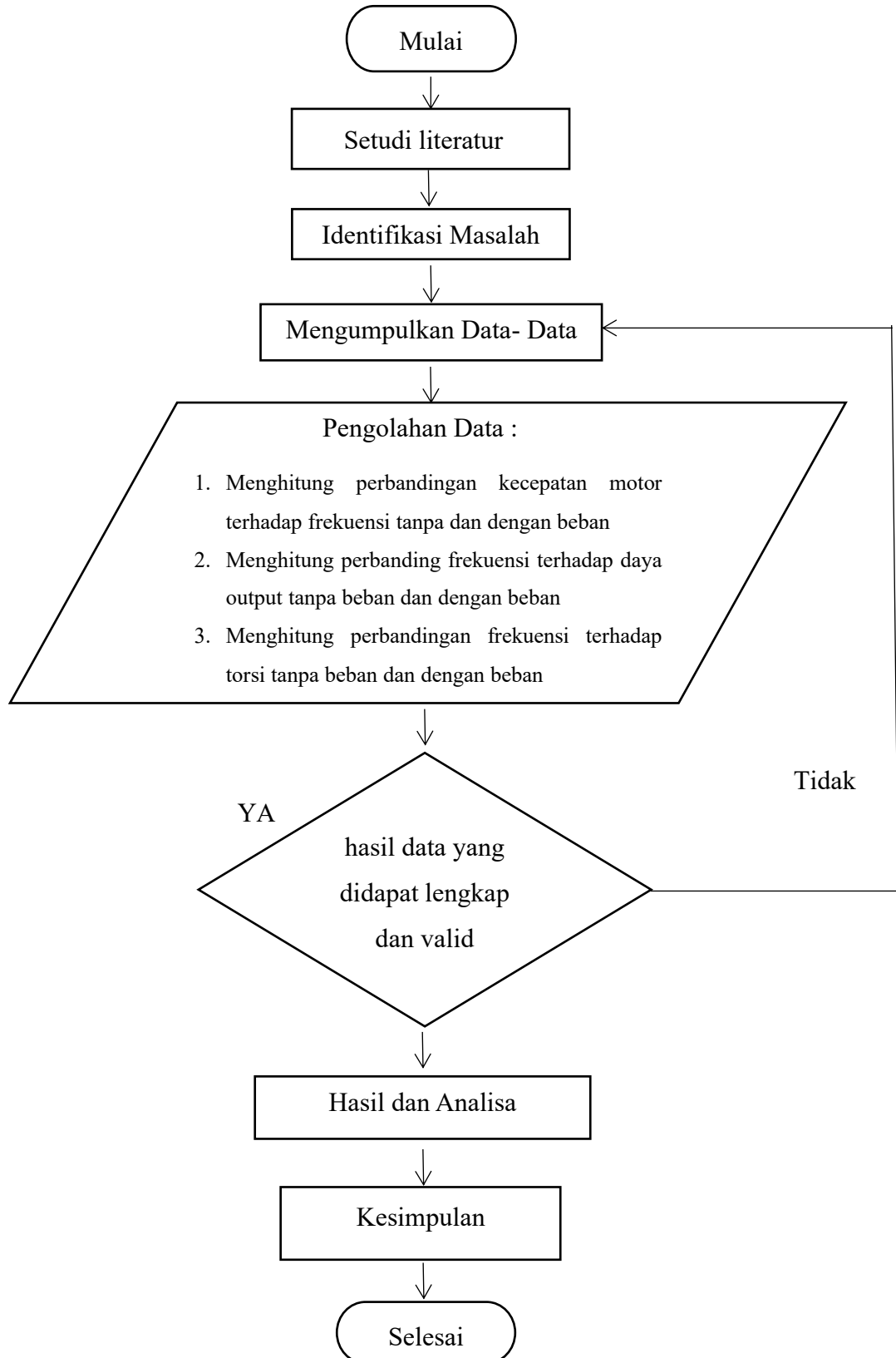
Untuk analisis energi pada lift mobil di PT. Honda Arista Medan, digunakan beberapa alat utama, seperti tang amper untuk mengukur arus, untuk menghitung penggunaan efisiensi pemakaian bahan motor tiga fasa. Alat-alat ini berfungsi untuk memantau performa motor tiga fasa dan semuanya diperlukan dalam menganalisis energi pada lift mobil.

Cara Penggunaan :

1. Ketika motor tiga fasa akan dihidupkan secara manual direspon oleh panel dan akan disalurkan ke beban.
2. Lalu siapkan tang ampere digital dan tachometer digital untuk mengukur arus dan kecepatan yang ada pada motor.
3. Kemudian kita ambil data yang sudah kita ukur dengan tang ampere digital dan tachometer digital.

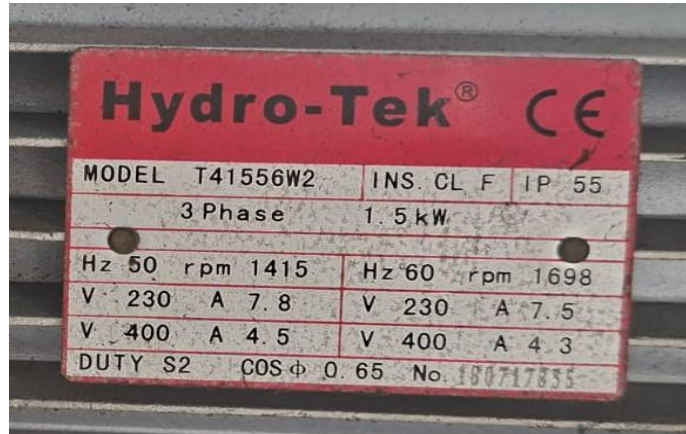
3.4 Bagan Alir Penelitian

Pada penelitian ini, ada beberapa tahap yang dilakukan yang secara singkat dapat digambarkan dalam diagram alir berikut :



3.5 Data Motor Tiga Fasa PT. Honda Arista Medan

Spesifikasi Motor tiga fasa yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada template.



Gambar 3.1 template motor tiga fasa

3.6 Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah analisis yang dilakukan di penelitian ini yaitu :

1. Melakukan Observasi di PT. Honda Arista Medan.
2. Melakukan wawancara langsung di PT. Honda Arista Medan seperti wawancara pada staf teknisi.
3. Pengambilan data dengan menggunakan tang ampere digital, Tachometer digital pada motor tiga fasa pada PT. Honda Arista Medan pada bulan Februari 2026 saat PT. Honda Arista Medan saat beroperasi.
4. Pengambilan data dilakukan hari dari jam 08.00 WIB - 17.00 WIB. Data tersebut di ambil dengan beban dan tanpa beban.
5. Setelah seluruh data sudah didapatkan, lalu data tersebut di analisa atau di hitung.
6. Membuat Kesimpulan dari hasil penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Menggunakan Rumus

Dari tabel di atas untuk memperkuat hasil dari pengukuran dilakukan juga perhitungan dengan rumus sebagai berikut :

a. Menghitung Perbandingan Kecepatan Motor Terhadap Frekuensi tanpa beban

Berdasarkan persamaan pada rumus diperoleh kecepatan putaran motor pada frekuensi 50 Hz adalah:

$$N_s = \frac{120 \times f}{p} = (rpm)$$

$$N_s = \frac{120 \times 50}{4} = 1500$$

$$\begin{aligned} N_r &= (1 - s) \times n_s \\ &= (1 - 0,057) \times 1500 \\ &= 1415 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa nilai putaran stator (N_s) adalah (1500) rpm. Pada nilai motor induksi tertera putaran motor (n_r) sebesar 1415 rpm, maka dapat dihitung sesuai persamaan sebagai berikut :

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\%$$

$$s = \frac{1500 - 1415}{1500} \times 100\%$$

$$s = 0,057 \times 100\%$$

$$s = 0,57 \%$$

b. Menghitung Perbandingan Kecepatan Motor Terhadap Frekuensi

Berdasarkan persamaan pada rumus diperoleh kecepatan putaran motor pada frekuensi 40 Hz adalah:

$$N_s = \frac{120 \times f}{p} = (rpm)$$

$$N_s = \frac{120 \times 40}{4} = 1200$$

$$\begin{aligned} N_r &= (1 - s) \times n_s \\ &= (1 - 0,041) \times 1200 \\ &= 1150 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa nilai putaran stator (N_s) adalah (1200) rpm. Pada nilai motor induksi tertera putaran motor (n_r) sebesar 1150 rpm, maka dapat dihitung sesuai persamaan sebagai berikut :

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\%$$

$$s = \frac{1500 - 1415}{1500} \times 100\%$$

$$s = 0,057 \times 100\%$$

$$s = 0,57 \%$$

c. Menghitung Perbandingan Kecepatan Motor Terhadap Frekuensi

Berdasarkan persamaan pada rumus diperoleh kecepatan putaran motor pada frekuensi 30 Hz adalah:

$$N_s = \frac{120 \times f}{p} = (rpm)$$

$$N_s = \frac{120 \times 30}{4} = 900$$

$$\begin{aligned} N_r &= (1 - s) \times n_s \\ &= (1 - 0,057) \times 900 \\ &= 860 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa nilai putaran stator (N_s) adalah (900) rpm. Pada nilai motor induksi tertera putaran motor (n_r) sebesar 860 rpm, maka dapat dihitung sesuai persamaan sebagai berikut :

$$s = \frac{ns - nr}{ns} \times 100\%$$

$$s = \frac{900 - 860}{860} \times 100\%$$

$$s = 0,044 \times 100\%$$

$$s = 0,044 \%$$

Keterangan:

Slip = Selisih kecepatan medan stator dengan medan rotor (%)

Ns = Kecepatan Sinkron (rpm)

Nr = Kecepatan Rotor (rpm)

a. Menghitung Perbandingan Frekuensi Terhadap Daya

Berdasarkan persamaan pada rumus dapat dihitung daya output pada motor dengan persamaan sebagai berikut:

1. Menghitung daya output saat motor induksi tanpa beban dengan frekuensi disetting 50 Hz.

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = 1,73 \times 403 \times 1,1 \times 0,65$$

$$P = 498,490$$

2. Menghitung daya output saat motor induksi tanpa beban dengan frekuensi disetting 40 Hz.

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = 1,73 \times 401 \times 1,1 \times 0,65$$

$$P = 406,956$$

3. Menghitung daya output saat motor induksi tanpa beban dengan frekuensi disetting 30 Hz.

$$P = \sqrt{3} x V x I x \cos \varphi$$

$$P = 1,73 x 403 x 1,1 x 0,56$$

$$P = 321,607$$

b. Menghitung Perbandingan Frekuensi Terhadap Torsi

Setelah mendapatkan nilai Daya Output pada motor induksi tiga fasa, maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai torsi yang dihasilkan dengan menggunakan rumus persamaan adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung torsi output saat motor induksi tanpa beban dengan frekuensi disetting 50 Hz.

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{P_{out}}{\omega} \\ &= \frac{P_{out}}{2\pi x \frac{n}{60}} \\ &= \frac{429,469}{2x3,14 x \frac{1415}{60}} \\ &= \frac{498,490}{148,1} \\ &= 3,36 \text{ N.m}\end{aligned}$$

- b. Menghitung torsi output saat motor induksi tanpa beban dengan frekuensi disetting 40 Hz.

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{P_{out}}{\omega} \\ &= \frac{P_{out}}{2\pi x \frac{n}{60}} \\ &= \frac{406,956}{2x3,14 x \frac{1150}{60}} \\ &= \frac{406,956}{120,36}\end{aligned}$$

$$= 3,38 \text{ N.m}$$

- c. Menghitung torsi output saat motor induksi tanpa beban dengan frekuensi disetting 30 Hz.

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{P_{out}}{\omega} \\ &= \frac{P_{out}}{2\pi \times n/60} \\ &= \frac{349,930}{2 \times 3,14 \times 860/60} \\ &= \frac{321,607}{90,01} \\ &= 3,57 \text{ N.m} \end{aligned}$$

- a. Menghitung Perbandingan Kecepatan Motor Terhadap Frekuensi dengan beban

Berdasarkan persamaan pada rumus diperoleh kecepatan putaran motor pada frekuensi 50 Hz adalah:

$$N_s = \frac{120 \times f}{p} = (rpm)$$

$$N_s = \frac{120 \times 50}{4} = 1500$$

$$N_r = (1 - s) \times n_s$$

$$= (1 - 0,11) \times 1500$$

$$= 1335$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa nilai putaran stator (N_s) adalah (1500) rpm. Pada nilai Namplate motor induksi tertera putaran motor (n_r) sebesar 1335 rpm, maka dapat dihitung sesuai persamaan sebagai berikut :

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\%$$

$$s = \frac{1500 - 1415}{1500} \times 100\%$$

$$s = 0,11 \times 100\%$$

$$s = 0,11 \%$$

- b. Menghitung Perbandingan Kecepatan Motor Terhadap Frekuensi dengan beban

Berdasarkan persamaan pada rumus diperoleh kecepatan putaran motor pada frekuensi 40 Hz adalah:

$$N_s = \frac{120 \times f}{p} = (rpm)$$

$$N_s = \frac{120 \times 50}{4} = 1200$$

$$N_r = (1 - s) \times n_s$$

$$= (1 - 0,108) \times 1500$$

$$= 1070$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa nilai putaran stator (N_s) adalah (1200) rpm. Pada nilai motor induksi tertera putaran motor (n_r) sebesar 1070 rpm, maka dapat dihitung sesuai persamaan sebagai berikut :

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\%$$

$$s = \frac{1500 - 1415}{1500} \times 100\%$$

$$s = 0,108 \times 100\%$$

$$s = 0,108 \%$$

- c. Menghitung Perbandingan Kecepatan Motor Terhadap Frekuensi dengan beban

Berdasarkan persamaan pada rumus diperoleh kecepatan putaran motor pada frekuensi 30 Hz adalah:

$$N_s = \frac{120 \times f}{p} = (\text{rpm})$$

$$N_s = \frac{120 \times 50}{4} = 900$$

$$\begin{aligned} N_r &= (1 - s) \times n_s \\ &= (1 - 0,133) \times 900 \\ &= 780 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diketahui bahwa nilai putaran stator (Ns) adalah (1500) rpm. Pada nilai motor induksi tertera putaran motor (nr) sebesar 1415 rpm, maka dapat dihitung sesuai persamaan sebagai berikut :

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \times 100\%$$

$$s = \frac{900 - 780}{900} \times 100\%$$

$$s = 0,133 \times 100\%$$

$$s = 0,133 \%$$

1. Menghitung daya output saat motor induksi dengan beban dengan frekuensi disetting 50 Hz.

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = 1,73 \times 401 \times 1,2 \times 0,65$$

$$P = 541,109$$

2. Menghitung daya output saat motor induksi dengan beban dengan frekuensi disetting 40 Hz.

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = 1,73 \times 294 \times 1,2 \times 0,65$$

$$P = 478,024$$

3. Menghitung daya output saat motor induksi dengan beban dengan frekuensi disetting 30 Hz.

$$P = \sqrt{3} x V x I x \cos \varphi$$

$$P = 1,73 x 260 x 1,4 x 0,65$$

$$P = 393,575$$

- a. Menghitung torsi output saat motor induksi dengan beban dengan frekuensi disetting 50 Hz.

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{P_{out}}{\omega} \\ &= \frac{P_{out}}{2\pi x \frac{n}{60}} \\ &= \frac{466,186}{2 x 3,14 x \frac{1335}{60}} \\ &= \frac{541,109}{139,73} \\ &= 3,87 \text{ N.m} \end{aligned}$$

- a. Menghitung torsi output saat motor induksi dengan beban dengan frekuensi disetting 50 Hz.

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{P_{out}}{\omega} \\ &= \frac{P_{out}}{2\pi x \frac{n}{60}} \\ &= \frac{466,186}{2 x 3,14 x \frac{1070}{60}} \\ &= \frac{478,024}{111,99} \\ &= 4,26 \text{ N.m} \end{aligned}$$

- b. Menghitung torsi output saat motor induksi dengan beban dengan frekuensi disetting 50 Hz.

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{P_{out}}{\omega} \\ &= \frac{P_{out}}{2\pi \times n/60} \\ &= \frac{466,186}{2 \times 3,14 \times 780/60} \\ &= \frac{393,575}{81,64} \\ &= 4,82 \text{ N.m}\end{aligned}$$

4.2 Data Pengukuran motor Induksi Tanpa Pembebanan

Dari hasil pengukuran yang dilakukan menggunakan alat maka di dapatkan nilai Arus (Ampere), Tegangan Output (Volt), Daya (Watt), Torsi (N.m), dan Cosphi, sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Pengukuran motor Induksi Tanpa Pembebanan

Dari hasil pengukuran yang dilakukan menggunakan alat maka di dapatkan nilai

Frekuensi	Kecepatan	Arus (Ampere)			Tegangan (Volt)			Daya (watt)	Torsi (N.m)	Cosphi
		R	S	T	RS	ST	RT			
50	1415	1,1	1,1	1,1	403	404	404	498,490	3,36	0,65
40	1150	1	1,1	1,2	329	330	330	406,956	3,38	0,65
30	860	1,1	1,1	1,2	260	260	262	321,607	3,57	0,65

arus (ampere), tegangan output (volt), daya (watt), torsi (N.m), dan cosphi.

4.3 Data pengukuran motor induksi dengan pembebanan

Dari hasil pengukuran motor induksi dengan diberi pembebanan berupa rem cakram, yang diukur menggunakan alat maka di dapatkan nilai arus nilai Arus (Ampere), Tegangan Output (Volt), Daya (Watt), Torsi (N.m), dan Cosphi, sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data pengukuran motor induksi dengan pembebanan

Frekuensi	Kecepatan	Arus (Ampere)			Tegangan (Volt)			Daya (watt)	Torsi (N.m)	Cosphi
		R	S	T	RS	ST	RT			
50	1335	1,2	1,2	1,2	400	402	402	541,109	3,87	0,65
40	1070	1,3	1,4	1,4	327	328	328	478,024	4,26	0,65
30	780	1,3	1,5	1,5	250	251	251	393,575	4,82	0,65

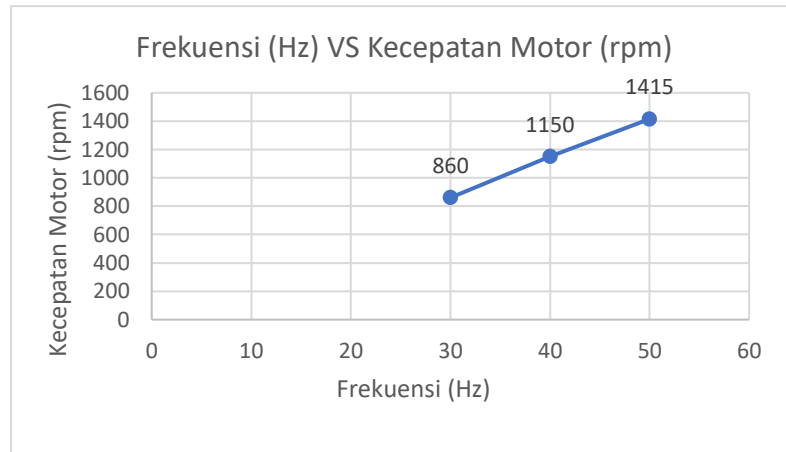
Dari hasil pengukuran motor induksi dengan diberikan beban berupa rem cakram, yang diukur menggunakan alat maka di dapatkan nilai arus (ampere), tegangan output (volt), daya (watt), torsi (N.m), dan cosphi.

4.4 Data hasil pengukuran tanpa beban

Tabel 4.3 Data hasil pengukuran tanpa beban

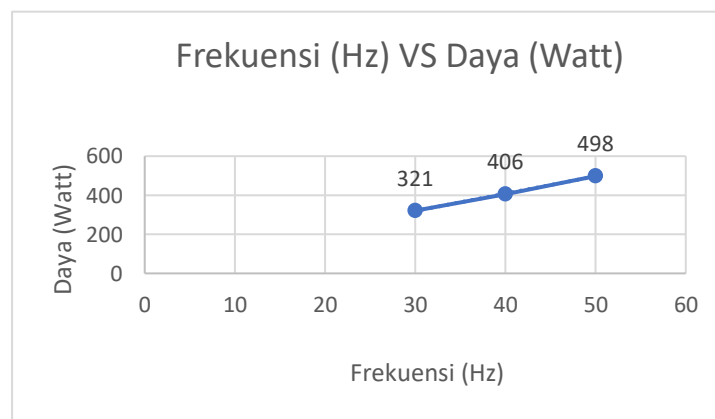
Frekuensi	Kecepatan	Daya (watt)	Torsi (N.m)	Cosphi
50	1415	498,490	3,36	0,65
40	1150	406,956	3,38	0,65
30	860	321,607	3,57	0,65

Berdasarkan data pengukuran Tabel 4.3 bisa kita lihat bahwa di saat frekuensi disetting 50Hz dengan keadaan tidak berbeban maka Perubahan frekuensi akan mempengaruhi perubahan kecepatan motor induksi Semakin tinggi frekuensi yang disetel, maka putaran motor akan semakin besar, seperti digambarkan pada Gambar.



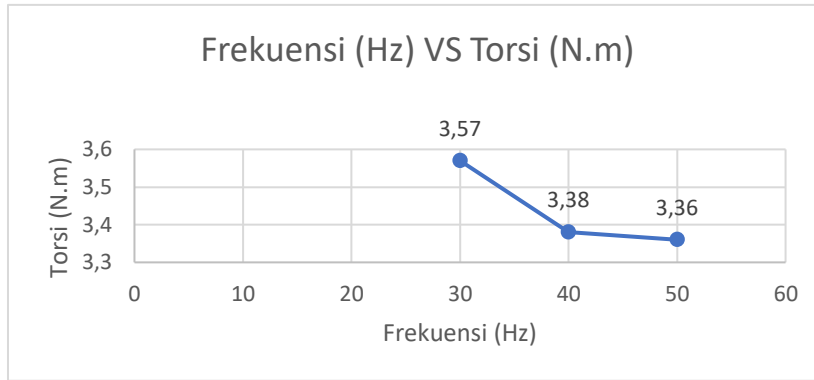
Gambar 4.1 Grafik hasil perubahan frekuensi terhadap kecepatan motor

Dapat kita lihat pada Tabel 4.1 bahwa saat frekuensi di setting 30 Hz kecepatan motor mendapatkan angka 860 rpm, dan setelah frekuensi dinaikan menjadi 40 Hz maka kecepatan motor ikut naik menjads 1150 rpm, ini disebabkan kecepatan motor berbanding lurus dengan frekuensi percobaan ini di lakukan sampai frekuensi disetting 50 Hz, maka di saat frekuensi di setting 50 Hz kecepatan motor mencapai titik puncaknya yaitu 1415 rpm.



Gambar 4.2 Grafik hasil perubahan frekuensi terhadap daya

Dari hasil percobaan merubah-rubah frekuensi dalam kondisi tidak berbeban maka Daya yang dihasilkan motor induksi juga berbanding lurus dengan frekuensi, semakin besar frekuensi yang di setting maka daya motor induksi juga semakin tinggi, dapat kita lihat di saat frekuensi disetting 30 Hz konsumsi daya motor induksi mencapai 321,607 Watt dan disaat frekuensi disetting 50 Hz maka konsumsi yang dihasilkan motor induksi semakin besar yaitu 498,490 Watt.



Gambar 4.3 Grafik hasil perubahan frekuensi terhadap torsi

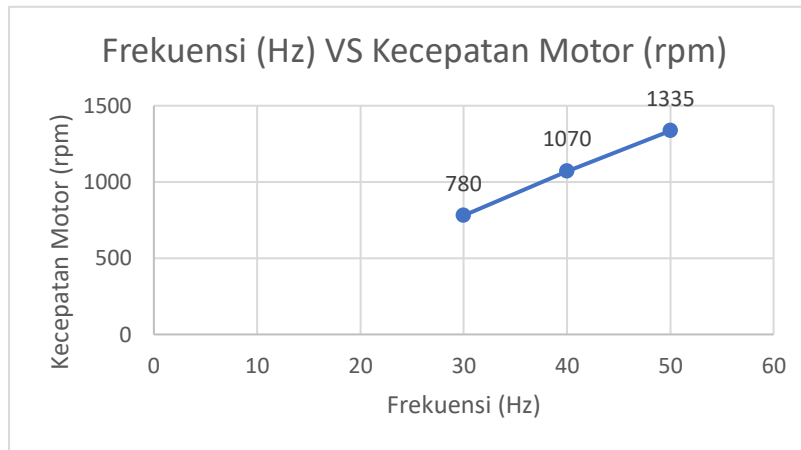
Dapat kita lihat pada Tabel 4.3 dimana disaat frekuensi diseting 30 Hz. Torsi yang dihasilkan motor induksi tinggi mencapai 3,57 N.m, namun setelah frekuensi dinaikan menjadi 50 Hz maka nilai Torsi menurun mencapai 3,36 N.m. Hal ini disebabkan karna disaat frekuensi rendah motor induksi mengalami slip yang sangat besar ini menyebabkan saat frekuensi rendah Torsi yang dihasilkan semakin besar, dan setelah frekuensi disetting 50 Hz maka slip yang dihasilkan semakin menurun ini menyebabkan Torsi yang dihasilkan motor induksi saat frekuensi tinggi menurun menjadi 3,36 N.m

4.5 Data hasil pengukuran dengan pembebanan

Tabel 4.4 Data hasil pengukuran dengan pembebanan

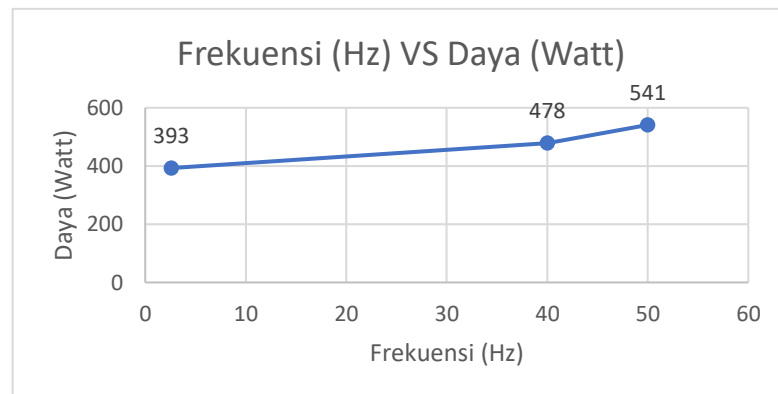
Frekuensi	Kecepatan	Daya (watt)	Torsi (N.m)	Cosphi
50	1335	541,109	3,87	0,65
40	1070	478,024	4,26	0,65
30	780	393,575	4,82	0,65

Berdasarkan data pengukuran Tabel 4.4 bisa kita lihat bahwa di saat frekuensi disetting 50Hz dengan keadaan berbeban maka perubahan kecepatan motor yang signifikan bisa kita lihat pada Gambar.



Gambar 4.4 Grafik hasil perubahan frekuensi terhadap kecepatan motor dengan beban

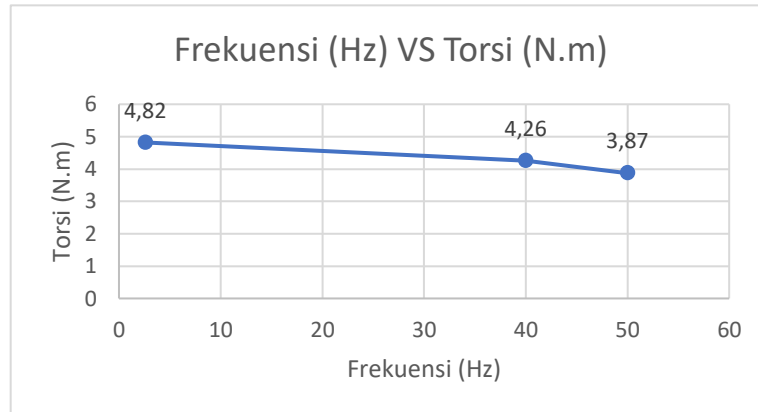
Dapat kita lihat bahwa motor disaat disetting 30 Hz dengan keadaan berbeban maka kecepatan motor menurun menjadi 780 rpm yang dimana disaat motor keadaan normal kecepatan motor induksi mampu mencapai titik puncaknya yaitu 1335 rpm.



Gambar 4.5 Grafik hasil perubahan frekuensi terhadap daya dengan beban

Dapat kita lihat perbedaan Daya yang dihasilkan saat motor diberi pembebanan maka Daya yang dihasilkan meningkat di dibandingkan dengan keadaan tidak berbeban. Pada percobaan yang dilakukan saat frekuensi disetting 30 Hz saat kondisi berbeban maka Daya yang dikonsumsi motor induksi menjadi besar mencapai 393,575 Watt, yang dimana sebelumnya saat motor induksi dalam keadaan tidak berbeban Daya yang dihasilkan pada frekuensi 30 Hz hanya 321,607 Watt. Dan percobaan ini dilakukan sampai frekuensi disetting 50 Hz yang dimana Daya yang dihasilkan mencapai titik tertinggi hingga 541,109 Watt yang sebelumnya motor induksi saat tidak berbeban Daya yang dihasilkan hanya 498,490 Watt Kenaikan Daya yang dihasilkan di karnakan saat motor diberi beban motor

melakukan kerja mekanik untuk mengatasi beban tersebut, Daya mekanik yang dihasilkan meningkat secara signifikan seiring dengan peningkatan beban.



Gambar 4.6 Grafik hasil perubahan frekuensi terhadap torsi dengan beban

Berdasarkan data pengukuran Tabel 4.4 bisa kita lihat bahwa di saat frekuensi disetting 50Hz dengan keadaan tidak berbeban maka perubahan frekuensi terhadap Torsi berbanding terbalik semakin kecil frekuensi yang diberikan maka semakin besar Torsi yang di hasilkan, Hal ini disebabkan karna saat motor induksi diberi frekuensi rendah maka slip akan semakin banyak yang menyebabkan motor bekerja lebih keras untuk bisa memutar, Perbandingan frekuensi terhadap Torsi bisa kita lihat pada Gambar 4.6

4.6 Data hasil perbandingan pengukuran tanpa beban dan dengan pembebanan

Tabel 4.5 Data hasil perbandingan pengukuran tanpa beban dan dengan pembebanan

Frekuensi	Kecepatan		Daya (watt)		Torsi (N.m)		cosphi
	Berbeban	Tanpa beban	Berbeban	Tanpa beban	Berbeban	Tanpa beban	
50	1335	1415	541,109	498,490	3,87	3,36	0,65
40	1070	1150	478,024	406,956	4,26	3,38	0,65
30	780	860	393,575	321,607	4,82	3,57	0,65

Berdasarkan data pengukuran perbandingan Tabel 4.5 bisa kita lihat bahwa di saat frekuensi disetting 50Hz dengan keadaan berbeban dan tanpa beban maka perubahan kecepatan motor yang signifikan bisa kita lihat pada Gambar 4.5

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Perbandingan kecepatan motor terhadap frekuensi menunjukkan bahwa kecepatan motor induksi berbanding lurus dengan frekuensi, baik pada kondisi tanpa beban maupun dengan beban. Semakin tinggi frekuensi yang diberikan, maka semakin tinggi pula kecepatan putaran motor. Namun, pada kondisi berbeban, kecepatan motor cenderung lebih rendah dibandingkan tanpa beban akibat meningkatnya nilai slip.

Perbandingan frekuensi terhadap daya output menunjukkan bahwa daya output motor induksi meningkat seiring dengan kenaikan frekuensi. Selain itu, daya yang dihasilkan pada kondisi berbeban lebih besar dibandingkan tanpa beban, karena motor memerlukan energi tambahan untuk mengatasi beban mekanik yang diberikan.

Perbandingan frekuensi terhadap torsi menunjukkan bahwa torsi berbanding terbalik dengan frekuensi. Pada frekuensi rendah, torsi yang dihasilkan lebih besar dibandingkan pada frekuensi tinggi. Hal ini disebabkan oleh nilai slip yang lebih besar pada frekuensi rendah maupun saat motor diberi beban, sehingga motor bekerja lebih keras dalam menghasilkan putaran.

5.2 Saran

Harus terus menjaga Daya dan keandalan sistem beberapa langkah yang dapat diambil meliputi perawatan rutin atau berskala untuk menjaga kinerja lift mobil supaya optimal dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. P. Teguh and M. F. Zambak, “Optimalisasi Kecepatan Putaran Motor Listrik Sebagai Beban Pada PLTS 5 kWp (Aplikasi : Laboratorium Balai Besar Pengembangan Dan Penjamin Mutu Pendidikan Vokasi Bidang Bangunan Dan Listrik Medan),” 2022.
- [2] E. Meladiyani, B. Permana, and A. Zayadi, “Perancangan Alat Pengangkat Sistem Hidrolik Tipe H Pada Tempat Pencucian Mobil Dengan Kapasitas Maximum 2 . 5 Ton,” vol. 21, no. 1, pp. 33–43, 2018.
- [3] E. S. Nasution and A. Hasibuan, “Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Dengan Merubah Frekuensi Menggunakan Inverter ALTIVAR 12P,” vol. 2, no. 1, pp. 25–34, 2018.
- [4] P. R. N. 24/Menkes/2022, “ANALISA UTILISASI GENSET KAPASITAS 275 kVA DI RSUD KEBAYORAN BARU,” *Nurhabibah Naibaho, Ridwan Syah*, vol. 10, no. 8.5.2017, pp. 2003–2005, 2022.
- [5] N. R. A.S, F. I. Prakoso, and E. Supriyadi, “Analisa Panel Ats Dan Amf Genset Secara Otomatis Pada Industri,” *Simusoida*, vol. 24, no. 2, pp. 1–8, 2022, doi: 10.37277/s.v24i2.1461.
- [6] B. S. Pi, “Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Metode Flux Vector Control,” vol. 6, no. 2, 2017.
- [7] P. M. Induksi, “BAB III,” pp. 61–91.
- [8] Y. Badruzzaman, M. Induksi, and T. Fasa, “Pengasutan Konvensional Motor Induksi Tiga Fasa Rotor Sangkar Tupai,” pp. 41–47.
- [9] S. Padang, “J OURNAL OF E NERGY AND E LECTRICAL E NGINEERING ANALISIS PENGGUNAAN BRUSH LIFTING DEVICE (BLD) PADA MOTOR WEG MILL DRIVE 8700 KW RAW MILL INDARUNG VI,” pp. 71–80, 2024.
- [10] E. Motor, I. Tiga, F. Menggunakan, and M. Simulink, “Analisa pengaruh perubahan frekuensi dan tegangan terhadap efisiensi motor induksi tiga fasa menggunakan matlab simulink,” vol. 16, no. 2, 2024, doi: 10.26623/elektrika.v16i2.8852.
- [11] S. Pengajar, P. Studi, and T. Elektro, “Pengujian dan analisis motor

asinkron tiga fasa pada laboratorium elektro”.

- [12] M. Sarjan, “PERBANDINGAN KARAKTERISTIK MOTOR INDUKSI BELITAN GELUNG DENGAN BELITAN SPIRAL,” vol. 1, no. 1, pp. 6–15, 2011.
- [13] S. Sarwito and A. Suherman, “Analysis of Three Phases Asynchronous Slip Ring Motor Performance Feedback Type 243,” vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2017.
- [14] A. W. Nurmalia, W. Hadi, and W. Cahyadi, “Performance Test of Three-Phase Brushless Direct Current Motor Axial Flux with Differences Diameter of Neodymium Type Permanent Magnet,” vol. 13, no. 1, pp. 55–62, 2021.
- [15] Y. Pranata, T. Arfianto, and N. Taryana, “Analisis Unjuk Kerja Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Inverter 3 Fasa,” vol. 4, no. 2, 2018.
- [16] N. Evalina and A. A. H, “Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable logic controller,” vol. 3, no. 2, 2018.
- [17] T. Barlian, A. I. Lestari, C. Cekdin, T. Elektro, and U. Muhammadiyah, “JSE-85 JSE-86,” vol. 8, no. 2, pp. 85–96, 2024.
- [18] K. Respon, T. Motor, T. Fasa, B. Algoritma, and V. Kontrol, “Jurnal Ilmiah Setrum,” vol. 8, no. 2, pp. 205–217, 2019.
- [19] A. Rugi *et al.*, “Analysis of Power Loss and Drop Voltage in the Distribution Network at PT . PLN (Persero) ULP PANIKI,” pp. 1–7.
- [20] W. N. Agustianingsih, F. Kurniawan, and P. Setiawan, “Analisis Ketepatan Pengukur Daya dan Faktor Daya Listrik Berbasis Arduino Uno R3 328P,” *Avitec*, vol. 3, no. 1, pp. 15–27, 2020, doi: 10.28989/avitec.v3i1.794.
- [21] A. Fiaauzh Primadiba, “BAB IIPdf,” 2019.
- [22] N. Muranto, Atmam, and . Z., “Studi Peralihan Daya Listrik dari PLN ke Generator Set (Genset) Ketika Terjadi Pemadaman dari PLN dengan Uninterruptible Power Supply (UPS) Pada Hotel Grand Elite Pekanbaru,” *SainETIn*, vol. 3, no. 1, pp. 9–16, 2018, doi: 10.31849/sainetin.v3i1.3026.
- [23] M. Harahap, “Pengaruh Perubahan Variasi Eksitasi Tegangan Terhadap Daya Reaktif Pada Generator,” *Univ. Prima Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 71–76, 2021.
- [24] N. Setiaji, Sumpena, and A. Sugiharto, “Analisis Konsumsi Daya Dan

- Distribusi Tenaga Listrik,” *J. Teknologi Ind.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–8, 2022.
- [25] P. G. Chamdareno and F. Azharuddin, “Sistem Monitoring Energi Listrik Sel Surya Secara Realtime dengan Sistem Scada,” vol. 14, no. 2, pp. 35–42, 1979.
- [26] D. Nova and K. Hardani, “Analisis Torsi dan Efisiensi pada Motor Induksi Tiga Fasa Rotor Sangkar,” vol. 19, no. 2, 2018.
- [27] P. Astra, “Politeknik astra,” vol. 12, no. 8, 2022.
- [28] S. K. Amedorme, “FOUR-POST LIFT FOR LIGHT-DUTY VEHICLES,” vol. 7, no. 1, pp. 1–12, 2023.
- [29] M. Čuchor, L. Kučera, and M. Lukáč, “Design of Vehicle Lifting Equipment Using Progressive Methods,” vol. 12, no. 1, pp. 238–248, 2021, doi: 10.2478/logi-2021-0022.
- [30] I. D. Mekanik, D. T. Mesin, and U. Zhejiang, “Vol. 2, Edisi 1, Juni 2025,” vol. 2, 2025.
- [31] Y. Manuhutu and B. M. Suyitno, “DESAIN SISTEM PENGANGKAT HIDROLIK OTOMATIS KAPASITAS 2 TON UNTUK KENDARAAN RINGAN,” vol. 9, no. 3, pp. 54–58.

LAMPIRAN





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKLUTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

UMSU

Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : Rizki Dwi yana Rajaguguk
NPM : 2107220002
Judul Tugas Akhir : "ANALISIS KINERJA ENERGI PADA LIFT MOBIL
MENGUNAKAN MOTOR TIGA FASA DI HONDA
ARISTA MEDAN"

No.	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	20/25 /11	Ikuti penulisan format sesuai Petunjuk Penulisan	d
2.	15/25 /12	Pelajari materi dan referensi Penulisan dg basis di pahami	d
3.	20/25- /12	Referensi tentang berat beban berdasarkan standart	d
4.	29/25 /12	Cari standart berat beban	d
5.	8/26 /11	Periksa dasar di Plocaat di Lampirkan	d
6.	11/26 /11	Perkecil Plocaat agar rapi	d
7.	15/26 /11	Acc. Sampre kealiran dgn Prati	d

Dosen Pembimbing

Muhammad Adam, S.T., M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKLUTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Jalan Kapten Mochtar Basri No.3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : RIZKI DWI YANA RAJAGUGUK
NPM : 2107220002
Judul Tugas Akhir : "ANALISIS KINERJA ENERGI PADA LIFT MOBIL MENGGUNAKAN MOTOR TIGA FASA DI HONDA ARISTA MEDAN"

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	Senin 2/2/06	Revisi Catatan dari Penguji	
2.	Selasa 10/2/06	Setiap yg berbahasa Inggris garis miring	
3.	Kamis 25/2/06	Perhatikan Terunan Rumus	
4.	Selasa 3/3/06	Gambar Gambar Danurama	
5.	Senin 9/3/06	Bkhami tentang Langkah kerja	
6.	Selasa 31/3/06	Pelajari Materi Semaksmol	
7.	Kamis 2/4/06	Acc to Semhas Koordinasi dgn Prodi	

Dosen Pembimbing

Muhammad Adam, ST., MT.,



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKLUTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

UMSU
Unggul | Cerdas | Berprestasi

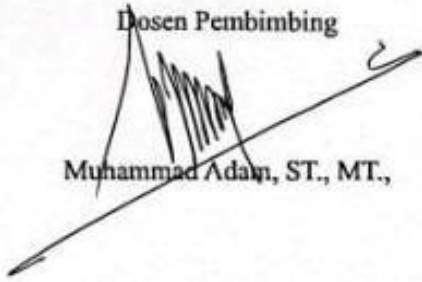
Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : RIZKI DWI YANA RAJAGUGUK
NPM : 2107220002
Judul Tugas Akhir : "ANALISIS KINERJA ENERGI PADA LIFT MOBIL MENGGUNAKAN MOTOR TIGA FASA DI HONDA ARISTA MEDAN"

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	Senin 12/26/14	Pembacaan Perulusan Skripsi	
2.	Selasa 14/26/14	Pembacaan Abstrak	
3.		Acc. to Sidang Lendingsi	
4.		dgn Prodi.	
5.			
6.			
7.			

Dosen Pembimbing


Muhammad Adam, ST., MT.,