

## **TUGAS AKHIR**

### **ANALISA DAYA MOTOR YANG DIBUTUHKAN LIFT BERKAPASITAS 1600 KG PADA BANGUNAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

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

Oleh :

**BICCAR SIAGIAN**

**1907220112**



# **UMSU**

**Unggul | Cerdas | Terpercaya**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Biccara Siagian

NPM : 1907220112

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Analisa daya motor yang di butuhkan lift berkapasitas  
1600 kg pada bangunan fakultas teknik universitas  
muhammadiyah sumatera utara

Bidang Ilmu : Sistem kontrol

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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

Mengetahu dan Menyetujui

Dosen Pembimbing

Muhammad adam, S.T., M.T.

Dosen Penguji I

Noorly Azzalina, ST.,MT.

Dosen Penguji II

Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T.



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T.

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap : Biccara Siagian  
Tempat/Tanggal Lahir : Tangga, 20 Desember 1999  
Npm : 1907220112  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

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

**“Analisa daya motor yang di butuhkan lift berkapasitas 1600 kg pada bangunan fakultas teknik universitas muhammadiyah sumatera utara.”**

Bukan Merupakan Plagiarisme, Pencurian hasil karya orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain, yang hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara Orisinil dan Ontentik.

Bila Kemudian Hari diduga Kuat ada ketidak sesuaian antara Fakta dan 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 perbuat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 2 Oktober 2023  
Saya yang menyatakan,

  
Biccara Siagian

## **ABSTRAK**

Motor listrik merupakan suatu alat penggerak dari segala komponen komponen yang terhubung dalam satu struktural alat. Motor listrik banyak digunakan dalam industri merupakan peralatan yang di fungsikan untuk proses pemindahan dan pengangkatan benda kerja. Adapun motor yang digunakan dalam 2 penelitian ini ialah jenis motor ac yang berfungsi untuk mengubah energi listrik arus bolak balik menjadi energi gerak atau energi mekanik berupa putaran motor. fungsi motor listrik digunakan dalam penelitian ini untuk mengangkat barang atau orang pada Lift atau elevator merupakan angkutan transfortasi vertical dalam bangunan bertingkat yang digunakan untuk mengangkut barang atau orang. Tugas akhir ini bertujuan menganalisa daya motor lift yang ada di gedung fakultas teknik universitas muhammadiyah sumatera utara. Penelitian ini akan menganalisa sebuah lift yang akan digerakan oleh motor listrik. Hal ini bertujuan untuk menganalisa daya listrik motor, dimana motor listrik biasa digunakan pada peralatan pengangkat beban berat yang memerlukan torsi besar. Dalam penelitian ini akan mengetahui kecepatan putar lift dengan beban 1600 kg dan arah putar sebuah motor listrik serta mengetahui perbedaan daya litrik motor yang dibutuhkan untuk menjalankan lift. Dari 3 hari proses melakukan observasi, didapat tingkat populasi penggunalift yang berbeda – beda setiap harinya. Untuk mengambil nilai tengah dari populasi maka dilakukan rata – rata, adapun rata – rata populasi pengguna lift pada Gedung G UMSU adalah 564 orang. Dari hasil penentuan kapasitas motor yang dibutuhkan pada lift dengan kapasitas 1600 KG pada gedung G Fakultas teknik didapat bahwa motor yang dibutuhkan adalah dengan kapasitas 20 KW/3hari. Dimana direkomendasikan menggunakan motor penarik lift berkapasitas daya keluaran lebih dari 20 KW

**Kata Kunci ; Lift, Motor Penggerak, Daya Motor, Daya Listrik**

## **ABSTRACT**

*An electric motor is a means of driving all components connected in one structural device. Electric motors are widely used in industry as equipment that is used for the process of moving and lifting work objects. The motor used in these 2 studies is a type of AC motor which functions to convert alternating current electrical energy into motion energy or mechanical energy in the form of motor rotation. The function of the electric motor is used in this research to lift goods or people in an elevator. Elevators are vertical transportation vehicles in multi-storey buildings that are used to transport goods or people. This final assignment aims to analyze the power of the lift motor in the engineering faculty building at Muhammadiyah University, North Sumatra. This research will analyze an elevator that will be driven by an electric motor. This aims to analyze the electric power of the motor, where electric motors are usually used in heavy load lifting equipment that requires large torque. In this research, we will determine the rotation speed of an elevator with a load of 1600 kg and the direction of rotation of an electric motor and determine the difference in motor electric power needed to run the elevator. From the 3 day observation process, it was found that the population level of elevator users was different every day. To take the middle value of the population, an average is used, while the average population of elevator users in Building G UMSU is 564 people. From the results of determining the motor capacity required for a lift with a capacity of 1600 KG in building G, Faculty of Engineering, it was found that the motor required was with a capacity of 20 KW/3day. Where it is recommended to use a lift pulling motor with an output power of more than 20 KW*

*Keywords ; Elevator, Drive Motor, Motor Power, Electrical Power*

## KATA PENGANTAR



Dengan nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Puji syukur kita ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “ANALISA DAYA MOTOR YANG DIBUTUHKAN LIFT BERKAPASITAS 1600 KG PADA BANGUNAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA”. 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 yang selalu mendo'akan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada kami semua sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, M.sc, P.hd, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi S.T., M.T., selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Ibu Elvy Sahnur Nasution S.T., M.Pd., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Muhammad Adam S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing saya dalam penulisan laporan Tugas Akhir.
9. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Orang tua saya yang selalu berusaha dan mendoakan yang terbaik untuk saya sehingga saya bisa sampai pada titik ini
11. Terimakasih kepada Putri Afriaini sirait yang telah membantu dan sebagai teman bertukar pikiran selama mengerjakan tugas akhir ini
12. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2019.

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, September 2023

Biccar Siagian

1907220112

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Ruang Lingkup .....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Motor Listrik .....	5
2.2 Jenis Motor Listrik .....	8
2.2.1 Motor Induksi 3 Fasa .....	8
2.3 Motor AC Bolak Balik .....	13
2.3.1 Jenis-Jenis Motor AC/ Arus Bolak-Balik .....	14
2.4 Klasifikasi motor induksi .....	16
2.5 Kebutuhan Listrik.....	19
2.5.1 Konduktifitas Listrik.....	20
2.5.2 Satuan Listrik.....	22
2.6 Hukum Newton .....	23
2.6.1 Penerapan Hukum Newton Pada Lift .....	31
2.7 Elevator .....	33
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>44</b>
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian .....	44
3.1.1 Tempat Penelitian .....	44
3.1.2 Waktu Penelitian.....	44
3.2 Peralatan Penelitian .....	44
3.3 Metode Pengumpulan Data .....	45



3.3.1 Perhitungan Pada Energi Motor .....	46
3.3.2 Perhitungan Beban Listrik .....	46
3.3.3 Observasi Pengamatan.....	46
3.3.4 Wawancara .....	46
3.4 Variabel Penelitian .....	46
3.5 Prosedur Penelitian.....	46
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>48</b>
4.1 Pengumpulan Data Lift Terpasang.....	48
4.1.1 Data Hasil Survei Populasi Manusia Yang Menggunakan Lift.....	58
4.1.2 Data Lift Terpasang .....	53
4.2 Analisis Kebutuhan Motor .....	54
4.2.1 Analisis Lalu Lintas Lift.....	54
4.2.2 Analisis Interval Waktu Menunggu.....	55
4.2.3 Analisis Kapasitas Penanganan Lift dalam 5 Menit .....	56
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja Motor Listrik .....	8
Gambar 2.2 Klasifikasi Motor Listrik .....	8
Gambar 2.3 Konstruksi Motor Induksi Tiga Fasa.....	10
Gambar 2.4 Stator .....	11
Gambar 2.5 Rotor Sangkar Tupai .....	12
Gambar 2.6 Rotor Belita .....	13
Gambar 2.7 Motor Sinkron .....	14
Gambar 2.8 Motor Induksi (Automated Buildings).....	17
Gambar 2.9 Grafik Torsi vs Kecepatan Motor induksi.....	18
Gambar 2.10 Contoh Hukum Newton .....	24
Gambar 2.11 Hukum Newton 2 .....	26
Gambar 2.12 Diagram Percobaan Pengaruh Massa benda pada percepatan ...	27
Gambar 2.13 Percobaan Hukum Newton .....	28
Gambar 2.14 Hukum Newton III .....	29
Gambar 2.15 Gaya Aksi Reaksi .....	30
Gambar 2.16 Penerapan pada Lift.....	32
Gambar 2.17 Penerapan pada lift II .....	32
Gambar 2.18 Sistem Elevator .....	35
Gambar 2.19 Gearless Elevator.....	37
Gambar 2.20 Sangkar Elevator .....	38
Gambar 2.21 Alat Penuntun Elevator .....	40
Gambar 2.22 Lorong Elevator.....	40
Gambar 2.23 Pengimbang Elevator .....	41
Gambar 2.24 Pengimbang Elevator Sangkar .....	41
Gambar 2.25 Pengimbang Elevator .....	42
Gambar 2.26 Mesing Pengangkat Elevator.....	43
Gambar 3.1 flowchart Penelitian.....	47
Gambar 4.1 Grafik Populasi pada 3 Juli 2023 .....	50
Gambar 4.2 Grafik Populasi pada 4 Juli 2023 .....	51
Gambar 4.3 Grafik Populasi pada 4 Juli 2023 .....	52

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1.Latar Belakang**

Didunia yang berkembang dengan pesat ini, banyak alat-alat yang dibuat atau diciptakan untuk bertujuan mempermudah pekerjaan manusia, salah satunya adalah Lift. Lift ini merupakan suatu pesawat angkat yang dibuat dengan tujuan mempermudah manusia dalam kegiatan memindahkan barang atau objek secara vertical, baik itu menghemat waktu tapi juga menghemat tenaga. Banyak komponen lift yang berperan penting dalam pengoperasian struktur lift baik itu tali baja, pulley, ash dan lainnya. Tapi ada satu komponen yang tidak kalah penting dalam perannya untuk menggerakkan elevator atau lift di perlukan suatu mesin yang bisa beroperasi secara konstan. Dalam hal ini saya harus menganalisa daya motor yang ingin digunakan sesuai dengan frekuensi, torsi, atau tegangan stator nya. Masalah yang harus di perhitungkan adalah menentukan apakah motor tersebut layak digunakan sesuai dengan beban yang dibutuhkan.

Adapun motor yang harus dipakai sebagai penggerak elevator atau lift, putaran motor listrik nya dapat diubah-ubah sesuai dengan putaran beban yang diinginkan, untuk memperoleh stabilitas putaran motor listrik salah satunya dengan menggunakan parameter frekuensi atau dengan cara menganalisis daya motor tersebut.

Motor listrik merupakan suatu alat penggerak dari segala komponen komponen yang terhubung dalam satu struktural alat. Motor listrik banyak digunakan dalam industri merupakan peralatan yang di fungsikan untuk proses pemindahan dan pengangkatan benda kerja. Adapun motor yang digunakan dalam penelitian ini ialah jenis motor ac yang berfungsi untuk mengubah energi listrik arus bolak balik menjadi energi gerak atau energi mekanik berupa putaran motor. fungsi motor listrik digunakan dalam penelitian ini untuk mengangkat barang atau orang pada Lift atau elevator merupakan angkutan transfortasi vertical dalam bangunan bertingkat yang digunakan untuk mengangkut barang atau orang.

Adapun dalam tugas akhir ini bertujuan menganalisa daya motor lift yang ada di gedung fakultas teknik universitas muhammadiyah sumatera utara. Penelitian ini akan menganalisa sebuah lift yang akan digerakan oleh motor listrik.

Hal ini bertujuan untuk menganalisa daya listrik motor, dimana motor listrik biasa digunakan pada peralatan pengangkat beban berat yang memerlukan torsi besar. Dalam penelitian ini akan mengetahui kecepatan putar lift dengan beban 1600 kg dan arah putar sebuah motor listrik serta mengetahui perbedaan daya listrik motor yang dibutuhkan untuk menjalankan lift.

Oleh karena itu Berdasarkan dari latar belakang dan refrensi yang didapat mengenai motor listrik maka dilakukan sebuah penelitian dengan judul penelitian “Analisa Daya Motor Yang Dibutuhkan Lift Berkapasitas 1600 Kg Pada Bangunan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara”

### **1.2.Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang timbul yaitu;

1. Bagaimana data populasi pengguna lift pada Gedung Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara?
2. Bagaimana analisis perhitungan untuk penentuan motor yang dapat dan layak untuk mensuplai lift dengan kapasitas populasi pengguna tersebut?
3. Berapa daya motor yang layak digunakan untuk lift dengan kapasitas 1600 KG pada gedung fakultas teknik UMSU?

### **1.3.Ruang Lingkup**

Ruang lingkup pada penelitian ini meliputi :

1. Menghitung pupulasi pengguna lift dengan cara observasi pada gedung fakultas teknik UMSU
2. Menentukan kapasitas motor yang dibutuhkan untuk mensuplai lift dengan kapasitas 1600 KG

### **1.4.Tujuan Penelitian**

Adapun yang meliputi tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis data populasi pengguna lift pada Gedung Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2. Menganalisis perhitungan untuk penentuan motor yang dapat dan layak untuk mensuplai lift dengan kapasitas populasi pengguna tersebut.
3. Menganalisis daya motor yang layak digunakan untuk lift dengan kapasitas 1600 KG pada gedung fakultas teknik UMSU.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini :

1. Untuk mengetahui jenis motor listrik yang baik untuk digunakan pada lift barang atau orang.
2. Untuk mengetahui kelayakan pemakain serta pemakain lift berjangka panjang dalam segi fungsi dan proses pengembangan.
3. Untuk mencegah terjadinya kecelakaan pada lift akibat beban berlebih.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Motor Listrik**

Motor listrik adalah suatu perangkat elektromagnetik yang digunakan untuk mengkonversi atau mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Hasil konversi ini atau energi mekanik ini bisa digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti digunakan untuk memompa suatu cairan dari satu tempat ke tempat yang lain pada mesin pompa, untuk meniup udara pada blower, digunakan sebagai kipas angin, dan keperluan – keperluan yang lain. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya induksi, sebab diperkirakan bahwa motor motor menggunakan sekitar 70% beban listrik di industri. Motor –motor memiliki beberapa loop pada dinamanya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumpuran medan. (Adibroto, 2008)

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Begitu juga dengan sebaliknya yaitu alat untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik yang biasanya disebut dengan generator atau dynamo. Pada motor listrik yang tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnet. Sebagaimana yang telah kita ketahui bahwa kutub-kutub dari magnet yang senamaakan tolak menolak dan kutub yang tidak senama akan tarik menarik. Dengan terjadinya proses ini maka kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar dan magnet yang lain pada suatu kedudukan yang tetap.

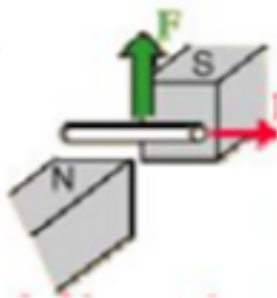
Motor listrik termasuk kedalam kategori mesin listrik dinamis dan merupakan sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Pada motor listrik tenaga listrik dirubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan merubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektro magnit. Sebagaimana kita ketahui bahwa kutub-kutub dari magnet yang sama akan tolak-menolak dan kutub-kutub tidak senama akan tarik-menarik. Maka kita dapat memperoleh gerakan jika kita menempatkan sebuah magnet pada sebuah poros yang dapat berputar dan magnet yang lain pada suatu

kedudukan. Motor listrik dapat kita temukan di peralatan rumah tangga seperti: kipas angin, mesin cuci, blender, pompa air, mixer dan penyedot debu. Adapun motor listrik yang digunakan untuk kerja (industri) atau yang digunakan dilapangan seperti: bor listrik, gerinda, blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain-lain (Parsa, 2018)

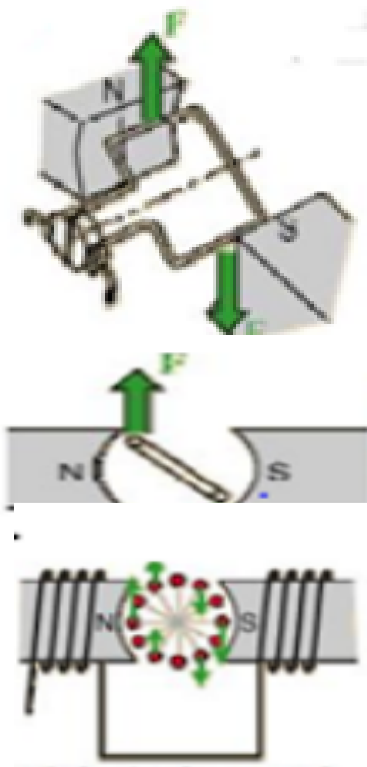
Dalam memahami sebuah motor, penting untuk mengerti apa yang dimaksud dengan beban motor. Beban mengacu kepada keluaran tenaga putar/torsi sesuai dengan kecepatan yang diperlukan ,beban umumnya dapat dikategorikan kedalam tiga kelompok:

1. Beban torsi konstan adalah beban dimana permintaan keluaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasinya, namun torsinya tidak bervariasi. Contoh beban dengan torsi konstan adalah conveyors, rotary klins, dan pompa displacement konstan.
2. Beban dengan torsi variable, adalah beban dengan torsi yang bervariasi dengan kecepatan operasi, Contoh beban dengan torsi variable adalah pompa sentrifugal dan fan (torsi bervariasi sebagai kwadrat kecepatan).
3. Beban dengan energi konstan adalah beban dengan permintaan torsi yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contoh untuk beban dengan daya konstan adalah peralatan-peralatan mesin.

Gambar dibawah ini menunjukkan cara kerja motor listrik sesuai dengan keterangan diatas :



1. Arus listrik dalam medan magnet akan mengalami gaya



2. Jika kawat pembawa arus ditekuk menjadi satu lingkaran maka kedua sisi lingkaran yang berada di sudut kanan medan magnet akan mengalami gaya dalam arah yang berlawanan

3. Pasangan gaya menciptakan pengaruh putaran torsi untuk memutar koil

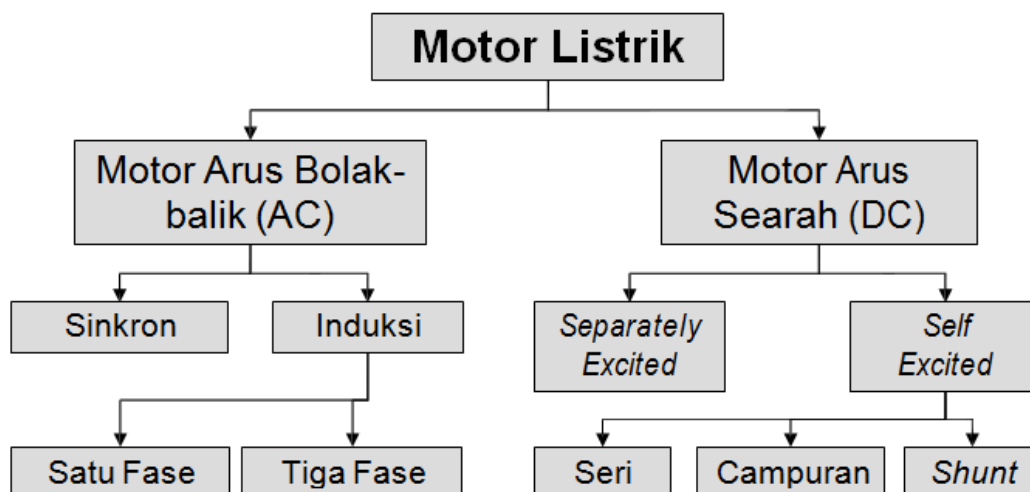
4. Motor praktis memiliki beberapa loop pada angker untuk memberikan torsi yang lebih seragam dan medan magnet dihasilkan oleh pengaturan electromagnet yang disebut gulungan medan.

*Gambar 2.1 Prinsip Kerja Motor Listrik*

## 2.2 Jenis Motor Listrik

Bagian ini menjelaskan tentang dua jenis utama motor listrik: motor DC dan motor AC. Motor tersebut diklasifikasikan berdasarkan pasokan input, konstruksi, dan mekanisme operasi, dan dijelaskan lebih lanjut dalam bagian pada gambar 2.2 dibawah ini.





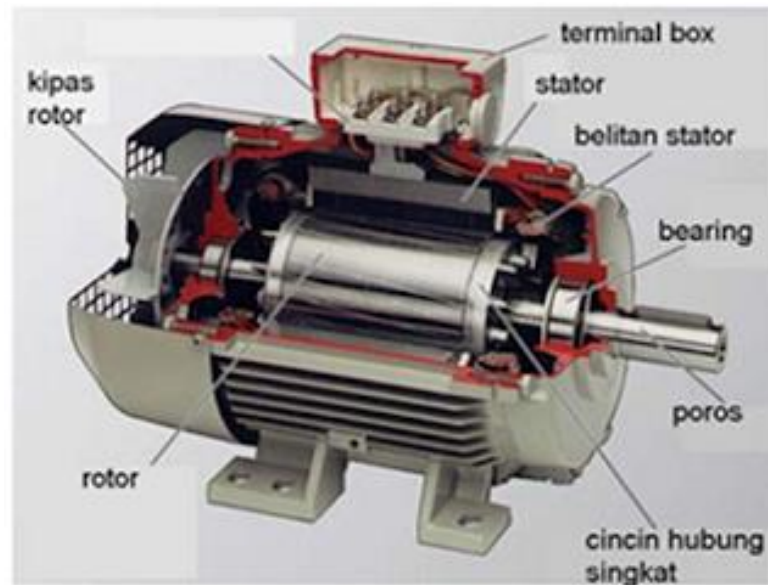
Gambar 2.2 Klasifikasi Motor Listrik.

### 2.2.1. Motor Induksi 3 Fasa

Motor induksi tiga fasa adalah alat listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, dimana listrik yang diubah adalah listrik tiga fasa. Motor induksi sering juga disebut motor asinkron (Siswoyo, 2008). Motor induksi 3 fasa banyak digunakan untuk menggerakkan peralatan – peralatan di industri. Hal ini karena motor induksi 3 fasa memiliki konstruksi yang sederhana, harga yang lebih murah dan mudah dalam perawatannya. Pada dasarnya, motor induksi 3 fasa memiliki kecepatan yang konstan saat keadaan tidak berbeban (zero/no-load) maupun beban penuh (full-load). Kecepatan motor induksi 3 fasa tergantung pada frekuensi kerjanya sehingga sulit untuk mengatur kecepatannya. Meskipun begitu, peralatan pengatur frekuensi (variable frequency electronic drive) semakin banyak digunakan untuk mengatur kecepatan motor induksi (Theodore Wildi, 2002).

Konstruksi motor induksi secara detail terdiri atas dua bagian, yaitu bagian stator dan bagian rotor. Stator adalah bagian motor yang diam dan terdiri atas badan motor, inti stator, belitan stator, bearing dan terminal box. Bagian rotor adalah bagian motor yang berputar dan terdiri atas rotor sangkar, poros rotor. Pada motor induksi tidak ada bagian rotor yang bersentuhan dengan bagian stator. Stator dan rotor dipisahkan oleh air gap. Konstruksi motor induksi lebih sederhana dibandingkan dengan motor DC, dikarenakan tidak ada komutator dan sikat arang sehingga pemeliharaan motor induksi hanya bagian mekanik saja. Motor induksi

sangat handal dan jarang sekali rusak secara elektrik (Siswoyo, 2008). Konstruksi motor induksi dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.3 Konstruksi Motor Induksi Tiga Fasa

Stator terdiri atas tumpukan laminasi inti yang memiliki alur yang menjadi tempat kumparan dililitkan yang berbentuk silindris. Alur pada tumpukan laminasi inti diisolasi dengan kertas. Tiap elemen laminasi inti dibentuk dari lembaran besi. Tiap lembaran besi tersebut memiliki beberapa alur dan beberapa lubang pengikat untuk menyatukan inti. Tiap kumparan tersebar dalam alur yang disebut belitan fasa dimana untuk motor tiga fasa, belitan tersebut terpisah secara listrik sebesar 120°. Kawat kumparan yang digunakan terbuat dari tembaga yang dilapis dengan isolasi tipis. Kemudian tumpukan inti dan belitan stator diletakkan dalam cangkang silindris. Berikut ini ilustrasi stator motor induksi tiga fasa (Baharudin, 2016).



Gambar 2.4 Stator

Pada bagian internal dari suatu motor induksi tiga fasa, terdapat suatu bagian kosong diantara stator dan rotor, yang dinamakan dengan celah udara (air gap). Air gap ini berfungsi sebagai tempat mengalirnya energi dari stator menuju rotor. Pada celah ini, terdapat gaya gerak magnet (magnetomotive force) dari stator yang membuat rotor menjadi berputar sesuai dengan polaritasnya. Jarak celah udara ini harus sekecil mungkin agar mengoptimalkan gaya gerak magnet yang dibutuhkan untuk memutar rotor, serta harus seideal mungkin untuk dapat memisahkan jarak antara dua komponen fisik yang berbeda, yakni stator dan rotor. Selain itu, celah udara ini bentuknya harus seragam, karena ketidakseragaman bentuk celah udara akan mengakibatkan terjadi peningkatan noise dan vibrasi (Baharudin, 2016).

Rotor dari motor induksi 3 fasa dibagi menjadi 2 macam yaitu rotor sangkar tupai (squirrel cage) dan rotor belitan (wound rotor).

1. Rotor Sangkar Tupai (Squirrel Cage Rotor) Inti dari rotor motor induksi tipe sangkar tupai terdiri dari lapisan – lapisan konduktor yang dipasangkan sejajar dengan poros dan mengelilingi permukaan inti. Konduktor tidak terisolasi dari inti karena arus rotor secara alamiah akan mengalir menuju tahanan paling kecil yaitu konduktor rotor. Pada setiap ujung rotor, semua konduktor rotor dihubung singkat dengan cincin ujung sehingga konduktor rotor dan cincin – cincin serupa dengan sangkar tupai yang berputar

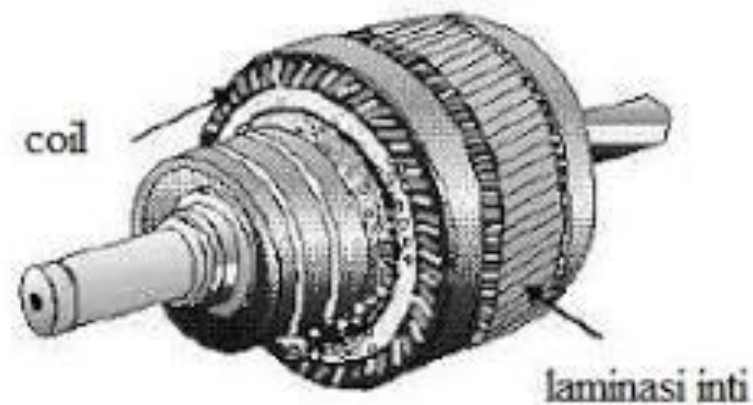
sehingga dinamakan motor induksi rotor sangkar tupai. Motor induksi tipe sangkar tupai merupakan motor induksi yang banyak digunakan karena bentuknya sederhana, perawatan mudah dan murah. Pada Gambar 2.4 dapat dilihat bentuk dari motor induksi tipe rotor sangkar tupai. (M.D Sembayang, 2016)



Gambar 2.5 Rotor Sangkar Tupai

## 2. Rotor Belitan

Motor induksi rotor belitan adalah motor yang memiliki rotor terbuat dari lilitan. Lilitan rotor tersebar secara seragam pada slot – slot dan secara umum dihubung bintang (Y). Ketiga terminal tersebut dihubungkan dengan slip ring kemudian dihubungkan dengan sikat yang diam (stationary brushes). Untuk menjalankan motor induksi tipe wound rotor secara normal maka stationary brushes dihubung singkat. Motor induksi rotor lilitan jarang digunakan bila dibandingkan dengan motor induksi sangkar tupai karena harganya mahal dan biaya pemeliharaan lebih besar. Pada Gambar 2.5 dapat dilihat gambar dari motor induksi rotor belitan. (Beny Nugraha, 2015)



Gambar 2.6 Rotor Belitan

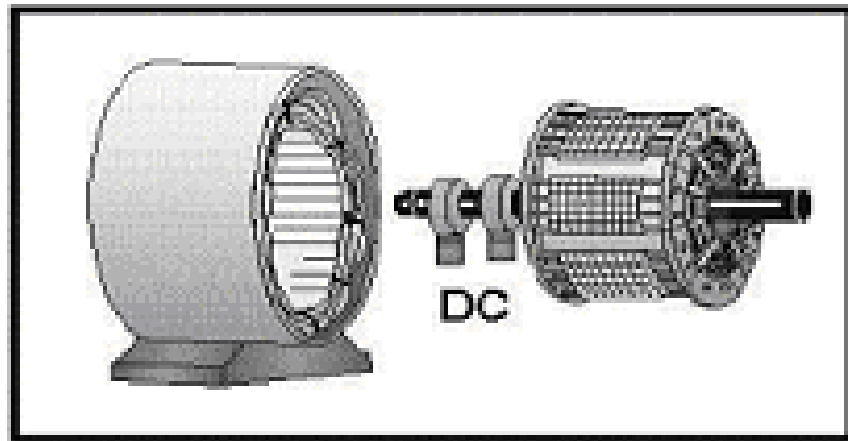
### 2.3. Motor AC/Arus Bolak-Balik

Motor AC mengkonsumsi listrik mengubah arahnya secara berkala. sepeda motor Ada dua bagian dasar listrik dalam arus bolak-balik: "Stator" dan "Rotor" seperti dalam Gambar 2.7 Stator merupakan komponen listrik Rotor adalah komponen listrik berputar yang memutar poros motor. Keuntungan utama motor DC dibandingkan motor AC adalah ini Kecepatan motor AC lebih sulit dikendalikan. Untuk mengatasi kelemahan ini Motor AC dapat dilengkapi dengan konverter frekuensi meningkatkan kontrol kecepatan dan mengurangi daya. sepeda motor Mesin sangkar tupai adalah yang paling populer di industri karena Keandalan dan perawatan lebih mudah. Motor induksi AC sudah cukup murah (setengah atau kurang dari biaya motor DC) dan juga menawarkan rasio power-to-weight yang cukup tinggi (sekitar dua kali motor DC).

#### 2.3.1. Jenis-Jenis Motor AC/ Arus Bolak-Balik

##### a. Motor sinkron

Motor sinkron adalah motor Ac yang bekerja dan memiliki kecepatan konstan namun demikian kecepatannya dapat diatur karena berbanding lurus dengan frekuensi tertentu. Motor ini memerlukan arus searah (DC) untuk pembangkitan daya dan memiliki torque awal yang rendah, dan oleh karena itu motor sinkron cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah, seperti kompresor udara, perubahan frekwensi dan generator motor.



*Gambar 2.7. Motor Sinkron  
(Integrated Publishing, 2003)*

Motor sinkron mampu untuk memperbaiki faktor daya sistim, sehingga sering digunakan pada sistim yang menggunakan banyak listrik. Komponen utama motor sinkron adalah :

1. Rotor. perbedaan utama antara motor sinkron dan motor induksi adalah rotor mesin sinkron yang berputar dengan kecepatan yang sama dengan medan magnet putar. Ini karena medan Magnet rotor tidak lagi diinduksi. Rotor dengan magnet permanen atau Arus DC diberienergi, dipaksa mengunci pada posisi tertentu saat menghadapi medan magnet lain
2. Stator menghasilkan medan magnet berputar yang sebanding dengan frekuensi yang dipasok.

Motor ini berputar pada kecepatan sinkron, yang diberikan oleh persamaan berikut (Parekh, 2003):

$$N_s = 120 F/P$$

Dimana:

F= frekuensi dari pasokan frekuensi

P= jumlah kutub

b. Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri. Popularitasnya karena rancangannya yang sederhana, murah dan mudah didapat, dan dapat langsung disambungkan

ke sumber daya AC. Komponen Motor induksi memiliki dua komponen listrik utama.

1. Motor induksi menggunakan dua jenis rotor:
  - a. Rotor kandang tupai terdiri dari batang penghantar tebal yang dilekatkan dalam petak-petak slots paralel. Batang- batang tersebut diberi hubungan pendek pada kedua ujungnya dengan alat cincin hubungan pendek.
  - b. Lingkaran rotor yang memiliki gulungan tiga fase, lapisan ganda dan terdistribusi. Dibuat melingkar sebanyak kutub stator. Tiga fase digulungi kawat pada bagian dalamnya dan ujung yang lainnya dihubungkan ke cincin kecil yang dipasang pada batang as dengan sikat yang menempel padanya.
2. Stator dibuat dari sejumlah stampings dengan slots untuk membawa gulungan tiga fase. Gulungan ini dilingkarkan untuk sejumlah kutub yang tertentu. Gulungan diberi spasi geometri sebesar 120 derajat.

#### **2.4. Klasifikasi motor induksi**

Motor induksi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama (Parekh, 2003).

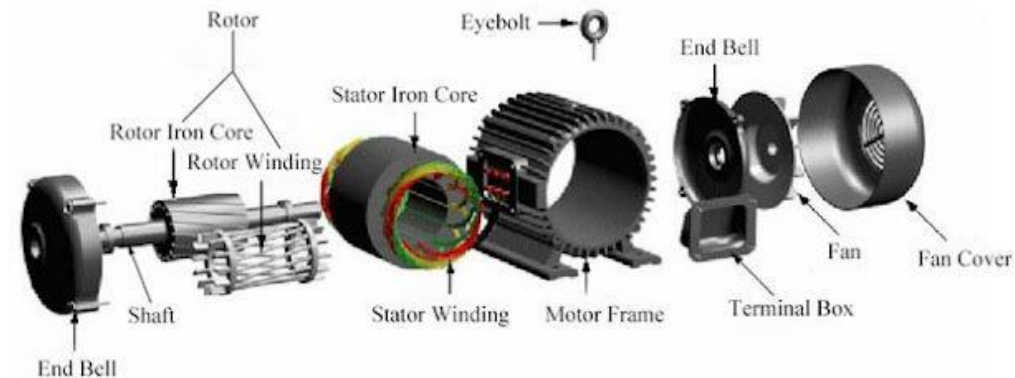
##### 1). Motor induksi satu fase.

Motor ini hanya memiliki satu belilitan stator yang berfungsi umpan fase tunggal, yang memiliki rotor sangkar tupai dan membutuhkan alat untuk menghidupkan mesin. Sejauh ini motor merupakan motor yang paling umum digunakan pada peralatan rumah tangga seperti kipas angin, mesincuci pengering dan penggunaan hingga 3 orang sampai 4HP.

##### 2). Motor induksi tiga fase.

Medan magnet berputar dihasilkan oleh sumber listrik tiga fase seimbang. Motor memiliki kapasitas tenaga yang besar, bisa memiliki rotor sangkar tupai atau belitan rotor (walapun 90% memiliki rotor kandang tupai); dan pembakaran spontan, diperkirakan sekitar 70% mesin menyala. Industri menggunakan jenis ini sebagai contoh misalnya pompa, kompresor, belt conveyer, jaringan listrik, dan grinder.

Tersedia dalam ukuran 1/3 hingga ratusan HP. Gambar 2,8 dibawa ini menunjukkan motor induksi tigafase:



*Gambar 2.8. Motor Induksi (Automated Buildings)*

Kecepatan motor induksi, motor induksi bekerja sebagai berikut, Listrik dipasok ke stator yang akan menghasilkan medan magnet. Medan magnet ini bergerak disekitar rotor dengan kecepatan sinkron, arus rotor dihasilkan medan magnet kedua cenderung berlawanan dengan medan stator, menyebabkan rotor berputar namun dalam praktiknya motor tidak pernah berjalan dengan kecepatan sinkron tetapi dengan kecepatan. Ada perbedaan antara kecepatan karena “slip/ geser” yang meningkat dengan pertumbuhan mengenakan biaya slip hanya terjadi pada motor induksi. Untuk menghindari terglincir, dapat dipasang sebuah cincin geser/ slip ring, dan motor tersebut dinamakan motor cincin geser/ slip ring motor”.

Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung persentase slip/geseran (Parekh, 2003):

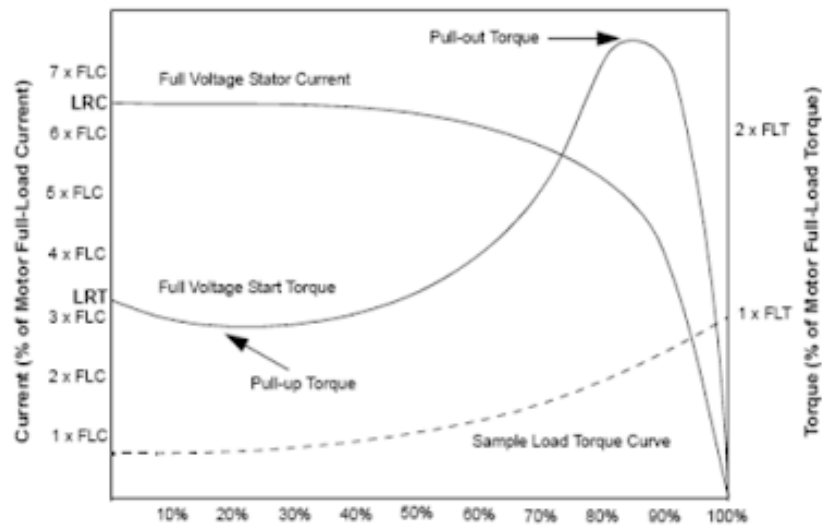
$$\% \text{ Slip} = (N_s - N_b) / N_s \times 100 \quad 2.1$$

Dimana:

$N_s$  = kecepatan sinkron dalam RPM

Hubungan antara beban, kecepatan dan torsi :





Gambar 2.9. Grafik Torsi vs Kecepatan Motor induksi

Pada gambar 2.9 menunjukkan grafik torsi vs kecepatan motor induksi AC tiga fase dengan arus yang sudah ditetapkan. Bila motor (Parekh, 2003):

- Mulai menyala ternyata terdapat arus nyala awal yang tinggi dan torsi yang rendah (“pull-up torque”).
- Mencapai 80% kecepatan penuh, torsi berada pada tingkat tertinggi (“pull-out torque”) dan arus mulaiturun.
- Pada kecepatan penuh, atau kecepatan sinkron, arus torsi dan stator turun ke nol.

## 2.5. Kebutuhan Listrik

Listrik adalah suatu energi, bahkan energi listrik begitu memegang peranan penting bagi kehidupan kita. Listrik adalah suatu muatan yang terdiri dari muatan positif dan muatan negatif. Arus listrik merupakan muatan listrik yang bergerak dari tempat yang berpotensi tinggi ke tempat berpotensi rendah, melewati suatu penghantar listrik. Media penghantar listrik salah satunya ialah media yang terbuat dari bahan logam, yaitu elektron bebas berpindah dari satu atom ke atom logam berikutnya, sedangkan pada media air elektron dibawa oleh elektrolit yang terkandung dalam media air tersebut.<sup>2</sup> Arus listrik terdiri dari dua jenis yaitu arus listrik searah (direct current = DC) dan arus listrik bolak-balik (alternative current = AC).

Arus listrik DC merupakan arus listrik yang mengalir secara terus menerus kesatu arah. Arus DC dipakai dalam industry yang menggunakan proses elektrolisa, misalnya pemurnian dan pelapisan atau penyepuhan logam. Arus listrik AC merupakan arus listrik yang mengalir bolak-balik. Arus AC digunakan di rumah-rumah dan dipabrik – pabrik, biasanya menggunakan voltage 110 volt atau 220 volt. Arus listrik bolak-balik (AC) jauh lebih berbahaya dari pada arus searah (DC). Daya listrik adalah energi yang dilepas muatan listrik tiap satuan waktu. Satuan daya listrik adalah watt. Jika daya yang dimiliki oleh suatu barang elektronik semakin besar maka energi yang dipakai semakin besar pula.

Akibatnya biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar rekening listrik semakin besar. Rumus daya listrik adalah (Fauziah, 2009):

$$P=V. \quad 2.2$$

Menurut (Tung, 2002), untuk pengujian KWh meter dengan sistem Prabayar agar diperoleh besar nilai beban listrik menggunakan perhitungan rumus:

$$W=P \times T. \quad 2.3$$

Torsi bisa disebut juga momen atau gaya yang menyatakan benda berputar pada suatu sumbu. Torsi juga bisa di definisikan ukuran keefektifan gaya tersebut dalam menghasilkan putaran atau rotasi mengelilingi sumbu. Maka untuk mendapatkan torsi yang merupakan gaya dikali dengan lengan radius, besarnya torsi dapat dihitung dengan persamaan.

$$T=FT.R \quad 2.4$$

Kecepatan keliling dikenal dengan kecepatan sudut dapat diperoleh dengan menghitung

$$\omega = \frac{2.\pi.n}{60} \quad 2.5$$

Daya dapat didefinisikan sebagai energi yang di hasilkan persatuan waktu. Daya yang dihasilkan oleh motor sebesar

$$pt = T. \omega \quad 2.6$$

### 2.5.1. Konduktifitas Listrik

Konduktivitas adalah kemampuan dari larutan, logam atau gas, secara singkat semua bahan untuk melewati arus listrik. Kemampuan ini dilakukan oleh kation dan

anion, sedangkan dalam logam dilakukan oleh elektron. Seberapa baik larutan menghantarkan listrik tergantung pada beberapa faktor yaitu konsentrasi, mobilitas ion, valence ion, dan suhu. Semua zat memiliki beberapa tingkat konduktivitas. Dalam larutan air tingkat kekuatan ion bervariasi dari konduktivitas rendah ultra air murni dengan konduktivitas yang tinggi dari sampel kimia terkonsentrasi.

Medan listrik diaktifkan maka arus listrik mengalir dalam konduktor karena adanya gerakan partikel bermuatan, oleh karena itu konduktivitas listrik sebanding dengan kepadatan jumlah partikel bermuatan dan mobilitas. Air laut adalah air yang berasal dari laut atau samudra. Air laut memiliki kadar garam yang terdapat didalam batu-batuan dan tanah antara lain contohnya natrium, kalium, kalsium, dan lain-lain. Kadar garam yang terlarut dalam air tersebut dapat menghantarkan ion-ion listrik. Air tawar adalah air yang tidak mengandung banyak larutan garam dan larutan mineral didalamnya. Air tawar bisa didapatkan pada air dari sumur, danau, sungai, salju atau es. Pembawa muatan pada logam jumlahnya adalah tetap ( = jumlah elektron bebas ) dan ketergantungan suhu konduktivitas listrik hanya datang dari mobilitasnya. Mobilitas elektron bebas dikendalikan oleh hamburan fonon, dan selain itu mobilitas pembawa muatan dalam mineral sering sangat sensitif terhadap temperatur. Konduktivitas listrik mineral tidak hanya sensitif terhadap suhu, tetapi juga sensitif terhadap parameter yang mengontrol aktifitas ketidakh murnian air dan fugositas oksigen.

Tabel 2.1 Nilai Konduktivitas Listrik

No	Jenis Air	Nilai konduktivitas
1	Air murni	$5.5 \times 10^{-6}$ S/m
2	Air minum	0.005-0.05 S/m
3	Air laut	5 S/m

### 2.5.2. Satuan Listrik

Rumus atau hukum yang berkaitan dengan biolistrik antara lain: hukum Ohm dan hukum Joule. Tegangan, arus, dan tahanan termasuk dalam hukum ohm. Hukum ohm adalah persamaan penting untuk listrik.

a. Hukum Ohm

Perbedaan potensial antara ujung konduktor berbanding langsung dengan arus yang melewati dan berbanding terbalik dengan tahanan dari konduktor. Hukum Ohm ini dapat dinyatakan dalam rumus :

$$R = V/I \quad 2.7$$

Dimana :

R = Hambatan (Ohm)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Tegangan menentukan aliran arus semakin besar tegangan (V) semakin besar arus (I), sedangkan jika resistensi (R) meningkat arus akan menurun. Penurunan daya tahan (R), akan menyebabkan peningkatan arus (I). Hubungan dari ketiga unsur hukum ohm yaitu arus, tegangan dan resistensi, secara matematis harus saling menyeimbangkan

b. Hukum Joule

Arus listrik yang melewati konduktor dengan perbedaan tegangan (V) dalam waktu tertentu akan menimbulkan panas :

$$H = VIT/J \quad 2.8$$

J = Joule = 0,239 Kal

T = Waktu (Detik)

## 2.6. Hukum Newton

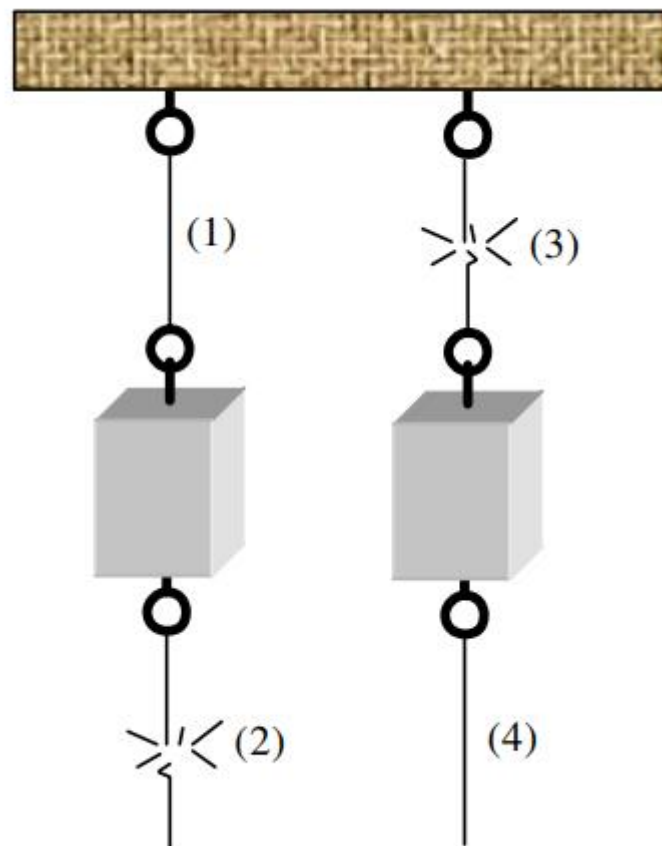
Hukum gerak Newton adalah tiga hukum fisika yang membentuk dasar mekanika klasik Hukum ini menjelaskan hubungan antara gaya-gaya yang bekerja pada benda dan gerak yang ditimbulkannya. Hukum ini tertulis Berbagai pembahasan selama tiga abad itu dan dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Hukum pertama: Setiap benda memiliki kecepatan konstan kecuali ada satu Suatu gaya bekerja pada benda yang resultannya tidak sama dengan nol. Berarti jika sebagai akibatnya Gaya nol, maka pusat gravitasi benda tetap diam atau bergerak dengan kecepatan tetap (tanpa percepatan). Ini berlaku ketika dilihat dari kerangka acuan inersia.
2. Hukum Kedua: Sebuah benda bermassa M mengalami resultan gaya F mengalami percepatan a yang arahnya sesuai dengan arah dan besarnya

gaya berbanding lurus dengan  $F$  dan berbanding terbalik dengan  $M$  atau  $F=m \cdot a$ . Dapat juga diartikan bahwa resultan gaya yang bekerja pada benda adalah sama dengan turunan dari momentum linear objek terhadap waktu.

3. Hukum ketiga: gaya tumbukan dan reaksi dari dua benda adalah sama, berlawanan arah dan dalam garis lurus. Artinya ada benda A yang memberikan gaya sama dengan  $F$  pada benda B, maka benda B memberikan gaya  $-F$ . Benda A,  $F$ , dan  $-F$  memiliki ukuran yang sama tetapi arahnya berbeda. hukum ini juga dikenal sebagai hukum aksi-reaksi, di mana  $F$  adalah aksi dan  $-F$  adalah reaksi.

Pada dasarnya setiap benda bersifat lembam. Ini berarti bahwa benda itu mempunyai sifat mempertahankan keadaannya. Bila benda itu sedang bergerak, maka benda itu bersifat “ingin” bergerak terus. Demikian pula, bila benda itu tidak bergerak, maka benda itu bersifat mempertahankan keadaannya, baik benda itu diam maupun bergerak. Sifat lembam itu dapat dijelaskan dengan gejala-gejala berikut:

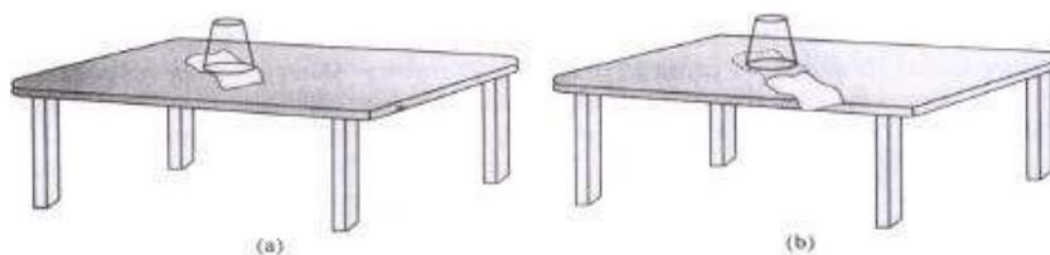


Gambar 2.10 Contoh Hukum Newton

Dua buah anak timbangan yang sama masing-masing digantungkan pada sebuah timbangan dengan seutas benang sejenis dan sama tebalnya. Di bagian bawah masing-masing anak timbangan itu diikatkan pula seutas benang. Apakah yang terjadi bila benang nomor (2) ditarik ke bawah kuat-kuat dengan sekali hentakan saja? Karena sifat lembam anak timbangan itu, benang nomor (2) itulah yang utus. Dengan sekali hentakan benang itu tidak cukup kuat untuk melawan kelembaman anak timbangan itu yang berhasil mempertahankan keadaannya yang semula. Lain halnya bila benang yang tergantung itu ditarik ke bawah berangsur-angsur makin kuat. Dalam keadaan demikian, anak timbangan itu ikut bergerak sesuai dengan gerakan benang nomor (4). Pada waktu anak timbangan bergerak ke bawah, bekerjalah gaya tarik pada benang nomor (3) yang besarnya sama dengan gaya tarik pada benang nomor (4) ditambah berat badan. Dengan demikian benang nomor (3) putus lebih dulu. Sifat kelembaman itu juga terasa pada kita sendiri pada waktu kita naik kendaraan, misalnya mobil, bis, kereta api dan sebagainya. Bila mobil yang kita tumpangi sekonyong-konyong direm, tubuh kita akan terdorong ke depan. Pada waktu kita berdiri di dalam kereta api, tubuh kita akan terdorong ke belakang bila sekonyong-konyong kereta itu bergerak maju. Maka kesimpulan yang kita peroleh dari peristiwa di atas ialah: Setiap benda dalam keadaan berhenti mempunyai kecenderungan untuk tetap diam; sedangkan bila benda sedang bergerak, benda itu cenderung untuk bergerak terus. Sifat cenderung yang demikian itulah yang diartikan sebagai kelembaman (inertia). Dari gejala-gejala tersebut Sir Isaac Newton (1642-1727) menghasilkan hukum I tentang gerak sebagai berikut:

“Setiap benda akan bergerak lurus beraturan atau diam, jika tidak ada resultan gaya yang bekerja pada benda itu.” Hukum ini juga disebut hukum kelembaman. Bagaimanakah dengan dua orang yang mendorong sebuah peti besar dari dua sisi yang berlawanan? Apakah memenuhi Hukum I Newton? Dua orang tersebut mendorong peti dengan gaya yang sama besar tetapi berlawanan arah, sehingga tidak mengubah keadaan gerak peti. Kita katakan bahwa kedua gaya yang dihasilkan oleh dua orang tersebut dalam keadaan seimbang. Dengan demikian, Hukum I Newton akan lebih mudah dipahami apabila kita menyatakannya dengan: sebuah benda akan tetap bergerak dengan kelajuan konstan kecuali jika pada benda

bekerja gaya yang tidak seimbang. Anda dapat menerapkan Hukum I Newton untuk menunjukkan sesuatu yang barangkali cukup mengejutkan. Untuk itu, lakukan percobaan berikut. Letakkan selembar kertas HVS di atas meja yang licin, misalnya meja yang terbuat dari kaca. Kemudian, di atas kertas letakkan benda yang cukup berat, misalnya gelas seperti pada gambar (1). Kemudian, tariklah kertas tersebut perlahan-lahan. Apa yang terjadi? Gelas ikut bergerak karena Anda memberikan gaya tarik secara terus-menerus dalam waktu yang cukup lama. Sekarang, cobalah Anda menarik kertas tersebut dengan cepat dalam sekali sentakan. Apa yang akan terjadi? Kertas bisa tertarik tanpa terjadinya gerakan pada gelas. Pada kasus pertama, karena gaya yang diberikan cukup lama, gelas tidak dapat mempertahankan keadaan diamnya, sehingga akibatnya gelas ikut bergerak. Pada kasus kedua, karena gaya yang diberikan dalam waktu yang sangat singkat, gelas masih dapat mempertahankan keadaan diamnya, sehingga gelas tidak bergerak sedikitpun, walaupun Anda berhasil menarik kertas dari bawah gelas.

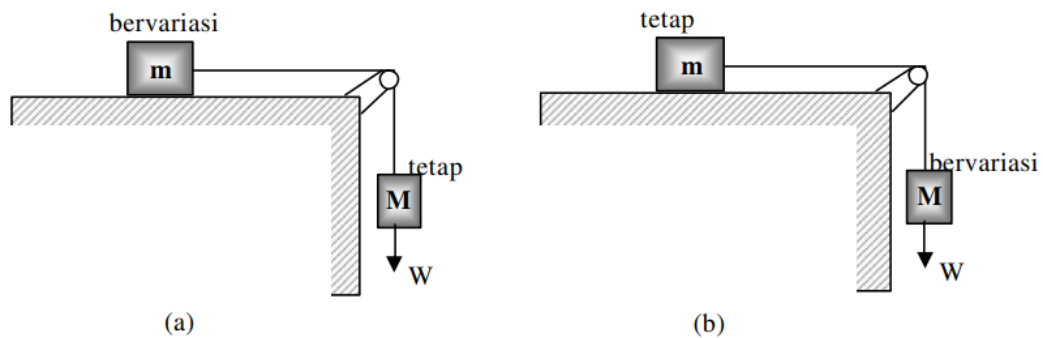


Gambar 2.11 Hukum Newton 2

Percobaan ini akan lebih dramatis kalau Anda menggunakan kelereng yang agak besar. Pada tarikan perlahan-lahan, ketika Anda berhenti menarik, ternyata kelereng terus bergerak. Ini sesuai dengan hukum I Newton. Ketika Anda menarik kertas dengan cepat, kelereng tidak bergerak, yang berarti kelereng dapat mempertahankan keadaan diamnya.

Dari Hukum I Newton kita ketahui bahwa gaya total yang bekerja pada benda bisa menimbulkan percepatan pada benda, yang ditandai dengan Bergeraknya benda dari keadaan diam. Yang menjadi pertanyaan kita barangkali adalah berapakah besarnya percepatan  $a$  yang dihasilkan oleh sebuah gaya  $F$  pada sebuah benda

bermassa  $m$ ? untuk mengetahui jawabannya, kita bisa melakukan 2 percobaan mengukur percepatan benda jika massanya bervariasi dan jika gayanya bervariasi berikut ini. Pada percobaan, di mana massa benda kita buat bervariasi, gaya yang menarik benda (beban) kita pertahankan tetap nilainya. Diagram dari percobaan ini tampak pada gambar (3). Dalam percobaan ini, kita memvariasikan nilai  $m$ , sedangkan beban  $M$  yang bertindak sebagai gaya tarik harus tetap.



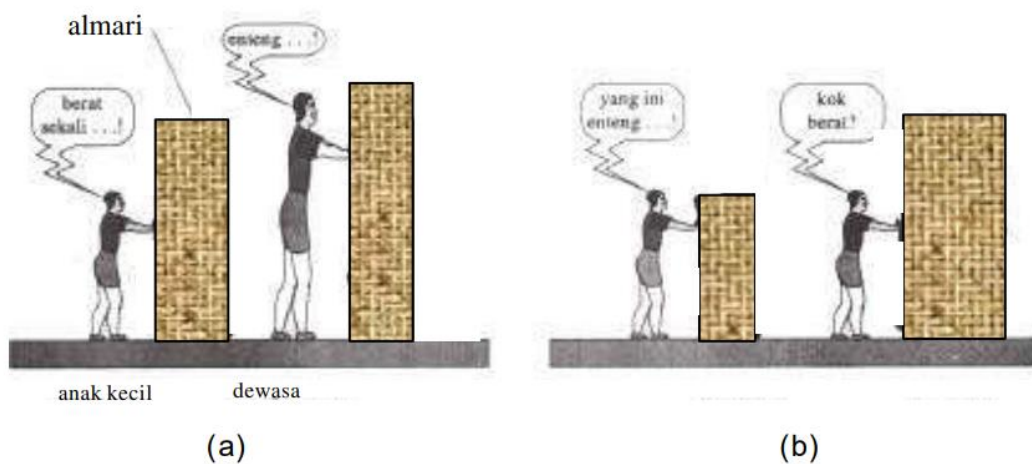
Gambar 2.12 Diagram Percobaan Pengaruh Massa benda pada percepatan

Dari percobaan ini diperoleh hasil bahwa, percepatan benda berbanding terbalik dengan massa benda. Hasil ini sesuai dengan intuisi kita, bahwa ketika kita mendorong benda yang berat, gerakan benda yang kita dorong pun lambat; tetapi ketika kita mendorong benda yang ringan, benda yang kita dorong akan bergerak lebih cepat. Jika dituliskan secara matematika, hasil percobaan ini adalah

$$A = 1/m \quad 2.9$$

Dari percobaan ini diperoleh hasil bahwa percepatan benda berbanding lurus dengan besarnya gaya yang bekerja pada benda. Hasil ini sesuai dengan intuisi kita, bahwa ketika kita mendorong benda dengan lebih kuat, benda akan bergerak lebih cepat, sementara ketika kita mendorong benda dengan gaya yang kecil, benda bergerak lebih lambat. Jika dituliskan secara matematika, hasil percobaan ini adalah

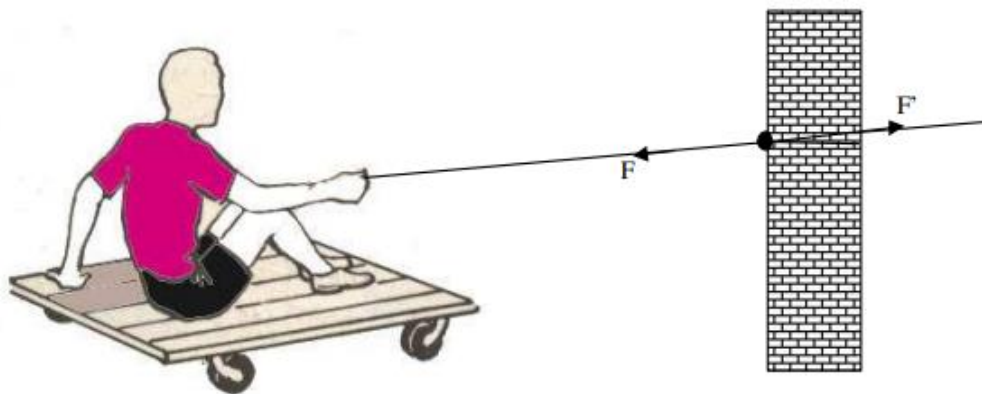




Gambar 2.13 Percobaan Hukum Newton

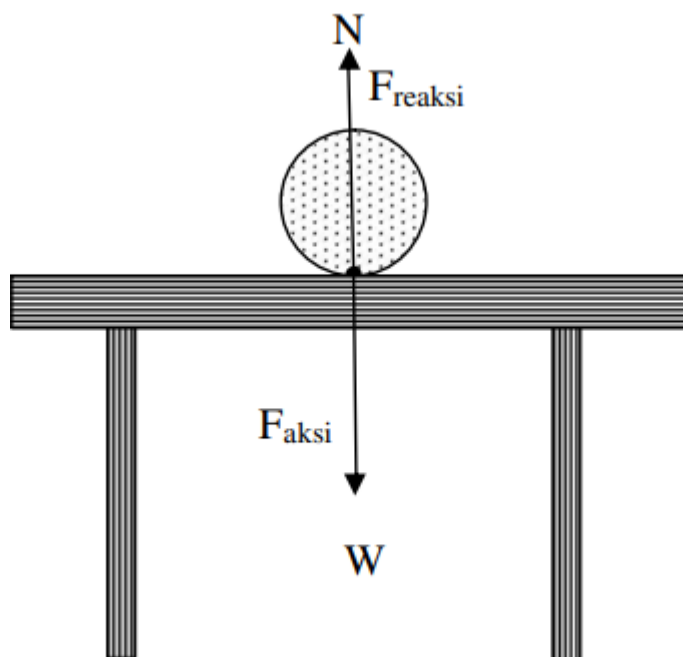
“Percepatan yang dihasilkan oleh resultan gaya yang bekerja pada sebuah benda sebanding dan searah dengan resultan gaya, dan berbanding terbalik dengan massa benda.” Pada Hukum I Newton tersirat pengertian gaya secara kualitatif, sedangkan dalam Hukum II Newton ini gaya, yang dapat mengubah gerakan benda, dijelaskan secara kuantitatif. Dari Hukum II Newton ini kita bisa menyimpulkan bahwa gaya sebesar 1 Newton dapat menyebabkan percepatan sebesar  $1 \text{ m/s}^2$  pada benda yang bermassa 1 kg atau percepatan sebesar  $2 \text{ m/s}^2$  pada benda yang bermassa 1kg dikenakan gaya 2 Newton.

Gambar di bawah ini menunjukkan seorang anak yang duduk di papan yang beroda menarik secara tidak langsung tali yang kuat pada sebuah dinding. Ia beserta papan yang didudukinya itu bergerak ke arah dinding, padahal ia memberikan gaya yang arahnya menjauhi dinding.



Gambar 2.14 Hukum Newton III

Telah diketahui bahwa setiap benda yang mendapat gaya akan bergerak searah dengan gaya itu. Kesimpulan yang kita peroleh : ada gaya penggerak yang arahnya sama dengan arah anak itu bergerak. Gaya penggerak ini dikenal sebagai gaya reaksi ( $F'$ ) dari gaya tarik tangan anak tu sebagai gaya aksi ( $F$ ). Maka dapat dibuat kesimpulan: Untuk setiap aksi terdapatlah reaksi yang besarnya sama dan arahnya berlawanan. "Apabila suatu benda mengerjakan gaya pada benda lain, maka benda yang ke dua ini mengerjakan pada benda pertama gaya yang sama besarnya tetapi arahnya berlawanan. (Hukum III Newton tentang gerak)" Marilah kita tinjau beberapa keseimbangan. Dalam tinjauan ini kita membatasi diri pada gaya-gaya yang sebidang. Sebuah buku terletak di meja. (gambar). Jika massa buku 1kg maka beratnya  $w = 9,8$  Newton. Karena ternyata buku itu terletak diam di meja, maka harus ada gaya lain yang bekerja pada buku itu yang segaris kerja, sama besarnya dan berlawanan arahnya dengan  $w$ .



Gambar 2.15 Gaya Aksi Reaksi

Gaya ini ditimbulkan oleh meja pada buku itu; gaya ini biasanya disebut gaya normal ( $N$ ) karena tegaklurus bidang sentuh persekutuan. Jika  $W$  ditafsirkan sebagai gaya yang bekerja pada meja yang ditimbulkan oleh buku (aksi), maka  $N$

adalah gaya yang bekerja pada buku yang ditimbulkan oleh meja (reaksi). Berdirilah Anda di dekat dinding, kemudian dorong dinding tersebut dengan tangan, apa yang Anda rasakan? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, Sir Isaac Newton memberikan suatu jawaban.

Jika anda mengerjakan gaya tersebut pada sebuah benda, benda itu akan mengerjakan gaya pada anda yang sama besarnya, tetapi dengan arah yang berlawanan. Pernyataan tersebut terkenal sebagai Hukum III Newton, atau sering disebut sebagai hukum aksi-reaksi. Semakin besar gaya aksi yang Anda berikan pada dinding semakin besar pula gaya reaksi.

### 2.6.1. Penerapan Hukum Newton Pada Lift

Misalkan seorang siswa yang berada di dalam sebuah lift yang diam. Oleh karena lift diam, percepatannya nol ( $a = 0$ ), berarti berlaku keseimbangan gaya.

$$F = ma \quad 2.10$$

$$N - G = 0 \text{ dengan } mg = w$$

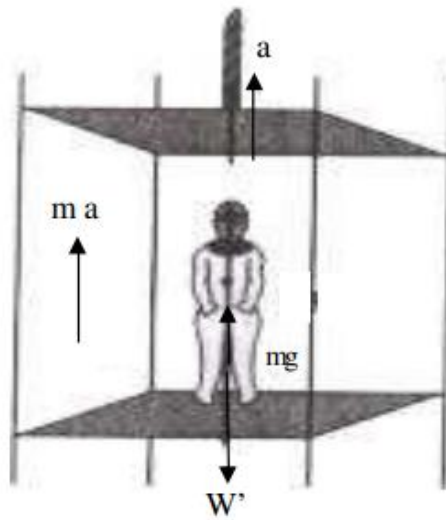
$$F = 0$$

$$\text{Berarti } N - w = 0$$

Sehingga besarnya :

$$N = W \quad 2.11$$

Sebagai acuan, gaya normal  $N$  dan gaya berat  $w$  ini disebut juga sebagai gaya keseimbangan. Persamaan (2.3) juga berlaku jika lift bergerak dengan percepatan tetap ke atas ataupun lift bergerak dengan percepatan tetap ke bawah, mengapa demikian? Perhatikan Gambar (7)! Seorang siswa berada di dalam sebuah lift yang sedang bergerak ke atas dengan percepatan  $a$ . Sebagai acuan, gaya-gaya searah dengan gerak lift adalah positif dan yang berlawanan dengan arah gerak lift adalah negatif.



Gambar 2.16 Penerapan pada Lift

Menurut Hukum Newton II

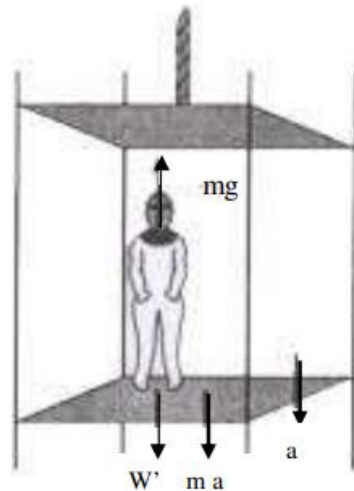
$$F = ma \quad 2.12$$

$$N - mg - ma$$

$$N = mg + ma$$

Atau

$$W = mg + ma \quad 2.13$$



Gambar 2.17 Penerapan pada lift II

Seorang siswa berada di dalam sebuah lift yang sedang bergerak ke bawah dengan percepatan  $a$  dengan menggunakan penalaran yang sama seperti saat lift bergerak ke atas akan didapatkan berat beban ( $mg$ ) adalah positif dan gaya normal

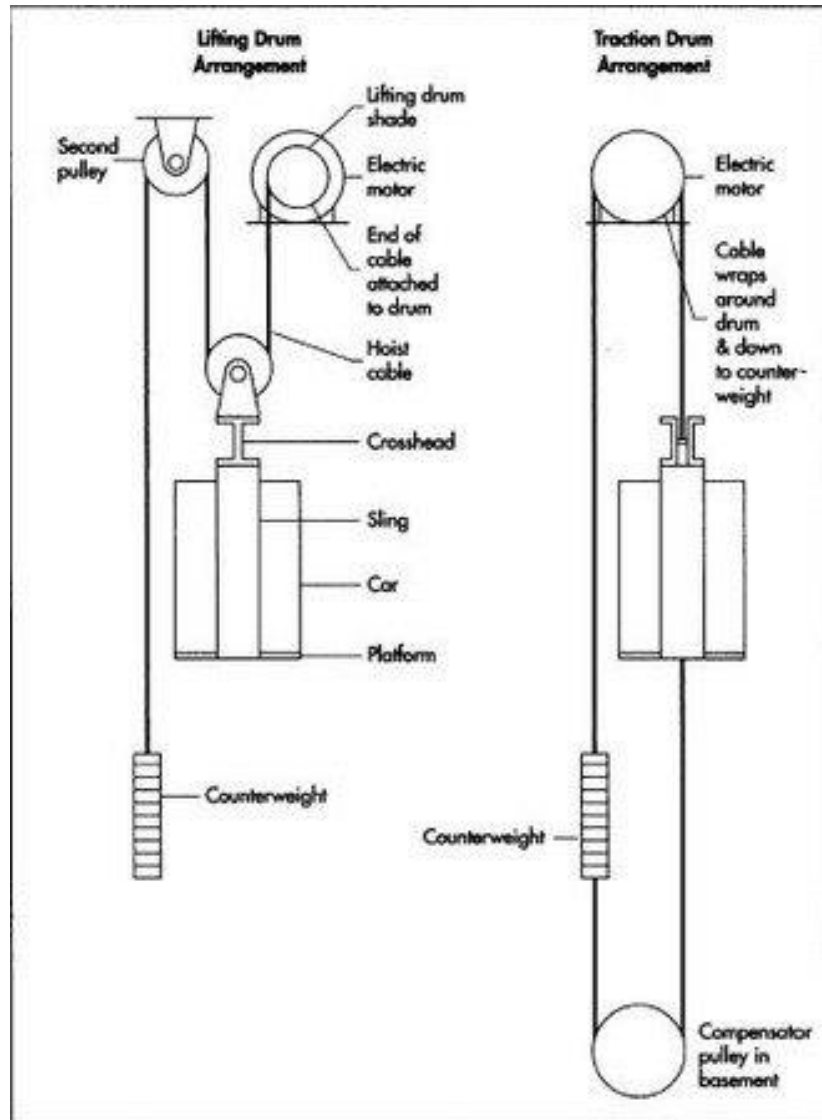
(N) adalah negatif. Oleh karena gaya berat searah dengan arah gerak lift, sedangkan gaya normal berlawanan

Dari pembahasan di atas, diperoleh gaya-gaya searah dengan gerak lift adalah positif, sedangkan gaya-gaya yang berlawanan arah dengan arah gerak lift adalah negatif. Seperti yang ditunjukkan pada saat lift bergerak ke atas maka gaya normal (N) adalah positif, sedangkan  $mg$  adalah negatif. Sebaliknya, jika lift bergerak ke bawah, gaya  $mg$  menjadi positif dan gaya normal (N) menjadi negatif. Apabila lift bergerak dipercepat ke atas, gaya normal bertambah. Sebaliknya, gaya normal akan berkurang pada saat lift bergerak dipercepat ke bawah

## **2.7. Elevator**

Elevator atau lift merupakan alat transportasi vertikal yang berfungsi sebagai penghubung antar lantai dalam gedung bertingkat sebagai pengganti tangga. Elevator ini digerakkan oleh motor dalam sebuah guide rail vertical (jalur rel vertikal) dan dapat dikendalikan sesuai dengan kebutuhan (Refinda Rahmadhani, Pulung Septian Yahya, 2014). Kontruksi elevator berupa kereta yang digerakkan secara vertikal menggunakan tali baja tarik, melalui hoistway (ruang luncur) di dalam bangunan yang dibuat khusus untuk elevator. Kereta tersebut dipasang pada guide rail vertical setinggi hoistway agar kereta tidak bergoyang. Untuk meringankan tenaga atau torsi untuk menggerakkan kereta beserta beban penumpang, sebuah beban pengimbang atau counterweight dipasang di arah yang berlawanan dengan kereta. Massa counterweight yang dipasang sama dengan setengah massa kereta kosong ditambah massa maksimum penumpang.

Tenaga yang diperlukan untuk menggerakkan elevator dalam kondisi tanpa penumpang sama dengan tenaga yang diperlukan untuk menggerakkan kereta kosong, sedangkan tenaga yang diperlukan untuk menggerakkan elevator dalam kondisi penumpang maksimum sama dengan tenaga yang diperlukan untuk menggerakkan setengah kereta kosong (Edi Marsito, 2016). Sistem penggerak elevator beserta kereta dan counterweight ditunjukkan pada gambar 2.7 sebagai berikut.



Gambar 2.18 Sistem Elevator

Cara operasi elevator ini dengan menggulung tali baja pada tabung gulung, tanpa ada counterweight. Pemakaian drum type elevator pada elevator penumpang tidak terlalu populer seperti pada traction type elevator, hal ini disebabkan adanya beberapa keterbatasan dalam pemakaian. Oleh karena itu, elevator jenis ini hanya digunakan untuk elevator dengan kapasitas kecil seperti pada elevator di perumahan dan dumb waiter (elevator barang).

Traction type elevator dibagi menjadi 2, yaitu :

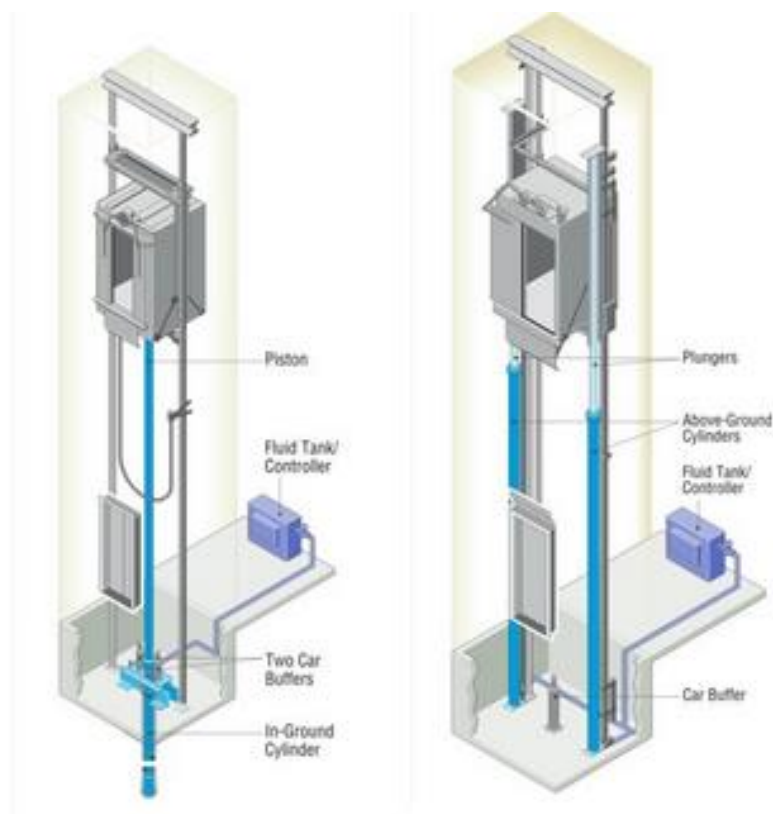
1. Traction Elevator

Geared traction machines digerakkan oleh motor listrik AC atau DC. Mesin menggunakan roda gigi untuk mengontrol pergerakan sangkar mekanis

elevator dengan menggulung tali baja lebih dari satu alur yang terpasang pada gearbox dan digerakkan oleh motor dengan kecepatan tinggi. Sesuai dengan namanya, desain motor listrik ini menggerakkan sebuah gear type reduction unit yang memutar puli. Walaupun lebih lambat dibanding gearless elevator, gear reduction memberikan keunggulan yaitu memerlukan motor dengan tenaga yang lebih kecil untuk memutar sheave. Elevator ini bergerak dengan kecepatan 1,75 sampai 2,5 meter per detik dan mengangkat beban sampai 30000 pound (13600 kg).

## 2. Gearless Elevator

Gearless traction machines digerakkan oleh mesin AC atau DC dengan kecepatan rendah dan torsi tinggi. Dalam kasus ini, puli secara langsung menempel pada ujung motor. Elevator ini bergerak dengan kecepatan lebih dari 2,54 meter per detik. Teknologi gearless ini memungkinkan adanya gedung tertinggi di dunia saat ini.



Gambar 2.19 Gearless Elevator

### **2.7.1. Bagian Bagian Elevator Lift**

Rudenko (1992) mengatakan bahwa elevator lift penggerak motor memiliki beberapa bagian utama yang tentunya bagian tersebut sangat penting dalam lift, diantaranya adalah :

1. Sangkar atau kereta
2. Rel penuntun
3. Pengimbang
4. Lorong elevator
5. Peralatan penggantung
6. Mesin pengangkat
7. Alat pengaman 8. Kendali elektrik

- a. Sangkar

Sangkar atau kereta berfungsi untuk barang atau penumpang. Kereta harus tertutup dan dilengkapi dengan dua pintu pada satu sisi atau dua sisi untuk keluar atau masuk. Sangkar harus kokoh, ringan, dan sederhana desainnya. Contoh dari sangkar sederhana bisa dilihat pada Gambar 2.1 (Rudenko, 1992).

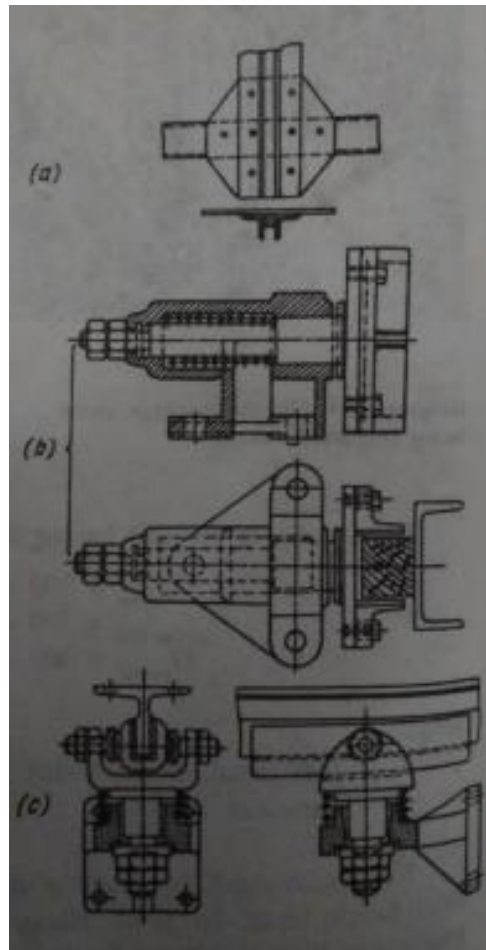




Gambar 2.20 Sangkar Elevator

b. Alat Penuntun

Sangkar atau kereta bergerak di dalam lorong pada rel penuntun yang terpasang tetap. Untuk keperluan ini kedua sisi kendaraan diberi dua penuntun yang bentuknya sesuai dengan rel (Rudenko, 1992). Gambar 2.2 adalah berbagai desain pada rel penuntun.



Gambar 2.21 Alat Penuntun Elevator

- Penuntun konvensional untuk elevator barang yang terdiri dua besi siku yang bergeser sepanjang rel.
- Penuntun untuk lift penumpang dengan pegas ulir yang menekan ujung batang penuntun pada rel. penuntun ini ditekan pada tempat yang sempit di antara dua rel sehingga mencegah ketidak serasian sangkar.
- Penuntun brengsel untuk rel T – khusus. (Rudenko, 1992)

Ketika mendesain rel penuntun juga pemasangannya perlu mengetahui jika selama lift bertaut dengan penahan pengaman, jika tali terputus, di samping bobot sangkar yang bermuatan, rel harus mampu menahan benturan yang disebabkan terserapnya energy sangkar yang jatuh

c. Lorong

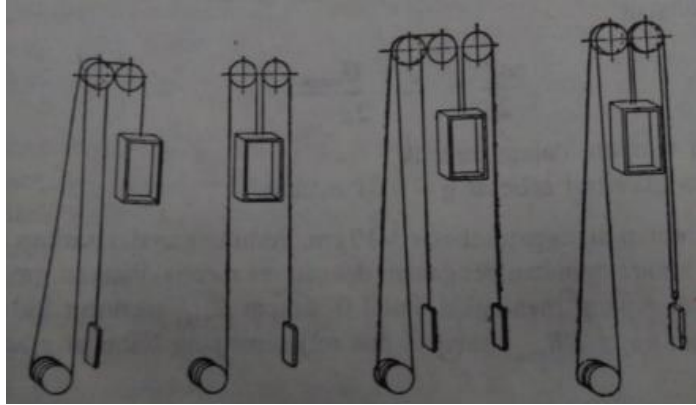
but berisi rel penuntun, pengimbang, roda puli tali, dan mesin pengangkat. Ukuran penampang lorong diatur sedemikian rupa sehingga menjamin gerak sangkar secara bebas. Dimensi lorong dan ruang mesin elevator sudah distandartkan (Rudenko, 1992). Gambar 2.6 melihatkan rangka lorong elevator dengan penggerak motor yang terbuat dari logam.



Gambar 2.22 Lorong Elevator

d. Pengimbang

Untuk menghilangkan beban pada mesin pengangkat maka bobot sangkar perlu diimbangi dengan beban tambahan pengimbang dengan tali pada sangkar (Rudenko, 1992). Gambar 2.4 menunjukan pemakaian pengimbang dan sangkar elevator yang digerakkan mesin pengangkat.



Gambar 2.23 Pengimbang Elevator

Pengimbang terbuat dari coran besi cor kelabu dengan desain yang berlapis yang akan memudahkan pengaturan bobot dan menyederhanakan perakitan. Bentuk pengimbang haruslah sedemikian rupa sehingga menggunakan penampang lorong sebaik mungkin. Baik pengimbang maupun sangkar harus meluncur di dalam rel penuntun yang diatur sepanjang tinggi lorong tersebut (Rudenko, 1992). Pengimbang elevator bisa dilihat pada gambar 2.5 yang merupakan desain dari pengimbang



Gambar 2.24 Pengimbang Elevator Sangkar

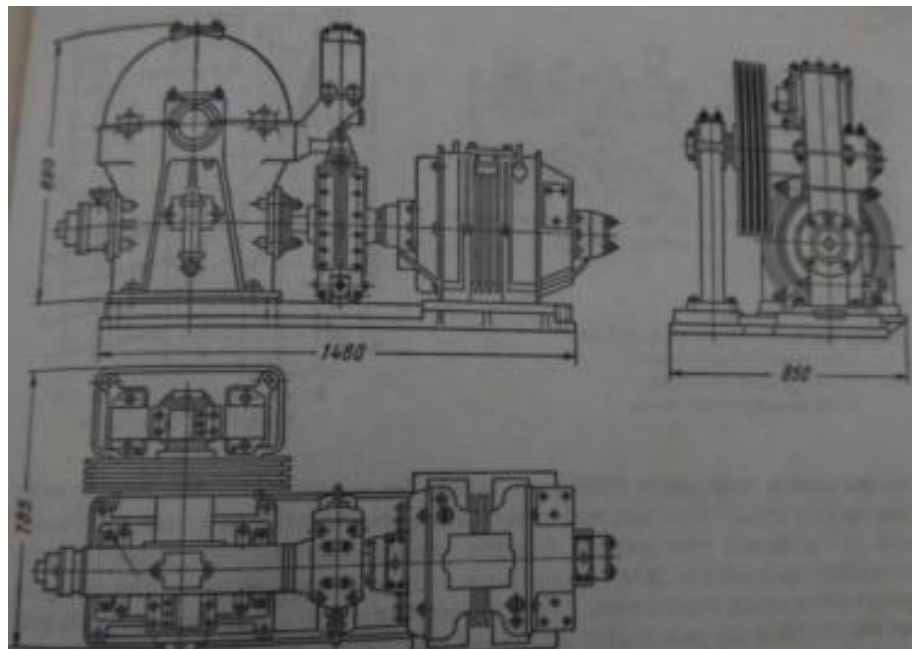
e. Penggantung

Tali kawat pintalan sejajar atau silang merupakan perabot pengangkat fleksibel yang menggantung sangkar. Tali untuk sangkar dan pengimbang

dapat dipilih dengan mengambil nilai keamanan. Untuk mengefektifkan tali yang berdiameter lebih kecil sangkar dan pengimbang digantung dengan dua, empat, atau enam utas tali (Rudenko, 1992).

f. Mesin Pengangkat

Traction type elevator menggunakan mesin pengangkat jenis dan roda puli penggerak. Pada desain dengan drum tali yang menahan sangkar diikatkan pada drum dan dililitkan ke permukaannya, pada desain roda puli penggerak tali dilewati oleh puli yang digerakkan oleh gaya gesek (Rudenko, 1992). Mesin penggerak roda puli untuk traction type elevator ditunjukkan oleh gambar 2.6.

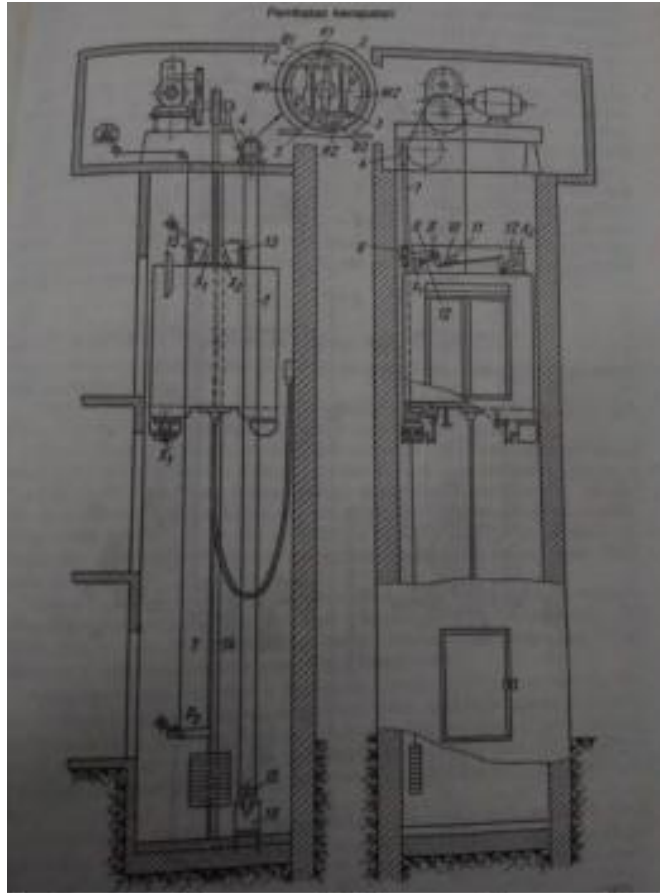


Gambar 2.25 Penggantungan Elevator

g. Pengaman

enahan yang menghentikan sangkar secara otomatis bila tali putus maupun kendur. Penahan akan menghentikan sangkar bila satu tali putus atau semuanya putus secara bersamaan, bila tali dibebani dari tali lainnya, jika semua tali kendur disaat bersamaan, dan kecepatan penurunan menjadi terlalu cepat. Biasanya penahan beroperasi dengan daya yang diberikan oleh pegas, bobot sangkar atau bobot pengimbang atau gaya udara bertekanan

(Rudenko, 1992) Gambar 2.7 memperlihatkan alat pengaman yang dibuat oleh pabrik Podyemnik.



2.26 Mesing Pengangkat Elevator

## 2.8. Kualitas Daya

Listrik yang berkualitas adalah listrik yang mempunyai tegangan dan frekuensi yang konstan sesuai dengan nilai nominalnya. Dalam kisaran yang ditentukan, frekuensi yang stabil dan sangat dekat dengan nilai nominalnya (dalam sepersekian persen) (Von Meier Alexander, 2006). Permasalahan yang sering terjadi pada kualitas daya listrik (power quality) yaitu permasalahan daya listrik yang mengalami penyimpangan baik tegangan, arus, dan frekuensi sehingga menimbulkan kegagalan atau kesalahan operasi pada peralatan. Suplai daya listrik dari generator pembangkit sampai ke beban beroperasi dalam batas toleransi parameter kelistrikannya seperti tegangan, arus, frekuensi, dan bentuk gelombang. Perubahan dan deviasi diluar batas toleransi parameter tersebut sangat berpengaruh

terhadap kualitas daya yang menyebabkan operasi tidak efisien dan dapat merusak perangkat (Von Meier Alexander, 2006). Kualitas daya banyak dipengaruhi antara oleh jenis beban yang tidak linear, ketidak seimbangan pembebanan, distorsi gelombang harmonik yang melebihi standart dan lain- lain. Penurunan kualitas daya dapat menyebabkan peningkatan rugi-rugi pada sisi beban, bahkan menyebabkan penurunan kapasitas daya pada sumber pembangkit (generator). Adapun parameter yang mempengaruhi kualitas daya listrik yaitu :

### 2.8.1. Daya Listrik

Daya memiliki arti sebagai energi per satuan waktu (Von Meier Alexander, 2006). Daya merupakan jumlah energi listrik yang digunakan untuk melakukan usaha di dalam sistem tenaga listrik. Satuan untuk daya listrik umumnya adalah Waatt. Daya pada suatu sistem tegangan bolak-bali (AC) dikenal dengan tiga macam yaitu daya aktif (nyata) dengan simbol (P) satuannya adalah Watt (W), daya reaktif dengan simbol (Q) satuannya adalah volt ampere reactive (VAR) dan daya semu dengan simbol (S) satuannya adalah volt ampere (VA).

Daya aktif adalah daya rata-rata yang sesuai dengan kekuatan sebenarnya ditransmisikan atau dikonsumsi oleh beban (Von Meier Alexander, 2006). Beberapa contoh dari daya aktif adalah energi panas, energi mekanik, cahaya dan daya aktif memiliki satuan berupa watt (W). Berikut ini merupakan persamaan daya aktif menurut Von Meier Alexander :

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \text{ (1 phasa)} \quad 2.14$$

$$P = 3 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi \text{ (3 phasa)} \quad 2.15$$

Dimana :

P = Daya aktif (watt)

V = Tegangan ( volt)

I = Arus (ampere)

$\cos \varphi$  = Faktor daya

$V_L$  = Tegangan jaringan (volt)

$I_L$  = arus jaringan (ampere)

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet (Von Meier Alexander, 2006). Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, lampu pijar dan lain – lain. Daya reaktif memiliki satuan berupa volt ampere reactive (VAR). Berikut ini merupakan persamaan daya reaktif menurut Von Meier Alexander :

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi \text{ (1phasa) )} \quad 2.16$$

$$Q = 3 \cdot V_L \cdot I_L \cdot \sin \varphi \text{ (3phasa) )} \quad 2.17$$

Dimana :

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$V_L$  = Tegangan jaringan (Volt)

$I_L$  = Arus jaringan (ampere)

Daya Semu adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan dan arus dalam suatu jaringan (Von Meier Alexander, 2006) atau daya yang merupakan hasil penjumlahan 8 trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Daya semu ialah daya yang dikeluarkan sumber alternation current (AC) atau di serap oleh beban. Satuan dari daya semu yaitu volt ampere (VA). Berikut persamaan dari daya semu :

$$S = V \cdot I \quad 2.1$$

Dimana :

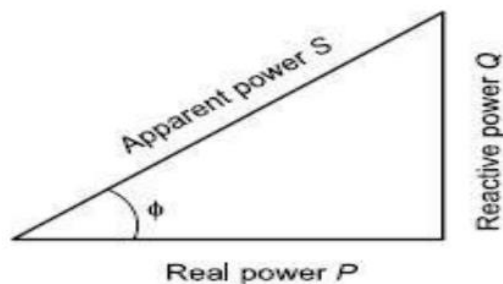
S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Hubungan dari ketiga daya diatas disebut sistem segitiga daya dapat digambarkan seperti gambar di bawah ini :





Gambar 2.27 Segi Tiga Daya

Hubungan daya pada gambar segitiga daya dapat dijelaskan dengan persamaan seperti pada Tabel berikut .

No.	Nama Daya	Rumus	Satuan
1	Daya aktif (P)	$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$	Watt
2	Daya reaktif (Q)	$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi$	VAR
3	Daya semu (S)	$S = V \cdot I$	VA

### 2.8.2. Faktor Daya

Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif dengan daya semu (C. Sankaran, 2002). Faktor daya atau faktor kerja menggambarkan sudut fasa antara daya aktif dan daya semu. Daya aktif digunakan untuk mengoperasikan beban-beban pada pelanggan listrik. Daya semu dihasilkan oleh generator pembangkit yang ditransmisikan ke pelanggan listrik. Daya reaktif yang bertambah akan menyebabkan turunny faktor daya listrik. Cara yang mudah untuk mengantisipasi turunny faktor daya listrik dapat dilakukan dengan memilih beban-beban yang mempunyai faktor daya besar juga dapat dilakukan dengan memasang kapasitor. Kapasitor adalah komponen listrik yang justru menghasilkan daya reaktif pada jaringan dimana dia tersambung. Pemasangan kapasitor dapat memperbaiki faktor daya, jika faktor daya di perbaiki maka daya reaktif dapat berkurang dan mendekati daya aktif. Suatu beban dengan faktor daya 1.0 merupakan beban yang hanya mengandung nilai resistansi murni dan merupakan pembebanan yang paling efisiensi. Beban dengan faktor daya yang rendah (0.5) merupakan beban yang

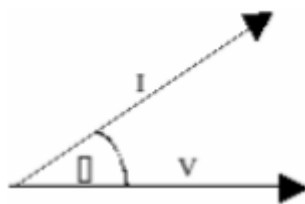
mengandung nilai induktansi yang menyebabkan kerugian yang lebih tinggi dalam sistem suplai tenaga listrik Faktor daya yang rendah berhubungan dengan beda fasa antara arus dan tegangan pada terminal beban. Sudut fasa arus beban yang rendah biasanya diakibatkan oleh penggunaan beban induktif seperti transformator, motor induksi, lampu TL dan beban elektronik lainnya.

Pada suatu sistem tenaga listrik memiliki 3 jenis faktor daya yaitu faktor daya unity, faktor daya mendahului (leading) dan faktor daya terbelakang (lagging) yang ditentukan oleh jenis beban pada sistem tenaga listrik (Muhammad Rizal,2012). Faktor daya unity adalah keadaan saat nilai  $\cos \phi$  adalah satu dan tegangan sephasa dengan arus. Faktor daya unity akan terjadi bila jenis beban adalah resistif murni.

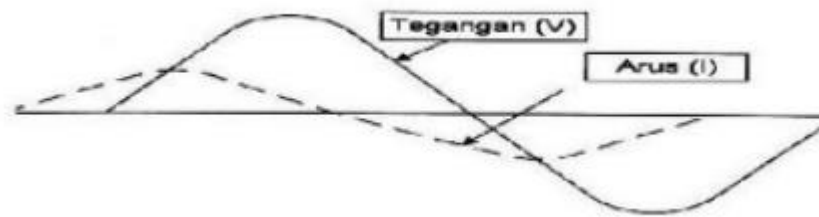


Gambar 2.27 Unity

Pada gambar diatas terlihat nilai  $\cos \phi$  sama dengan 1 yang menyebabkan jumlah daya nyata yang dikonsumsi beban sama dengan daya semu. Faktor daya mendahului (leading) adalah keadaan faktor daya saat memiliki kondisi-kondisi beban atau peralatan listrik memberikan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat kapasitif. Apabila arus mendahului tegangan maka faktor daya ini dikatakan “leading”.

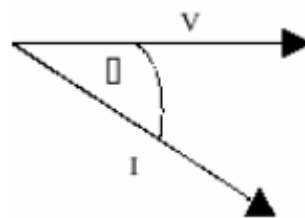


Gambar 2.28 Leading

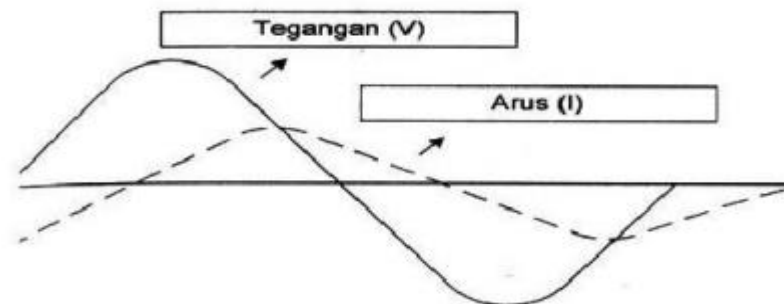


Gambar 2.29 Faktor Daya Leading

Berdasarkan gambar 2.29 terlihat bahwa arus mendahului tegangan maka daya reaktif tertinggal dari daya semu, berarti beban memberikan daya reaktif kepada sistem. Faktor daya terbelakang (lagging) adalah keadaan faktor daya saat memiliki kondisi-kondisi beban atau perlatan listrik memerlukan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat induktif. Apabila tegangan mendahului arus, maka faktor daya ini dikatakan “lagging”.



Gambar 2.30 Lagging

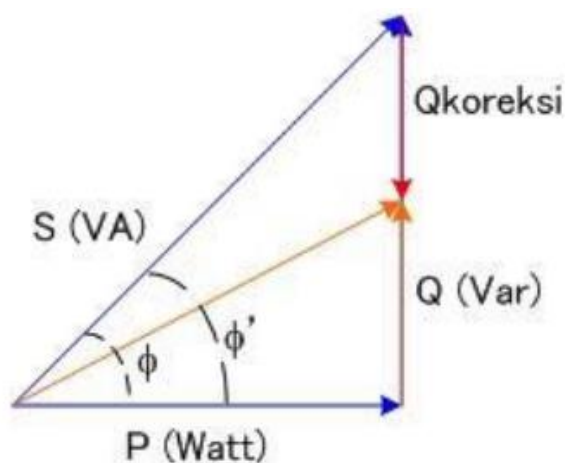


Gambar 2.31 Faktor Daya Lagging

### 2.8.2.1. Perbaikan Faktor Daya

Perbaikan faktor daya untuk memperbesar harga  $\cos \phi$  (pf) yang rendah, hal yang mudah dilakukan adalah dengan cara mempersempit sudut  $\phi_1$  sehingga menjadi  $\phi_2$  berarti  $\phi_1 > \phi_2$ . Usaha untuk memperkecil sudut  $\phi$  itu hal yang

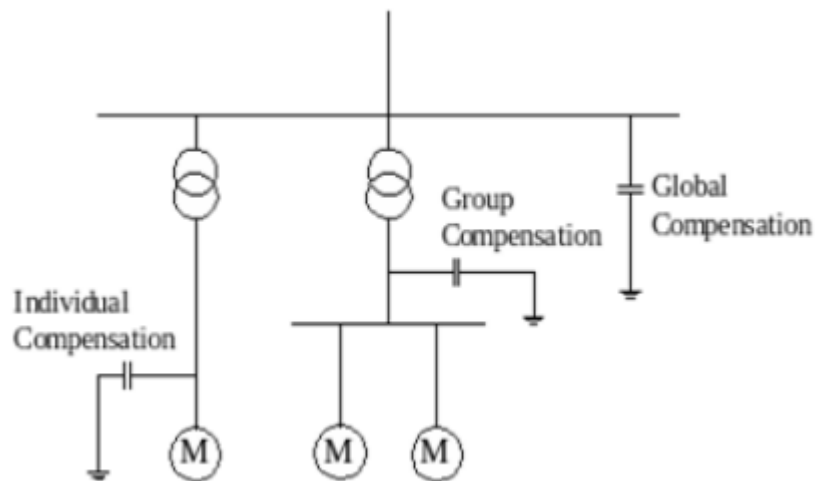
mungkin dilakukan adalah memperkecil komponen daya reaktif (VAR) (Dhida Aditya Puutra, 2012). Komponen daya reaktif yang bersifat induktif harus dikurangi dan pengurangan tersebut dilakukan dengan menambah suatu sumber daya reaktif yaitu berupa kapasitor atau lebih dikenal dengan istilah kapasitor bank. Perbaikan faktor daya dapat dilustrasikan seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2.32 Prinsip Perbaikan FD

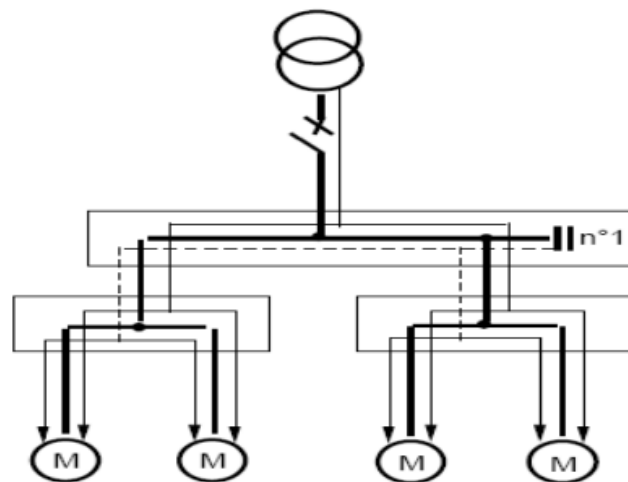
Kapasitor bank merupakan peralatan listrik yang mempunyai sifat kapasitif yang terdiri dari sekumpulan kapasitor yang disambung secara paralel/seri untuk mendapatkan kapasitas kapasitif tertentu (M. Khairil Anwar, 2007). Besaran parameter yang sering dipakai adalah KVAR (Kilovolt ampere reaktif) meskipun pada kapasitor sendiri tercantum besaran kapasitansi yaitu farad atau microfarad. Kapasitor yang akan digunakan untuk memperbesar faktor daya dipasang paralel dengan rangkain beban.

Metode pemasangan kapasitor dapat dibagi menjadi 3 yaitu : global compensation, individual compensation, group compensation (Ahmad Aziz Alqurnain, 2009). Gambar 2.33 merupakan gambar metode pemasangan insatalsi kapasitor bank.



Gambar 2.33 Metode Pemasangan Capasitor Bank

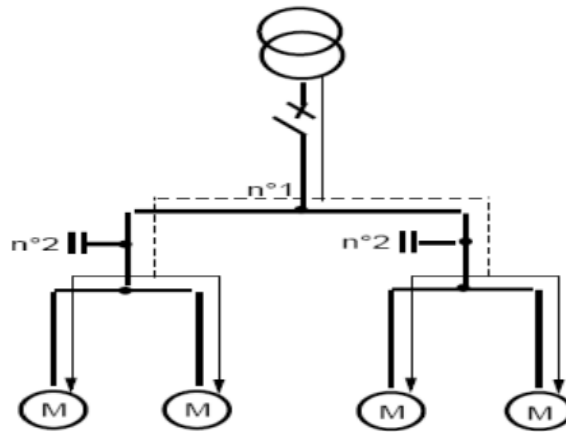
Metode Global Compensation adalah metode pemasangan kapasitor pada induk panel main distribution panel (MDP). Arus yang turun dari pemasangan model ini hanya di penghantar antar panel main distribution panel (MDP) tidak turun dengan demikian rugi akibat dipasi panas pad penghantar setelah main distribution panel (MDP) tidak terepngaruh.



Gambar 2.34 Global Compensation

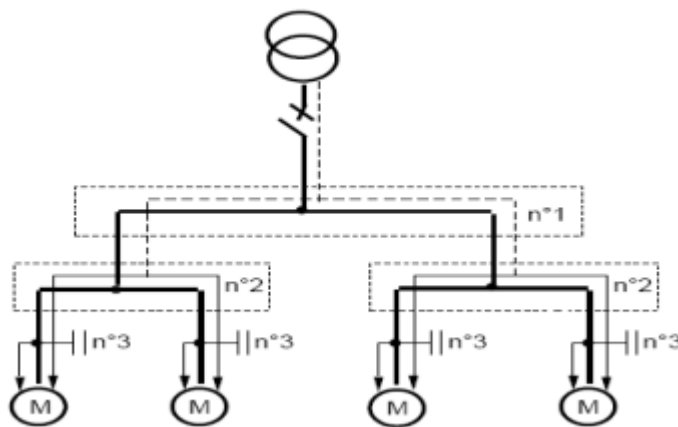
Metode Group Compensation adalah metode pemasangan kapasitor yang terdiri dari beberapa panel kapasitor yang akan dipasang pada panel sub distribution panel

(SDP). Cara ini cocok diterapkan pada industri dengan kapasitas beban terpasang besar sampai ribuan kilo volt ampere (kVA) dan terlebih jarak antara panel main distribution panel sub distribution panel (SDP) cukup berjauhan. 16 Metode Group Compensation adalah metode pemasangan kapasitor yang akan (SDP). Cara ini cocok diterapkan pada industri dengan kapasitas beban terpasang besar sampai ribuan kilo volt ampere (kVA) dan main distribution panel (MD)



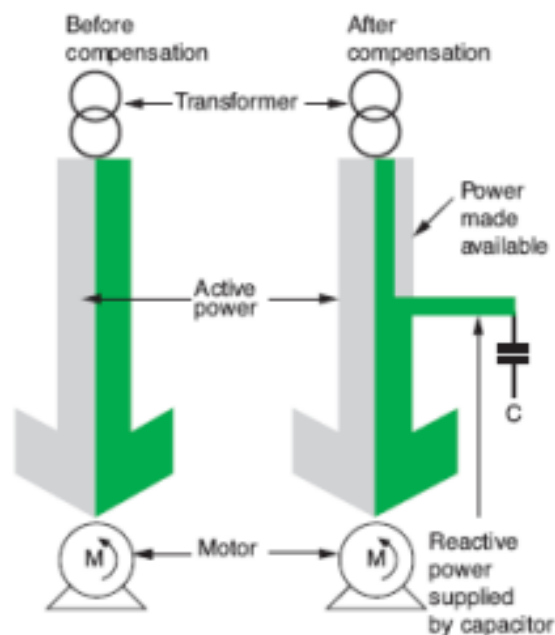
Gambar 2.35 Group Compensation

Metode Individual Compensation adalah metode pemasangan kapasitor langsung pada masing khususnya yang mempunyai daya yang besar. Cara ini sebenarnya lebih efektif dan lebih baik dari segi teknisnya. Individual compensation memiliki kekurangan yaitu harus menyediakan ruang atau tempat khusus untuk meletakkan kapasitor tersebut sehingga mengurangi nilai estetika. 17 Metode



Gambar 2.36 Individual Compensation

Proses kerja kapasitor dimulai saat rangkaian diberi tegangan maka elektron akan mengalir masuk ke kapasitor. Pada saat kapasitor penuh dengan muatan elektron maka tegangan akan berubah. Kemudian elektron akan ke luar dari kapasitor dan mengalir ke dalam rangkaian yang memerlukannya dengan demikian pada saat itu kapasitor membangkitkan daya reaktif. Bila tegangan yang berubah itu kembali normal (tetap) maka kapasitor akan menyimpan kembali elektron. Pada saat kapasitor mengeluarkan elektron ( $I_c$ ) berarti sama juga kapasitor menyuplai daya reaktif ke beban (Dhida Aditya Putra, 2012). Proses pengurangan itu bisa terjadi karena kedua beban (induktor dan kapasitor) arahnya berlawanan akibatnya daya reaktif menjadi kecil. Bila daya reaktif menjadi kecil sementara daya aktif tetap maka harga  $\text{pf}$  menjadi besar akibatnya daya nyata (KVA) menjadi kecil sehingga rekening listrik menjadi berkurang



Gambar 2.37 Perbedaan Pemasangan CB

daya reaktif sebelum kompensasi dan sesudah kompensasi. Konsumsi daya reaktif sebelum kompensasi akan berkurang setelah kompensasi karena sebagian daya reaktif akan disuplai oleh kapasitor yang berakibat menaikkan  $\cos \phi$  beban dan

menghemat konsumsi energi dari PLN. Kapasitor yang digunakan untuk memperbaiki pf supaya tahan lama tentunya harus dirawat secara teratur. Dalam perawatan itu perhatian harus dilakukan pada tempat yang lembab yang tidak terlindungi dari debu dan kotoran (Edi Sopyandi, 2011). Periksa dan pastikan bahwa kapasitor tidak terhubung lagi dengan sumber, kemudian karena kapasitor ini masih mengandung muatan berarti masih ada arus/tegangan listrik maka kapasitor itu harus dihubung singkatkan supaya muatannya hilang.

Faktor daya ( $\cos \phi$ ) dapat didefinisikan sebagai rasio perbandingan antara daya aktif (Watt) dan daya nyata (VA) yang digunakan dalam sirkuit AC atau beda sudut fasa antara V dan I yang biasanya dinyatakan dalam  $\cos \phi$  (Dhida Aditya Putra, 2012). Faktor Daya = Daya Aktif (P) / Daya Nyata (S) = kW / kVA =  $V \cdot I \cos \phi / V \cdot I = \cos \phi$  Dimana : V = Tegangan (Volt) I = Arus (Ampere) Faktor daya mempunyai nilai range antara 0 – 1 dan dapat juga dinyatakan dalam persen. Faktor daya yang bagus apabila bernilai mendekati satu.  $\tan \phi = \text{Daya Reaktif (Q)} / \text{Daya Aktif (P)} = \text{kVAR} / \text{kW}$  25 Karena komponen daya aktif umumnya konstan (komponen kVA dan kVAR berubah sesuai dengan faktor daya), maka dapat ditulis seperti berikut : Daya Reaktif (Q) = Daya Aktif (P) x  $\tan \phi$  Rumus perhitungan rating kapasitor yang dibutuhkan untuk memperbaiki faktor daya sebagai berikut : Daya reaktif pada pf awal = Daya Aktif (P) x  $\tan \phi_1$  Daya reaktif pada pf diperbaiki = Daya Aktif (P) x  $\tan \phi_2$  Sehingga rating kapasitor yang diperlukan untuk memperbaiki faktor daya adalah : Daya reaktif (kVAR) = Daya Aktif (kW) x ( $\tan \phi_1 - \tan \phi_2$ ). Contoh perhitungan kebutuhan daya reaktif untuk memperbaiki faktor daya sesuai target yang diinginkan dalam sistem 1 phasa .



## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

##### **3.1.1 Tempat Penelitian**

Penelitian dan analisa daya motor lift dilakukan di :

1. Nama Tempat : Universitas Muhamadiyah Sumatera Utara
2. Alamat : JL. Kapten Muhctar Basri NO.3 Medan Sumatera Utara 20238

##### **3.1.2. Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei- Juni 2023

#### **3.2 Peralatan Penelitian**

##### 1. Stopwatch

Stopwatch berfungsi untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan pada sat lift tersebut bekerja.

##### 2. Tachometer

Tachometer berfungsi untuk mengukur putaran (rpm) dari poros pada sebuah mesin motor lift

##### 3. Tespen

Tespen berfungsi untuk mengetahui ada tidaknya tegangan listrik pada kabel atau komponen kelistrikan.

##### 4. Kalkulator/ Alat hitung

Kalkulator/ alat hitung pada penelitian ini berfungsi untuk menghitung dayalistrik atau motor lif.

#### **3.3 Metode Pengumpulan Data**

Untuk mengetahui beban listrik pada motor lift maka penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data antara lain :

##### **3.3.1 Perhitungan pada energi motor**

Menghitung energi motor lift yang digunakan saat berbeban

### 3.3.2 Perhitungan Beban Listrik

Menghitung Beban listrik pada motor lift Universitas Muhamadiyah Sumatera utara

### 3.3.3 Observasi (Pengamatan) dan Wawancara

Melakukan Pengamatan langsung pada lift saat keadaan kosong ataupun saat mengangkat beban dan Melakukan wawancara dengan pihak-pihak yang terkait untuk mendapatkan keterangan terkait data yang digunakan pada penelitian.

## 3.4 Variabel Penelitian

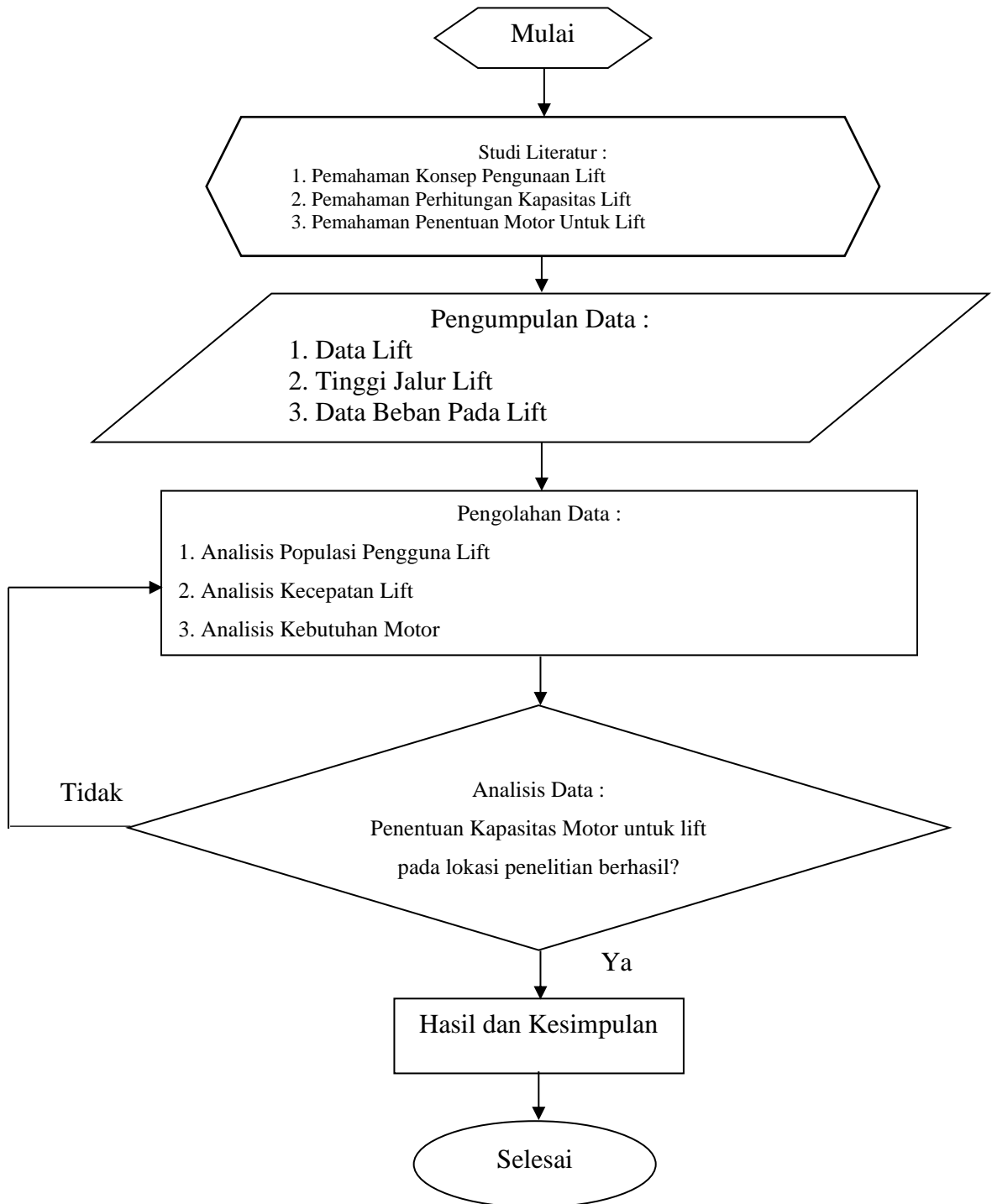
1. Menghitung daya motor lift
2. Menghitung beban motor lift
3. Menghitung daya listrik

## 3.5 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian Analisa daya motor yang dibutuhkan lift berkapasitas 1600 kg pada bangunan fakultas teknik universitas Muhamadiyah Sumatera utara ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung hasil dari pengujian tanpa beban.
2. Menghitung hasil dan pengujian dengan beban
3. Menjalankan lift tanpa beban untuk mengetahui hasil.
4. Menjalankan lift dengan beban untuk mengetahui hasil.
5. Menghitung daya listrik, beban motor lift dan daya motor.

Prosedur penyusunan tugas akhir adalah sebagai berikut :



Gambar 3.4 *flawchart* Penelitian

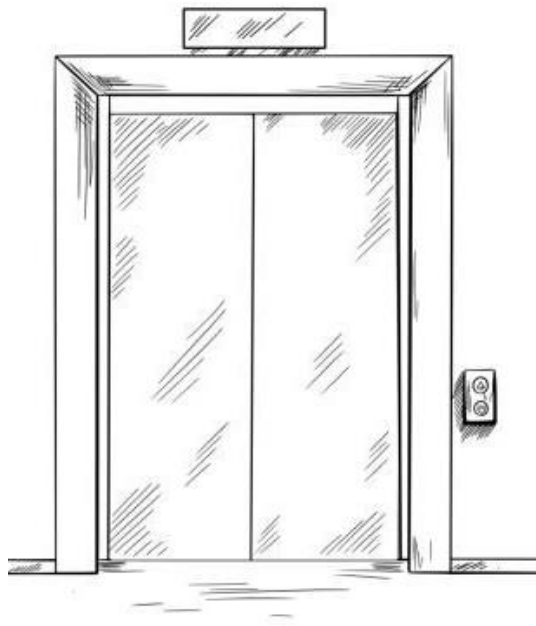
## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

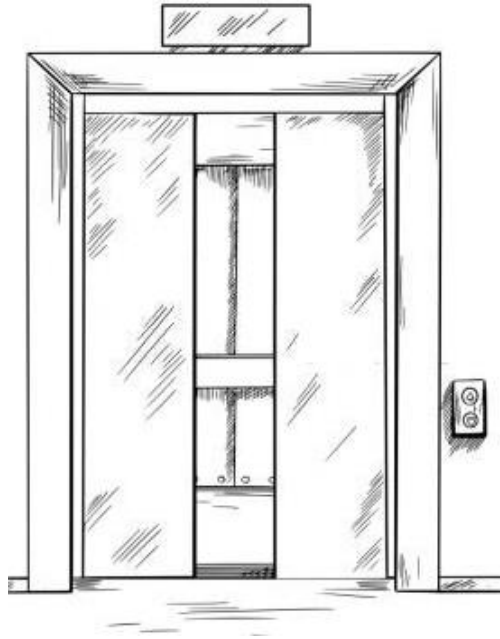
#### 4.1. Pengumpulan Data Lift Terpasang

Pada bagian ini dilakukan pengumpulan data lift terpasang dengan menggunakan metode wawancara dan observasi. Dengan melakukan wawancara kepada teknisi gedung mengenai jumlah ruangan yang ada, jenis ruangan yang tersedia. Dari observasi lift terpasang dan wawancara teknisi gedung maka didapatkan beberapa data seperti tinggi lintasan, kecepatan lift, kapasitas angkut lift, mesin traksi lift, sistem bukaan pintu lift, ukuran pintu lift, daya output motor, berat sangkar kosong, dan counter weight.

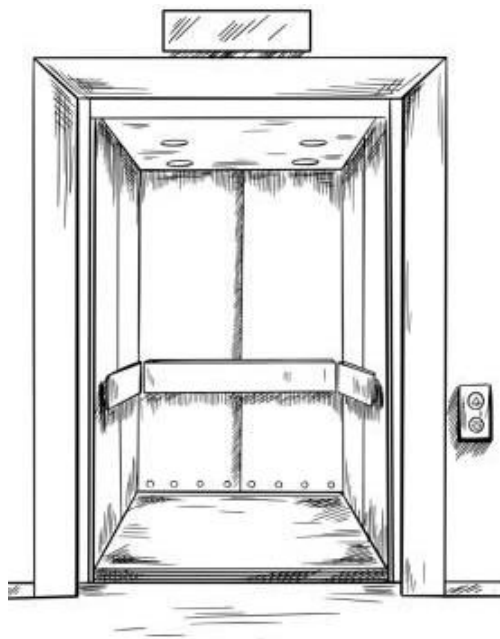
Adapun sketsa pada lift adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1 Lift Tertutup



Gambar 4.2 Lift Sedang Terbuka



Gambar 4.3 Lift Terbuka

#### **4.1.1 Data Hasil Survei Populasi Manusia Yang Menggunakan Lift**

Populasi manusia di gedung bertingkat didasarkan dalam berbagai faktor dan ada beberapa faktor yang diabaikan pula dikarenakan orang yang menggunakan gedung tersebut dianggap tidak memerlukan fasilitas lift untuk menjangkau lantai yang diinginkan. Maka dari itu Setelah dilakukan pengambilan data dengan

menggunakan metode wawancara dan observasi mengenai jumlah ruangan dan kapasitas tiap ruangan maka didapatkan data populasi manusia. Bagian biro teknik, ruang dosen dan ruang kelas yang berada pada lantai 2 sampai lantai 4 tidak dimasukkan kepada jumlah populasi yang menggunakan lift sesuai dengan SNI 03-6573- 2001 dikarenakan mahasiswa Fakultas Teknik yang ingin ke ruangan biro administrasi fakultas teknik dan ruang dosen serta pimpinan universitas, kemudian mahasiswa yang kuliah pada lantai 3 dan 4 tidak memerlukan lift untuk transportasi antar lantai dan telah disediakan pula tangga untuk mencapai lantai tersebut.

Untuk mendapatkan tingkat populasi manusia yang menggunakan lift didapat dari jumlah mahasiswa aktif Fakultas Teknologi Informasi yaitu sebanyak 667 orang per tahun 2023 ini. Untuk mendukung data populasi dilakukan observasi pada lokasi penelitian selama 3 hari pada saat jadwal perkuliahan sedang berlangsung. Adapun data populasi pengguna lift pada gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Adalah sebagai berikut :

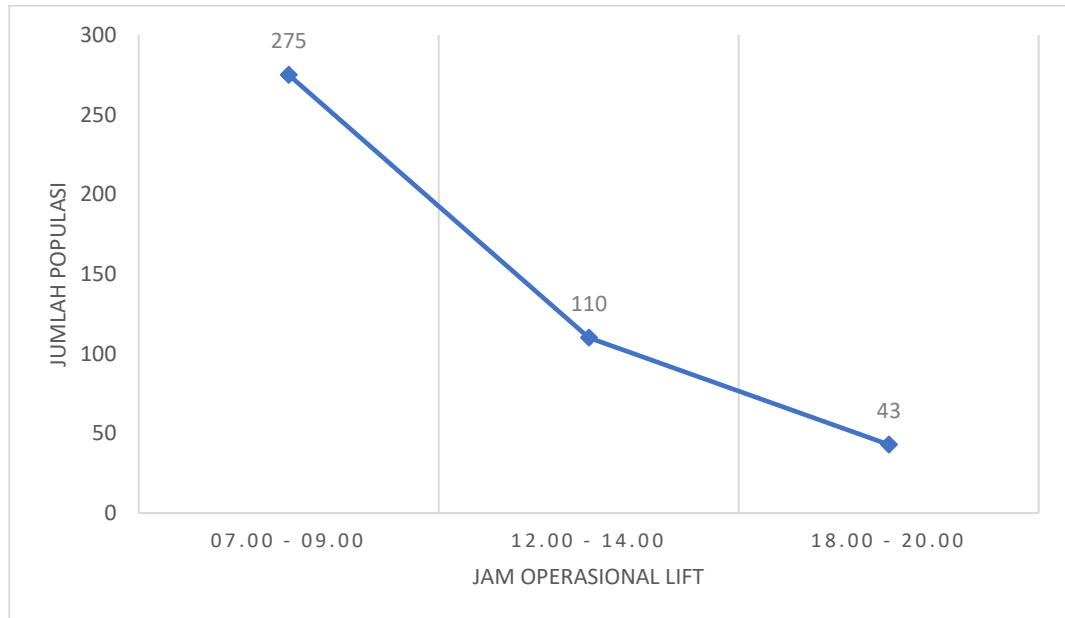
#### A. Senin, 3 Juli 2023

Pada hari senin tanggal 3 juli 2023 dilakukan observasi untuk mengetahui tingkat penggunaan lift pada Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Proses observasi dilakukan pada jam – jam masuk kuliah yaitu pukul 07.00 – 09.00, 12.00 – 14.00 dan 18.00 – 20.00. Adapun hasil observasi yang dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.1 Populasi Pengguna lift 3 Juli 2023

Pukul	Lantai			Jumlah Orang
	5	6	7	
07.00 – 09.00	97	115	63	275
12.00 – 14.00	29	46	35	110
18.00 – 20.00	43	0	0	43
Total				428

Tabel diatas menunjukkan jumlah populasi yang berada pada gedung tersebut adalah 428 orang yang menjadi potensial pengguna lift. Adapun grafik tingkat populasi pengguna lift pada tanggal 3 juli 2023 adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik Populasi pada 3 Juli 2023

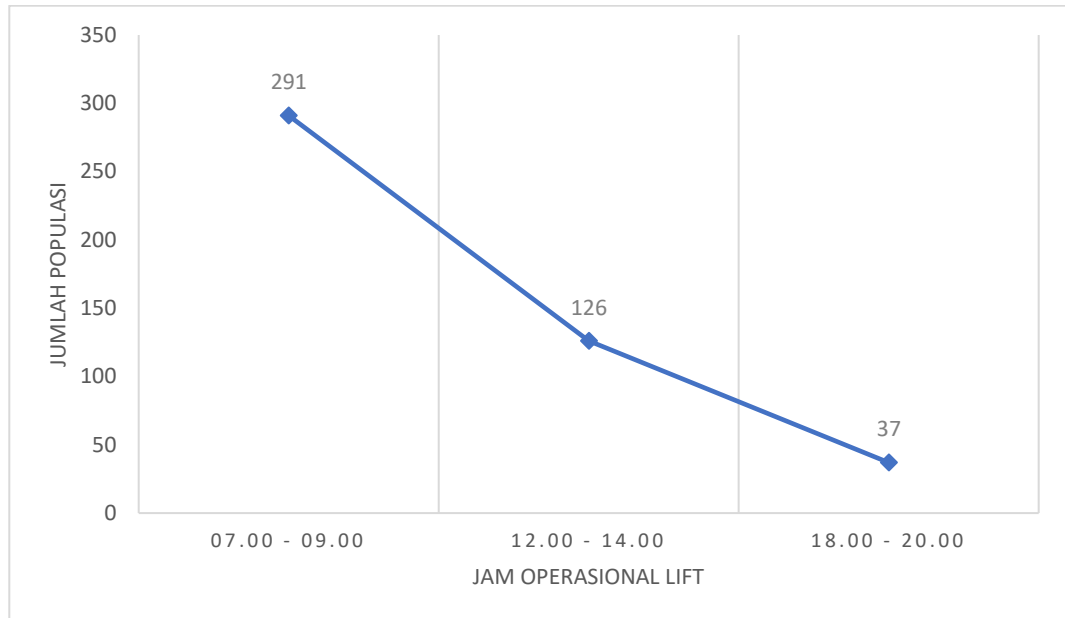
B. Selasa, 4 Juli 2023

Pada hari selasa tanggal 4 juli 2023 dilakukan observasi untuk mengetahui tingkat penggunaan lift pada Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Proses observasi dilakukan pada jam – jam masuk kuliah yaitu pukul 07.00 – 09.00, 12.00 – 14.00 dan 18.00 – 20.00. Adapun hasil observasi yang dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.2 Populasi Pengguna lift 4 Juli 2023

Pukul	Lantai			Jumlah Orang
	5	6	7	
07.00 – 09.00	126	113	52	291
12.00 – 14.00	42	48	36	126
18.00 – 20.00	39	0	0	37
Total				456

Tabel diatas menunjukkan jumlah populasi yang berada pada gedung tersebut adalah 456 orang yang menjadi potensial pengguna lift. Adapun grafik tingkat populasi pengguna lift pada tanggal 4 juli 2023 adalah sebagai berikut :



Gambar 4.2 Grafik Populasi pada 4 Juli 2023

#### C. Rabu, 5 Juli 2023

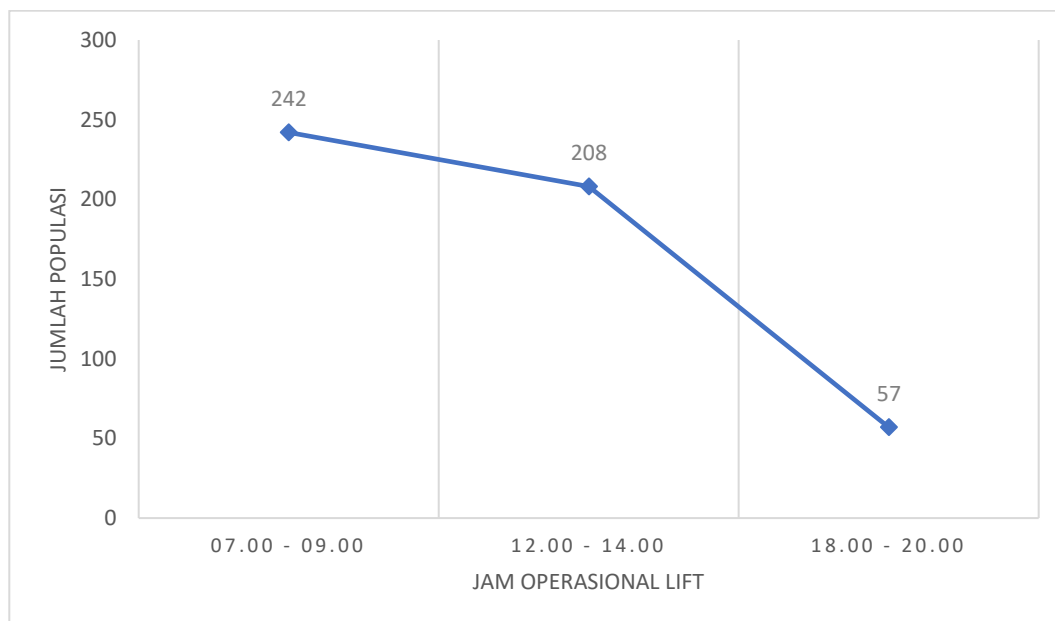
Pada hari rabu tanggal 5 juli 2023 dilakukan observasi untuk mengetahui tingkat penggunaan lift pada Gedung G Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Proses observasi dilakukan pada jam – jam masuk kuliah yaitu pukul 07.00 – 09.00, 12.00 – 14.00 dan 18.00 – 20.00. Adapun hasil observasi yang dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.2 Populasi Pengguna lift 5 Juli 2023

Pukul	Lantai			Jumlah Orang
	5	6	7	
07.00 – 09.00	87	82	73	242
12.00 – 14.00	67	83	58	208
18.00 – 20.00	57	0	0	57
Total				507



Tabel diatas menunjukkan jumlah populasi yang berada pada gedung tersebut adalah 507 orang yang menjadi potensial pengguna lift. Adapun grafik tingkat populasi pengguna lift pada tanggal 5 juli 2023 adalah sebagai berikut :



Gambar 4.3 Grafik Populasi pada 4 Juli 2023

#### D. Rata – Rata Populasi Pengguna Lift

Dari 3 hari proses melakukan observasi, didapat tingkat populasi penggunalift yang berbeda – beda setiap harinya. Untuk mengambil nilai tengah dari populasi maka dilakukan rata – rata dari ke 3 hari tersebut seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 4.4 Rata – Rata Populasi Pengguna Lift

Pengambilan Data	Total Populasi
3 Juli 2023	428
4 Juli 2023	456
5 Juli 2023	507
Rata - Rata	463,57

Dari tabel diatas didapat rata – rata populasi pengguna lift pada Gedung G UMSU adalah 463,57 dan digenapkan menjadi 464 orang.

#### 4.1.2 Data Lift Terpasang

Pengambilan data lift yang terpasang merupakan data motor lift, instalasi listrik motor lift dan penempatan motor. Pengambilan data motor dilakukan dengan mengambil gambar langsung pada ruang luncur lift yang terdapat di gedung tersebut panel kendali lift tersebut terdapat diluar ruang luncur atau tepat bersebelahan dengan tombol memanggil lift dan data dari teknisi yang bertugas pada lift gedung. Berikut data yang didapatkan lift tersebut:

Tabel 4.2 Data Lift Terpasang

Uraian	Data Lift Terpasang
Tinggi Lintasan	41,8 Meter
Kecepatan	105 mpm (1,75 m/s)
Jumlah Unit	1 unit lift penumpang
Daya Angkut	1600 Kg (18 Orang)
Mesin Lift	AC-VVVF
Sistem Bukaan Pintu	Center Opening (CO)
Ukuran Bukaan Pintu	1100 mm x 2100 mm
Ukuran Hoistway	2600 mm x 2200 mm
Ukuran Pit Lift	1900 mm
Ukuran Overload	5100 mm
Daya Motor	16 kW
Berat Kosong Sangkar Lift	2000 Kg
Counter Weight	2500 Kg
Pabrikan Lift	AE LIFT HOSTING
Tahun buat	2019

#### A. Perhitungan Daya Listrik Pada Motor Lift

##### 1. Daya Aktif

$$\begin{aligned}
 P &= 3 \times V_L \times I_L \times \cos \phi \\
 &= 3 \times 513 \times 21,3 \times 0,85 \\
 &= 27863,595 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

## 2. Daya Reaktif

$$\begin{aligned}
 Q &= 3 \times V_L \times I_L \times \sin \phi \\
 &= 3 \times 513 \times 21,3 \times 0,53 \\
 &= 17373,771 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

## 3. Daya Semu

$$\begin{aligned}
 S &= V \times I \\
 &= 513 \times 21,3 \\
 &= 10926,9 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

## B. Pengaruh Beban Motor Terhadap Konsumsi Daya Listrik

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{5250 \times HP}{n} \\
 &= \frac{5250 \times 23,86}{566} \\
 &= 221,31 \text{ Nm} \\
 &= 221,31 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

**4.2. Analisis Kebutuhan Motor****4.2.1 Analisis Lalu Lintas Lift**

Data yang diperlukan untuk melakukan analisis lalu lintas lift adalah waktu sekali perjalanan lift, Kapasitas semua lift diasumsikan dengan standart adalah 5 menit, dan Interval Waktu Menunggu Waktu sekali jalan Lift (One Round Trip Time) yang telah dihitung menggunakan stopwatch. Adapun tabel data waktu sekali jalan lift dengan kecepatan 150 mpm kapasitas 18 orang adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Waktu Lift

No	Uraian	Waktu (Detik)
1	Waktu lift Beroperasi (Tr) <i>Timing Running</i>	60

2	Waktu buka dan tutup pintu lift ( $T_d$ ) <i>Time Door</i>	20
3	Waktu penumpang keluar masuk ( $T_p$ ) <i>Time Passenger</i>	35
4	Waktu Terbuang ( $T_l$ ) <i>Time Loosing</i>	6

Berdasarkan analisis lalu lintas yang didapat waktu sekali jalan lift dengan kecepatan 150 mpm dengan kapasitas angkut 18 orang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 RTT &= T_r + T_d + T_p + T_l \\
 &= 60 + 20 + 35 + 6 \\
 &= 121
 \end{aligned}$$

Maka waktu sekali jalan (RTT) yang didapatkan adalah sebesar 121 detik untuk kecepatan 150 mpm dengan kapasitas 18 orang

#### 4.2.2 Analisis Interval Waktu Menunggu

Interval waktu menunggu dengan RTT sebesar 121 detik untuk 1 unit lift yang beroperasi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{RTT}{N} \\
 &= \frac{121}{1} \\
 &= 121 \text{ Detik}
 \end{aligned}$$

Kapasitas semua lift 5 menit Kapasitas yang dihitung dengan kecepatan lift 150 meter permenit dengan kapasitas 18 orang dapat dihitung menggunakan persamaan seperti berikut :

$$\begin{aligned}
 P' &= \frac{5 \times 60 \text{ Detik} \times (ru \times rd)}{RTT} \\
 &= \frac{5 \times 60 \text{ Detik} \times (18 + 18)}{121}
 \end{aligned}$$

$$= 89,256 \text{ Orang}$$

Dari rumus diatas maka didapatkan kapasitas semua lift yang berjumlah 2 unit lift dapat dihitung menggunakan persamaan seperti berikut :

$$\begin{aligned} P &= P' \times n \\ &= 89,256 \times 1 \\ &= 89,256 \text{ orang} \end{aligned}$$

#### 4.2.3 Analisis Kapasitas Penanganan Lift dalam 5 Menit

Kapasitas penanganan lift dalam 5 menit dengan Kapasitas angkut semua lift 5 menit 89,256 orang dan jumlah populasi manusia rata – rata 464 orang dapat dihitung menggunakan persamaan seperti berikut :

$$\begin{aligned} HC &= \frac{p}{Q} \times 100\% \\ &= \frac{89,256}{464} \times 100\% \\ &= 19,24 \% \end{aligned}$$

Hasil analisis perhitungan ulang lalu lintas lift maka didapatkan data interval waktu tunggu dan kapasitas angkut lift sebagai berikut:

Rekomendasi Daya output Motor Lift Setelah didapatkan kecepatan dan kapasitas angkut lift yang sesuai dengan standar maka dapat dihitung daya output yang dibutuhkan lift dengan menggunakan persamaan

$$\begin{aligned} P_{out} &= \frac{K \times s \times (1-CF)}{6120 \times n} \\ &= \frac{1600 \times 115 \times (1-0,5)}{6120 \times 0,75} \\ &= \frac{92000}{4590} \\ &= 20 \text{ KW} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan 20 KW dan bisa dibulatkan lebih tinggi (d disesuaikan dengan motor yang tersedia) untuk penggunaan elevator.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Setelah penelitian dilakukan pada lift berkapasitas 1600 kg pada gedung fakultas teknik UMSU, adapun kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Dari 3 hari proses melakukan observasi, didapat tingkat populasi pengguna lift yang berbeda – beda setiap harinya. Untuk mengambil nilai tengah dari populasi maka dilakukan rata – rata, adapun rata – rata populasi pengguna lift pada Gedung G UMSU adalah 564 orang
2. Dari hasil penentuan kapasitas motor yang dibutuhkan pada lift dengan kapasitas 1600 KG pada gedung G Fakultas teknik didapat bahwa motor yang dibutuhkan adalah dengan kapasitas 20 KW/3hari. Dimana direkomendasikan menggunakan motor penarik lift berkapasitas daya keluaran lebih dari 20 KW.

#### **5.2. Saran**

1. Dapat melakukan penentuan motor dengan metode yang lainnya selain observasi dan wawancara pada teknisi lift
2. Dapat menggunakan aplikasi tambahan untuk mempermudah proses analisis pada penelitian dan penentuan kapasitas motor
3. Daya motor lift untuk 1600 kg melebihi dari standart yang telah ada dan ditentukan

## DAFTAR PUSTAKA

- Suryatmo. 1986. Teknik Listrik Arus Searah. Bina Aksara. Jakarta. Mochtar Wijaya. 2001. Dasar-Dasar Mesin Listrik. Jakarta. Djambatan. Sumanto. 1994. Mesin Arus Searah. Yogyakarta. Andi Offset. Usman Effendi. 1995. Direct Current Machines. PPPG Teknologi. Bandung.
- Indriana, T. (2014). Akumulator. Retrieved 6 24, 2018, from Wibowo, P., Kartoraharjo, S., Agustina, Y., & Wachyu, Y. (2012). Motor Penggerak Listrik.
- Ahmad Marabdi Siregar, Juliansyah Fauzan Nasution. 2018. Efek Kecepatan Pembebanan Pada Bahan Baja Terhadap Kekuatan Tarik Impak. Jurnal Ilmiah "MEKANIK" Teknik Mesin ITM, Vol. 4 No. 1, Mei 2018 : 34 – 43
- Chandra A Siregar, Analisa Putaran Motor Mesin Sortir Jerusk Berkapasitas 800 Kg/Jam
- George A, Straosh, Jaros, Baum & Balles, Vertical Transportation Lift & Escalator, US 1983
- Indra Jaya Barus. 2008. Perencanaan Lift Untuk Keperluan Gedung Perkantoran Berlantai Sepuluh
- Faikul Umam, S. Kom., M.T.; Hairil Budiarto, S.T., M.T.; Ach. Dafid, A.Md..2017.Motor Listrik. Bukit Cemara Tidar H5 NO. 34, Malang
- Parsa, I. N. (2018). Motor-Motor Listrik Untuk Mahasiswa dan Umum. In I. N. Persa, Motor-Motor Listrik (pp. 1-3). Kupang: CV.RASI TERBIT.
- M. D. Sembayang, "Cara Kerja Dan Perbaikan Lift di Gedung BUMN," Jurnal Teknik Mesin, pp. 1 -19, 2016.
- Angelo Baghini, (2008), Handbook of Power Quality, John Wiley & Sons Ltd, Chicester, West Sussex.
- Baharudin, (2016), Analisis Pengaruh Pembebanan terhadap Karakteristik (Unjuk Kerja) Motor Induksi Tiga Fasa, Skripsi Sarjana, Universitas Halu Oleo, Kendari.
- S. Adibroto, "Name -plate," Juli 2008. [Online]. Available: <http://soemarno.org/2008/07/name-plate/>.



- M. Drs. Pristiadi Utomo, "Fisika SMA," mei 2010. [Online]. Available: [https://cobaberbagi.files.wordpress.com/2010/05/hukum - newton.pdf/](https://cobaberbagi.files.wordpress.com/2010/05/hukum-newton.pdf/).
- Candra Dwi Sukardi, (2017), Analisis Harmonisa pada Motor Induksi 3 Fasa Raw Mill SS E3 Plant 10 PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk, Skripsi Sarjana, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Edi Marsito, (2016), Analisis Pengaruh Beban Penumpang terhadap Daya dan Energi yang di Konsumsi Motor Penggerak Lift di Gedung IDB II RD. Dewi Sartika, Skripsi Sarjana, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta.
- Febriani Husniah, (2016), Analisis Total Harmonic Current Distortion pada Motor Induksi Tiga Fasa, Skripsi Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Francisco C. De La Rosa, (2006), Harmonics and Power Systems, Distribution Control Systems, Inc, Hazelwood, Missouri.
- IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems, in IEEE Std 519-1992, 9 April 1993.
- Jos Arillaga, Neville R. Watson, (2003), Power System Harmonics, John Wiley & Sons, Ltd, Chicester, West Sussex.
- Y. D. W. A. S. B. Beny Nugraha, "PERANCANGAN DAN PENGUJIAN MINIATUR LIFT BERBASIS RFID," Jurnal Teknik Elektro, p. 6, 2015.
- Alqurnain, Ahmad Aziz. (2009). Perhitungan dan Pemasangan Kapasitor Bank pada Instalasi Tenaga Listrik Industri Baja. Artikel Sekolah Tinggi Teknik PLN. Jakarta
- Dhida Aditya Putra. (2012). Diambil pada tanggal 8 Agustus 2015
- Lukman Budi dkk. (2010). Makalah Daya Aktif, Reaktif dan Nyata.
- Meier, Alexander Von. (2006). Electric power systems: a conceptual introduction. United States of America : A Wiley-Interscience publication
- Muhammad Rizal. (2012). Faktor Daya. Diambil pada tanggal 8 Agustus 2015
- Sankaran,C. (2002).Power Quality. United States of America: CRC Press LLC
- Sopyandi Endi. (2011 ). Kapasitor Bank. Diambil pada tanggal 8 Agustus 2015

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama : Biccara Siagian  
Alamat : Dusun 1 Tangga  
Jenis kelamin : Laki – laki  
Umur : 23 Tahun  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Tempat, Tgl. Lahir : Tangga, 20 Desember 1999  
Tinggi/Berat Badan : 165 cm/63 Kg  
Kewarganegaraan : Indonesia  
No.Hp : 082267407893  
Email : [biccarsiagian039@gmail.com](mailto:biccarsiagian039@gmail.com)

### ORANG TUA

Nama Ayah : Hariono Siagian  
Agama : Islam  
Nama Ibu : Mastiah Simangunsong  
Agama : Islam  
Alamat : Dusun 1 Tangga

### LATAR BELAKANG PENDIDIKAN

2006-2012 : SD Negeri 017140 Tangga  
2012-2015 : SMP Negeri 2 Aek Songsongan Satu Atap  
2015-2018 : SMK Swasta Triyadikayasa Aek Songsongan  
2019-2023 : Tercatat Sebagai Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)





**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila mendapat surat ini agar ditunjukkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/II/2019  
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003  
<https://fatek.umsu.ac.id> [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 328/II.3AU/UMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Elektro Pada Tanggal 14 Maret 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : BICCAR SIAGIAN  
Npm : 1907220112  
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO  
Semester : VIII ( DELAPAN ) )  
Judul Tugas Akhir : .ANALISA DAYA MOTOR YANG DIBUTUHKAN LIFT BERKAPASITAS 1600 KG PADA BANGUNAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA .

Pembimbing : MUHAMMAD ADAM ST. MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Elektro
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.  
Medan, 19 Syaban 1444 H  
14 Maret 2023 M



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT  
NIDN: 0101017202





MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Akreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XU/2022

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://umsu.ac.id> [rektor@umsu.ac.id](mailto:rektor@umsu.ac.id) [umsu](#) [umsu](#) [umsu](#) [umsu](#)

Nomor : 1546/II.3-AU/UMSU/F/2023  
Lamp. : -  
Hal : Izin Riset

25 Syawal 1444 H  
16 Mei 2023 M

Kepada Yth :  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
di-  
Medan.

*Assalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh*

Dengan hormat, teriring salam dan do'a semoga Saudara dan jajaran selalu berada dalam naungan Allah SWT. Dan dimudahkan dalam melaksanakan aktivitas sehari-hari. Amin.

Dengan hormat, menindaklanjuti surat dari Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Nomor: 382/II.3-AU/UMSU-05/F/2023 tanggal 12 Mei 2023 perihal Izin Riset, maka bersama ini kami memberikan izin Riset di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) sebagai berikut:

Nama : Biccari Siagin  
NPM : 1907220112  
Jurusan : Teknik Elektro  
Judul : Analisa Daya Motor Yang Dibutuhkan Lift Berkapasitas 1600 KG Pada Bangunan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Demikian hal ini kami disampaikan, atas perhatian dan kerjasama yang baik diucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*



a.n. Rektor  
Wakil Rektor I  
  
Prof. Dr. Alhammad Arifin, S.H., M.Hum  
NIP: 195701131987031002

**Tembusan:**

1. Bapak Rektor UMSU sebagai laporan;
2. Yang bersangkutan
3. Pertinggal





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
Jalan Kapten Mochtar Basri No.3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir ( Skripsi )

Nama : Biccara Siagian  
Npm : 1907220112  
Judul Tugas Akhir : "ANALISA DAYA MOTOR YANG DIBUTUHKAN LIFT BERKAPASITAS 1600 KG PADA BANGUNAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA"

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	21/3 23	Kuti petunjuk penulisan Skripsi	f
2.	31/3 23	Perbaiki ukuran logo UMSU	f
3.	6/4 23	Gambar harus berwarna	f
4.	18/4 23	Pertanyak Landasan Tiora	f
5.	5/5 23	Pertanyaan dasar tabel kelas	f
6.	11/5 23	Daftar pustaka minimal 15	f
7.	23/5 23	Ace untuk Sampo. Silakan ke Kopradi	f

Dosen Pembimbing

MUHAMMAD ADAM, S.T., M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

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

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir ( Skripsi )

Nama : BICCAR SIAGIAN

Npm : 1907220112

Judul Tugas Akhir : " Analisa Daya Motor Yang Dibutuhkan Lift Berkapasitas 1600 Kg Pada Bangunan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara "

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	26/7 <sup>23</sup>	Analisa Koneksi hasil Simpro	[Signature]
2.	31/7 <sup>23</sup>	Pembahasan beban sesuai	[Signature]
3.	1/8 <sup>23</sup>	Schwabker hasil Perhitungannya	[Signature]
4.	24/8 <sup>23</sup>	Skema Pengguna Lift	[Signature]
5.	4/9 <sup>23</sup>	Sistem keamanan lift ?	[Signature]
6.	11/9 <sup>23</sup>	Daftar pustaka yg meracik nama Dosen UMSU	[Signature]
7.	14/9 <sup>23</sup>	Ditugasi untuk Simpro Dilekan ke Prodi	[Signature]

Dosen Pembimbing

MUHAMMAD ADAM, S.T., M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir ( Skripsi )

Nama : Bicar Siagian  
Npm : 1907220112  
Judul Tugas Akhir : "Analisa Daya Motor Yang Dibutuhkan Lift Berkapasitas 1600 Kg Pada Bangunan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara"

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	18/11/23	Bec. untuk Diding.	
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			

Dosen Pembimbing

Muhammad Adam, S.T., M.T