

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN PENGONTROLAN LIFT MENGGUNAKAN
*SMART RELAY ZELIO SOFT 2 TIPE SR3B261FU***

Disusun dan diajukan oleh

MUHAJIR AHMAD SIGI

D041 18 1301



**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**RANCANG BANGUN PENGONTROLAN LIFT MENGGUNAKAN SMART RELAY
ZELIO SOFT 2 TIPE SR3B261FU**

Disusun dan diajukan oleh:

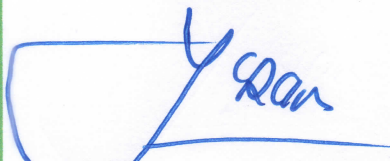
MUHAJIR AHMAD SIGI

D041 18 1301

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada Tanggal 8 Maret 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing I,



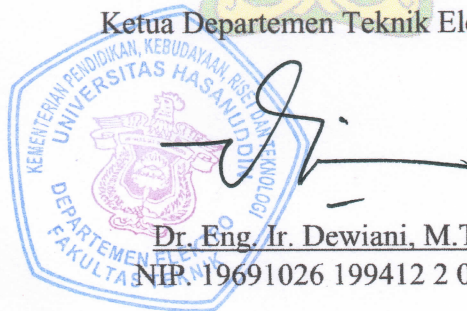
Dr. Yusran, S.T., M.T.
NIP. 19750404 200012 1 001

Pembimbing II,



Ir. Gassing, M.T.
NIP. 19600720 198702 1 001

Ketua Departemen Teknik Elektro,



Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T.
NIP. 19691026 199412 2 001

LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

RANCANG BANGUN PENGONTROLAN LIFT MENGGUNAKAN SMART RELAY ZELIO SOFT 2 TIPE SR3B261FU

Oleh:

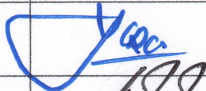
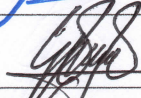

MUHAJIR AHMAD SIGI

D041 18 1301

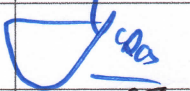
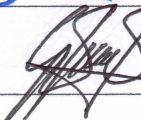
Skripsi ini telah dipertahankan pada Ujian Akhir Sarjana pada tanggal 8 Maret 2023

Telah dilakukan perbaikan penulisan dan isi skripsi berdasarkan usulan dari
penguji dan pembimbing skripsi.

Persetujuan perbaikan oleh tim penguji:

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Yusran, S.T., M.T.	
Sekretaris	Ir. Gassing, M.T.	
Anggota	Dr. Ir. Sri Mawar Said, M.T.	
	Ir. Tajuddin Waris, M.T.	

Persetujuan perbaikan oleh tim pembimbing:

Pembimbing	Nama	Tanda Tangan
I	Dr. Yusran, S.T., M.T.	
II	Ir. Gassing, M.T.	

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Muhajir Ahmad Sigi

NIM : D041 18 1301

Program Studi : Teknik Elektro

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

RANCANG BANGUN PENGONTROLAN LIFT MENGGUNAKAN SMART RELAY ZELIO SOFT 2 TIPE SR3B261FU

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 13 Maret 2023

Yang Menyatakan



Muhajir Ahmad Sigi

ABSTRAK

MUHAJIR AHMAD SIGI. *Rancang Bangun Pengontrolan Lift Menggunakan Smart Relay Zelio Soft 2 Tipe SR3B261FU* (dibimbing oleh Yusran dan Gassing)

Lift merupakan alat transportasi vertikal pada bangunan bertingkat yang biasa digunakan untuk mengangkut barang atau orang. Pada tahun 1853, Elisha Graves Otis seorang ilmuwan pertama kali menciptakan lift yang awalnya berupa sebuah derek terbuat dari tali. Otomatisasi adalah penggantian tenaga manusia dengan tenaga mesin secara otomatis melakukan dan mengatur pekerjaan sehingga tidak memerlukan lagi pengawasan manusia. *Smart relay* pada dasarnya adalah sebuah komputer yang khusus dirancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rancangan prototipe yang dapat mengontrol sistem kerja lift pada bangunan 4 lantai. Perancangan penelitian ini dimulai dari pembuatan program diagram *ladder* dan mengujinya, memindahkan program ke *smart relay*, pembuatan *layout* dan pemasangan *wiring* rangkaian daya 3 fasa dan rangkaian pengontrolan, menguji prototipe menggunakan motor listrik, menganalisa hubungan antara beban, arus, daya, kecepatan dan torsi motor listrik. Pengujian prototipe menunjukkan jika lift naik motor 1 berputar forward, jika lift turun motor 1 berputar reverse, jika pintu lift terbuka motor 2 berputar forward dan jika pintu lift menutup motor 2 berputar reverse. Hasil analisa hubungan antara beban, arus, daya, kecepatan dan torsi motor menunjukkan bahwa arus, daya dan torsi motor berbanding lurus dengan perubahan beban motor. Sedangkan kecepatan motor berbanding terbalik dengan perubahan beban motor. Pada kondisi tanpa beban, besaran arus, daya dan torsi motor masing-masing 1,25 A, 11,93 Watt, 0,03 Nm. Putaran motor sebesar 2966 rpm. Pada kondisi beban maksimal (86,47 kg), arus yang diserap motor sebesar 2,02 A dengan daya 270,91 Watt, torsi sebesar 0,66 Nm dan kecepatan putarannya sebesar 2891 rpm.

Kata kunci: *Lift, Otomatisasi, Smart Relay, Diagram Ladder, Zelio Soft 2*

ABSTRACT

MUHAJIR AHMAD SIGI. *Elevator Control Design Using Smart Relay Zelio Soft 2 Type SR3B261FU* (supervised by Yusran and Gassing)

Elevator is a vertical transportation tool in multi-storey buildings which is used to transport goods or people. In 1853, Elisha Graves Otis, a scientist, first created an elevator which was originally a crane made of rope. Automation is the replacement of human power with machine power that automatically performs and manages work so that it no longer requires human supervision. Smart relay is basically a computer specifically designed to control a process or machine. This study aims to obtain a prototype design that can control the elevator work system in a 4-storey building. The design of this research starts from making a ladder diagram program and testing it, moving the program to smart relay, making layouts and wiring installation of 3 phase power circuits and control circuits, testing prototypes using electric motors, analyzing the relationship between load, current, power, speed and motor torque. electricity. Prototype testing shows that if the elevator goes up the motor 1 rotates forward, if the elevator goes down the motor 1 rotates reverse, if the elevator door opens the motor 2 rotates forward and if the elevator door closes the motor 2 rotates reverse. The results of the analysis of the relationship between load, current, power, speed and torque of the motor show that the current, power and torque of the motor are directly proportional to changes in motor load. While the speed of the motor is inversely proportional to changes in motor load. In no-load conditions, the magnitude of the current, power and torque of the motor are 1.25 A, 11.93 Watt, 0.03 Nm respectively. Motor rotation of 2966 rpm. At maximum load conditions (86.47 kg), the current absorbed by the motor is 2.02 A with a power of 270.91 Watt, a torque of 0.66 Nm and a rotational speed of 2891 rpm.

Keywords: *Elevator, Automation, Smart Relay, Ladder Diagram, Zelio Soft 2*

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT., penulis panjatkan puji dan syukur atas segala rahmat dan hidayah yang telah dilimpahkan kepada penulis sehingga dengan izin-Nya, skripsi ini dapat dikerjakan hingga selesai. Sholawat beserta salam penulis curahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah telah menuntun kita dari alam gelap gulita ke alam terang menderang seperti sekarang ini. Sang suri tauladan bagi kita semua hingga akhir zaman. Berkat perjuangan beliau, penulis bisa mendapatkan banyak ilmu hingga di titik ini.

Penyelesaian skripsi ini merupakan upaya penulis dalam memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Tugas akhir ini berjudul **“Rancang Bangun Pengontrolan Lift Menggunakan Smart Relay Zelio Soft 2 Tipe SR3B261FU”**. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini mengalami berbagai hambatan. Namun, berkat kegigihan, usaha, dan doa, penulisan skripsi ini akhirnya dapat terselesaikan. Penyusunan skripsi ini juga tidak terlepas dari bantuan, doa, dorongan, dan semangat serta bimbingan dari berbagai pihak. Tanpa menghilangkan rasa hormat, kami ucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, antara lain:

1. Ibunda Becce dan Ayahanda Ahmad Sigi selaku kedua orang tua yang tak henti-hentinya medoakan dan memberikan dukungan baik moral maupun materil kepada penulis. Juga kepada Saudara-saudaraku tercinta yang memberikan motivasi lebih untuk mengerjakan penelitian ini.
2. Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT. selaku Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Yusran, ST. MT. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ir. Gassing, MT. selaku pembimbing II. Terima kasih telah meluangkan waktu dan memberikan bimbingan, gagasan dan ide-ide dalam penyelesaian skripsi ini.

4. Ibu Dr. Ir. Sri Mawar Said, MT. dan Bapak Ir. Tajuddin Waris, MT. selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan serta kritikan-kritikan dan saran-saran penyempurnaan tugas akhir ini.
5. Seluruh pihak SMK Negeri 4 Enrekang yang telah bersedia meminjamkan komponen yang saya gunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini
6. Saudara Firda Fajryani Kamil, terima kasih telah membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini dan teman berdebat untuk mencari solusi ketika menemui masalah dalam pengerjaan tugas akhir ini.
7. Saudara Andi Jaelani Pratama Syah, Andi Anugrah Saputra, dan Rio Febrian Rusfa, yang telah menemani saya dalam proses pengambilan data dan senantiasa memberikan saran-saran.
8. Kepada rekan-rekan CAL18RATOR yang sejak pertam kali menginjakkan kaki di Universitas Hasanuddin hingga saat ini berjuang bersama penulis untuk menuntut ilmu di kampus merah tercinta.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu dan mendukung dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini, oleh karena itu saran dan kritik dari semua pihak diharapkan untuk menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat diterima sebagai sumbangan pikiran penulis yang mendatangkan manfaat bagi penulis maupun pembacanya.

Gowa, 21 Februari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.3.1 Tujuan Penelitian.....	4
1.3.2 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	

2.1 <i>Smart Relay</i>	6
2.2 <i>Zelio Soft 2</i>	7
2.3 <i>Zelio Soft 2 Tipe SR3B261FU</i>	8
2.4 <i>Gerbang Logika</i>	10
2.4.1 <i>Pengertian Gerbang Logika</i>	10
2.4.2 <i>Jenis Gerbang Logika</i>	11
2.5 <i>Motor Listrik</i>	17
2.5.1 <i>Motor DC</i>	18
2.5.2 <i>Motor AC</i>	19
2.5.3 <i>Prinsip Pengontrolan Motor Listrik</i>	21
2.6 <i>Lift</i>	22
2.6.1 <i>Komponen-Komponen Utama Lift</i>	23
2.6.2 <i>Jenis-Jenis Lift</i>	25
2.6.3 <i>Prinsip Kerja Lift Secara Umum</i>	26
2.7 <i>Miniature Circuit Breaker (MCB)</i>	26
2.8 <i>Kontaktor Magnet</i>	27
2.9 <i>Thermal Overload Relay (TOR)</i>	29
2.10 <i>Limit Switch</i>	31
2.11 <i>Sensor PIR</i>	32
2.12 <i>Tombol Emergency</i>	33
2.13 <i>Push Button</i>	34
2.14 <i>Lampu Indikator</i>	36

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian.....	38
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	38
3.3 Alat dan Bahan.....	38
3.4 Langkah-Langkah Penelitian	42
3.5 Diagram Alir Penelitian	44
3.6 <i>Flowchart</i> Sistem Lift	45

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Rancangan Prototipe.....	46
4.2 Langkah-Langkah Dalam Pembuatan dan Pengujian Prototipe.....	49
4.3 Hasil Data Pengamatan Kinerja Prototipe.....	61
4.4 Perbandingan antara Beban, Arus, Daya, Kecepatan dan Torsi Motor Listrik.....	64

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran.....	70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kebenaran Gerbang Logika AND	13
Tabel 2.2 Kebenaran Gerbang Logika OR	14
Tabel 2.3 Kebenaran Gerbang Logika NAND	14
Tabel 2.4 Kebenaran Gerbang Logika NOR	15
Tabel 2.5 Kebenaran Gerbang Logika XOR	16
Tabel 2.6 Kebenaran Gerbang Logika XNOR	17
Tabel 2.7 Kebenaran Gerbang Logika NOT	18
Tabel 3.1 Daftar Alat dan Bahan	40
Tabel 4.1 Kondisi Pemanggilan Lift	51
Tabel 4.2 Hasil Pengamatan Kinerja Prototipe	62
Tabel 4.3 Data Hasil Simulasi Pengukuran	64
Tabel 4.4 Perbandingan antara Beban dan Daya Motor	68

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Aplikasi Zelio Soft 2.....	9
Gambar 2.2 Tampilan <i>Interface</i> Zelio Soft 2	9
Gambar 2.3 <i>Smart Relay Zelio Logic Model Compact</i>	10
Gambar 2.4 <i>Smart Relay Zelio Logic Model Modular</i>	10
Gambar 2.5 Simbol Gerbang Logika AND	13
Gambar 2.6 Simbol Gerbang Logika OR	13
Gambar 2.7 Simbol Gerbang Logika NAND	14
Gambar 2.8 Simbol Gerbang Logika NOR	15
Gambar 2.9 Simbol Gerbang Logika XOR	16
Gambar 2.10 Simbol Gerbang Logika XNOR	17
Gambar 2.11 Simbol Gerbang Logika NOT	18
Gambar 2.12 Struktur Motor DC.....	20
Gambar 2.13 Struktur Motor AC.....	21
Gambar 2.14 Karakteristik Arus, Torsi dan Kecepatan.....	23
Gambar 2.15 Konstruksi Lift.....	24
Gambar 2.16 <i>Mini Circuit Breaker</i> (a) 1 Fasa (b) 3 Fasa (c) Simbol MCB 1 Fasa (d) Simbol MCB 3 Fasa	28
Gambar 2.17 Bagian-Bagian Kontaktor	30
Gambar 2.18 Simbol-Simbol Bagian Kontaktor	30
Gambar 2.19 Bagian-Bagian <i>Thermal Overload Relay</i>	31
Gambar 2.20 Simbol Bagian-Bagian <i>Thermal Overload Relay</i>	31

Gambar 2.21 Bentuk Fisik <i>Limit Switch</i>	32
Gambar 2.22 Konstruksi <i>Limit Switch</i>	33
Gambar 2.23 Sensor PIR 220 V AC.....	34
Gambar 2.24 Simbol <i>Emergency Stop</i>	34
Gambar 2.25 <i>Emergency Stop Model Push Button</i>	35
Gambar 2.26 <i>Push Button Switch</i>	36
Gambar 2.27 (a) Tipe NO (b) Tipe NC (c) Tipe NO dan NC	37
Gambar 2.28 (a) Fisik Lampu Indikator (b) Simbol Lampu Indikator.....	38
Gambar 4.1 Panel Kontrol Tampak Luar dan Tampak Dalam.....	47
Gambar 4.2 Kotak <i>Limit Switch</i> dan Motor 3 Fasa	49
Gambar 4.3 Alamat <i>Input</i> dan <i>Output Smart Relay</i>	50
Gambar 4.4 <i>Tools</i> Simulasi	52
Gambar 4.5 Tampilan <i>Simulation Mode</i>	52
Gambar 4.6 Hasil Simulasi Program PB 1	53
Gambar 4.7 Hasil Simulasi Program PB 2	53
Gambar 4.8 Hasil Simulasi Program PB 3	54
Gambar 4.9 Hasil Simulasi Program PB 4	54
Gambar 4.10 Alat dan Komponen-Komponen.....	55
Gambar 4.11 Tata Letak Komponen	56
Gambar 4.12 Rangkaian Daya 3 Fasa	57
Gambar 4.13 <i>Wiring Diagram</i>	58
Gambar 4.14 Diagram Ladder ATS	59
Gambar 4.15 Proses Pengujian Menggunakan Motor Listrik	61

Gambar 4.16 Perbandingan antara Beban dan Arus.....	65
Gambar 4.17 Perbandingan antara Beban dan Kecepatan Motor.....	65
Gambar 4.18 Perbandingan antara Beban dan Torsi Motor	66
Gambar 4.19 Perbandingan antara Beban dan Daya Motor	68

DAFTAR ARTI DAN LAMBANG

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
A	Satuan arus Ampere
AC	Alternating Current
Cos \emptyset	Besaran Faktor Daya
DC	Direct Current
ES	Emergency Stop
Hp	Horse Power
Inch	Satuan Diameter Inchi
I/O	Input dan Output Smart Relay
kHz	Satuan Frekuensi Kilo Herzt
kW	Satuan Daya Kilo Watt
K1-K4	Kontaktor 1 Sampai Kontaktor 4
LS	Limit Switch
L1-L14	Lampu 1 Samapai Lampu 14
M3 \emptyset	Motor 3 Fasa
MCB	Miniature Circuit Breaker
mm	Satuan Milimeter
NC	Normally Open
NO	Normally Close
NYAF	Salah Satu Jenis Kabel Serabut
OL	Overload

PB	Push Button
Pcs	Satuan Jumlah
PLC	Programmable Logic Controller
R, S, T	Tegangan 3 Fasa
T	Torsi
TOR	Thermal Overload Relay
U1	Terminal Pada Motor 3 Fasa untuk Fasa R
v	Satuan Tegangan Volt
V1	Terminal Pada Motor 3 Fasa untuk Fasa S
W1	Terminal Pada Motor 3 Fasa untuk Fasa T
%	Persentase, Suatu Perbandingan
“	Satuan Inchi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lift merupakan alat transportasi vertikal pada bangunan bertingkat yang biasa digunakan untuk mengangkut barang atau orang. Lift bisa disebut juga dengan alat pengganti tangga yang umum dipergunakan dalam aktivitas sehari-hari (Sudarmadi, 2013). Layanan transportasi vertikal ini penting dalam menjaga kelancaran pergerakan dalam suatu gedung. Umumnya manusia menggunakan tangga untuk menuju ke lantai lainnya, namun kendalanya adalah jika pada sebuah gedung memiliki banyak lantai maka hal tersebut menjadi sebuah kendala jika hanya menggunakan tangga. Manusia merasa malas untuk menuju ke lantai lainnya jika harus menggunakan tangga. Efisiensi dan tenaga menjadi faktor utama sehingga manusia merasa malas jika harus menggunakan tangga.

Teknologi yang lebih praktis sangat dibutuhkan untuk dapat memecahkan masalah tersebut. Pada tahun 1853, Elisha Graves Otis seorang ilmuwan pertama kali menciptakan elevator yang awalnya berupa sebuah derek yang terbuat dari tali. Elisha Graves Otis melalui inovasinya berhasil membuat elevator untuk penumpang yang pertama kali dipasang di New York pada tahun 1857. Perjuangan Elisha Graves Otis dilanjutkan oleh anak-anaknya dalam mengembangkan suatu sistem lift atau *elevator*. Cara kerja sistem sebuah lift adalah menampung setiap atau interupsi dari dalam lift maupun dari luar lift kemudian dikerjakan satu per satu sampai semua permintaan dapat di operasikan. Prinsip kerja sistem suatu lift menggunakan algoritma atau biasa juga disebut algoritma lift (Sudarmadi, 2013). Ketika akan menggunakan lift, seseorang akan menekan tombol yang ada pada setiap lift, hal tersebut menyebabkan semua lift menerima permintaan dan akan di eksekusi semua permintaan yang di terima.

Otomatisasi adalah penggantian tenaga manusia dengan tenaga mesin yang secara otomatis melakukan dan mengatur pekerjaan sehingga tidak memerlukan

lagi pengawasan manusia (dalam industri dan sebagainya) (Sitanggang, 2021). Dalam pengontrolan lift, otomatisasi sangat diperlukan agar pengontrolan menjadi efisien dan pemeliharaannya juga lebih mudah. Salah satu perangkat otomatisasi yang digunakan dalam pengontrolan lift adalah *Smart Relay*. *Smart Relay* pada dasarnya adalah sebuah komputer yang khusus dirancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Proses yang dikontrol ini dapat berupa regulasi variabel secara kontinu. Sebelum mengenal *Smart Relay*, pengontrolan lift masih menggunakan pengontrolan konvensional (Sitanggang, 2021). Seiring berkembangnya teknologi, pengontrolan konvensional dapat dikembangkan menjadi pengontrolan otomatis menggunakan *Smart Relay* sebagai pengontrolan utama. Maka dari itu digunakan *Smart Relay* sebagai penggantinya agar cara memprogramnya lebih mudah dan efisien. Selain itu, penyambungan komponennya pun lebih praktis karena hanya memiliki sedikit komponen tambahan.

Smart Relay dapat didefinisikan sebagai suatu perangkat kendali yang dapat diprogram secara berulang-ulang untuk menjalankan instruksi logika, *timer*, *counter*, penjadwalan dengan internal Real Time Clock (RTC) dan membaca data analog untuk proses *batch*. *Smart relay* dirancang sebegus mungkin agar mudah dioperasikan dan dapat diprogram oleh orang-orang pada umumnya yang tidak memiliki keahlian *programmer* khusus (Shobirin, 2017).

Terdapat dua model *smart relay* berdasarkan kegunaannya yakni model *compact* dan *model modular* (Noviardi, 2017). Jika aplikasi yang akan dibuat terdapat jumlah *Input/Output* kurang dari 20 maka model *compact* merupakan opsi yang tepat karena tidak menggunakan modul tambahan. Jika jumlah I/O lebih dari 20, maka model *modular* merupakan pilihan yang cocok, sebab model ini dapat ditambahkan modul tambahan sehingga dapat menambahkan *input* dan *output*. Berdasarkan permasalahan di atas, maka pada tugas akhir ini akan dirancang sebuah pengontrolan lift menggunakan *Smart Relay* tipe tertentu.

Lift sering mengalami beban lebih (*overload*) dalam beroperasi. Hal ini disebabkan karena kuantitas beban yang melebihi kapasitas maksimum sehingga motor listrik bekerja diluar kapasitasnya. Sebagaimana kita ketahui bahwa motor listrik adalah penggerak utama pada lift. Motor listrik yang akan menggerakkan lift

ke atas maupun kebawah. Ketika lift memiliki beban yang besar maka akan berdampak pada torsi motor.

Torsi merupakan gaya yang digunakan untuk menggerakkan sesuatu dengan jarak dan juga arah tertentu. Torsi pada motor listrik akan mempengaruhi jumlah arus yang digunakan oleh motor listrik. Jika arus yang diserap oleh motor listrik besar, maka daya juga yang dibutuhkan akan semakin besar (Prayitno, 2017). Berdasarkan permasalahan tersebut, maka pada tugas akhir ini juga akan di tinjau pengaruh beban terhadap torsi, arus dan daya yang di serap oleh motor listrik dalam menggerakkan sebuah lift.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada tugas akhir ini yaitu:

1. Bagaimana merancang prototipe pengontrolan lift 4 lantai menggunakan *Smart Relay Zelio Soft 2* tipe SR3B261FU?
2. Bagaimana hasil pengujian prototipe yang telah dibuat dengan parameter sebagai berikut:
 - a. Apakah program *Diagram Ladder* bekerja sesuai dengan perintah yang diberikan?
 - b. Apakah pemasangan *Wiring Diagram* sudah sesuai dengan program yang dibuat?
 - c. Apakah simulasi pengontrolan menggunakan motor listrik bekerja sesuai perintah yang diberikan?
3. Bagaimana hubungan antara beban dengan torsi, arus, kecepatan dan daya pada motor listrik yang digunakan?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan diatas, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui cara membuat prototipe pengontrolan lift 4 lantai menggunakan *Smart Relay Zelio Soft 2* tipe SR3B261FU.
2. Mengetahui hasil pengujian prototipe dengan beberapa parameter yaitu pengujian program *diagram ladder*, pengujian *wiring diagram*, dan pengujian simulasi pengontrolan menggunakan motor listrik.
3. Untuk mengetahui hubungan beban, torsi, arus dan daya pada motor listrik.

1.3.2. Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam perkembangan industri 5.0.
2. Diharapkan dapat menjadi sumber informasi untuk mengembangkan pengetahuan tentang otomasi industri.
3. Penelitian ini diharapkan dapat membantu dunia industri/instansi dalam menjalankan aktivitas sesuai dengan bidangnya.
4. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi perkembangan teknologi dan otomatisasi.
5. Hasil Penelitian ini bisa diterapkan juga untuk pengontrolan lift di rumah pribadi yang memiliki 4 lantai.

1.4 Batasan Masalah

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Tipe *Smart Relay* yang digunakan hanya tipe SR3B261FU.
2. Jenis program menggunakan *Diagram Ladder* dan tidak membahas lebih jauh tentang jenis program *Function Blok Diagram*.
3. Pengontrolan lift hanya 4 lantai.
4. Simulasi rangkaian daya hanya menggunakan motor 3 fasa.

1.5 Sistematika Penulisan

Agar penyusunan tugas akhir ini lebih teratur dan sistematis penulisannya maka hal-hal yang dibahas dibagi dalam beberapa bab yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi uraian tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka berisi referensi terbaru, relevan, asli dan menguraikan teori umum yang mendasar masalah yang diteliti. Tinjauan Pustaka menimbulkan gagasan penelitian yang dilakukan. Tinjauan Pustaka menguraikan teori tentang bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menguraikan tentang rancangan penelitian, waktu dan lokasi penelitian, bahan dan alat, langkah-langkah penelitian dan diagram sistem kerjanya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, membahas tentang hasil program *ladder diagram*, hasil *wiring diagram*, dan hasil simulasinya menggunakan motor listrik. Pada bab ini juga membahas hubungan antara beban, torsi, arus, kecepatan dan daya pada motor listrik.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, menguraikan tentang kesimpulan hasil penelitian dan saran untuk penelitian serupa yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Smart Relay*

Smart relay adalah sebuah alat yang bisa diprogram oleh suatu bahasa tertentu yang biasa digunakan dalam proses otomasi. *Smart relay* mempunyai ukuran yang kecil dan relatif ringan. *Zelio Logic smart relay* didesain untuk *automated systems* yang biasa digunakan pada aplikasi industri maupun komersial. Untuk keperluan industri biasanya digunakan untuk aplikasi *small finishing, packaging* dan juga proses produksi. Selain itu juga digunakan untuk mesin-mesin yang berskala kecil sampai dengan yang skala besar dan terkadang juga digunakan untuk industri rumahan. Untuk sektor komersial atau bangunan biasa digunakan untuk alat penggulung, pintu masuk, instalasi listrik, kompresor dan sebagainya yang menggunakan sistem otomatisasi (Rafiq, 2017).

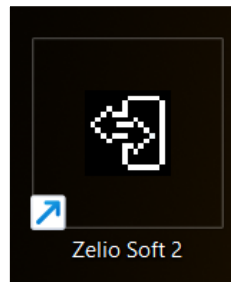
Tipe-tipe dari *smart relay* terdiri dari dua tipe yaitu tipe *compact* dan tipe *modular*. Perbedaan dasarnya adalah pada tipe *modular input* dan *outputnya* dapat ditambahkan karena memiliki *extension modul* yang dapat ditambah. Meskipun demikian penambahan modul tersebut memiliki batas hanya bisa ditambahkan sampai dengan 40 I/O. Selain itu untuk tipe *modular* juga dapat dimonitor dengan jarak jauh dengan penambahan modul. Fungsi *smart relay* adalah merupakan suatu bentuk khusus dari pengontrol berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat deprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dengan aturan tertentu dan dapat mengimplementasikan fungsi-fungsi khusus seperti fungsi logika, *sequencing*, pewaktuan (*timing*), pencacahan (*counting*) dan aritmetika dengan tujuan mengontrol mesin-mesin dan proses-proses yang akan dilakukan secara otomatis dan berulang-ulang (Rafiq, 2017).

Smart relay ini dirancang sebaik mungkin agar mudah dioperasikan dan dapat diprogram oleh orang-orang yang tidak memiliki kemampuan khusus dalam membuat program. Oleh karena itu perancang *smart relay* telah menempatkan

sebuah program awal (*interpreter*) di dalam piranti ini yang memungkinkan pengguna memasukkan program-program kontrol sesuai dengan kebutuhan mereka dalam suatu bentuk bahasa pemrograman yang relatif sederhana dan mudah untuk dimengerti serta dapat diubah atau diganti dengan mudah. Pemrograman yang digunakan pada *smart relay* adalah dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara menggunakan tombol-tombol yang terdapat pada *smart relay* sehingga dapat mengubah program secara langsung dari *smart relay* tersebut atau menggunakan *Personal Computer* (PC) sebagai media pemrograman yang telah diinstallkan *software* tertentu (Rafiq, 2017).

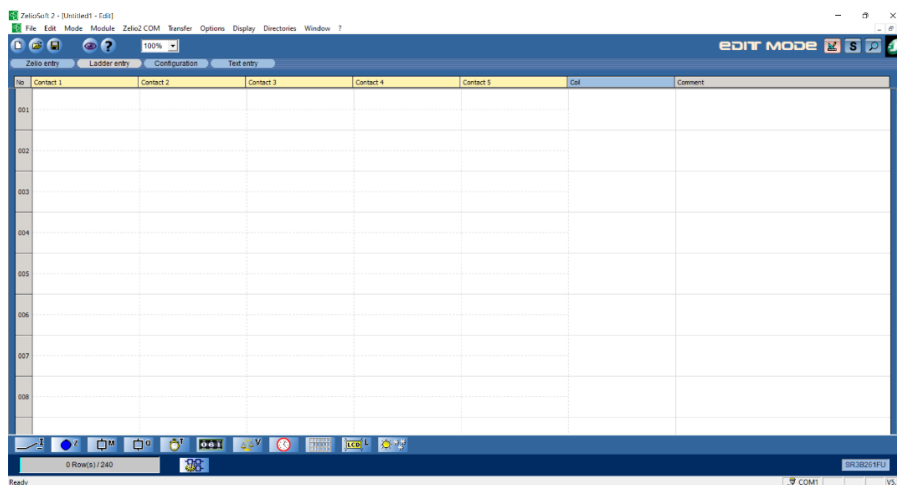
2.2 Zelio Soft 2

Zelio Soft merupakan salah satu jenis perangkat lunak aplikasi yang digunakan untuk memprogram *Smart Relay*. *Software* ini dapat digunakan untuk memprogram semua tipe *Smart Relay Zelio*. *Software* ini cukup mudah penggunaannya dan mudah dipahami, sangat cocok bagi pemula yang ingin belajar memprogram *smart relay* maupun *Programmable Logic Controller* (PLC). Zelio Soft dapat digunakan untuk monitoring dan mensimulasikan suatu aplikasi yang telah diprogram serta bisa diprogram dengan dua metode yaitu dengan *Ladder Diagram* (LD) atau *Fuction Block Diagram* (FBD). Selain itu *software* ini juga menyediakan dua tampilan yaitu *electric symbol* dan *ladder symbol*. Untuk memprogram *smart relay* yang digunakan, *smart relay* harus terhubung dengan komputer menggunakan kabel. Kabel yang digunakan terdapat dua macam, yaitu pertama dengan menggunakan kabel SR2CBL01 untuk menghubungkan modul ke PC melalui *Serial Port* dan kedua menggunakan kabel SR2USB01 untuk menghubungkan modul ke PC melalui *USB Port* (Afandhi, 2017).



Gambar 2.1 Aplikasi Zelio Soft 2

(Sumber: Pribadi)



Gambar 2.2 Tampilan *interface* Zelio Soft 2

(Sumber: Pribadi)

2.3 ZELIO SOFT 2 TIPE SR3B261FU

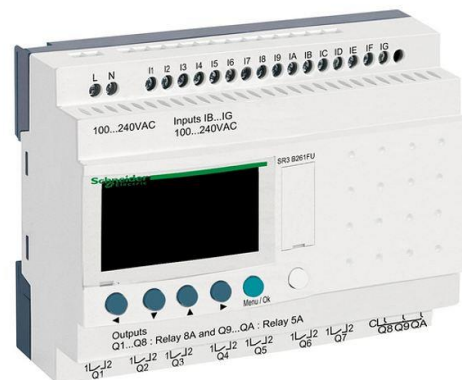
Zelio adalah *smart relay* yang diproduksi oleh Schneider Telemecanique yang tersedia dalam dua model yaitu model *compact* dan model *modular*. Perbedaannya adalah pada *modular* terdapat *Liquid Crystal Display (LCD) Display* dan dapat ditambahkan *extension module* sehingga dapat ditambahkan *input* dan *outputnya*. Meskipun demikian penambahan modul tersebut tetap terbatas hanya bisa ditambahkan sampai dengan 40 I/O. selain itu untuk *modular* juga dapat dimonitor dengan jarak jauh dengan penambahan modul (Afandhi, 2017).

Smart Relay adalah suatu alat yang dapat diprogram oleh suatu bahasa tertentu yang biasa digunakan pada proses automasi. *Zelio Logic Smart Relay* didesain *automated system* yang biasa digunakan pada aplikasi industri dan

komersial. Tujuan diciptakan *Smart Relay Zelio Logic* adalah untuk menggantikan logika pengerjaan sirkuit kontrol relay yang merupakan instalasi langsung, intinya penyederhanaan rangkaian kontrol. Dengan *Smart relay*, rangkaian kontrol cukup dibuat secara *software* (Afandhi, 2017).



Gambar 2.3 *Smart Relay Zelio Logic Model Compact*
(Sumber: Guru Listrik, 2018)



Gambar 2.4 *Smart Relay Zelio Logic Model Modular*
(Sumber: Duta Elektronik, 2020)

Adapun keunggulan dari *Smart Relay Zelio Logic* adalah:

1. Pemrograman yang sederhana. Dengan adanya layar LCD yang besar dengan *backlight* yang memungkinkan dilakukan pemrograman melalui *front panel* atau dengan menggunakan *software* “Zelio Soft 2” melalui computer.
2. Sangat mudah untuk diimplementasikan dan waktu implementasi proyek lebih cepat.
3. *Open Conectivity*. Sistem zelio dapat dimonitor secara jarak jauh dengan cara menambahkan *extension modul* berupa modem.
4. Bersifat *fleksibel* dan sangat handal.
5. Mudah dalam modifikasi (dengan *software*).
6. Tersedianya modul komunikasi *Modicon Bus* (MODBUS) sehingga zelio dapat menjadi *Lave PLC* dalam suatu Jaringan PLC.
7. Dapat diprogram dengan menggunakan *Ladder* dan FBD (*Function Blok Diagram*).
8. Terdapat fasilitas *Fast Counter* hingga 1 KHz.
9. Terdapat 16 buah Timer (11 macam), 16 buah *Counter*, 8 buah fungsi *clock* setiap blok fungsi memiliki 4 kanal, *automatic/winter time switching*, 16 buah analog comparator.
10. Dapat ditambahkan satu modul I/O tambahan.

Zelio Soft 2 tipe SR3B261FU memiliki 26 I/O (16 *input* dan 10 *otuput*). Tegangan kerja yang dimiliki adalah 100-240 V AC. Tipe ini masuk dalam *model modular* sehingga sewaktu-waktu ingin menambahkan modul dapat ditambahkan. (afandhi, 2017).

2.4 Gerbang Logika

2.4.1 Pengertian Gerbang Logika

Gerbang logika adalah penyusun elektronika digital yang setiap cara kerja rangkaian pada gerbang logika menggunakan prinsip aljabar *Boolean*. Pada

dasarnya dalam ilmu elektronik, suatu masukan dan keluaran dibangun oleh yang namanya voltase atau arus. Voltase ini biasanya dihubungkan dengan saklar. Oleh karena itu, gerbang logika bisa dikatakan sebagai bermacam-macam saklar. Dengan adanya saklar, maka barang-barang elektronik tertentu bisa digunakan dengan semestinya. Hal ini dikarenakan operasi logis pada satu atau lebih masukan logis akan menghasilkan keluaran logika soliter (Budiharto, 2021).

Gerbang logika memiliki beberapa bagian, yaitu resistor, transistor, dan dioda. Ketiga bagian tersebut akan melakukan operasi sederhana atau operasi kompleks hanya dengan menggabungkan beberapa gerbang logika. Pada gerbang logika terdapat bagian yang bernama sirkuit terpadu (IC). IC ini memiliki fungsi untuk membatasi jumlah maksimum yang ada di gerbang logika. Sebelum adanya peningkatan pada sirkuit terpadu (IC), jumlah gerbang logika yang dibutuhkan pada elektronik digital sangatlah sedikit. Setiap operasi gerbang logika akan direpresentasikan menggunakan tabel kebenaran. Dalam tabel kebenaran, angka "1" menandakan bahwa bernilai benar (*true*) dan angka "0" bernilai salah (*false*) (Budiharto, 2021).

2.4.2 Jenis Gerbang Logika

Jenis-jenis gerbang logika bisa dikatakan sebagai cara kerja dari gerbang logika itu sendiri. Gerbang logika memiliki tujuh jenis cara kerja, yaitu gerbang logika AND, gerbang logika OR, gerbang logika NAND, gerbang logika NOR, gerbang logika X-OR (*Exclusive OR*), dan Gerbang logika X-Nor (*Exclusive NOR*) dan gerbang logika NOT (Budiharto, 2021).

1. Gerbang Logika AND

Gerbang logika AND adalah gerbang logika yang mempunyai masukan dua atau lebih serta mempunyai satu keluaran. Pada gerbang logika AND, masukan logikanya tinggi jika semua keluaran logikanya juga tinggi. Begitu pun sebaliknya, jika masukan logikanya rendah, maka keluaran logikanya akan rendah.



Gambar 2.5 Simbol Gerbang Logika AND

(Sumber: Budiharto, 2021)

Tabel 2.1 Kebenaran Gerbang Logika AND

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Berdasarkan Tabel 2.1 di atas, maka bisa dikatakan bahwa setiap hasil keluaran berupa angka 0 berarti gerbang logika AND tidak bisa diaktifkan. Dari tabel kebenaran itu juga dapat disimpulkan bahwa gerbang logika hanya bisa terjadi jika masukan sama-sama angka “1”. Jika masukan berupa angka “0” dan “0”, gerbang logika AND tidak bisa diaktifkan dan jika masukan berupa angka “1” dan “0”, gerbang logika tidak bisa diaktifkan juga (Budiharto, 2021).

2. Gerbang Logika OR

Gerbang logika OR adalah gerbang logika yang sangat sederhana karena hanya memakai resistor dan transistor. Cara kerja pada gerbang logika OR berupa dua masukan daya listrik. Jika salah satu masukan diaktifkan, maka akan menghasilkan keluaran akan aktif juga.



Gambar 2.6 Simbol Gerbang Logika OR

(Sumber: Budiharto, 2021)

Tabel 2.2 Kebenaran Gerbang Logika OR

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Tabel 2.2 di atas menjelaskan bahwa setiap dua masukan yang memiliki angka “1” akan menghasilkan keluaran angka “1” juga. Angka “1” itu menandakan bahwa gerbang logika OR benar dan bisa diaktifkan. Namun, gerbang logika OR menjadi tidak aktif ketika salah satu masukannya berupa angka “0”. Dengan kata lain, angka “0” pada gerbang logika OR akan menghasilkan keluaran yang tidak aktif atau tidak benar (Budiharto, 2021).

3. Gerbang Logika NAND

Gerbang logika NAND adalah gabungan dari gerbang logika AND dan gerbang logika NOT. Dari kedua gabungan logika itu, maka dapat dibaca menjadi NOT AND atau bisa disingkat menjadi NAND.



Gambar 2.7 Simbol Gerbang Logika NAND

(Sumber: Budiharto, 2021)

Tabel 2.3 Kebenaran Gerbang Logika NAND

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabel 2.3 menjelaskan bahwa masukan berupa angka “1” dengan angka “1” akan menghasilkan keluaran angka “0”. Sedangkan masukan angka “0” dengan angka “0” akan menghasilkan keluaran angka “1”. Dari tabel kebenaran gerbang logika NAND di atas dapat dikatakan bahwa setiap hasil keluaran merupakan kebalikan dari hasil keluaran gerbang logika AND. Oleh karena itu, gerbang logika NAND bisa dikatakan sebagai keluaran dari gerbang logika AND yang dibalik atau dinegasi (Budiharto, 2021).

4. Gerbang Logika NOR

Gerbang logika NOR adalah gerbang logika gabungan dari gerbang logika OR dan gerbang logika NOT.



Gambar 2.8 Simbol Gerbang Logika NOR

(Sumber: Budiharto, 2021)

Tabel 2.4 Kebenaran Gerbang Logika NOR

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Berdasarkan Tabel 2.4 di atas gerbang logika NOR memiliki dua masukan dan satu keluaran. Masukan yang berupa angka “0” bertemu dengan angka “0” akan menghasilkan angka “1”. Sedangkan angka “1” bertemu dengan angka “1” akan menghasilkan keluaran angka “0”. Jika dilihat dari tabel kebenaran, hasil keluaran gerbang logika NOR berupa kebalikan dari keluaran yang berasal dari gerbang logika OR. Maka dari itu, gerbang logika NOR bisa dikatakan sebagai keluaran dari gerbang logika OR yang dibalik (Budiharto, 2021).

5. Gerbang Logika XOR

Gerbang XOR adalah gabungan dari gerbang NOT, AND, dan OR. Selain dari ketiga gabungan tersebut, gerbang logika XOR juga bisa menggunakan gabungan gerbang logika yang lain. Karena bisa bergabung oleh banyak gerbang logika, maka gerbang logika XOR disebut juga dengan gerbang eksklusif.



Gambar 2.9 Simbol Gerbang Logika XOR

(Sumber: Budiharto, 2021)

Tabel 2.5 Kebenaran Gerbang Logika XOR

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Gerbang logika XOR memiliki tabel kebenaran yang ditunjukkan pada Tabel 2.5 yang menghasilkan keluaran berupa angka “1” sebanyak dua kali dan keluaran angka “0” sebanyak dua kali juga. Jika masukan berupa angka yang sama, maka akan menghasilkan “0”. Sedangkan jika masukan berupa angka yang berbeda, maka hasil keluaran berupa “1”. Oleh sebab itu, gerbang logika XOR akan mengeluarkan logika rendah jika kedua masukan memiliki karakteristik yang sama. Sementara itu, gerbang logika XOR akan mengeluarkan logika tinggi jika kedua masukan memiliki karakteristik yang berbeda (Budiharto, 2021).

6. Gerbang Logika XNOR

Gerbang logika XNOR adalah gabungan dari gerbang logika XOR dan gerbang logika NOT. Dari gabungan logika tersebut, maka disingkat menjadi XNOR atau Exclusive NOR.



Gambar 2.10 Simbol Gerbang Logika XNOR

(Sumber: Budiharto, 2021)

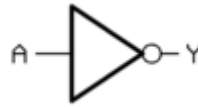
Tabel 2.6 Kebenaran Gerbang Logika XNOR

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabel 2.6 menjelaskan bahwa masukan yang sama akan menghasilkan keluaran angka “1”. Sedangkan, masukan yang berbeda akan menghasilkan keluaran berupa angka “0”. Jadi, bisa dikatakan bahwa tabel kebenaran XNOR kebalikan dari Tabel 2.5. Gerbang logika XNOR akan menghasilkan keluaran dengan logika tinggi jika kedua karakteristiknya sama. Sementara itu, keluaran logika akan rendah jika masukan pada gerbang logika XNOR memiliki karakteristik yang berbeda (Budiharto, 2021).

7. Gerbang Logika NOT

Gerbang logika NOT adalah gerbang logika yang bisa melakukan operasi peniadaan logika atau pembalik keadaan logika. Karena hal itulah, maka gerbang logika ini dinamakan gerbang logika NOT. Gerbang logika NOT juga dikenal sebagai rangkaian inverter.



Gambar 2.11 Simbol Gerbang Logika NOT

(Sumber: Budiharto, 2021)

Tabel 2.7 Kebenaran Gerbang Logika NOT

A	Y
0	1
1	0

Tabel 2.7 menggambarkan bahwa masukan berupa angka “0” akan menghasilkan keluaran berupa angka “1” dan jika masukan berupa angka “1” akan menghasilkan keluaran angka “0”. Berdasarkan dari tabel kebenaran di atas, maka dapat dikatakan bahwa gerbang logika NOT cara pengoperasiannya terbalik. Meskipun pengoperasiannya terbalik, tetapi bentuk dan tingkat biner dalam operasi sinyal masukan dapat dipertahankan dengan baik (Budiharto, 2021).

2.5 Motor Listrik

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 dinamo. Pada motor listrik yang tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektromagnet. Sebagaimana yang telah kita ketahui bahwa kutub-kutub dari magnet yang senama akan 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 (Nyoman, 2018).

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 elektromagnet. Sebagaimana kita ketahui bahwa kutub-kutub dari magnet yang senama 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 (Nyoman, 2018).

Energi mekanik ini digunakan untuk keperluan di dunia industri dan rumah tangga. Untuk keperluan di industri misalnya untuk memutar *impeller* pompa, *fan* atau *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan/material dan lain-lain. Sedangkan untuk keperluan rumah tangga misalnya *mixer*, bor listrik, kipas angin dan lain-lain. Motor listrik yang umum digunakan di dunia industri adalah motor listrik asinkron, dengan dua standar global yakni International Electrotechnical Commission (IEC) dan National Electric Manufacturers Association (NEMA). Motor asinkron IEC berbasis metrik (milimeter), sedangkan motor listrik NEMA berbasis imperial (*inch*), dalam aplikasi ada satuan daya dalam *horsepower* (hp) maupun kiloWatt (kW) (Nyoman, 2018).

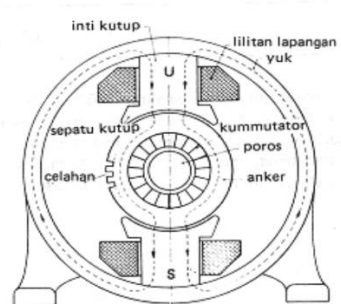
2.5.1 Motor DC

Motor listrik merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya memutar *impeller* pompa, *fan* atau *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, *fan* angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri (Nyoman, 2018).

Motor arus searah adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah menjadi tenaga gerak, tenaga gerak tersebut berupa putaran dari pada rotor. Motor arus searah pada jaman dahulu (sebelum di

kenal menghasilkan tenaga mekanik berupa kecepatan atau berputaran) (Nyoman, 2018).

Untuk membangkitkan medan magnet, biasanya dipakai magnet-magnet listrik, walaupun ada juga yang menggunakan magnet permanen (terutama untuk motor DC kecil). Strukturnya dapat dilihat gambar dibawah, ada Stator, kutub-kutub magnet dan lilitan-lilitan penguat atau lilitan-lilitan *field* (lapangan). Ujung kutub yang berbatasan dengan celah udara disebut sepatu kutub. Lilitan *field*-nya berada disekeliling inti kutub. Arus yang melalui lilitan *field* /lapangan disebut arus lapangan, arus magnet atau arus penguat (Nyoman, 2018).



Gambar 2.12 Struktur Motor DC

(Sumber: Nyoman, 2018)

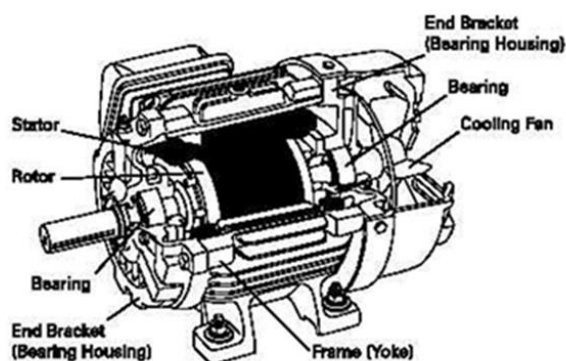
2.5.2 Motor AC

Motor AC adalah sebuah motor listrik yang digerakkan oleh *Alternating Current* atau arus bolak balik (AC). Umumnya, motor AC terdiri dari dua komponen utama yaitu stator dan rotor. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada motor DC, stator adalah bagian yang diam dan letaknya berada di luar. Stator mempunyai koil yang di aliri oleh arus listrik bolak balik dan nantinya akan menghasilkan medan magnet yang berputar. Bagian yang kedua yaitu rotor. Rotor adalah bagian yang berputar dan letaknya berada di dalam (di sebelah dalam stator). Rotor bisa bergerak

karena adanya torsi yang bekerja pada poros dimana torsi tersebut dihasilkan oleh medan magnet yang berputar (Nyoman, 2018).

Pada era industri modern saat ini, kebutuhan terhadap alat produksi yang tepat guna sangat diperlukan dapat meningkatkan efisiensi waktu dan biaya. Sebagian besar alat industri dan rumah tangga menggunakan tenaga listrik sebagai energi penggerak utamanya. Penggunaan motor AC (*Alternating Current*) atau arus bolak-balik saat ini banyak digunakan diberbagai aplikasi. Salah satu penggunaan motor AC yang sering ditemui yaitu terdapat diperabotan rumah tangga berupa mesin cuci dan peralatan-peralatan yang serig dijumpai dalam rumah seperti kipas angin, AC, dan yang lainnya (Nyoman, 2018).

AC motor induksi adalah motor yang paling umum yang digunakan dalam sistem kontrol gerak industri, serta *home appliances powered* utama. Keuntungan utama AC induksi motor adalah sederhana dan kasar desain, murah, pemeliharaan rendah dan sambungan langsung ke sumber listrik AC. Berbagai jenis motor induksi AC yang tersedia di pasar motor yang berbeda cocok untuk berbeda aplikasi. Meskipun motor induksi AC lebih mudah untuk desain dari motor DC, kecepatan dan torque kontrol dalam berbagai jenis motor induksi AC memerlukan pemahaman yang lebih besar dari desain dan karakteristik motor tersebut (Nyoman, 2018).



Gambar 2.13 Struktur Motor AC

(Sumber: Nyoman, 2018)

2.5.3 Prinsip Pengontrolan Motor Listrik

Kata kontrol adalah mengatur atau mengendalikan, jadi yang dimaksud dengan pengontrolan motor adalah pengaturan atau pengendalian motor mulai dari pengasutan, pengoperasian hingga motor itu berhenti. Maka pengontrolan motor dapat dikategorikan menjadi tiga bagian menurut yaitu pengontrolan pada saat pengasutan (*Starting*), pengontrolan pada saat motor dalam keadaan beroperasi, dan pengontrolan pada saat motor berhenti beroperasi (pengereman). Sesuai dengan perkembangan teknologi yang memicu perkembangan industri, cara atau sistem pengontrolan itu terus berkembang. Maka dari caranya dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

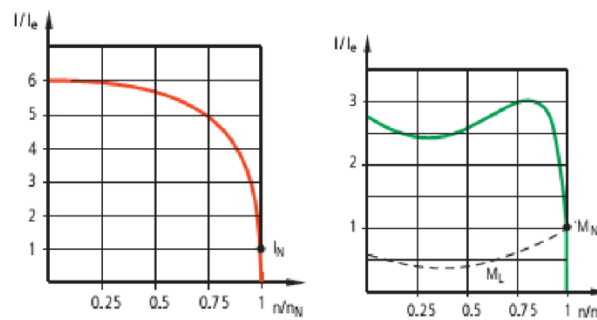
- Pengontrolan cara manual (*manual control*)
 - Pengontrolan semi-otomatis (*semi-automatic control*)
 - Pengontrolan otomatis (*automatic control*)
 - Pengontrolan terprogram (*programable control*)
- (Mustaghfirin, 2013)

Pemilihan metode *starting* banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kapasitas daya motor/keperluan arus *starting*, torsi *starting*, kecepatan, jenis atau tipe motor dan macam-macam beban yang digerakkan oleh motor tersebut. Dalam tugas akhir ini, digunakan metode *Direct On Line* (DOL). *Starting* dengan metode ini menggunakan tegangan jala-jala/line penuh yang dihubungkan langsung ke terminal motor melalui rangkaian pengendali mekanik atau dengan relay kontaktor magnet (Mustaghfirin, 2013).

Karakteristik umum dari pengasutan secara *Direct On Line* sebagai berikut:

- Arus Starting : 4 sampai 8 kali arus nominal
- Torsi Starting : 0,5 sampai 1,5 kali arus nominal

- Kriteria pemakaian : 1. Daya rendah sampai menengah
2. Arus starting tinggi dan terjadi drop tegangan
3. Peralatan sederhana
- Waktu total yang diperlukan untuk DOL starting direkomendasikan tidak lebih dari 10 detik



Gambar 2.14 Karakteristik Arus, Torsi dan Kecepatan
(Sumber: Mustaghfirin, 2013)

Harga torsi dan arus pada saat starting dapat ditentukan dari persamaan berikut:

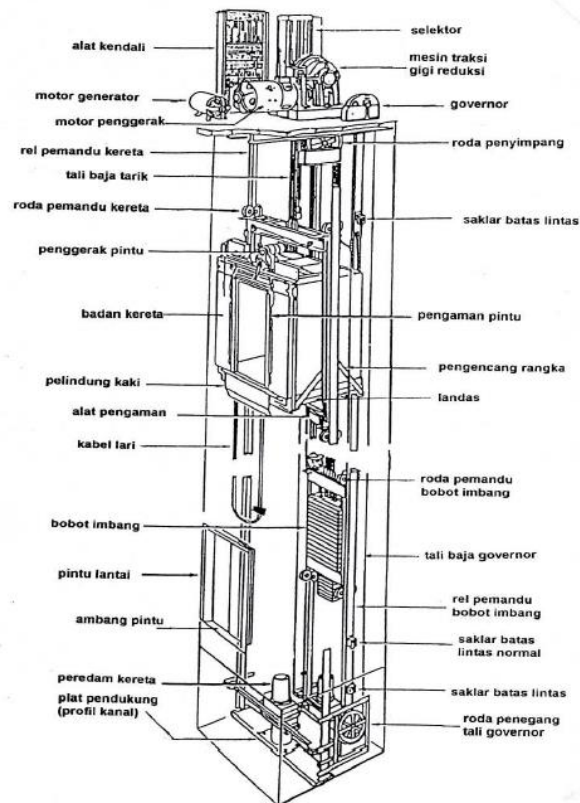
$$\begin{aligned} \text{Daya} &= \text{Torsi} \times \text{kecepatan sudut} \\ &= T \times \omega \dots\dots\dots \text{watt} \end{aligned} \quad (1)$$

Jika $\omega = 2 \pi \cdot N_s$, maka daya masukan motor (P_i)
 $P_i = 2 \pi \cdot N_s \cdot T$ atau $= K \cdot T$

2.6 LIFT

Lift merupakan alat untuk menaikkan dan menurunkan muatan pada sebuah gedung bertingkat. Alat ini menggunakan seperangkat alat mekanik baik disertai alat otomatis ataupun manual, yang berkerja dengan bantuan relay atau kontaktor magnetik. Pengendali lift yang digunakan pada umumnya menggunakan sistem pengendali lift PLC (*Programmable Logic Controller*). Lift umumnya digunakan di gedung-gedung bertingkat tinggi, biasanya lebih dari tiga atau empat lantai. Gedung-gedung yang lebih rendah biasanya hanya mempunyai tangga atau eskalator. Lift-lift pada zaman modern mempunyai tombol-tombol yang dapat

dipilih penumpangnya sesuai lantai tujuan mereka. Terdapat tiga jenis mesin, yaitu *Hidraulic*, *Traction* atau katrol tetap, dan *Hoist* atau katrol ganda. Jenis *hoist* dapat dibagi lagi menjadi dua bagian, yaitu hoist dorong dan hoist tarik.



Gambar 2.15 konstruksi lift

(Sumber: Aratuza, 2019)

2.6.1 Komponen-Komponen Utama Lift

Komponen utama lift terdiri dari dua bagian besar, yaitu ruang mesin (*Machine Room*) dan ruang luncur (*Hoistway*) yaitu:

1. Komponen di Ruang Mesin (*Machine Room*)

Ruang mesin adalah ruang terpenting, dimana ruang tersebut terjadinya semua proses pengoperasian lift berlangsung secara keseluruhan.

- a. *Control system* atau *Control Panel* (Lemari Kontrol), berfungsi untuk mengatur dan diolah, kemudian memberikan instruk-instruksi agar lift bergerak, dan berhenti sesuai dengan permintaan.

- b. *Geared Machine* atau Mesin Penggerak, didalam ruang mesin penggerak jenis geared. Pada mesin ini, perputaran dari motor penggerak ditransformasikan oleh roda gigi sehingga dari putaran motor tinggi dapat berubah ke putaran rendah. Kecepatan maksimum dari kereta lift dengan sistem geared adalah 150 rpm. Pada mesin penggerak ini terdapat *brake* (rem) dimana ini akan bekerja jika motor penggerak tidak dialiri listrik.
- c. *Primary Velocity Transducer/Endocer*, Terdapat satu alat dengan mesin lift pada mesin penggerak gunanya untuk mendeteksi putaran motor atau kecepatan dari lift.
- d. *Governor*, adalah alat pengaman, dimana jika kecepatan lift melebihi batas-batas yang telah ditentukan, maka governor ini akan bekerja dan kereta akan berhenti baik oleh elektrik maupun mekanik.
- e. *ARD (Automatic Rescue Drive)*, yang berfungsi apabila sumber listrik dari PLN mendadak mati dan lift berhenti disembarang tempat setelah lebih dari 15 detik maka ARD akan bekerja untuk menjalankan lift ke lantai terdekat. Setelah lift sampai pada lantai otomatis lift akan mati. Lift akan normal kembali setelah listrik PLN hidup Kembali.
- f. Bobot Imbang atau *Counterweight*, biasanya terpasang dibelakang atau disamping kereta elevator, bobot dari bobot imbang ini harus sesuai dengan ketentuan yang ada.

2. Komponen di Ruang Luncur (*Hoistway*)

Ruang luncur adalah lorong atau lintasan dimana kereta tersebut bergerak naik turun. Adapun bagian-bagiannya adalah sebagai berikut:

- a. *Guide Rail* atau Rel Pemandu, profil baja khusus pemandu jalannya kereta (*car*) dan bobot pengimbang (*Counterweight*). Ukuran rel untuk kereta/*car* bisanya lebih besar dari pada rel bandul pengimbang/*counterweight*. *Guide rail* ini terpasang tegak lurus dari dasar pit sampai di bawah slap ruang mesin.
- b. *Limit Switch/Saklar Batas Lintas*, ada dua jenis saklar batas lintas yaitu untuk membalik arah (*direction switch*) dan *final switch*. Biasanya

komponen ini terpasang di rel kereta, dipasang di bagian bawah dan di bagian atas rel. Berfungsi untuk menjaga agar kereta tidak menabrak *pit* atau lantai kamar mesin.

- c. *Vane Plate*/Pelat Bendera, Dipasang di rel kereta yang berfungsi untuk mengatur pemberhentian kereta pada lantai yang dikehendaki dan mengatur pembukaan pintu pendaratan (*landing door*).
- d. *Landing Door*/Pintu Pendaratan, Terdiri dari beberapa bagian, antara lain *door hanger*, *door still*, dan *door panel*. Berfungsi untuk menutup ruang luncur dari luar. Pada *hall door* ini dipasang alat pengaman secara seri sehingga apabila salah satu pintu terbuka maka lift tidak akan bias dijalankan.
- e. *Buffer*, Terletak di dua tempat yaitu: satu set kereta dan satu set untuk beban pengimbang/*counterweight*. Berfungsi untuk meredam tenaga kinetic kereta dan bobot pengimbang pada saat jatuh.
- f. *Governor Tensioner*, Merupakan pully berbandul seperti penegang rope governor yang terletak di pit. (Kosmas, 2010).

2.6.2 Jenis-Jenis Lift

Secara umum jenis-jenis dapat di golongkan menjadi beberapa kelompok yaitu:

- Lift Penumpang (*Passenger Elevator*)
- Lift Barang (*Freight Elevator*)
- Lift Obsevasi (*Panorama*)
- Lift Kendaraan
- Lift Pasien (*Bed Elevator*)

2.6.3 Prinsip Kerja Lift Secara Umum

Adapun cara kerja lift adalah Lift/Elevator berjalan ke arah atas atau ke arah bawah. Perubahan arah atas dan arah bawah tersebut diatur berdasarkan permintaan tertinggi dan permintaan terendah. Maksudnya adalah jika lift sedang berjalan ke arah atas, arah lift/elevator akan berubah menjadi bawah jika telah melayani permintaan pada 8 lantai paling atas, begitu pula dengan arah bawah jika elevator sedang berjalan ke arah bawah, arah elevator akan berubah menjadi atas jika telah melayani permintaan lantai paling bawah (Kosmas, 2010).

Sistem kerja elevator dapat dibagi menjadi dua yaitu *Simplex* (tunggal) dan *Duplex* (ganda). Yang dimaksud dengan sistem kerja *Simplex* adalah elevator bekerja secara masing-masing atau tidak saling berhubungan satu sama lain. Sedangkan yang dimaksud dengan sistem kerja *Duplex* adalah sistem lift/elevator yang saling berhubungan satu sama lain untuk menyelesaikan tugasnya (Kosmas, 2010).

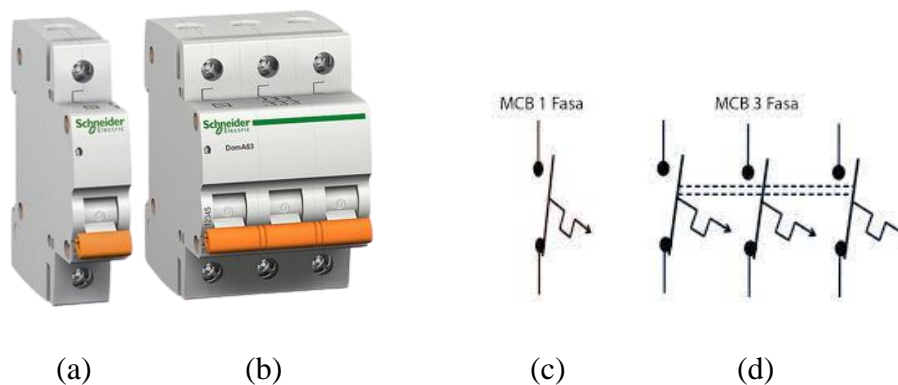
2.7 Mini Circuit Breaker (MCB)

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) atau Miniatur Pemutus Sirkuit adalah sebuah perangkat elektromekanikal yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian listrik dari arus yang berlebihan. Dengan kata lain, MCB dapat memutuskan arus listrik secara otomatis ketika arus listrik yang melewati MCB tersebut melebihi nilai yang ditentukan. Namun saat arus dalam kondisi normal, MCB dapat berfungsi sebagai saklar yang bisa menghubungkan atau memutuskan arus listrik secara manual (Mustafid, 2019).

MCB pada dasarnya memiliki fungsi yang hampir sama dengan Sekering (*FUSE*) yaitu memutuskan aliran arus listrik rangkaian ketika terjadi gangguan kelebihan arus. Terjadinya kelebihan arus listrik ini dapat dikarenakan adanya hubung singkat (*Short Circuit*) ataupun adanya beban lebih (*Overload*). Namun MCB dapat di-ON-kan kembali ketika rangkaian listrik sudah normal, sedangkan

Fuse/Sekering yang terputus akibat gangguan kelebihan arus tersebut tidak dapat digunakan lagi (Mustafid, 2019).

Untuk perbedaannya, MCB 1 fasa itu dirancang untuk mengamankan beban lebih dan hubung singkat dalam instalasi 1 fasa, jadi kabel yang dilewatkan MCB hanya kabel L1. Sedangkan jika MCB 3 fasa mempunyai jumlah lubang 3, jadi kabel yang melewati MCB yaitu kabel L1, L2, L3 dan ketiga tiganya disambung agar jika ada salah satu kabel trip, maka kabel yang lainnya ikut trip. Fungsi dari MCB adalah proteksi beban lebih dan proteksi hubung singkat. Proteksi beban lebih, fungsi ini akan bekerja jika MCB mendeteksi adanya arus listrik yang melebihi batas. Proteksi hubung singkat, fungsi ini akan bekerja jika terjadi korsleting ataupun hubung singkat arus listrik (Mustafid, 2019).



Gambar 2.16 Mini Circuit Breaker (a) 1 Fasa (b) 3 Fasa (c) simbol MCB 1 Fasa (d) Simbol MCB 3 Fasa

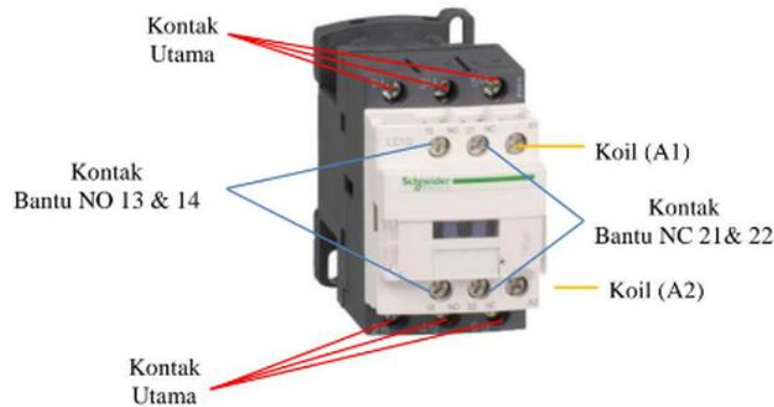
(Sumber: Arifin, 2020)

2.8 Kontaktor Magnet

Kontaktor magnet atau sakelar magnet adalah sakelar yang bekerja berdasarkan kemagnetan, artinya saklar ini dapat bekerja apabila ada gaya kemagnetan. Magnet berfungsi sebagai penarik dan pelepas kontak kontak. Sebuah kontaktor harus mampu mengalirkan dan memutuskan arus listrik dalam keadaan normal. Arus listrik yang mengalir secara normal adalah arus listrik yang mengalir selama pemutusan tidak terjadi (Mustaghfirin, 2013).

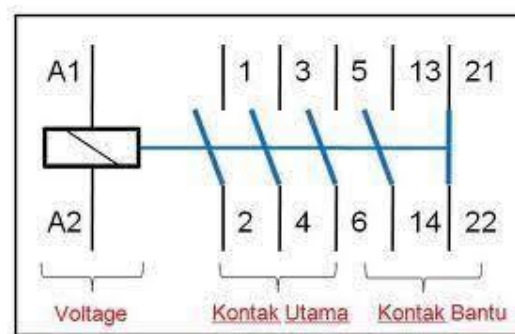
Kumparan magnet kontaktor (coil) dapat dirancang untuk arus searah (DC) atau arus bolak-balik (AC). Kontaktor AC pada inti magnetnya dipasang cincin hubung singkat untuk menjaga arus kemagnetan tetap stabil, sehingga kontaktor tersebut bekerja normal. Sedangkan pada kumparan magnet DC tidak dipasang cincin hubung singkat. Bila kontaktor DC digunakan pada tegangan bolak-balik (AC) maka kemagnetannya akan timbul dan hilang setiap saat mengikuti bentuk gelombang tegangan bolak-balik (AC). Bila kontaktor yang dirancang untuk tegangan bolak-balik (AC) digunakan pada tegangan searah (DC), maka pada kumparan tersebut tidak akan menimbulkan induksi sehingga kumparan menjadi panas. Sebaliknya bila kontaktor untuk tegangan searah (DC) yang tidak mempunyai cincin hubung singkat dihubungkan dengan tegangan bolak-balik (AC) maka kontaktor tersebut akan bergetar yang disebabkan oleh kemagnetan pada kumparan magnet yang timbul dan hilang setiap detik 100 kali (Mustaghfirin, 2013).

Biasanya pada kontaktor terdapat beberapa kontak, yaitu kontak normal terbuka (*normaly open/ NO*) dan kontak normal tertutup (*normaly close/ NC*). Kontak NO berarti saat kontaktor belum bekerja kedudukannya membuka dan bila kontaktor bekerja kedudukan kontakannya menutup/menghubung. Jadi fungsi kontak NO dan NC berlawanan (Kemendikbud, 2013). Kontak utama digunakan untuk mengalirkan arus pada rangkaian utama, yaitu arus yang diperlukan untuk peralatan listrik misalnya: motor listrik, pesawat pemenas dan sebagainya. Sedangkan kontak bantu digunakan untuk mengalirkan arus pada rangkaian pengendali (kontrol) yang diperlukan untuk kumparan magnet, alat bantu rangkaian, lampu indikator, dan sebagainya (Mustaghfirin, 2013).



Gambar 2.17 Bagian-bagian kontaktor.

(Sumber: Firdausa, 2022)



Gambar 2.18 Simbol-simbol bagian kontaktor.

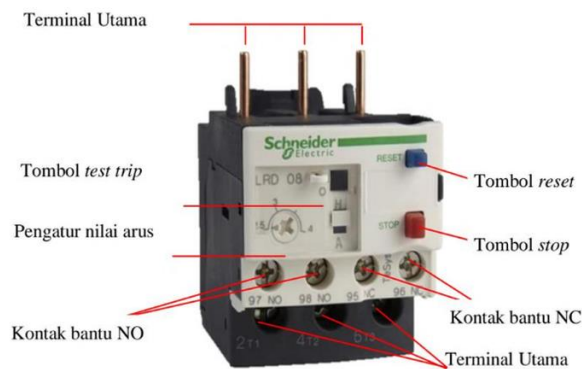
(Sumber: Firdausa, 2022)

2.9 Thermal Overload Relay (TOR)

Alat pengaman yang digunakan bila pada motor terjadi beban lebih disebut *Thermal Over Load Relay* (TOR/TOL) biasanya digandengkan dengan kontaktor, dipasaran ada juga pengaman beban lebih yang terintegrasi pada *Motor Circuit Breaker*. Relay ini biasanya dihubungkan pada kontaktor ke kontak utama 2, 4, dan 6 sebelum dihubungkan ke beban (motor). Gunanya untuk memberikan perlindungan terhadap motor dari kerusakan akibat beban lebih (Mustaghfirin, 2013).

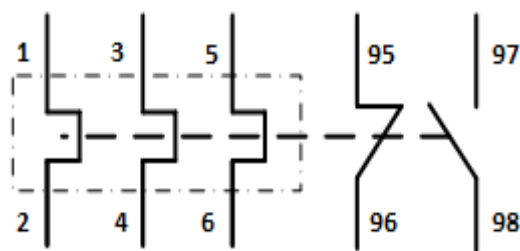
Prinsip kerja *Thermal Over Load Relay* (TOR/TOL) berdasarkan panas (temperatur) yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui elemen-elemen

pemanas bimetal, yang menakibatkan bimetal melengkung selanjutnya akan menggerakkan kontak-kontak mekanik pemutus rangkaian listrik kontak 95 – 96 membuka dan kontak 97 – 98 menutup. Perlengkapan lain dari thermal beban lebih adalah reset mekanik yang fungsinya untuk mengembalikan kedudukan kontak 95 – 96 pada posisi semula (menghubung dalam keadaan normal) dan kontak 97 – 98 (membuka dalam keadaan normal). Setelah tombol reset ditekan maka kontak 95 – 96 yang semula membuka akibat beban lebih akan kembali menutup dan kontak 97 – 98 akan kembali membuka. Bagian lain dari *thermal* beban lebih adalah pengatur batas arus (Mustaghfirin, 2013).



Gambar 2.19 Bagian-bagian *Thermal Overload Relay*

(Sumber: Arifin, 2021)



Gambar 2.20 Simbol bagian-bagian *Thermal Overload Relay*

(Sumber: Arifin, 2021)

2.10 Limit Switch

Limit switch adalah suatu alat yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik pada suatu rangkaian, berdasarkan struktur mekanik dari *limit switch* itu sendiri. *Limit switch* memiliki tiga buah terminal, yaitu: *central terminal*, *normally close* (NC) terminal, dan *normally open* (NO) terminal. Sesuai dengan namanya, *limit switch* digunakan untuk membatasi kerja dari suatu alat yang sedang beroperasi. Terminal NC, NO, dan *central* dapat digunakan untuk memutuskan aliran listrik pada suatu rangkaian atau sebaliknya (Kosmas, 2010).

Limit switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja *limit switch* sama seperti saklar *Push ON* yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutus saat katup tidak ditekan. *Limit switch* termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari *limit switch* adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak (Kosmas, 2010).



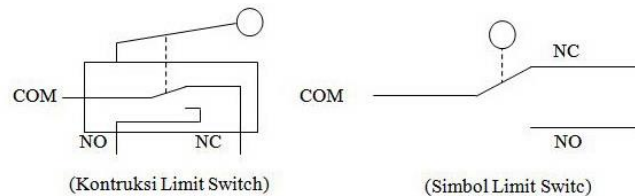
Gambar 2.21 Bentuk Fisik *Limit Switch*

(Sumber: Saisan, 2021)

Prinsip kerja limit switch diaktifkan dengan penekanan pada tombolnya pada batas/daerah yang telah ditentukan sebelumnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian dari rangkaian tersebut. *Limit switch* memiliki 2 kontak yaitu NO (*Normally Open*) dan kontak NC (*Normally Close*) dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan (Kosmas, 2010).

Limit switch umumnya digunakan untuk:

- Memutuskan dan menghubungkan rangkaian menggunakan objek atau benda lain.
- Sebagai sensor posisi atau kondisi suatu objek (Kosmas, 2010).



Gambar 2.22 Konstruksi *Limit Switch*

(Sumber: Saisan, 2021)

2.11 Sensor PIR (*Passive Infrared Receiver*)

PIR (*Passive Infrared Receiver*) merupakan sebuah sensor berbasis infrared. Di dalam sensor PIR ini terdapat bagianbagian yang mempunyai perannya masing-masing, yaitu *Fresnel Lens*, *IR Filter*, *Pyroelectric sensor*, *amplifier*, dan *comparator*. Sensor PIR bekerja dengan menangkap energi panas yang dihasilkan dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki setiap benda dengan suhu benda diatas nol mutlak. Pancaran sinar inframerah inilah yang kemudian ditangkap oleh *pyroelectric sensor* yang merupakan inti dari sensor PIR ini sehingga menyebabkan *pyroelectric sensor* yang terdiri dari galium nitrida, caesium nitrat dan litium tantalate menghasilkan arus listrik (Agustiwan, 2017).

Jadi, ketika seseorang berjalan melewati sensor, sensor akan menangkap pancaran sinar inframerah pasif yang dipancarkan oleh tubuh manusia yang memiliki suhu yang berbeda dari lingkungan sehingga menyebabkan material *pyroelectric* bereaksi menghasilkan arus listrik karena adanya energi panas yang dibawa oleh sinar inframerah pasif tersebut. Kemudian sebuah sirkuit *amplifier* yang ada menguatkan arus tersebut yang kemudian dibandingkan oleh *comparator* sehingga menghasilkan *output* (Agustiwan, 2017).

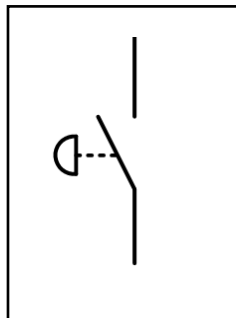


Gambar 2.23 Sensor PIR 220 v AC

(Sumber: Agustiwan, 2017)

2.12 Tombol *Emergency*

Emergency switch atau juga dikenal dengan *emergency stop* merupakan suatu alat kelistrikan yang berfungsi sebagai alat *safety* untuk mematikan mesin atau sistem kontrol dalam kondisi darurat atau perbaikan. Berikut ini merupakan simbol *emergency switch* yang biasa ditemukan pada rangkaian satu garis (*single line diagram*) suatu instalasi sistem kontrol.



Gambar 2.24 Simbol *Emergency Stop*

(Sumber: Arifin, 2021)

Secara umum tombol *emergency stop* berfungsi untuk mematikan sistem / mesin pada kondisi darurat atau kondisi *maintenance*. Untuk lebih lengkapnya berikut ini merupakan fungsi *emergency switch* pada sistem kontrol.

1. Mematikan mesin sebelum melakukan *maintenance*

Setiap mesin atau sistem kontrol tidak setiap saat berjalan dengan baik. Ada kalanya pada beberapa bagian mesin tertentu telah mengalami kerusakan atau membutuhkan perawatan. Oleh karena itu ketika mesin sedang beroperasi (*running*) dan operator mendeteksi adanya bagian mesin yang

mengalami kerusakan maka tombol *emergency stop* digunakan untuk mematikan sistem. Hal tersebut dilakukan agar semua operasi mesin berhenti sehingga teknisi bisa melakukan pengecekan dan perbaikan/perawatan dengan aman.

2. Mematikan mesin secara langsung / tiba-tiba

Sesuai dengan fungsi utamanya bahwa *emergency stop* bertujuan untuk mematikan seluruh sistem secara langsung dan dapat dilakukan dengan tiba-tiba.

Salah satu jenis tombol *emergency* yang paling umum dan sering digunakan pada sebuah industri atau pada sistem kontrol adalah *Emergency* model *push button*. *Emergency* model *push button* ini memiliki tombol berwarna merah dan biasanya dilengkapi dengan tulisan *emergency*. Untuk pengoperasannya dapat dilakukan dengan menekan tombol sehingga mesin berhenti beroperasi. Tombol *emergency* ini dipasang pada suatu sistem kontrol mesin dan ditempatkan di panel dekat di dalam ruang operator berada (Arifin, 2021).



Gambar 2.25 *Emergency Stop model push button*

(Sumber: Arifin, 2021)

2.13 Push Button

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat/saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* disini berarti saklar akan

bekerja sebagai *device* penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal (Riadi, 2012).

Sebagai *device* penghubung atau pemutus, *push button switch* hanya memiliki dua kondisi, yaitu *On* dan *Off*. Istilah *On* dan *Off* ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi *On* dan *Off*. Karena sistem kerjanya yang *unlock* dan langsung berhubungan dengan operator, *push button switch* menjadi *device* paling utama yang biasa digunakan untuk memulai dan mengakhiri kerja mesin di industri. Secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak lepas dari keberadaan sebuah saklar seperti *push button switch* atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian *On* dan *Off* (Riadi, 2012).



Gambar 2.26 *Push Button Switch*

(Sumber: Riadi, 2012)

Adapun jenis-jenis *push button switch* yang digunakan dalam kelistrikan adalah sebagai berikut:

1. Tipe *Normally Open* (NO)

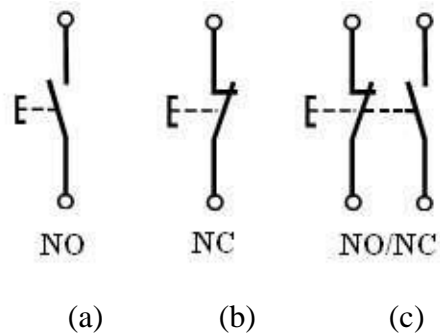
Tombol ini disebut juga dengan tombol *start* karena kontak akan menutup bila ditekan dan kembali terbuka bila dilepaskan. Bila tombol ditekan maka kontak bergerak akan menyentuh kontak tetap sehingga arus listrik akan mengalir.

2. Tipe *Normally Close* (NC)

Tombol ini disebut juga dengan tombol *stop* karena kontak akan membuka bila ditekan dan kembali tertutup bila dilepaskan. Kontak bergerak akan lepas dari kontak tetap sehingga arus listrik akan terputus.

3. Tipe *Normally Open* (NO) dan *Normally Close* (NC)

Tipe ini memiliki empat buah terminal baut, sehingga bila tombol tidak ditekan maka sepasang kontak akan NC dan kontak lain aka NO, bila tombol ditekan maka kontak tertutup akan membuka dan kontak yang terbuka akan tertutup (Riadi, 2012).



Gambar 2.27 (a) Tipe NO (b) Tipe NC (c) Tipe NO dan NC

(Sumber: Riadi, 2012)

2.14 Lampu Indikator

Lampu-lampu indikator merupakan komponen yang digunakan sebagai lampu tanda. Lampu-lampu tersebut digunakan untuk berbagai keperluan misalnya untuk lampu indikator pada panel penunjuk fasa R, S dan T atau L1, L2 dan L3. Selain itu juga lampu indikator digunakan sebagai indikasi bekerjanya suatu sistem kontrol misalnya lampu indikator merah menyala motor bekerja dan lampu indikator hijau menyala motor berhenti (Riadi, 2012).



(a) (b)

Gambar 2.28 (a) Fisik Lampu Indikator (b) Simbol Lampu Indikator
(Sumber: Riadi, 2012)