

SKRIPSI
PERANCANGAN SISTEM PEMISAH BARANG OTOMATIS
BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)
SIEMENS SIMATIC S7-300



*Disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan
Program Strata Satu Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Gowa*

Disusun oleh:
MUHAMMAD IHTISAN
D411 15 314

DEPARTEMEN ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2020

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**Perancangan Sistem Pemisah Barang Otomatis Berbasis
Programmable Logic Controller (PLC) Siemens Simatic S7-300**

Disusun Oleh:

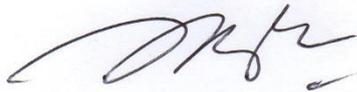
MUHAMMAD IHTISAN
D411 15 314

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Pernyataan untuk Menyelesaikan
Program Strata-1 pada Sub-Program Teknik Energi.
Departemen Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Gowa, 16 Oktober 2020

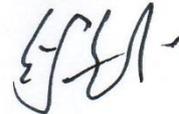
Disahkan Oleh:

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. H. Ansar Suyuti, M.T.
NIP. 19690201 199412 1 001

Pembimbing II



Dr. Ikhlas Kitta, S.T., M.T.
NIP. 19640427 198910 1 002

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Elektro



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

SURAT PERNYATAAN

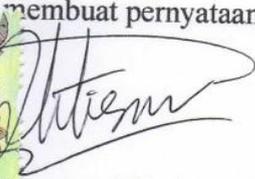
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : MUHAMMAD IHTISAN
TEMPAT LAHIR : KOLOWA
TANGGAL LAHIR : 24 MEI 1996
NIM : D41115314
FAKULTAS / PRODI : TEKNIK / TEKNIK ELEKTRO
WISUDA PERIODE : II
JUDUL SKRIPSI : PERANCANGAN SISTEM PEMISAH BARANG
OTOMATIS BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC
CONTROLLER (PLC) SIEMENS SIMATIC S7-300

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa bilamana berkas yang saya unggah tidak benar dan tidak sesuai, maka saya bersedia melampirkan surat keterangan pembenaran dari pihak berwenang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 22 Oktober 2020

Yang membuat pernyataan,

Muhammad Ihtisan



ABSTRAK

Perkembangan teknologi dalam dunia industri memiliki peran yang sangat penting. Salah satunya perkembangan dalam bidang otomasi. Hal tersebut disebabkan meningkatnya permintaan konsumen terhadap barang-barang produksi dari suatu industri. Industri membutuhkan suatu sistem yang dapat bekerja secara efisien dalam menyeleksi hasil produksinya. Hal ini menjadi masalah ketika proses ini masih dilakukan secara manual dengan tenaga manusia. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem penyeleksi barang yang dapat mencegah resiko kesalahan akibat kelalaian manusia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pemisah barang otomatis berbentuk konveyor berbasis PLC Siemens Simatic S7-300 dan membuat prototype pemisah barang otomatis dalam bentuk miniatur konveyor. Prototype ini dapat memisahkan benda berdasarkan ukuran ketinggian dan jenis material. Penelitian dilakukan dengan merancang sebuah prototype sistem pemisah barang otomatis berbasis PLC. Sistem ini menggunakan PLC Siemens Simatic S7-300 untuk mengontrol komponen sensor dan motor dc. Perangkat PLC diprogram dengan menggunakan Ladder Diagram pada software TIA Portal V14. Sistem ini terdiri dari sebuah motor dc 6v untuk menggerakkan konveyor, dua buah motor dc 6v sebagai pendorong benda, sebuah sensor metal sebagai pendeteksi benda berbahan metal, sebuah sensor infrared sebagai pendeteksi ukuran ketinggian benda, dan empat buah limit switch sebagai pengatur arah putaran motor pendorong. Hasil dari pengujian ini yaitu prototype sistem pemisah barang otomatis berbasis PLC Siemens Simatic S7-300 telah bekerja sesuai dengan tujuan penelitian.

Kata Kunci: Konveyor, Pemisah Barang, PLC Siemens Simatic S7-300

ABSTRACT

The development of technology in the industrial world has a very important role. One of them is developments in the field of automation. This is due to increased consumer demand for goods produced from an industry. Industry needs a system that can work efficiently in selecting its products. This becomes a problem when this process is still done manually with human labor. Therefore we need an item selection system that can prevent the risk of error due to human negligence. This research aims to design an automatic goods separator system in the form of a conveyor based on PLC Siemens Simatic S7-300 and to make a prototype of an automatic goods separator in the form of a miniature conveyor. This prototype can separate objects based on the height and type of material. The research was conducted by designing a PLC-based automatic goods separator system prototype. This system uses a Siemens Simatic S7-300 PLC to control sensor components and dc motors. The PLC device is programmed using the Ladder Diagram on the TIA Portal V14 software. This system consists of a 6v dc motor to drive the conveyor, two 6v dc motors to propel objects, a metal sensor to detect metal objects, an infrared sensor to detect the height of objects, and four limit switches to control the direction of rotation of the motor. The result of this test is a prototype of the Siemens Simatic S7-300 PLC-based automatic goods separator system has worked in accordance with the research objectives.

Keywords: Conveyor, Goods Separator, PLC Siemens Simatic S7-300

KATA PENGANTAR

Bismillahi rohmani rohim.

Puji Syukur dengan mengucap “*Alhamdulillahillobbil ‘alamin*” kami panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta’ala atas limpahan hidayah, rahmat dan karunia-Nya. Tiada daya, tiada kekuasaan dari penulis melainkan adanya pertolongan dari Allah Subhanahu Wa Ta’ala sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Perancangan Sistem Pemisah Barang Otomatis Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Siemens Simatic S7-300”.

Sholawat dan salam “*Allahumma sholli ‘ala muhammad, wa’ala ali muhammad*” selalu tercurahkan kepada Baginda Nabiullah Muhammad SAW, nabi akhir zaman, nabi yang paling lembut tutur katanya, nabi panutan seluruh umat islam. Beliau lah yang telah membawa umat manusia dari alam kegelapan menuju alam yang penuh dengan rahmat.

Laporan Tugas Akhir ini disusun oleh peneliti untuk memenuhi persyaratan kelulusan jenjang Sarjana Strata 1 (S-1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis sangat menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini mengalami banyak hambatan dan rintangan. Namun disertai dengan ketekunan, usaha yang disertai doa, bimbingan, dorongan dan motivasi dari berbagai pihak sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam kesempatan ini secara khusus penulis menghaturkan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya dengan segala ketulusan dan

kerendahan hati kepada kedua orang tua penulis atas segala doa, jerih payah, kasih sayang, nasehat dan pengorbanan yang diberikan dalam bentuk moril maupun materil selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya tak lupa pula penulis sampaikan kepada:

- Ibu **Prof. Dr. Dwia Aries Tina Palubuhu, M.A.** selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
- Ibu **Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T.**, selaku Kepala Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Ansar Suyuti, M.T.** selaku pembimbing I dan bapak **Dr. Ikhlas Kitta, S.T., M.T.** selaku Pembimbing II yang senantiasa membimbing penulis, memberikan saran dan juga motivasi dalam menyusun tugas akhir ini.
- Ibu **Dr. Hj. A. Ejah Umraeni Salam, S.T., M.T.** selaku penguji I dan bapak **Dr. Indar Chaerah Gunadin, S.T., M.T.**, selaku penguji II atas kritikan dan koreksi yang sangat membangun dalam perbaikan penulisan tugas akhir ini.
- Dosen-dosen dan staff pengajar serta pegawai Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala ilmu dan bantuan yang diberikan selama penulis menempuh masa studi.
- Kepada semua rekan-rekan seperjuangan “THYR15TOR” Teknik Elektro angkatan 2015 yang telah berjuang bersama sejak pertama kali penulis

menginjakan kaki di kampus merah hitam ini, kiranya kawan sejati takkan pernah pergi.

- Teman-teman Laboratorium Distribusi dan Instalasi Tenaga Listrik atas segala dukungannya.
- Teman seperjuangan Lab Riset Infrastruktur Ketenagalistrikan dan Teknik Tegangan Tinggi, Hadi, Akbar, Anto, Aldy, Thaufiq, Abdi, Wahyudi, Wahyu, dan Evander atas dukungan dan kebersamaannya.
- Untuk teman-teman “KONTRAKAN MALING” Muhammad Hanan Abiyyi, Ahmad Subekhi, M. Yogi Fahrezi, dan Ahmad Khatami, terimakasih atas segala kehebohan dan rasa kekeluargaan yang begitu hangat.
- Kepada teman-teman magang PMMB Batch II PT. Semen Tonasa yang selalu memberi support kepada penulis.
- Semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan satu-persatu yang telah terlibat dalam membantu menyelesaikan tugas akhir ini.

Demikian ungkapan terima kasih dan doa kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini, dengan harapan dapat berguna bagi semua pihak yang berkepentingan dan jika ada kekurangan, penulis dengan senang hati menerima segala kritikan dan saran guna kesempurnaan hasil penulisan.

Gowa, September 2020

Muhammad Ihtisan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Programmable Logic Controller (PLC)	5
2.1.1 Umum	5
2.1.2 Prinsip Kerja PLC	5
2.1.3 Bahasa Pemrograman PLC	8
2.1.4 Ladder Diagram	9

2.1.5	Komponen-Komponen Dasar Ladder Diagram	12
2.1.6	Latching	13
2.1.7	Timer	14
2.2	Motor DC	15
2.2.1	Umum	15
2.3	Konveyor	17
2.4	Sensor Infrared	19
2.5	Sensor Metal	19
2.6	Limit Switch	19
2.7	Relay Elektromagnetis	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		22
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2	Bahan dan Peralatan Penelitian	22
3.3	Metode Penelitian	23
3.3.1	Perancangan Sistem	23
3.3.2	Pengujian Sistem	25
3.3.3	Analisis Data	25
3.4	Arsitektur Perancangan Sistem	25
3.5	Langkah-Langkah Penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PENELITIAN		31
4.1	Perancangan Perangkat Keras	31

4.1.1	Rangkaian Power Supply	31
4.1.2	Rangkaian Relay	33
4.1.3	Konveyor	35
4.1.4	Sensor	36
4.1.5	Pendorong Benda	36
4.1.6	Motor DC	37
4.1.7	Produk Pengujian	39
4.1.8	Rangkaian Pengkabelan Alat Pemisah Barang Otomatis	40
4.2	Perancangan Perangkat Lunak	41
4.3	Cara Kerja Alat	43
4.4	Analisa Perangkat Keras	44
4.4.1	Pengamatan Kecepatan Motor	44
4.4.2	Pengamatan Relay Motor	45
4.5	Analisa Perangkat Lunak	46
4.5.1	Pembahasan Diagram Ladder	46
4.6	Pengujian Sistem	53
4.6.1	Pengujian Sistem Start, Stop, dan Emergency	53
4.6.2	Pengujian Sistem Proses Pemisah Barang	53
4.6.3	Pengujian Perangkat Keras	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		56

5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	57
	DAFTAR PUSTAKA	58
	LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Bahan dan Peralatan Penelitian	22
Tabel 4.1 Channel Input	41
Tabel 4.2 Channel Output.....	42
Tabel 4.3 Channel Memory	42
Tabel 4.4 Hasil Pengamatan Kecepatan Motor	45
Tabel 4.5 Hasil Pengamatan Relay Motor.....	46
Tabel 4.6 Pengujian Sistem Start, Stop, dan Emergency	53
Tabel 4.7 Pengujian Sistem Pemisahan Barang.....	54
Tabel 4.8 Hubungan Sensor dan Sistem Pendorong	54
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Perangkat Keras	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blok diagram PLC.....	6
Gambar 2.2 Koneksi peralatan dengan modul input PLC	6
Gambar 2.3 Koneksi peralatan dengan modul output PLC	7
Gambar 2.4 Ilustrasi Scanning	7
Gambar 2.5 Contoh Ladder Diagram	10
Gambar 2.6 Simbol-simbol dasar.....	12
Gambar 2.7 Ladder diagram dan timing diagram dari normal contact dan normal coil	13
Gambar 2.8 Contoh diagram tangga rangkaian latching	14
Gambar 2.9 Ladder dan timing On delay timer	15
Gambar 2.10 Motor DC [7]	16
Gambar 2.11 Conveyor Belt [9].....	18
Gambar 2.12 Kedudukan Kontak Limit Switch [11]	20
Gambar 2.13 Relay.....	21
Gambar 3.1 Diagram Sistem Conveyor Pemisah Barang Otomatis	26
Gambar 3.2 Diagram Alir Perangkat Lunak.....	27
Gambar 3.3 Subrutin Proses Pemisah 1	28
Gambar 3.4 Subrutin Proses Pemisah 2	29
Gambar 3.5 Diagram alir penelitian	30
Gambar 4.1 Skematik Step Down DC-DC LM317T	32
Gambar 4.2 Step Down DC-DC LM317T.....	32
Gambar 4.3 Power Supply Motor DC	33

Gambar 4.4 Rangkaian Elektronis Relay	34
Gambar 4.5 Rangkaian Elektronis Relay Pembalik Putaran Motor.....	35
Gambar 4.6 Konstruksi Konveyor	35
Gambar 4.7 Konstruksi Sensor Metal dan Sensor Infrared	36
Gambar 4.8 Sistem Pendorong.....	37
Gambar 4.9 Motor DC GA12-N20	38
Gambar 4.10 Produk Pengujian	40
Gambar 4.11 Rangkaian Alat Pemisah Barang Otomatis.....	40
Gambar 4.12 Software TIA Portal V14.....	41
Gambar 4.13 Diagram Ladder Pengaktifan Motor Konveyor	47
Gambar 4.14 Diagram Ladder Kondisi Awal Sebelum Motor Konveyor Aktif..	47
Gambar 4.15 Diagram Ladder Timer Sensor Pendeteksi Metal	49
Gambar 4.16 Diagram Ladder Motor Pendorong 1	49
Gambar 4.17 Diagram Ladder Timer Sensor Infrared	51
Gambar 4.18 Diagram Ladder Motor Pendorong 2	52
Gambar 4.19 Diagram Ladder Emergency Delay.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi	60
Lampiran 2 Data Komponen	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman, teknologi terus berkembang sangat pesat. Perusahaanpun dituntut untuk menggunakan teknologi yang lebih maju guna memenuhi kebutuhan pasar. Semakin tinggi permintaan jumlah barang maka semakin tinggi pula produksi barang yang dilakukan oleh perusahaan. Dalam proses produksi suatu barang, tidak hanya target produksi yang harus dicapai tetapi juga efisiensi dalam mengatur dan menyeleksi barang hasil produksi. Hal ini yang masih menjadi masalah apabila dalam proses penyeleksian barang hasil produksi masih dilakukan secara manual.

Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan strategi guna memperbaiki proses penyeleksian barang produksi yaitu dengan mengubah cara manual menjadi otomatis. Proses penyeleksian barang produksi secara otomatis tentu menggunakan mesin otomatis. Salah satu mesin otomatis yang banyak dipakai oleh perusahaan adalah konveyor. Konveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. Konveyor banyak dipakai di industri untuk transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan. Dalam kondisi tertentu, konveyor banyak dipakai karena mempunyai nilai ekonomis dibanding transportasi berat seperti truk dan mobil pengangkut. Namun, untuk membuat mesin konveyor dapat bekerja dengan baik,

diperlukan perancangan yang sistem yang dapat beroperasi sesuai dengan yang diinginkan.

Dengan adanya permasalahan di atas, penulis berusaha menciptakan sebuah sistem penyeleksian barang menggunakan konveyor agar dapat mencegah resiko kesalahan saat proses peyeleksian akibat kelalaian manusia. Pada penelitian ini, penulis akan membuat sebuah alat pemisahan barang otomatis. Sistem pemisahan barang ini didasarkan pada ukuran dan bahan produk. Barang produksi akan dikirim melalui konveyor *belt*. Barang produksi akan melewati sensor *infrared* yang berfungsi untuk membaca ketinggian dan sensor metal untuk membaca bahan dari barang produksi. Setelah melewati sensor *infrared* dan sensor metal, barang produksi akan dipisahkan jalurnya dan akan ditempatkan sesuai ukuran tinggi dan jenis bahannya. Kelebihan alat ini adalah pemilahan barang produksi yang akurat karena setiap komponen dari alat ini akan dikontrol oleh PLC Siemens Simatic S7-300.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, maka penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang mekanisme sistem alat pemisah barang otomatis ?
2. Bagaimana membuat program pengontrolan alat pemisah barang otomatis pada PLC Siemens Simatic S7-300 ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Membuat *prototype* alat pemisah barang otomatis dengan menggunakan PLC Siemens Simatic S7-300.
2. Melakukan pengujian *prototype* alat pemisah barang otomatis dengan menggunakan PLC Siemens Simatic S7-300.

1.4 Batasan Masalah

1. Pembuatan alat pemisah barang otomatis dalam bentuk konveyor belt yang dapat dikendalikan dengan PLC Siemens Simatic S7-300.
2. Sistem pemisahan barang berdasarkan ukuran ketinggian menggunakan sensor infrared dan jenis bahan menggunakan sensor metal.
3. *Prototype* yang dirancang merupakan bentuk miniatur dari konveyor.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini disusun dengan pembagian masing-masing bagian per bab. Sistematika penulisan skripsi ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori dasar yang digunakan dan yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, yaitu: Programmable Logic Controller (PLC), Konveyor, Motor DC, dan Sensor.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang dilakukan dalam penelitian, waktu dan tempat pelaksanaan penelitian, alat dan bahan, langkah-langkah dalam menyelesaikan penelitian ini serta perancangan alat pemisah barang otomatis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil dari simulasi yang telah dilakukan dan pembahasan data-data yang diperoleh dari hasil simulasi tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memberikan simpulan berdasarkan hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Programmable Logic Controller (PLC)

2.1.1 Umum

PLC diperkenalkan pertama kali pada tahun 1969 oleh Modicon (sekarang bagian dari *Gauld Electronics*) for *General Motors Hydermatic Division*, PLC adalah tipe sistem kontrol yang memiliki masukan peralatan yang disebut sensor, kontroler serta peralatan keluaran. Peralatan yang dihubungkan pada PLC yang berfungsi mengirim sebuah sinyal ke PLC disebut peralatan masukan. Sinyal masuk ke PLC melalui terminal atau pin-pin yang dihubungkan ke unit [1].

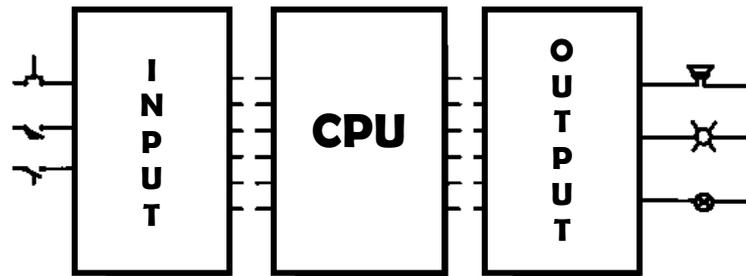
PLC pada dasarnya adalah sebuah komputer yang dirancang khusus untuk mengontrol suatu proses atau mesin. PLC bekerja secara digital dan memiliki memory yang dapat diprogram, menyimpan perintah-perintah untuk melakukan perhitungan-perhitungan aritmatika yang relatif kompleks, fungsi komunikasi, dokumentasi dan lain sebagainya. Didalam PLC berisi rangkaian elektronika yang berfungsi sebagai contact relay yang dapat diatur dalam keadaan normaly open ataupun normaly close. Kontak-kontak ini berupa pin input dan pin output ataupun memory yang terdapat pada PLC.

2.1.2 Prinsip Kerja PLC

Secara umum, PLC terdiri dari dua komponen penyusun utama, yaitu [2]:

- Central Processing Unit (CPU)
- Sistem antarmuka input/output

Pada dasarnya, operasi PLC relatif sederhana. Peralatan luar dikoneksikan melalui modul input dan output. Peralatan luar yang dapat terhubung antara lain dapat berupa sensor-sensor analog, limit switch, push button, saklar sebagai inputnya dan motor, selenoid, lampu sebagai outputnya.

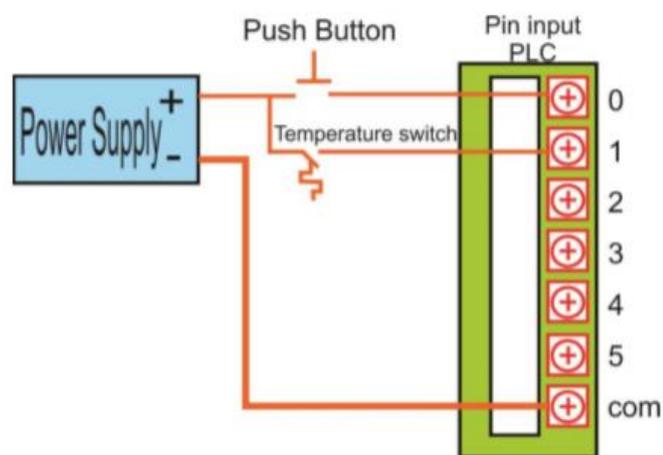


Gambar 2.1 Blok diagram PLC

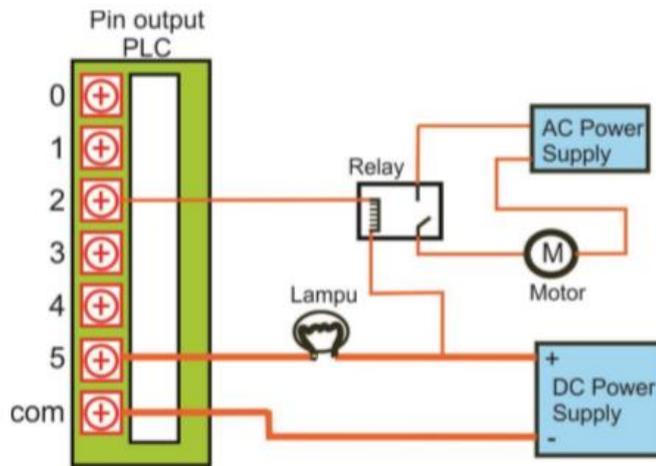
Fungsi dari CPU adalah untuk mengatur segala proses yang terjadi didalam PLC.

Ada tiga komponen utama penyusun CPU ini antara lain sebagai berikut [3]:

- Processor
- Memory
- Power Supply

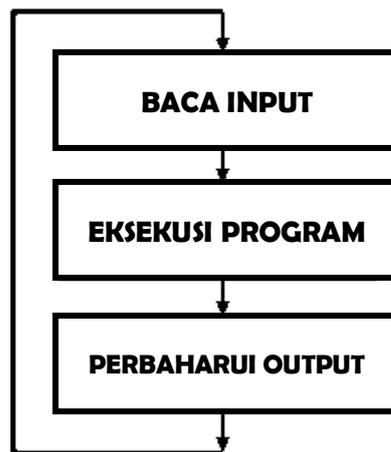


Gambar 2.2 Koneksi peralatan dengan modul input PLC



Gambar 2.3 Koneksi peralatan dengan modul output PLC

Dalam melakukan proses CPU melakukan tiga operasi utama. Pertama CPU membaca data masukan dari perangkat luar melalui modul input. Kedua CPU mengeksekusi program kontrol yang tersimpan pada memori PLC. Ketiga CPU memperbaharui data pada modul output. Ketiga proses diatas disebut dengan scanning.



Gambar 2.4 Ilustrasi Scanning

Untuk melakukan pemrograman pada PLC dapat dilakukan dengan menggunakan komputer melalui software yang menyertainya. Misalnya pada software GX programmer digunakan untuk memrogram PLC produksi Omron, KGL untuk PLC produksi LG, TIA Portal untuk memrogram PLC Siemens dan sebagainya. Untuk pemrograman PLC melalui komputer dilakukan dengan menggunakan teknik standar pemrograman sekuensial, yaitu diagram ladder.

Software PLC yang digunakan pada komputer dilengkapi dengan fasilitas monitoring, komunikasi ataupun simulasi. Program yang dibuat melalui software tersebut dapat ditransfer kedalam PLC melalui modul komunikasi yang tersedia pada PLC. Pada umumnya modul komunikasi yang digunakan adalah port serial COM [3].

2.1.3 Bahasa Pemrograman PLC

Dalam melakukan pemrograman PLC, ada beberapa metode yang dapat digunakan yang telah distandarisasi oleh IEC (International Electrical Commission).

1. List Instruksi (Instruksi List), pemrograman dengan menggunakan instruksi instruksi bahasa level rendah (mnemonic), contoh : LD/STR, NOT, AND, OR dan sebagainya.
2. Diagram Blok Fungsional (Function Block Diagram), pemrograman berbasis aliran data secara grafis. Biasa digunakan dalam proses kontrol yang melibatkan perhitungan-perhitungan kompleks dan akuisisi data analog.

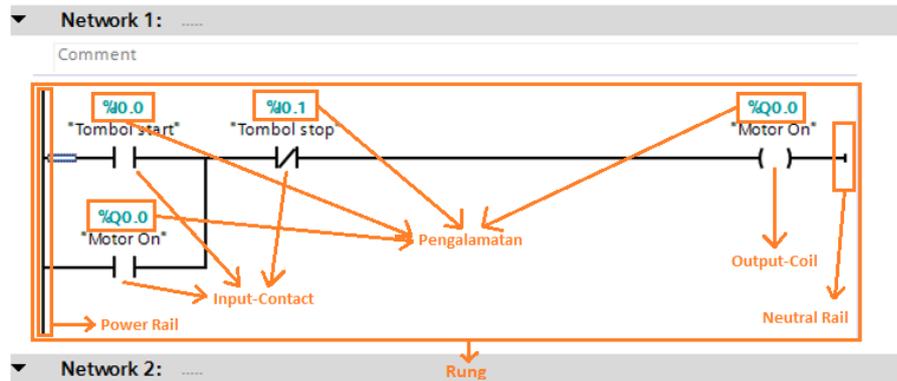
3. Diagram Fungsi Sekuensial (Sequential Function Charts), metode pemrograman terstruktur secara grafis yang banyak melibatkan langkah-langkah rumit, contoh pada bidang robotika, batch control, dan sebagainya.
4. Teks Terstruktur (Structured Text), pemrograman ini menggunakan statemen-statementen yang umum dijumpai pada bahasa level tinggi (high level programming) contoh : if/then, case, for/next, do/while, dan lain sebagainya.
5. Diagram Ladder (Ladder Diagram), pemrograman berbasis logika relay yang cocok digunakan pada permasalahan-permasalahan kontrol diskret yang input/outputnya memiliki dua kondisi yaitu on atau off seperti pada sistem lift, konveyor, motor-motor dan sebagainya.

Dalam pengaplikasiannya dari lima metode yang ada dan dapat digunakan dalam PLC, banyak yang menggunakan diagram ladder sebagai bahasa utama dalam pemrogramannya. Diagram ladder banyak digunakan karena mudah dipahami dan lebih familiar. Diagram ladder juga mudah dipahami karena menggunakan simbol-simbol komponen tertentu [2].

2.1.4 Ladder Diagram

Ladder Diagram merupakan metode pemrograman PLC yang paling populer, hal ini terjadi karena PLC pertama yang dibuat menggunakan bahasa ladder. Istilah ladder ini muncul karena bentuk bahasanya mirip dengan tangga.

Berikut ladder diagram sederhana menggunakan software TIA Portal :



Gambar 2.5 Contoh Ladder Diagram

Dapat dilihat pada gambar diatas bahwa ada bagian-bagian utama seperti bagian contact (input) dan coil (output). Bagian rung berisi komponen-komponen ladder diagram yang diapit oleh power rail dan neutral rail, dua jalur yang dapat menggambarkan aliran program seperti layaknya aliran arus listrik. Untuk pengalamatan pada pemrograman berbeda-beda, tergantung dari produk atau merk PLC yang digunakan. Pada dasarnya pengalamatan digunakan untuk mewakili input ataupun output yang digunakan.

Dalam software TIA Portal aturan pengalamatan yang digunakan untuk input dan output adalah sebagai berikut:

Input : %I0.0 Output : %Q0.0

Pengalamatan pada TIA Portal untuk input diawali dengan kode %I dilanjutkan dengan dua digit angka yang merepresentasikan port input yang digunakan pada PLC. Sedangkan pengalamatan untuk output diawali dengan kode %Q dan diikuti dua digit setelahnya direpresentasikan sebagai port output yang digunakan pada PLC.

Dari gambar contoh ladder diagram diatas juga ada hal-hal yang perlu diperhatikan, diantaranya adalah :

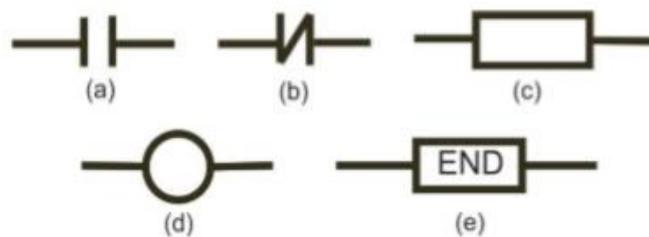
- Dibaca dari kiri kekanan, dari atas ke bawah.
- Tiap rung tidak bisa diakhiri dengan lebih dari satu output.
- Output dan input ditampilkan dalam kondisi tidak dienergized
- Input/output diidentifikasi melalui alamatnya [4].

Melakukan pemrograman PLC dengan menggunakan ladder diagram sama halnya dengan menggambarkan sebuah rangkaian pensaklaran. Diagram-diagram tangga terdiri dari dua garis vertikal yang merepresentasikan rail-rail daya, yaitu power rail dan neutral rail. Komponen-komponen rangkaian dihubungkan sebagai garis-garis horisontal yang berupa anak-anak tangga diantara dua garis vertikal.

Dalam melakukan pemrograman ladder diagram, diterapkan peraturan-peraturan tertentu:

1. Garis-garis vertikal diagram merepresentasikan rail-rail daya yang diantara dua rail tersebut adalah komponen-komponen rangkaian yang terhubung.
2. Masing-masing anak tangga mendefinisikan sebuah operasi didalam sebuah proses kontrol.
3. Diagram anak tangga dibaca dari kiri ke kanan dan atas ke bawah.
4. Masing-masing anak tangga dimulai dengan sebuah input atau beberapa input dan harus berakhir dengan setidaknya sebuah output.
5. Perangkat-perangkat listrik ditampilkan dalam kondisi normalnya. Misalkan sebuah saklar dalam keadaan normalnya terbuka hingga suatu objek menutupnya, maka akan diperlihatkan sebagai terbuka pada diagram tangga.

6. Sebuah perangkat tertentu dapat digambarkan pada lebih dari satu anak tangga. Misalkan sebuah saklar dapat ditampilkan dalam dua kondisi berbeda pada diagram tangga, satu kondisi dalam kondisi open dan kondisi lainnya dalam kondisi close.
7. Diagram tangga baik input ataupun output diidentifikasi melalui alamat. Sebuah alamat mewakili satu perangkat [5].



Gambar 2.6 Simbol-simbol dasar

Keterangan :

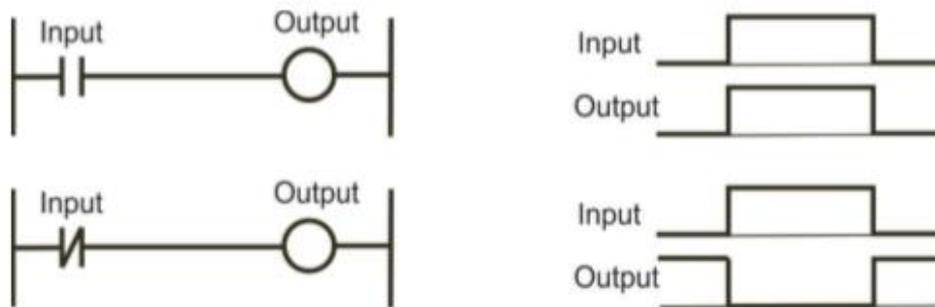
- (a) Kontak input normal terbuka
- (b) Kontak input normal tertutup
- (c) Sebuah instruksi khusus
- (d) Perangkat output
- (e) Anak tangga akhir

2.1.5 Komponen-Komponen Dasar Ladder Diagram

Komponen-komponen dasar ladder diagram adalah sebagai berikut :

1. Input/Contact
2. Output/Coil
3. Timer
4. Counter

Dalam ladder diagram, input/contact dibagi menjadi menjadi normally open contact dan normally close contact. Prinsip dua kondisi tersebut sama dengan NO dan NC pada relay contact, begitu juga dengan normal coil/output.



Gambar 2.7 Ladder diagram dan timing diagram dari normal contact dan normal coil

2.1.6 Latching

Dalam melakukan pemrograman ada suatu kondisi dimana kondisi output dalam keadaan hidup sedangkan trigger dari input sudah terputus seperti menggunakan push button. Rangkaian latching (pengunci) digunakan untuk melakukan penguncian terhadap output agar selalu hidup walaupun input yang mengenergize output tersebut telah terputus. Rangkaian semacam ini adalah rangkaian yang mampu mempertahankan dirinya sendiri (self maintaining), dalam artian ketika rangkaian diaktifkan maka rangkaian akan mempertahankan kondisi hingga adanya input lain yang diberikan. Sebagai contoh sebuah motor dikendalikan menggunakan PLC, untuk mengaktifkan motor tersebut digunakan push button dan untuk menonaktifkannya digunakan tombol stop. Maka, agar motor selalu aktif ketika menerima trigger dari pushbutton, diperlukan rangkaian latching pada program PLC.



Gambar 2.8 Contoh diagram tangga rangkaian latching

Sebagai contoh pemrograman latching, perhatikan gambar diatas. Sebuah motor diaktifkan dengan menggunakan push button on dan dapat di nonaktifkan dengan menggunakan push button off. Ketika push button on (Tombol Start) ditekan, input %I0.0 akan tertutup sehingga arus akan mengalir menuju coil motor yang memiliki alamat %Q0.0 dan mengaktifkannya, disaat bersamaan rangkaian latching akan aktif. Alamat program %Q0.0 pada input juga akan aktif. Arus pada Tombol Start hanya akan aktif sesaat untuk mengenergize motor dan selanjutnya arus akan terputus. Motor akan tetap aktif karena mendapat aliran arus dari input %Q0.0 [5].

2.1.7 Timer

Dalam sebuah sistem kontrol berbasis relay, pemberian penundaan waktu diberikan oleh sebuah relay khusus yang disebut time delay relay. Sedangkan pada sistem kontrol berbasis PLC instruksi tersebut disebut dengan timer. Timer inilah yang dalam pemrograman PLC berfungsi untuk menunda terjadinya suatu aksi. Secara umum kinerja timer adalah:

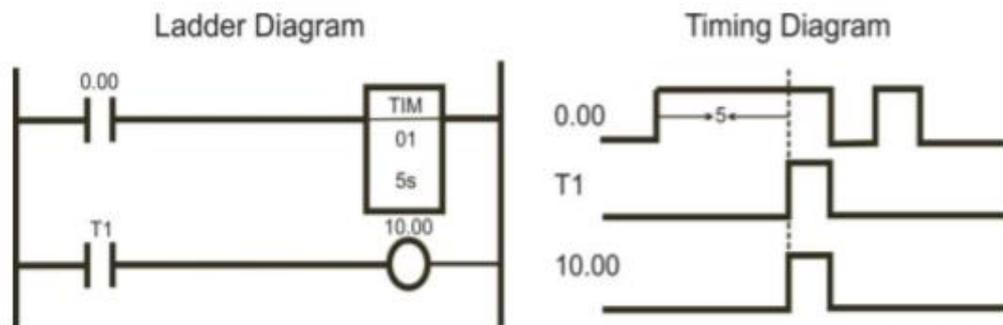
- Timer bekerja jika timer coil mendapat trigger dari inputnya.
- Timer akan menghitung hingga preset value dan timer contact akan aktif.

- Timer akan non aktif jika inputnya dimatikan.

Adapun jenis timer bermacam-macam tergantung merk PLC yang digunakan. Secara umum jenis timer yaitu:

1. On delay timer
2. Off delay timer
3. Pulse timer
4. Repeating/cycle timer
5. Dan lainnya.

Berikut merupakan salah satu contoh timer yang sering digunakan dalam pemrograman PLC. Timer on delay bekerja dengan menunda pengaktifan output selama beberapa waktu sesuai dengan set value yang diinginkan. Dapat dilihat pada timing diagram timer aktif ketika terkena trigger dari input 0.00 dan baru dapat mengaktifkan output 10.00 setelah 5 detik berlalu [6].



Gambar 2.9 Ladder dan timing On delay timer

2.2 Motor DC

2.2.1 Umum

Motor DC adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah gaya listrik arus searah menjadi gaya gerak berupa putaran rotor. Keunggulan utama dari motor DC

adalah kecepatannya mudah dikendalikan dan tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Kerja motor DC terjadi jika suatu lilitan jangkar dialiri arus listrik searah dengan arah i didalam medan magnet B , maka akan terbangkit gaya F .

$$F = B.i.l$$

Ket: F = gaya yang dihasilkan motor (N)

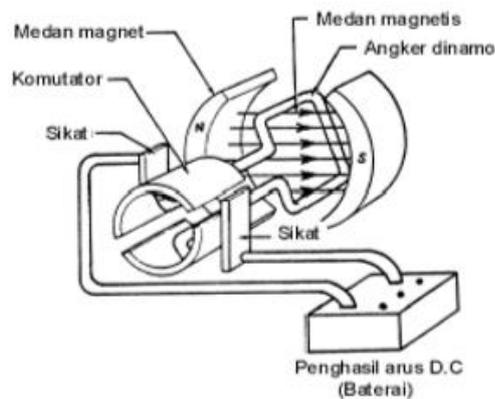
B = kuat medan magnet sekitar (T)

i = arus yang mengalir pada kumparan jangkar (A)

l = panjang kumparan (m)

Karakteristik motor DC:

1. Pemeliharaan dan perbaikan yang diperlukan lebih rutin.
2. Lebih mahal dibandingkan motor AC.
3. Torsi tinggi pada kecepatan rendah.
4. Kemampuan mengatasi beban lebih baik.



Gambar 2.10 Motor DC [7]

Motor DC memiliki 3 komponen utama :

2.2.1.1 Kutub medan

Secara sederhana digambarkan bahwa interaksi antara dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub sederhana yaitu kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi bukaan diantara kutub-kutub dari utara ke selatan.

2.2.1.2 Dinamo

Jika arus masuk menuju dinamo, maka arus akan menjadi elektromagnet. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, hingga kutub utara dan kutub selatan magnet saling berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.

2.2.1.3 Komutator

Komponen ini umumnya ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam dinamo. Komutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya [7].

2.3 Konveyor

Konveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. Konveyor banyak dipakai di industri untuk transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan

berkelanjutan. Dalam kondisi tertentu, Konveyor banyak dipakai karena mempunyai nilai ekonomis dibanding transportasi berat seperti truk dan mobil pengangkut. Jenis Konveyor membuat penanganan alat berat tersebut / produk lebih mudah dan lebih efektif. Konveyor dapat memobilisasi barang dalam jumlah banyak dan kontinyu dari satu tempat ke tempat lain. Perpindahan tempat tersebut harus mempunyai lokasi yang tetap agar sistem conveyor mempunyai nilai ekonomis. Kelemahan sistem ini adalah tidak mempunyai fleksibilitas saat lokasi barang yang dimobilisasi tidak tetap dan jumlah barang yang masuk tidak kontinyu.

Conveyor digunakan ketika material akan berpindah dari suatu tempat ke tempat lainnya. Conveyor digunakan sebagai alat transportasi perpindahan benda atau barang yang dapat berupa gumpalan, butiran atau bentuk lainnya. Conveyor terdiri dari beberapa tipe, yaitu roller conveyor, skate wheel conveyor, belt conveyor, dan chain conveyor [8].

Tipe belt conveyor lebih banyak digunakan di dunia industri. Ketika belt conveyor berjalan, setengah panjangnya digunakan untuk mengangkut material, dan setengahnya lagi kembali untuk mengangkut material berikutnya. Meterial belt biasanya dibuat dari rubber atau karet, oleh karena itu belt conveyor lebih flexible dalam hal pengangkutan material yang beragam.



Gambar 2.11 Conveyor Belt [9]

2.4 Sensor Infrared

Sensor Infrared adalah komponen elektronika yang dapat mendeteksi benda ketika cahaya infra merah terhalangi oleh benda. Sensor infrared terdiri dari led infrared sebagai pemancar dan fototransistor sebagai penerima cahaya infra merah. Sensor infrared termasuk dalam kategori sensor biner yaitu sensor yang menghasilkan output 1 atau 0 saja. [10]

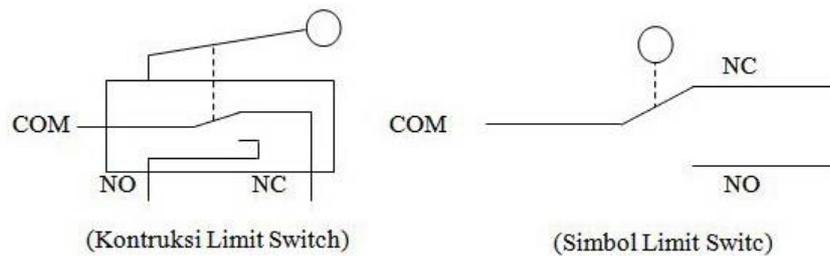
2.5 Sensor Metal

Sensor metal adalah komponen elektronika yang digunakan untuk mendeteksi material yang terbuat dari bahan logam. Cara kerja sensor metal adalah dengan menggunakan gelombang elektromagnet pada satu atau beberapa coil. Gelombang elektromagnetik ini yang digunakan untuk mendeteksi benda yang berbahan logam. Sensor metal termasuk dalam kategori sensor biner yaitu sensor yang menghasilkan output 1 atau 0 saja. [11]

2.6 Limit Switch

Saklar batas atau limit switch (LS) merupakan saklar yang dapat dioperasikan baik secara otomatis maupun nonotomatis. Limit switch yang bekerja secara otomatis adalah limit switch yang tidak mempertahankan kontak, sedangkan limit switch yang bekerja nonotomatis adalah limit switch yang mempertahankan kontak. Kontak pada limit switch sama seperti kontak-kontak yang terdapat pada tombol tekan, yaitu mempunyai kontak normally open (NO) dan kontak normally closed (NC). Kedudukan kontak dan bentuk dari limit switch dapat diperlihatkan seperti pada gambar. Limit switch yang tidak mempertahankan kontak akan bekerja

apabila ada yang menekan rollernya, sehingga kedudukan kontak NO menjadi NC dan kontak NC menjadi NO. Jika benda sudah diangkat, limit switch kembali keposisi semula, demikian juga kontak-kontaknya. Jenis limit switch semacam ini dapat digunakan untuk pengoperasian motor secara otomatis.



Gambar 2.12 Kedudukan Kontak Limit Switch [11]

2.7 Relay Elektromagnetis

Relay atau biasa disebut sebagai EMR (electromechanical relay) merupakan saklar magnetis. Relay merupakan alat yang dioperasikan dengan listrik dan secara mekanis mengontrol penghubungan rangkaian listrik. Relay bekerja berdasarkan pembentukan elektromagnet yang menggerakkan elektromekanis penghubung dari dua atau lebih titik penghubung (konektor) rangkaian sehingga dapat menghasilkan kondisi kontak on atau kontak off ataupun kombinasi dari keduanya.

Sebuah relay tersusun atas kumparan, pegas, saklar dan 2 kontak elektronik yaitu kontak normally open dan kontak normally close. Kontak normally open akan terbuka ketika ada arus mengalir pada kumparan, dan akan tertutup seketika kumparan dialiri arus listrik. Begitu juga sebaliknya kontak normally close akan tertutup apabila kumparan tidak dialiri arus listrik dan akan membuka ketika kumparan mendapat aliran listrik.

