

SKRIPSI

**Perancangan Kontrol *Automatic Transfer Switch* (ATS) Berbasis
Programmable Logic Control (PLC) Siemens Simatic S7-300**

Disusun dan Diajukan Oleh:

Nama : Muh Amri Arfah

Nim : D411 16 006



**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN KONTROL AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)
BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL (PLC)
SIEMENS SIMATIC S7-300**

Disusun dan diajukan oleh :


**MUH AMRI ARFAH
D411 16 006**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 28 Mei 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

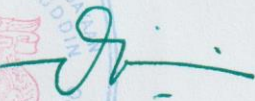

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Prof. Dr. Ir. H. Ansar Suyuti, M.T., IPU.
NIP. 19671231 199202 1 001


Dr. Ikhlas Kitta, S.T., M.T.
NIP. 19760914 200801 1 006

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Ir. Dewiani, MT.
NIP. 19691026 199412 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muh Amri Arfah

NIM : D411 16 006

Program Studi : Teknik Elektro

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

(Perancangan Kontrol *Automatic Transfer Switch* (ATS) Berbasis *Programmable Logic Control* (PLC) Siemens Simatic S7-300)

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 28 Mei 2021

Yang Menyatakan



(Muh Amri Arfah)

ABSTRAK

Penyediaan sumber listrik utama PLN sangat berpengaruh terhadap kebutuhan energi listrik bagi masyarakat. Akan tetapi suplai energi listrik yang berasal dari PLN tidak selamanya kontinyu dalam ketersediaannya. Suatu saat nanti akan terjadi pemadaman yang disebabkan oleh gangguan dalam sistem ketenagalistrikan. Ketika Mengalami pemadaman listrik sistem peralihan catu daya listrik dari sumber utama PLN menuju sumber cadangan sangat dibutuhkan untuk mengatasi hal tersebut dan diperlukan suatu sistem catu daya sumber listrik PLN menuju sumber cadangan sebagai *back-up* suplai PLN jika terjadi pemadaman, yang terdiri dari susunan komponen listrik yang dapat mengatur perpindahan catu daya listrik berupa *Automatic Transfer Switch* (ATS) yang bekerja secara otomatis melalui pengontrolan *Programmable Logic Control* (PLC) dengan menggunakan PLC tipe Siemens Simatic S7-300 sebagai kontrol Kontaktor dan relay. Penelitian ini menghasilkan *prototype* sistem ATS berbasis PLC. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat sistem kontrol ATS menggunakan PLC Siemens Simatic S7-300 dan membuat sistem monitoring ATS menggunakan *Human Machine Interface* (HMI). Perangkat PLC diprogram dengan menggunakan ladder diagram pada software Tia Portal V14. Sistem ini terdiri dari dua buah kontaktor sebagai catu daya listrik, relay sebagai indikator sumber PLN dan sumber cadangan. Adapun hasil dari pengujian sistem ATS berbasis PLC telah bekerja sesuai dengan tujuan penelitian.

Kata Kunci: *Automatic Transfer Switch, Human Machine Interface, Kontaktor, Relay.*

ABSTRACT

The provision of PLN as main power source has affected people's need for electricity. But, electric energy sources derived from PLN are not sustainable in its availability. Someday there will be a blackout caused by a breakdown in electrical works. During the blackout system switching power supply from the power source of PLN to the backup source was urgently needed to overcome that, and system power supply of power source of PLN was needed to backup source as a back-up supply of PLN if the blackout occurred, it consists of electrical component that can configure the transfer of power supply of *Automatic Transfer Switch* (ATS) that works automatically through *Programmable Logic Control* (PLC) by using PLC Siemens Simatic S7-300 type as a contactor control and relay. This research produced a prototype of ATS system in PLC-based. The purposes of this research are established ATS control systems using PLC Siemens Simatic S7-300 and monitoring systems using *Human Mechine Interface* (HMI). The PLC device was programmed using the ladder diagram on Tia Portal V14 software. This system consists of two contactors as power supply, relay as indicator of PLN and back-up sources. As for the result of systematic testing of ATS in PLC-based has worked in accordance with the purpose of the research.

Key Words: *Automatic Transfer Switch, Human Mechine Interface, Contactor, Relay*

KATA PENGANTAR

Bismillahi rohmani rohim.

Puji Syukur dengan mengucap “*Alhamdulillah robbil ‘alamin*” kami panjatkan kehadiran Allah Subhana 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 Kontrol Automatic Transfer Switch (ATS) Berbasis Programmable Logic Control (PLC) Siemens Simatic S7-300**”.

Sholawat dan Salam “*Allahumma sholli ‘ala Muhammad, wa’ala ali Muhammad*” selalu tercurahkan kepada Baginda Nabiyullah Muhammad SAW, Nabi akhir zaman, Nabi yang paling lembut tutur katanya, nabi panutan seluruh umat islam. Beliauah 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 (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 dengan doa, bimbingan, dorongan, semangat, dan motivasi dari berbagai pihak sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam kesempatan ini secara khusus penulis menghanturkan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya dengan segala ketulusan dan kerendahan hati kepada orang tua penulis **St Aminah** dan **Arfah** atas segala doa, jerih payah, kasih sayang, nasehat dan pengorbanan yang diberikan dalam bentuk moril maupun material selama penulis menempuh Pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Ungkapan terimakasih juga penulis haturkan kepada seluruh keluarga terkhusus daeng baji dan daeng saming yang telah mendidik, mendoakan, memberikan dukungan, nasehat, dan motivasi kepada penulis.

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

1. Ibu **Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, M.A.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak **Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, M.T.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Ibu **Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T.**, selaku Kepala Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **Prof. Dr. Ir. H. Ansar Suyuti, M.T., IPU., ASEAN.Eng.**, selaku Pembimbing I dan penasehat akademik di tahun terakhir penulis dalam menyelesaikan studi 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.

5. Bapak **Prof. Dr. Eng. Ir. Syafaruddin, S.T., M.Eng., IPU.**, Selaku Penguji I dan Ibu **Dr. A. Ejah Umraeni Salam, S.T., MT.**, selaku penasehat akademik di tahun pertama penulis dalam menempuh Pendidikan di kampus dan sebagai Penguji II atas kritikan serta koreksi yang sangat membangun dalam perbaikan penulisan tugas akhir ini.
6. Dosen dan Staf Pengajar serta Pegawai Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala ilmu dan bantuan yang diberikan selama penulis menempuh masa studi.
7. Dosen dan Staf Pengajar Serta Pegawai Departemen Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara atas segala ilmu yang diberikan selama penulis melaksanakan program Pertukaran Mahasiswa Tanah Air Nusantara (PERMATA 2018) selama satu semester.
8. Pemerintah Republik Indonesia melalui Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah memberikan bantuan Beasiswa Bidikmisi untuk meringankan biaya kuliah penulis.
9. Kepada semua rekan-rekan seperjuangan “EXCITER16” Teknik Elektro Angkatan 2016 yang telah berjuang bersama sejak pertama kali penulis menginjakkan kaki di kampus merah hitam, kiranya kawan sejati takkan pernah pergi.
10. Kepada Keluarga Besar Unit Kegiatan Mahasiswa Keilmuan dan Penalaran Ilmiah (UKM KPI UNHAS), Keluarga Besar Ikatan Lembaga Penalaran dan Penelitian Mahasiswa Indonesia (ILP2MI), Keluarga Besar

Ikatan Keluarga Mahasiswa Bidikmisi dan KIP Kuliah (IKAB-KIP), Forum Indonesia Muda (FIM 21) Se-Indonesia dan Regional Makassar, Keluarga Besar Racana Putra dan Putri Hasanuddin 11.075-11.076 (Pramuka Unhas), Mentor Family (FT-UH), Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) Departemen Teknik Elektro Universitas Hasanuddin, Komunitas Cybertech Elektro Teknik, Teman-teman KKN Ekspedisi Nusantara Jaya (ENJ 2019), Seluruh teman-teman Pertukaran Mahasiswa Tanah Air Nusantara (PERMATA 2018) di seluruh Indonesia, dan teman-teman dari berbagai organisasi, komunitas, dan grup yang luput disebut namanya. Terimakasih atas doa dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis bisa selalu termotivasi dan menjadi mahasiswa yang mampu menggali potensi diri dan menjadi lebih baik kedepannya.

11. Keluarga Besar Laboratorium Distribusi Sistem Tenaga dan Instalasi Listrik atas segala dukungannya dalam menunjang seluruh kegiatan selama penelitian.
12. Sahabat dekat penulis yang sampai saat ini selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir. Nama, kisah dan semua warna yang terjalin hingga saat ini akan selalu penulis ingat serta setiap dukungan dari kalian tidak penulis sampaikan pada setiap kalimat demi kalimat ini, namun akan selalu teringat dalam memori dan semoga tidak hilang dalam keterbatasan ingatan penulis. Semoga Tuhan selalu memberikan perlindungannya dan membuat kita bertahan dalam persahabatan yang baik sekarang dan seterusnya.

13. Teman-teman yang telah membantu secara khusus untuk terlaksananya penelitian dan penulisan skripsi ini, terimakasih kepada: Irfan, Nassri, Uni, Kak Ican, Kak Anto, Syarwan, Dhea, Vicky, Almand, Nina, Aswan, Dammank, Onan, Dave, Fadli, Kak Akbar, Thiya, Uco, Hikmah, Riswan, Ima, Nining, Isna, Sulis, Bob, Ratnah, Indarwati Asriana, Asma, Inna, dan Firda.
14. Semua pihak yang Namanya luput disebutkan satu persatu, terimakasih atas segala bentuk doa dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Semoga Tuhan yang Maha Esa, Maha Pengasih dan Maha Penyayang selalu memberikan rahmat dan hidayahnya kepada semua pihak yang selalu membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Akhir kata, penulis berharap bahwa hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat kepada semua pihak yang membutuhkan dan berkontribusi dalam pengembangan sistem otomasi kedepannya.

Gowa, 28 Mei 2021

Muh Amri Arfah

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Programmable Logic Control (PLC)</i>	6
2.1.1 Tentang PLC	6
2.1.2 Prinsip Kerja PLC	7
2.1.3 Bahasa Pemrograman PLC	9
2.1.4 Ladder Diagram	10
2.1.5 Unit Input dan Output PLC	12
2.2 <i>Human Mechine Interface (HMI)</i>	12
2.2.1 Unit Input dan Output PLC	13
2.2.2 Hubungan HMI dan PLC	14
2.3 <i>Automatic Transfer Switch (ATS)</i>	15
2.3.1 Tentang ATS	15

2.3.2 Prinsip Kerja ATS	15
2.4 Relay	17
2.4.1 Prinsip Kerja Relay	18
2.5 Miniatur Circuit Breaker (MCB)	19
2.5.1 Prinsip Kerja MCB	19
2.6 Kontaktor	20
2.7 Perbandingan Penelitian	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2 Alat Penelitian	25
3.3 Metode Penelitian	27
3.3.1 Studi Literatur	27
3.3.2 Perancangan Alat	27
3.3.3 Pengujian Sistem	28
3.3.4 Analisis Data	28
3.4 Variabel Penelitian	29
3.5 Prosedur Penelitian	29
3.6 TIA Portal V-14	30
3.7 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Perancangan Perangkat Keras	33
4.1.1 Rangkaian Kontrol Automatic Transfer Switch (ATS)	33
4.1.2 Perancangan <i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS)	36
4.1.3 PLC Siemens S7-300	37
4.1.4 <i>Human Mechine Interface</i> (HMI)	39
4.1.5 Kontaktor	40
4.1.6 Relay	42
4.2 Perancangan Perangkat Lunak	44
4.2.1 Koneksi <i>Programmable Logic Control</i> dan <i>Human mechine Interface</i>	47
4.3 Cara Kerja <i>Prototype Automatic Transfer Switch</i> (ATS)	51

4.4 Analisa Perangkat Keras	53
4.4.1 Pengamatan <i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS)	53
4.4.2 Pengamatan Kontaktor <i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS)	54
4.5 Analisa Perangkat Lunak	55
4.5.1 Pembahasan Diagram Ladder	55
4.6 Pengujian Sistem	58
4.6.1 Pengujian Software	58
4.6.2 Pengujian Sistem Start, Stop, dan Indikator Emergency	59
4.6.3 Pengujian Sistem Pengontrolan <i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS)	60
4.6.4 Pengujian Perangkat Keras	62
BAB V PENUTUP	63
5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	67
Lampiran 1 Dokumentasi <i>Human Mechine Interface</i> (HMI)	67
Lampiran 2 Dokumentasi Prototype <i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS)	69
Lampiran 3 Dokumentasi <i>Programmable Logic Control</i> (PLC)	70
Lampiran 4 Data Komponen	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian-Bagian PLC	7
Gambar 2.2 Block Diagram CPU Pada PLC	8
Gambar 2.3 Contoh Ladder Diagram	10
Gambar 2.4 Input dan Output PLC	12
Gambar 2.5 Tampilan HMI	13
Gambar 2.6 Rangkaian Daya Sistem ATS Menggunakan Relay	16
Gambar 2.7 Wiring Diagram Sistem ATS	17
Gambar 2.8 Relay	18
Gambar 2.9 Minatur Circuit Breaker (MCB)	19
Gambar 2.10 Kontaktor Magnetik	20
Gambar 3.1 Tampilan Depan Tia Portal	31
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 4.1 Skematic Automatic Transfer Switch (ATS)	34
Gambar 4.2 Skematic Sistem Kontrol Automatic Transfer Switch (ATS)	35
Gambar 4.3 Prototype Automatic Transfer Switch (ATS)	36
Gambar 4.4 Sistem Kerja PLC Siemens S7-300	38
Gambar 4.5 Human Mechine Interface (HMI)	39
Gambar 4.6 Kontaktor	41
Gambar 4.7 Relay AC dan Relay DC	43
Gambar 4.8 Software Tia Portal V14	45
Gambar 4.9 Proses Koneksi PLC dan HMI	47
Gambar 4.10 Koneksi PLC dan HMI	48

Gambar 4.11 Koneksi Alamat Channel PLC dan HMI	48
Gambar 4.12 Koneksi Ladder Diagram PLC	49
Gambar 4.13 Port Input Output PLC	50
Gambar 4.12 Diagram Ladder Pengaktifan PLN ON dan Latch	56
Gambar 4.13 Diagram Ladder Genset ON dan Emergency ON	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabulasi Perbandingan Penelitian	23
Tabel 3.1 Alat Penelitian	25
Tabel 4.1 Channel Input	45
Tabel 4.2 Channel Output	45
Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Tegangan dan Arus Berbeban	53
Tabel 4.4 Hasil Pengamatan Tegangan dan Arus Tidak Berbeban	54
Tabel 4.5 Hasil Pengamatan Kontaktor ATS	55
Tabel 4.6 Pengujian Software Tia Portal V 14	58
Tabel 4.6 Pengujian Sistem Start, Stop, dan Emergency	59
Tabel 4.7 Pengujian Sistem Pengontrolan Automatic Transfer Switch	60
Tabel 4.8 Hubungan Input dan Sistem ATS	61
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Perangkat Keras	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu energi yang mempunyai peranan disegala bidang sehingga ketersediaanya dibutuhkan dalam jumlah yang begitu besar, dalam penyediaan energi listrik dibutuhkan ketersediaan sumber listrik yang satu sama lain sehingga menghasilkan sistem kelistrikan yang baik. Seiring dengan perkembangan dan kemajuan teknologi saat ini yang semakin pesat, sistem kelistrikan saling terintegrasi satu sama lain. Dalam hal ini, sumber listrik utama PLN (Perusahaan Listrik Negara) sangat berpengaruh dalam penyediaan energi listrik bagi layanan publik dengan berbagai jenis beban yang ada. Akan tetapi suplai energi listrik utama yang berasal dari PLN tidak selamanya kontinu dalam ketersediaanya. Suatu saat nanti akan terjadi pemadaman yang disebabkan oleh berbagai jenis gangguan dalam sistem ketenagalistrikan. Jika pemadaman terjadi maka suplai energi listrik pun berhenti akibatnya seluruh aktifitas yang menggunakan energi listrik sebagai tenaga utama akan ikut berhenti. Untuk mengatasi hal ini maka diperlukan suplai energi listrik cadangan seperti Generator-Set (Genset) sebagai *back-up* suplai utama PLN jika terjadi pemadaman.

Saat Genset atau sumber cadangan mengambil alih *supply* utama tenaga listrik ke beban, maka diperlukan suatu sistem kontrol sumber utama (PLN) dan sumber cadangan yang bekerja secara otomatis sebagai catu daya peralihan antara sumber utama ke sumber cadangan ketika terjadi pemadaman PLN. Akan tetapi

sebelum peralihan dari satu daya ini memerlukan waktu atau *time delay* dalam prosesnya, maka dari itu dibuat sistem Kontrol otomatis yang biasa disebut dengan *Automatic Transfer Switch* (ATS) atau sistem interlock PLN-Genset.

Sistem ATS merupakan sakelar yang bekerja secara otomatis. Rangkaian *Automatic Transfer Switch* (ATS) umumnya menggunakan timer yang di setting dengan sedemikian rupa sehingga ATS dapat bekerja, tetapi seiring dengan perkembangan teknologi yang ada maka dimungkinkan sistem ATS ini dapat bekerja menggunakan *Programmable Logic Control* (PLC) yang lebih baik dengan fungsi *timer/waktu* yang dapat diprogram sesuai dengan apa yang diinginkan. Oleh karena itu, dengan melakukan pengontrolan Sistem ATS yang dikontrol melalui *Programmable Logic Control* (PLC) dan terintegrasi menggunakan *Human Machine Interface* (HMI) pada sistem kontrol maka diharapkan akan mendapatkan efektifitas dalam melakukan kontrol sistem ATS.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis tertarik membuat *Prototype* alat dengan judul “ **Perancangan Kontrol *Automatic Transfer Switch* (ATS) Berbasis *Programmable Logic Control* (PLC) Siemens Simatic S7-300** ”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat sistem kontrol *Automatic Transfer Switch* (ATS) menggunakan *Programmable Logic Control* (PLC) Siemens Simatic S7-300.
2. Bagaimana melakukan monitoring *Automatic Transfer Switch* (ATS) menggunakan *Human Mechine Interface* (HMI).

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan diadakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat sistem kontrol *Automatic Transfer Switch* (ATS) menggunakan *Programmable Logic Control* (PLC) Siemens Simatic S7-300.
2. Membuat sistem monitoring *Automatic Transfer Switch* (ATS) menggunakan *Human Mechine Interface* (HMI).

1.4 Manfaat Penelitian

Dalam penyusunan tugas akhir ini adapun manfaat penelitian yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Dapat melakukan pengontrolan *Automatic Transfer Switch* (ATS) menggunakan *Programmable Logic Control* (PLC) Siemens Simatic S7-300 yang terintegrasi dengan *Human Mechine Interface* (HMI).
2. Mendapatkan diagram ladder dengan memonitoring *Automatic Transfer Switch* (ATS).

1.5 Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang semakin meluas maka batasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini, yaitu:

1. *Programmable Logic Control* PLC yang digunakan pada penelitian ini sebagai kontrol *Automatic Transfer Switch* (ATS) adalah (Siemens S7-300 with CPU314C-2DP).
2. TIA Portal (Versi 14) adalah software yang digunakan dalam membuat program ladder PLC.
3. Monitoring akan ditampilkan pada *Human Mechine Interface* (HMI) yang terhubung dengan PLC.
4. Sumber tambahan catu daya pengalihan atau sumber cadangan dari sumber utama ke sumber cadangan menggunakan Genset atau sumber cadangan lain.
5. Beban yang digunakan untuk mengetahui sistem ATS berfungsi menggunakan lampu pada setiap phase.

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan Tugas Akhir ini memiliki sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori penunjang dan literatur/referensi terkait *Automatic Transfer Switch (ATS)*, *Programmable Logic Control (PLC)*, *Human Mechine Interface (HMI)*, *Diagram ladder*, dan desain yang digunakan dalam membuat *Protoype*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi waktu dan tempat penelitian, alat penelitian, dan metode penelitian dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi desain rancangan yang diperoleh selama penelitian berlangsung beserta pemantauan kinerja *Automatic Transfer Switch (ATS)*

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Programmable Logic Control (PLC)*

2.1.1 Tentang PLC

Programmable Logic Control adalah suatu sistem elektronika digital yang yang dirancang guna dapat mengendalikan mesin dengan proses implementasi fungsi nalar kendali *sekuensial* dengan bentuk implementasi yang berbeda-beda [1]. Yang dirancang untuk beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk melakukan penyimpanan secara internal melalui intruksi-intruksi yang mengimplementasikan fungsi dari logika, urutan, pewaktu, pencacah, dan operasi aritmatika untuk mengontrol mesin melalui modul-modul (I/O) digital maupun analog.

Proses pengontrolan ini dapat berupa regulasi variabel secara kontinyu seperti pada sistem-sistem servo atau hanya melibatkan kontrol dua keadaan (ON/OFF), Sistem konveyor, dan lain sebagainya. Walaupun istilah PLC secara bahasa berarti pengontrolan logika yang dapat diprogram, tapi pada kenyataannya PLC secara fungsional tidak lagi terbatas pada fungsi logika saja. Sebuah PLC saat ini dapat melakukan perhitungan-perhitungan aritmatika yang relative kompleks [2].

Didalam PLC berisi rangkaian elektronika yang berfungsi sebagai contact relay yang dapat diatur dalam keadaan *Normally Open* ataupun *Normaly Close*,

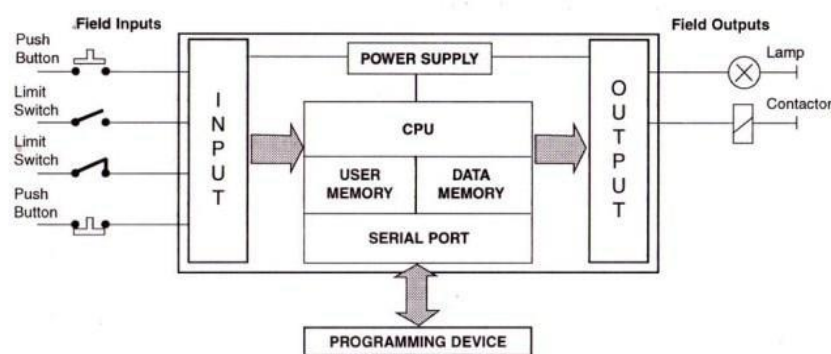
kontak-kontak ini berupa pin input dan pin output ataupun memory yang terdapat pada PLC. Terlepas dari suatu unit memory untuk menyimpan rangkaian intruksi kendali PLC memiliki beberapa fungsi khusus seperti : *timer*, *logika*, *counter*, dan *sekuensial* ataupun fungsi aritmatika dalam melakukan kendali mesin dan proses [3].

2.1.2 Prinsip Kerja PLC

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

- *Central Processing Unit (CPU)*
- Sistem Antar Muka input/output

Operasi PLC umumnya relatif sederhana, terdapat peralatan dari luar yang akan dikoneksikan melalui modul input dan output yang saling terhubung.

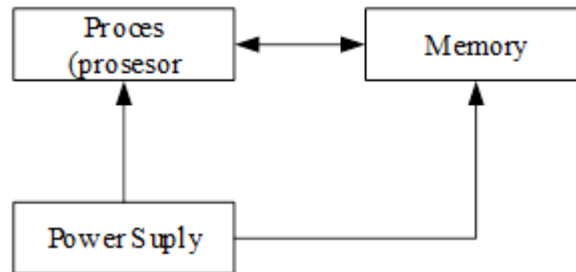


Gambar 2.1 Bagian-Bagian PLC

Fungsi dari CPU ini adalah mengatur segala proses yang terjadi didalam PLC. Ada tiga komponen utama penyusun CPU.

1. *Processor*
2. *Memory*
3. *Power Supply*

Interaksi antar ketiga komponen ini dapat dilihat pada diagram berikut :



Gambar 2.2 Blok Diagram CPU Pada PLC

Pada dasarnya, operasi PLC relatif sederhana, peralatan luar dikoneksikan dengan modul input output pada PLC yang tersedia. Peralatan ini dapat berupa sensor analog, push button, limit switch, motor starter, solenoid, lampu dan sebagainya. Dalam melakukan proses CPU melakukan tiga operasi utama, pertama membaca data masukan dari perangkat luar melalui modul input atau melalui input yang terdapat pada PLC berupa memory. Kedua mengeksekusi program kontrol yang tersimpan pada memori PLC. Ketiga CPU memperbaharui data pada modul output. Ketiga proses ini disebut dengan *Scanning*. Software PLC yang berada pada komputer dilengkapi dengan fasilitas monitoring, komunikasi maupun simulasi [2].

Setiap input memiliki alamat tertentu sehingga untuk mendeteksinya mikroprosesor memanggil berdasarkan alamatnya. Banyaknya input yang dapat diproses tergantung jenis PLC yang digunakan. Sisanya output dikeluarkan PLC sesuai dengan program yang di buat oleh pemakai berdasarkan analisa keadaan input [1].

2.1.3 Bahasa Pemrograman PLC

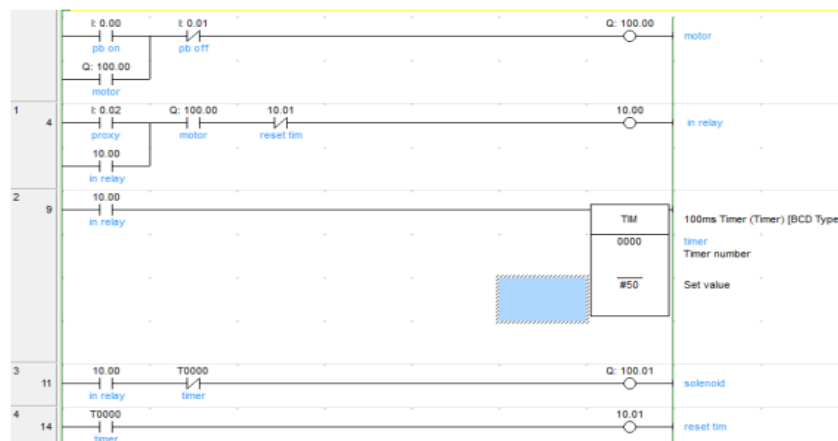
Dalam melakukan pemrograman PLC, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan yang telah di standarisasi oleh IEC (*Internasional Electrical Commission*).

1. List intruksi (*Intruksi List*), pemrograman dengan menggunakan intruksi-intruksi 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-statement yang umum di jumpai pada bahasa level tingkat 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 diskrit yang input/outputnya memiliki dua kondisi yaitu on atau off. Seperti pada sistem lift, konveyor, motor dan sebagainya.

Pengaplikasian dari kelima metode yang ada 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 yang paling populer dalam pemrograman PLC, hal ini terjadi karena PLC pertama yang dibuat menggunakan bahasa ladder. Istilah ini muncul karena bentuk bahasa yang digunakan mirip dengan tangga. Berikut ladder diagram sederhana menggunakan Software TIA Portal :



Gambar 2.3 Contoh Ladder Diagram

Dapat dilihat dari gambar diatas bahwa terdapat bagian utama seperti contact (*input*) dan coil (*output*). Bagian Run merupakan bagian yang berisi komponen-komponen ladder diagram untuk pengamatan [4]. Dalam *software* TIA

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

Input : %I0.0 atau %M0.0 Output : %Q0.0

Pengalamatan pada TIA Portal untuk input diawali dengan kode %I dan M%0.0 dengan dilanjutkan dua digit angka yang mempresentasikan port input yang digunakan pada PLC. Sedangkan pengalamatan untuk output diawali dengan kode %Q dan di ikuti dua digit setelahnya direpresentasikan sebagai port output yang digunakan pada PLC.

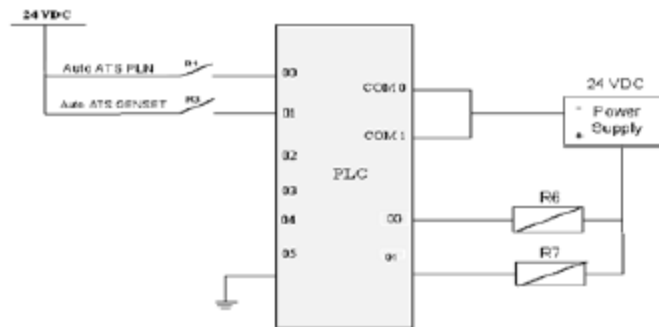
Dari gambar contoh ladder diagram terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya adalah :

- Pembacaan dilakukan dari kiri kekanan, dari atas ke bawah
- Tiap rung tak bisa diakhiri dengan lebih dari satu output
- Input dan output ditampilkan dalam kondisi tidak dienergized
- Input dan output di identifikasi berdasarkan alamatnya [4].

Dalam membuat suatu program ladder diagram adalah dengan menghubungkan busbar sisi kiri dan busbar sisi kanan sesuai dengan kondisi dan instruksi yang di inginkan untuk dikerjakan oleh unit PLC dalam menjalankan perintah ke mesin kontrolnya. Jalur operasi kerja ini terbagi atas dua yaitu sisi kiri yang terdiri dari kontak NO/NC yang berasal dari switch input langsung maupun switch internal relay dan sisi kanan berupa perintah kerja dalam program yang bersangkutan [1].

2.1.5 Unit Input dan Output PLC

Unit input akan mengubah tingkat logika pada tingkat logika yang dibutuhkan PLC berupa piranti input seperti : saklar, sensor dan lain-lain. Sedangkan untuk unit output pada PLC berupa motor, lampu, kumparan, katub, dan lain-lain. berjalan pada tegangan DC maupun AC, sebuah modul PLC dapat berfungsi sebagai saklar, logika pengguna akan menentukan apakah sebuah output seharusnya ON atau OFF.



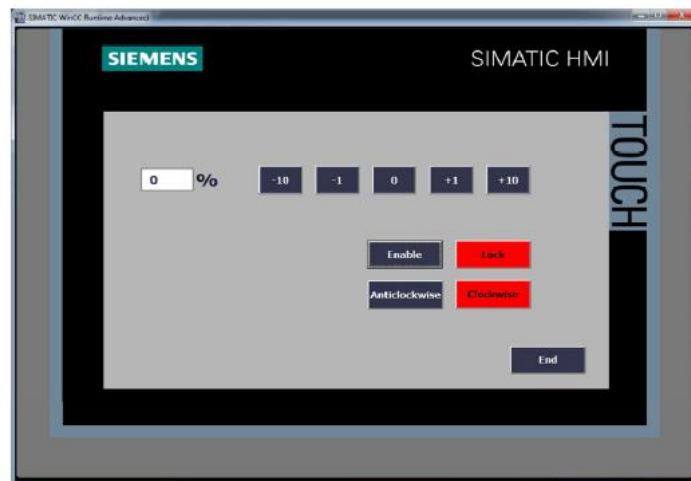
Gambar : 2.4 Input dan Output PLC

Sebelum membuat program ladder terlebih dahulu akan ditentukan alamat input dan output PLC untuk memudahkan penentuan alamat PLC dan komponen yang menjadi input dan output [5].

2.2 Human Machine Interface (HMI)

Human machine interface (HMI) merupakan suatu perangkat sistem yang menghubungkan antara pengguna atau manusia dan teknologi mesin. Umumnya berupa komputer dengan display di monitor CRT/LCD dimana kita bisa melihat keseluruhan sistem dari output tersebut.

HMI juga dilengkapi dengan keyboard dan mouse namun terkadang juga berupa model *touch screen*, dengan tujuan untuk memudahkan interaksi antara perangkat mesin dan pengguna user atau operator melalui penampilan layar komputer. HMI akan memberikan suatu tampilan berupa kondisi mesin, berupa video, simbol, lampu dan lain sebagainya. Dimana pada layar monitor operator dapat melihat parameter suatu sistem yang sedang beroperasi [6].



Gambar 2.5 Tampilan HMI

2.2.1 Unit Input dan Output PLC

Dalam bidang industri *Human Mechine Interface* (HMI) menjalankan keseluruhan perintah dari yang sederhana hingga yang kompleks tergantung spesifikasi masing-masing. Sebagian besar tergantung pada fungsi mesin dan kontrol yang diperlukan untuk menjalankan perintah. Bentuk *touch screen* pada HMI digunakan untuk memudahkan pengguna memasukan informasi atau

menginput perintah yang diinginkan oleh operator dan sebagai monitoring kondisi atau plant secara real time tanpa perlu keluar dari ruang kontrol [7].

2.2.2 Hubungan HMI dan PLC

Human Mechine Interface (HMI) umumnya dihubungkan dengan PLC, namun demikian keduanya tidak harus selalu berasal dari merek yang sama asalkan memiliki tipe komunikasi yang sama. Jenis komunikasi yang biasa digunakan dalam menghubungkan PLC dan HMI umumnya menggunakan koneksi *profinet/LAN* dimana program yang telah dibuat pada PLC berupa instruksi/ladder diagram akan dihubungkan dengan tools yang terdapat pada HMI yang terdiri dari tombol, instrument, indikator dll. Hubungan PLC dan HMI umumnya dalam aspek penggunaan dipakai pada skala industri berupa monitoring komponen yang saling terhubung satu sama lain dengan komponen lainnya.

HMI dapat juga dapat dikendalikan dengan menggunakan pengontrolan terpusat pada PLC dimana melalui pengontrolan terpusat, PLC akan menerima intruksi atau perintah dari HMI. Input dari PLC dapat berupa output dari HMI dan sebaliknya output dari PLC dapat berupa input dari HMI sesuai dengan jenis instruksi yang digunakan pada software bawaan dari PLC.

2.3 Automatic Transfer Switch (ATS)

2.3.1 Tentang ATS

Automatic Transfer Switch (ATS) adalah peralatan listrik yang menggunakan sistem yang dapat mengatur pergantian suplai catu daya listrik dari sumber listrik utama dari PLN ke sumber listrik cadangan atau genset yang bekerja secara otomatis dengan melakukan pengontrolan waktu/timer [4].

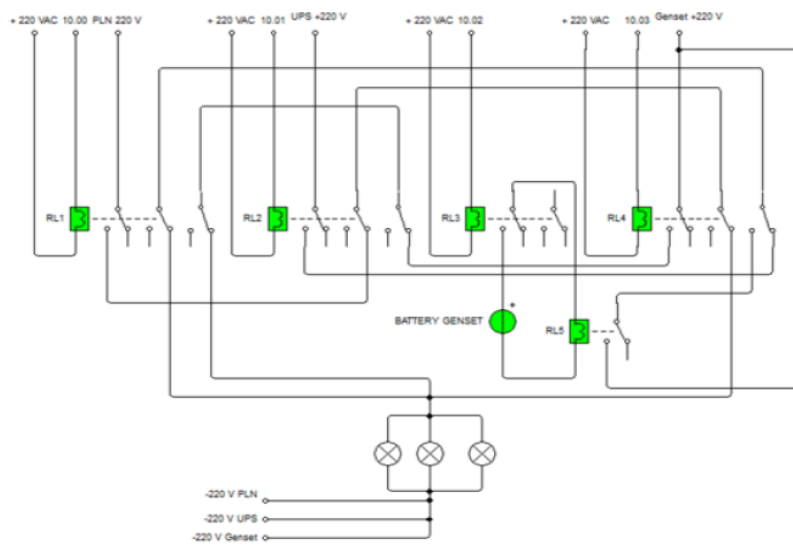
Fungsi utama dari sistem ATS untuk memindahkan hubungan antara 2 (dua) sumber daya listrik ke beban secara otomatis, sebagai suatu sistem yang saling terhubung satu sama lain. Karena fungsinya. Terkadang sistem ATS juga disebut sebagai sistem Automatic COS (*change Over Switch*) yang umumnya digunakan pada saat pasokan listrik PLN terganggu (terjadi gangguan). Maka pada saat itu penggunaan ATS sangat diperlukan untuk memindahkan catu daya listrik dari sumber utama ke sumber cadangan atau genset [3]. Berdasarkan rangkaian kontrolnya ATS terbagi menjadi dua yaitu :

- ATS yang menggunakan rangkaian kontrol PLC
- ATS yang menggunakan rangkaian kontrol berbasis relay dan time delay (TDR).

2.3.2 Prinsip Kerja ATS

Prinsip kerja *Automatic Transfer Switch* (ATS) ketika sumber tegangan utama dari PLN mati, maka ATS akan memindahkan catu daya berupa *switch* ke sumber cadangan atau genset. Akan tetapi sebelum sumber cadangan menyuplai tidak langsung menyuplai ke beban sebelum parameter terpenuhi seperti tegangan

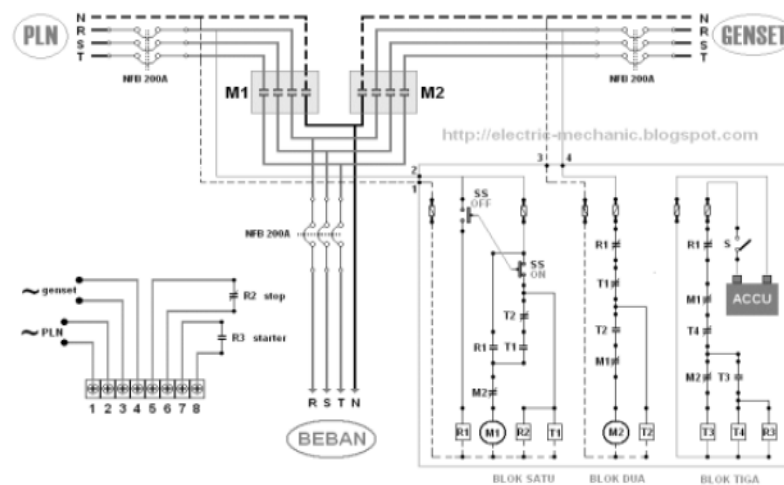
dan frekuensi yang sesuai dengan set point dalam sistem, setelah parameter ini terpenuhi sumber cadangan akan menyuplai ke beban. Sebaliknya jika kondisi suplai utama PLN telah berjalan dengan baik maka rangkaian ATS akan otomatis akan melakukan peralihan catu daya dari sumber cadangan ke sumber utama [3].



Gambar 2.6 Rangkaian Daya Sistem ATS Menggunakan Relay

Gambar diatas menjelaskan rangkaian daya sistem ATS dimana terdapat sumber utama dan sumber cadangan atau genset. Saat sumber utama terputus maka akan beralih ke cadangan atau genset dan terdapat pula sistem ATS yang secara langsung suplai dayanya akan beralih ke *Unniterruptable Power Supply* (UPS) berupa baterai atau aki untuk memberikan suplai listrik cadangan yang akan menyalakan komponen listrik atau beban lampu penerangan dan bersifat sementara selama waktu yang telah ditentukan sesuai dengan UPS yang digunakan sebelum beralih ke sumber cadangan [8].

Selanjutnya pada gambar diatas terdiri dari beberapa komponen pendukung suatu sistem ATS menggunakan relay dimana terdapat komponen seperti relay, lampu indikator beban, baterai genset, dan UPS. Setiap komponen pada sistem ATS menggunakan relay saling terhubung satu sama lain guna menghindari adanya hubung singkat pada masing-masing komponen sistem ATS.



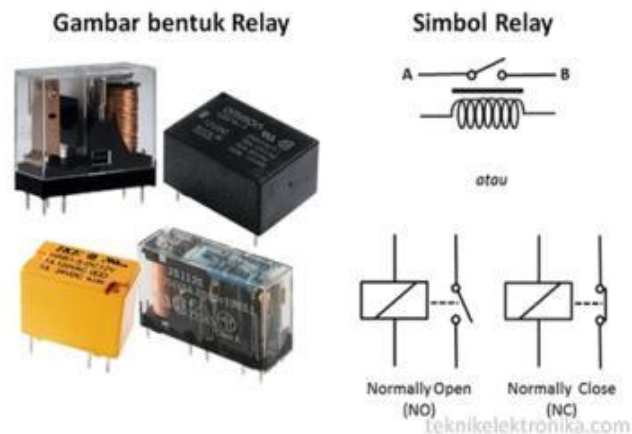
Gambar 2.7 Wiring Diagram Sistem ATS

Dalam sistem kontrol *Automatic Transfer Switch* (ATS) terdapat beberapa bagian-bagian yang dapat dikontrol melalui sistem yang diatur didalam software PLC berupa kontrol perpindahan antara sumber PLN dan Genset [3].

2.4 Relay

Relay merupakan Saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (slektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik

yang bertegangan lebih tinggi. Beberapa fungsi relay yaitu digunakan sebagai fungsi logika, penundaan waktu, pengendalian sirkuit tegangan, dan sebagai proteksi [8].



Gambar 2.8 Relay

2.4.1 Prinsip Kerja Relay

Relay memiliki 3 bagian utama yaitu common yang menyambung *nomally close* (untuk keadaan normalnya), *coil* atau kumparan, dan *contack* yang memiliki dua bagian (*nomally open* dan *nomally close*). Ketika *coil* di aliri arus listrik baik tegangan AC dan DC (*energized*) akan timbul gaya elektromagnetik yang akan menarik armature yang berpegas dan *contack* akan menutup. Selain berfungsi sebagai komponen elektronik relay juga berfungsi sebagai pengendali suatu sistem.

2.5 *Miniatur Circuit Breaker (MCB)*

Miniature Circuit Breaker (MCB) digunakan sebagai pembatas arus untuk membatasi arus sekaligus sebagai pengaman dalam suatu instalasi listrik. MCB berfungsi sebagai pengaman hubung singkat listrik dan juga berfungsi sebagai pengaman beban lebih. MCB akan secara otomatis dengan segera memutuskan arus apabila arus yang melewati atau melebihi arus nominal yang telah ditentukan pada MCB tersebut. Arus nominal yang terdapat pada MCB adalah 1A, 2A, 4A, 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 32A dan lain sebagainya [8].



Gambar 2.9 Miniatur Circuit Breaker (MCB)

2.5.1 Prinsip Kerja MCB

Prinsip kerja MCB untuk memutuskan rangkaian jika terjadi beban lebih akibat melebihi arus nominal secara terus menerus, pemutusan yang terjadi apabila terjadi hubung singkat yang menimbulkan arus yang sangat besar maka digunakan induksi elektromagnetik. Untuk mekanisme kerja hampir sama dengan induktor, apabila suatu induktor dialiri arus listrik yang besar maka menyebabkan inti induktor akan bergerak karena timbulnya induksi magnetik. Menyebabkan *coil* bergerak dan menyebabkan antara terminal atas dan terminal bawah terputus

dan MCB menjadi OFF. Hubung singkat yang menimbulkan arus yang sangat besar sehingga membutuhkan waktu yang relatif cepat untuk melindungi peralatan listrik dengan melakukan pemutusan rangkaian (trip).

2.6 Kontaktor

Kontaktor magnetik merupakan sebuah komponen listrik yang berfungsi sebagai penghubung /kontak dengan kapasitas yang besar dengan menggunakan daya nominal. Sebuah kontaktor terdiri dari *coil*, beberapa kontak *Normally Open* (No) dan beberapa *Normally Close* (NC). Pada saat kontaktor normal, No akan membuka saat kontaktor bekerja, No. akan menutup. Sedangkan Kontak NC sebaliknya yaitu ketika dalam keadaan normal dan sebaliknya. Koil merupakan lilitan yang jika diberi tegangan akan terjadi efek magnetisasi dan menarik kontak-kontaknya sehingga terjadi perubahan atau bekerja [9].



Gambar 2.10 Kontaktor Magnetik.

2.7 Perbandingan Penelitian

Literature view merupakan salah satu metode yang digunakan dalam melakukan penelitian dengan membaca dan membandingkan penelitian yang telah dibuat dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Perancangan kontrol *Automatic Transfer Switch* (ATS) berbasis *Programmable Logic Control* (PLC) Siemens Simatic S7-300 menggunakan metode *literature view* dengan melihat beberapa jurnal yang sesuai dengan penelitian yang akan dilaksanakan.

Umumnya sistem catu daya listrik digambarkan dengan menggunakan komponen listrik seperti relay dan kontaktor dengan memanfaatkan penggunaan *time delay* yang terdapat pada komponen listrik tersebut. Akan tetapi seiring dengan perkembangan zaman dimungkinkan sistem peralihan catu daya listrik menggunakan pengontrolan berbasis industri dan elektronik.

Pada penelitian sebelumnya Pergantian catu daya listrik dilakukan dari salah satu sumber dengan sumber listrik yang lain. Jenis pengontrolan yang umum digunakan adalah relay dan kontaktor dengan memanfaatkan *time delay* relay. Akan tetapi jenis pengontrolan ini memiliki tingkat keandalan yang cukup rendah karena penggunaan kabel yang relatif banyak dan seringnya timbul aus pada ujung-ujung penghantar dari kabel tersebut.

Salah satu penelitian yang membahas Perpindahan catu daya listrik *Automatic Transfer Switch* (ATS) yaitu dengan menggunakan sistem *Automatic Change Over Switch* (ACOS) dengan pengontrolan PLC. Sistem ACOS umumnya digunakan untuk menghidupkan genset serta terdiri dari rangkaian daya dan

rangkaian kontrol. Rangkaian ini bertujuan untuk memberikan catu daya dari sumber utama, genset, dan baterai menuju beban listrik. Keseluruhan sistem dari ACOS akan dikendalikan melalui sistem pengontrolan terpusat pada PLC dan menerima intruksi/perintah dari HMI. Rangkaian daya pada sistem ACOS berfungsi sebagai sistem penghubung sumber listrik utama dengan sumber listrik cadangan [10].

Selanjutnya terdapat *Hybrid Automatic Transfer Switch* (HATS) dengan pengontrolan catu daya listrik berbasis elektronik yaitu dengan memanfaatkan komponen Thyristor bertipe *Dioda Alternating Current* (DIAC) sebagai sakelar peralihan catu daya listrik dan dikontrol menggunakan PLC. Akan tetapi salah satu kekurangan dari sistem ini yaitu adanya konduksi yang terdapat pada Thyristor [12].

ATS yang terdiri dari sekumpulan peralatan yang digunakan untuk mengalihkan komponen listrik sumber daya yang berbeda dan terjadi pemadaman karena kerusakan pada salah satu catu daya listrik. input dan output yang digunakan dalam PLC menggunakan software program instruction list yang terdapat pada PLC tipe Twido bawaan dari schneider dengan mengacu pada logika sederhana yang digunakan dalam melakukan pemrograman dalam bentuk rangkaian logika AND, OR, NAND dll. Selanjutnya input dan output yang digunakan menggunakan range tegangan 220VAC/24VDC pada PLC [11].

Tabel 2.1 Tabulasi Perbandingan Penelitian

No	Pengontrolan	Spesifikasi	Kinerja	Implementasi
1.	HATS (Penggunaan Thyristor)	- Rangkaian daya dan kontrol - Thyristor (DIAC), MCB, Kontaktor, Power Supply, PLC, UPS, Relay.	- Sebagai penghubung dua sumber utama dan sumber cadangan.	- Industrial Prototype - Pengontrolan Hybrid melalui PLC.
2.	ACOS	- Rangkaian daya dan kontrol - PLC Omron CPM, MCB, Kontaktor, Power Supply, Noise Filter, Lampu, Relay AC dan DC.	- Sebagai penghubung sumber listrik utama dengan sumber listrik cadangan.	- Starting Genset - Pengontrolan terpusat melalui PLC.
3.	ATS	- Rangkaian daya dan kontrol - PLC Siemens, MCB, Kontaktor, Lampu, Relay.	- Sebagai penghubung sumber listrik utama dengan sumber listrik cadangan.	- Prototype Praktikum. - Pengontrolan terpusat melalui PLC dan HMI.

Tabel 2.1 memperlihatkan tabel Tabulasi Perbandingan Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan dengan menggunakan pengontrolan *Programmable Logic Control* (PLC) Siemens Simatic S7-300.

Berikut keuntungan yang didapatkan dari sistem ATS dengan PLC yaitu:

- Mengurangi konsumsi energi (penggunaan lebih sedikit dari pada relai antar muka)
- Konfigurasi mudah dari segi fungsinya dengan menggunakan pengontrol logika terprogram
- Mengurangi jumlah perangkat listrik pergantian dinamis menggunakan perangkat pergantian statis
- Mengurangi setengah dari jumlah konduktor/kabel yang digunakan
- Memecahkan masalah yang sangat kompleks
- Deteksi kesalahan dalam sistem kelistrikan
- Fleksibilitas konfigurasi ulang logika lebih mudah.

Berikut kekurangan yang didapatkan dari sistem ATS menggunakan PLC

- Waktu respon tidak sesuai dengan keinginan dalam hal ini respon dari setiap pabrikan PLC dari input yang digunakan.
- Perawatan yang cukup sulit / memperhatikan pabrikan yang digunakan.