

**PERANCANGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS) 3
PHASA MENGGUNAKAN PLC OMRON UNTUK PERGANTIAN
SUMBER DAYA LISTRIK DI FTTK UMRAH**



Skripsi

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat
Sarjana Teknik (S.T)

Oleh:

DIAN NOVITA SINAMBELA

2101010043

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG**

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

PERANCANGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS) 3 PHASA MENGGUNAKAN PLC OMRON UNTUK PERGANTIAN SUMBER DAYA LISTRIK DI FTTK UMRAH



SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Derajat

Sarjana Teknik (S.T)

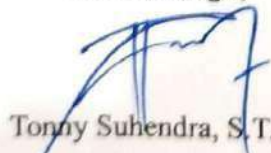
Oleh:

Dian Novita Sinambela

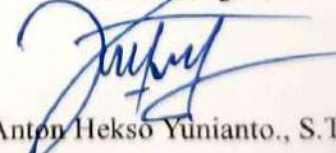
2101010043

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,


Tony Suhendra, S.T., M.Cs
NIP. 198012182024110005

Pembimbing II,


Ir. Anton Hekso Yunianto., S.T., M.Si
NIP. 19790611202411001

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Perancangan *Automatic Transfer Switch* (ATS) 3 Phasa
Menggunakan PLC Omron Untuk Pergantian Sumber Daya
Listrik Di FTTH UMRAH

Nama : Dian Novita Sinambela

NIM : 2101010043

Program Studi : Teknik Elektro

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 24 Juni 2025

Susunan Tim Pembimbing

Pembimbing 1 : Tonny Suhendra, S.T., M.Cs

Pembimbing 2 : Ir. Anton Hekso Yunianto., S.T., M.Si

Susunan Tim Penguji

Ketua Penguji : Ahmad Syafiq, S.T., M.Si

Anggota Penguji : 1. Venry Villy, S.Sos

: 2. Deny Nusyirwan, S.T., M.Sc

: 3. Tonny Suhendra, S.T., M.Cs

: 4. Ir. Anton Hekso Yunianto., S.T., M.Si

Tanjungpinang, 24 Juni 2025

Universitas Maritim Raja Ali Haji

Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman

Dekan Teknik Elektro



Martaleli Bettiza, S.Si., M.Sc.

NI PPPK.197508282021212006

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya mahasiswa yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dian Novita Sinambela

NIM : 2101010043

Tempat Tanggal Lahir : Pandumaan, 04 September 2003

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang berjudul “PERANCANGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS) 3 PHASA MENGGUNAKAN PLC OMRON UNTUK PERGANTIAN SUMBER DAYA LISTRIK DI FTTK UMRAH” merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikasi, serta tidak mengutip hasil karya orang lain, kecuali saya nukilkan yang setiap penukilan tersebut saya sebutkan sumbernya sesuai dengan batasan dan tata cara pengutipan.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan melanggar peraturan yang berlaku dalam karya tulis dan hak intelektual, maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Maritim Raja Ali Haji dan menerima sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Tanjungpinang, 28 Juni 2025

Yang membuat pernyataan



Dian Novita Sinambela

NIM. 2101010043

MOTTO

“God Is Good”

“Long Live Education”

“Karena masa depan sungguh ada, dan harapanmu tidak akan hilang”

(Amsal 23:18)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkatnya kepada peneliti, sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Skripsi ini peneliti persembahkan untuk:

Almarhum Ayahku Mangapul Sinambela tercinta Terimakasih atas segala kasih sayang, pengorbanan, didikan dan doa tulus semasa hidup. Semangat, didikan, dan kenanganmu menjadi motivasi bagi putri kecilmu. Doa tulus dipanjatkan peneliti di setiap malam kepada Bapa yang Maha penyayang agar Ayah tenang di sisi-Nya, dan melihat perjalanan putri kecilnya ini. Selama 15 tahun peneliti selalu merindukan, mengharapkan Ayah bahagia disana dan semoga satu-persatu harapan Ayah yang dulu disampaikan kepada peneliti terjawab satu - persatu meskipun tanpa kehadiranmu. *“Big miss for you Dad and I’ll try the best for you and momy”*

Ibu Poibe Nainggolan tercinta Terimakasih selalu mendoakan dan telah membesarkan peneliti. Peneliti adalah anak terakhir dari beliau yang tidak pandai menunjukkan kasih sayang, namun dibalik hal tersebut peneliti selalu memanjatkan doa tulus kepada Tuhan agar beliau diberikan umur panjang, kesehatan, kebahagiaan dan harapan besar untuk selalu bersama beliau selamanya.

Agus Erianto Sinambela tersayang yang merupakan abang dari peneliti. Peneliti sangat mengucapkan banyak terimakasih karena Beliau selalu mengusahakan yang terbaik untuk adikmu. Semoga Tuhan semakin memberkati dan memberikan kehidupan yang indah atas semua hal baik yang telah dilakukan. Terimakasih juga karena telah berusaha menggenapi kebutuhan peneliti layaknya seorang ayah di

hidupku “*very lucky to have u abang*”. Tetaplah menjadi abangku tersayang

Saudara dan saudari kandung Debora Sinambela, Rajuman Sinambela dan Elfrida Sinambela Terimakasih atas motivasi yang telah diberikan selama menjalani perkuliahan dan dalam menyelesaikan karya tulis ini. Terimakasih karena selalu bangga kepada adik kecilmu ini. Sejauh apapun kita berada namun hati selalu merindukan saudara-saudariku tercinta. Semoga Tuhan selalu menyertai langkah kita dimanapun kita berada.

Keponakan tersayang yaitu Glenario Christian Pandaoni Gaol, Harlan Dwinata Lumban Gaol dan Gracielly Asian Lumban Gaol Terimakasih karena selalu menjadi alasan peneliti untuk selalu semangat dan tersenyum.

Bapak Instruktur Kelistrikan BLKPP KEPRI, yaitu Bapak Ahmad Syafiq, S.T., M.Si Terimakasih kepada Beliau yang selalu memberikan dukungan, kebaikan, nasehat dan motivasi, bertukar pikiran. Banyak hal yang peneliti ketahui setelah mengenal beliau mulai dari cara belajar, bersosialisasi, bekerja, menghargai segala hal.

Bapak Tonny Suhendra, S.T., M.Cs sebagai pembimbing I yang telah memberikan ilmu, menyediakan waktu, tenaga serta pikiran.

Bapak Ir. Anton Hekso Yudianto, S.T., M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan ilmu, menyediakan waktu dan pikiran.

Nidya Cihur Rejeki Ujung dengan NIM 2101010038, sebagai sahabat layaknya saudara perempuan sedarah. Beliau adalah orang pertama yang menjadi tempat bercerita, teman yang selalu ada dalam suka dan duka. Di masa perkuliahan ini kita jalani bersama-sama. Semoga pertemanan kita abadi sampai selamanya.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala kasih karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Perancangan *Automatic Transfer Switch* (ATS) 3 Phasa Menggunakan PLC Omron Untuk Pergantian Sumber Daya Listrik Di FTTK UMRAH” dengan lancar. Pada kesempatan ini, peneliti menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, peneliti juga mengucapkan terimakasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan penyertaan-Nya sehingga peneliti dapat menulis penelitian ini dengan lancar.
2. Orangtua dan keluarga yang selalu mendoakan dan memberi motivasi dalam menyelesaikan skripsi dengan baik.
3. Ibu Martaleli Bettiza., S.Si., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman Universitas Maritim Raja Ali Haji.
4. Bapak Tonny Suhendra S.T., M.Cs. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah membimbing peneliti dalam menulis skripsi ini.
5. Bapak Ir. Anton Hekso Yudianto, S.T., M.Si. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah membimbing peneliti dalam menulis skripsi ini.
6. Dosen Penasihat Akademik yaitu Ibu Rusfa, S.T., M.T ucapan terimakasih kepada beliau karena telah mengajari dan membimbing peneliti selama perkuliahan.
7. Terimakasih kepada teman-teman angkatan 2021 dan 2022 yaitu Artha Aulia, Nidya Cihur, Rijon Rafael Lumban Gaol, Andy Gunawan, Deni Pratama, Junaidi, Febryan Saputra, Meliza, Diana, Heldy Devitra, Sri Puji

Nainggolan, Vizny Debora, dan Fizay Siregar dan masih banyak lagi yang tidak dapat disebutkan satu-persatu oleh peneliti.

8. Terakhir Peneliti ingin mengucapkan terimakasih kepada satu sosok yang selama ini diam-diam berjuang tanpa henti, melawan dirinya yang pemalu dan merasa kurang pada dirinya sendiri, seorang perempuan sederhana dengan impian tinggi. Terimakasih kepada peneliti yaitu Dian Novita Sinambela. Anak terakhir yang berumur 21 tahun yang dikenal keras kepala dan selalu menangisi kehilangan Ayah-nya. Terimakasih telah bertahan sejauh ini, dan terus berjalan melewati segala tantangan. Terimakasih karena tetap berani menjadi dirimu sendiri, walaupun sering diremehkan, dan tidak ada yang bangga atas pencapaianmu. Tetaplah semangat dan jangan pernah lelah menjalani hidupmu. Aku berdoa, semoga langkah kaki kecilmu selalu diperkuat, dikelilingi oleh orang-orang yang baik, serta mimpimu satu persatu akan terjawab.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan peneliti khususnya. Peneliti menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna Maka dari itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi peneliti. Sekian dan terimakasih.

Tanjungpinang, 09 Juni 2025



Dian Novita Sinambela

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS	Error! Bookmark not defined.
MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Kajian Terdahulu.....	4
B. Landasan Teori.....	7
1. Listrik AC (<i>Alternating Current</i>) 3 phasa	7
2. ATS (<i>Automatic Transfer Switch</i>).....	7
3. PLC Omron CP1E-N20DR-A.....	8
4. Genset HT 135 P	12
5. <i>Thermal Overload Relay</i> (TOR).....	13
6. Komisioning Kelistrikan	14
7. <i>Direct On Line</i> (DOL).....	14
8. <i>Relay AC</i>	15
9. Kontaktor LC1 D09	16
10. <i>Time Delay Relay</i> (TDR) H3Y-2	18
11. <i>Software CX Programmer</i>	18
12. <i>Software Simurelay</i>	19

III.	METODE PENELITIAN.....	21
	A. Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	21
	B. Alat dan Bahan Penelitian.....	22
	C. Prosedur Penelitian	22
	D. Perancangan Sistem	24
	1. Perancangan Perangkat Lunak	25
	a. Perancangan Sistem Kontrol.....	26
	b. Perancangan Sistem <i>Software</i> Simurelay	27
	2. Perancangan perangkat Keras	28
	E. Analisis Data dan Kesimpulan.....	31
IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
	A. Pengembangan <i>Hardware</i>	33
	B. Pengembangan Elektronik	33
	1. Uji Fungsionalitas	34
	A. Pengujian PLC CP1E- N20DR- A	34
	B. Pengujian Motor 3 Fasa.....	34
	C. Pengujian Kontaktor	35
	D. Pengujian <i>Relay</i> AC MK2P-I.....	36
	E. Pengujian <i>Timer Delay Relay</i>	37
	2. Pengujian ATS (<i>Automatic Transfer Switch</i>).....	38
	3. Integrasi Komponen	38
	C. Pengembangan <i>Firmware</i>	42
	D. Uji Laboratorium	44
	E. Uji Keseluruhan Sistem.....	45
	F. Uji Lapang	47
	G. Analisis Data	48
	1. Pengujian Sistem ATS (<i>Automatic Transfer Switch</i>)	48
	2. Pengujian Sistem ATS (<i>Automatic Transfer Switch</i>) Terhadap Beban.....	51
	3. Analisis Tes komisioning Sistem ATS (<i>Automatic Transfer Switch</i>) ...	53
	H. Pembahasan	56
V	KESIMPULAN DAN SARAN	58
	A. Kesimpulan	58
	B. Saran	58
	DAFTAR PUSTAKA	59

LAMPIRAN.....	62
BIODATA.....	69

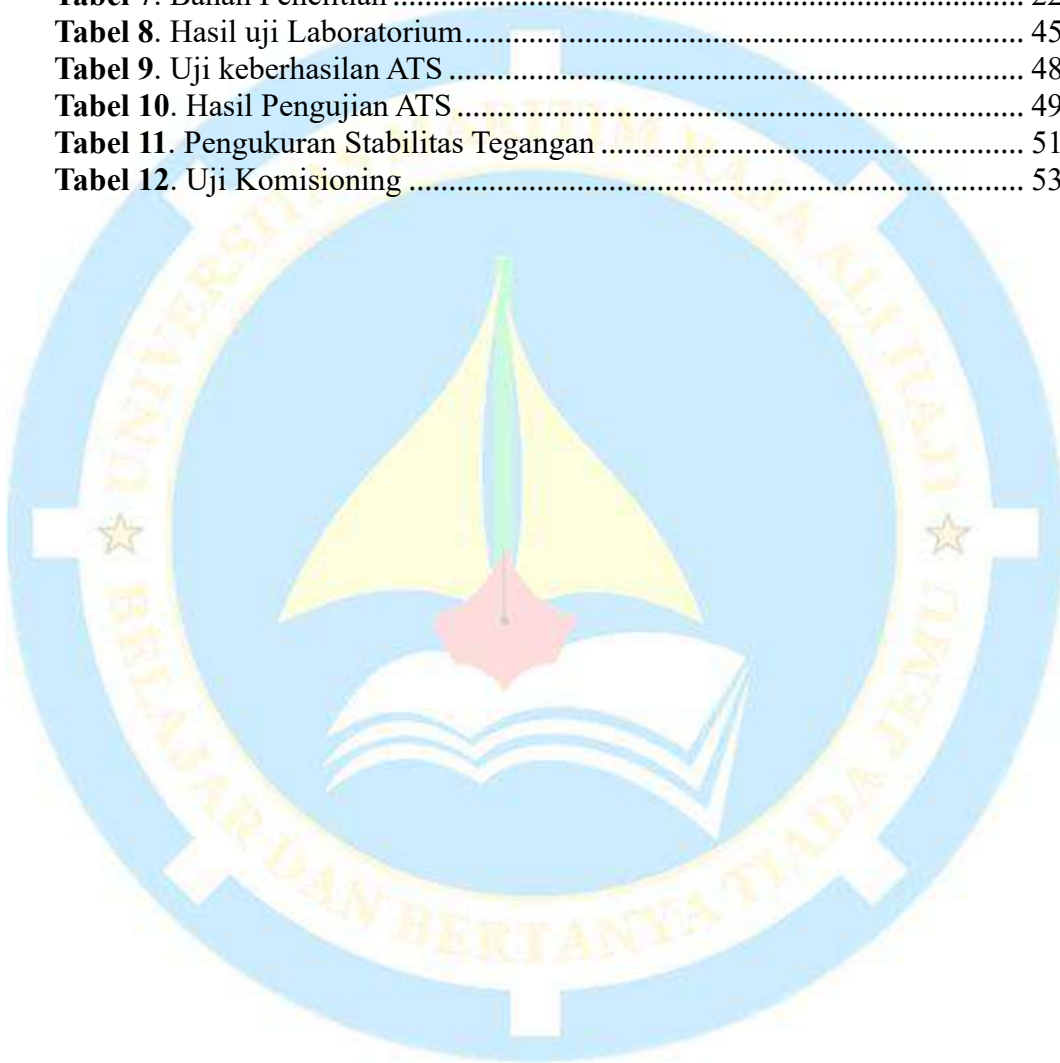


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kurva 3 Phasa	7
Gambar 2. ATS (<i>Automatic Transfer Switch</i>)	8
Gambar 3. PLC Omron CP1E-N20DR-A	8
Gambar 4. Pin Terminal: (a) <i>Input</i> Terminal (b) <i>Output</i> Terminal	10
Gambar 5. Genset HT 135 P	12
Gambar 6. <i>Thermal Overload Relay</i>	13
Gambar 7. <i>Relay AC</i>	16
Gambar 8. Kontaktor LC1 DO9	17
Gambar 9. TDR (<i>Timer Delay Relay</i>).....	18
Gambar 10. <i>Software CX Programmer</i>	19
Gambar 11. <i>Software Simurelay</i>	20
Gambar 12. Lokasi BLKPP Provinsi Kepulauan Riau	21
Gambar 13. Lokasi FTTK UMRAH.....	21
Gambar 14. Prosedur Penelitian	23
Gambar 15. Blok Diagram	25
Gambar 15. Perancangan Sistem Kontrol ATS.....	27
Gambar 17. Perancangan Rangkaian Kontrol dan Daya.....	28
Gambar 18. Desain 3D Panel.....	29
Gambar 19. Desain 3D <i>Enclosure</i> Genset HT 135 P.....	29
Gambar 20. Desain 3D Genset HT 135 P.....	30
Gambar 21. Desain 3D Keseluruhan Alat.....	30
Gambar 22. (a) Tampak Bagian Depan (b)Tampak Bagian Dalam Panel.....	33
Gambar 23. Pengujian PLC CP1E-N20DR-A.....	34
Gambar 24. Pengujian Motor 3 Phasa.....	35
Gambar 25. Pengujian Kontaktor.....	36
Gambar 26. Pengujian <i>Relay</i>	37
Gambar 27. Pengujian <i>Time Delay Relay</i>	38
Gambar 28. Komponen ATS.....	39
Gambar 29. (a) ATS Dari Sumber Utama (b) ATS Dari Sumber Cadangan...39	
Gambar 30. Skematik Rangkaian Kontrol PLC Omron.....	40
Gambar 31. Integrasi Komponen.....	40
Gambar 32. Integrasi Komponen Panel Kontrol.....	41
Gambar 33. Integrasi Komponen ATS.....	41
Gambar 34. <i>Ladder</i> Diagram Aktivasi Sumber PLN.....	42
Gambar 35. <i>Ladder</i> Diagram Pengalihan Sumber Ke Genset.....	43
Gambar 36. Uji Laboratorium.....	44
Gambar 37. Hasil Pemasangan Panel Pada <i>Enclosure</i> Genset.....	45
Gambar 38. Pemasangan Kabel <i>Incoming</i> PLN DAN <i>Incoming</i> Genset.....	46
Gambar 39. Komisioning Kelistrikan.....	47
Gambar 40. Grafik Tegangan dengan Daya PLN.....	50
Gambar 41. Grafik Tegangan dengan Daya Genset.....	50
Gambar 42. Grafik Pengujian ATS Terhadap Beban.....	52
Gambar 43. Grafik Perbandingan Tegangan <i>Input</i> dan Tegangan <i>Output</i>	54
Gambar 44. Grafik Perbandingan Arus Masuk dan Arus Keluar	54
Gambar 44. Grafik Daya Aktif	55

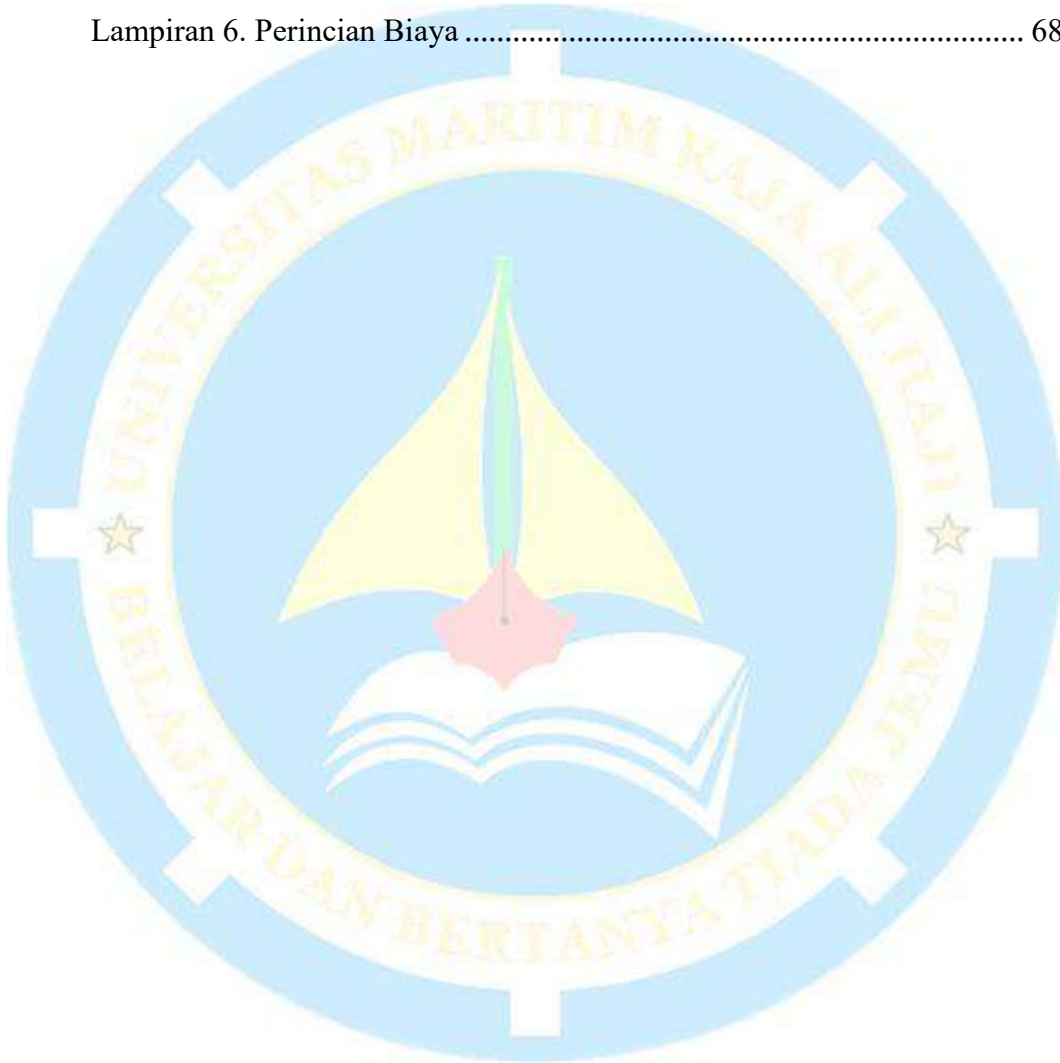
DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi PLC Omron CP1E-N20DR-A.....	9
Tabel 2. Perbandingan PLC dan mikrokontroler Arduino	10
Tabel 3. Spesifikasi Genset HT 135 P	13
Tabel 4. Spesifikasi <i>Relay</i> AC	16
Tabel 5. Spesifikasi Kontaktor LC1D09.....	18
Tabel 6. Alat Penelitian.....	22
Tabel 7. Bahan Penelitian	22
Tabel 8. Hasil uji Laboratorium.....	45
Tabel 9. Uji keberhasilan ATS	48
Tabel 10. Hasil Pengujian ATS	49
Tabel 11. Pengukuran Stabilitas Tegangan	51
Tabel 12. Uji Komisioning	53



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pemasangan dan Integrasi Komponen Ke Panel.....	62
Lampiran 2. Uji Fungsional.....	63
Lampiran 3. Tampilan Keseluruhan Alat.....	65
Lampiran 4. Komisioning Kelistrikan	66
Lampiran 5. Uji lapang	67
Lampiran 6. Perincian Biaya	68



ABSTRAK

Sinambela, Dian Novita. 2025. "Perancangan *Automatic Transfer Switch* (ATS) 3 Phasa Menggunakan PLC Omron Untuk Pergantian Sumber Daya Listrik Di FTTK UMRAH". Skripsi. Tanjungpinang: Program Studi Teknik Elektro. Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman. Universitas Maritim Raja Ali Haji. Pembimbing I: Tonny Suhendra, S.T., M.Cs. Pembimbing II: Ir. Anton Hekso Yunianto, S.T., M.Si.

Seiring dengan berkembangnya teknologi otomasi, sistem pengalihan daya listrik otomatis menjadi semakin penting, terutama di lingkungan institusi pendidikan seperti FTTK UMRAH. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) 3 phasa berbasis PLC Omron CP1E-N20DR-A untuk mengalihkan sumber listrik dari PLN ke genset HT 135 P secara otomatis. Sistem ini menggunakan *relay* dan *Time Delay Relay* (TDR) untuk mengatur waktu perpindahan sumber daya listrik dan menjaga kestabilan tegangan guna mengurangi risiko kerusakan peralatan dan waktu henti operasional. Perangkat ini dapat melakukan switching pasokan daya dari sumber utama (PLN) ke sumber cadangan (genset) ketika terjadi pemadaman listrik dari sumber utama. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu perpindahan dari PLN ke genset rata-rata 5 detik, dan dari genset kembali ke PLN rata-rata 5 detik. Sistem ini mampu menyalurkan daya ke beban motor 3 phasa sebesar 380 Volt. Stabilitas tegangan dari pengujian ATS terhadap variasi beban rata-rata 5,94% saat menggunakan PLN dan saat menggunakan genset. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dan menunjukkan perpindahan daya selama 5 detik.

Kata Kunci: ATS 3 Phasa, PLC Omron, Genset HT 135 P, TDR, Perpindahan Daya

ABSTRACT

Sinambela, Dian Novita. 2025. "*Design of a 3-Phase Automatic Transfer Switch (ATS) Using Omron PLC for Switching Electrical Power Sources in FTTK UMRAH.*" Thesis. Tanjungpinang: Department of Electrical Engineering and Computer Engineering, Faculty of Engineering and Maritime Technology, Raja Ali Haji Maritime University. Supervisor I: Tonny Suhendra, S.T., M.Cs. Supervisor II: Ir. Anton Hekso Yunianto, S.T., M.Si.

As automation technology continues to advance, automatic power switching systems are becoming increasingly essential, particularly in educational institutions such as FTTK UMRAH. This study aims to design a 3-phase Automatic Transfer Switch (ATS) system using the Omron CP1E-N20DR-A PLC to automatically switch the electrical source from the main grid (PLN) to the HT 135 P generator. The system incorporates relays and a Time Delay Relay (TDR) to control the switching time and maintain voltage stability in order to reduce equipment damage and operational downtime. The device is capable of switching the power supply from the main source (PLN) to the backup source (generator) in the event of a power outage. Test results show that the average switching time from PLN to generator is 5 seconds, and from generator back to PLN is also 5 seconds. The system delivers power to a 3-phase motor load at 380 Volts. Voltage stability during ATS testing under varying loads averaged 5.94% when using PLN and a similar value when using the generator. The system was tested 10 times and consistently performed successful power transfers within 5 seconds.

Keywords: 3-Phase ATS, Omron PLC, HT 135 P Generator, TDR, Automatic Switching.

I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi otomasi dalam beberapa tahun terakhir telah membawa dampak signifikan terhadap produktivitas dan keamanan dalam berbagai sektor, termasuk industri dan bangunan komersial. Salah satunya teknologi yang mengalami perkembangan pesat adalah sistem kontrol otomatis, yang dapat diterapkan pada sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*). ATS merupakan perangkat yang digunakan untuk mengalihkan suplai listrik secara otomatis dari sumber utama, seperti PLN ke sumber cadangan, seperti Genset ketika ada gangguan pada sumber utama. Sistem ini menjadi penting dalam berbagai aplikasi, terutama pada fasilitas yang membutuhkan pasokan listrik tanpa gangguan seperti rumah sakit, pusat data, dan industri manufaktur (Groover, 2015).

Implementasi ATS berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*) menawarkan berbagai keunggulan, seperti peningkatan kinerja dalam pengendalian perpindahan sumber daya listrik. PLC memungkinkan konfigurasi dan kontrol yang lebih presisi dibandingkan dengan sistem berbasis *relay* konvensional. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan *relay* dan *Time Delay relay* (TDR) sebagai komponen utama dalam sistem ATS memiliki permasalahan, terutama dalam pengaturan waktu dan kelengkapan rangkaian. Oleh karena itu, penggabungan PLC dengan *relay* dan TDR diharapkan dapat meningkatkan kinerja sistem ATS secara keseluruhan (Mane et al., 2021).

Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman (FTTK) Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH), kampus Senggarang, terdapat genset yang saat ini belum dilengkapi dengan sistem ATS. Pengoperasian genset tersebut masih dilakukan secara manual saat terjadi pemadaman listrik dari PLN. Namun pengoperasian manual dapat menjadi kurang tepat karena memerlukan penyesuaian secara manual untuk mematikan, dan menghidupkan kembali genset. Hal ini dapat mengakibatkan waktu *downtime* yang lebih lama dan dapat menimbulkan risiko kerusakan alat. Hal ini dapat mengganggu keberlangsungan kegiatan akademik dan operasional di lingkungan kampus. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan ATS berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*) dapat memberikan respon yang lebih cepat dibandingkan sistem manual, serta mengurangi penggunaan energi dan mengurangi risiko kerusakan pada peralatan listrik akibat perpindahan sumber daya yang tidak stabil (Abdul Majid, 2018).

Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) berbasis PLC Omron menggunakan *relay* dan TDR sebagai komponen utama. Sistem yang diusulkan diharapkan mampu mengatasi permasalahan pada sistem pengoperasian sekaligus memberikan solusi yang tepat dalam perpindahan sumber daya listrik.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu belum adanya penggunaan ATS (*Automatic Transfer Switch*) untuk pengalihan

sumber daya listrik dari PLN ke *genset* pada mesin genset HT135P di Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman.

C. Batasan Masalah

Agar pembahasan tetap terarah dan tidak menyimpang dari topik yang dibahas, maka diperlukan batasan permasalahan:

1. Sistem kendali ATS (*Automatic Transfer Switch*) menggunakan *relay* dan *Time Delay relay* (TDR).
2. Sistem kendali ATS (*Automatic Transfer Switch*) antara dua sumber yaitu PLN dan *genset*.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk rancang bangun sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) berbasis PLC Omron dengan menggunakan *relay* dan *Time Delay relay* (TDR) pada mesin genset HT 135 P di FTTK.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu mengimplementasikan ATS (*Automatic Transfer Switch*) untuk pengalihan sumber daya listrik dari PLN ke genset. Mengembangkan penelitian penggunaan motor 3 fasa dan PLC Omron sebagai mikrokontroler.

II TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Terdahulu

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terkait ATS (*Automatic Transfer Switch*) oleh berbagai peneliti sebelumnya, hasil penelitian tersebut telah dipublikasikan secara nasional dan internasional sebagai berikut :

Penelitian (Olatomiwa & Olufadi, 2014) meneliti sistem *Automatic Changeover Switch* berbasis mikrokontroler untuk perpindahan sumber daya listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengurangi *delay* perpindahan daya dibandingkan metode manual. Namun, sistem ini memiliki keterbatasan karena tidak mampu menangani sinkronisasi antar fasa dengan baik, yang sangat penting dalam sistem ATS 3 fasa untuk menghindari ketidakseimbangan beban dan lonjakan tegangan.

Penelitian Abdul Majid (2018) pada tahun melakukan penelitian mengenai penerapan *Automatic Transfer Switch* (ATS) dalam sistem kelistrikan *hybrid* yang menggabungkan energi surya dan sumber listrik dari PLN pada rumah tangga. Penelitian ini menunjukkan bahwa ATS dapat secara otomatis beralih antara sumber energi dari panel surya dan PLN berdasarkan kondisi tegangan akumulator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa saat akumulator terisi penuh, ATS beralih ke penggunaan *inverter* yang terhubung dengan panel surya, dan ketika tegangan akumulator menurun hingga 10 volt, ATS secara otomatis beralih ke sumber PLN. Meskipun sistem ini dapat mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan, Penelitian ini tidak membahas potensu peningkatan daya guna melalui penggunaan

teknologi kontrol yang lebih canggih, seperti *Programmable Logic Controller* (PLC) yang dapat memberikan pengaturan yang lebih praktis dan responsif terhadap perubahan beban.

Penelitian (Mbonu Nkemjika et al., 2019) mengembangkan *Automatic Transfer Switch* (ATS) satu fasa berbasis mikrokontroler Atmega8 untuk mengalihkan sumber daya listrik antara PLN dan genset. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara otomatis dengan waktu perpindahan yang cepat dan mampu menangani beban hingga 30A. Namun, sistem ini hanya dapat digunakan untuk satu fasa dan kurang optimal untuk kebutuhan daya yang lebih besar seperti pada sistem kelistrikan di kampus atau industri. Oleh karena itu, penggunaan PLC Omron pada ATS 3 fasa sangat diperlukan untuk meningkatkan keandalan, kapasitas, dan kinerja sistem dalam skala yang lebih besar.

(Mahaseng et al., 2022) telah melakukan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) Berbasis *Photovoltaic*.” Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem ATS yang dirancang menggunakan Arduino Nano sebagai pengontrol otomatis dapat memindahkan sumber daya dari PLN ke baterai dalam waktu rata-rata 2,79 detik dan dari baterai kembali ke PLN dalam waktu rata-rata 3,07 detik. Selain itu, penelitian ini juga mengukur kinerja baterai dengan beban yang berbeda, di mana dengan beban 20 watt, baterai dapat bertahan hingga 27 jam, sedangkan dengan beban 200 watt, daya tahan baterai hanya 2,7 jam. Meskipun demikian, penelitian ini masih bersifat prototipe dan

perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mengevaluasi keandalan sistem dalam kondisi beban yang bervariasi serta dalam aplikasi nyata.

(Prawono et al., 2024) telah melakukan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) dan AMF (*Automatic Main Failure*) 1 Fasa Secara Otomatis.” Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem ATS-AMF yang dirancang dapat memindahkan catu daya dari PLN ke genset dalam waktu rata-rata 5,30 detik dan dari genset ke PLN dalam waktu rata-rata 5,40 detik. Meskipun demikian, penelitian ini masih bersifat prototipe dan belum menguji keandalan sistem dalam kondisi beban yang bervariasi, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memastikan kinerja sistem dalam aplikasi nyata.

Penelitian (Asni Tafrikhatin et al., 2022) melakukan penelitian tentang sistem ATS sederhana berbasis *Timer Delay Relay* (TDR). Penelitian ini menunjukkan bahwa daya listrik dengan waktu tunda yang dapat disesuaikan. Namun, sistem ini tidak penggunaan *relay* sebagai pengendali utama dapat mengotomatisasi perpindahan menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) sehingga pengaturannya masih kurang fleksibel. Selain itu, metode ini lebih cocok untuk sistem ATS 1 fasa, sementara pada sistem 3 fasa diperlukan kontrol yang lebih presisi dan stabil, yang dapat dicapai dengan penggunaan PLC Omron.

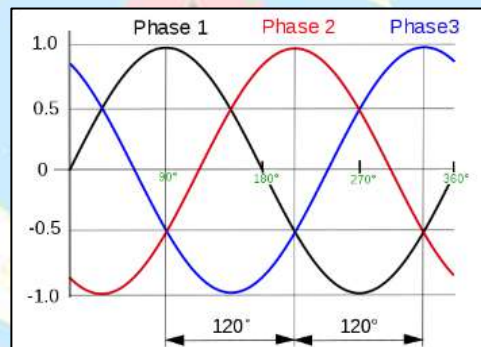
(Rika Widianita, 2023) telah melakukan penelitian yang berjudul “Perancangan dan Implementasi ATS *Relay* dan TDR, penelitian ini membahas implementasi ATS berbasis PLC untuk mengontrol perpindahan sumber daya

listrik secara otomatis antara PLN dan genset. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini lebih handal dibandingkan sistem manual. Namun, penelitian ini tidak menggunakan *relay* dan *Time Delay relay* (TDR) sebagai komponen pengendali utama, sehingga fleksibilitas pengaturan waktu perpindahan masih kurang optimal.

B. Landasan Teori

1. Listrik AC (*Alternating Current*) 3 phasa

Sistem listrik 3 Phasa adalah suatu jaringan kelistrikan yang terdiri dari 3 kabel penghantar Fasa (R, S, T) serta satu kawat netral (N) (Pradika & Moediyono, 2015) Tegangan listrik yang dihasilkan dalam sistem ini umumnya berada dalam rentang 380 hingga 415 Volt, sehingga banyak digunakan pada industri maupun pabrik. Sistem listrik 3 Fasa menggunakan gelombang sinusoidal, yang merupakan karakteristik utama dari arus bolak-balik (AC) (Nugroho et al., 2022).

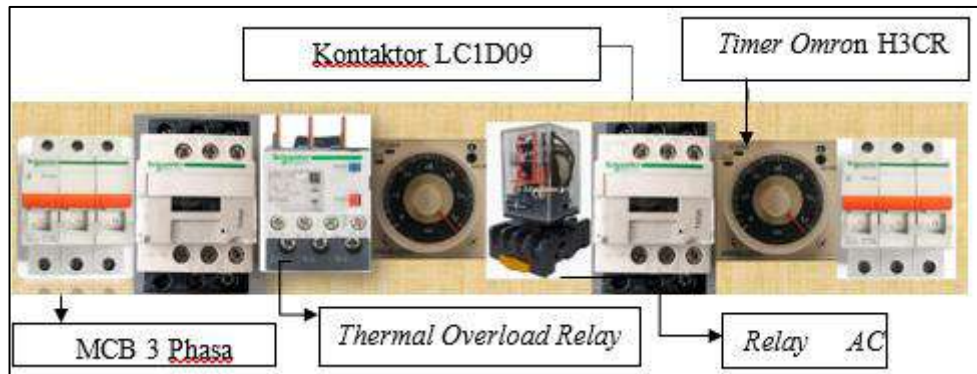


Gambar 1. Kurva 3 Phasa
Sumber: www.vertiv.com

2. ATS (*Automatic Transfer Switch*)

Automatic Transfer Switch (ATS) merupakan sistem yang bekerja secara otomatis untuk peralihan sumber daya listrik utama ke sumber daya cadangan, contohnya generator, selama pemadaman listrik. ATS dirancang untuk memastikan

kelangsungan pasokan listrik tanpa gangguan yang signifikan. Perangkat ini banyak digunakan dalam aplikasi aplikasi seperti fasilitas industri, pusat data, dan rumah .



Gambar 2. ATS (Automatic Transfer Switch)

3. PLC Omron CP1E-N20DR-A

PLC Omron CP1E-N20DR-A adalah sebuah sistem otomasi yang menggunakan teknologi PLC (*Programmable Logic Controller*) untuk mengendalikan berbagai proses industri. PLC ini dirancang dengan kemampuan pemrograman yang mudah dan mendukung berbagai jenis *input/output* digital dan analog. CP1E-N20DR-A menawarkan solusi otomasi yang cocok dan hemat biaya untuk aplikasi skala kecil hingga menengah, serta dapat diintegrasikan dengan berbagai perangkat eksternal seperti sensor dan aktuator. PLC Omron CP1E-N20DR-A memiliki beberapa versi dengan spesifikasi yang dapat disesuaikan untuk berbagai kebutuhan, memberikan fleksibilitas dalam penerapan otomasi di berbagai industri (Rosyid et al., 2020).



Gambar 3. PLC Omron CP1E-N20DR-A

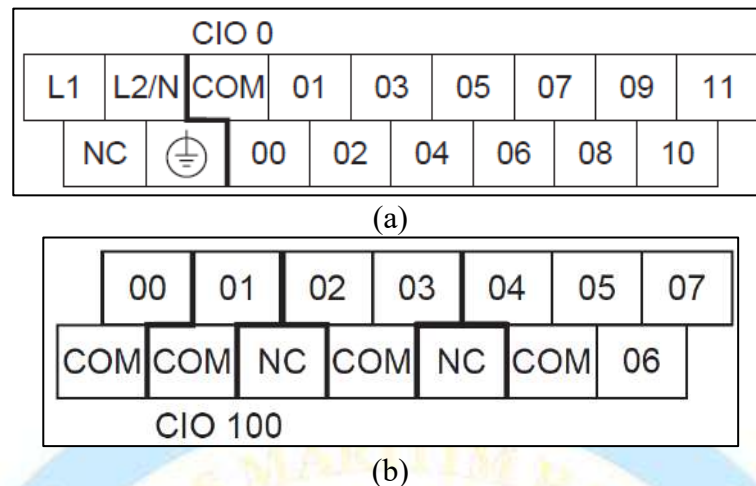
Spesifikasi PLC Omron CP1E-N20DR-A ada pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Spesifikasi PLC Omron CP1E-N20DR-A

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Catu daya	AC: 100 to 240V AC, 50/60 Hz
2	<i>Operating Voltage Range</i>	AC:85 to 264 V AC
3	<i>Power Consumption</i>	30 VA <i>max</i>
4	<i>I/O Points</i>	20
5	Komunikasi serial	RS232
6	<i>Output Type</i>	<i>Relay</i>

Sumber: (OMRON, 2014)

PLC Omron CP1E-N20DR-A merupakan salah satu model dalam seri CP1E yang dirancang untuk aplikasi kontrol otomatisasi sederhana hingga menengah. PLC ini memiliki total 20 I/O, terdiri dari 12 kanal *input* digital dan 8 kanal *output* digital dengan tipe *relay*. Terminal *input* pada PLC ini memiliki konfigurasi yang memungkinkan koneksi langsung dengan berbagai sensor atau perangkat *input* lainnya, menggunakan terminal COM sebagai referensi tegangan. Sementara itu, terminal *output* dengan tipe *relay* memberikan fleksibilitas lebih dalam mengendalikan berbagai jenis beban, seperti motor, lampu, atau solenoid. Dengan catu daya AC 100-240V dan konsumsi daya maksimum 30 VA, PLC ini dapat beroperasi dalam rentang tegangan yang luas, sehingga cocok untuk berbagai lingkungan industri. Selain itu PLC CP1E-N20DR-A dapat mendukung komunikasi serial RS232 yang memungkinkan untuk pemantauan jarak maksimal 15 meter, namun penerapan komunikasi serial RS232 ini harus terhubung dengan perangkat yang sudah mendukung protokol Modbus RTU.



Gambar 4. Pin Terminal: (a) *Input Terminal* (b) *Output Terminal*

PLC Omron adalah perangkat komputasi khusus yang dirancang khusus untuk diterapkan dalam sistem kontrol industri. Sementara itu, mikrokontroler Arduino adalah sebuah perangkat komputasi berukuran kecil yang terintegrasi dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat satu atau lebih inti pemrosesan, memori internal, serta *port I/O* yang dirancang untuk keperluan spesifik (Sefriza Toriq Hidayat & Kurniawan, 2022).

Tabel 2. Perbandingan PLC dan mikrokontroler Arduino

NO	Spesifikasi	PLC	Arduino
1	Kinerja dan keandalan	PLC didesain khusus untuk beroperasi dalam lingkungan industri dan memiliki ketahanan tinggi terhadap berbagai kondisi ekstrem, seperti kebisingan listrik, suhu yang sangat tinggi atau rendah, serta getaran yang kuat. Selain itu, PLC merupakan salah satu contoh sistem operasi real-time yang andal, karena mampu merespons masukan dan menghasilkan keluaran dalam waktu yang sangat singkat.	Namun, mikrokontroler Arduino memiliki daya tahan yang lebih rendah dibandingkan PLC, karena konstruksinya tidak dirancang untuk beroperasi secara mandiri. Arduino dibuat untuk diintegrasikan ke dalam sistem yang lebih besar, sehingga desainnya tidak sekuat PLC. Akibatnya, dalam beberapa lingkungan industri, mikrokontroler Arduino kurang andal, karena chip yang digunakan cenderung

			lebih rapuh dan rentan terhadap kerusakan.
2	Tingkat Keterampilan	Karakteristik terpenting dari PLC ialah tingkat pengetahuan teknis yang rendah yang diperlukan untuk pemrograman serta memecahkan dan mendiagnosis masalah relatif mudah.	Mikrokontroler Arduino membutuhkan penanganan yang profesional. Seorang perancang harus mengetahui prinsip dan pemrograman teknik kelistrikan yang baik untuk dapat merancang mikrokontroler. Arduino juga membutuhkan perangkat khusus seperti osiloskop untuk mengurangi kesalahan <i>firmware</i> .
3	Pemrograman	PLC pada awalnya dikembangkan dengan menerapkan pemrograman visual berbasis <i>ladder logic</i> yang menyerupai diagram logika <i>relay</i> . <i>Ladder logic</i> memanfaatkan simbol-simbol yang mempresentasikan kontak dan kumparan <i>relay</i> untuk menggambarkan aliran arus dalam sistem kontrol.	Arduino deprogram untuk bahasa tingkat rendah dan tingkat tinggi, seperti C dan C++, pemrogramannya umumnya memerlukan pengalaman dalam bahasa yang digunakan serta pemahaman dasar dalam pengembangan <i>firmware</i> . Selain itu, dalam proses pengembangan mendalam terhadap konsep-konsep seperti struktur data dan arsitektur mikrokontroler.
4	Arsitektur	PLC secara umum bisa disebut sebagai mikrokontroler tingkat tinggi. PLC terdiri dari modul prosesor, catu daya, dan modul I/O. Modul prosesor terdiri dari pemrosesan pesat (CPU) dan memori. Selain mikroprosesor, CPU memiliki setidaknya satu antarmuka yang dapat diprogram (<i>USB</i> , <i>ethernet</i> atau <i>RS232</i>) dan jaringan komunikasi.	Arsitektur PLC mirip dengan mikrokontroler dalam hal komponen tetapi Arduino mengimplementasikan semuanya dalam satu chip mulai dari CPU hingga <i>port</i> I/O dan antarmuka yang diperlukan untuk berkomunikasi dengan dunia luar.
5	Interface	PLC dirancang untuk menghubungkan aktuator, sensor, dan modul komunikasi dengan standar industri. Oleh karena itu, PLC didesain untuk arus dan tegangan yang umumnya tidak sesuai dengan mikrokontroler tanpa tambahan perangkat <i>hardware</i> .	Arduino juga dilengkapi dengan aktuator, sensor, dan modul yang dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang mungkin mengalami kesulitan dalam berinteraksi dengan PLC. Namun, dibandingkan PLC, Arduino umumnya memiliki jumlah I/O yang lebih terbatas.

4. Genset HT 135 P

Genset HT 135 P adalah generator set yang dirancang untuk menyediakan pasokan listrik cadangan dengan kapasitas tegangan 135 kVA dan arus 108 kW. Ditenagai oleh mesin diesel Perkins tipe 1106A-70TG1 yang memiliki enam silinder, genset ini menawarkan keandalan dan kinerja tinggi dalam operasionalnya. Dengan *bore x stroke* 105,0 x 135,0 mm dan kapasitas piston 7,010 liter, mesin ini mampu untuk menghasilkan tenaga yang stabil dan konsisten. Konsumsi bahan bakarnya adalah 22,70 liter per jam pada beban 75% dan 30,20 liter per jam pada beban penuh 100%, menjadikannya pilihan yang cocok untuk berbagai kebutuhan industri. Kapasitas tangki bahan bakarnya masing-masing adalah 140 liter untuk *open type* dan 235 liter untuk *silent type*, memungkinkan operasi yang lebih lama tanpa pengisian ulang. Dengan spesifikasi tersebut, genset HT 135 P menjadi solusi andal untuk kebutuhan pasokan listrik cadangan di berbagai sektor industri(Wijaya & Lutfiyani, 2021)



Gambar 5.Genset HT 135 P

Sumber: Instansi FTTK UMRAH

Spesifikasi genset HT 135 P yang dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

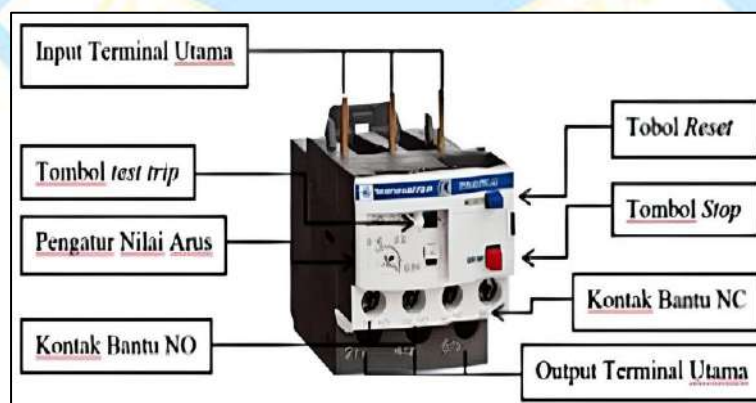
Tabel 3. Spesifikasi Genset HT 135 P

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Tipe Mesin	Perkins
2	KVA	135
3	KW	108
4	Nomor Silinder	6
5	Bore x Stroke	105.0 x 135.0 mm
6	Piston Displ	7.010 Liter
7	Konsumsi bahan bakar (L/H)	22.70 (75% Load) / 30.20 (100% Load)
8	Generator	HARTECH Generator (HT135P)

Sumber: (www.hartech.co.id)

5. *Thermal Overload Relay (TOR)*

Thermal relay atau *overload relay* merupakan perangkat *switching* yang sensitif terhadap perubahan suhu dan berfungsi untuk mengendalikan pembukaan serta penutupan kontak kontaktor ketika suhu melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Perangkat kontrol listrik ini beroperasi berdasarkan prinsip pemuaian dan penggunaan bimetal, di mana material tersebut akan melengkung akibat paparan arus tinggi, sehingga memutus aliran listrik. Gambar 6 menggambarkan mekanisme kerja *Thermal Overload Relay (TOR)* dalam memastikan pemutusan jaringan listrik apabila terjadi beban berlebih yang melampaui kapasitas yang telah ditentukan. (Pradika & Moediyono, 2015)



Gambar 6. *Thermal Overload Relay*

6. Komisioning Kelistrikan

Komisioning kelistrikan adalah proses yang dilakukan untuk memastikan bahwa sistem kelistrikan, termasuk instalasi, peralatan, dan komponen lainnya, telah dirancang, dipasang, dan diuji sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Proses ini melibatkan serangkaian pemeriksaan, pengujian fungsi, dan verifikasi untuk memastikan sistem beroperasi dengan aman, andal, dan sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku. Komisioning kelistrikan penting dilakukan untuk menghindari risiko kerusakan instalasi, memastikan kinerja optimal, dan memastikan keselamatan pengguna serta lingkungan sekitar. Proses ini bertujuan untuk memeriksa keandalan sistem sebelum operasional penuh dilakukan, guna mencegah terjadinya kegagalan yang dapat membahayakan manusia dan peralatan (Yanuar & Ali, 2018).

7. *Direct On Line* (DOL)

Rangkaian DOL terdiri dari dua komponen utama: Sistem *Direct On Line* (DOL) merupakan metode yang digunakan untuk mengoperasikan atau menghentikan motor melalui rangkaian kontrol yang disebut rangkaian pengunci. Rangkaian ini berfungsi untuk memastikan arus listrik tetap mengalir pada pengendali dengan menghubungkan sumber daya langsung ke beban motor (Riyanto & Sapriadi, 2018). Rangkaian DOL terdiri dari dua komponen utama, yaitu:

1. Rangkaian daya yang berperan dalam mentransfer daya dari sumber ke motor.

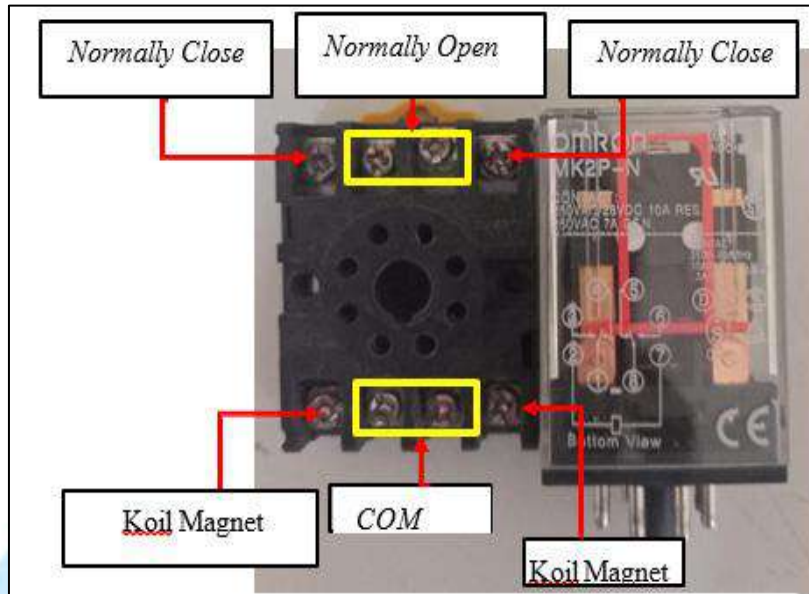
Pengaliran daya ke motor dikendalikan oleh rangkaian kontrol.

2. Rangkaian kontrol, yang beroperasi menggunakan perangkat listrik yang disebut kontaktor. Kontaktor berfungsi untuk membuka atau menutup aliran daya dari sumber ke motor melalui kontakannya, yang umumnya berupa kontak normal terbuka (*Normally Open/NO*).

Pada sistem kontrol, *Direct On Line Starter* umumnya menyediakan tegangan 380V AC langsung ke motor, sehingga motor menerima beban penuh sejak awal pengoperasian. Sistem ini juga dilengkapi dengan fitur perlindungan terhadap korsleting dan beban berlebih guna menjaga keamanan motor. Konfigurasi sambungan yang umum digunakan pada rangkaian DOL adalah delta. Namun, sebelum menentukan jenis sambungan, disarankan untuk memeriksa *nameplate* motor guna memastikan apakah motor memerlukan sambungan delta atau bintang sesuai dengan spesifikasinya.

8. Relay AC

Relay Omron MK2P-I merupakan sakelar yang digunakan secara listrik, yang berfungsi untuk membantu membagi arus listrik yang melalui rangkaian (Gambar 7). *Relay* Omron MK2P-I ini dikenal dengan istilah DPDT (*Double Pole Double Throw*). Karakteristik dari *Relay* Omron ini yaitu memiliki koil dan 2 terminal *input* dan 4 terminal *output* dengan kondisi terbuka (*normally open*) dan tertutup (*normally close*) (Rezaputra & Cahyono, 2021).



Gambar 7.Relay AC

Spesifikasi *Relay* AC dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini.

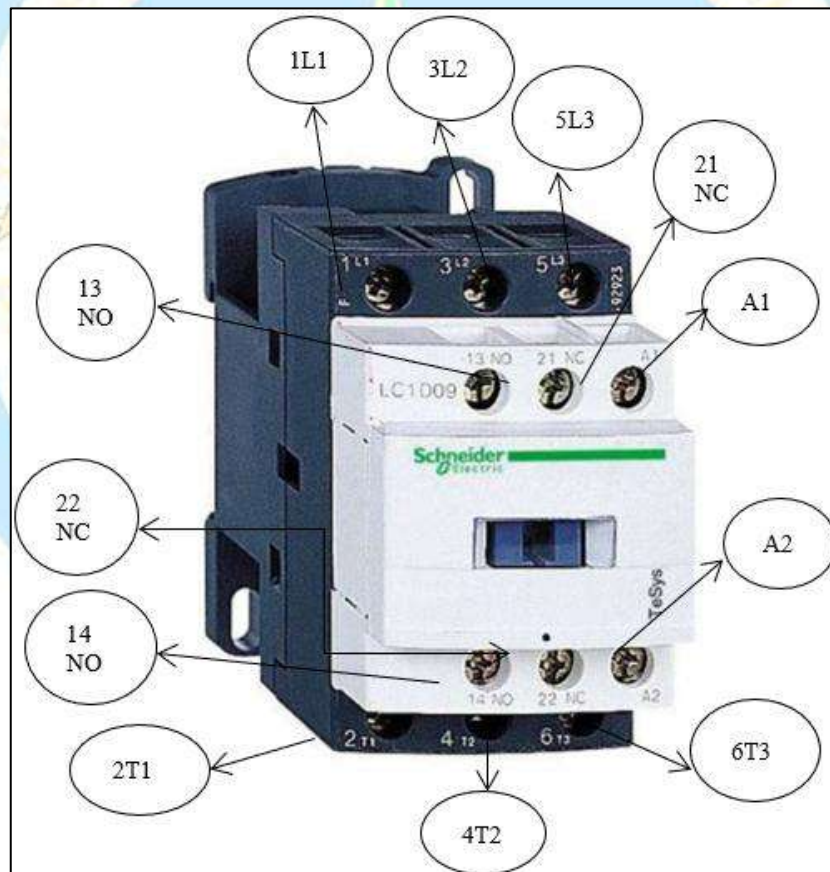
Tabel 4. Spesifikasi *Relay* AC

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Jumlah PIN	8
2	Tegangan kumparan AC/DC	380VV/220V
3	Daya kumparan AC/DC	$\leq 2.8VA/\leq 1.6W$
4	Resistensi kontak (m Ω)	$\leq 50m\Omega$
5	Resistansi isolasi (M Ω)	$\geq 500M\Omega$
6	Kapasitas kontak AC/DC	10A 250V/10A 30V
9	Model	MK2PN-1

9. Kontaktor LC1 D09

Kontaktor atau *magnetic contactor* Schneider LC1D09 merupakan perangkat listrik yang berfungsi untuk mengontrol rangkaian daya dengan prinsip kerja elektromagnetik. Ketika gulungan kumparan (*coil*) pada kontaktor dialiri arus listrik, medan magnet yang dihasilkan akan menarik inti besi, sehingga mengubah posisi kontak. Kontak utama pada kontaktor ini digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan rangkaian daya, dengan terminal *input* (1L1, 3L2, 5L3) dan

terminal *output* (2T1, 4T2, 6T3). Selain itu, terdapat kontak bantu yang digunakan dalam rangkaian kontrol, terdapat kontak NO (*Normally Open*) seperti terminal 13 dan 14, serta kontak NC (*Normally Closed*) seperti terminal 21 dan 22. Kumparan pada kontaktor terhubung ke terminal A1 dan A2 untuk menerima sumber daya kontrol. Ketika kumparan aktif, gaya tarik elektromagnetik yang dihasilkan akan menggerakkan kontak-kontak tersebut, sehingga rangkaian daya atau kontrol dapat dihubungkan atau diputuskan sesuai kebutuhan. Kontaktor LC1D09 memiliki keunggulan yaitu lebih sensitif dan lebih praktis juga dibandingkan kontaktor *magnetic* lainnya.(Tanjung et al., 2022).



Gambar 8.Kontaktur LC1 DO9

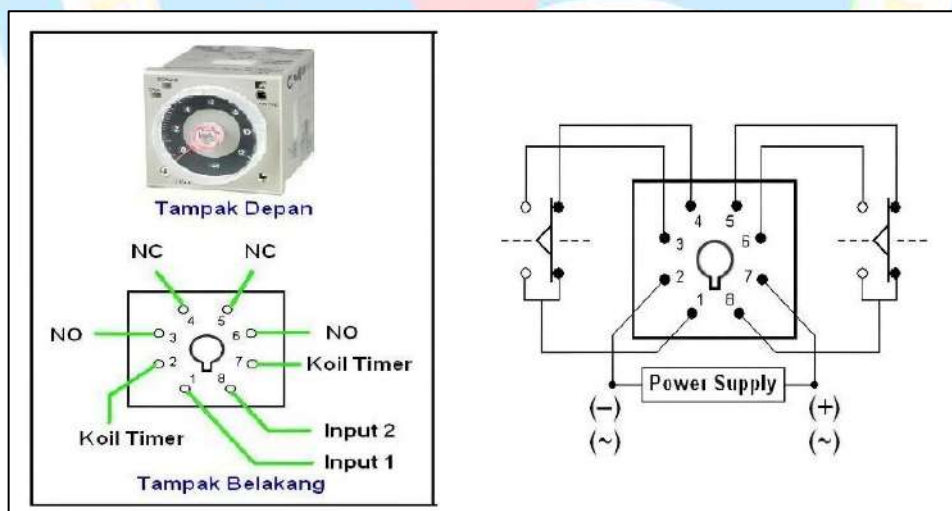
Spesifikasi Kontaktur LC1DO9 dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Spesifikasi Kontaktor LC1DO9

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Input	(A1, A2, 1L1, 3L2, dan 5L3)
2	Output	(6T3, 2T1, dan 4T2)
3	Normally Open (NO)	(13 dan 14)
4	Normally Closed (NC)	(21 dan 22)

10. Time Delay Relay (TDR) H3Y-2

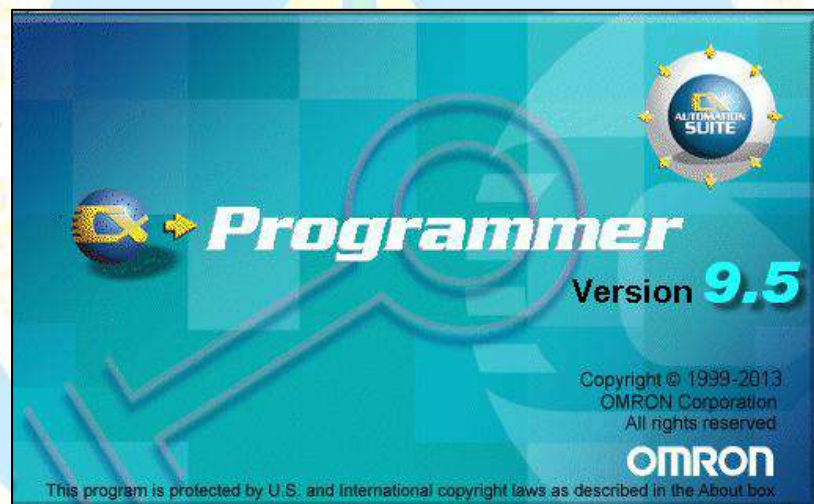
Time Delay Relay (TDR) adalah komponen dalam sistem kontrol yang berfungsi memberikan jeda waktu tertentu sebelum mengubah status kontakannya setelah menerima sinyal input. TDR umumnya digunakan dalam aplikasi industri, seperti pada rangkaian *motor starter* listrik 3 fasa dengan konfigurasi *star-delta*, di mana TDR mengatur waktu perpindahan dari mode *star* ke *delta* untuk mengurangi lonjakan arus awal dan memastikan operasi motor yang lebih halus. Penggunaan TDR dalam sistem kontrol dapat meningkatkan keandalan operasi peralatan listrik dengan mengatur urutan dan waktu operasi komponen secara tepat (Asni Tafrikhatin et al., 2022).

**Gambar 9.** TDR (*Timer Delay Relay*)

11. Software CX-Programmer

CX-Programmer adalah perangkat lunak yang dikembangkan oleh Omron untuk mengelola *Programmer Logic Controller* (PLC) dan memprogram mereka. Sebagai bagian dari paket perangkat lunak CX-One, CX-Programmer menyediakan

antarmuka grafis yang memungkinkan pengguna antarmuka grafis yang memungkinkan pengguna untuk membuat, mengedit, dan menguji program PLC dengan bahasa pemrograman *ladder* diagram atau instruksi lainnya. Fitur-fitur utama dari *CX-Programmer* meliputi kemampuan untuk melakukan simulasi program tanpa harus terhubung langsung dengan PLC, fungsi *debugging* dan *troubleshooting* yang memudahkan identifikasi dan perbaikan kesalahan dalam program, serta kemampuan untuk melakukan pemrograman dan pemantauan jarak jauh. Dengan demikian, *CX-Programmer* menjadi alat yang efektif dalam pengembangan dan pemeliharaan sistem otomasi industri berbasis PLC Omron (Dewi & Sasmoko, 2015).

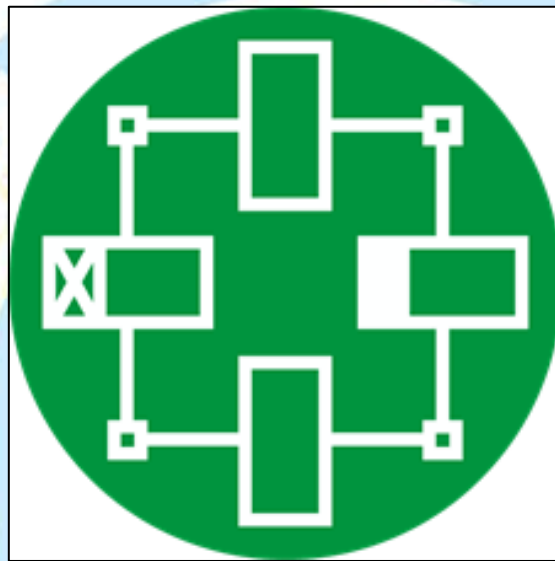


Gambar 10. Software CX Programmer

12. Software Simurelay

Simurelay adalah aplikasi yang dapat digunakan untuk merancang sistem elektromekanis. Aplikasi ini menyediakan berbagai sistem elektromekanis menggunakan motor, sakelar, kontaktor, tombol dan sistem mekanis dasar lainnya (Gambar 11). *Simurelay* bisa mengecek pemasangan perlengkapan jika terjadi

kesalahan. Pada umumnya Simurelay banyak digunakan dalam pembelajaran karena memiliki catatan elemen sirkuit untuk mendesain rangkaian kendali pada motor listrik. Pada aplikasi ini terdapat berbagai macam komponen yang cara kerjanya sama dengan komponen kendali motor seperti motor induksi dan tegangan listrik(Rifqi & Haryudo, 2024).



Gambar 11. *Software Simurelay*

III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas metode penelitian, perancangan penelitian, analisis data dan pengujian alat.

A. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dirancang di *Workshop* Listrik BLKP Provinsi Kepulauan Riau, yang berlokasi di Jalan D.I Panjaitan No.12, Batu IX, Tanjungpinang Timur, Kota Tanjungpinang Kepulauan Riau 29123. Sementara itu, pengujian alat dilakukan di Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang. Penelitian ini akan dilaksanakan dari bulan Februari 2025 hingga Juni 2025 guna mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Lokasi perancangan dan pengujian dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13.



Gambar 12. Lokasi BLKPP Provinsi Kepulauan Riau
Sumber: *Google Maps*



Gambar 13. Lokasi FTTK UMRAH
Sumber: *Google Maps*

B. Alat dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa alat ini yang dapat dilihat di Tabel 6 dan bahan pada Tabel 7. Alat dan bahan yang dipakai pada perangkat disesuaikan dengan tujuan penelitian dan rumusan masalah.

Tabel 6. Alat penelitian

No	Nama Perangkat	Jumlah	Satuan
1	Multimeter	1	Unit
2	Tespen	1	Unit
3	Obeng	1	Unit
4	Tang Potong	1	Unit
5	Meteran	1	Unit
6	Grenda	1	Unit
7	Tang Kombinasi	1	Unit
8	Gunting Kabel	1	Unit
9	Power Monitor	1	Unit

Tabel 7. Bahan Penelitian

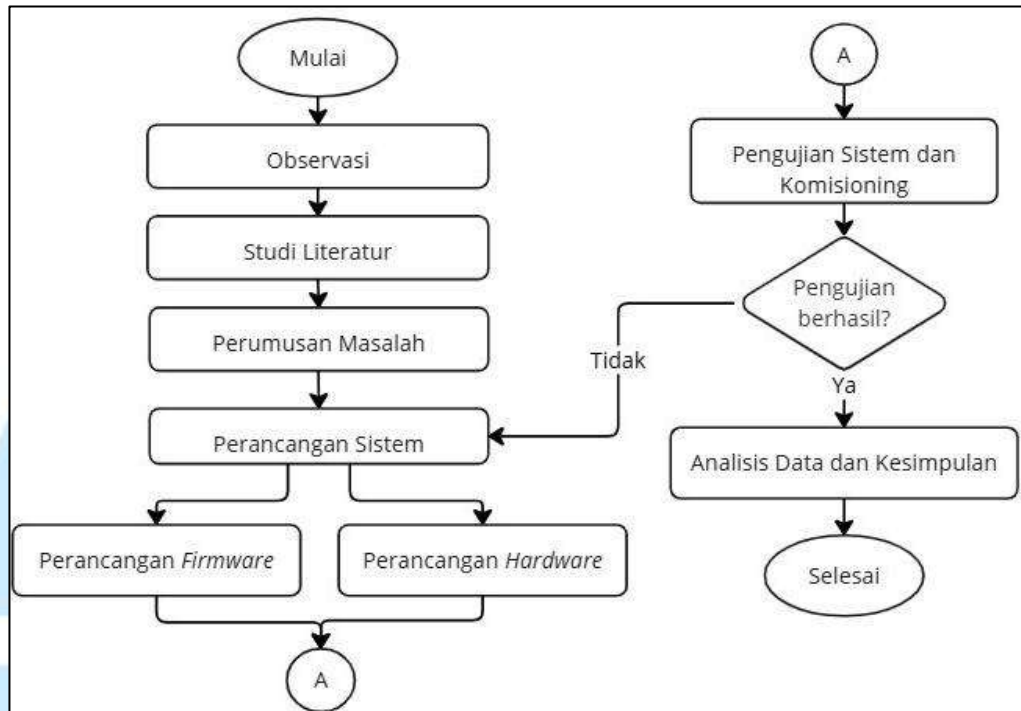
No	Nama Perangkat	Jumlah	Satuan
1	MCB (<i>Miniatur Circuit Breaker</i>)	1	Unit
2	PLC Omron CP1E-N20DR-A	1	Unit
3	Relay 220 V	2	Unit
4	Time Delay Relay (TDR)	1	Unit
5	Thermal Overload Relay	1	Unit
6	Kontaktor LC1 D09	2	Unit
7	Sakelar	2	Unit
8	Motor Listrik 3 Fasa	1	Unit
9	Tombol <i>Emergency</i>	1	Unit
10	Kabel	100	Meter
11	Genset HT 135 P	1	Unit
12	Push Button	2	Unit
13	Relay SSR	2	Unit

C. Prosedur Penelitian

Adapun metode penelitian pada perancangan sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) 3 fasa berbasis PLC Omron di mesin genset HT 135 P dapat dilihat pada Gambar 14.

Berikut adalah penjelasan mengenai diagram alur penelitian:

- a) **Observasi:** melakukan pengamatan secara langsung di mesin genset HT 135 P FTTK UMRAH. Tahap ini mencakup kegiatan melihat secara rinci mesin genset HT 135 P yang menjadi objek penelitian.



Gambar 14. Prosedur Penelitian

- b) **Studi literatur:** Peneliti melakukan perancangan sistem dengan mempelajari cara perancangan berdasarkan referensi yang terdapat pada buku, jurnal, *website* dan situs yang terkait dengan perancangan sistem. Metode studi dilakukan untuk memahami secara teoritis mengenai referensi yang mencakup dengan sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) menggunakan PLC Omron tersebut.
- c) **Rumusan masalah:** Peneliti mengambil rumusan masalah yang didasari latar belakang berdasarkan hasil pengamatan di lapangan yaitu permasalahan utama penelitian yang perlu diatasi.

- d) **Perancangan sistem:** dalam perancangan sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) menggunakan PLC Omron terdapat dua tahapan yaitu *hardware*, dan *firmware*. Perancangan perangkat keras dimulai dengan pengujian komponen seperti MCB, kontaktor, *inverter*, dan genset untuk memastikan fungsi komponen sesuai kebutuhan sistem. Selanjutnya, perangkat lunak dirancang menggunakan PLC Omron CP1E-N20DR-A untuk mengatur logika kendali sistem ATS, termasuk penggabungan *Time Delay Relay* (TDR) dan sinyal *input/output*.
- e) **Pengujian Sistem dan Komisioning:** pengujian dilaksanakan setelah sistem dirancang dengan tujuan mengevaluasi kinerja keseluruhan alat guna memastikan bahwa setiap komponen dapat beroperasi dengan baik. Jika sistem tidak berfungsi, maka akan dilakukan pengujian ulang yang mencakup perbaikan atau perancangan ulang untuk meningkatkan kinerja alat.
- f) **Analisis Data dan Kesimpulan:** data hasil pengujian dianalisis untuk menarik kesimpulan, dan jika ditemukan ketidaksesuaian, dilakukan perbaikan pada desain sistem hingga mencapai performa yang diharapkan.

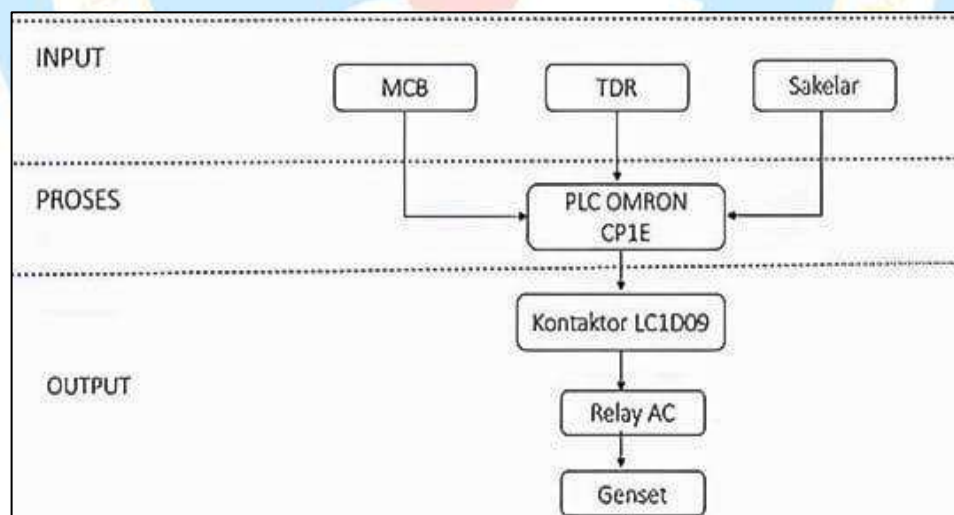
D. Perancangan Sistem

Perancangan sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) 3 phasa menggunakan PLC Omron untuk pergantian sumber daya listrik di FTTK UMRAH yang terdiri dari *input*, proses dan *output* dapat dilihat pada Gambar 15. Komponen input meliputi MCB, sakelar, *Time Delay Relay* (TDR), dan *push button* yang berfungsi memberikan sinyal dan proteksi awal kepada sistem. Sinyal dari *input* kemudian diproses oleh PLC Omron CP1E sebagai pengendali utama yang memproses logika

kontrol berdasarkan program yang telah diunduh. PLC ini memberikan perintah kepada *relay* AC 220 V untuk mengontrol aktivasi kontaktor LC1 D09 dan *inverter*. Proses ini menentukan alur pergantian dari sumber listrik utama (PLN) dan sumber listrik cadangan (genset HT 135 P). Pada bagian *output*, kontaktor mengatur distribusi daya ke motor listrik 3 phasa sebagai beban utama. Sistem ini bekerja secara otomatis sesuai kondisi tegangan yang terdeteksi, sehingga mampu melakukan pergantian sumber daya listrik sesuai kebutuhan.

1. Perancangan Perangkat Lunak

Sistem ini bekerja dengan cara menerima input dari MCB, TDR, dan Sakelar. Input tersebut kemudian diproses oleh PLC dan diteruskan ke kontaktor LC1D09. Kontaktor LC1D09 selanjutnya mengendalikan *Relay* AC yang kemudian mengendalikan genset. genset menghasilkan arus DC yang kemudian diubah menjadi arus AC oleh *inverter* untuk digunakan pada perangkat elektronik.

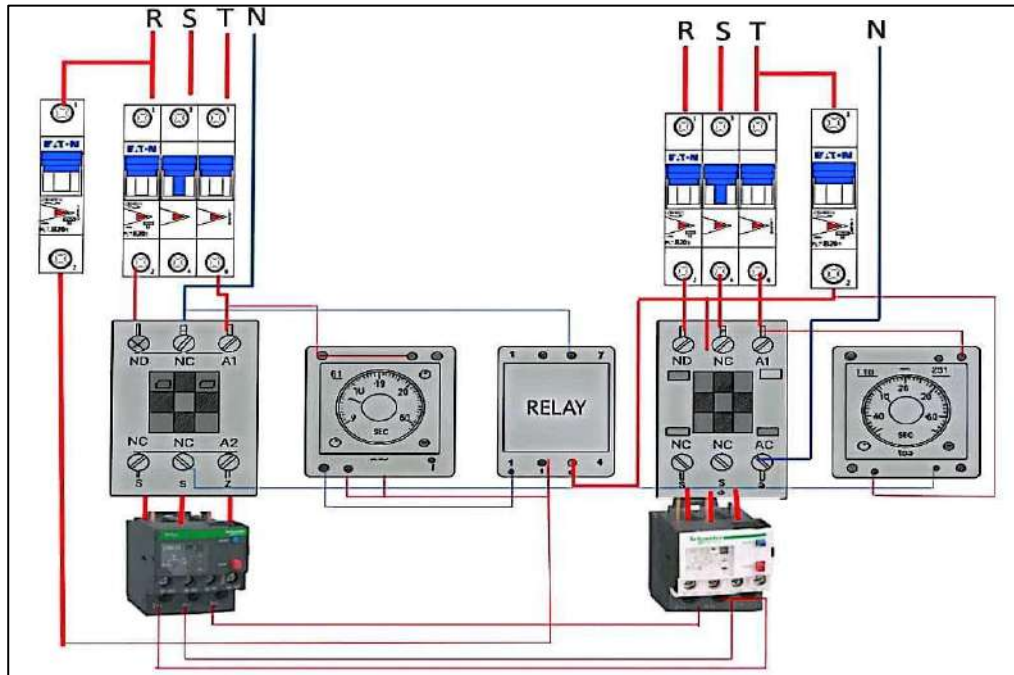


Gambar 15. Blok Diagram

Perancangan sistem dalam penelitian ini ada dua bagian yaitu sistem *hardware* dan sistem *firmware*. sistem *firmware*.

a. Perancangan Sistem Kontrol

Perancangan sistem ATS (*Automatic Transfer Swith*) bertujuan untuk mengalihkan sumber daya listrik secara otomatis antara PLN dan genset saat terjadi pemadaman listrik. Sistem ini dirancang untuk mengontrol peralihan daya sesuai dengan kebutuhan pasokan listrik pada mesin genset HT 135 P. Perancangan sistem kontrol pada penelitian ini (Gambar 16) dimulai dari PLC Omron CP1E-N20DR-A sebagai pengendali utama. Selanjutnya 2 buah kontaktor LC1D09 untuk mematikan dan menghidupkan arus listrik, kontaktor LC1D09 memiliki 5 input dan 3 output, kontak NO 2 pin dan kontak NC 2 pin. Kontaktor LC1D09 dihubungkan ke *Thermal Overload Relay* yang bertujuan untuk mengamankan arus lebih. Kemudian kontaktor LC1D09 dihubungkan ke *Timer Delay Relay* 1 sebagai pengatur waktu *delay* perpindahan daya utama ke sumber cadangan, saat terjadi pemadaman listrik dari kontaktor 1 maka arus akan otomatis dibagi supaya tidak terjadi lonjakan tegangan saat akan dialihkan ke sumber cadangan yang dikontrol oleh kontaktor 2. Setelah itu Kontaktor 2 akan otomatis hidup setelah TDR 1 kondisi ON lalu akan otomatis mengalirkan arus listrik. Jika sumber listrik dari PLN hidup kembali maka PLC CP1E-N20DR-A akan mengaktifkan lampu indikator indikator lalu kontaktor 2 akan otomatis mati, TDR juga akan langsung mengatur waktu perpindahan listrik dari genset ke PLN. Kabel R, S, T dan N dari output *Thermal Overload Relay* dan pin A2 Kontaktor 1 dihubungkan ke terminal beban secara berurutan dan dihubungkan ke sumber tegangan konsumen. Gambar perancangan sistem *Automatic Transfer Switch* dapat dilihat pada Gambar 16 dibawah ini.

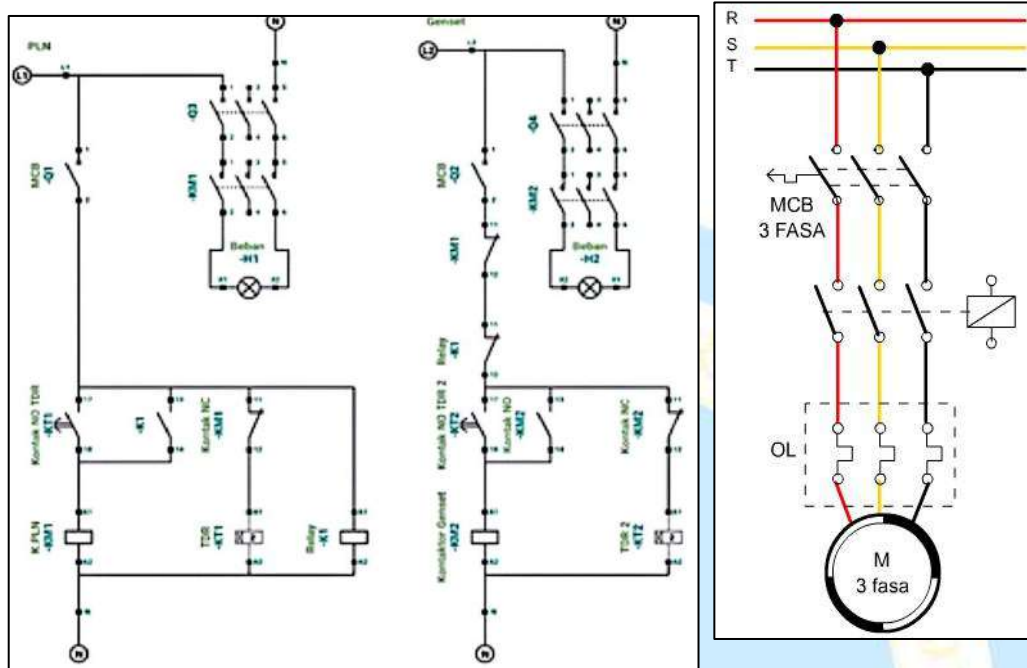


Gambar 16. Perancangan Sistem Kontrol ATS

b. Perancangan Sistem *Software* Simurelay

Perancangan *software* menggunakan *simurelay* dimulai dengan merancang rangkaian kontrol ATS dari sumber utama (PLN) dan sumber cadangan (genset 13 HT 135 P) beberapa komponen yang digunakan pada rangkaian yaitu kabel Fasa, Netral, kontak *normaly open*, kontak *normaly close*, sakelar, 2 buah lampu, kontaktor 3 phasa, *Relay coil* (Gambar 17). Tujuan perancangan ini agar dapat mensimulasikan rangkaian sebelum perakitan rangkaian secara langsung. Rangkaian kontrol motor induksi 3 phasa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 17 tersebut terdiri dari 3 kabel fasa yaitu R, S, dan T yang dihubungkan ke MCB 3 Phasa untuk proteksi tegangan dan kemudian output kabel dimasukkan ke pin 1, 3 dan 5 kontaktor, *output* ketiga kabel fasa dari kontaktor yaitu dari pin 2, 4, dan 6 dihubungkan langsung ke *Thermal Overload Relay* kemudian setelah kabel dihubungkan ke TOR, *outputnya* dihubungkan ke terminal *output* panel. Kemudian

setelah kabel dihubungkan ke terminal *output*. Kabel R, S, dan T dihubungkan ke U,V dan W nya motor induksi 3 Phasa secara berurutan .

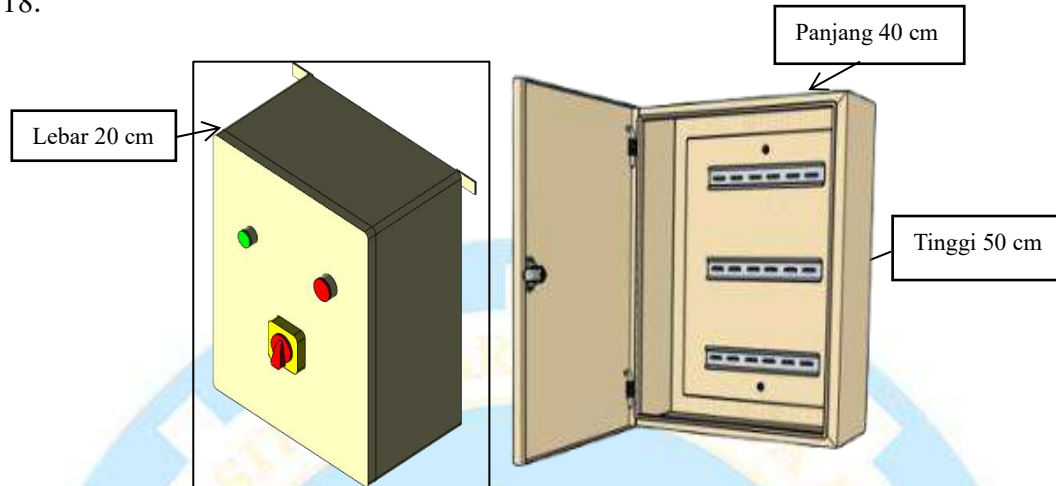


Gambar 17. Perancangan Rangkaian Kontrol dan Daya

2. Perancangan Perangkat Keras

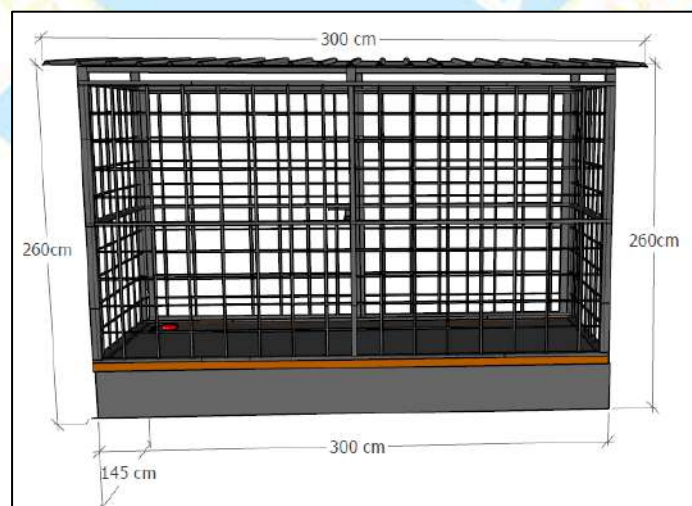
Tahap selanjutnya adalah merancang panel untuk rangkaian kontrol ATS (*Automatic Transfer Switch*) di mesin genset HT 135 P. Tujuan dari perancangan ini adalah memastikan penempatan komponen yang benar, memberikan gambaran dalam proses pembuatan alat, serta meminimalkan kesalahan dalam perakitan perangkat keras. Selain itu, perancangan ini bertujuan untuk menentukan ukuran dan bentuk alat agar sesuai dengan bahan yang digunakan serta fungsi yang diinginkan. Penggunaan Sketchup untuk desain panel dengan ukuran sebenarnya

berdasarkan komponen yang digunakan. Desain 3D yang ditampilkan pada Gambar 18.



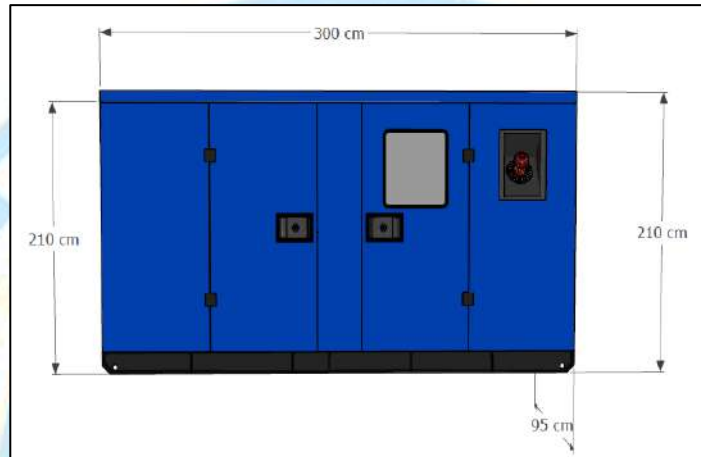
Gambar 18. Desain 3D Panel

Berdasarkan Gambar 18 diatas panel yang dibutuhkan memiliki dimensi panjang 40 cm, tinggi 50 cm, lebar 20 cm dan ketebalan 3 mm. Untuk mencegah masuknya air, panel yang sesuai digunakan adalah panel jenis *outdoor. Enclosure* genset didesain dengan Sketchup dengan tinggi *enclosure* 260 cm, Panjang *enclosure* 300 cm, dan lebar *enclosure* 145 cm. Bentuk *enclosure* genset seperti yang ditunjukkan pada Gambar 19.



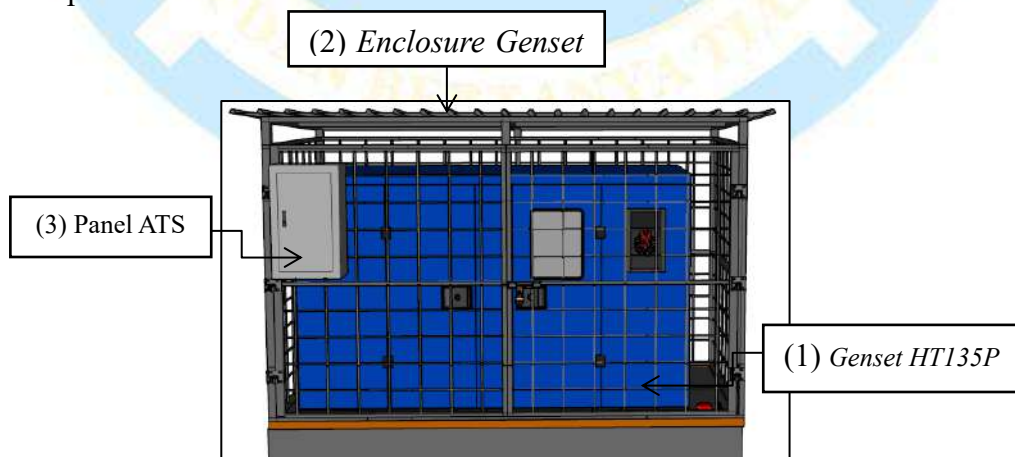
Gambar 19. Desain 3D *Enclosure* Genset HT 135 P

Langkah selanjutnya setelah merancang panel dan *enclosure* adalah genset HT 135 P. Tujuannya adalah untuk mempertimbangkan kebutuhan ruang peletakan panel ATS (*Automatic Transfer Switch*) di sekitar mesin genset tersebut. Mesin genset didesain dengan Sketchup dengan panjang 300 cm, lebar 95 cm dan tinggi mesin genset 210 cm. Bentuk mesin genset HT 135 P seperti pada Gambar 20.



Gambar 20. Desain 3D Genset HT 135 P

Keseluruhan sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) ini memiliki 3 bagian yaitu nomor 1 genset HT 135 P, nomor 2 *enclosure* gerbang, nomor 3 panel ATS (*Automatic Transfer Switch*). Keseluruhan alat didesain dengan Sketchup dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Desain 3D Keseluruhan Alat

E. Analisis Data dan Kesimpulan

Analisis data dilakukan dengan menganalisis sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) berbasis PLC Omron di mesin genset HT 135 P sebagai cadangan energi yang bertujuan untuk mendapatkan simpulan secara keseluruhan dari pengujian yang dilaksanakan. Analisis data dinyatakan sesuai atau terpenuhi jika semua pengujian berjalan dengan baik. Berikut analisis data yang akan dilakukan:

1. Analisis hasil pengujian sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*)

Pada mesin genset HT 135 P menggunakan *Relay* dan *Timer Delay Relay* dari pengujian kontrol otomatis menggunakan ATS sebanyak sepuluh kali percobaan yang dikendalikan menggunakan *Relay* dan *Timer Delay Relay*. Data yang didapatkan berupa kecepatan, waktu transfer daya, dan daya yang terukur pada masing-masing kondisi PLN dan genset lalu dibandingkan. Perbandingan data tersebut dibuat dalam bentuk diagram batang.

2. Analisis hasil pengujian terhadap beban pada sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*)

$$S_v = \frac{|V_{max} - V_{min}|}{V_{nominal}} \times 100\%$$

Keterangan:

S_v = Stabilitas tegangan (%)

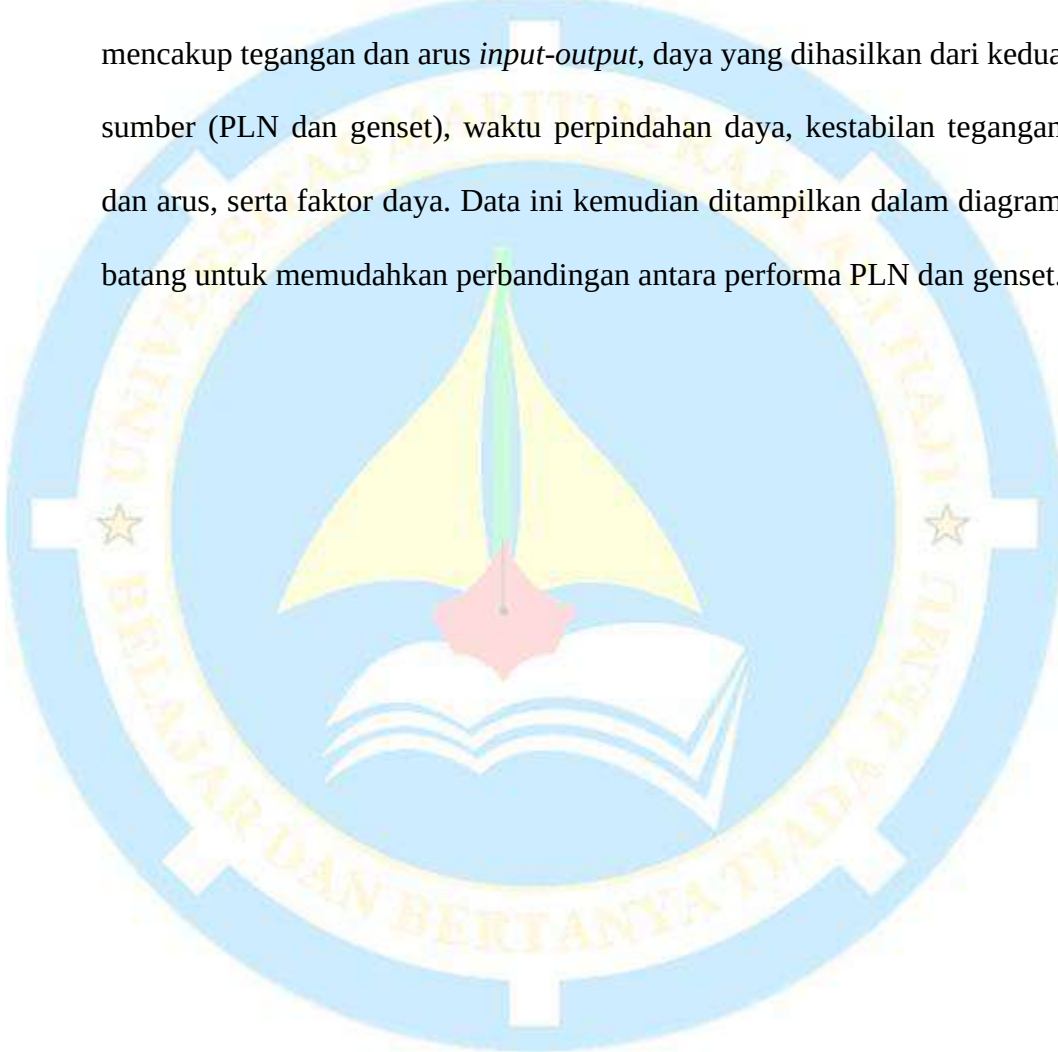
V_{max} = Tegangan maksimum (Volt)

V_{min} = Tegangan minimum (Volt)

$V_{nominal}$ = Tegangan nominal (Volt)

3. Analisis hasil tes komisioning pada sistem ATS di mesin genset HT 135 P

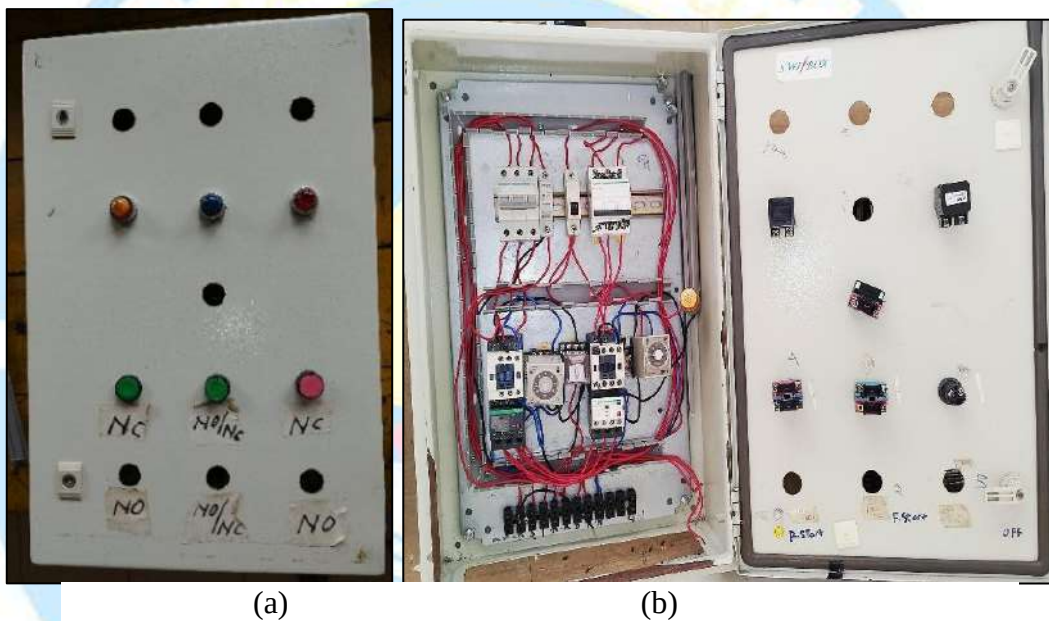
Pada sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) yang menggunakan *Relay* dan *Timer Delay Relay* pada genset HT 135 P, dilakukan tes komisioning untuk memastikan semua komponen bekerja dengan baik. Selama pengujian yang dilakukan sebanyak sepuluh kali, data yang dikumpulkan mencakup tegangan dan arus *input-output*, daya yang dihasilkan dari kedua sumber (PLN dan genset), waktu perpindahan daya, kestabilan tegangan dan arus, serta faktor daya. Data ini kemudian ditampilkan dalam diagram batang untuk memudahkan perbandingan antara performa PLN dan genset.



IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengembangan *Hardware*

Perakitan alat sesuai dengan rancangan gambar yang telah dibuat menggunakan aplikasi *Sketchup*. Bahan yang digunakan adalah plat MS (*Mild Steel*), Panjang panel yang dibutuhkan adalah tinggi 50 cm, panjang 40 cm dan lebar 20 cm. Hasil dari keseluruhan perancangan sistem kontrol *Automatic Transfer Switch* dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. (a) Tampak Bagian Depan (b) Tampak Bagian Dalam Panel

B. Pengembangan Elektronik

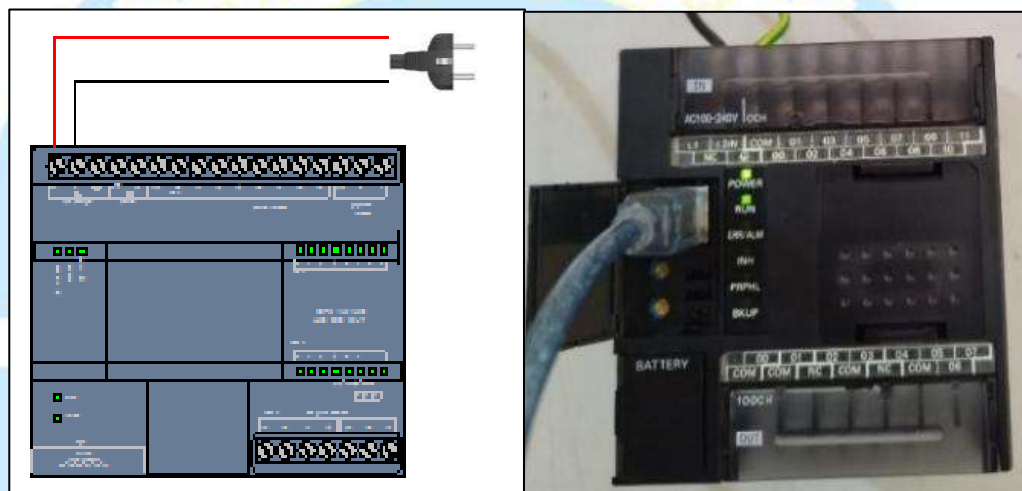
Pengembangan elektronik pada sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) merupakan salah satu aspek penting dalam meningkatkan kinerja dan keandalan sistem secara keseluruhan. Dengan adanya pengembangan elektronik, sistem ATS dapat bekerja secara otomatis dalam memindahkan sumber daya listrik dari jaringan utama ke genset saat terjadi gangguan, tanpa memerlukan intervensi

manual. Pengembangan ini dilakukan dengan cara menguji setiap komponen-komponen seperti PLC, kontaktor, TDR dan *relay*, yang bertujuan untuk mengetahui sistem respon komponen terhadap kondisi kelistrikan dengan baik.

1. Uji Fungsionalitas

i. Pengujian PLC CP1E-N20DR-A

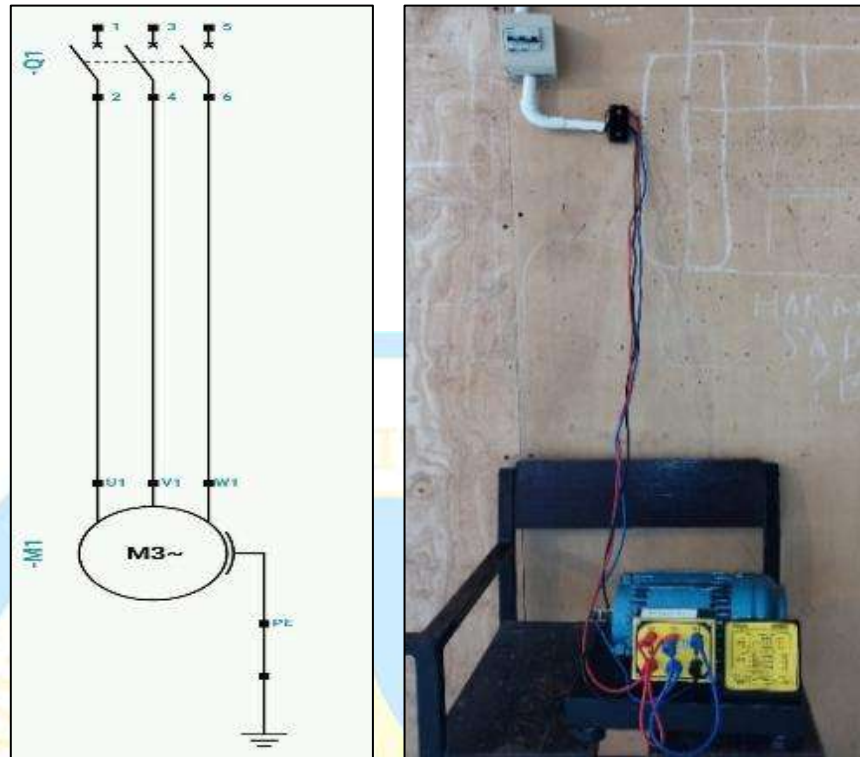
PLC yang digunakan adalah PLC CP1E-N20DR-A yang berfungsi sebagai mikrokontroler untuk mengendalikan sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*)



Gambar 23. Pengujian PLC CP1E-N20DR-A

ii. Pengujian Motor 3 Fasa

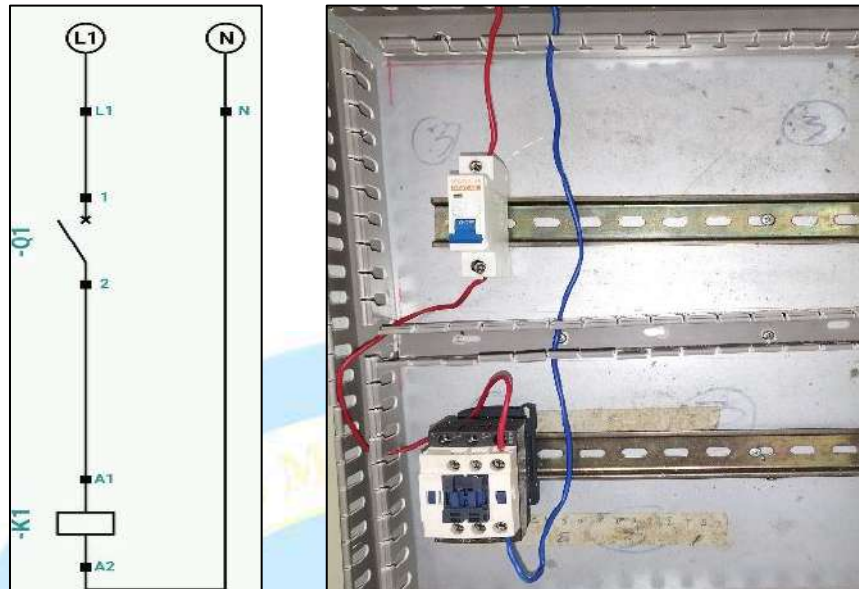
Motor listrik yang digunakan adalah motor listrik 3 fasa yang digunakan untuk pengujian sistem ATS. Instalasi untuk pengujian motor 3 fasa dengan menghubungkan (R, S, T) ke motor 3 fasa. Cara pengujian motor 3 fasa yaitu menghidupkan motor 3 fasa dengan menekan MCB 3 Fasa yang akan menghidupkan motor listrik, dimana kondisi rotor dari motor 3 fasa tersebut memutar. Pengujian motor 3 fasa dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Pengujian motor 3 Phasa

C. Pengujian Kontaktor

Kontaktor sebagai sakelar untuk mengontrol daya hidup dan mati motor AC 3 phasa. Pengujian kontaktor bekerja dengan cara mengalirkan arus listrik ke koil kontaktor yang dihubungkan dengan terminal A1 dan A2. Untuk penyambungan instalasi kontaktor terlihat pada Gambar 26. Perubahan lilitan dari posisi *Normally Open* (NO) menjadi *Normally Close* (NC) saat arus listrik mengalir menunjukkan bahwa pengujian kontaktor berhasil, seperti yang terlihat pada Gambar 25.

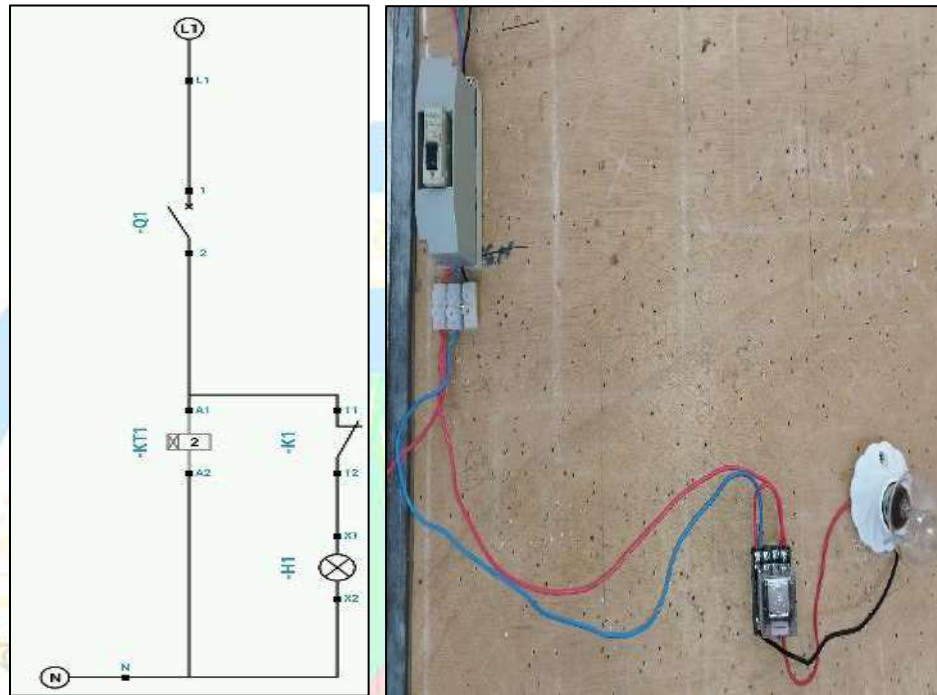


Gambar 25. Pengujian Kontaktor

D. Pengujian *Relay* AC MK2P-I

Relay yang digunakan adalah *relay* AC MK2P-I yang berfungsi sebagai saklar elektromekanis untuk menghidupkan dan mematikan daya ke lampu. Pengawatan dilakukan dengan menghubungkan kabel fasa (L) ke terminal input *relay* melalui MCB 1 Fasa, sedangkan kabel netral (N) langsung dihubungkan ke beban (lampu). Kontak *relay* dihubungkan ke lampu sebagai beban, sehingga ketika *relay* aktif, arus mengalir dan lampu menyala. Pada gambar (kiri), terlihat diagram pengawatan di mana terminal 2 dan 7 pada *relay* AC MK2P-I dihubungkan ke sumber tegangan AC 220V (fasa dan netral), sedangkan terminal 1 dan 3 merupakan kontak output yang dihubungkan ke lampu. Saat *relay* mendapat sinyal dari kontrol (penggerak *relay*), kontak akan terhubung, dan lampu akan menyala. Jika sinyal diputus, kontak terbuka dan lampu mati. Cara pengujian *relay* AC MK2P-I adalah dengan mengalirkan arus listrik ke kumparan *relay* dan memastikan kontak di

dalam *relay* bekerja dengan baik untuk menghubungkan dan memutuskan daya ke lampu. Hasil pengujian berhasil ditunjukkan pada Gambar 26, di mana lampu dapat menyala ketika *relay* aktif dan mati ketika *relay* tidak aktif.

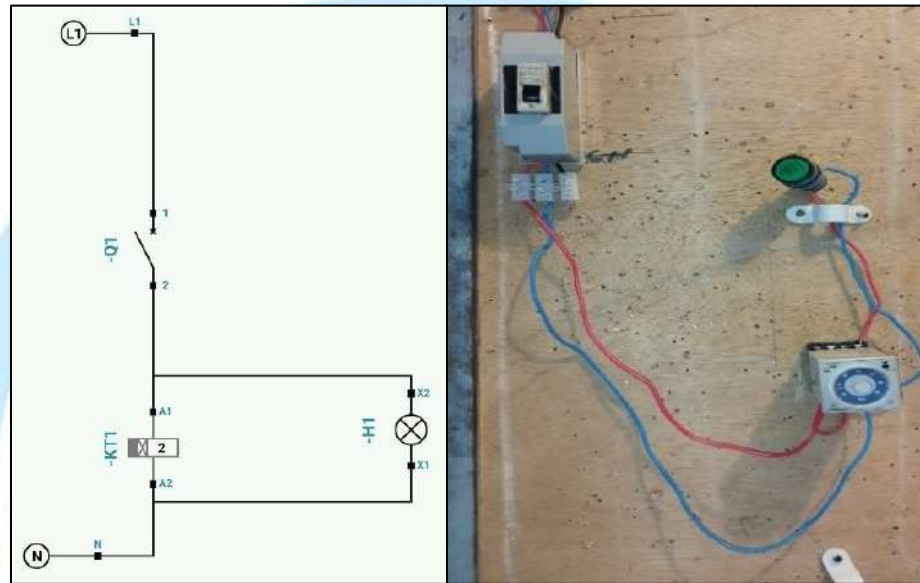


Gambar 26. Pengawatan Pengujian *Relay*

E. Pengujian *Timer Delay Relay*

Timer Delay Relay yang digunakan adalah tipe H3CR yang berfungsi sebagai saklar otomatis yang menghidupkan dan mematikan daya ke indikator lampu hijau setelah jeda waktu tertentu. Pengawatan dilakukan dengan menghubungkan terminal fasa (L) ke MCB 3 Phasa dan netral (N) dihubungkan langsung ke lampu indikator. Pin 7 dan 2 pada *Timer Delay Relay* dihubungkan ke sumber daya AC 220V, sedangkan kontak *output relay* digunakan untuk mengontrol aliran listrik ke lampu indikator. Cara pengujian *Timer Delay Relay* adalah dengan menyuplai tegangan ke *relay* dan mengatur

waktu tunda pada panel *timer*, sehingga setelah waktu tunda tercapai, kontak *relay* akan aktif, mengalirkan arus ke lampu yang menandakan proses berjalan. Hasil pengujian *Timer Delay Relay* berhasil ditunjukkan pada Gambar 27, di mana lampu indikator dapat menyala secara otomatis setelah waktu tunda yang ditetapkan.

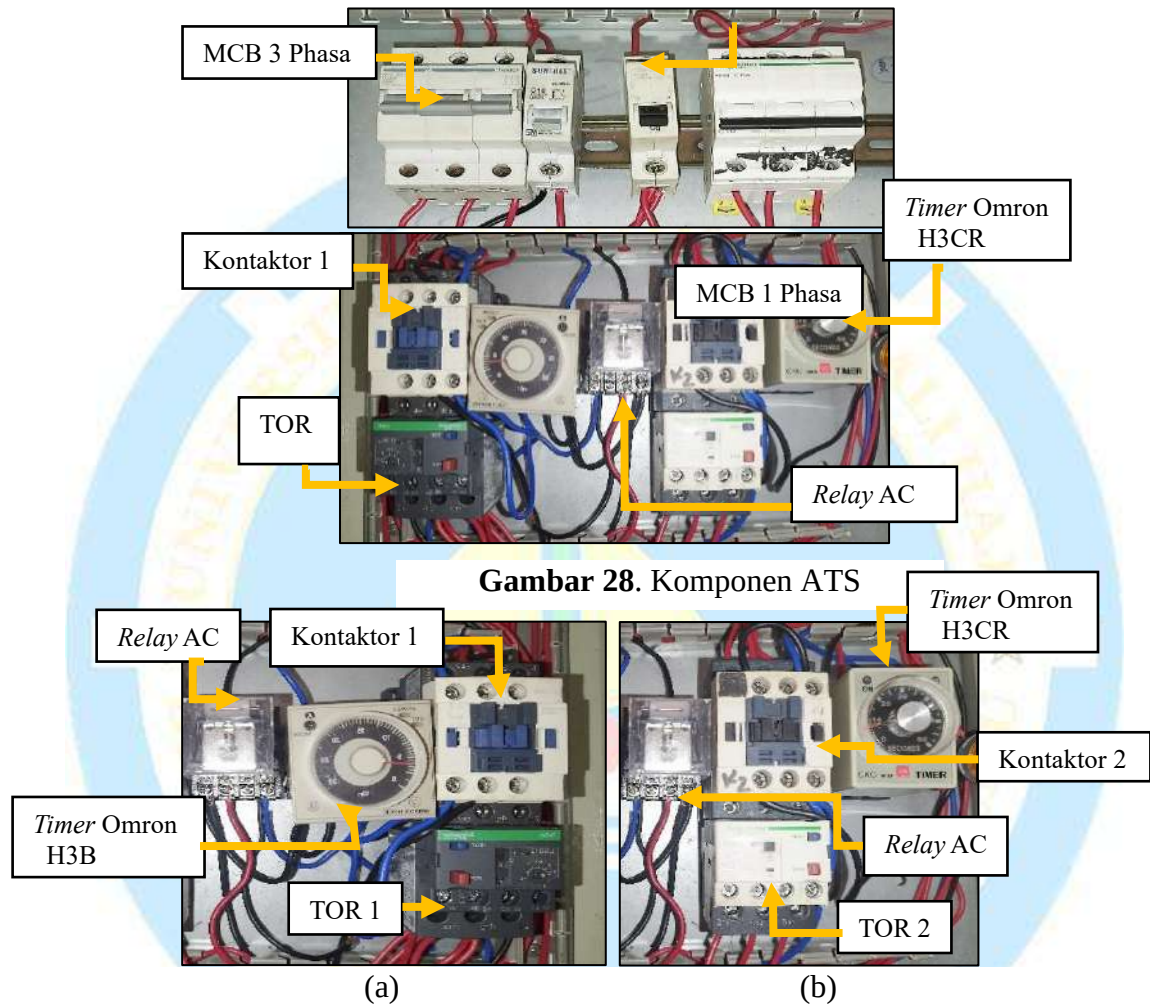


Gambar 27. Pengujian *Timer Delay Relay*

2. Pengujian ATS (*Automatic Transfer Switch*)

ATS (*Automatic Transfer Switch*) berfungsi secara otomatis mengalihkan daya dari sumber utama ke sumber cadangan ketika tidak ada aliran listrik di sumber utama. Komponen yang digunakan dalam sistem ATS ini adalah kontaktor, *Thermal Overload Relay*, *Timer* Omron H3CR, *Relay* AC 220 V, dan MCB 3 Phasa (Gambar). Hasil pengujian ATS membuktikan bahwa ATS berfungsi dengan baik karena saat listrik mengalir dari sumber listrik utama maka *relay* AC 220 V akan menyala dan *Timer* Omron H3CR akan menghitung waktu dan kemudian kontaktor 1 akan bekerja Gambar 28.

Kemudian saat tidak ada aliran listrik pada sumber utama maka sumber cadangan listrik dari genset akan menyala dan *Timer* H3CR akan bekerja dan kemudian kontaktor 2 akan bekerja dilihat pada Gambar 28.



Gambar 29. (a) ATS dari Sumber Utama (b) ATS dari Sumber Cadangan

3. Integrasi Komponen

Integrasi komponen adalah tahap penggabungan dari berbagai komponen yang telah dirancang sebelumnya ke dalam satu rangkaian sistem rangkaian yang saling terhubung. Proses perakitan perangkat elektronik diawali dengan pembuatan skematik rangkaian sebagai pedoman seperti yang ditunjukkan pada

Gambar 30. Skematik Rangkaian Kontrol PLC Omron

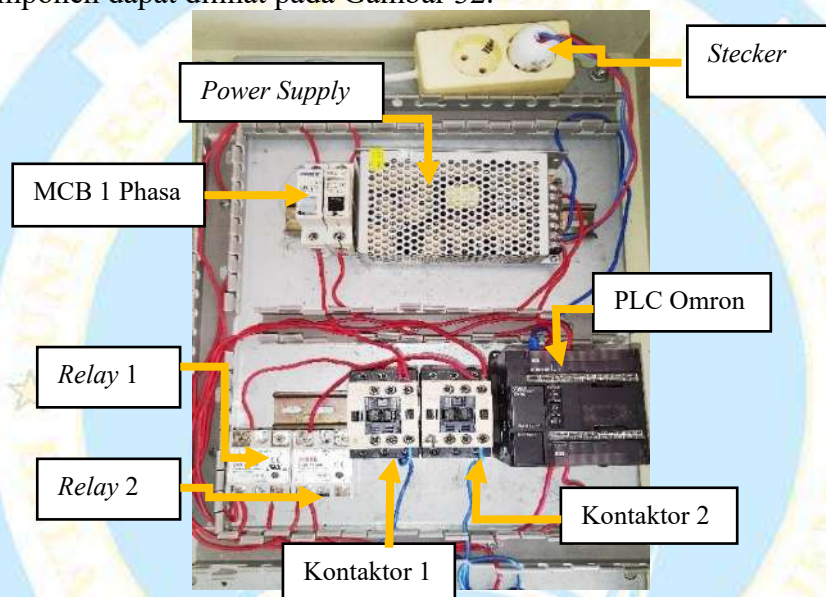


Gambar 30. Skematik Rangkaian Kontrol PLC Omron

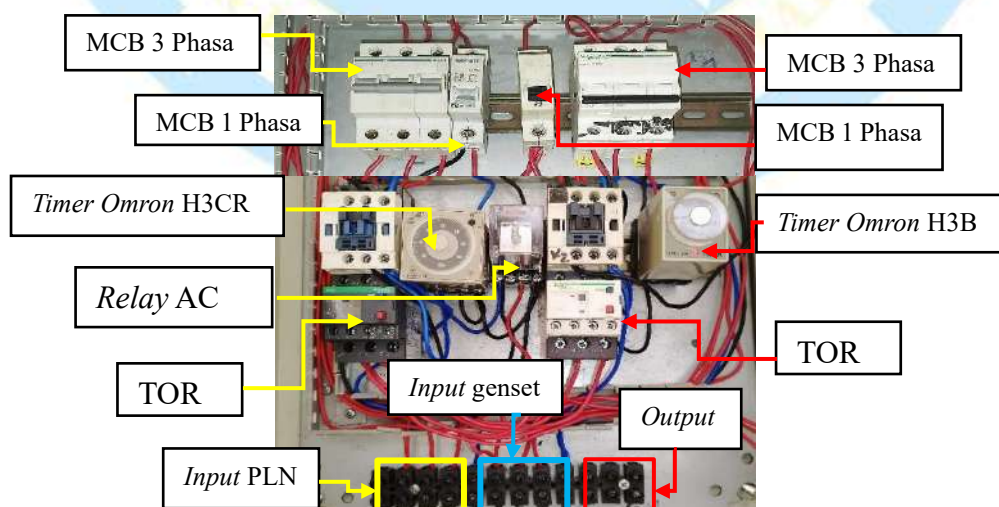


Gambar 30. Skematik Rangkaian Kontrol PLC Omron

Komponen -komponen yang digunakan pada panel kontrol yaitu 2 buah MCB 1 Phasa, *Power supply*, kontaktor 1 dan kontaktor 2, *relay* SSR 1, *relay* SSR 2 dan PLC Omron. Sementara itu pada panel ATS terdiri dari beberapa komponen yaitu 2 buah MCB 3 Phasa, 2 buah MCB 1 Phasa, kontaktor 1, kontaktor 2, *relay* 220 V. *timer* 1 dan *timer* 2. Seluruh komponen disusun dan diletakkan dengan rapi di dalam panel. Proses penggabungan keseluruhan komponen dapat dilihat pada Gambar 32.



Gambar 32. Integrasi Komponen Panel Kontrol

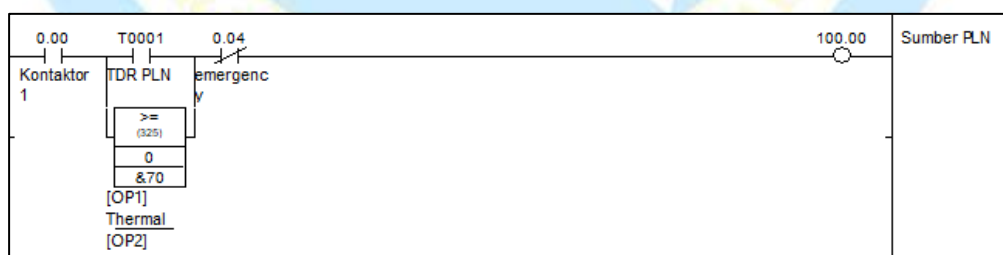


Gambar 33.. Integrasi Komponen ATS

Alur kerja ATS dimulai dari deteksi arus listrik dari sumber tegangan PLN oleh *coil relay* A1 dan A2 pada kontaktor 1 yang akan menimbulkan kontak NO menjadi NC pada kontaktor dan otomatis arus akan mengalir. Kemudian ketika sumber tegangan PLN padam maka *timer* 1 akan menghitung mundur waktu 5 detik kemudian *relay* 1 akan bekerja otomatis untuk menstabilkan perpindahan tegangan dari sumber utama ke sumber cadangan, setelah *relay* bekerja maka dengan secara berurutan *coil relay* pada pin A1 dan A2 kontaktor 2 akan mengalirkan arus pada *main contact* NO menjadi NC yang berarti arus mengalir. Dan apabila sumber tegangan dari PLN kembali hidup maka *timer* 2 akan menghitung mundur waktu selama 5 detik yang mengakibatkan adanya perpindahan suplai tegangan dari genset ke PLN. *Flowchart* dapat dilihat pada Gambar.

C. Pengembangan *Firmware*

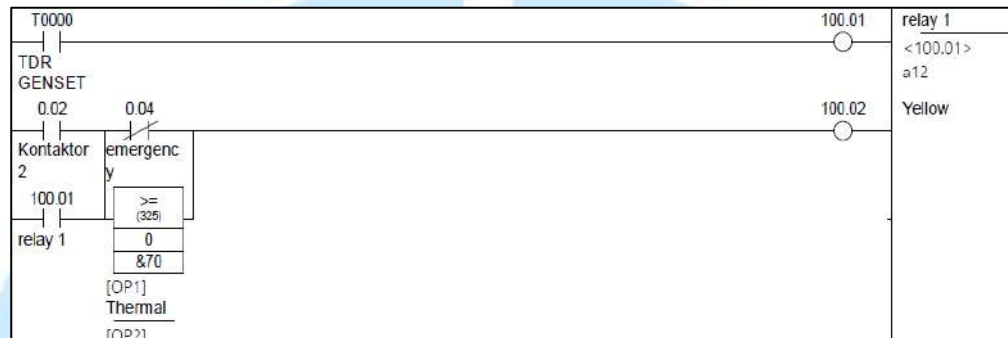
Pengembangan *firmware* dikembangkan menggunakan perangkat lunak CX - *Programmer*. Pembuatan *firmware* dimulai dari membuat *ladder* diagram rangkaian untuk menghidupkan sumber dari PLN.



Gambar 34. *Ladder* diagram aktivasi sumber PLN

Aktivasi sumber PLN pada *ladder* diagram dimulai dari penggunaan kontaktor 1 (000.00) yang berfungsi untuk menyambungkan suplai listrik dari sumber PLN. Ketika kondisi normal, *timer* T0001 (TDR PLN) akan bekerja

dengan memberikan penundaan waktu selama 5 detik sebelum mengaktifkan indikator sumber PLN, yaitu *output* 100.00. Pada saat *timer* ini aktif, kotak *Normally closed* (NC) dari T0001 akan terbuka, sehingga mencegah pengaktifan rangkaian menuju sistem genset. *Output* 100.00 ini menjadi penanda bahwa sumber utama dari PLN sedang aktif.



Gambar 35. Ladder diagram pengalihan sumber ke Genset

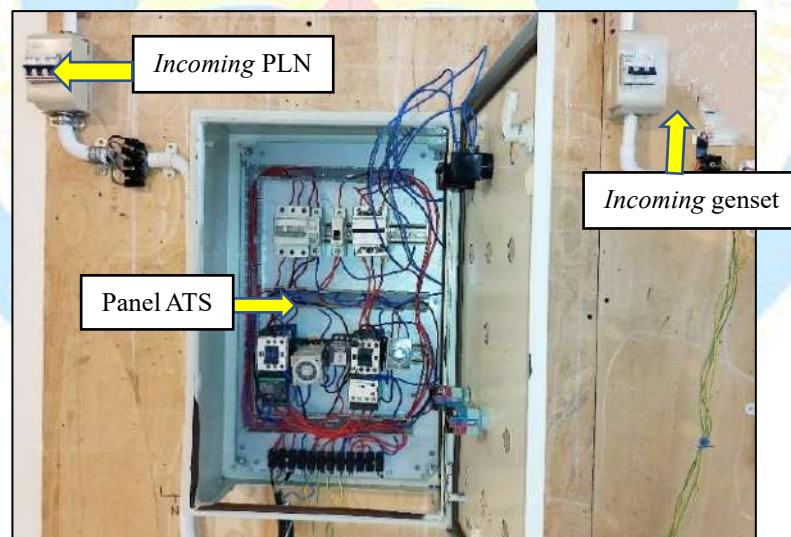
Apabila sumber listrik dari PLN gagal, maka sistem secara otomatis akan memindahkan suplai ke genset yang ditunjukkan pada baris kedua *ladder* diagram. Dalam kondisi ini, *timer* T0001 tidak aktif sehingga memungkinkan aktifnya sirkuit genset. Kontaktor 2 (000.02) akan diaktifkan untuk menyambungkan suplai dari genset, dan *timer* T0000 (TDR GENSET) akan memberikan jeda waktu selama 5 detik sebelum indikator output 100.02 menyala. Kontak *normally closed* dari *relay* 1 berfungsi sebagai *interlock* yang mencegah kedua sumber menyala secara bersamaan, sehingga hanya satu sumber yang aktif pada satu waktu. Ketika *output* 100.02 aktif, hal ini menandakan bahwa suplai listrik telah berpindah dari PLN ke genset.

Sebagai tambahan pengaman, sistem ini juga dilengkapi dengan *interlock* dan proteksi *thermal* bekerja ketika di mana saat parameter suhu atau arus

melebihi batas aman (≥ 70). Penggunaan TOR (*Thermal Overload Relay*) untuk masing-masing sumber guna mencegah terjadinya beban berlebih atau kerusakan pada perangkat. Selain itu, terdapat kontak *emergency* yang berfungsi sebagai tombol darurat. Ketika tombol ini ditekan, maka suplai dari kedua sumber akan terputus secara bersamaan untuk menjaga keamanan sistem secara keseluruhan.

D. Uji Laboratorium

Pada uji laboratorium ini ATS disambungkan pada sumber PLN dan motor 3 phasa yang bertujuan untuk mengetahui apakah sistem berfungsi dengan baik dan sesuai dengan program yang telah dibuat. Pengujian performa alat ini dilakukan dengan memperhatikan apakah ATS berhasil melakukan peralihan sumber daya listrik PLN ke motor 3 phasa dalam jangka waktu 5 detik.



Gambar 36. Uji Laboratorium

Hasil uji laboratorium yang dilakukan sebanyak sepuluh kali percobaan, di *workshop* listrik BLKPP Kepulauan Riau pada tanggal 2 Juni 2025. Pengujian dilakukan dengan menyambungkan *incoming* PLN dari terminal

sumber 3 Phasa di papan instalasi panel A dan untuk *incoming* genset dihubungkan ke sumber tegangan yang ada di terminal sumber 3 phasa papan instalasi panel, untuk hasil uji laboratorium dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil uji Laboratorium

No	Keterangan	Delay waktu
1	berhasil	5 detik
2	berhasil	5 detik
3	berhasil	5 detik
4	berhasil	5 detik
5	berhasil	5 detik
6	berhasil	5 detik
7	berhasil	5 detik
8	berhasil	5 detik
9	berhasil	5 detik
10	berhasil	E. detik

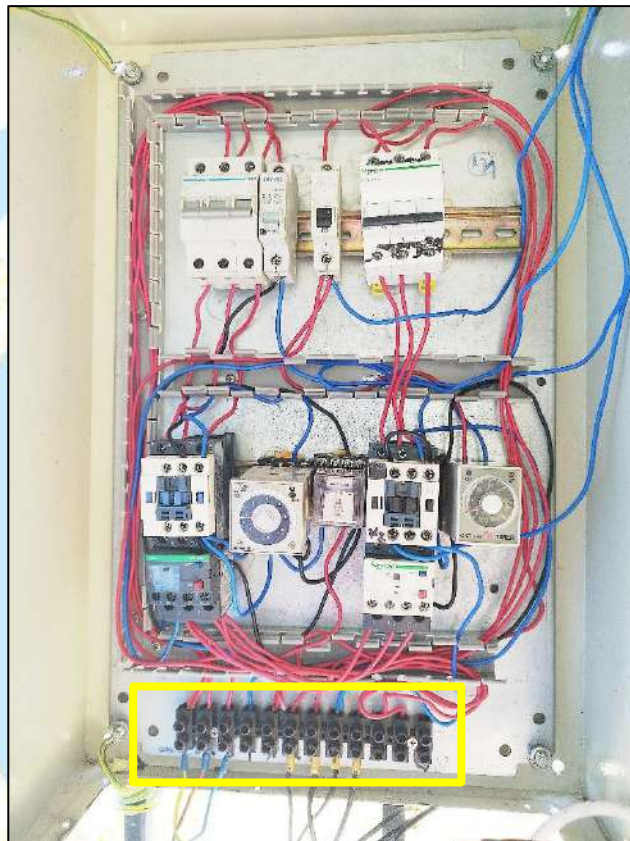
E.Uji Keseluruhan Sistem

Pengujian terhadap keseluruhan sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan program yang telah dirancang. Pengujian performa alat ini dilaksanakan dengan melakukan pemasangan panel pada *enclosure* genset, dapat dilihat pada Gambar 37.



Gambar 37. Hasil Pemasangan Panel Pada *Enclosure* Genset

Tahap kedua adalah menyambungkan terminal *output* yaitu kabel R, S, T, dan N dari genset ke terminal *input* di panel ATS. Kemudian inputan lampu dari kabel Fasa dan netral dari PLN dihubungkan ke terminal yang ada di panel ATS, dapat dilihat pada Gambar 38.



Gambar 38. Pemasangan kabel *incoming* genset dan *incoming* PLN

Tahap ketiga adalah melakukan komisioning kelistrikan pada mesin genset HT 135 P dan juga panel ATS yang telah dipasang ke *incoming* PLN dan *incoming* Genset. Pada tahap ini peneliti harus memperhatikan *name plate*, tegangan *output*, kondisi mesin genset, dan sambungan kabel dari sumber PLN dan *output* genset yaitu kabel R, S, T, dan N yang akan dihubungkan ke

terminal *incoming* pada panel ATS dengan sesuai urutan dan rapi. Tampilan komisioning kelistrikan dapat dilihat pada Gambar 39.



Gambar 39. Komisioning Kelistrikan

Setelah melakukan tes komisioning pada mesin genset HT 135 P yang ada di FTTK UMRAH dapat diidentifikasi bahwa mesin genset tersebut dalam keadaan tidak layak digunakan. Hal ini terjadi dikarenakan tegangan yang dihasilkan oleh genset HT 135 P terlalu besar dan tidak sesuai dengan beban motor listrik yang ada di FTTK yang menyebabkan *overvoltage* dan hal ini dapat memicu kerusakan motor listrik. Kemudian faktor lain yang menyebabkan kerusakan mesin genset ini adalah perawatan aki, penggantian oli, radiator yang tidak terjaga.

F. Uji Lapang

Uji lapang dilakukan pada tanggal 5 Juni 2025. Uji lapang bertujuan untuk mengetahui performa dari alat ATS (*Automatic Transfer Switch*). Pengujian sistem dilakukan dengan 3 macam pengujian, yaitu uji sistem kontrol dengan

genset sebagai sumber cadangan energi, uji komisioning untuk mengetahui kelayakan sistem, uji kecepatan peralihan sumber menggunakan *Stopwatch*. Pengujian dilakukan dengan mengalihkan sumber listrik utama ke sumber listrik cadangan dalam waktu terhitung 5 detik setelah sumber listrik PLN mati. Hasil pengujian yang dilakukan sebanyak sepuluh kali percobaan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Uji Keberhasilan ATS

No	Pengujian	Percobaan (kali)	Jumlah	
			Berhasil	Tidak
1	Kontrol peralihan sumber dengan <i>Relay</i> dan TDR	10	10	0
2	Pengujian sistem ATS terhadap beban	10	10	0
3	Pengujian komisioning sistem	10	9	1

Berdasarkan Tabel 6 diatas bahwa kontrol peralihan sumber listrik dinyatakan berhasil karena ATS dapat mengendalikan peralihan sumber listrik PLN ke genset menggunakan *Relay* dan *Timer Delay Relay*. Pengujian keamanan dengan *Relay* dan TDR dinyatakan berhasil karena saat sumber listrik PLN padam, sistem langsung bekerja dan mengalihkan secara otomatis sumber listrik cadangan (genset), dalam jeda waktu 5 detik.

G. Analisis Data

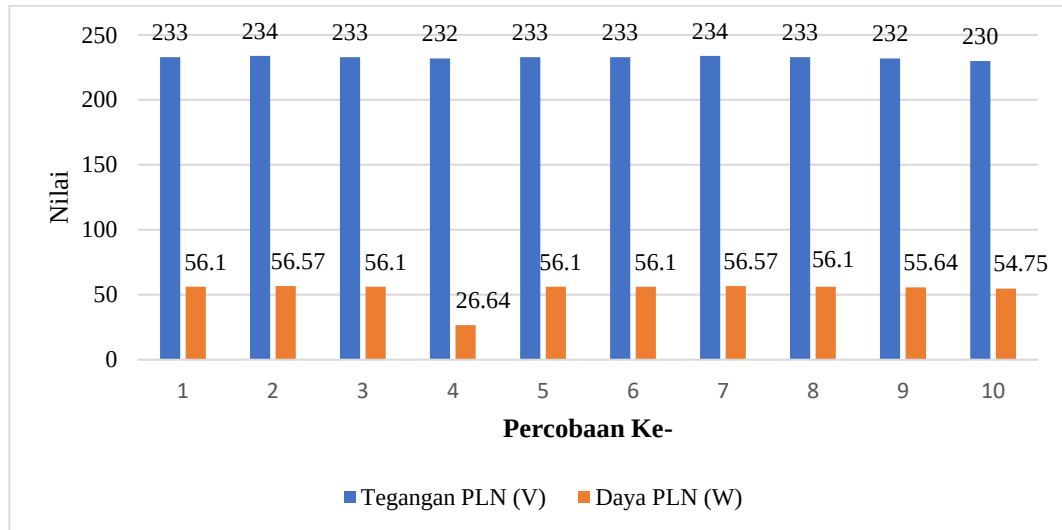
1. Pengujian Sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*)

Pengujian dilakukan dengan menggunakan ATS untuk mengalihkan sumber tegangan utama (PLN) ke genset sebanyak sepuluh kali dengan mengukur kecepatan perpindahan, waktu *transfer* daya, arus, dan daya pada masing-masing kondisi. Pengujian menggunakan *Relay* dan *Timer Delay Relay*

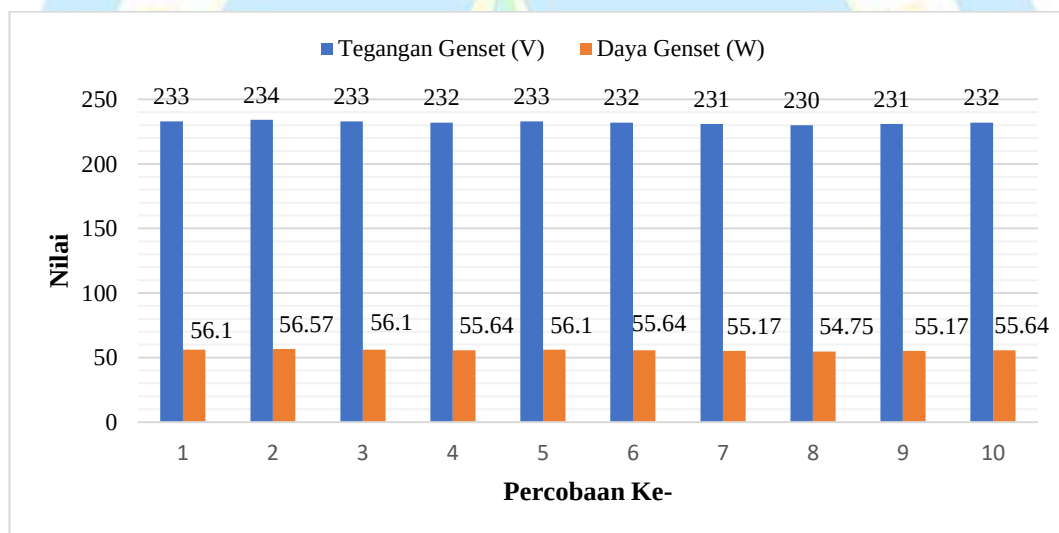
dilakukan untuk mengetahui apakah kecepatan waktu *transfer* daya, arus, dan daya yang terukur pada kedua sumber mengalami perubahan. Saat pengambilan data kecepatan dan waktu *transfer* daya menggunakan *stopwatch*, tegangan menggunakan *power monitor* dan multimeter. Pengujian dilakukan dengan menghidupkan sumber utama (PLN) dan mematikan kembali di setiap percobaan. Hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 10. Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada Tabel 10 menunjukkan bahwa perpindahan daya dari sumber utama ke sumber cadangan tidak mengalami perubahan performa saat perpindahan daya. Pada saat pengujian ini beban yang diberikan adalah lampu pijar 5 watt. Hasil pengujian *Relay* dan *Timer Delay Relay* pada saat perpindahan daya dalam sepuluh kali percobaan tidak mempengaruhi kecepatan waktu *transfer* daya, tegangan, dan daya, hasil pengujian ATS dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengujian ATS

No	Waktu (S)	Arus PLN(A)	Arus Genset(A)	Tegangan PLN(V)	Tegangan Genset(V)	Daya PLN (W)	Daya Genset(V)
1	5 detik	0,241	0,241	233	233	56,10	56,10
2	5 detik	0,242	0,242	234	234	56,57	56,57
3	5 detik	0,241	0,241	233	233	56,10	56,10
4	5 detik	0,240	0,240	232	232	26,64	55,64
5	5 detik	0,241	0,241	233	233	56,10	56,10
6	5 detik	0,241	0,240	233	232	56,10	55,64
7	5 detik	0,242	0,239	234	231	56,57	55,17
8	5 detik	0,241	0,238	233	230	56,10	54,75
9	5 detik	0,240	0,239	232	231	55,64	55,17
10	5 detik	0,238	0,240	230	232	54,75	55,64
Rata-Rata		0,2407	0,2401	232,7	232,1	53,07	59,69



Gambar 40. Grafik Tegangan dengan Daya PLN



Gambar 41. Grafik Tegangan dengan Daya Genset

Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata tegangan PLN sebesar 232,3 V, dengan tegangan maksimum 234 V dan minimum 230 V, sedangkan rata-rata tegangan genset sebesar 232,1 V, dengan maksimum 233 V dan minimum 230 V. Secara umum, tegangan dari kedua sumber sangat berdekatan, namun tegangan genset sedikit lebih rendah dari PLN. Daya genset mengalami sedikit penurunan

pada percobaan ketujuh hingga percobaan sembilan, yaitu dari 56,10 W menjadi 54,75 W, yang disebabkan karena adanya fluktuasi tegangan akibat kualitas genset.. Kesimpulannya, genset mampu mensuplai beban 968 Ω dengan baik, meski terdapat sedikit penurunan daya akibat turunnya tegangan dan arus.

2. Pengujian Sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) Terhadap Beban

Pengujian performa sistem ATS dengan memberikan variasi beban motor listrik. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur stabilitas tegangan menggunakan rumus :

$$S_v = \frac{|V_{max} - V_{min}|}{V_{nominal}} \times 100\%$$

Note: $V_{nominal} = 220$ Volt

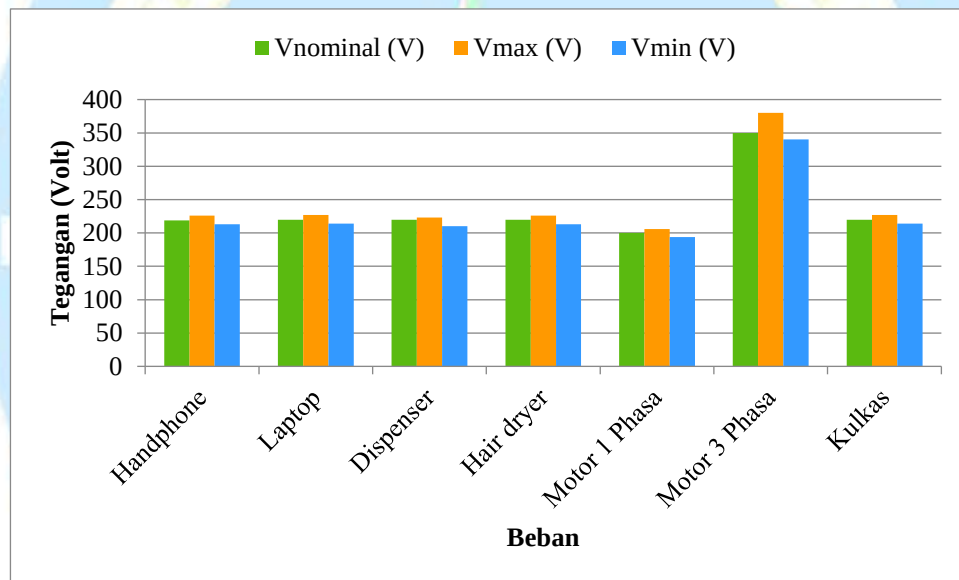
Hasil pengujian ATS terhadap 7 motor listrik yang memiliki variasi beban yang berbeda-beda, dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengukuran Stabilitas Tegangan

No	Beban	$V_{nominal}$ (V)	V_{max} (V)	V_{min} (V)	S_v (%)
1	Handphone	219	226	213	5,94
2	Laptop	220	227	214	5,91
3	Dispenser	220	223	210	5,91
4	Hair dryer	220	226	213	5,94
5	Motor 1 Phasa	200	206	194	6
6	Motor 3 Phasa	350	380	340	6
7	Kulkas	220	227	214	5,91
Rata-Rata		235,7	245	228	5,94

Rata-rata stabilitas tegangan (S_v) dari seluruh beban dalam pengujian ini adalah sekitar 5,94%, yang masih berada dalam batas toleransi standar maksimal yaitu 10% (Istiana Handayani & Nugroho, 2016). Nilai ini menunjukkan bahwa

sistem listrik berada dalam kondisi yang cukup stabil dan relatif aman digunakan untuk kebutuhan rumah tangga. Sebagian besar beban, seperti *handphone*, laptop, dispenser, dan kulkas menunjukkan Sv sekitar 5,91 sampai 5,94%, yang berarti fluktuasi tegangannya masih dapat ditoleransi oleh peralatan elektronik standar. Namun demikian, beban seperti motor 1 phasa dan motor 3 phasa menunjukkan Sv mencapai 6%, sedikit melebihi batas ideal 5%, yang menunjukkan adanya variasi tegangan yang lebih besar ketika beban induktif bekerja. Grafik batang dapat dilihat pada Gambar 42.



Gambar 43. Grafik Pengujian ATS Terhadap Variasi Beban

Berikut perhitungan manual rata-rata Sv dari hasil pengujian ATS terhadap tujuh motor listrik yang berbeda-beda, yang bertujuan untuk mengukur keberhasilan sistem ATS yang telah dibuat.

$$\text{Rata-rata } V_{nom} = \frac{(219+220+220+220+220+350+220)}{7} = 235,57 \text{ V}$$

$$\text{Rata-rata } V_{\max} = \frac{(226 + 227 + 223 + 226 + 206 + 380 + 227)}{7} = 245 \text{ V}$$

$$\text{Rata-rata } V_{\min} = \frac{(213 + 214 + 210 + 213 + 194 + 340 + 214)}{7} = 228,29 \text{ V}$$

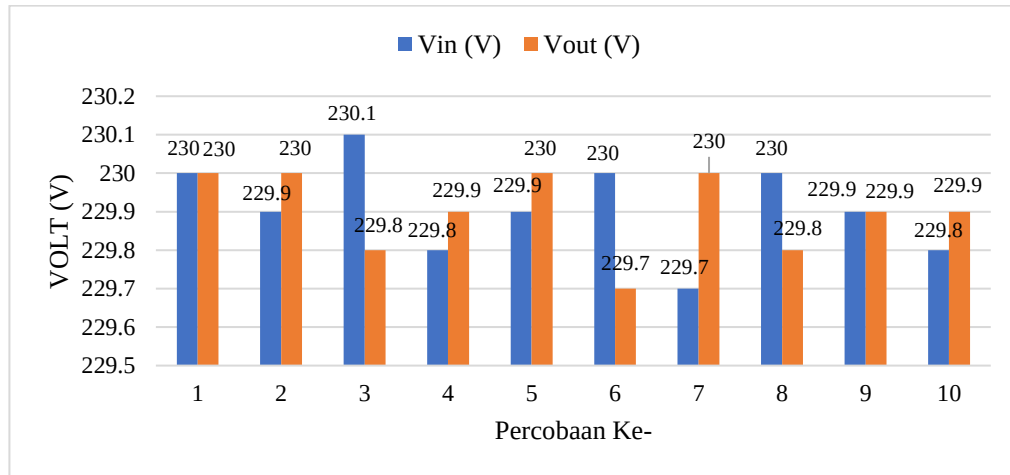
$$\text{Rata-Rata } S_v\% = \frac{(5.94 + 5.91 + 5.91 + 5.94 + 6.00 + 6.00 + 5.91)}{7} = 5,94$$

3. Analisis Tes Komisioning Sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*)

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan sumber listrik utama (PLN) dan genset ke sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*), lalu diberikan beban AC merek Sanyo 1,5 PK dengan reaktansi induktif sebesar 10 Ω . Dimana ketika listrik PLN padam, *timer* akan mengaktifkan genset dalam waktu sekitar 5 detik dan secara otomatis mengalihkan suplai daya ke beban melalui kontaktor genset. Hasil tes komisioning dapat dilihat pada Tabel 12.

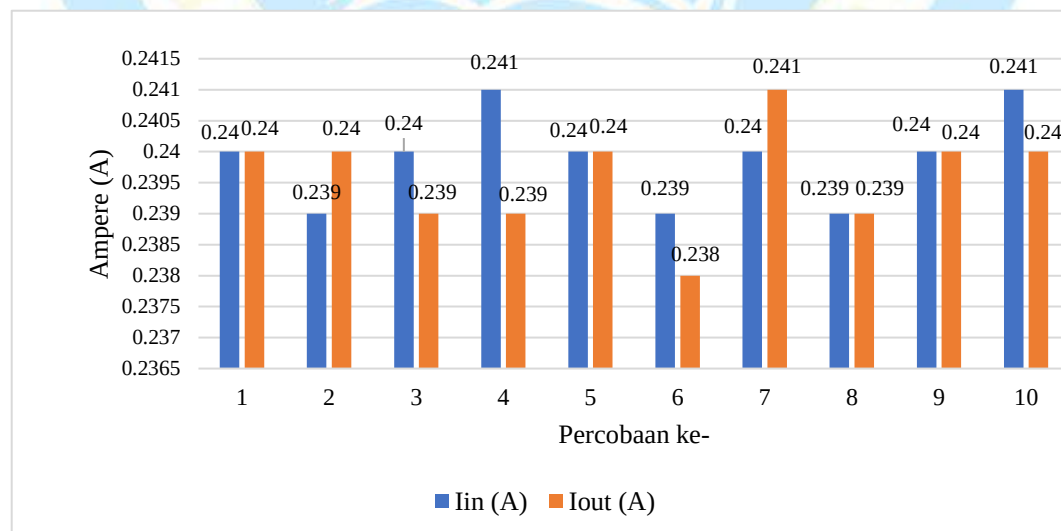
Tabel 12. Uji Komisioning

No	V _{in} (V)	V _{out} (V)	I _{in} (A)	I _{out} (A)	Daya (W)	Delay (s)	S _v (%)	F (Hz)	cos ϕ
1	230,0	230	0,24	0.24	51.84	5	0	50	0.94
2	229,9	230	0,239	0.24	51.86	5	0.09	50	0.94
3	230,1	229,8	0.24	0.239	51.69	5	0.13	50	0.94
4	229,8	229,9	0.241	0.239	51.79	5	0.04	50	0.94
5	229,9	230	0.24	0.24	51.84	5	0.04	50	0.94
6	230	229,7	0.239	0.238	51.5	5	0.13	50	0.94
7	229,7	230	0.24	0.241	52.04	5	0.13	50	0.94
8	230	229,8	0.239	0.239	51.79	5	0.13	50	0.94
9	229,9	229,9	0.24	0.24	51.84	5	0.0	50	0.94
10	229,8	229,9	0.241	0.24	52.04	5	0.04	50	0.94
Rata-rata = 229,92		229,9	0,24	0,23	51,8	5	0,07	50	0,94

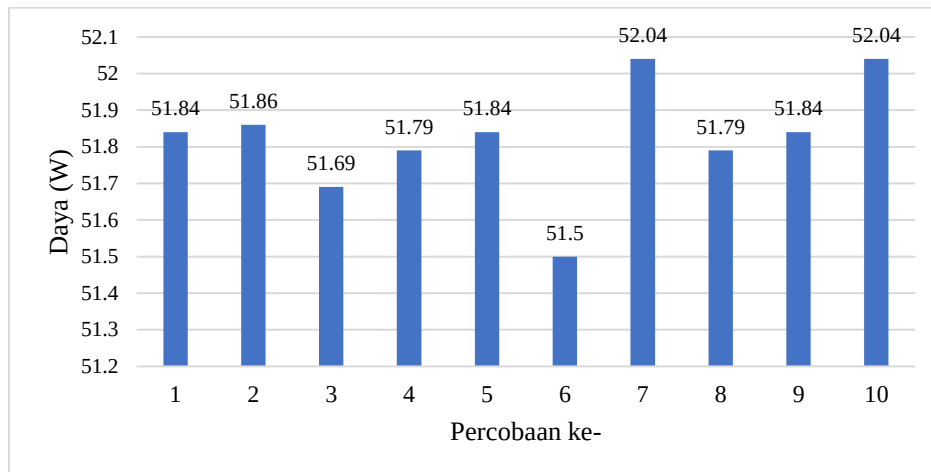


Gambar 44. Grafik perbandingan Tegangan *Input* dan Tegangan *Output*

Grafik pada Gambar 44 menunjukkan perbandingan antara tegangan *input* (*Vin*) dan *output* (*Vout*) dari sistem ATS pada selama sepuluh kali pengujian. Terlihat bahwa nilai *Vin* dan *Vout* berada dalam rentang yang yaitu sekitar 229,7 sampai 230,1 V, yang menunjukkan kestabilan sistem dalam mengalirkan tegangan saat proses *transfer* daya. Untuk grafik perbandingan arus masuk dan keluar dapat dilihat pada Gambar 45 yang menunjukkan konsistensi di kisaran 0,238 sampai 0,241 A, menunjukkan konsistensi *transfer* arus dari sumber ke beban.



Gambar 45. Grafik Perbandingan Arus Masuk dan Arus Keluar



Gambar 46. Grafik Daya aktif

Hasil pengujian komisioning menunjukkan bahwa sistem ATS berfungsi dengan baik dan sesuai dengan rancangan. Tegangan *input* (V_{in}) dan *output* (V_{out}) yang diterima beban relatif stabil dengan rata-rata masing-masing sekitar 229,92 V dan 229,9 V, mendekati nilai nominal 230 V yang diharapkan. Arus *input* (I_{in}) dan *output* (I_{out}) juga konsisten dengan rata-rata sekitar 0,24 A, meskipun nilai arus ini tidak sesuai secara langsung jika dihitung hanya berdasarkan tegangan dan hambatan induktif 10 Ω karena nilai hambatan tersebut adalah reaktansi induktif, bukan resistansi murni beban, sehingga arus sebenarnya dipengaruhi juga oleh faktor daya ($\cos \phi$) yang rata-ratanya 0,94. Daya rata-rata yang terukur sebesar 51,8 W menunjukkan beban beroperasi dalam kondisi normal. Waktu *delay* perpindahan sumber listrik konsisten di 5 detik, yang sesuai dengan desain sistem ATS untuk memastikan pengalihan sumber daya yang aman dan stabil. Nilai deviasi tegangan (S_v) sangat kecil yaitu sekitar 0,07 %, menunjukkan stabilitas tegangan selama proses perpindahan baik. Frekuensi listrik (F) tetap stabil pada 50 Hz, sesuai dengan standar listrik nasional Indonesia, sehingga kualitas suplai listrik terjaga dengan

baik. Secara keseluruhan, tidak terdapat perubahan signifikan pada parameter-parameter pengujian yang menunjukkan bahwa sistem ATS mampu bekerja secara otomatis.

H. Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) 3 fasa berbasis PLC Omron untuk peralihan otomatis sumber daya listrik antara PLN dan genset. Sistem ATS ini menggunakan PLC Omron sebagai pengendali utama, yang diprogram untuk mendeteksi kegagalan sumber utama dan secara otomatis mengalihkan beban ke sumber cadangan (genset) dengan jeda waktu 5 detik. Proses peralihan ini dikendalikan oleh rangkaian kontrol yang terdiri dari *relay* dan *Timer Delay Relay* (TDR). Ketika tegangan dari PLN terputus, sistem akan menunggu selama 5 detik untuk memastikan gangguan bersifat tetap, lalu mengaktifkan genset dan memindahkan beban secara otomatis. Jika PLN kembali normal, sistem juga akan secara otomatis mengalihkan kembali beban ke sumber utama.

Pengujian sistem dilakukan secara bertahap, mulai dari uji laboratorium, uji lapang, hingga komisioning. Pada uji laboratorium, sistem diuji dengan menyambungkan sumber PLN dan genset ke panel ATS serta memonitor perpindahan daya ke beban motor 3 fasa, yang menunjukkan waktu perpindahan rata-rata 5 detik sesuai rancangan. Uji lapang meliputi pengujian kontrol peralihan, beban terhadap sistem, dan komisioning, yang semuanya menunjukkan bahwa

sistem mampu merespon gangguan sumber listrik secara otomatis dan efisien tanpa menyebabkan gangguan signifikan terhadap stabilitas arus, tegangan, dan daya.

Selain itu, dilakukan pengujian stabilitas tegangan (S_v) pada berbagai beban seperti laptop, kulkas, motor 1 fasa dan 3 fasa, serta peralatan rumah tangga lainnya. Rata-rata stabilitas tegangan tercatat sebesar 5,94%, yang masih berada dalam batas toleransi standar maksimal yaitu 10%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu menangani berbagai variasi beban dengan baik tanpa menimbulkan fluktuasi tegangan berlebih yang dapat merusak peralatan elektronik.

Pada tahap akhir, dilakukan komisioning sistem ATS dengan beban berupa AC 1,5 PK yang memiliki karakteristik induktif. Pengujian ini bertujuan memastikan sistem dapat bekerja dalam kondisi nyata di lapangan. Hasilnya, seluruh parameter seperti tegangan *input-output*, arus, daya, faktor daya ($\cos \phi$), dan *delay* waktu menunjukkan performa yang konsisten dan stabil. Tegangan rata-rata berada pada kisaran 229,9 V, dengan frekuensi 50 Hz, serta faktor daya 0,94, yang sesuai dengan standar kelistrikan nasional.

Secara keseluruhan, sistem ATS 3 fasa berbasis PLC Omron yang dirancang telah terbukti mampu bekerja otomatis, cepat, dan andal dalam mengalihkan suplai listrik dari PLN ke genset dan sebaliknya, dengan waktu perpindahan rata-rata 5 detik. Sistem ini dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kontinuitas suplai listrik, serta meminimalkan risiko kerusakan perangkat elektronik akibat gangguan listrik mendadak.

V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) berbasis TDR berhasil dirancang dan diuji dengan baik, mampu mengalihkan sumber listrik dari PLN ke genset secara otomatis dalam waktu rata-rata 5 detik. Pengujian dilakukan melalui tiga tahap, yaitu uji laboratorium, uji lapang, dan uji komisioning. Pada uji laboratorium, sistem menunjukkan performa yang konsisten dengan waktu perpindahan daya tetap 5 detik dalam sepuluh kali percobaan. Uji lapang menunjukkan bahwa ATS mampu merespons gangguan sumber listrik dengan baik, serta tetap menjaga stabilitas tegangan dengan rata-rata deviasi sebesar 5,94% yang masih dalam batas aman. Pada tahap komisioning, sistem menunjukkan kestabilan parameter listrik, dengan tegangan *input* dan *output* mendekati nominal 230 V, frekuensi tetap pada 50 Hz, serta daya rata-rata sebesar 51,8 W, dan faktor daya 0,94. Meskipun genset HT 135 P dinyatakan tidak layak pakai dikarenakan kurangnya perawatan, namun berdasarkan hasil uji laboratorium dan uji lapang sistem ATS secara keseluruhan terbukti mampu bekerja otomatis,

B. Saran

Adapun saran dalam penelitian ini ialah diharapkan kedepannya agar dapat melakukan perawatan mesin genset lebih rutin dan menambahkan sistem pemantauan jarak jauh menggunakan *platform Internet Of Things* agar dapat mencegah kerusakan pada mesin genset HT 135 P.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Majid, A. (2018). Alat Automatic Transfer Switch (Ats) Sebagai Sistem Kelistrikan Hybrid Sel Surya Pada Rumah Tangga. *Surya Energi*, 2(2), 172–178. <https://doi.org/10.32502/jse.v2i2.1043>
- Asni Tafrikhatin, Jati Sumarah, Ajeng Tiara Wulandari, Unggul Pambudi, & Iftah Khozy Allam. (2022). Simple Automatic Transfer Switch System Using Timer Delay Relay. *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, 6(2), 303–309. <https://doi.org/10.37339/e-komtek.v6i2.1076>
- Dewi, T. K., & Sasmoko, P. (2015). Aplikasi Programmable Logic Controller (Plc) Omron Cp1E Na20 Dra Dalam Proses Pengaturan Sistem Kerja Mesin Pembuat Pelet Ikan. *Gema Teknologi*, 17(4), 170–177. <https://doi.org/10.14710/gt.v17i4.8937>
- Groover, M. P. (2015). Production Systems , and Manufacturing edition. *Https://Journal of Engineering and Technology*, 2579–0617, 6. <http://doi.org/10.46792/fuoyejet.v6i1.579>.
- Istiana Handayani, F., & Nugroho, A. (2016). Analisis Jatuh Tegangan Dan Rugi Daya Pada Jaringan Tegangan Rendah Menggunakan Software Etap 12.6.0. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 5(1), 56–61. <https://doi.org/10.1234/transient.2016.5.56>
- Mahaseng, Y., Masarrang, M., Arifin, Y., Rahman, Y. A., & Dewi, S. (2022). Rancang Bangun Panel Automatic Transfer Switch (Ats) Berbasis Photovoltaic. *Jurnal Ilmiah Foristek*, 12(1), 12–20. <https://doi.org/10.54757/fs.v12i1.140>
- Mane, Gajanan, K., Shraddha, B., Sahil, M., & Dhanaji, P. (2021). PLC Based On Automatic Transfer Switch. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 03(05), 3316–3321. <https://doi.org/10.1234/irjmets.2021.3.3316>
- Mbonu Nkemjika, B., Usikalu Mojisola, R., Ayara Williams, A., & Obafemi Leke, N. (2019). Design and construction of automatic transfer switch. *ARPJN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 14(22), 3906–3909.

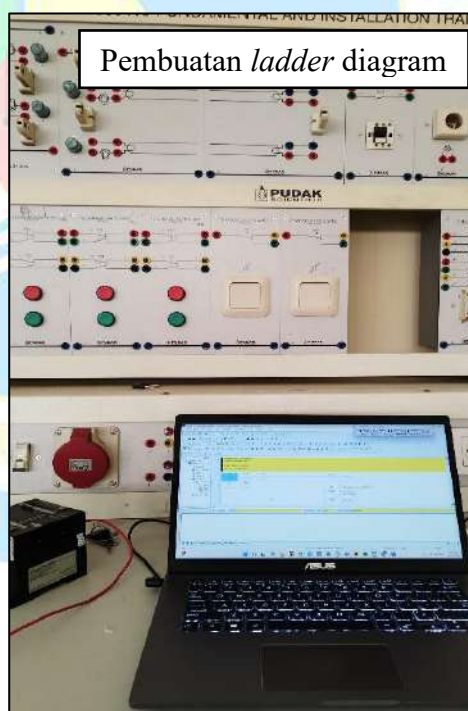
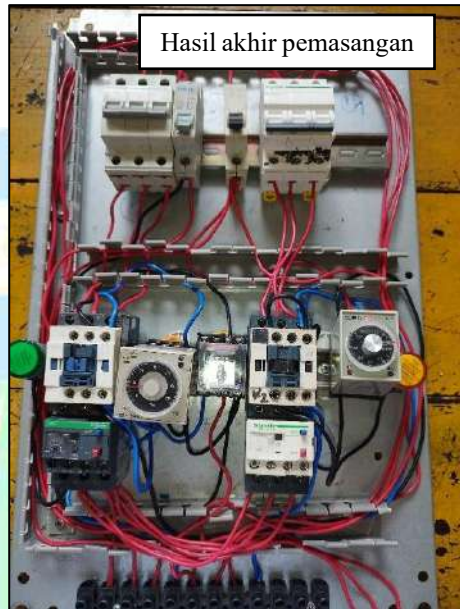
<https://doi.org/10.46792/fuoyej.v6i1.579>

- Nugroho, J. W., Rusimamto, P. W., Munoto, M., & Wrahatnolo, T. (2022). Penggunaan Festo Fluidsim Sebagai Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas Xi Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik Di Smk Negeri 1 Cerme. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 12(01), 1–9. <https://doi.org/10.26740/jpte.v12n01.p1-9>
- Olatomiwa, L., & Olufadi, R. (2014). Design and Development of a Low Cost Automatic Transfer Switch (ATS) with An Over-voltage Protection. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*, 1(4), 190–196. <https://doi.org/10.1234/jmest.2014.1.190>
- Pradika, H., & Moediyono, M. (2015). Thermal Overload Relay Sebagai Pengaman Overload Pada Miniatur Gardu Induk Berbasis Programmable Logic Controller (Plc) Cp1E-E40Dr-a. *Gema Teknologi*, 17(2), 80–85. <https://doi.org/10.14710/gt.v17i2.8922>
- Prawono, T. H., Sumardiono, A., & Prasetya, V. (2024). Rancang Bangun Panel Automatic Transfer Switch (ATS) – Automatic Main Failure (AMF) dan Sistem Monitoring di Tambak Udang Kemiren. *Jurnal ProTekInfo*, 2, 9. <https://doi.org/10.1234/protekinf.2024.2.9>
- Rezaputra, M. D. D., & Cahyono, M. R. A. (2021). Perancangan Sistem Kontrol Otomatis Press Roll Berbasis PLC Mitsubishi Type-Q Pada Building Tire Machine. *Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET)*, 3(2), 92–101. <https://doi.org/10.26740/inajet.v3n2.p92-101>
- Rifqi, A., & Haryudo, S. I. (2024). Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek Berbantuan Aplikasi Simurelay untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa. *Jurnal Pendidikan Madrasah*, 9(1), 123–132. <https://doi.org/10.14421/jpm.2024.123-132>
- Rika Widianita, D. (2023). Perancangan dan Implementasi ATS Relay dan TDR pada PT.Citra Lampia Mandiri. In *AT-TAWASSUTH: Jurnal Ekonomi Islam: Vol. VIII (Issue I)*. Handayani Hitter. <https://doi.org/10.1234/attawassuth.2023.8.1>

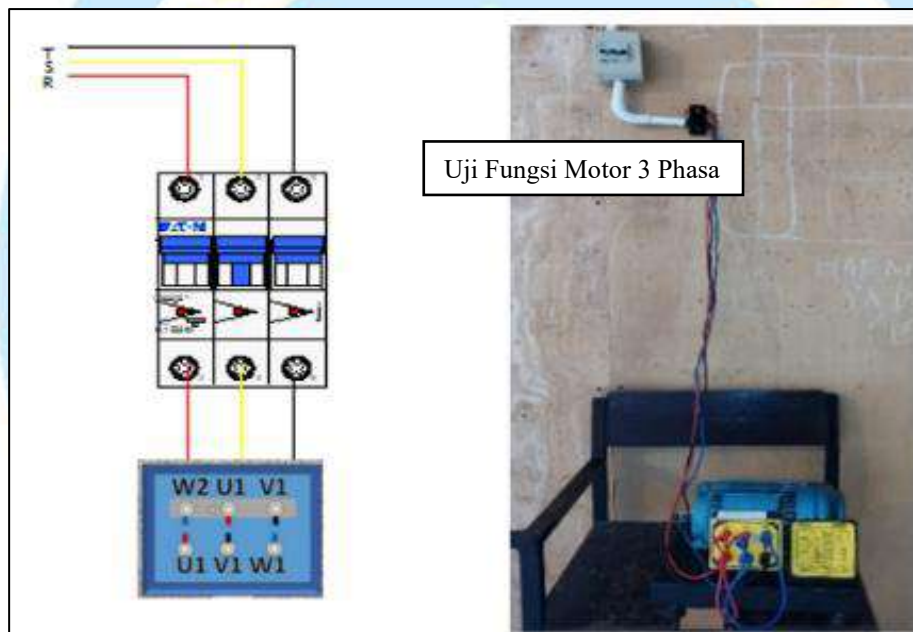
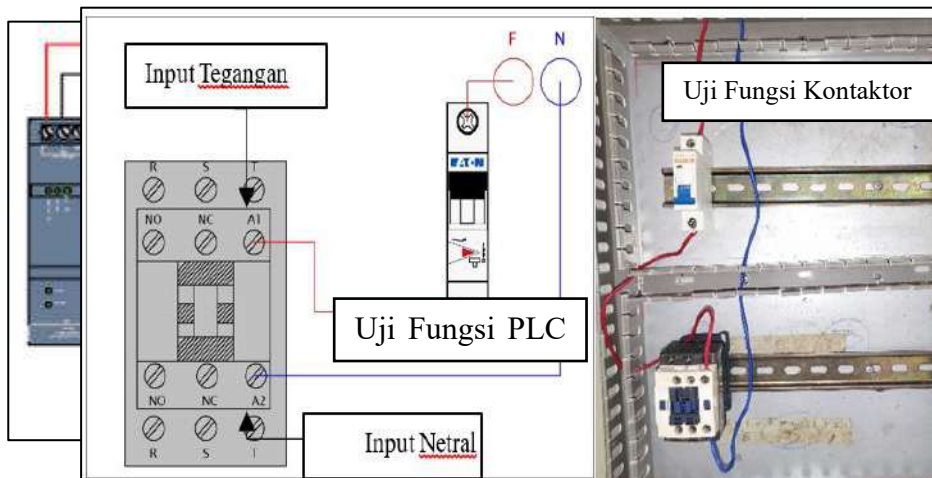
- Riyanto, S., & Sapriadi, A. (2018). Analisis Pengasutan Motor Induksi Tiga Fasa 15 HP Menggunakan Metode Dol (Direct On Line) Pada PDAM Juwata Laut Tarakan. *Elektrika Borneo*, 4(2), 11–16. <https://doi.org/10.35334/jeb.v4i2.1291>
- Rosyid, N. F., Kristianti, V. E., Situmeang, A., Teknologi, F., Universitas, I., & Barat, J. (2020). *PROTOTIPE SISTEM PEMADAM KEBAKARAN OTOMATIS BERBASIS PLC OMRON CPIEN20DR-A*. 239–248. <https://doi.org/10.22441/jte>
- Sefriza Toriq Hidayat, M., & Kurniawan, W. D. (2022). Analisa Perbandingan Sistem Kontrol Berbasis Arduino Dan Plc Pada Pengendalian Suhu. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 07(02), 24–28. <https://doi.org/10.1234/jrm.2022.7.24>
- Tanjung, F., Sopyang, Suyani, & Hasanuddin, Z. B. (2022). Perancangan Panel Ats (Automatic Transfer Switch) Pln Ke Generator Gudang Pupuk Di Jeneponto. *Teknik Elektro UNISMUH*, 14(2), 102–108. <https://doi.org/10.1234/unismuh.2022.14.102>
- Wijaya, A. R., & Lutfiyani, Z. (2021). Rancang Bangun Prototype Kendali Motor Pompa Tendon Air Dengan Automatic Transfer Switch (ATS) PLTS Dan PLN. *JTERAF (Jurnal Teknik Elektro Raflesia)*, 1(2), 1–7. <https://doi.org/10.4236/jpee.2021.101001>
- Yanuar, R., & Ali, M. (2018). Development of Learning Module of Electrical Installation Testing Commissioning for Industrial Training. *Prodi Pendidikan Teknik Elektro*, 8(2), 137–143. <https://doi.org/10.1234/uny-elektro.2018.8.137>

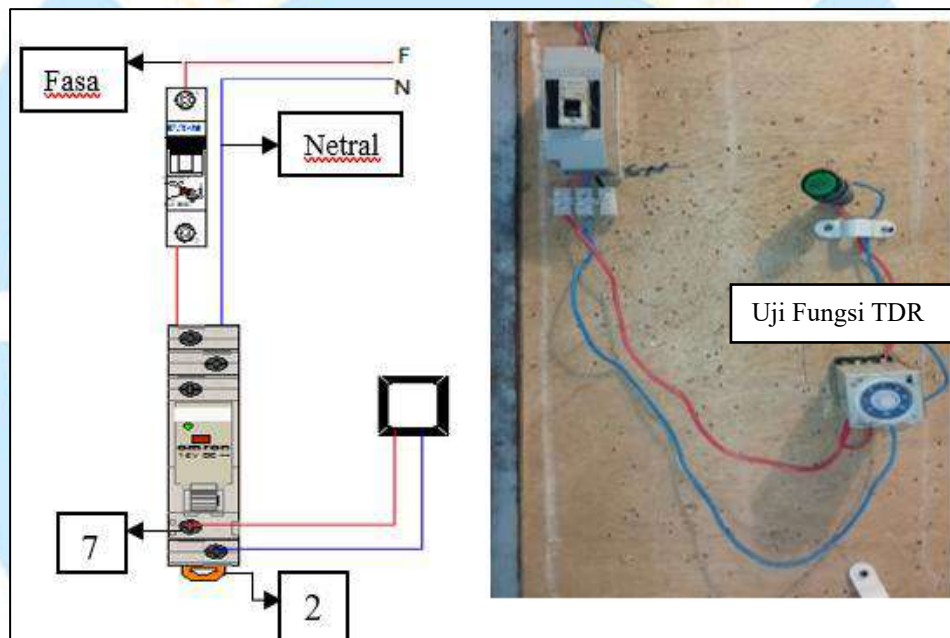
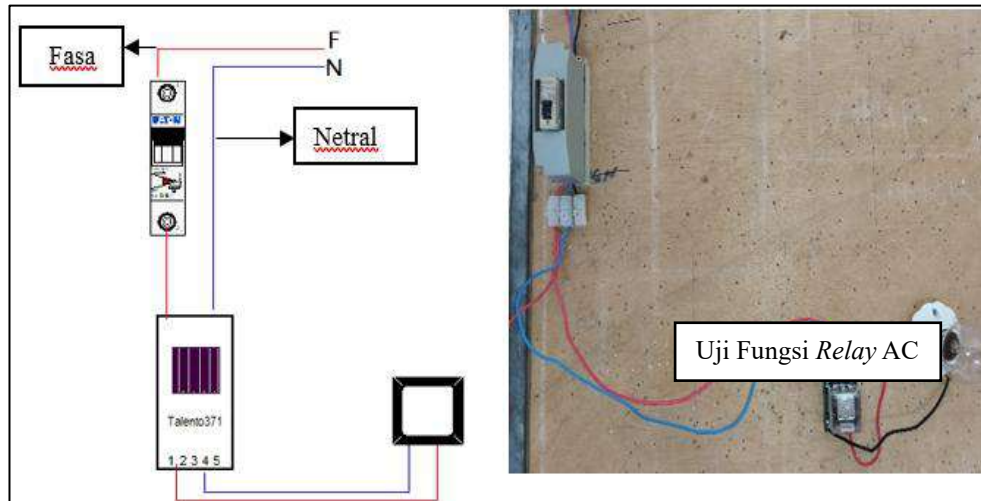
LAMPIRAN

Lampiran 1. Pemasangan dan Integrasi Komponen Ke Panel



Lampiran 2. Uji Fungsional





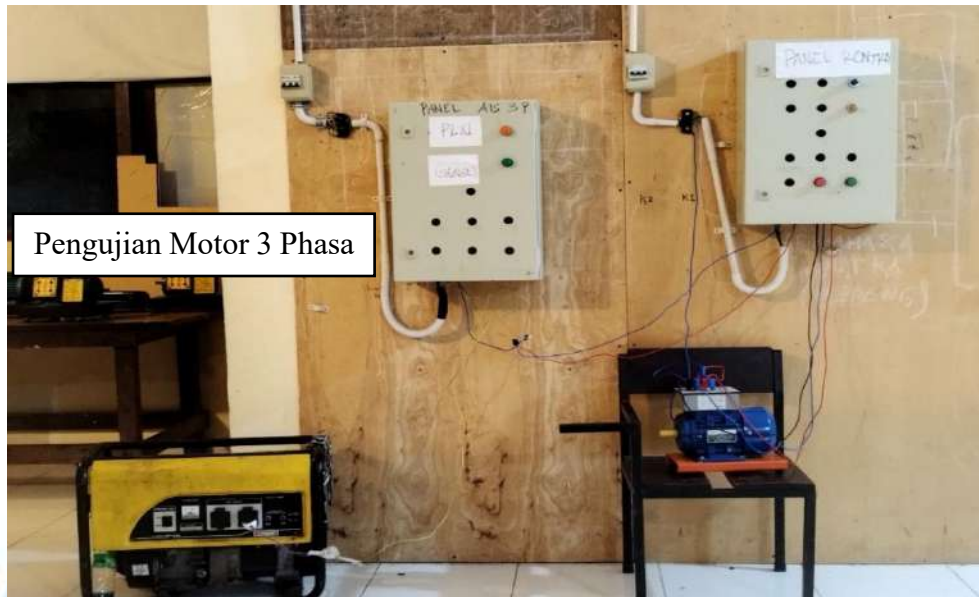
Lampiran 3. Tampilan Keseluruhan Alat



Lampiran 4. Komisioning Kelistrikan

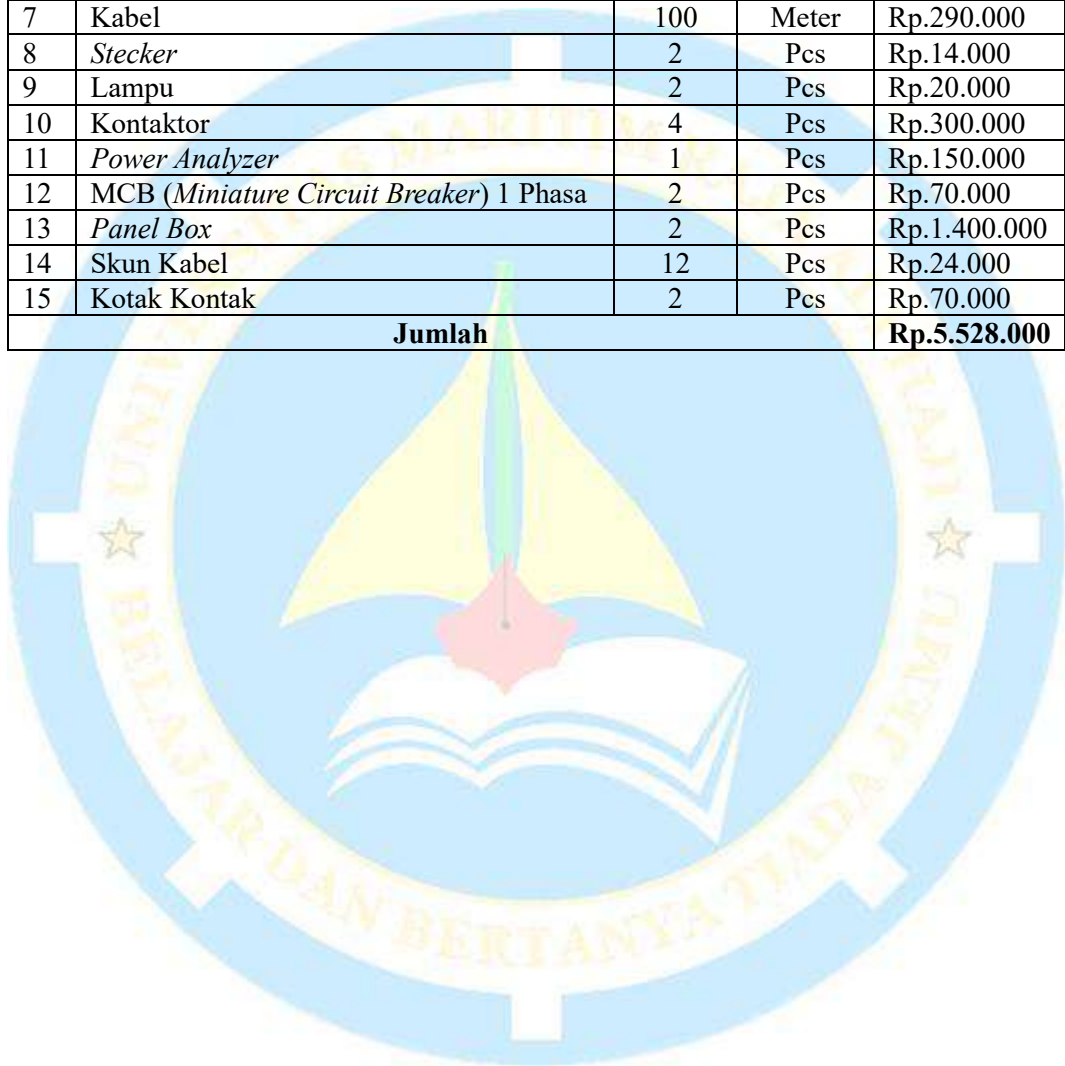


Lampiran 5. Uji lapang



Lampiran 6. Perincian Biaya

No	Nama Perangkat	Jumlah	Satuan	Harga
1	MCB (<i>Miniature Circuit Breaker</i>) 3 Phasa	2	Pcs	Rp.330.000
2	PLC CP1E N-20DR-A	1	Pcs	Rp.2.400.000
3	<i>Power Supply</i> 24 V	1	Pcs	Rp.100.000
4	<i>Relay SSR</i>	2	Pcs	Rp.60.000
5	Relay 220 V	1	Pcs	Rp.50.000
6	<i>Timer Omron H3CR</i>	2	Pcs	Rp.250.000
7	Kabel	100	Meter	Rp.290.000
8	<i>Stecker</i>	2	Pcs	Rp.14.000
9	Lampu	2	Pcs	Rp.20.000
10	Kontaktor	4	Pcs	Rp.300.000
11	<i>Power Analyzer</i>	1	Pcs	Rp.150.000
12	MCB (<i>Miniature Circuit Breaker</i>) 1 Phasa	2	Pcs	Rp.70.000
13	<i>Panel Box</i>	2	Pcs	Rp.1.400.000
14	Skun Kabel	12	Pcs	Rp.24.000
15	Kotak Kontak	2	Pcs	Rp.70.000
Jumlah				Rp.5.528.000



BIODATA



Dian Novita Sinambela, dilahirkan di Kota Medan tepatnya di Kabupaten Humbang Hasundutan, Kecamatan Pollung, pada tanggal 4 September 2003.

Anak terakhir dari pasangan Mangapul Sinambela dan Poibe Nainggolan. Pendidikan pertama yaitu di SDN 176349 Pollung pada tahun 2009 di Pandumaan dan tamat

pada tahun 2015. Pendidikan selanjutnya yaitu SMPN 2 Pollung pada tahun 2015 dan tamat pada tahun 2018. Pendidikan selanjutnya yaitu SMKN 2 Doloksanggul berjurusan TITL (Teknik Instalasi Tenaga Listrik) dan tamat pada tahun 2021. Selanjutnya pada tahun 2021 melanjutkan Pendidikan di perguruan tinggi negeri Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH) Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman Jurusan Teknik Elektro dan Teknik Informatika.

Dalam proses perkuliahan di Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH) peneliti pernah menjadi Sekretaris Divisi PKM Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro dan mengikuti pelatihan Pemasangan Instalasi Otomasi Listrik Industri di Balai Latihan Kerja Provinsi Kepulauan Riau dan tersertifikasi oleh BNSP (Badan Nasional Sertifikasi Profesi).