

## **TUGAS AKHIR**

# **RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL MODUL PEMBELAJARAN BERBASIS PLC DAN HMI IOT HAIWELL**

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Elektro*



**Oleh:**

**MUHAMMAD LUKMAN HAKIM**

**3103211291**

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK ELEKTRONIKA  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
TAHUN 2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL MODUL**  
**PEMBELAJARAN BERBASIS PLC DAN HMI IOT HAIWELL**

*Sebagai salah satu untuk menyelesaikan*  
*Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Elektro*

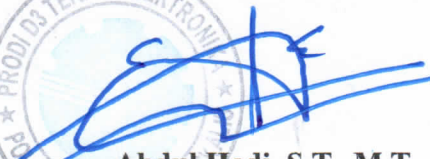
**Oleh:**

**Muhammad Lukman Hakim**  
**3103211291**

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir: Tanggal Ujian: 8 Agustus 2024  
Periode Wisuda: XXI

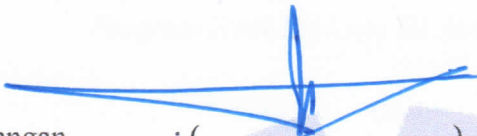
1. Hikmatul Amri, S.ST., M.T. (Pembimbing)  
NIP. 198803062018031001
2. Syaiful Amri, S.ST., M.T. (Penguji 1)  
NIP. 1983083020211211005
3. Marzuarman, S.Si., M.T. (Penguji 2)  
NIP: 199003122019031017
4. Muharnis, S.ST., M.T. (Penguji 3)  
NIP: 1973020420212120004

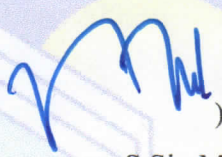
Bengkalis, 8 Agustus 2024  
Ketua Program Studi Teknik Elektronika  
Politeknik Negeri Bengkalis


  
**Abdul Hadi, S.T., M.T.**  
**NIP: 199001182019031017**

## HALAMAN PENGESAHAN

Kami dengan sebenarnya menyatakan bahwa, kami telah membaca keseluruhan dari Tugas Akhir ini, dan kami berpendapat bahwa Tugas Akhir ini layak dan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya.

Tanda Tangan : (  )  
Penguji 1 : Syaiful Amri, S.ST., M.T.  
Tanggal Ujian : 8 Agustus 2024

Tanda Tangan : (  )  
Penguji 2 : Marzuarman, S.Si., M.T.  
Tanggal Ujian : 8 Agustus 2024

Tanda Tangan : (  )  
Penguji 3 : Muharnis, S.ST., M.T.  
Tanggal Ujian : 8 Agustus 2024

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul Rancang Bangun Sistem Kontrol Modul Pembelajaran Berbasis PLC Dan HMI IoT Haiwell adalah hasil karya yang pernah dilakukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain. Kecuali secara tertulis disebutkan sumbernya di dalam naskah dan di dalam daftar pustaka.

Bengkalis, 27 Agustus 2024



Muhammad Lukman Hakim  
NIM: 3103211291

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi wabarakatuh*

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. Yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan dan menyusun laporan Tugas Akhir dengan judul Rancang Bangun Sistem Kontrol Modul Pembelajaran Berbasis PLC dan HMI IoT Haiwell sebagai salah satu syarat untuk penulis dalam menyelesaikan Program Studi Diploma Tiga (D-III) Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis.

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai persyaratan kelulusan mahasiswa agar dapat memperoleh gelar Ahli Madya Teknik dari Politeknik Negeri Bengkalis. Penulis berharap, laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun bagi pembaca laporan. Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini melibatkan banyak pihak. Oleh sebab itu dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tersayang di dunia dan berjasa dalam hidup saya, ayahanda Kamarruddin dan ibunda Fatmiwati tercinta yang telah berjuang sampai anakmu bisa ketahap tugas akhir dan meraih diploma 3 serta senantiasa memberikan rasa kasih sayang dan do'a yang selalu dipanjatkan kepada Allah SWT, untuk penulis.
2. Bapak Jhony Custer, ST., MT. Selaku Direktur Politeknik Negeri Bengkalis.
3. Bapak Syaiful Amri, S. ST., MT. Selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Abdul Hadi, ST., MT. Selaku Kepala Program Studi D-III Teknik Elektronika.
5. Bapak Hikmatul Amri, S. ST., MT. Selaku Pembimbing yang telah banyak memberikan banyak arahan dan masukkan dalam pembuatan dan penyusunan tugas akhir ini.
6. Seluruh staf pengajar dan staf administrasi Jurusan Teknik Elektro.
7. Kepada saudara-saudara kandung saya, Muhammad Riduan Askandi Amd.Kep. Muhammad Faisal Saifullah, Chairunnisak dan Tarmizi Sabandi

serta kakak ipar saya Bdn. Fella Putri Sundari, S.TR.,Keb. Terimakasih atas do'a dan segala yang telah kalian berikan.

8. Untuk kakek, nenek dan seluruh anggota keluarga besar terimakasih do'a dan semuanya yang telah kalian berikan, semoga Allah SWT membalas atas semua kebaikan kalian, Amiin.
9. Teman-teman terbaikku kawan seperjuangan Angkatan 2021 Teknik Elektronika tercinta yang tak bisa kusebut satu persatu, terimakasih atas Pelajaran berharganya dan telah banyak memberikan informasi selama menempuh pendidikan sampai akhirnya berpisah seiring berjalannya waktu.
10. Kepada seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, Yunellawati Amd.Keb. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup saya. Berkontribusi banyak dalam menyelesaikan tugas akhir ini, baik tenaga, waktu maupun materi kepada saya. Telah menjadi rumah, pendamping dalam segala hal yang menemani, mendukung ataupun menghibur dalam kesedihan, mendengar keluh kesah, memberi semangat untuk pantang menyerah. Semoga Allah SWT memberikan keberkahan dalam segala hal.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis sampai laporan ini selesai yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Usaha maksimal dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kekhilafan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan, saran dan kritik yang membangun dari pembaca untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata, penulis berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

*Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Bengkalis, 2024

Muhammad Lukman Hakim  
3103211291

# RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL MODUL PEMBELAJARAN BERBASIS PLC DAN HMI IOT HAIWELL

Nama : Muhammad Lukman Hakim  
NIM : 3103211291  
Dosen Pembimbing : Hikmatul Amri, S. ST., MT.

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kurangnya minat mahasiswa dalam bidang *programmable logic controller* (PLC), yang disebabkan oleh terbatasnya peralatan dan kurangnya pengembangan alat. Penelitian ini merancang modul pembelajaran berbasis PLC dan *human machine interface* (HMI) IoT Haiwell, yang dapat mengontrol dan memantau sistem melalui aplikasi *smartphone* berbasis *internet of things* (IoT). Modul ini melibatkan penerapan konsep IoT, studi sistem komunikasi Modbus RTU dengan RS-485 pada PLC dan HMI Haiwell, serta desain HMI yang sesuai dengan kondisi lapangan. Modul yang dirancang diuji melalui lima simulasi praktikum untuk mengevaluasi kinerjanya dalam berbagai konfigurasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan pada tombol *start* dan *stop* adalah 21,9 V saat ditekan dan 0 V saat tidak ditekan, sementara *pilot lamp* aktif menghasilkan tegangan rata-rata 23,9 V dan 0 V saat nonaktif. Sensor *proximity* menunjukkan tegangan 0 V saat tidak mendeteksi objek dan 22,08 V saat mendeteksi objek. Pengujian simulasi tiga motor DC dengan tiga *input* (dua *push button* dan satu sensor *proximity*) menunjukkan bahwa tegangan *input* pada motor DC berkisar antara 0-24 VDC atau 0-100 %, dan tegangan *output* bervariasi sesuai tegangan *input*. Selain itu, pengujian motor AC dengan rangkaian *direct on line* (DOL) menunjukkan arus *start* yang mendekati perhitungan teoritis dengan *error* kecil, seperti 0,4 % pada fasa R. Namun, pengujian arus nominal motor AC menunjukkan variasi performa dengan *error* lebih signifikan pada beberapa fasa, seperti 47 % pada motor 2.

**Kata Kunci:** Modul pembelajaran, PLC, HMI Haiwell, IoT.



# ***DESIGN AND CONSTRUCTION OF HAIWELL'S PLC AND HMI IOT BASED LEARNING MODULE CONTROL SYSTEM***

*Name : Muhammad Lukman Hakim*

*Student ID Number : 3103211291*

*Supervisor : Hikmatul Amri, S. ST., M.T.*

## ***ABSTRACT***

*This research aims to overcome the lack of student interest in the field of programmable logic controller (PLC), which is caused by limited equipment and lack of tool development. This research designs a PLC-based learning module and Haiwell IoT human machine interface (HMI), which can control and monitor the system through an internet of things (IoT)-based smartphone application. This module involves the application of the IoT concept, the study of the Modbus RTU communication system with RS-485 on Haiwell's PLC and HMI, as well as the design of an HMI in accordance with field conditions. The designed module was tested through five practical simulations to evaluate its performance in various configurations. The test results show that the voltage at the start and stop buttons is 21.9 V when pressed and 0 V when not pressed, while the active pilot lamp produces an average voltage of 23.9 V and 0 V when off. The proximity sensor shows a voltage of 0 V when not detecting objects and 22.08 V when detecting objects. Simulation testing of three DC motors with three inputs (two push buttons and one proximity sensor) showed that the input voltage to the DC motors ranged from 0-24 VDC or 0-100 %, and the output voltage varied according to the input voltage. In addition, testing the AC motor with a direct on line (DOL) circuit showed a starting current close to the theoretical calculation with a small error, such as 0.4% in phase R. However, testing the nominal current of the AC motor showed variations in performance with more significant errors in some phases, such as 47% in motor 2.*

***Keywords:*** *Learning module, PLC, HMI Haiwell, IoT*



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>1.6 Sistematika Penulisan .....</b>	<b>3</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Penelitian Terdahulu .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Landasan Teori .....</b>	<b>7</b>
2.2.1 <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i> .....	7
2.2.2 <i>Internet of Things (IoT)</i> .....	7
2.2.3 <i>Human Machine Interface (HMI)</i> .....	8
<b>2.3 Komponen Yang Digunakan.....</b>	<b>9</b>
2.3.1 <i>Haiwell Card-Type PLC AC16S0R</i> .....	9
2.3.2 <i>Modul HMI Haiwell C7S-W</i> .....	10
2.3.3 <i>Smartphone</i> .....	11
2.3.4 <i>Push Button</i> .....	11
2.3.5 <i>Pilot Lamp</i> .....	12

2.3.6	<i>Buzzer</i> .....	12
2.3.7	Kabel <i>Jumper</i> .....	13
2.3.8	Sensor <i>Proximity</i> D18-3430P1 .....	13
2.3.9	Akrilik ( <i>Acrylic</i> ) .....	14
2.3.10	Motor AC 3 Fasa .....	15
2.3.11	Kontaktor LC1D09 .....	15
2.3.12	<i>Thermal Overload Relay</i> (TOR) LRD14 .....	16
2.3.13	<i>Relay</i> .....	17
2.3.14	Motor DC RS-370 .....	17
2.3.15	<i>Power Supply</i> WX-DC2412 .....	18
2.3.16	<i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB) .....	18
2.3.17	<i>Solid State Relay</i> (SSR) 40-DA .....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>20</b>
3.1	<b>Tinjauan Umum</b> .....	<b>20</b>
3.2	<b>Blok Diagram Sistem</b> .....	<b>21</b>
3.3	<b>Flowchart</b> .....	<b>23</b>
3.4	<b>Rancangan <i>Hardware</i></b> .....	<b>33</b>
3.4.1	Rancangan <i>Hardware</i> Praktikum 1 .....	34
3.4.2	Rancangan <i>Hardware</i> Praktikum 2 .....	34
3.4.3	Rancangan <i>Hardware</i> Praktikum 3 .....	35
3.4.4	Rancangan <i>Hardware</i> Praktikum 4 .....	36
3.4.5	Rancangan <i>Hardware</i> Praktikum 5 .....	37
3.5	<b>Rancangan <i>Software</i></b> .....	<b>38</b>
3.5.1	Rancangan <i>Software</i> PLC Praktikum 1 .....	38
3.5.2	Rancangan <i>Software</i> PLC Praktikum 2 .....	39
3.5.3	Rancangan <i>Software</i> PLC Praktikum 3 .....	40
3.5.4	Rancangan <i>Software</i> PLC Praktikum 4 .....	42
3.5.5	Rancangan <i>Software</i> PLC Praktikum 5 .....	43
3.6	<b>Rancangan <i>Prototype</i> Keseluruhan</b> .....	<b>44</b>
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISA</b> .....		<b>46</b>
4.1	<b>Hasil Perancangan Alat</b> .....	<b>46</b>
4.2	<b>Hasil Pengujian Alat</b> .....	<b>47</b>

4.2.1	Pengujian <i>Push Button</i> .....	47
4.2.2	Pengujian <i>Pilot Lamp</i> .....	48
4.2.3	Pengujian Sensor <i>Proximity</i> PNP D18-3430P .....	48
4.2.4	Pengujian <i>Power Supply</i> WX-DC2412 .....	49
4.2.5	Pengujian SSR-40 DA .....	49
4.2.6	Pengujian TOR LRD14 .....	50
4.2.7	Pengujian Motor DC RS-370 .....	50
4.2.8	Pengujian Kontaktor LCD109 .....	51
<b>4.3</b>	<b>Pengujian Alat Keseluruhan .....</b>	<b>51</b>
4.3.1	Pengujian Praktikum Simulasi 1 .....	51
4.3.2	Pengujian Praktikum Simulasi 2 .....	53
4.3.3	Pengujian Praktikum Simulasi 3 .....	55
4.3.4	Pengujian Praktikum Simulasi 4 .....	57
4.3.5	Pengujian Praktikum Simulasi 5 .....	59
<b>4.4</b>	<b>Analisa Hasil Pengujian .....</b>	<b>63</b>
4.4.1	Analisa Daya .....	63
4.4.2	Analisa Tegangan .....	65
4.4.3	Analisa Arus <i>Starting</i> Dan Nominal .....	68
4.4.4	Analisa <i>Error</i> Tegangan .....	73
4.4.5	Analisa <i>Error</i> Arus <i>Starting</i> Dan Nominal .....	75
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>80</b>
<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan .....</b>	<b>80</b>
<b>5.2</b>	<b>Saran .....</b>	<b>81</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>82</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>85</b>
	Lampiran 1. Lembar Asistensi Tugas Akhir	
	Lampiran 2. Lembar Saran Dan Perbaikan Sidang	
	<b>BIODATA PENULIS</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Human Machine Interface (HMI)</i> .....	9
Gambar 2.2 PLC Haiwell AC16S0R.....	10
Gambar 2.3 Haiwell C7S-W .....	11
Gambar 2.4 <i>Push Button</i> .....	12
Gambar 2.5 <i>Pilot Lamp</i> .....	12
Gambar 2.6 <i>Buzzer</i> .....	13
Gambar 2.7 Kabel <i>Jumper</i> AWG .....	13
Gambar 2.8 Sensor <i>Proximity</i> D18-3430P1 .....	14
Gambar 2.9 Akrilik Susu.....	14
Gambar 2.10 Motor AC 3 Fasa .....	15
Gambar 2.11 Kontaktor LC1D09.....	16
Gambar 2.12 <i>Thermal Overload Relay (TOR)</i> LRD14 .....	16
Gambar 2.13 <i>Relay</i> .....	17
Gambar 2.14 Motor DC RS-370 .....	17
Gambar 2.15 <i>Power Supply</i> WX-DC2412 .....	18
Gambar 2.16 MCB 1 Fasa Dan 3 Fasa.....	19
Gambar 2.17 <i>Solid State Relay (SSR)</i> 40 DA .....	19
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem .....	21
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Praktikum Simulasi 1.....	23
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Praktikum Simulasi 2.....	25
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Praktikum Simulasi 3.....	27
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Praktikum Simulasi 4.....	29
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> Praktikum Simulasi 5.....	32
Gambar 3.7 Rancangan <i>Hardware</i> Praktikum 1 .....	34
Gambar 3.8 Rancangan <i>Hardware</i> Praktikum 2 .....	35
Gambar 3.9 Rancangan <i>Hardware</i> Praktikum 3 .....	35
Gambar 3.10 Rancangan <i>Hardware</i> Praktikum 4 .....	36
Gambar 3.11 Rancangan <i>Hardware</i> Praktikum 5 .....	37

Gambar 3.12 Rancangan <i>Software</i> PLC Praktikum 1 .....	39
Gambar 3.13 Tampilan <i>Software</i> Pada HMI Praktikum 1.....	39
Gambar 3.14 Rancangan <i>Software</i> PLC Praktikum 2 .....	40
Gambar 3.15 Tampilan <i>Software</i> Pada HMI Praktikum 2.....	40
Gambar 3.16 Rancangan <i>Software</i> PLC Praktikum 3 .....	41
Gambar 3.17 Tampilan <i>Software</i> Pada HMI Praktikum 3.....	41
Gambar 3.18 Rancangan <i>Software</i> PLC Praktikum 4 .....	42
Gambar 3.19 Tampilan <i>Software</i> Pada HMI Praktikum 4.....	42
Gambar 3.20 Rancangan <i>Software</i> PLC Praktikum 5 .....	43
Gambar 3.21 Tampilan <i>Software</i> Pada HMI Praktikum 5.....	44
Gambar 3.22 Rancangan Alat Tampak Depan .....	45
Gambar 3.23 Rancangan Alat Tampak Samping Atas .....	45
Gambar 4.1 Rancangan Alat Keseluruhan Modul 1.....	46
Gambar 4.2 Rancangan Alat Keseluruhan Modul 2.....	47
Gambar 4.3 <i>Ladder Software</i> PLC Praktikum 1 .....	52
Gambar 4.4 Rangkaian <i>Wiring</i> Praktikum 1 .....	52
Gambar 4.5 <i>Ladder Software</i> PLC Praktikum 2 .....	54
Gambar 4.6 Rangkaian <i>Wiring</i> Praktikum 2 .....	54
Gambar 4.7 <i>Ladder Software</i> PLC Praktikum 3 .....	56
Gambar 4.8 Rangkaian <i>Wiring</i> Praktikum 3 .....	56
Gambar 4.9 <i>Ladder Software</i> PLC Praktikum 4 .....	58
Gambar 4.10 Rangkaian <i>Wiring</i> Praktikum 4 .....	58
Gambar 4.11 <i>Ladder Software</i> PLC Praktikum 5 .....	60
Gambar 4.12 Rangkaian <i>Wiring</i> Praktikum 5 .....	61

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi PLC Haiwell .....	10
Tabel 4.1 Pengujian Tegangan <i>Push Button</i> .....	48
Tabel 4.2 Pengujian Tegangan <i>Pilot Lamp</i> .....	48
Tabel 4.3 Pengujian Sensor <i>Proximity</i> .....	49
Tabel 4.4 Pengujian <i>Power Supply</i> 24 VDC .....	49
Tabel 4.5 Pengujian SSR-40 DA .....	49
Tabel 4.6 Pengujian Motor DC RS-370 .....	50
Tabel 4.7 Pengujian Kontaktor LCD109 .....	51
Tabel 4.8 Pengujian Praktikum Simulasi 1 .....	53
Tabel 4.9 Pengujian Praktikum Simulasi 2 .....	54
Tabel 4.10 Pengujian Praktikum Simulasi 3 .....	56
Tabel 4.11 Data Pengukuran Tegangan Rata-rata Dan RPM Motor .....	58
Tabel 4.12 Data Pengukuran Arus <i>Starting</i> Dan Arus Nominal .....	59
Tabel 4.13 Data Tegangan Rata-Rata Dan RPM Motor 1 .....	61
Tabel 4.14 Data Tegangan Rata-Rata Dan RPM Motor 2 .....	61
Tabel 4.15 Data Pengukuran Arus <i>Starting</i> Dan Nominal Motor 1 .....	61
Tabel 4.16 Data Pengukuran Arus <i>Starting</i> Dan Nominal Motor 2 .....	61
Tabel 4.17 Perhitungan Daya Praktikum Simulasi 4 .....	64
Tabel 4.18 Perhitungan Daya Praktikum Simulasi 5 .....	65
Tabel 4.19 Tegangan Perhitungan Praktikum Simulasi 4 .....	66
Tabel 4.20 Tegangan Perhitungan Praktikum Simulasi 5 .....	68
Tabel 4.21 Arus Perhitungan Praktikum Simulasi 4 .....	70
Tabel 4.22 Arus Perhitungan Arus <i>Starting</i> Dan Nominal Motor 1 .....	72
Tabel 4.23 Arus Perhitungan Arus <i>Starting</i> Dan Nominal Motor 2 .....	72
Tabel 4.24 Analisa Perhitungan <i>Error</i> Tegangan ( $V_{LL}$ ) .....	73
Tabel 4.25 Analisa Perhitungan <i>Error</i> Tegangan ( $V_{LN}$ ) .....	74
Tabel 4.26 Analisa Perhitungan <i>Error</i> Tegangan ( $V_{LL}$ ) Motor 1 Dan Motor 2 .....	75
Tabel 4.27 Analisa Perhitungan <i>Error</i> Tegangan ( $V_{LN}$ ) Motor 1 Dan Motor 2 .....	75

Tabel 4.28 Analisa <i>Error Arus Starting</i> .....	76
Tabel 4.29 Analisa <i>Error Arus Nominal</i> .....	76
Tabel 4.30 Analisa <i>Error Arus Starting Motor 1</i> .....	78
Tabel 4.31 Analisa <i>Error Arus Starting Motor 2</i> .....	78
Tabel 4.32 Analisa <i>Error Arus Nominal Motor 1 Dan Motor 2</i> .....	79



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam dunia pendidikan penggunaan *programmable logic controller* (PLC) sudah menjadi populer sebagai sarana penunjang media pembelajaran. Saat ini sistem kendali di dalam dunia industri sudah meninggalkan kendali konvensional dan berganti dengan menggunakan sistem kendali PLC, sehingga pembelajaran PLC penting untuk dikuasai mahasiswa guna menyiapkan kompetensi sesuai dengan kebutuhan industri. Mahasiswa lulusan teknik elektro diharuskan memiliki pengetahuan tentang PLC mengingat banyaknya penggunaan PLC di dunia industri saat ini. Seorang lulusan elektro setidaknya dapat membaca dan mengerti program yang dibuat sehingga memahami proses kerja suatu sistem. Pada tingkatan yang lebih tinggi lagi, sehingga mampu mengoperasikan dan menggunakan PLC dalam sebuah pemecahan masalah (*troubleshooting*), memodifikasi, dan mampu membuat program dari suatu deskripsi kerja sistem.

Perkembangan industri yang dipicu oleh berkembangnya IPTEK yang mengarah ke era otomasi industri. Otomasi industri memberikan peluang kepada dunia industri untuk mengembangkan hasil produksinya. Sehingga proses produksi menjadi lebih praktis dan efisien, PLC merupakan sistem kontrol penting dan memiliki *input/output* (I/O) serta *user interface* sesuai struktur sistem kendali jarak jauh khususnya sistem otomasi industri (Mustafa dan kawan-kawan, 2022).

Media pembelajaran sangatlah penting dalam proses pembelajaran. Penggunaan media yang tepat dan sesuai menjadikan proses belajar mengajar lebih efektif dan efisien untuk mencapai standar kompetensi yang diterapkan. Fakultas diharapkan memberikan inovasi untuk mengembangkan materi yang menjamin keberhasilan mahasiswa dalam mata kuliah yang diajarkannya. Salah satu inovasi yang bisa dilakukan adalah dengan memanfaatkan media pembelajaran dan alat praktik secara maksimal. Melihat keadaan saat ini, kurangnya minat belajar

khususnya pada bidang PLC disebabkan karena kurangnya peralatan dan pengembangan lebih lanjut dari alat yang ada.

Berdasarkan dari latar belakang yang ada, penulis memiliki gagasan merancang dan membuat alat modul pembelajaran yang dapat digunakan untuk melakukan kontrol dan *monitoring* dengan aplikasi *smartphone* menggunakan *internet of things*. Oleh karenanya penulis berkeinginan mengangkat sebuah judul Tugas Akhir Rancang Bangun Sistem Kontrol Modul Pembelajaran Berbasis PLC Dan HMI IoT Haiwell agar memberikan kemudahan dalam proses praktikum. Penggunaan teknologi dan media dalam proses pembelajaran mampu menambahkan semangat belajar di mana mahasiswa dapat aktif dan berpartisipasi dalam menyelesaikan tugas yang diberikan dosen secara baik, lancar dan benar.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, persamaan masalah dari Rancangan Sistem Kontrol Modul Pembelajaran Berbasis PLC Dan HMI IoT Haiwell sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem kontrol modul pembelajaran berbasis PLC dan HMI IoT Haiwell?
2. Bagaimana mekanisme *monitoring* pada sistem kontrol modul pembelajaran berbasis PLC dan HMI IoT Haiwell?
3. Bagaimana cara agar alat bisa diakses melalui *smartphone*?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah diperlukan untuk membatasi pembahasan materi, sehingga dapat membuat pembahasan menjadi terarah dan sesuai dengan yang diharapkan. Batasan masalah dari Rancang Bangun Sistem Kontrol Modul Pembelajaran Berbasis PLC Dan HMI IoT Haiwell, adalah:

1. Alat ini dibuat dalam bentuk Modul Pembelajaran.
2. PLC yang digunakan Haiwell AC16S0R.
3. HMI yang digunakan Haiwell C7S-W.
4. Menggunakan 8 *input 6 push button* dan 2 sensor *proximity*.

5. Menggunakan 8 *output* 6 lampu indikator, 1 *buzzer*, 2 motor AC 3 fasa, dan 1 motor DC.
6. Komunikasi yang digunakan adalah komunikasi Modbus RS-485.
7. Komunikasi HMI Haiwell IoT yang digunakan adalah *access point* (AP), *Wifi* dan HaiwellCloud.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk menerapkan konsep *internet of things* (IoT) pada modul pembelajaran PLC.
2. Untuk mempelajari sistem komunikasi Modbus RTU menggunakan RS-485 pada PLC dan HMI Haiwell.
3. Untuk merancang desain *human machine interface* (HMI) yang sesuai dengan kondisi dan perangkat yang ada dilapangan.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Menjadi referensi untuk mahasiswa atau pengguna lainnya apabila hendak membuat ataupun merancang sebuah sistem kontrol modul pembelajaran berbasis PLC dan HMI IoT Haiwell.
2. Sebagai alat bantu pembelajaran bagi mahasiswa maupun pengguna lainnya supaya lebih memudahkan dalam mempelajari cara penggunaan PLC baik secara *hardware* maupun *software*.
3. Mempelajari pembuatan program *ladder* diagram dengan menggunakan *software* HaiwellHappy.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Memberikan gambaran secara garis besar, dalam hal ini dijelaskan dari masing-masing bab dari Tugas Akhir ini. Sistematika penulisan dalam pembuatan laporan ini sebagai berikut:

1. Bagian Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang mengapa penulis mengambil judul rancang bangun sistem kontrol modul pembelajaran berbasis PLC dan HMI IoT Haiwell, persamaan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

## 2. Bagian Tinjauan Pustaka

Berisi tentang kajian terdahulu, landasan teori dan penjelasan komponen-komponen yang ingin digunakan.

## 3. Bagian Metodologi Penelitian

Berisi mengenai tinjauan umum, blok diagram, *flowchart*, rancangan *hardware*, rancangan *software*, rancangan *prototype* secara keseluruhan.

## 4. Bagian Hasil dan Pembahasan

Berisi tentang hasil perancangan, pengujian alat dan pengambilan data dari alat yang diujikan.

## 5. Bagian Penutup

Membahas tentang kesimpulan hasil dan pengujian yang telah dilakukan, serta saran bagi penulis guna untuk memperbaiki kesalahan terhadap perencanaan yang telah dilakukan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Perancangan sistem kontrol modul pembelajaran berbasis PLC dan HMI IoT Haiwell sudah dilakukan oleh berbagai penelitian. Berikut ini merupakan rujukan penelitian yang pernah dilakukan untuk mendukung penulisan tugas akhir ini di antaranya:

Dalam penelitian Hasan dan kawan-kawan tentang *prototype* modul peraga praktikum, berupa permodelan kontrol dan *monitoring* pada proses pencucian mobil otomatis berbasis PLC Outseal dan HMI Haiwell. Komponen yang digunakan yaitu sensor nyata, konveyor yang digerakkan oleh motor DC, pompa dan perangkat pendukung lain sehingga menyerupai sistem sebenarnya. Proses *monitoring* dengan aplikasi IoT, dan PLC Outseal sebagai otak kontrolnya. Berdasarkan hasil dari penelitian menunjukkan PC dan HMI berkomunikasi dengan baik tegangan yang harus diberikan minimal 6 V (Hasan dan kawan-kawan, 2022).

Menurut penelitian Alfira dan Riyadi tentang kelayakan sebuah *trainer kit* PLC Outseal pada pengontrolan motor 3 fasa. Penelitian ini menghasilkan modul *trainer kit* Outseal yang digunakan pada pengontrolan motor induksi 3 fasa, di antaranya *starting* motor AC 3 fasa *star-delta*, pengendalian arah putaran motor AC 3 fasa dan pengoperasian motor AC 3 fasa secara berurutan. Hasil yang diperoleh dari respon pengguna terdiri dari sejumlah mahasiswa, tenaga kependidikan dan dosen adalah 41,7 % menyatakan baik, 33,3 % menyatakan cukup layak untuk digunakan (Alfira & Riyadi, 2022).

Pada penelitian Susanto tentang modul *programmable logic controller* (PLC) menggunakan Arduino Severino dengan mikrokontroler ATmega8 sehingga hemat biaya. Penelitian ini menggunakan 8 *input push button*, 8 *output* lampu dan 2 menu intruksi yaitu *timer* dan *counter*. Berdasarkan hasil pengujian menu intruksi waktu bekerja baik, karena waktu memiliki tingkat kesalahan rata-rata 1,54 %, melalui pengukuran dengan *stopwatch* (Susanto, 2017).

Menurut penelitian Affandi dan kawan-kawan tentang sistem kendali mesin *boiler* dengan metode *networked control system* menggunakan aplikasi Haiwell Cloud. Berdasarkan hasil kerja mesin *boiler* didapati besaran tekanan hingga 15 psi, sedangkan besaran tercatat suhu hingga mencapai 119 °C. Untuk meningkatkan produktivitas uap dibutuhkan elemen pemanas dari bawah dan atas, tujuannya mempercepat titik didih air. Pembentukan uap mulai terbentuk pada suhu 90 °C. Pengiriman data melalui *networked control system* mengalami penundaan waktu kirim (*delay time*) selama 1-3 detik. Selama proses pengujian didapatkan persen *error* dalam pengukuran sensor yang sangat minim yakni di bawah 1 % (Affandi dan kawan-kawan, 2022).

Dalam penelitian Sufandi dan kawan-kawan, tentang *prototype* purwarupa sistem pengisian kemasan botol minuman dengan memanfaatkan beberapa teknologi, diantaranya modul PLC Outseal, HMI Haiwell, sistem *pneumatic* dan beberapa komponen elektronika pendukung. Dalam penelitian ini, sederet botol kemasan disusun di atas konveyor 1 menuju sistem pengisian. Sensor mendeteksi posisi botol tepat di bawah *outlet* pengisi. Cairan diisi ke dalam botol berdasarkan waktu yang ditetapkan. Saat selesai mengisi, posisi botol dirotasi menuju sistem *pneumatic* guna menutup botol secara otomatis dan diarahkan menuju bagian penyimpanan melalui konveyor 2. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa proses pengisian 1 botol kemasan membutuhkan waktu 38,97 detik, supaya waktu menjadi lebih efisien, kecepatan dan torsi motor penutup botol perlu ditingkatkan (Sufandi dan kawan-kawan, 2023).

Pada penelitian Abdul dan Almasri tentang *prototype pick and place* berbasis PLC sebagai media pembelajaran. Pada penelitian ini terdapat 3 jenis silinder *pneumatic* yaitu *twin rod*, *gripper*, *up/down*, silinder ini menjadi komponen utama dalam berjalannya proses *pick and place*, dan juga terdapat *solenoid valve* sebagai katup untuk masuknya angin yang menggerakkan silinder *pneumatic*. PLC yang berfungsi sebagai otak dari sistem kerja alat, dan juga terdapat ELCB sebagai pengaman jika terjadi kebocoran arus listrik atau terkena setrum pada alat, maka ELCB langsung mematikan arus listrik. Berdasarkan hasil data menunjukkan tingkat validitas sebesar 94,37 % dari pakar media 97,74 % dalam tingkat validitas

sangat tinggi dan dari hasil praktikalitas alat tersebut terbukti sebesar 89,62 % dalam tingkat sangat praktis (Abdul & Almasri, 2023).

Dalam penelitian Endryansyah dan kawan-kawan tentang *prototype* media pembelajaran dalam bentuk *trainer* PLC dan Modul Omron CP1E E30DR-A. Pada penelitian ini modul *input* PLC memiliki 8 *input* berupa sensor yang umum digunakan pada dunia industri. Berdasarkan hasil penelitian kelayakan *trainer* PLC memiliki persentase sebesar 89,85 % dan modul variasi *input* PLC memiliki persentase 85,75 % dan cocok untuk digunakan sebagai pembelajaran praktikum sistem otomasi (Endryansyah dan kawan-kawan, 2022).

## 2.2 Landasan Teori

Beberapa teori yang dapat digunakan dalam menyelesaikan perancangan sistem kontrol modul pembelajaran berbasis PLC dan HMI IoT Haiwell adalah:

### 2.2.1 *Programmable Logic Controller* (PLC)

*Programmable logic controller* (PLC) merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengganti rangkaian sederetan *relay* yang dijumpai pada sistem kontrol proses konvensional, PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (melalui sensor-sensor terkait), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, yang berupa menghidupkan atau mematikan keluarannya (logika 0 atau 1, hidup atau mati). PLC beroperasi dengan cara memeriksa *input* dari sebuah proses guna mengetahui statusnya kemudian sinyal *input* ini diproses berdasarkan instruksi logika yang telah diprogram dalam memori dan sebagai hasilnya adalah berupa sinyal *output*. Sinyal *output* inilah yang dipakai untuk mengendalikan peralatan atau mesin (Rahman, 2023).

### 2.2.2 *Internet of Things* (IoT)

*Internet of things* adalah suatu sistem yang berfungsi untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus sehingga memungkinkan untuk terhubung dengan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya menggunakan sensor jaringan untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya



sendiri. *Internet of things* atau sering disebut dengan IoT merupakan sebuah gagasan di mana benda di dunia nyata dapat terhubung satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung, dengan teknologi ini tentu sangat memudahkan pekerjaan manusia. Manusia tidak perlu lagi mengendalikan mesin saat menggunakannya, tetapi mesin tersebut dapat mengatur dirinya sendiri dan berinteraksi dengan mesin lain yang dapat berkolaborasi dengannya (Syah, 2023).

Cara kerja dari *internet of things* adalah dengan memanfaatkan sebuah pemrograman yang diberi perintah dari suatu argumen yang menghasilkan sebuah interaksi dan komunikasi antara sesama mesin sehingga terhubung secara otomatis. Internet merupakan media utama sebagai penghubung antara perangkat. Terdapat tiga elemen yang dapat mendorong perkembangan teknologi IoT, elemen-elemen tersebut di antaranya yaitu:

1. Sensor dan peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem (*actuator*). Dua alat ini berfungsi sebagai penyedia informasi digital.
2. Konektifitas, yaitu jaringan nirkabel yang bertanggung jawab untuk menghubungkan peralatan satu dengan peralatan yang lainnya.
3. *People and process*, menjadi pengguna akhir yang bertujuan untuk memproses dan menghubungkan elemen satu dan elemen kedua.

### 2.2.3 *Human Machine Interface (HMI)*

*Human machine interface (HMI)* adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan teknologi mesin. HMI dapat berupa kendali atau visualisasi status baik dengan manual maupun visualisasi komputer yang bersifat *realtime*. Sistem HMI biasanya bekerja secara *online* dan *realtime* dengan membaca data yang dikirimkan melalui *I/O port* yang dibaca oleh HMI antara lain adalah *port* USB, RS485 dan ada juga yang menggunakan *port serial* (Naibaho & Supriyono, 2020).



Gambar 2.1 *Human Machine Interface (HMI)*  
Sumber: (Naibaho & Supriyono, 2020)

*Human machine interface (HMI)* adalah alat yang memvisualisasikan fungsi mesin menjadi lebih tampak nyata, dengan membuat desain HMI yang sesuai, untuk membuat pekerjaan fisik lebih mudah pada semua segi teknik, efektifitas. HMI dapat memprediksi penerimaan *user* terhadap seluruh solusi yang ada. Konsep HMI yang modern pada industri adalah sebagai media komunikasi antara operator dengan perancangan yang secara ideal mampu memberikan informasi yang diperlukan, agar perencanaan yang dilakukan dengan tingkat efisiensi maksimum. HMI merupakan sarana bagi operator untuk mengakses sistem otomasi dilapangan yang mencakup oprasional, pengembangan, perawatan *troubleshooting* (Naibaho & Supriyono, 2020).

### **2.3 Komponen Yang Digunakan**

Beberapa komponen yang digunakan dalam menyelesaikan perancangan Sistem Modul Pembelajaran Berbasis PLC dan HMI IoT Haiwell adalah:

#### **2.3.1 Haiwell *Card-Type* PLC AC16S0R**

*Programmable logic controller (PLC)* merupakan sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan *relay* yang digunakan pada kendali konvensional. PLC bekerja dengan cara mendeteksi masukkan (melalui sensor-sensor terkait), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai dengan yang dibutuhkan, yang berupa menghidupkan atau mematikan keluarannya (*logic 0* atau 1, hidup atau mati). Model PLC yang digunakan PLC AC16S0R 24 VDC memiliki 8 *input*, 8 *output relay*, *COM port* yang digunakan adalah TCP+RS-485, *Card-type*

PLC memiliki ukuran dengan lebar 40 mm luas 95 mm, tinggi 65 mm dan dapat menampung daya <4,8 W(Xiamen Haiwell Technology, 2023).

Tabel 2.1 Spesifikasi PLC Haiwell

Model	Spesifikasi				
24 VDC	DI	DO	COM Port	Power	Exp.
AC16S0R	8	8 Relay	TCP+485	<4.8W	3

(Xiamen Haiwell Technology, 2023)



Gambar 2.2 PLC Haiwell AC16S0R  
Sumber: (Xiamen Haiwell Technology, 2023)

### 2.3.2 Modul HMI Haiwell C7S-W

HMI Haiwell merupakan komunikasi antara seperangkat *hardware* sebuah sistem dengan manusia (pengguna) melalui *display* atau layar sentuh yang dapat dilakukan melalui modul *Human Machine Interface* (HMI). Selain menampilkan data berupa tulisan, modul HMI juga bisa menampilkan proses dan bagian-bagian penting dari *hardware* yang dikendalikan dalam bentuk gambar dan animasi. Dalam mengintegrasikan modul PLC dengan perangkat HMI, alamat I/O serta proses eksekusi sebuah perintah dari PLC, direpresentasikan melalui *memory* internal yang ada di dalam PLC. Modul HMI Haiwell merupakan perangkat HMI buatan Negara Tiongkok yang menggabungkan beberapa teknologi, seperti IoT *gateway*, *cloud* dan HMI dalam satu modul terpadu. Karena fitur tersebut, tidak diperlukan perangkat komunikasi eksternal tambahan seperti yang dibutuhkan modul HMI

konvensional (Sufandi dan kawan-kawan, 2023). Gambar 2.3 memperlihatkan salah satu tipe HMI Haiwell yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 2.3 Haiwell C7S-W  
Sumber: (Sufandi dan kawan-kawan, 2023)

### 2.3.3 *Smartphone*

Secara umum, *smartphone* adalah perangkat atau produk teknologi berupa telepon genggam atau *mobile* versi modern terbaru yang memiliki kelebihan di mana spesifikasi *software* dan *hardware* lebih pintar, fungsi yang lebih cerdas dan fitur-fitur yang lebih *smart* dari ponsel versi biasa sebelumnya. Fitur lain yang umumnya ditemukan pada *smartphone* adalah sistem operasi yang memungkinkan pengguna untuk mengunduh dan menginstal aplikasi dari toko aplikasi (seperti Google Play Store untuk Android atau App Store untuk IOS). Beberapa sistem operasi *smartphone* populer termasuk Android, IOS (dikembangkan oleh *Apple*), dan sistem operasi lainnya (Kemala dan kawan-kawan, 2016).

### 2.3.4 *Push Button*

*Push button* atau tombol tekan adalah salah satu komponen elektronika yang fungsinya hampir tak tergantikan. Ketika digunakan untuk berinteraksi, tombol ini bisa memutuskan hubungan atas suatu aliran. Pemutusan ini terjadi akibat dampak pengalihan dari satu konduktor ke konduktor lainnya. Bisa juga tombol tekan digunakan untuk menghubungkan aliran listrik, ini adalah mekanisme menyalakan rangkaian sirkuit. Mekanisme pemutusan dan penghubungan aliran disebut dengan sistem *unlock* atau tidak mengunci. Ketika tombol tidak ditekan, rangkaian tersebut berada dalam kondisi normal. Seperti dengan namanya, tombol ini dioperasikan dengan cara ditekan alias manual. Tombol langsung terhubung dengan operator

dan fungsinya sangat penting pada mesin-mesin industri, terutama untuk mematikan dan menyalakan mesin. Apapun mesinnya, pasti menggunakan tombol ini sebagai tombol utama operasional mesin (Rahman, 2023).



Gambar 2.4 *Push Button*  
Sumber: (Rahman, 2023)

### 2.3.5 *Pilot Lamp*

*Pilot lamp* dikenal juga dengan sebutan lampu indikator, *pilot lamp* berguna untuk mengetahui jalannya proses koneksi yang terjadi. *Pilot lamp* digunakan sebagai indikator dalam rangkaian sebuah alat atau mesin. Lampu indikator digunakan untuk menunjukkan, menandakan kecelakaan dalam kerja, peralatan dan sinyal lain di bidang peralatan seperti tenaga listrik, telekomunikasi, alat mesin, perahu, tekstil, percetakan dan mesin tambang (Yosua dan kawan-kawan, 2020).



Gambar 2.5 *Pilot Lamp*  
Sumber: (Yosua dan kawan-kawan, 2020)

### 2.3.6 *Buzzer*

*Buzzer* adalah komponen elektronika yang dapat mengubah energi listrik menjadi getaran suara dengan cara menggerakkan komponen yang berbentuk selaput. Prinsip kerja *buzzer* indikator sama dengan *loud speaker* yang terdiri dari kumparan yang terpasang di diafragma dan kumparan tersebut mengalir arus sehingga menjadi indikator. *Buzzer* digunakan sebagai indikator suatu kesalahan

pada sebuah alat atau menunjukkan proses telah selesai. Penggunaan alat ini dengan memberikan tegangan *input* maka *buzzer* mengeluarkan bunyi (Ardiliansyah & Puspitasari, 2021).



Gambar 2.6 *Buzzer*

Sumber: (Ardiliansyah & Puspitasari, 2021)

### 2.3.7 Kabel *Jumper*

Kabel *jumper* adalah kabel penghubung yang digunakan untuk menghubungkan satu komponen dengan komponen lain untuk rangkaian pada modul pembelajaran PLC, salah satu tipe yang dipakai yaitu *american wire gauge* (AWG) (Abadi, 2023).



Gambar 2.7 Kabel *Jumper* AWG

Sumber: (Abadi, 2023)

### 2.3.8 Sensor *Proximity* D18-3430P1

Modul sensor ini memiliki sepasang pemancar dan penerima inframerah. Frekuensi inframerah yang dipancarkan mengenai permukaan halangan/rintangan (objek terdeteksi) dipantulkan kembali dan diterima oleh bagian penerima inframerah. Setelah diproses oleh rangkaian pembanding (*comparator*), lampu merah menyala dan mengeluarkan sinyal digital (*digital output*) rendah. Jarak efektif 7-30 cm, tegangan kerja 6-36 V. Mudah dipasang, mudah digunakan, banyak

dipakai pada robot penghindar rintangan, penghindar halangan pada mobil, penghitung garis dan pelacak garis hitam putih dan banyak kegunaan lainnya (Wahyudi, 2020).



Gambar 2.8 Sensor *Proximity* D18-3430P1  
Sumber: (Wahyudi, 2020)

### 2.3.9 Akrilik (*Acrylic*)

Akrilik adalah bahan plastik polimer tebal yang menyerupai kaca, namun memiliki sifat-sifat yang membuatnya lebih unggul dari pada kaca. Akrilik (*acrylic*) tidak mudah pecah, bahan ringan dan juga mudah untuk dipotong, dikikir, dibor, dihaluskan, dikilapkan dan dicat. Sebagaimana yang biasa dijadikan/digunakan dalam berbagai hal misalnya dijadikan *box* modul pembelajaran. Warna susu (atau kadang-kadang disebut opal) pada akrilik merujuk pada warna yang tidak sepenuhnya transparan, tetapi memiliki kejernihan yang sedikit redup atau buram. Untuk ukuran akrilik, ketebalan standar sering diukur dalam milimeter (mm). Lembaran akrilik tersedia dalam berbagai ketebalan, termasuk 3 mm dan 5 mm. Ketebalan ini memengaruhi kekuatan dan kegunaan akrilik dalam berbagai aplikasi. Lembaran akrilik dengan ketebalan 3 mm dan 5 mm sering digunakan dalam proyek-proyek konstruksi, *display*, pembuatan hiasan, dan berbagai aplikasi lainnya di mana kekuatan dan kejernihan dari bahan tersebut diperlukan (Satria dan kawan-kawan, 2021).



Gambar 2.9 Akrilik Susu  
Sumber: (Satria dan kawan-kawan, 2021)



### 2.3.10 Motor AC 3 Fasa

Motor AC 3 fasa berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berarti tenaga putar. Motor AC 3 fasa terdiri dari dua bagian yang sangat penting yaitu stator atau bagian yang diam dan rotor atau bagian berputar. Pada motor AC, kumparan rotor tidak menerima energi listrik secara langsung, tetapi secara induksi seperti yang terjadi pada energi kumparan transformator (Alimuddin dan kawan-kawan, 2023).



Gambar 2.10 Motor AC 3 Fasa  
Sumber: (Alimuddin dan kawan-kawan, 2023)

### 2.3.11 Kontaktor LC1D09

Kontaktor yaitu peralatan listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Pada kontaktor terdapat sebuah belitan yang dialiri arus listrik, timbul medan magnet pada inti besinya dan membuat kontak nya tertarik oleh gaya magnet yang timbul. Kontak bantu *normally open* (NO) menutup dan kontak bantu *normally close* (NC) membuka. Kontak pada kontaktor terdiri dari kontak utama dan kontak bantu. Kontak utama digunakan untuk rangkaian daya sedangkan kontak bantu digunakan untuk rangkaian listrik (Indrihastuti dan kawan-kawan, 2021).

Pada kontaktor elektromagnetik terdapat kumparan utama pada inti besi, kumparan hubung singkat berfungsi sebagai peredam getaran saat kedua inti besi saling melekat, apabila kumparan utama dialiri arus, maka timbul medan magnet pada inti besi yang menarik inti besi dari kumparan hubung singkat yang dikopel dengan kontak utama dan kontak bantu dari kontaktor tersebut. Hal ini

mengakibatkan kontak utama dan kontak bantuanya bergerak dari posisi normal ke kontak NO tertutup sedangkan NC terbuka. Selama kumparan utama kontaktor tersebut masih dialiri arus, maka kontak tetap pada posisi operasinya. Besarnya toleransi tegangan untuk kumparan kontaktor adalah berkisar 85 % - 110 % dari tegangan kerja kontaktor (Indrihastuti dan kawan-kawan, 2021).



Gambar 2.11 Kontaktor LC1D09  
Sumber: (Indrihastuti dan kawan-kawan, 2021)

#### 2.3.12 *Thermal Overload Relay* (TOR) LRD14

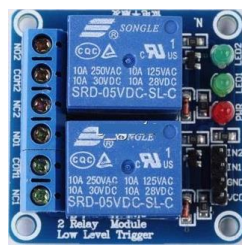
*Thermal overload relay* adalah peralatan *switching* yang peka terhadap suhu dan dapat membuka atau menutup kontaktor pada saat suhu yang terjadi melebihi batas yang ditentukan atau peralatan listrik lainnya yang berfungsi untuk memutuskan jaringan listrik jika terjadi beban lebih. Arus yang terlalu besar yang timbul pada beban motor listrik dapat menyebabkan kerusakan dan terbakarnya belitan motor. Untuk menghindari hal itu dipasang *thermal overload relay* (TOR) pada alat pengontrol. Prinsip kerja TOR berdasarkan panas yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui elemen-elemen pemanas bimetal dan sifatnya pelengkungan bimetal akibat panas yang ditimbulkan, bimetal berfungsi menggerakkan kontak-kontak mekanis pemutus rangkaian listrik (kontak 95-96 membuka) (Pradika & Moediyono, 2013).



Gambar 2.12 *Thermal Overload Relay* (TOR) LRD14  
Sumber: (Pradika & Moediyono, 2013)

### 2.3.13 Relay

*Relay* merupakan sebuah komponen elektronika berupa saklar elektrik yang pengoperasiannya menggunakan listrik. *Relay* ini terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnet dan kontak saklar. Komponen *relay* menggunakan penggerak kontak saklar sehingga dapat menghantarkan arus listrik yang bertegangan tinggi dan kecil. Fungsi komponen pada *relay* dapat diimpelentasikan ke dalam sebuah rangkaian elektronika seperti menjalankan fungsi logika, melindungi motor dari kelebihan tegangan, dan memberikan fungsi penundaan waktu. *Relay* dapat bekerja karena adanya medan magnet untuk menggerakkan saklar. Saat kumparan diberikan tegangan sebesar tegangan *relay*, maka timbul medan magnet pada kumparan karena terdapat arus pada lilitan kawat (Ardiliansyah & Puspitasari, 2021).

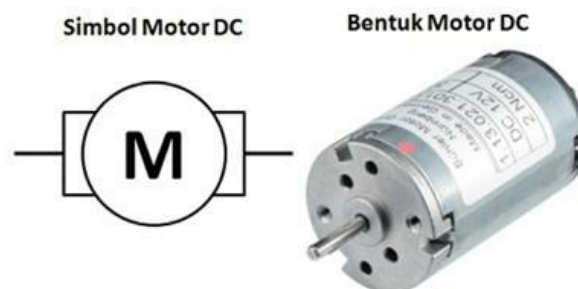


Gambar 2.13 Relay

Sumber: (Ardiliansyah & Puspitasari, 2021)

### 2.3.14 Motor DC RS-370

Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Motor berputar pada satu arah dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor. Untuk mengukur daya dapat digunakan persamaan  $P = V \times I$  (Sadi & Mulyati, 2019).



Gambar 2.14 Motor DC RS-370

Sumber: (Sadi & Mulyati, 2019)

### 2.3.15 *Power Supply WX-DC2412*

*Power supply* atau catu daya adalah komponen yang digunakan untuk memberikan pasokan catu daya ke seluruh bagian PLC (termasuk CPU, *memory*, dan lain-lain). Kebanyakan PLC bekerja dengan catu daya 24 VDC atau 220 VAC. Catu daya yang digunakan adalah catu daya dengan *output* 24 VDC (Rahman, 2023).



Gambar 2.15 *Power Supply WX-DC2412*  
Sumber: (Rahman, 2023)

### 2.3.16 *Miniature Circuit Breaker (MCB)*

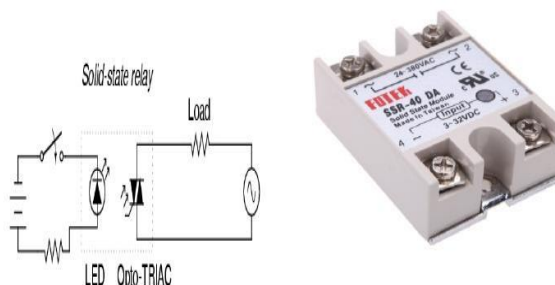
MCB atau pemutus tenaga berfungsi untuk memutuskan suatu rangkaian apabila ada arus yang mengalir dalam rangkaian atau beban listrik yang melebihi kemampuan. Pemutus tenaga ini terdiri dari 2 jenis yaitu untuk sistem 1 fasa dan sistem 3 fasa. MCB 3 fasa terdiri dari tiga buah pemutus tenaga 1 fasa yang disusun menjadi satu kesatuan. Pemutus tenaga mempunyai 2 posisi, saat menghubungkan maka antara terminal masukan dan terminal keluaran MCB pada kontak. Pada posisi saat MCB pada kedudukan *on*, arus listrik mengalir dari terminal masukan ke terminal keluaran melalui kontak internal dan ketika terjadi gangguan seperti kelebihan arus, MCB dengan sendirinya melepas rangkaian secara otomatis dan sakelar berpindah ke posisi *off*, saat posisi terminal masukan dan keluaran MCB tidak menyambung sehingga tidak ada aliran listrik yang mengalir ke beban. MCB ini juga dapat diaktifkan kembali secara manual setelah gangguan teratasi, dengan cara menyalakan sakelar kembali ke posisi "*on*". Selain itu, MCB juga dirancang dengan sensitivitas tertentu yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan arus listrik dalam suatu rangkaian, sehingga memberikan perlindungan yang optimal sesuai dengan kapasitas yang diperlukan (Alimuddin dan kawan-kawan, 2023).



Gambar 2.16 MCB 1 Fasa Dan 3 Fasa  
 Sumber: (Alimuddin dan kawan-kawan, 2023)

### 2.3.17 *Solid State Relay (SSR) 40-DA*

Pengertian dan fungsi *solid state relay (SSR)* sebenarnya sama dengan *relay* elektromekanik atau *magnetic contactor (MC)* yaitu sebagai sakelar elektronik yang biasa digunakan atau diaplikasikan di industri-industri sebagai *device*, pengendali. Namun *relay* elektromekanik memiliki banyak keterbatasan bila dibandingkan dengan SSR, salah satunya seperti siklus hidup kontak yang terbatas, mengambil banyak ruang, dan besarnya daya kontaktor *relay*. Karena keterbatasan ini, banyak produsen *relay* menawarkan perangkat SSR dengan semikonduktor modern yang menggunakan SCR, TRIAC, atau *output* transistor sebagai pengganti sakelar kontak mekanik. *Output device* (SCR, TRIAC, atau transistor) adalah optikal yang digabungkan sumber cahaya LED yang berada dalam *relay*. *Relay* dihidupkan dengan energi LED ini, biasanya dengan tegangan *power* DC yang rendah. Isolasi optik antara *input* dan *output* inilah yang menjadi kelebihan yang ditawarkan oleh SSR bila dibanding *relay* elektromekanik (Kustiawan, 2018).



Gambar 2.17 *Solid State Relay (SSR) 40 DA*  
 Sumber: (Kustiawan, 2018)

## **BAB III**

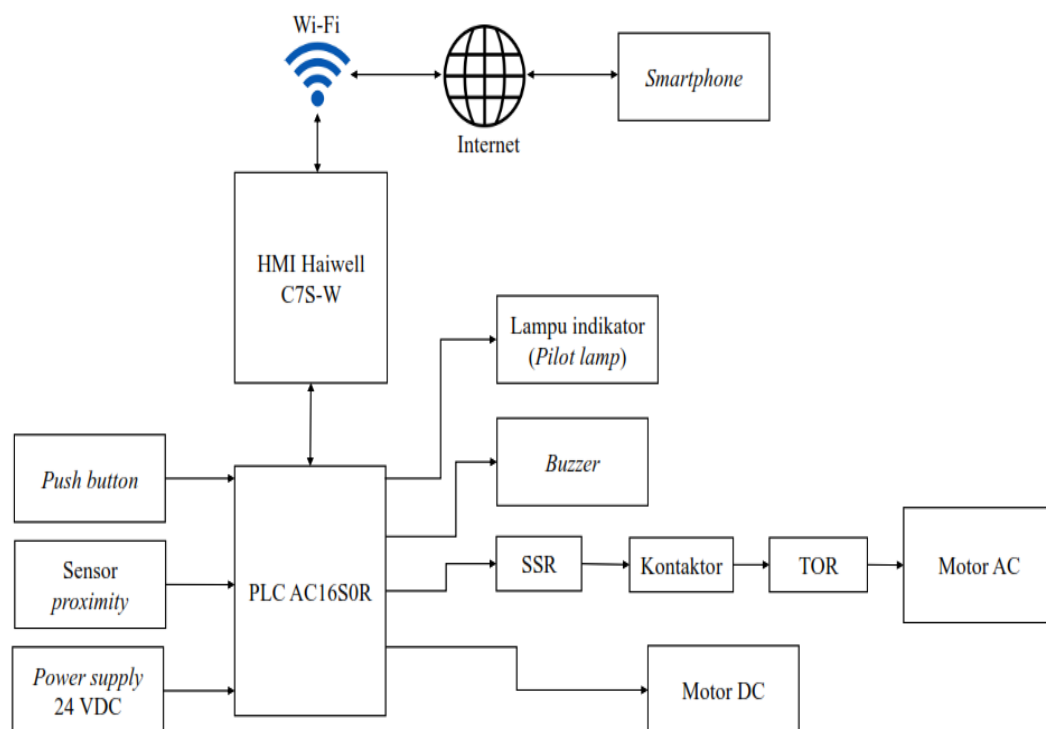
### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tinjauan Umum**

Pada penelitian rancang bangun sistem kontrol modul pembelajaran berbasis PLC dan HMI IoT Haiwell menghasilkan 5 praktikum simulasi. Praktikum simulasi pertama untuk mengontrol 1 *output* menggunakan 2 *input push button start* dan *stop*, selanjutnya 2 *push button*, 1 lampu indikator pada HMI dan HaiwellCloud sebagai tampilan visual yang sudah terhubung ke PLC AC16S0R menggunakan Modbus RS-485 COM 2. Praktikum simulasi kedua untuk mengontrol 1 *output* menggunakan 4 *input*, 2 *push button* dan 2 sensor *proximity*, selanjutnya *push button*, sensor *proximity* dan lampu indikator pada HMI dan HaiwellCloud sebagai tampilan visual yang sudah terhubung ke PLC AC16S0R menggunakan Modbus RS-485 COM 2. Praktikum simulasi ketiga untuk mengontrol 2 *output*, 1 lampu dan 1 motor DC secara bersamaan dengan menggunakan 3 *input*, 2 *push button* dan 1 sensor *proximity*, selanjutnya 2 *push button* dan 1 sensor *proximity* pada HMI Haiwell dan HaiwellCloud sebagai tampilan visual, PLC AC16S0R sebagai sistem kontrol untuk menggerakkan motor DC putar kanan. Praktikum simulasi keempat untuk menghidupkan motor AC 3 fasa rangkaian DOL dengan menggunakan 2 *input push button*, 3 *output* lampu indikator, 1 kontaktor, 1 TOR, 1 SSR, dan 1 motor AC 3 fasa, selanjutnya 2 *input push button* dan 3 *output* lampu indikator pada HMI dan HaiwellCloud sebagai tampilan visual, PLC AC16S0R sebagai sistem kontrol untuk menggerakkan motor AC 3 fasa DOL. Praktikum simulasi kelima untuk menghidupkan 2 motor AC 3 fasa dengan rangkaian DOL berurutan secara otomatis dengan menggunakan 2 *input push button*, 4 *output* lampu indikator, 1 *buzzer*, 2 kontaktor, 1 TOR, 2 SSR dan 2 motor AC 3 fasa, selanjutnya 2 *input push button* dan 4 *output* lampu indikator pada HMI Haiwell dan HaiwellCloud sebagai tampilan visual, PLC AC16S0R sebagai sistem kontrol untuk menggerakkan 2 motor AC 3 fasa.

### 3.2 Blok Diagram Sistem

Blok diagram merupakan gambaran urutan keseluruhan kerja secara umum dari suatu sistem. Tujuannya yaitu untuk memudahkan dalam melihat proses yang berlangsung dalam sistem yang dibuat. Blok diagram memiliki arti yang khusus dengan memberikan keterangan di dalamnya. Untuk setiap blok dihubungkan dengan suatu garis yang menunjukkan arah kerja dari setiap blok yang bersangkutan. Blok diagram dari rancang bangun sistem modul pembelajaran berbasis PLC dan HMI Haiwell IoT dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem  
Sumber: (Dokumentasi, 2023)

Fungsi komponen yang ada pada Gambar 3.1 blok diagram perancangan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. *Push button*

Sebagai pengontrol kondisi *on* dan *off* dari suatu rangkaian listrik pada bagian pengontrolan lampu indikator, *buzzer*, motor DC, dan motor 3 fasa AC.

2. *Sensor proximity*

Untuk mendeteksi objek dan mengontrol *output*.

3. *Power supply* 24 VDC

Memberikan *supply* ke PLC AC16S0R, *solid state relay* (SSR), lampu indikator, dan *buzzer*.

4. HMI Haiwell

Untuk menampilkan desain yang dikirim dari PC/laptop dan sebagai pengontrolan visual.

5. PLC AC16S0R

Sebagai mikrokontroler pengontrolan *input push button*, sensor *proximity* dan *output* lampu indikator, *buzzer*, SSR, motor DC, dan motor 3 fasa AC.

6. Lampu indikator (*pilot lamp*)

Untuk mengetahui jalannya proses sebuah rangkaian.

7. *Buzzer*

Sebagai indikator untuk menandakan suatu kesalahan pada alat atau menunjukkan suatu proses telah selesai.

8. *Solid state relay* (SSR)

Untuk mengaktifkan koil pada masing-masing kontaktor dan sebagai pengendali aliran listrik pada motor AC 3 fasa.

9. Kontaktor

Untuk memutuskan dan menyambungkan arus aliran listrik secara elektrik pada motor AC 3 fasa.

10. *Thermal overload relay* (TOR)

Untuk memproteksi motor AC dari kerusakan karena terjadinya beban lebih.

11. Motor AC 3 fasa

Pada praktikum simulasi ini motor AC 3 fasa digerakkan dengan rangkaian DOL dan DOL berurutan secara otomatis.

12. Motor DC

Pada praktikum simulasi ini motor DC putar ke kanan.

13. *Wifi* dan internet

Untuk menghubungkan HMI Haiwell dengan *smartphone* dan untuk mengontrol modul pembelajaran dari lokal dan jarak jauh.

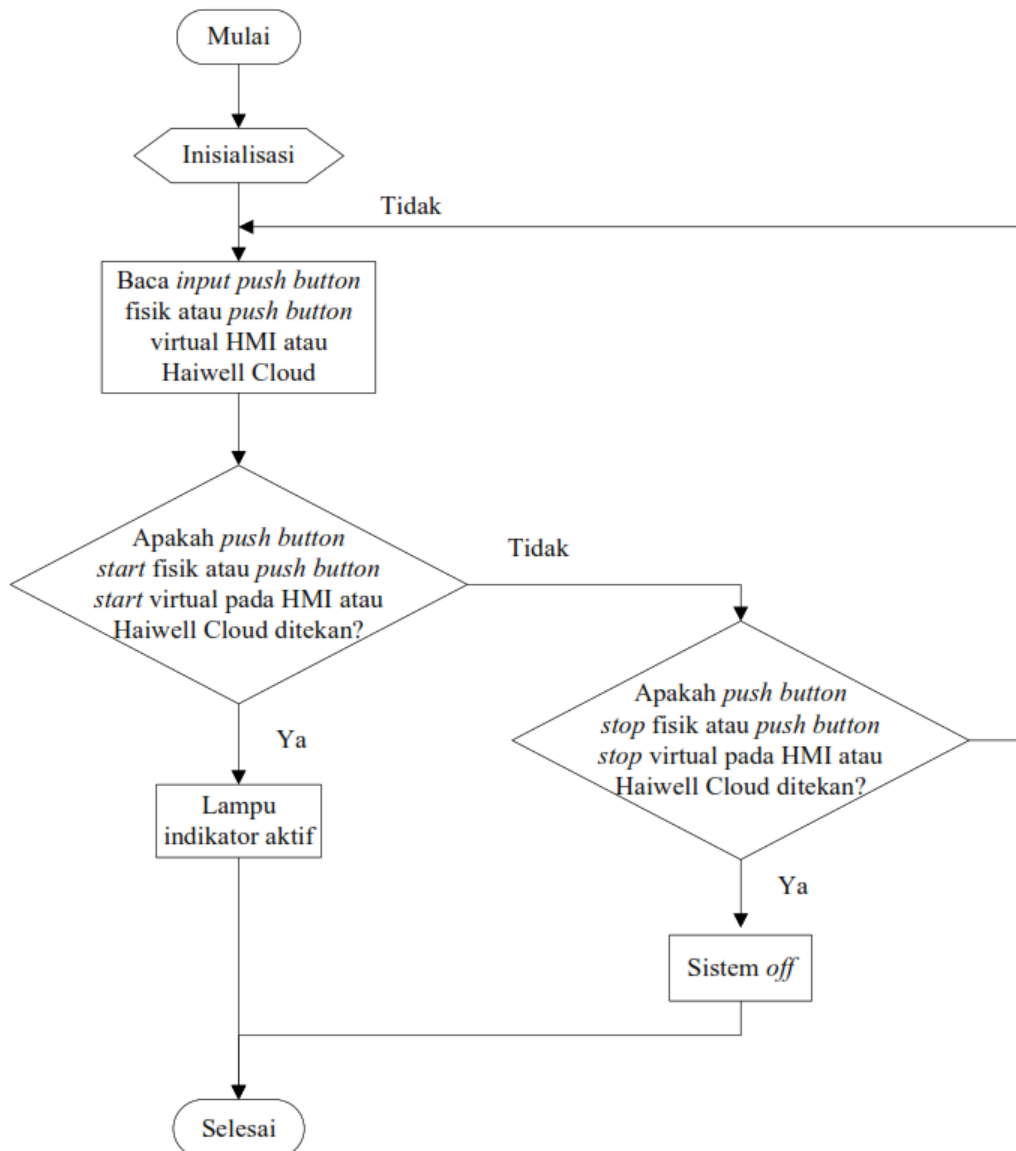
14. HaiwellCloud



Aplikasi untuk mengontrol modul pembelajaran menggunakan *smartphone* yang terkoneksi dengan *wifi*.

### 3.3 Flowchart

Dalam membuat rancangan sistem, ada beberapa tahap yang harus dilakukan agar perangkat dapat bekerja dengan maksimal sesuai prosedur yang diharapkan dan memiliki kelelasan antara rancangan dan perancangan. Untuk itu, disajikan 5 praktikum simulasi sistem kerja *flowchart* sebagai bentuk deskripsi prosedur kerja alat. Praktikum simulasi 1 seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Flowchart Praktikum Simulasi 1  
Sumber: (Dokumentasi, 2024)

Berdasarkan Gambar 3.2 dapat dijelaskan dari uraian *flowchart* praktikum simulasi 1 sebagai berikut:

1. Mulai

Mulai merupakan tahap awal permulaan dari sistem kerja alat pada praktikum simulasi 1.

2. Inisialisasi

Inisialisasi adalah bagian untuk pengecekan semua perangkat, sehingga dapat dipastikan bahwa alat yang digunakan semua dalam keadaan baik dan bisa dijalankan sesuai yang diharapkan.

3. Baca *input push button* fisik atau baca *input* virtual pada HMI atau Haiwell Cloud pada *smartphone*.

4. Apakah *push button start* fisik atau *push button start* virtual pada HMI atau HaiwellCloud ditekan, jika ditekan maka sistem lanjut dan jika tidak ditekan maka sistem kembali ke baca *input push button*.

5. Apakah *push button stop* fisik atau *push button stop* virtual pada HMI atau Haiwell Cloud ditekan, jika ditekan maka sistem *off* dan jika tidak ditekan maka sistem kembali ke baca *input push button*.

6. Jika diberikan perintah untuk menekan *push button start* fisik, maka lampu indikator hijau aktif.

7. Jika diberikan perintah untuk menekan *push button start* virtual pada HMI dan Haiwell Cloud pada *smartphone* maka lampu indikator hijau aktif.

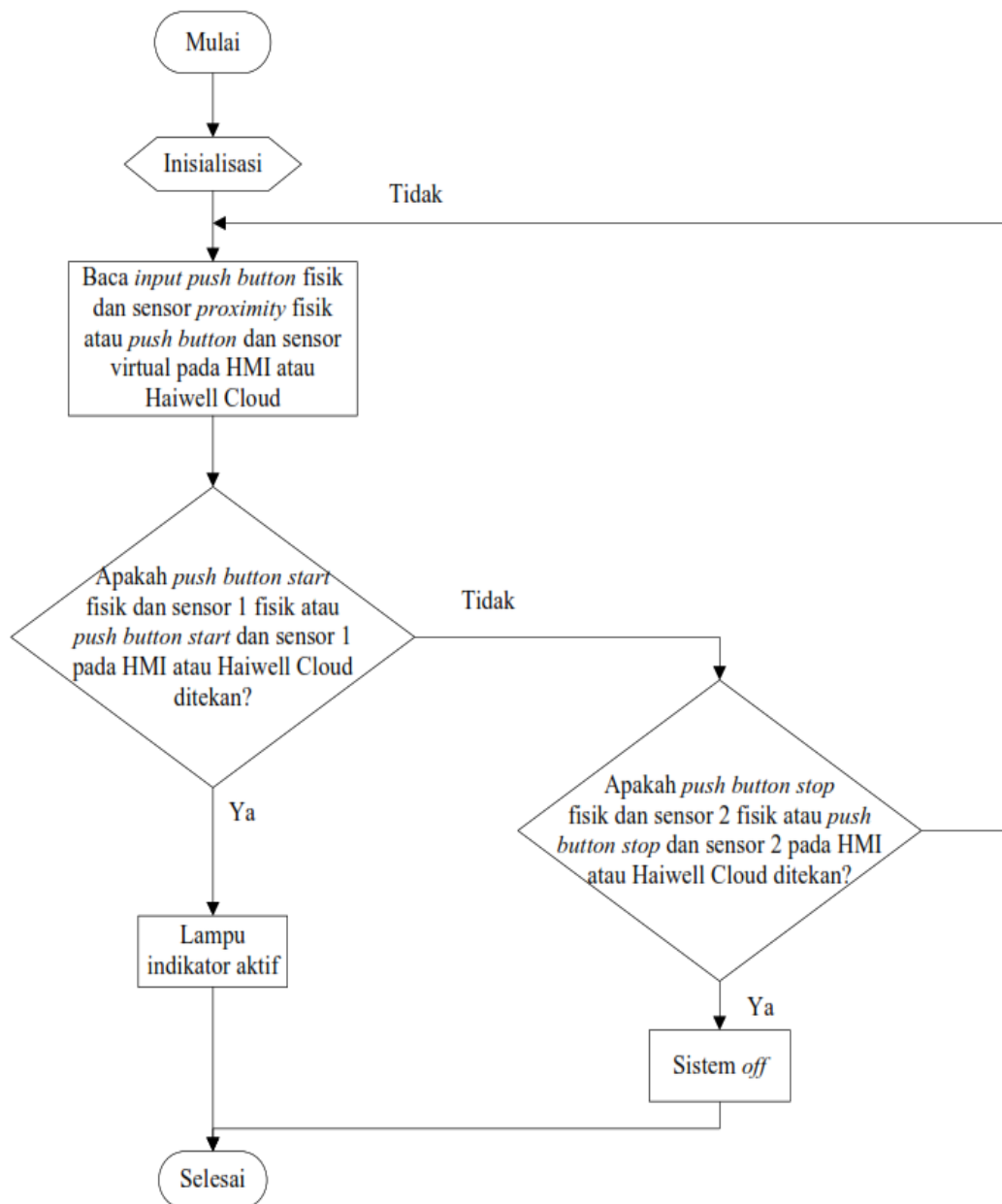
8. Jika diberikan perintah untuk menekan *push button stop* fisik, maka sistem *off* bersamaan dengan lampu indikator hijau nonaktif.

9. Jika diberikan perintah untuk menekan *push button stop* virtual pada HMI atau HaiwellCloud pada *smartphone*, maka sistem *off* bersamaan dengan lampu indikator hijau nonaktif.

10. Selesai

Pada tahap ini merupakan tahap akhir dari praktikum simulasi 1.

Praktikum simulasi 2 seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Flowchart* Praktikum Simulasi 2  
 Sumber: (Dokumentasi, 2024)

Berdasarkan Gambar 3.3 dapat dijelaskan dari uraian *flowchart* praktikum simulasi 2 sebagai berikut:

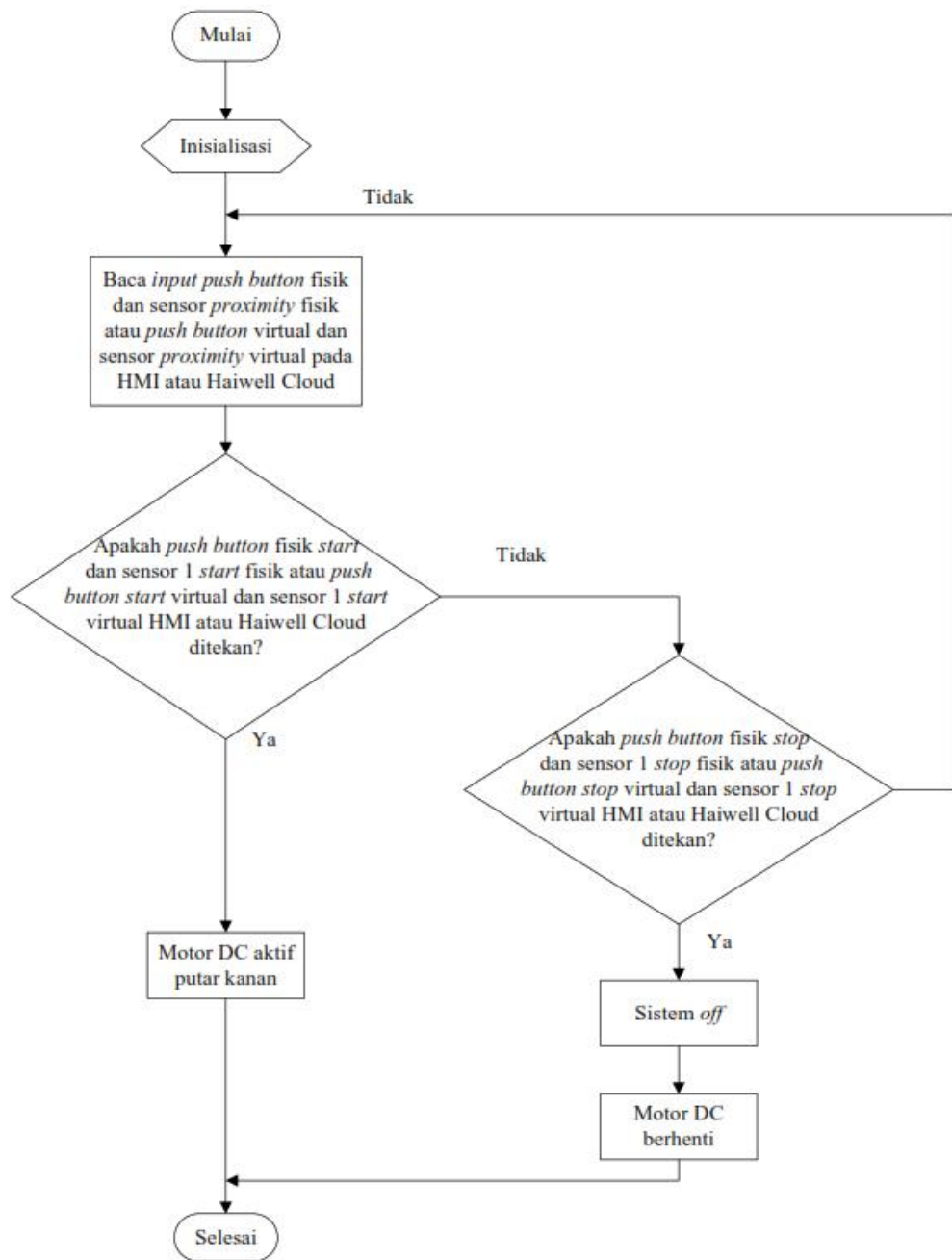
1. Mulai  
 Mulai merupakan tahap awal permulaan dari sistem kerja alat pada praktikum simulasi 2.
2. Inisialisasi  
 Inisialisasi adalah bagian untuk pengecekan semua perangkat, sehingga

dapat dipastikan bahwa alat yang digunakan semua dalam keadaan baik dan bisa dijalankan sesuai yang diharapkan.

3. Baca *input push button* fisik dan baca *input* sensor *proximity* fisik, atau baca *input push button* virtual dan sensor *proximity* virtual pada HMI atau HaiwellCloud *smartphone*.
4. Apakah *push button start* fisik dan sensor 1 fisik atau *push button start* virtual dan sensor 1 virtual pada HMI atau Haiwell Cloud *smartphone* ditekan, jika ditekan maka sistem lanjut, jika tidak ditekan maka kembali ke baca *input push button*.
5. Apakah *push button stop* fisik dan sensor 2 fisik atau *push button* virtual dan sensor 2 virtual pada HMI atau Haiwell Cloud pada *smartphone* ditekan, jika ditekan maka sistem *off*, jika tidak maka kembali ke baca *input push button*.
6. Jika *push button start* fisik ditekan maka lampu indikator hijau aktif.
7. Jika sensor 1 mendeteksi suatu benda maka lampu indikator hijau aktif.
8. Jika salah satu *push button start* virtual atau sensor 1 virtual pada HMI atau Haiwell Cloud pada *smartphone* ditekan maka lampu indikator hijau aktif.
9. Jika *push button stop* fisik ditekan maka sistem *off*, lampu indikator hijau nonaktif dan lampu indikator merah aktif.
10. Jika sensor 2 mendeteksi suatu benda maka sistem *off*, lampu indikator hijau nonaktif dan lampu indikator merah aktif.
11. Jika salah satu *push button stop* virtual atau sensor 2 virtual pada HMI atau Haiwell Cloud pada *smartphone* ditekan maka sistem *off*, lampu indikator hijau nonaktif dan lampu indikator merah aktif.
12. Selesai

Pada tahap ini merupakan tahap akhir dari praktikum simulasi 2.

Praktikum simulasi 3 seperti ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Flowchart Praktikum Simulasi 3  
Sumber: (Dokumentasi, 2024)

Berdasarkan Gambar 3.4 dapat dijelaskan dari uraian *flowchart* praktikum simulasi 3 sebagai berikut:

1. Mulai

Mulai merupakan tahap awal permulaan dari sistem kerja alat pada praktikum simulasi 3.

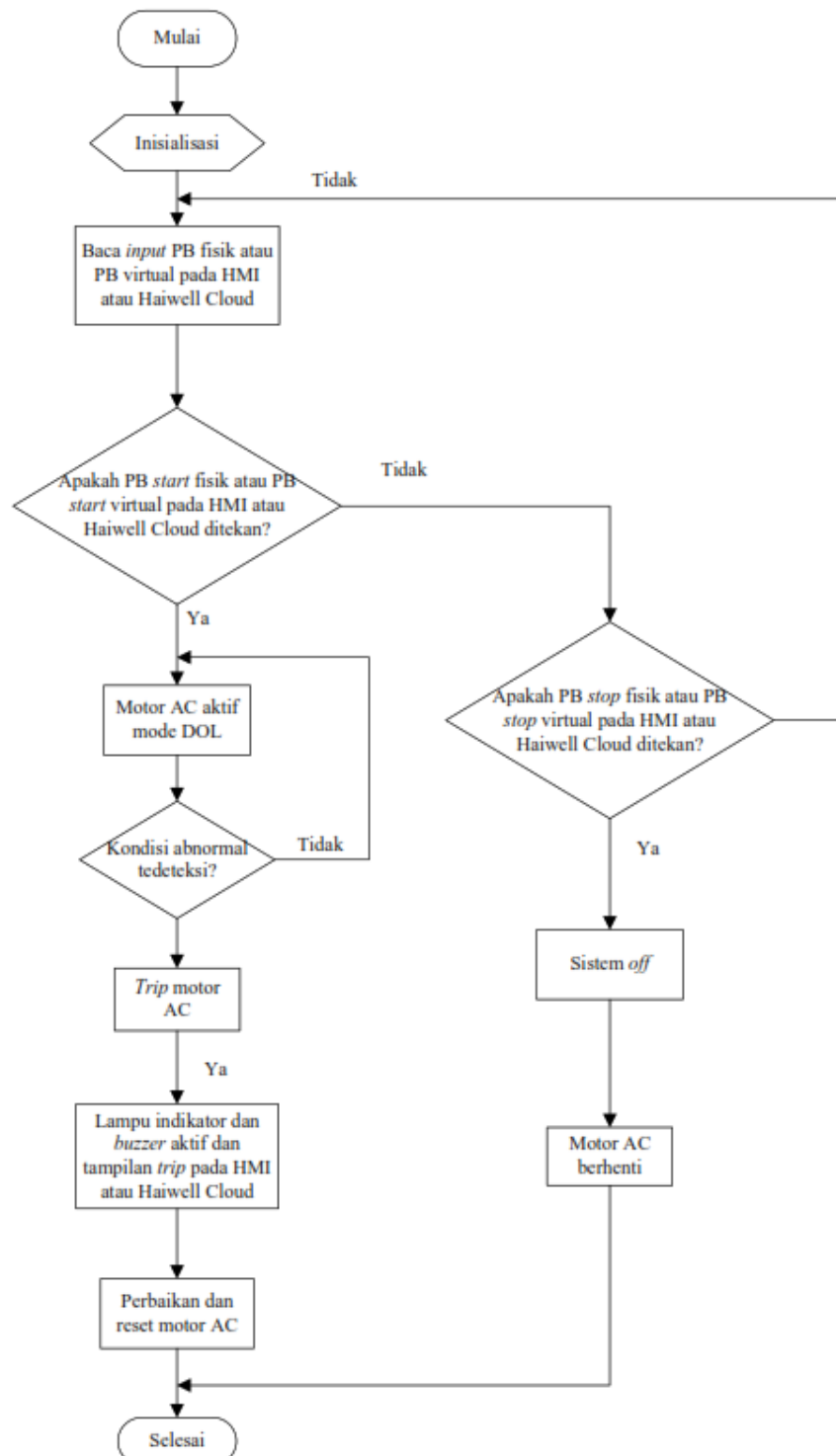
2. Inisialisasi

Inisialisasi adalah bagian untuk pengecekan semua perangkat, sehingga dapat dipastikan bahwa alat yang digunakan semua dalam keadaan baik dan bisa dijalankan sesuai yang diharapkan.

3. Baca *input push button* fisik dan baca *input sensor proximity* fisik, atau baca *input push button* virtual dan sensor *proximity* virtual pada HMI atau HaiwellCloud *smartphone*.
4. Apakah *push button start* fisik dan sensor 1 fisik atau *push button start* virtual dan sensor 1 virtual pada HMI atau Haiwell Cloud *smartphone* ditekan, jika ditekan maka sistem lanjut, jika tidak ditekan maka kembali ke baca *input push button*.
5. Apakah *push button stop* fisik dan sensor 1 fisik atau *push button* virtual dan sensor 1 virtual pada HMI atau Haiwell Cloud pada *smartphone* ditekan, jika ditekan maka sistem *off*, jika tidak maka kembali ke baca *input push button*.
6. Jika *push button start* fisik ditekan maka motor DC putar kanan dan lampu indikator hijau aktif.
7. Jika sensor *proximity* fisik mendeteksi maka motor DC putar kanan dan lampu indikator hijau aktif.
8. Jika *push button start* virtual ditekan dan sensor *proximity* pada HMI atau HaiwellCloud pada *smartphone* ditekan maka lampu indikator aktif dan motor DC putar kanan.
9. Jika *push button stop* fisik ditekan maka sistem *off*, lampu indikator hijau nonaktif, motor DC berhenti dan lampu indikator merah aktif.
10. Jika sensor *proximity stop* fisik tidak mendeteksi maka sistem *off*, lampu indikator hijau nonaktif, motor DC berhenti dan lampu merah aktif.
11. Jika *push button stop* virtual dan sensor *proximity stop* virtual pada HMI atau HaiwellCloud pada *smartphone* ditekan maka sistem *off*, lampu indikator hijau nonaktif, motor DC berhenti dan lampu indikator merah aktif.
12. Selesai

Pada tahap ini merupakan tahap akhir dari praktikum simulasi 3.

Praktikum simulasi 4 seperti ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Flowchart Praktikum Simulasi 4  
 Sumber: (Dokumetasi, 2024)

Berdasarkan Gambar 3.5 dapat diperjelaskan uraian dari *flowchart* praktikum simulasi 4 sebagai berikut:

1. Mulai  
Mulai merupakan tahap awal permulaan dari sistem kerja alat pada praktikum simulasi 4.
2. Inisialisasi  
Inisialisasi adalah bagian untuk pengecekan semua perangkat, sehingga dapat dipastikan bahwa alat yang digunakan semua dalam keadaan baik dan bisa dijalankan sesuai yang diharapkan.
3. Pada saat sistem diaktifkan maka lampu indikator merah aktif menandakan bahwa sistem *off* atau sedang tidak beroperasi.
4. Baca *input* PB fisik atau baca *input* PB virtual pada HMI atau Haiwell Cloud pada *smartphone*.
5. Apakah *input* PB *start* fisik atau *input* PB *start* visual pada HMI atau HaiwellCloud pada *smartphone* ditekan, jika ditekan maka sistem lanjut dan jika tidak ditekan maka sistem kembali ke baca *input* PB.
6. Apakah *input* PB *stop* fisik atau *input* PB *stop* visual pada HMI atau HaiwellCloud pada *smartphone* ditekan, jika ditekan maka sistem *off* dan jika tidak ditekan maka sistem kembali ke baca *input* PB.
7. Jika *push button start* fisik ditekan maka lampu indikator hijau aktif dan motor AC 3 fasa aktif dalam mode DOL.
8. Jika *push button start* visual pada HMI atau HaiwellCloud pada *smartphone* ditekan maka lampu indikator hijau aktif dan motor AC 3 fasa aktif dalam mode DOL.
9. Ketika terdeteksi adanya kondisi abnormal atau tegangan berlebihan maka TOR langsung mematikan motor AC 3 fasa dan lampu indikator oranye aktif bersamaan dengan *buzzer* dan tampilan pada HMI atau HaiwellCloud muncul tampilan alarm beserta lampu indikator oranye aktif menandakan bahwa kondisi motor sedang *trip*.
10. Selanjutnya perbaiki motor AC kemudian reset TOR maka kembali ke lampu indikator merah aktif atau sistem telah berhenti atau sedang tidak beroperasi.

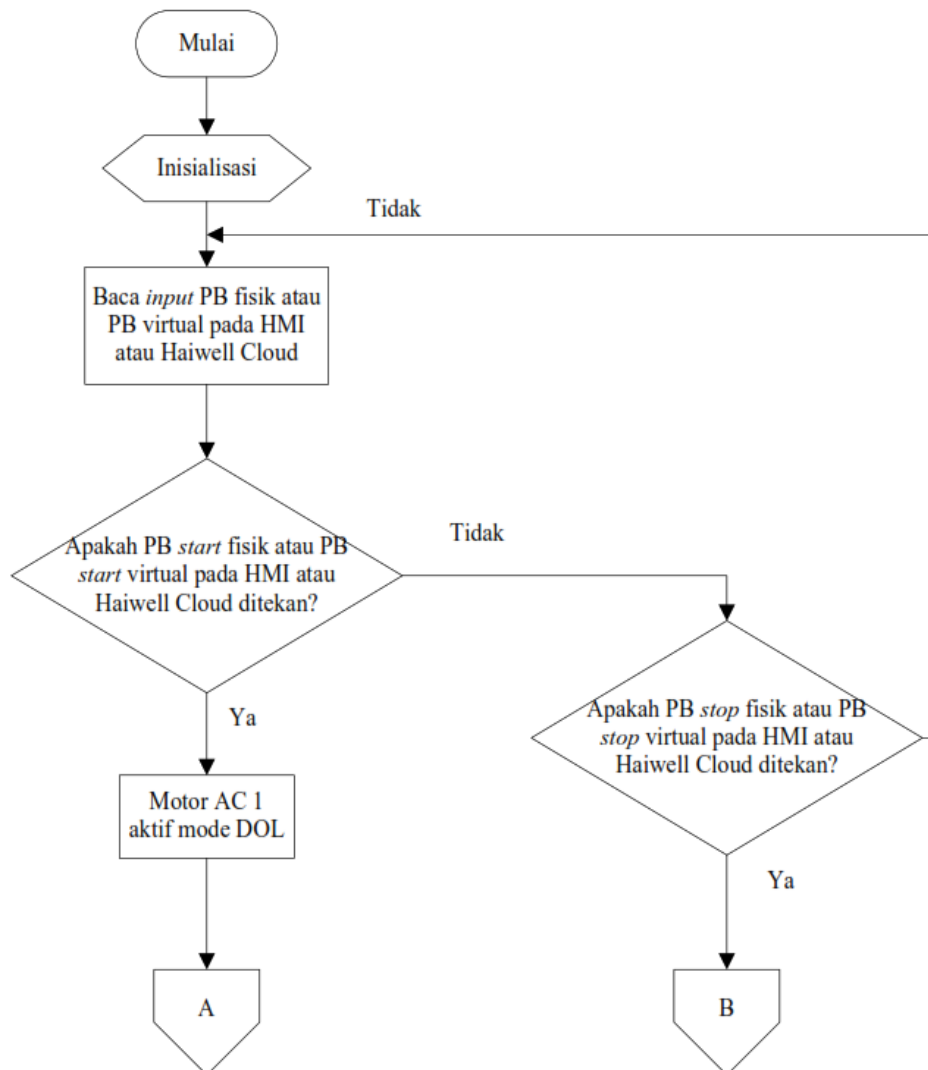


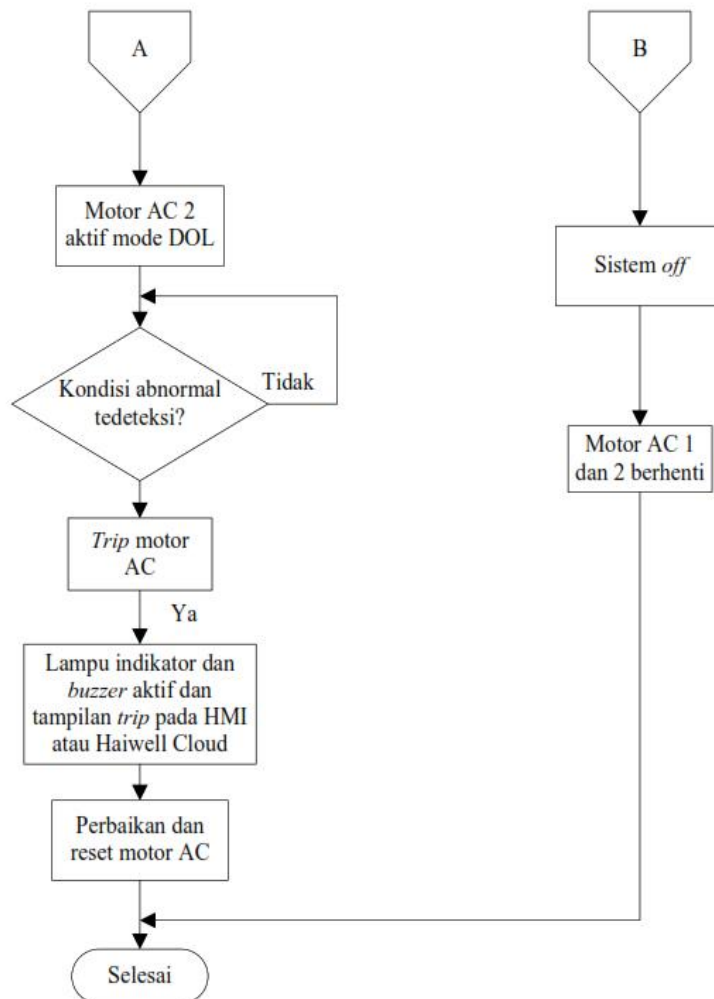
11. Jika tidak terdeteksi adanya kondisi abnormal atau tegangan berlebihan maka sistem terus berjalan mode DOL sampai tombol *stop* ditekan maka sistem *off* dan motor AC berhenti bersamaan dengan lampu indikator merah aktif dan lampu indikator hijau nonaktif.

12. Selesai

Pada tahap ini merupakan tahap akhir dari praktikum simulasi 4.

Praktikum simulasi 5 seperti ditunjukkan pada Gambar 3.6.





Gambar 3.6 *Flowchart* Praktikum Simulasi 5  
 Sumber: (Dokumentasi, 2024)

Berdasarkan Gambar 3.6 dapat diperjelaskan uraian dari *flowchart* praktikum simulasi 5 sebagai berikut:

1. Mulai

Mulai merupakan tahap awal permulaan dari sistem kerja alat pada praktikum simulasi 5.

2. Inisialisasi

Inisialisasi adalah bagian untuk pengecekan semua perangkat, sehingga dapat dipastikan bahwa alat yang digunakan semua dalam keadaan baik dan bisa dijalankan sesuai yang diharapkan.

3. Lampu indikator hijau aktif menandakan bahwa sistem sedang *standby* atau sistem sudah siap untuk beroperasi.

4. Baca *input* PB fisik atau baca *input* PB virtual pada HMI atau Haiwell Cloud pada *smartphone*.
5. Jika *push button start* fisik ditekan maka lampu indikator biru aktif bersamaan dengan motor AC 1 aktif DOL selama 5 detik, selanjutnya beralih ke lampu indikator putih aktif bersamaan dengan motor AC 2 aktif dalam mode DOL.
6. Jika *push button* visual pada HMI atau HaiwellCloud ditekan maka lampu indikator biru aktif bersamaan dengan motor AC 1 aktif dalam mode DOL selama 5 detik, selanjutnya beralih ke lampu indikator putih aktif bersamaan dengan motor AC 2 aktif dalam mode DOL.
7. Ketika terdeteksi adanya kondisi abnormal atau tegangan berlebihan maka TOR langsung mematikan kedua motor AC dan lampu indikator nonaktif, bersamaan dengan lampu indikator oranye aktif fisik dengan *buzzer* fisik berbunyi dan tampilan pada HMI atau HaiwellCloud *smartphone* muncul tampilan tanda alarm beserta lampu indikator oranye visual aktif menandakan bahwa kondisi motor sedang *trip*.
8. Selanjutnya perbaiki dan reset TOR maka sistem kembali *standby* bersamaan dengan lampu indikator hijau aktif atau sistem sudah siap untuk beroperasi kembali.
9. Jika tidak terdeteksi adanya kondisi abnormal atau tegangan berlebihan maka sistem terus berjalan mode DOL sampai tombol *stop* ditekan maka sistem *off* dan kedua motor AC berhenti bersamaan dengan lampu indikator hijau aktif dan lampu indikator biru dan putih nonaktif.
10. Selesai

Pada tahap ini merupakan tahap akhir dari praktikum simulasi 5.

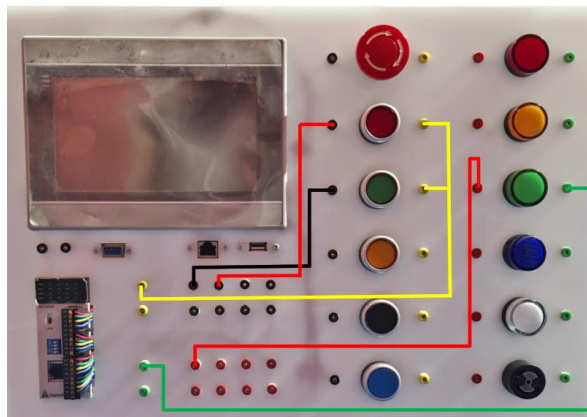
### **3.4 Rancangan *Hardware***

Rancangan *hardware* dimulai dengan merancang blok diagram dan prinsip kerja alat, kemudian dilanjutkan dengan merancang rangkaian alat dengan menggabungkan beberapa perangkat menjadi sebuah sistem. Pada penelitian rancang bangun sistem kontrol modul pembelajaran berbasis PLC dan HMI IoT

Haiwell menghasilkan 5 praktikum simulasi. Rancangan *hardware* dari alat yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.7, Gambar 3.8, Gambar 3.9, Gambar 3.10 dan Gambar 3.11.

#### 3.4.1 Rancangan *Hardware* Praktikum 1

Mengontrol 1 *pilot lamp* menggunakan 2 *input* tombol *start* dan *stop*. Berikut dapat dilihat pada Gambar 3.7.

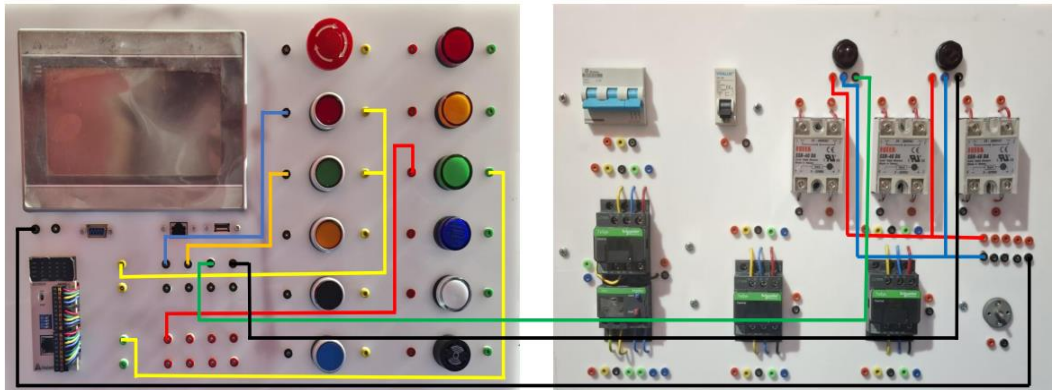


Gambar 3.7 Rancangan *Hardware* Praktikum 1  
Sumber: (Dokumentasi, 2024)

Gambar 3.7 menunjukkan perancangan *hardware* praktikum 1, mengontrol 1 *output* lampu menggunakan 2 *input*. Program yang telah dibuat pada aplikasi HaiwelHappy dikirim atau di-*download* ke PLC menggunakan kabel *connector* LAN dan sistem kerja alat yang telah didesain dan dikirim atau di-*download* menggunakan kabel *connector* LAN. Rangkaian *wiring* sesuai dengan rancangan *hardware* praktikum 1 dengan menggunakan 1 *input push button start* dan 1 *output pilot lamp* hijau, selanjutnya PLC dan HMI yang telah terhubung dengan menggunakan Modbus RS-485 bisa mengontrol *input* dan *output* yang telah dirangkai.

#### 3.4.2 Rancangan *Hardware* Praktikum 2

Mengontrol 1 *pilot lamp* menggunakan 4 *input* 2 tombol *start*, *stop* dan 2 sensor *proximity*. Berikut dapat dilihat pada Gambar 3.8.

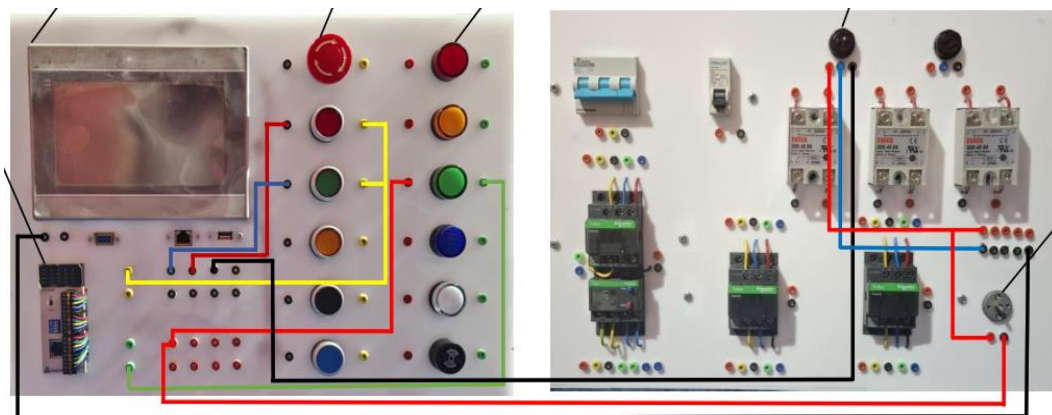


Gambar 3.8 Rancangan *Hardware* Praktikum 2  
 Sumber: (Dokumentasi, 2024)

Gambar 3.8 menunjukkan perancangan *hardware* praktikum 2, mengontrol 1 *output* lampu menggunakan 4 *input* 2 *push button* *start*, *stop* dan 2 sensor *proximity*. Program yang telah dibuat di aplikasi HaiwelHappy dikirim atau di-*download* ke PLC menggunakan kabel *connector* LAN dan sistem kerja alat yang telah didesain dikirim atau di-*download* menggunakan kabel *connector* LAN. Rangkaian *wiring* sesuai dengan rancangan *hardware* praktikum 2 dengan menggunakan 2 *input* 1 *push button* *start*, 1 sensor *proximity* dan 1 *output* *pilot lamp* hijau, selanjutnya PLC dan HMI yang telah terhubung dengan menggunakan Modbus RS-485 bisa mengontrol *pilot lamp* menggunakan *push button* dan sensor *proximity*.

### 3.4.3 Rancangan *Hardware* Praktikum 3

*Start* dan *stop* motor DC menggunakan 3 *input* 2 *push button* dan 1 sensor *proximity*. Berikut dapat dilihat pada Gambar 3.9.

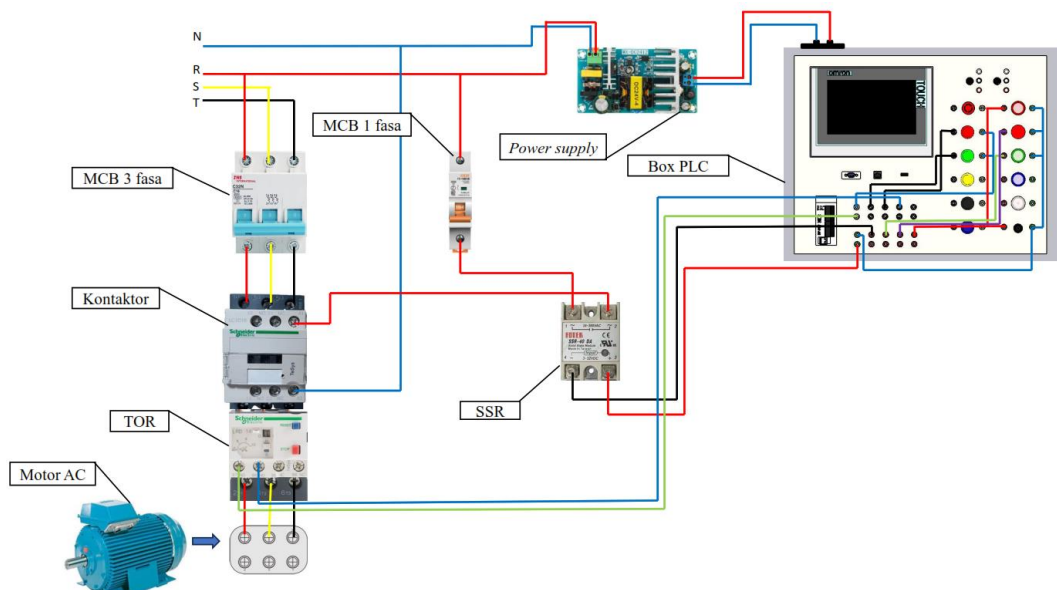


Gambar 3.9 Rancangan *Hardware* Praktikum 3  
 Sumber: (Dokumentasi, 2024)

Gambar 3.9 menunjukkan perancangan *hardware* praktikum 3, mengontrol 3 *output* 2 lampu dan 1 motor DC menggunakan 3 *input* 1 sensor *proximity* dan 2 tombol *start* dan *stop*. Program yang telah dibuat diaplikasi HaiwelHappy dikirim atau di-*download* ke PLC menggunakan kabel *connector* LAN dan sistem kerja alat yang telah didesain dikirim atau di-*download* menggunakan kabel *connector* LAN. Rangkaian *wiring* sesuai dengan rancangan *hardware* praktikum 3 dengan menggunakan 3 *input* 2 *push button*, 1 sensor *proximity*, 2 *output pilot lamp*, dan motor DC. Selanjutnya PLC dan HMI yang telah terhubung dengan menggunakan Modbus RS-485 bisa mengontrol motor DC ketika *push button start* ditekan maka *pilot lamp* hijau aktif dan motor DC aktif putar kanan secara bersamaan dan ketika tombol *stop* ditekan maka *pilot lamp* hijau nonaktif bersamaan dengan motor DC berhenti. Pada saat sensor *proximity* mendeteksi *pilot lamp* hijau aktif dan motor DC aktif putar kanan, ketika sensor *proximity* tidak mendeteksi maka *pilot lamp* hijau nonaktif bersamaan dengan motor DC mati. Rancangan *hardware* praktikum 3 motor DC bisa dikontrol menggunakan *push button* dan sensor *proximity*.

#### 3.4.4 Rancangan *Hardware* Praktikum 4

*Start* dan *stop* 1 motor AC 3 fasa dengan rangkaian DOL. Berikut dapat dilihat pada Gambar 3.10.

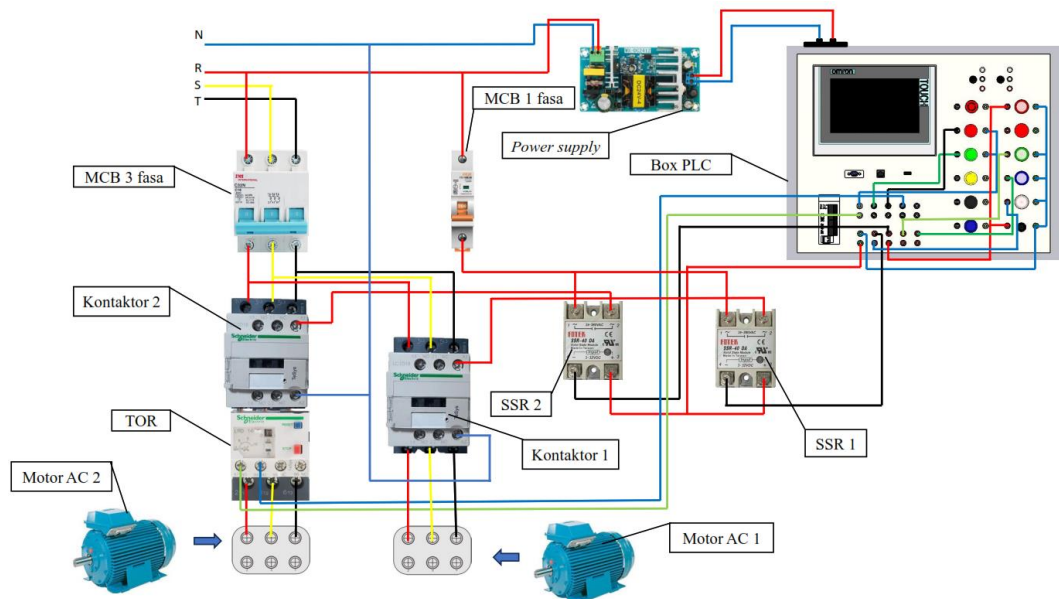


Gambar 3.10 Rancangan *Hardware* Praktikum 4  
Sumber: (Dokumentasi, 2024)

Gambar 3.10 perancangan *hardware* praktikum 4, mengontrol 5 *output* 1 motor AC 3 fasa menggunakan rangkaian DOL, 1 *buzzer* dan 3 lampu *start*, *stop*, *trip*, menggunakan 2 *input* tombol *start* dan *stop*. MCB 3 fasa yang terhubung dengan kontaktor digunakan untuk melindungi rangkaian dari lonjakan arus dan korsleting. MCB 1 fasa terhubung dengan SSR yang berfungsi untuk melindungi jalur daya 1 fasa dan digunakan untuk mengendalikan atau mengontrol beban listrik. Kontaktor digunakan untuk mengontrol operasi motor, ketika motor dijalankan dalam mode DOL. TOR untuk melindungi motor dari *overcurrent* atau arus berlebih. Dalam konteks ini, terdapat 1 SSR yang terhubung ke kontaktor dan berfungsi untuk mengaktifkan koil pada kontaktor, terminal A1 pada motor AC DOL terhubung dengan *output* 2 SSR. SSR ini digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengontrol daya ke kontaktor yang terhubung ke motor AC 3 fasa. Untuk menjalankan sistem DOL ini menggunakan 2 *input push button start*, *stop* dan 4 *output pilot lamp* dan 1 *buzzer*.

### 3.4.5 Rancangan *Hardware* Praktikum 5

Menghidupkan 2 motor AC 3 fasa berurutan dengan rangkaian DOL. Berikut dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Rancangan *Hardware* Praktikum 5  
Sumber: (Dokumentasi, 2024)

Gambar 3.11 perancangan *hardware* praktikum 5, mengontrol 7 *output* 4 lampu, 1 *buzzer* dan 2 motor AC secara berurutan menggunakan rangkaian DOL. MCB 3 fasa yang terhubung dengan kontaktor digunakan untuk melindungi rangkaian dari lonjakan arus dan korsleting. MCB 1 fasa terhubung dengan SSR yang berfungsi untuk melindungi jalur daya 1 fasa dan digunakan untuk mengendalikan atau mengontrol beban listrik. Kontaktor digunakan untuk mengontrol operasi motor, ketika motor dijalankan dalam mode DOL. TOR untuk melindungi motor dari *overcurrent* atau arus berlebih. Dalam konteks ini, terdapat 1 SSR yang terhubung ke kontaktor dan berfungsi untuk mengaktifkan koil pada kontaktor, terminal A1 pada motor AC DOL terhubung dengan 2 *output* SSR. SSR ini digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengontrol daya ke kontaktor yang terhubung ke motor AC 3 fasa. Untuk menjalankan sistem DOL ini menggunakan 2 *input push button start, stop* dan 4 *output pilot lamp* dan 1 *buzzer*.

### 3.5 Rancangan *Software*

Perancangan *software* yang dimaksud adalah perancangan *ladder diagram* PLC dengan menggunakan aplikasi HaiwellHappy dan mengirim *ladder diagram* PLC menggunakan kabel LAN yang terhubung dengan PLC AC16S0R sehingga menjadi kode yang dapat dikenali oleh PLC. Pada perancangan *software* ini terdapat tambahan untuk mendesain tampilan pada HMI menggunakan aplikasi Haiwell Cloud Scada Designer, selanjutnya mengirim desain pada PC/laptop menggunakan kabel LAN yang terhubung dengan HMI C7S-W. Untuk rancangan *software ladder diagram* PLC dan rancangan *software* tampilan pada HMI Haiwell dapat dilihat seperti pada Gambar 3.12 sampai dengan Gambar 3.21.

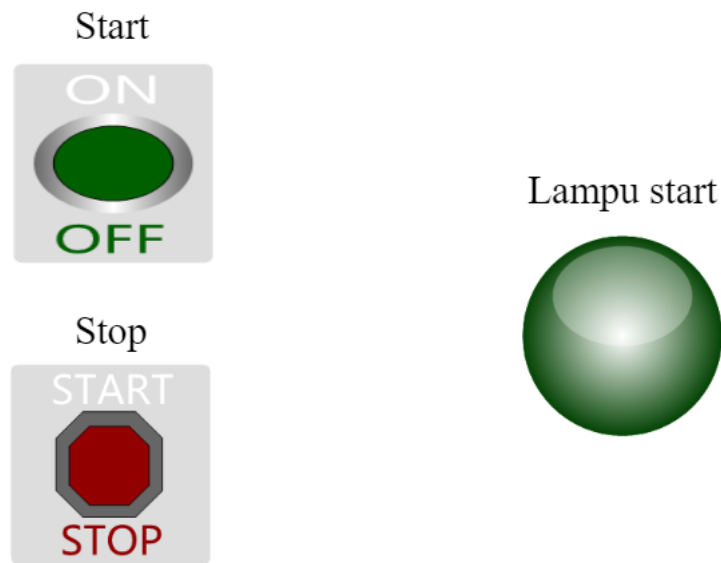
#### 3.5.1 Rancangan *Software* PLC Praktikum 1

Mengontrol 1 *pilot lamp* menggunakan 2 *input* tombol *start* dan *stop*. Berikut dapat dilihat pada Gambar 3.12 dan Gambar 3.13.





Gambar 3.12 Rancangan *Software* PLC Praktikum 1  
 Sumber: (Dokumentasi, 2024)



Gambar 3.13 Tampilan *Software* Pada HMI Praktikum 1  
 Sumber: (Dokumentasi, 2024)

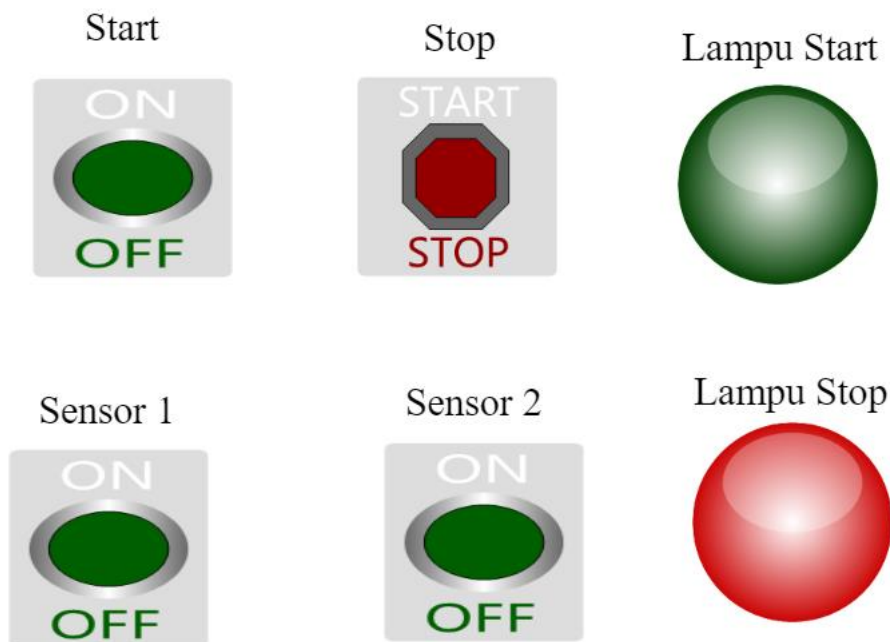
Pada Gambar 3.12 rancangan *software* PLC praktikum 1 dijelaskan bahwa X sebagai *external input relay*, M sebagai *auxiliary relay* dan Y sebagai *external output relay*. Pada program *ladder* PLC X0 berfungsi sebagai tombol *start*, X1 sebagai tombol *stop*, M0 dan M1 berfungsi sebagai tombol *start* dan *stop* pada HMI dan Y0 berfungsi sebagai *output* lampu indikator.

### 3.5.2 Rancangan *Software* PLC Praktikum 2

Mengontrol 1 *pilot lamp* menggunakan 4 *input* 2 tombol *start*, *stop* dan 2 sensor *proximity*. Berikut dapat dilihat pada Gambar 3.14 dan Gambar 3.15.



Gambar 3.14 Rancangan *Software* PLC Praktikum 2  
 Sumber: (Dokumentasi, 2024)

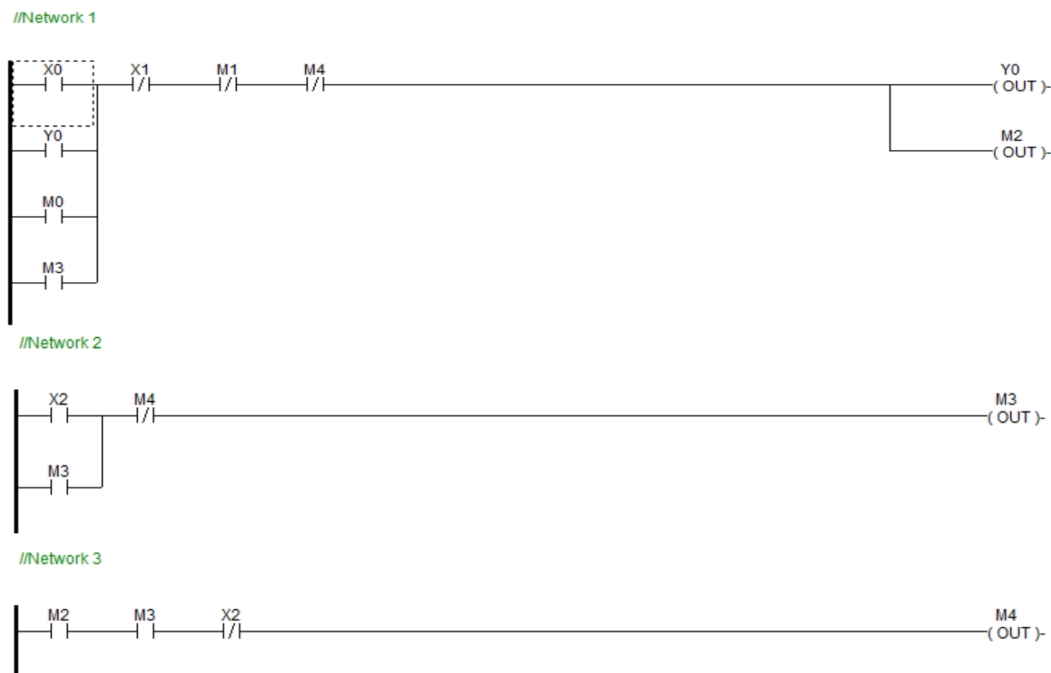


Gambar 3.15 Tampilan *Software* Pada HMI Praktikum 2  
 Sumber: (Dokumentasi, 2024)

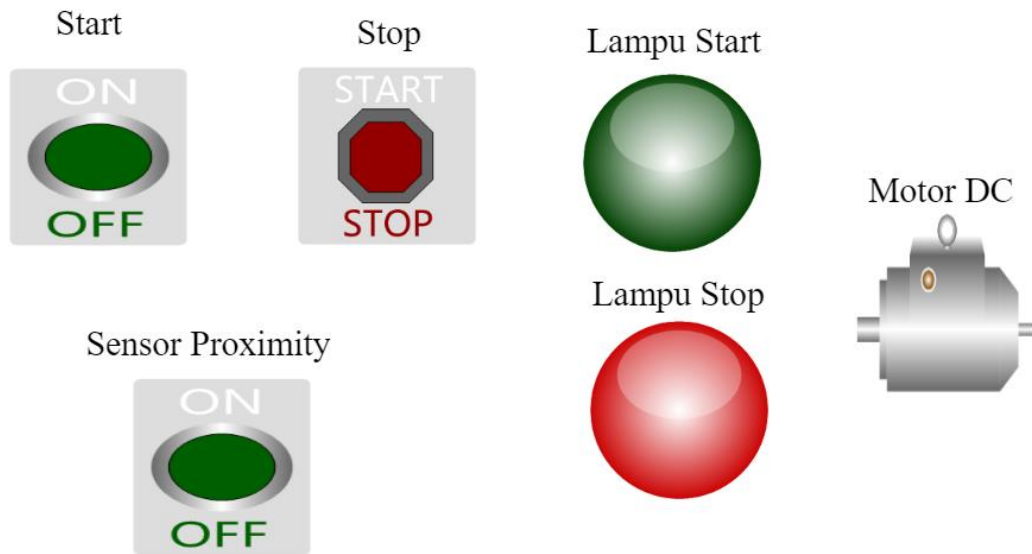
Pada Gambar 3.14 rancangan *software* PLC praktikum 2 dijelaskan bahwa X0 sebagai *input* tombol *start*, X1 *input* tombol *stop*, dan X2 *input* sensor *proximity start* dan X3 *input* sensor *proximity stop*. M0 dan M1 berfungsi sebagai *input* tombol *start* dan *stop* dan M2 sebagai *output* pada HMI. Y0 berfungsi sebagai *output* lampu indikator.

### 3.5.3 Rancangan *Software* PLC Praktikum 3

*Start* dan *stop* motor DC menggunakan 3 *input* 2 *push button* dan 1 sensor *proximity*. Berikut dapat dilihat pada Gambar 3.16 dan Gambar 3.17.



Gambar 3.16 Rancangan *Software* PLC Praktikum 3  
 Sumber: (Dokumentasi, 2024)

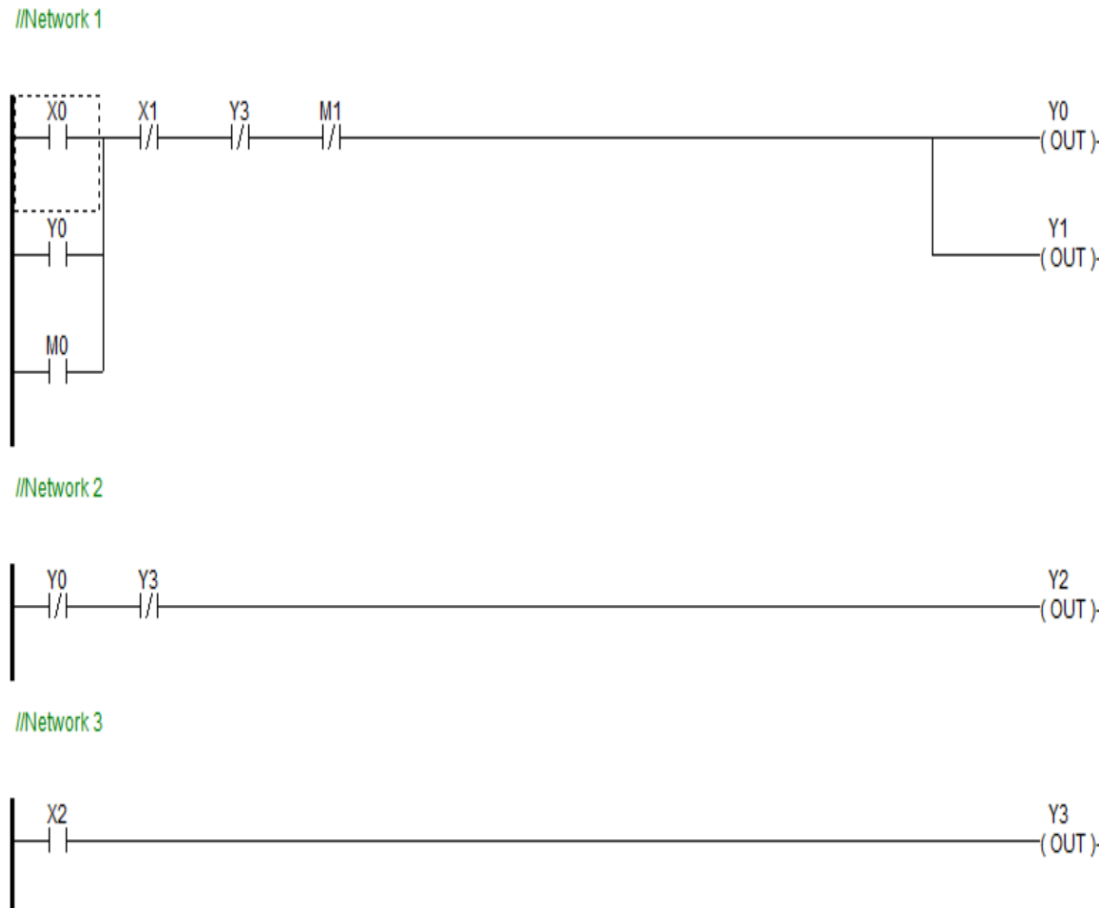


Gambar 3.17 Tampilan *Software* Pada HMI Praktikum 3  
 Sumber: (Dokumentasi, 2024)

Pada Gambar 3.16 rancangan *software* PLC praktikum 2 dijelaskan bahwa X0 sebagai *input* tombol *start*, X1 *input* tombol *stop*, dan X3 *input* sensor *proximity*. M0 dan M1 berfungsi sebagai *input* tombol *start* dan *stop*. M2 sebagai *output* motor DC, M3 sebagai kontak bantu untuk sensor untuk menghidupkan motor DC dan M4 sebagai kontak bantu sensor untuk mematikan motor DC pada HMI dan Y0 berfungsi sebagai *output* lampu indikator dan *output* motor DC.

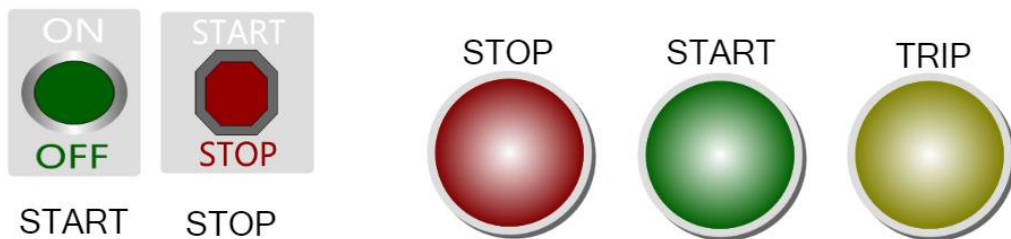
### 3.5.4 Rancangan *Software* PLC Praktikum 4

*Start* dan *stop* 1 motor AC 3 fasa dengan rangkaian DOL. Berikut dapat dilihat pada Gambar 3.18 dan Gambar 3.19.



Gambar 3.18 Rancangan *Software* PLC Praktikum 4  
Sumber: (Dokumentasi, 2024)

## Sistem DOL PLC

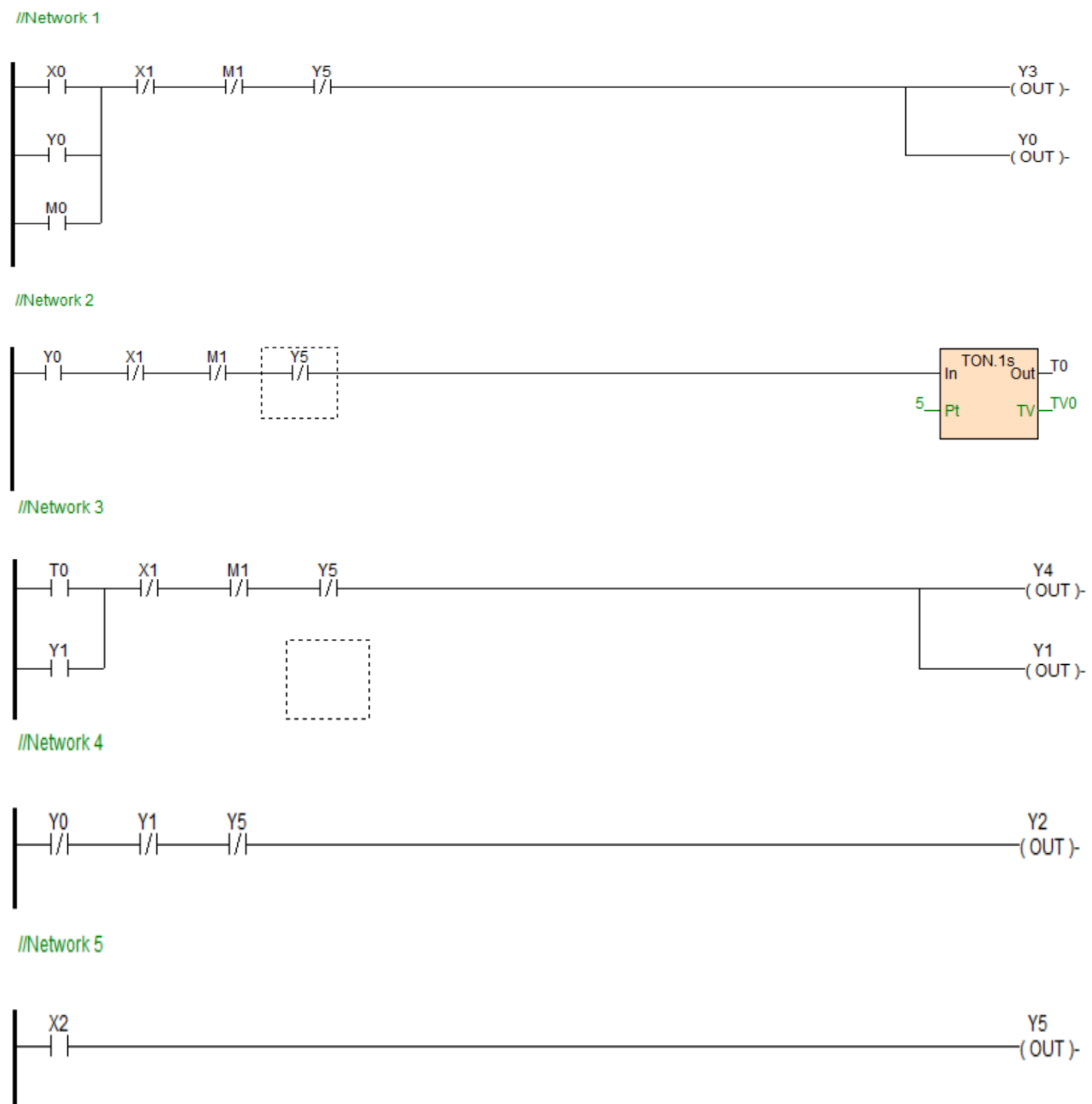


Gambar 3.19 Tampilan *Software* Pada HMI Praktikum 4  
Sumber: (Dokumentasi, 2024)

Pada Gambar 3.18 rancangan *software* PLC praktikum 4 dijelaskan bahwa X0 sebagai *input* tombol *start*, X1 *input* tombol *stop*, dan X2 sebagai tombol *trip* manual atau kontak *normally close* (NC) pada TOR. M0 dan M1 sebagai *input start stop* pada HMI. Y0, Y1 dan Y2 sebagai *output* lampu indikator *start*, *stop* dan *trip*, Y2 sebagai *output* motor AC 3 fasa.

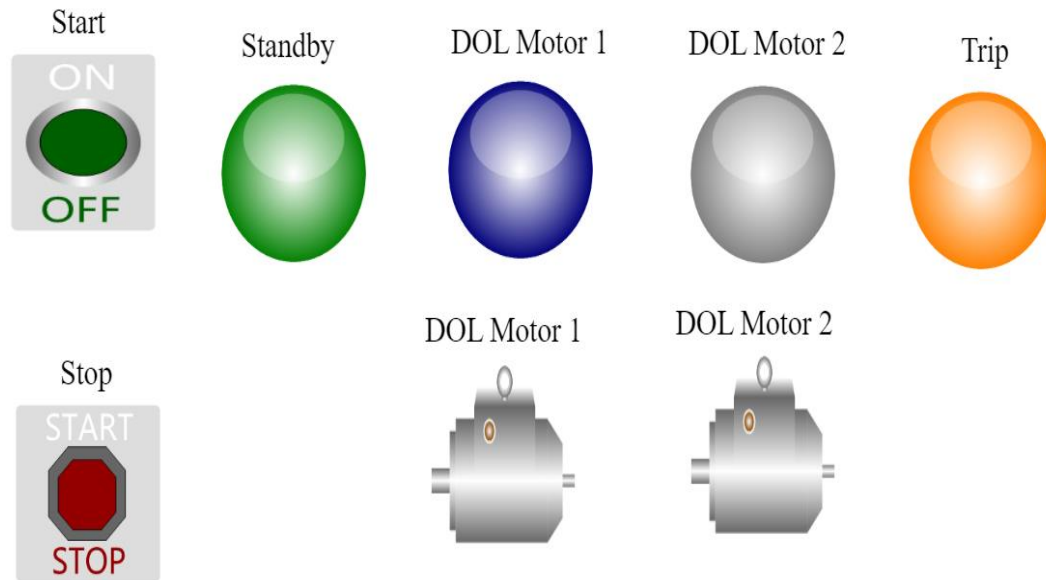
### 3.5.5 Rancangan *Software* PLC Praktikum 5

Menghidupkan 2 motor AC 3 fasa berurutan dengan rangkaian DOL. Berikut dapat dilihat pada Gambar 3.20 dan Gambar 3.21.



Gambar 3.20 Rancangan *Software* PLC Praktikum 5  
Sumber: (Dokumentasi, 2024)

### Rangkaian PLC DOL Berurutan

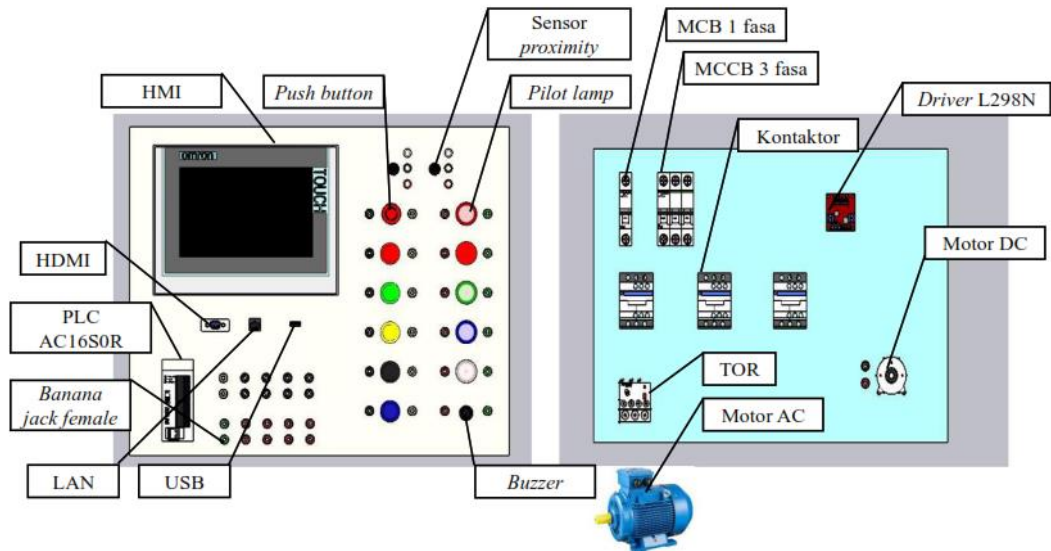


Gambar 3.21 Tampilan *Software* Pada HMI Praktikum 5  
Sumber: (Dokumentasi, 2024)

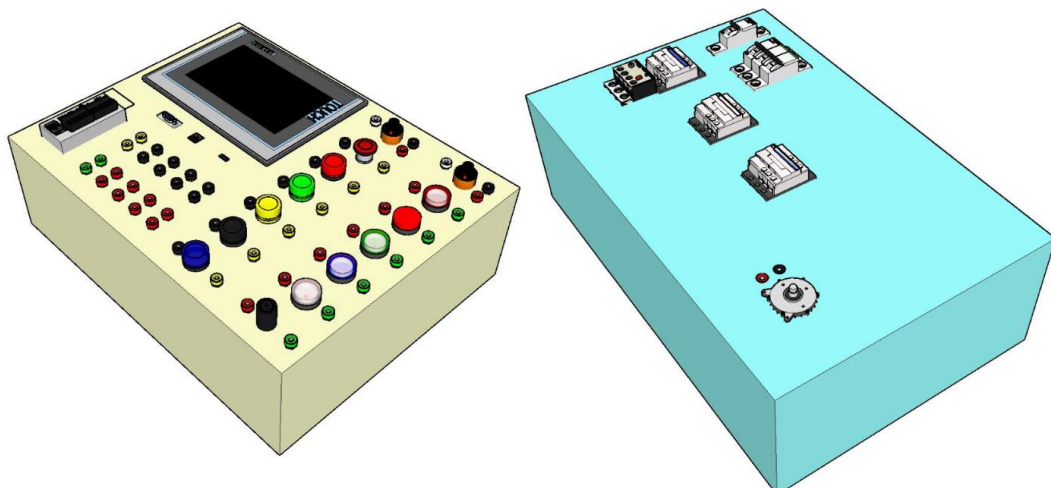
Pada Gambar 3.20 rancangan *software* PLC praktikum 5 dijelaskan bahwa X0, X1 dan X3 sebagai *input* tombol *start*, *stop* dan *trip*. M0, M1 sebagai *input* tombol *start* dan *stop* pada HMI. Y0 sebagai lampu indikator biru, Y3 sebagai motor 1 AC 3 fasa, Y1 sebagai lampu indikator putih, Y4 sebagai motor 2 AC 3 fasa, Y2 sebagai lampu indikator *standby* dan Y5 sebagai lampu indikator *trip*.

### 3.6 Rancangan *Prototype* Keseluruhan

Rancangan *prototype* merupakan proses pembuatan model sederhana menggunakan perangkat lunak yang bertujuan untuk memiliki gambaran dasar tentang sistem yang dibuat, sehingga dapat dengan mudah memodelkan gambaran alat yang dibuat. Rancangan *prototype* alat yang dibuat dalam tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.22 dan Gambar 3.23.



Gambar 3.22 Rancangan Alat Tampak Depan  
 Sumber: (Dokumentasi, 2024)



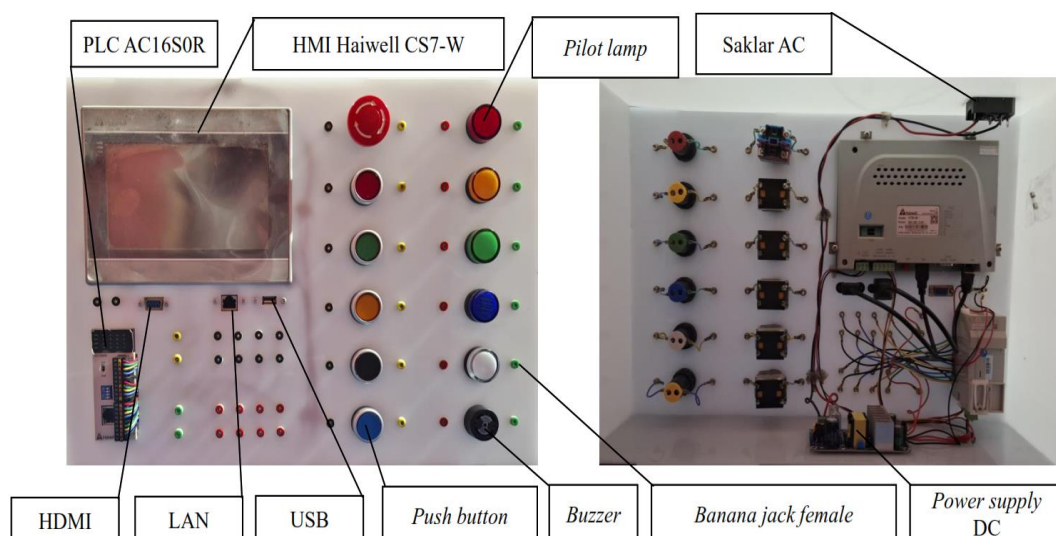
Gambar 3.23 Rancangan Alat Tampak Samping Atas  
 Sumber: (Dokumentasi, 2024)

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

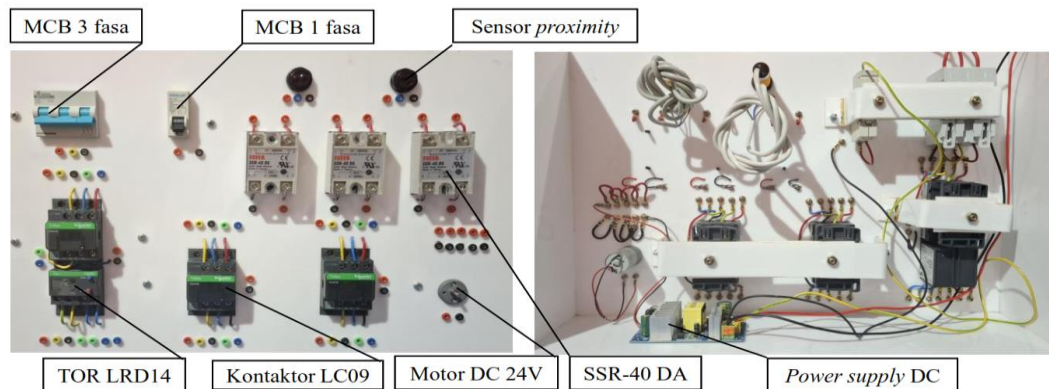
#### 4.1 Hasil Perancangan Alat

Pada perancangan alat sistem kontrol modul pembelajaran ini menggunakan PLC AC16S0R sebagai otak dari semua sistem kontrol. Pengontrolan PLC AC16S0R diprogram melalui *software* HaiwellHappy dengan CPU *type* <AC16S0R> dan didesain melalui *software* Haiwell Cloud Scada Designer dengan pilihan *runtime platform* <Haiwell HMI C7S> selanjutnya *setting device COM port* <COM2>, *communication type* <RS-485>, *Baut rate* <19200>. Alat ini menggunakan tegangan *input* 24 VDC untuk PLC AC16S0R, Motor DC RS-370, Sensor PNP D18-3430P1, dan *solid state relay* (SSR) -40 DA, sedangkan untuk komponen *Power Supply* WX-DC2412, TOR LRD14, Kontaktor LCD109 dengan menggunakan tegangan *input* 220 VAC. Perlu diperhatikan sebelum keseluruhan alat dilakukan pengujian, pastikan komponen terpasang dengan baik, rangkaian kontrol dan rangkaian daya diperiksa sebelum dihubungkan ke sumber 3 fasa, agar saat alat diberikan sumber tegangan tidak terjadi hubungan arus singkat. Pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 merupakan rangkaian dari sistem kontrol modul pembelajaran berbasis PLC dan HMI IoT Haiwell.



Gambar 4.1 Rancangan Alat Keseluruhan Modul 1  
Sumber: (Dokumentasi, 2024)





Gambar 4.2 Rancangan Alat Keseluruhan Modul 2  
 Sumber: (Dokumentasi, 2024)

## 4.2 Hasil Pengujian Alat

Dari hasil pembuatan dan perakitan perancangan alat, maka selanjutnya adalah pengujian dan pengambilan data dari alat yang telah dibuat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah Rancang Bangun Sistem Kontrol Modul Pembelajaran Berbasis PLC dan HMI IoT Haiwell sudah sesuai dengan perancangan alat. Proses pengujian sistem dilakukan tiap-tiap komponen dari setiap sistem sehingga diketahui kinerja dari masing-masing komponen dengan baik. Pengujian alat yang dilakukan meliputi.

Pengujian alat yang dilakukan yaitu:

1. Pengujian *push button*
2. Pengujian *pilot lamp*
3. Pengujian Sensor *Proximity* PNP D18-3430P1
4. Pengujian *Power Supply* WX-DC2412
5. Pengujian SSR-40 DA
6. Pengujian TOR LRD14
7. Pengujian Motor DC RS-370
8. Pengujian Kontaktor LCD109

### 4.2.1 Pengujian *Push Button*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan pada *push button start* dan *stop* pada saat ditekan dan tidak ditekan. Berikut dapat dilihat hasil pengujian yang telah dilakukan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian Tegangan *Push Button*

No	<i>Push Button</i>	Keterangan	Tegangan
1	<i>Start</i>	Tidak ditekan	0 V
		Ditekan	21,9 V
2	<i>Stop</i>	Tidak ditekan	0 V
		Ditekan	21,9 V

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa tegangan keluaran yang dihasilkan ketika *push button start* ditekan yaitu 21,9 V dan pada saat tidak ditekan maka tegangan yang dihasilkan yaitu 0 V, sedangkan pada saat *push button stop* ditekan maka tegangan yang dihasilkan yaitu 21,9 V dan pada saat tidak ditekan maka tegangan keluaran yang dihasilkan 0 V.

#### 4.2.2 Pengujian *Pilot Lamp*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa tegangan pada *pilot lamp* pada saat aktif dan nonaktif. Berikut dapat dilihat hasil pengujian yang telah dilakukan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengujian Tegangan *Pilot Lamp*

No	<i>Pilot Lamp</i>	Tegangan	Keterangan
1	<i>Start/Hijau</i>	0 V	Nonaktif
		23,9 V	Aktif
2	<i>Stop/Merah</i>	0 V	Nonaktif
		23,9 V	Aktif
3	<i>Trip/Orange</i>	0 V	Nonaktif
		23,9 V	Aktif

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa rata-rata tegangan keluaran yang dihasilkan ketika *pilot lamp start, stop* dan *trip* aktif yaitu 23,9 V, sedangkan pada saat *pilot lamp start, stop* dan *trip* nonaktif tegangan keluaran yang dihasilkan yaitu 0 V.

#### 4.2.3 Pengujian Sensor *Proximity* PNP D18-3430P

Pengujian pengukuran tegangan pada sensor *proximity* dilakukan untuk mengetahui perubahan tegangan keluaran, ketika sensor *proximity* mendeteksi dan tidak mendeteksi. Berikut dapat dilihat hasil pengujian yang telah dilakukan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengujian Sensor *Proximity*

No	Tegangan <i>Input</i> Sensor	Sensor <i>Proximity</i>	Tegangan sensor	Keterangan
1	24 VDC	Sensor 1	0 V	Tidak mendeteksi
2		Sensor 1	22,08 V	Mendeteksi
3		Sensor 2	0 V	Tidak mendeteksi
4		Sensor 2	22,08 V	Mendeteksi

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa rata-rata tegangan keluaran sensor 1 dan sensor 2 saat tidak mendeteksi adanya objek adalah 0 V dan pada saat sensor 1 dan sensor 2 mendeteksi adanya objek maka tegangan keluaran sensor yang dihasilkan dari kedua sensor adalah 22,08 V.

#### 4.2.4 Pengujian *Power Supply* WX-DC2412

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui *power supply* yang digunakan bekerja atau tidak. Berikut hasil pengujian yang telah dilakukan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Pengujian *Power Supply* 24 VDC

No	Tegangan <i>Input</i> AC	Tegangan <i>Output</i> DC
1	0 V	0 V
2	70 V	24,05 V
3	120 V	24,05 V
4	220 V	24,05 V

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa *power supply* tidak bekerja ketika tegangan *input* 0 V dan bekerja ketika diberi tegangan *input* 70-220 VAC sehingga tegangan *output power supply* yang dihasilkan rata-rata 24,05 VDC.

#### 4.2.5 Pengujian SSR-40 DA

Pada pengujian 3 SSR ini dilakukan untuk mengetahui sebelum dihubungkan ke masing-masing kontaktor. Berikut hasil pengujian pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pengujian SSR-40 DA

No	Tegangan <i>Input</i> DC	SSR 1		SSR 2		SSR 3	
		Sumber AC	Lampu	Sumber AC	Lampu	Sumber AC	Lampu
1	3,1 V	224,22	223,46	223,66	223	225,4	225,53
2	12 V		223,37		223,10		225,6
3	23,9 V		223,69		223,76		225,30
4	31,7 V		223,29		224,46		224,64

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Berdasarkan pada Tabel 4.5 diketahui bahwa pada saat tegangan *input* DC divariasikan dari 3,1 V, 12 V, 23,9 V sampai 31,7 V pada masing-masing SSR, tegangan *output* yang dihasilkan 223 VAC tetap stabil dan dapat disimpulkan bahwa pada masing-masing SSR berkerja dengan optimal.

#### 4.2.6 Pengujian TOR LRD14

Pengujian ini dilakukan secara manual tanpa tegangan listrik untuk mengetahui apakah kontak *normally close* (NC) dan kontak *normally open* (NO) terhubung, pada pengujian tes *trip* posisi kontak NC terputus dan kontak NO terhubung, untuk mengembalikannya dengan menekan tombol reset pada TOR maka kontak NC terhubung kembali dan kontak NO terputus.

#### 4.2.7 Pengujian Motor DC RS-370

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa kecepatan putar motor DC ketika tegangan *input* divariasikan dan alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan putar motor yaitu *tachometer*. Berikut hasil pengujian motor DC yang telah dilakukan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Pengujian Motor DC RS-370

No	Tegangan <i>Input</i>	Arus	Tegangan <i>Output</i>	Kecepatan Putar (RPM)	Daya
1	0 V	0 mA	0 V	0	0 W
2	5 V	30 mA	5 V	27	0,15 W
3	12 V	40 mA	9,9 V	53	0,48 W
4	24 V	60 mA	23,2 V	130	1,44 W

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Berdasarkan Tabel 4.6 dari pengujian dilakukan analisa perhitungan daya pada motor DC dengan menggunakan persamaan:

$$P = V \times I$$

$$P = 5 \text{ V} \times 0,03 \text{ A}$$

$$P = 0,15 \text{ W}$$

Dari pengujian yang dilakukan, dengan memvariasikan tegangan *input* 5 V, 12 V dan 24 V didapati kecepatan putar dan daya pada motor DC. Tegangan *input* 5 V didapati kecepatan putar motor DC 27 RPM dengan daya yang digunakan 0,15 W, untuk tegangan *input* 12 V didapati kecepatan putar motor 53 RPM dengan daya

yang digunakan 0,48 W, dan untuk tegangan *input* 24 V didapati kecepatan putar 130 RPM dengan daya yang digunakan 1,44 W.

#### 4.2.8 Pengujian Kontaktor LCD109

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa tegangan yang dibutuhkan untuk mengaktifkan koil dari masing-masing kontaktor tersebut. Berikut dapat dilihat hasil pengujian dari masing-masing kontaktor yang telah dilakukan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Pengujian Kontaktor LCD109

No	Tegangan <i>input</i> (V)	Kontaktor 1	Kontaktor 2	Kontaktor 3
1	70	Dengung	Dengung	Dengung
2	80	Dengung	Dengung	Dengung
3	90	Dengung	Dengung	Dengung
4	100	Getar	Getar	Getar
5	110	Getar	Getar	Getar
6	115	Aktif	Aktif	Getar
7	117	Aktif	Aktif	Aktif

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat dilihat koil kontaktor 1 dan kontaktor 2 aktif saat diberi tegangan *input* minimal 115 V, sedangkan koil kontaktor 3 aktif ketika diberi tegangan *input* minimal 117 V.

### 4.3 Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berhasil atau tidaknya alat yang telah dibuat. Setelah melalui pengujian tiap-tiap komponen dan proses perakitan alat, maka dilakukan proses pengujian alat keseluruhan. Sebelum menjalankan sistem, komponen yang telah terpasang diberi tegangan sesuai dengan ketentuannya. Pada pengujian keseluruhan alat ini, ada 5 praktikum simulasi yang dilakukan pengujian.

#### 4.3.1 Pengujian Praktikum Simulasi 1

Mengontrol 1 *pilot lamp* menggunakan 2 *input* tombol *start* dan *stop*.

##### 1. Alat dan bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah sebagai berikut:

- a. *Power supply* 24 VDC : 1 unit
- b. PLC AC16S0R : 1 unit
- c. HMI Haiwell C7S-W : 1 unit
- d. *Push button* (*start & stop*) : 2 unit
- e. *Pilot lamp* : 1 unit
- f. Kabel *jumper* : Secukupnya

## 2. Prosedur Kerja

Adapun prosedur kerja pada praktikum ini antara lain:

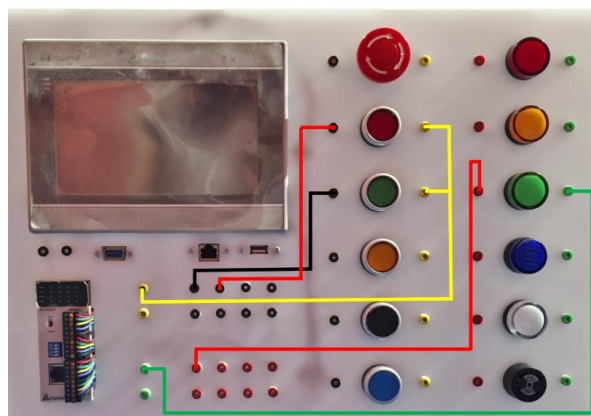
- a. Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan.
- b. Membuat *ladder* di-*software* PLC HaiwellHappy seperti pada Gambar

4.3.



Gambar 4.3 *Ladder Software* PLC Praktikum 1  
Sumber: (Dokumentasi, 2024)

- c. Kemudian *download software* ke *hardware* PLC.
  - d. Merangkai rangkaian *wiring* praktikum simulasi 1 sesuai pada Gambar
- 4.4.



Gambar 4.4 Rangkaian *Wiring* Praktikum 1  
Sumber: (Dokumentasi, 2024)

- e. Memasukkan sumber tegangan 24 VDC.
- f. Mencatat hasil pengukuran dalam tabel.

g. Menganalisa hasil pengukuran.

### 3. Data percobaan

Data pengukuran pada praktikum simulasi 1 ini dapat dilihat pada Tabel 4.8 di bawah ini:

Tabel 4.8 Pengujian Praktikum Simulasi 1

No	PB Start	PB Stop	Pilot Lamp Hijau
1	Ditekan	Tidak ditekan	Aktif
2	Tidak ditekan	Ditekan	Nonaktif

(Sumber: Data Olahan, 2024)

### 4. Analisa data

Pada pengujian yang telah dilakukan ketika PB *start* ditekan maka *pilot lamp* hijau aktif dan tegangan yang terukur adalah 23,9 V. Sedangkan pada saat *push button stop* ditekan maka *pilot lamp* hijau nonaktif dan tegangan yang terukur adalah 0 V.

#### 4.3.2 Pengujian Praktikum Simulasi 2

Mengontrol 1 *pilot lamp* menggunakan 4 *input* 2 tombol *start*, *stop* dan 2 sensor *proximity*.

##### 1. Alat dan bahan

- a. *Power supply* 24 VDC : 1 unit
- b. PLC AC16S0R : 1 unit
- c. HMI Haiwell : 1 unit
- d. Sensor *proximity* (sensor 1 & sensor 2) : 2 unit
- e. *Push button* (*start* & *stop*) : 2 unit
- f. *Pilot lamp* : 1 unit
- g. Kabel *jumper* : Secukupnya

##### 2. Prosedur kerja

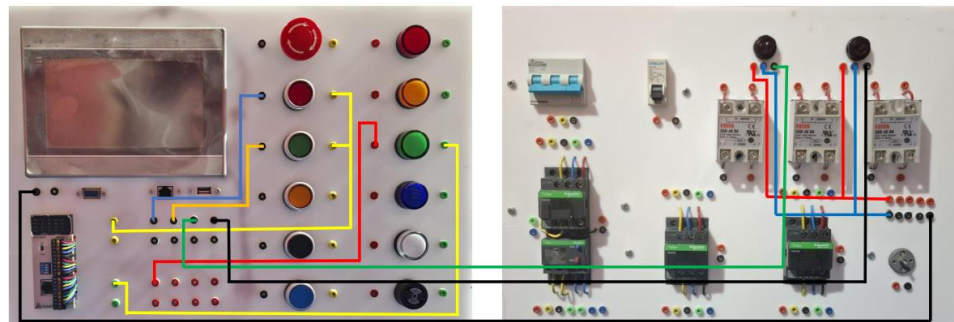
Adapun prosedur kerja pada praktikum ini antara lain:

- a. Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan.
- b. Membuat *ladder* di-*software* PLC HaiwellHappy seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Ladder Software* PLC Praktikum 2  
 Sumber: (Dokumentasi, 2024)

- c. Kemudian *download software* ke *hardware* PLC
- d. Merangkai rangkaian *wiring* praktikum simulasi 2 sesuai pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Rangkaian *Wiring* Praktikum 2  
 Sumber: (Dokumentasi, 2024)

- e. Memasukkan sumber tegangan 24 VDC.
  - f. Mencatat hasil pengukuran dalam tabel.
  - g. Menganalisa hasil pengukuran.
3. Data percobaan

Data pengukuran pada praktikum simulasi 2 ini dapat dilihat pada Tabel 4.9 di bawah ini:

Tabel 4.9 Pengujian Praktikum Simulasi 2

No	<b>PB Start</b>	<b>PB Stop</b>	<b>Sensor 1</b>	<b>Sensor 2</b>	<b>Pilot Lamp Start</b>
1	Ditekan	Tidak ditekan	Tidak mendeteksi	Tidak mendeteksi	Aktif
2	Tidak ditekan	Ditekan	Tidak mendeteksi	Tidak mendeteksi	Nonaktif
3	Tidak ditekan	Tidak ditekan	Mendeteksi	Tidak mendeteksi	Aktif
4	Tidak ditekan	Tidak ditekan	Tidak mendeteksi	Mendeteksi	Nonaktif

(Sumber: Data Olahan, 2024)



#### 4. Analisa data

Pada pengujian yang telah dilakukan ketika PB *start* ditekan maka *pilot lamp* hijau aktif dan ketika PB *stop* ditekan maka *pilot lamp* hijau nonaktif. Sedangkan ketika sensor 1 mendeteksi maka *pilot lamp* hijau aktif dan ketika sensor 2 mendeteksi maka *pilot lamp* hijau nonaktif.

#### 4.3.3 Pengujian Praktikum Simulasi 3

*Start* dan *stop* motor DC menggunakan 3 *input* 2 *push button* dan 1 sensor *proximity*.

##### 1. Alat dan bahan

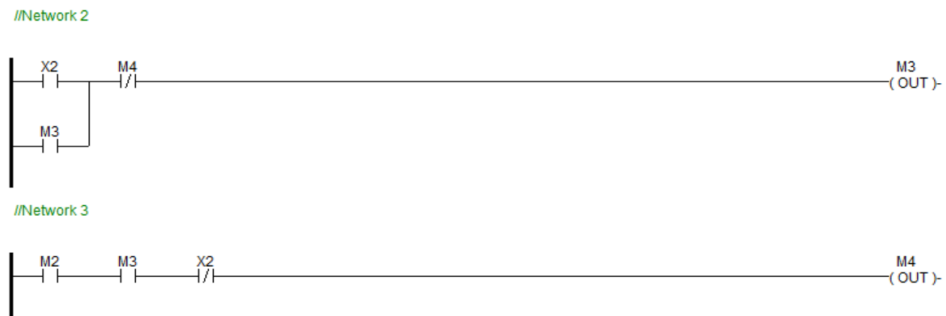
- a. *Power supply* 24 VDC : 1 unit
- b. PLC AC16S0R : 1 unit
- c. HMI Haiwell : 1 unit
- d. Motor DC : 1 unit
- e. Sensor *proximity* : 1 unit
- f. *Push button* : 2 unit
- g. *Pilot lamp* : 1 unit
- h. Kabel *jumper* : Secukupnya

##### 2. Prosedur kerja

Adapun prosedur kerja pada praktikum ini antara lain:

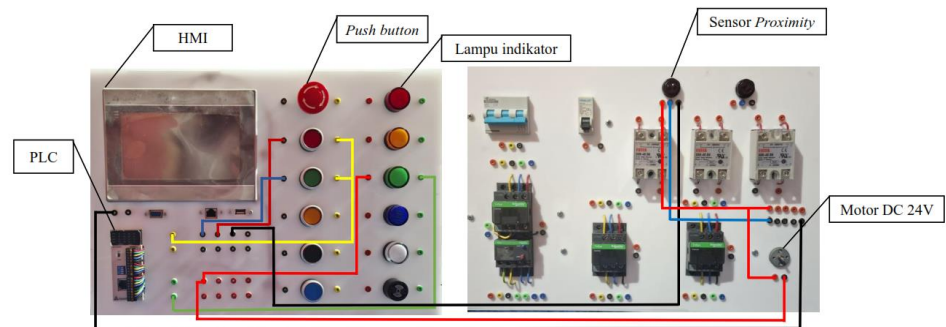
- a. Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan.
- b. Membuat *ladder* di-*software* PLC HaiwellHappy seperti pada Gambar 4.7.





Gambar 4.7 Ladder Software PLC Praktikum 3  
Sumber: (Dokumentasi, 2024)

- c. Kemudian *download software ke hardware PLC*.
- d. Merangkai rangkaian *wiring praktikum simulasi 3* sesuai pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Rangkaian *Wiring* Praktikum 3  
Sumber: (Dokumentasi, 2024)

- e. Memasukkan sumber tegangan 24 VDC.
  - f. Mencatat hasil pengukuran dalam tabel.
  - g. Menganalisa hasil pengukuran.
3. Data pengukuran
- Data pengukuran pada praktikum simulasi 3 ini dapat dilihat pada Tabel 4.10 di bawah ini:

Tabel 4.10 Pengujian Praktikum Simulasi 3

No	PB Start	PB Stop	Sensor 1	Pilot Lamp Start	Pilot Lamp Stop	Motor DC	Tegangan Motor DC
1	Ditekan	Tidak ditekan	Tidak mendeteksi	Aktif	Nonaktif	Putar kanan	23,2 V
2	Tidak ditekan	Ditekan	Tidak mendeteksi	Nonaktif	Aktif	Berhenti	0 V
3	Tidak ditekan	Tidak ditekan	Mendeteksi	Aktif	Nonaktif	Putar kanan	23,2 V
4	Tidak ditekan	Tidak ditekan	Tidak mendeteksi	Nonaktif	Aktif	Berhenti	0 V

(Sumber: Data Olahan, 2024)

#### 4. Analisa data

Pada pengujian yang dilakukan ketika PB *start* ditekan maka *pilot lamp* hijau aktif, motor DC putar kanan dan ketika PB *stop* ditekan *pilot lamp* merah aktif sedangkan *pilot lamp* hijau nonaktif dan motor DC berhenti. Ketika sensor 1 mendeteksi, *pilot lamp* hijau aktif dan motor DC putar kanan dan ketika sensor 1 tidak mendeteksi maka *pilot lamp* merah aktif sedangkan *pilot lamp* hijau nonaktif dan motor DC berhenti. Tegangan yang terukur ketika motor DC putar kanan adalah 23,2 V sedangkan ketika motor DC berhenti tegangan yang terukur adalah 0 V.

#### 4.3.4 Pengujian Praktikum Simulasi 4

*Start dan stop 1 motor AC 3 fasa dengan rangkaian DOL.*

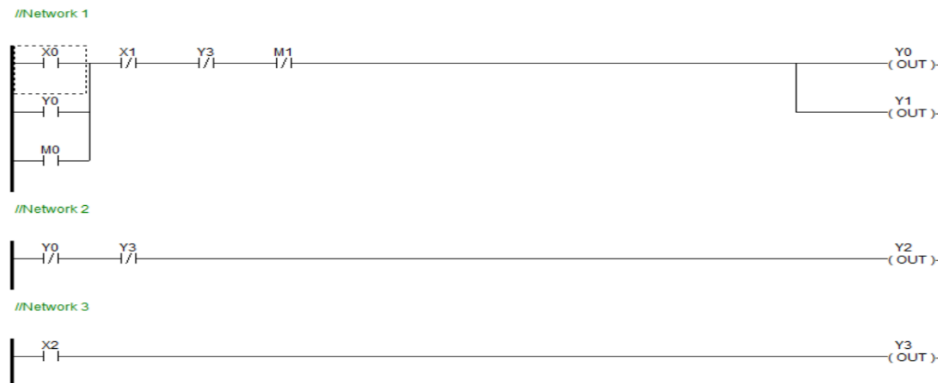
##### 1. Alat dan bahan

- |  |              |
|--|--------------|
| a. PLC AC16S0R                             | : 1 unit     |
| b. HMI Haiwell                             | : 1 unit     |
| c. Power supply 24 VDC                     | : 2 unit     |
| d. Push button ( <i>start &amp; stop</i> ) | : 2 unit     |
| e. Pilot lamp (hijau, merah, orange)       | : 3 unit     |
| f. Buzzer                                  | : 1 unit     |
| g. Motor AC 3 fasa                         | : 1 unit     |
| h. Kontaktor                               | : 1 unit     |
| i. Thermal overload relay (TOR)            | : 1 unit     |
| j. MCB 1 fasa                              | : 1 unit     |
| k. MCCB 3 fasa                             | : 1 unit     |
| l. Solid state relay (SSR)                 | : 1 unit     |
| m. Kabel jumper                            | : Secukupnya |

##### 2. Prosedur kerja

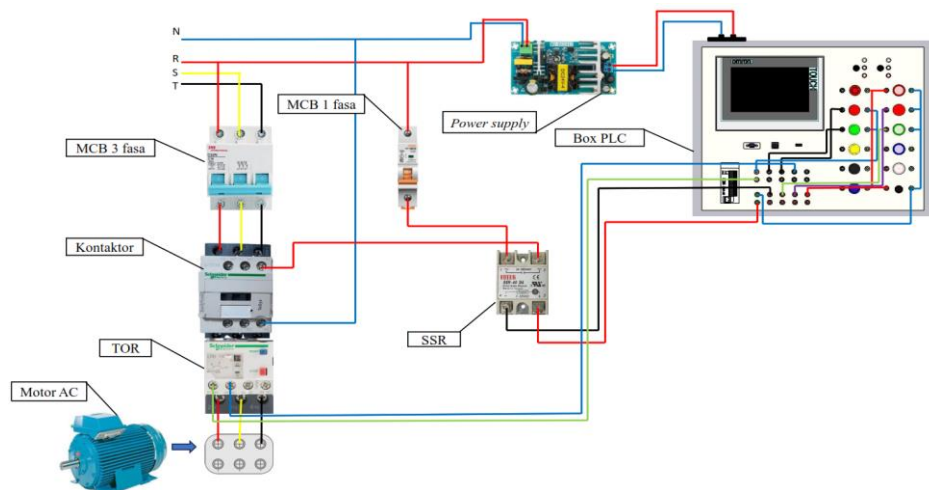
Adapun prosedur kerja pada praktikum ini antara lain:

- Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan.
- Membuat *ladder* di-*software* PLC HaiwellHappy seperti pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Ladder Software PLC Praktikum 4  
Sumber: (Dokumentasi, 2024)

- c. Kemudian *download software ke hardware PLC*.
- d. Merangkai rangkaian *wiring praktikum simulasi 4* sesuai pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Rangkaian *Wiring* Praktikum 4  
Sumber: (Dokumentasi, 2024)

- e. Memasukkan sumber tegangan 24 VDC.
  - f. Mencatat hasil pengukuran dalam tabel.
  - g. Menganalisa hasil pengukuran.
3. Data pengukuran
- Data pengukuran pada praktikum simulasi 4 ini dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11 di bawah ini:

Tabel 4.11 Data Pengukuran Tegangan Rata-rata Dan RPM Motor

No	Tegangan ( $V_{LL}$ )	Tegangan ( $V_{LN}$ )	Tegangan Mode DOL ( $V_{LL}$ )			RPM
			Line R-S	Line S-T	Line R-T	
1	380 V	220 V	380 V	379 V	379 V	1497

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Tabel 4.12 Data Pengukuran Arus *Starting* Dan Arus Nominal

No	Tegangan <i>Input</i> (V <sub>LL</sub> )	Arus <i>Starting</i> Mode DOL			Arus Nominal Mode DOL		
		Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Fasa S	Fasa T
1	380 V	2,82 A	2,77 A	2,75 A	1,38 A	1,39 A	1,39 A

(Sumber: Data Olahan, 2024)

#### 4. Analisa data

Berdasarkan Tabel 4.11 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran tegangan rata-rata pada motor AC 3 fasa dengan tegangan *input* 380 V, tegangan antara fasa masing-masing sebesar 379 V, menunjukkan keseimbangan tegangan yang baik. Putaran motor sebesar 1497 RPM mendekati nilai sinkron dan menunjukkan operasi yang stabil dan sesuai spesifikasi.

Berdasarkan Tabel 4.12 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran arus *starting* dan arus nominal pada motor AC 3 fasa dengan tegangan *input* 380 V, arus *starting* mode DOL untuk setiap fasa relatif seimbang dan menunjukkan bahwa tidak ada fasa yang mengalami lonjakan arus yang signifikan, arus nominal pada setiap fasa juga menunjukkan keseimbangan antara fasa.

#### 4.3.5 Pengujian Praktikum Simulasi 5

Menghidupkan 2 motor AC 3 fasa berurutan dengan rangkaian DOL.

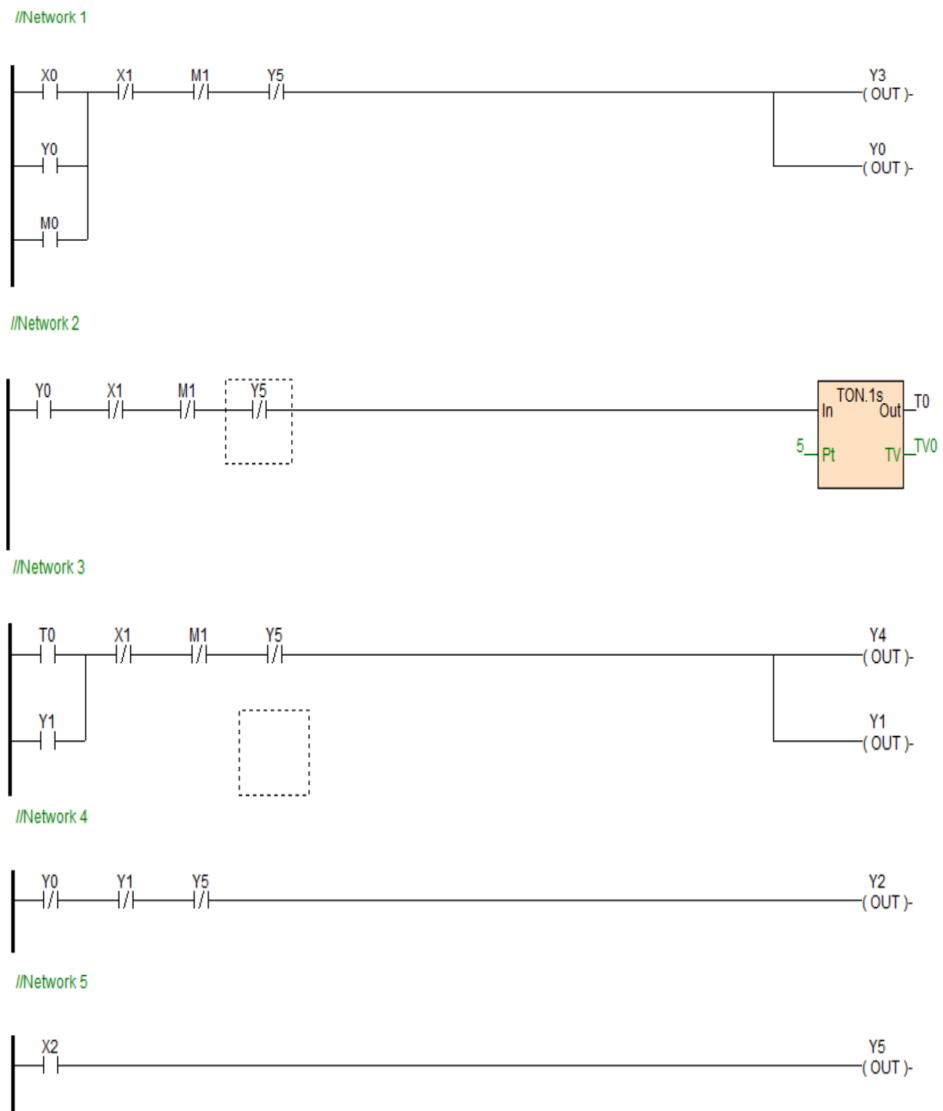
##### 1. Alat dan bahan

- a. PLC AC16S0R : 1 unit
- b. HMI Haiwell : 1 unit
- c. *Power supply* 24 VDC : 2 unit
- d. *Push button* (*start & stop*) : 2 unit
- e. *Pilot lamp* (hijau, biru, putih orange) : 3 unit
- f. *Buzzer* : 1 unit
- g. Motor AC 3 fasa : 2 unit
- h. Kontaktor : 2 unit
- i. *Thermal overload relay* (TOR) : 1 unit
- j. MCB 1 fasa : 1 unit
- k. MCCB 3 fasa : 1 unit
- l. *Solid state relay* (SSR) : 2 unit
- m. Kabel *jumper* : Secukupnya

## 2. Prosedur kerja

Adapun prosedur kerja pada praktikum ini antara lain:

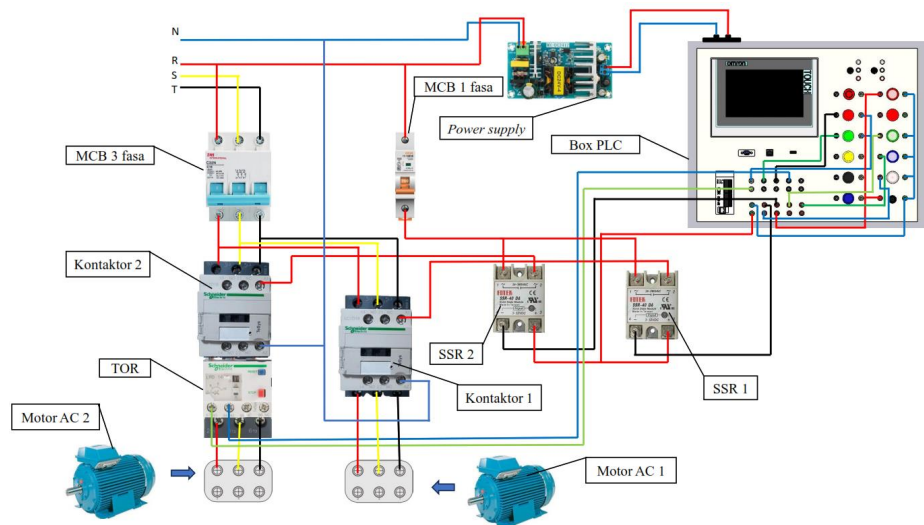
- Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan.
- Membuat *ladder* di-*software* PLC HaiwellHappy seperti pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 *Ladder Software* PLC Praktikum 5

Sumber: (Dokumentasi, 2024)

- Kemudian *download software* ke *push* PLC.
- Merangkai rangkaian *wiring* praktikum simulasi 5 sesuai pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Rangkaian *Wiring* Praktikum 5

Sumber: (Dokumentasi, 2024)

- e. Memasukkan sumber tegangan 24 VDC.
- f. Mencatat hasil pengukuran dalam tabel.
- g. Menganalisa hasil pengukuran.

3. Data pengukuran

Data pengukuran pada praktikum simulasi 5 ini dapat dilihat pada Tabel 4.13 dan Tabel 4.16 di bawah ini:

Tabel 4.13 Data Tegangan Rata-Rata Dan RPM Motor 1

No	Tegangan Input (V <sub>LL</sub> )	Tegangan (V <sub>LN</sub> )	Tegangan Mode DOL Motor 1 (V <sub>LL</sub> )			RPM
			Line R-S	Line S-T	Line R-T	
1	380 V	223 V	380 V	379 V	379 V	2820

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Tabel 4.14 Data Tegangan Rata-Rata Dan RPM Motor 2

No	Tegangan Input (V <sub>LL</sub> )	Tegangan (V <sub>LN</sub> )	Tegangan Mode DOL Motor 2 (V <sub>LL</sub> )			RPM
			Line R-S	Line S-T	Line R-T	
1	380 V	223 V	380 V	379V	379 V	2820

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Tabel 4.15 Data Pengukuran Arus *Starting* Dan Nominal Motor 1

No	Tegangan Input (V <sub>LL</sub> )	Arus <i>Starting</i> DOL Motor 1			Arus Nominal DOL Motor 1		
		Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Fasa S	Fasa T
1	380 V	2,06 A	1,91 A	1,73 A	0,7 A	0,7 A	0,7 A

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Tabel 4.16 Data Pengukuran Arus *Starting* Dan Nominal Motor 2

No	Tegangan Input (V <sub>LL</sub> )	Arus <i>Starting</i> DOL Motor 2			Arus Nominal DOL Motor 2		
		Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Fasa S	Fasa T
1	380 V	2 A	1,89 A	1,71 A	0,7 A	0,7 A	0,7 A

(Sumber: Data Olahan, 2024)

#### 4. Analisa data

Berdasarkan Tabel 4.13 dapat dilihat bahwa tegangan *input* antara fasa (VLL) sebesar 380 V dan tegangan antara fasa ke netral (VLN) sebesar 223 V. Motor 1, yang beroperasi dalam mode *direct-on-line* (DOL), menerima tegangan antara fasa (VLL) sebesar 380 V, dengan tegangan antara fasa R-S, S-T, dan R-T masing-masing sebesar 379 V, menunjukkan keseimbangan tegangan yang baik. Kecepatan putaran motor yang tercatat adalah 2820 RPM, yang mendekati nilai sinkron untuk motor induksi 2 kutub pada frekuensi 50 Hz. Ini menunjukkan bahwa motor berfungsi dengan efisien dan stabil dalam operasinya.

Berdasarkan Tabel 4.14 dapat dilihat bahwa tegangan *input* antara fasa (VLL) sebesar 380 V dan tegangan antara fasa ke netral (VLN) sebesar 223 V menunjukkan bahwa sistem beroperasi dalam batas normal. Motor 2, yang beroperasi dalam mode *direct-on-line* (DOL), menerima tegangan antara fasa sebesar 379 V, dengan tegangan antara fasa R-S sebesar 377 V, serta S-T dan R-T juga sebesar 377 V. Tegangan yang hampir seragam ini menunjukkan keseimbangan yang baik antara fasa. Motor berputar pada kecepatan 2820 RPM, mendekati nilai sinkron untuk motor induksi 2 kutub pada frekuensi 50 Hz, yang mengindikasikan bahwa motor ini berfungsi dengan efisien dan stabil.

Berdasarkan Tabel 4.15 dapat dilihat bahwa pengukuran tegangan *input* (VLL) sebesar 380 V menunjukkan kinerja yang seimbang pada motor 1. Saat motor dioperasikan dalam mode *direct-on-line* (DOL), arus *starting* tercatat sebesar 2,06 A pada fasa R, 1,91 A pada fasa S, dan 1,73 A pada fasa T. Meskipun ada sedikit perbedaan antara arus di tiap fasa, perbedaannya masih dalam batas wajar. Setelah motor mencapai kondisi normal, arus nominal tercatat sebesar 0,7 A pada semua fasa (R, S, dan T), yang menunjukkan bahwa motor beroperasi dengan stabil serta efisien dalam kondisi nominalnya.

Berdasarkan Tabel 4.16 dapat dilihat bahwa pengukuran tegangan *input* antara fasa (VLL) sebesar 380 V menunjukkan kinerja yang stabil pada



motor 2. Saat motor dihidupkan dalam mode *direct-on-line* (DOL), arus *starting* tercatat sebesar 2 A pada fasa R, 1,89 A pada fasa S, dan 1,71 A pada fasa T. Meskipun ada perbedaan kecil dalam arus *starting* antara fasa, perbedaan ini masih dalam batas normal dan tidak signifikan. Setelah motor mencapai kondisi operasi normal, arus nominal tercatat sebesar 0,7 A pada ketiga fasa (R, S, dan T), menunjukkan bahwa motor berkerja secara efisien serta stabil.

#### 4.4 Analisa Hasil Pengujian

##### 4.4.1 Analisa Daya

Analisa daya perhitungan hasil pengujian pada praktikum simulasi 4 *start* dan *stop* 1 motor AC 3 fasa dengan rangkaian DOL dan praktikum simulasi 5 menghidupkan 2 motor AC 3 fasa berurutan dengan rangkaian DOL.

##### 1. Pengujian praktikum simulasi 4

Untuk analisa perhitungan daya pada motor AC 3 fasa mode DOL meliputi daya aktif, daya reaktif dan daya semu. Kapasitas daya yang digunakan 0,95 kW atau 950 W. Persamaan mencari daya dapat dilihat sebagai berikut:

##### a. Tegangan 380 V

Untuk menghitung daya aktif digunakan Persamaan 4.1 (Nurdaim, 2022).

Daya aktif (P)

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\varphi \quad (4.1)$$

$$= 1,73 \times 380 \times 1,38 \times 0,82$$

$$= 744 \text{ Watt}$$

$$\cos\varphi = 0,82$$

$$\cos^{-1} = 0,82$$

$$= 34,91$$

$$\sin(34,91) = 0,57$$

$$\sin\varphi = 0,57$$

Daya reaktif (Q)

Untuk menghitung daya reaktif digunakan Persamaan 4.2 (Nurdaim, 2022).

$$\begin{aligned} Q &= \sqrt{3} \times V \times I \times \sin\phi & (4.2) \\ &= 1,73 \times 380 \times 1,38 \times 0,57 \\ &= 517 \text{ VAR} \end{aligned}$$

Daya semu (S)

Untuk menghitung daya semu digunakan Persamaan 4.3(Nurdaim, 2022).

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{3} \times V \times I & (4.3) \\ &= 1,73 \times 380 \times 1,38 \\ &= 908 \text{ VA} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan analisa, maka diperoleh hasil perhitungan daya aktif, daya semu dan daya reaktif dengan tegangan 380 VAC. Untuk hasil perhitungan daya dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Perhitungan Daya Praktikum Simulasi 4

Rangkaian	Tegangan Input (V <sub>LL</sub> )	Daya Aktif (Watt)	Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)
DOL	380	744	517	908

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Pada Tabel 4.17 dapat dilihat bahwa dengan tegangan motor 380 V terhubung DOL. Untuk daya aktif 744 W, daya reaktifnya 517 VAR dan daya semu 908 VA.

## 2. Pengujian praktikum simulasi 5

Untuk analisa perhitungan daya pada motor AC 3 fasa mode DOL meliputi daya aktif, daya reaktif dan daya semu. Kapasitas daya yang digunakan 0,37 kW atau 370 W. Persamaan yang digunakan untuk mencari  $\cos\phi$  dan persamaan daya dapat dilihat sebagai berikut:

a. Tegangan 380 V

$$\begin{aligned} \cos\phi &= \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times I} \\ &= \frac{370}{\sqrt{3} \times 380 \times 1,38} \\ &= 0,80 \end{aligned}$$

Daya aktif (P)

Untuk menghitung daya aktif digunakan Persamaan 4.1.

$$P = 1,73 \times 380 \times 0,7 \times 0,80 \\ = 368,1 \text{ Watt}$$

$$\cos\varphi = 0,80$$

$$\cos^{-1} = 0,80 \\ = 36,86$$

$$\sin(36,86) = 0,59$$

$$\sin\varphi = 0,59$$

Daya reaktif (Q)

Untuk menghitung daya reaktif digunakan Persamaan 4.2.

$$Q = 1,73 \times 380 \times 0,7 \times 0,59 \\ = 271,5 \text{ VAR}$$

Daya semu (S)

Untuk menghitung daya semu digunakan Persamaan 4.3.

$$S = 1,73 \times 380 \times 0,7 \\ = 460,1 \text{ VA}$$

Setelah dilakukan analisa pada motor 1 dan motor 2, maka diperoleh hasil perhitungan daya aktif, perhitungan daya semu dan perhitungan daya reaktif dengan tegangan 380 VAC. Untuk hasil perhitungan daya dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Perhitungan Daya Praktikum Simulasi 5

Rangkaian	Tegangan <i>Input</i> (V <sub>LL</sub> )	Daya Aktif (Watt)	Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)
DOL	380	368,1	271,5	460,1

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Pada Tabel 4.18 dapat dilihat bahwa dengan tegangan motor 380 V terhubung DOL. Untuk perhitungan daya aktif 368,1 W, perhitungan daya reaktifnya 230 VAR dan perhitungan daya semu 460,1 VA.

#### 4.4.2 Analisa Tegangan

Analisa tegangan perhitungan hasil pengujian pada praktikum simulasi 4 *start* dan *stop* 1 motor AC 3 fasa dengan rangkaian DOL dan praktikum simulasi 5 menghidupkan 2 motor AC 3 fasa berurutan dengan rangkaian DOL.

1. Pengujian praktikum simulasi 4

Untuk analisa tegangan perhitungan pada motor AC 3 fasa mode DOL meliputi tegangan *line to line* dan tegangan *line to neutral* pada motor.

a. Tegangan *line to line* ( $V_{LL}$ )

Untuk menghitung tegangan ( $V_{LL}$ ) digunakan Persamaan 4.4 (Nurdaim, 2022).

$$V_{L-L} = \frac{P}{\sqrt{3} \times I \times \cos\phi} \quad (4.4)$$

$$\begin{aligned} V_{R-S} &= \frac{744}{1,73 \times 1,38 \times 0,82} \\ &= 380 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{S-T} &= \frac{744}{1,73 \times 1,39 \times 0,82} \\ &= 377 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{R-T} &= \frac{744}{1,73 \times 1,39 \times 0,82} \\ &= 377 \text{ V} \end{aligned}$$

b. Tegangan *line to neutral* ( $V_{LN}$ )

Untuk menghitung tegangan ( $V_{LN}$ ) digunakan Persamaan 4.5 (Nurdaim, 2022).

$$V_{L-N} = \frac{V_{LL}}{\sqrt{3}} \quad (4.5)$$

$$\begin{aligned} V_{L-N} &= \frac{380}{1,73} \\ &= 219,6 \text{ V} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan analisa, maka diperoleh hasil tegangan perhitungan pada *line to line* ( $V_{LL}$ ) dan *line to neutral* ( $V_{LN}$ ) pada motor 3 fasa. Untuk hasil tegangan perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Tegangan Perhitungan Praktikum Simulasi 4

Rangkaian	Tegangan ( $V_{LL}$ )	Tegangan ( $V_{LN}$ )	Tegangan Motor Model DOL ( $V_{LL}$ )		
			<i>Line R-S</i>	<i>Line S-T</i>	<i>Line R-T</i>
DOL	380 V	219,6 V	380 V	377 V	377 V

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Dari hasil tegangan perhitungan didapati selisih antara  $V_{LN}$  pengukuran dengan  $V_{LN}$  perhitungan adalah 0,4 VAC dan selisih antara *line* R-S, S-T, R-T pengukuran dengan *line* R-S, S-T, R-T perhitungan adalah 2 VAC.

## 2. Pengujian praktikum simulasi 5

Untuk analisa tegangan perhitungan pada motor AC 3 fasa mode DOL meliputi tegangan *line to line* dan tegangan *line to neutral* pada motor.

### a. Tegangan *line to line* ( $V_{LL}$ )

Untuk menghitung tegangan ( $V_{LL}$ ) digunakan Persamaan 4.4.

Motor 1

$$V_{R-S} = \frac{370}{1,73 \times 0,7 \times 0,80}$$

$$= 381,9 \text{ V}$$

$$V_{S-T} = \frac{370}{1,73 \times 0,7 \times 0,80}$$

$$= 381,9 \text{ V}$$

$$V_{R-T} = \frac{370}{1,73 \times 0,7 \times 0,80}$$

$$= 381,9 \text{ V}$$

Motor 2

$$V_{R-S} = \frac{370}{1,73 \times 0,7 \times 0,80}$$

$$= 381,9 \text{ V}$$

$$V_{S-T} = \frac{370}{1,73 \times 0,7 \times 0,80}$$

$$= 381,9 \text{ V}$$

$$V_{R-T} = \frac{370}{1,73 \times 0,7 \times 0,80}$$

$$= 381,9 \text{ V}$$

### b. Tegangan *line to neutral* ( $V_{LN}$ )

Untuk menghitung tegangan ( $V_{LN}$ ) digunakan Persamaan 4.5.

$$V_{L-N} = \frac{V_{LL}}{\sqrt{3}}$$

Motor 1

$$V_{L-N} = \frac{379,33}{1,73}$$

$$= 219 \text{ V}$$

Motor 2

$$V_{L-N} = \frac{379,33}{1,73}$$

$$= 219 \text{ V}$$

Setelah dilakukan analisa motor 1 dan motor 2, maka diperoleh hasil tegangan perhitungan pada *line to neutral* ( $V_{LN}$ ) dan *line to line* ( $V_{LL}$ ) pada motor 3 fasa. Untuk hasil tegangan perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Tegangan Perhitungan Praktikum Simulasi 5

Tegangan <i>Input</i>	Tegangan ( $V_{LN}$ )	Tegangan $V_{LL}$ Motor 1			Tegangan $V_{LL}$ Motor 2		
		R-S	S-T	R-T	R-S	S-T	R-T
380 V	219 V	381,9 V	381,9 V	381,9 V	381,9 V	381,9 V	381,9 V

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Dari hasil tegangan perhitungan motor 1 dan motor 2 didapati selisih antara  $V_{LN}$  pengukuran dengan  $V_{LN}$  perhitungan adalah 4 VAC. Selisih *line* R-S pengukuran motor 1 dengan *line* R-S motor 2 adalah 1,9 VAC, untuk selisih antara *line* S-T, R-T pengukuran motor 1 dan 2 dengan *line* S-T, R-T perhitungan motor 1 dan 2 adalah 2,9 VAC.

#### 4.4.3 Analisa Arus *Starting* Dan Nominal

Analisa arus *starting* dan nominal perhitungan hasil pengujian pada praktikum simulasi 4 *start* dan *stop* 1 motor AC 3 fasa dengan rangkaian DOL dan praktikum simulasi 5 menghidupkan 2 motor AC 3 fasa berurutan dengan rangkaian DOL.

##### 1. Pengujian praktikum simulasi 4

Untuk analisa perhitungan pada motor AC 3 fasa mode DOL meliputi arus *starting* dan arus nominal pada motor.

##### a. Arus *starting*

Untuk menghitung arus *starting* digunakan Persamaan 4.1 dan Persamaan 4.6 (Nurdaim, 2022).

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi$$

$$I_{start} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_T} \quad (4.6)$$

$$P = 1,732 \times 380 \times 2,82 \times 0,82$$

$$= 1.521,92$$

$$I_R = \frac{1.521,92}{1,732 \times 380}$$

$$= 2,3 \text{ A}$$

$$P = 1,732 \times 379 \times 2,77 \times 0,82$$

$$= 1.491,00$$

$$I_S = \frac{1.491,00}{1,732 \times 379}$$

$$= 2,26 \text{ A}$$

$$P = 1,732 \times 379 \times 2,75 \times 0,82$$

$$= 1.480,23$$

$$I_T = \frac{1.480,23}{1,732 \times 379}$$

$$= 2,24 \text{ A}$$

b. Arus nominal

Untuk menghitung arus nominal digunakan Persamaan 4.7 (Nurdaim, 2022).

$$I_{Nominal} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi} \quad (4.7)$$

$$I_R = \frac{744}{1,73 \times 380 \times 0,82}$$

$$= 1,38 \text{ A}$$

$$I_S = \frac{744}{1,73 \times 379 \times 0,82}$$

$$= 1,38 \text{ A}$$

$$I_T = \frac{744}{1,73 \times 379 \times 0,82}$$

$$= 1,38 \text{ A}$$

Setelah dilakukan analisa, maka diperoleh hasil arus perhitungan *starting* dan arus nominal pada motor 3 fasa. Untuk hasil arus perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.21 Arus Perhitungan Praktikum Simulasi 4

Tegangan Input (V <sub>LL</sub> )	Arus Starting Mode DOL			Arus Nominal Mode DOL		
	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Fasa S	Fasa T
380 V	2,3 A	2,26 A	2,24 A	1,38 A	1,38 A	1,38 A

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Dari hasil perhitungan didapati selisih antara arus *starting* pengukuran fasa R dengan arus *starting* fasa R perhitungan adalah 0,52 A, selisih arus *starting* fasa S, T pengukuran dengan arus *starting* fasa S, T perhitungan adalah 0,51 A. Untuk arus nominal fasa R pengukuran dan fasa R perhitungan tidak mengalami perubahan atau selisih, sedangkan selisih untuk arus nominal fasa S, T pengukuran dengan arus nominal fasa S, T perhitungan adalah 0,01 A.

## 2. Pengujian praktikum simulasi 5

Untuk analisa perhitungan pada motor AC 3 fasa mode DOL meliputi arus *starting* dan arus nominal pada motor.

### a. Arus *starting*

Untuk menghitung arus *starting* digunakan Persamaan 4.1 dan Persamaan 4.6.

Motor 1

$$\begin{aligned}
 P &= 1,732 \times 380 \times 2,06 \times 0,80 \\
 &= 1.084,64
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_R &= \frac{1.084,64}{1,732 \times 380} \\
 &= 1,6 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= 1,732 \times 379 \times 1,91 \times 0,80 \\
 &= 1.003,01
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_S &= \frac{1.003,01}{1,732 \times 379} \\
 &= 1,5 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= 1,732 \times 379 \times 1,73 \times 0,80 \\
 &= 908,496
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_T &= \frac{908,496}{1,732 \times 379} \\
 &= 1,3 \text{ A}
 \end{aligned}$$



Motor 2

$$\begin{aligned} P &= 1,732 \times 380 \times 2 \times 0,80 \\ &= 1.053,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_R &= \frac{1.053,05}{1,732 \times 380} \\ &= 1,5 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= 1,732 \times 379 \times 1,89 \times 0,80 \\ &= 992,512 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_S &= \frac{992,512}{1,732 \times 379} \\ &= 1,5 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= 1,732 \times 379 \times 1,71 \times 0,80 \\ &= 897,992 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_T &= \frac{897,992}{1,732 \times 379} \\ &= 1,3 \text{ A} \end{aligned}$$

b. Arus nominal

Untuk menghitung arus nominal digunakan Persamaan 4.7.

Motor 1

$$\begin{aligned} I_R &= \frac{370}{1,73 \times 380 \times 0,80} \\ &= 0,7 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_S &= \frac{370}{1,73 \times 379 \times 0,80} \\ &= 0,7 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_T &= \frac{370}{1,73 \times 379 \times 0,80} \\ &= 0,7 \text{ A} \end{aligned}$$

Motor 2

$$\begin{aligned} I_R &= \frac{370}{1,73 \times 380 \times 0,80} \\ &= 0,7 \text{ A} \end{aligned}$$

$$I_S = \frac{370}{1,73 \times 379 \times 0,80}$$

$$= 0,7 \text{ A}$$

$$I_T = \frac{370}{1,73 \times 379 \times 0,80}$$

$$= 0,7 \text{ A}$$

Setelah dilakukan analisa, maka diperoleh hasil perhitungan arus *starting* dan arus nominal pada motor 1. Untuk hasil arus perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Arus Perhitungan Arus *Starting* Dan Nominal Motor 1

No	Tegangan Input (V <sub>LL</sub> )	Arus <i>Starting</i> DOL Motor 1			Arus Nominal DOL Motor 1		
		Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Fasa S	Fasa T
1	380 V	1,6 A	1,5 A	1,3 A	0,7 A	0,7 A	0,7 A

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Dari hasil perhitungan motor 1 didapati selisih antara arus *starting* perhitungan fasa R dengan perhitungan arus nominal fasa R adalah 0,46 A, selisih arus *starting* fasa S perhitungan dengan arus nominal fasa S perhitungan adalah 0,41 A dan untuk selisih arus *starting* perhitungan fasa T dengan arus nominal fasa T perhitungan adalah 0,43 A. Sedangkan pada masing-masing fasa arus nominal pengukuran dan perhitungan tidak mengalami perubahan.

Setelah dilakukan analisa, maka diperoleh hasil arus perhitungan *starting* dan arus nominal pada motor 3 fasa. Untuk hasil arus perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.23 Arus Perhitungan Arus *Starting* Dan Nominal Motor 2

No	Tegangan Input (V <sub>LL</sub> )	Arus <i>Starting</i> DOL Motor 2			Arus Nominal DOL Motor 2		
		Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Fasa S	Fasa T
1	380 V	1,5 A	1,5 A	1,3 A	0,7 A	0,7 A	0,7 A

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Dari hasil perhitungan motor 2 didapati selisih antara arus *starting* perhitungan fasa R dengan perhitungan arus nominal fasa R adalah 0,5 A, selisih arus *starting* fasa S perhitungan dengan arus nominal fasa S perhitungan adalah 0,39 A dan untuk selisih arus *starting* perhitungan fasa T dengan arus nominal fasa T perhitungan adalah 0,41 A. Sedangkan pada masing-masing fasa arus nominal pengukuran dan perhitungan tidak mengalami perubahan.

#### 4.4.4 Analisa *Error* Tegangan

Analisa perhitungan *error* tegangan ( $V_{LL}$ ) dan ( $V_{LN}$ ) didapati pada hasil pengujian praktikum simulasi 4 *start* dan *stop* 1 motor AC 3 fasa dengan rangkaian DOL dan pengujian praktikum simulasi 5 menhidupkan 2 motor AC 3 fasa berurutan dengan rangkaian DOL.

##### 1. Praktikum simulasi 4

Untuk analisa perhitungan *error* tegangan pada motor AC 3 fasa mode DOL meliputi tegangan  $V_{LL}$  dan tegangan  $V_{LN}$  pada motor. Dari masing-masing data pengujian *error* tegangan hanya diambil 1 pengujian *error*.

##### a. *Error* tegangan $V_{LL}$

Untuk menghitung *error* ( $V_{LL}$ ) digunakan Persamaan 4.8 (Andriano S Manullang, 2023).

$$Error = \frac{V \text{ Pengukuran} - V \text{ Perhitungan}}{V \text{ Pengukuran}} \times 100 \quad (4.8)$$

*Error line* R-S

$$Error = \frac{380 - 380}{380} \times 100 \\ = 0\%$$

##### b. *Error* tegangan $V_{LN}$

Untuk menghitung *error* ( $V_{LN}$ ) digunakan Persamaan 4.8.

$$Error = \frac{220 - 219,6}{220} \times 100 \\ = 0,18\%$$

Setelah dilakukan analisa, maka diperoleh hasil *error* tegangan perhitungan ( $V_{LL}$ ) dan ( $V_{LN}$ ) pada motor AC 3 fasa. Untuk hasil *error* perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.24 dan Tabel 4.25.

Tabel 4.24 Analisa Perhitungan *Error* Tegangan ( $V_{LL}$ )

No	Line	Tegangan Pengukuran Mode DOL ( $V_{LL}$ )	Tegangan Perhitungan Mode DOL ( $V_{LL}$ )	<i>Error</i> (%)
1	R-S	380 V	380 V	0 %
2	S-T	379 V	377 V	0,5 %
3	R-T	379 V	377 V	0,5 %

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Tabel 4.25 Analisa Perhitungan *Error* Tegangan ( $V_{LN}$ )

No	Tegangan Pengukuran Mode DOL ( $V_{LN}$ )	Tegangan Perhitungan Mode DOL ( $V_{LN}$ )	<i>Error</i> (%)
1	220 V	219,6 V	0,18 %

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Dari hasil *error* tegangan perhitungan ( $V_{LL}$ ) dan ( $V_{LN}$ ), didapati pada *line* R-S pengukuran dan perhitungan tidak ditemukan perbedaan tegangan dengan *error* 0 %. Sedangkan pada *line* S-T, *line* R-T pengukuran dan perhitungan, terdapat perbedaan sebesar 0,5 %. Untuk tegangan ( $V_{LN}$ ) didapati hasil *error* sebesar 0,18 % *error* yang sangat kecil ini menunjukkan bahwa hasil pengukuran dan perhitungan *error* tegangan dianggap cukup akurat dan stabil.

## 2. Praktikum simulasi 5

Untuk analisa perhitungan *error* tegangan pada motor AC 1 dan motor AC 2 mode DOL meliputi tegangan  $V_{LL}$  dan tegangan  $V_{LN}$  pada motor. Dari masing-masing data pengujian *error* tegangan hanya diambil 1 pengujian *error*.

### a. *Error* tegangan $V_{LL}$

Untuk menghitung *error* ( $V_{LL}$ ) digunakan Persamaan 4.8.

Motor 1

*Error line* R-S

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \frac{380 - 372,6}{380} \times 100 \\ &= 1,9\% \end{aligned}$$

Motor 2

*Error line* R-S

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \frac{380 - 372,6}{380} \times 100 \\ &= 1,9\% \end{aligned}$$

### b. *Error* tegangan $V_{LN}$

Untuk menghitung *error* ( $V_{LN}$ ) digunakan Persamaan 4.8.

*Error*  $V_{LN}$  motor 1

$$\text{Error} = \frac{223 - 219}{223} \times 100$$

$$= 1,7 \%$$

*Error*  $V_{LN}$  motor 2

$$Error = \frac{223 - 219}{223} \times 100$$

$$= 1,7 \%$$

Setelah dilakukan analisa, maka diperoleh hasil *error* tegangan perhitungan ( $V_{LL}$ ) dan ( $V_{LN}$ ) pada 2 motor AC 3 fasa. Untuk hasil *error* perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.24 dan Tabel 4.25.

Tabel 4.26 Analisa Perhitungan *Error* Tegangan ( $V_{LL}$ ) Motor 1 Dan Motor 2

No	Line	Tegangan Pengukuran Motor 1 dan Motor 2 Mode DOL ( $V_{LL}$ )	Tegangan Perhitungan Motor 1 dan Motor 2 Mode DOL ( $V_{LL}$ )	Error (%)
1	R-S	380 V	372,6 V	1,9 %
2	S-T	379 V	372,6 V	1,6 %
3	R-T	379 V	372,6 V	1,6 %

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Tabel 4.27 Analisa Perhitungan *Error* Tegangan ( $V_{LN}$ ) Motor 1 Dan Motor 2

No	Tegangan Pengukuran Motor 1 dan Motor 2 Mode DOL ( $V_{LN}$ )	Tegangan Perhitungan Motor 1 dan Motor 2 Mode DOL ( $V_{LN}$ )	Error (%)
1	223 V	219V	1,7 %

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Dari hasil perhitungan *error* tegangan ( $V_{LL}$ ) dan ( $V_{LN}$ ), pada motor 1 dan motor 2 didapati nilai pengukuran dan perhitungan yang sama, pada *line* R-S pengukuran 380 V dan perhitungan 372, 6 V yang menghasilkan *error* 1,9 %. Sedangkan pada *line* S-T, *line* R-T pengukuran 372 V dan perhitungan 372,6 V yang menghasilkan *error* sebesar 1,6 %. Untuk tegangan ( $V_{LN}$ ) pada motor 1 dan 2 didapati hasil *error* yang sama yaitu sebesar 1,7 %. *Error* yang sangat kecil ini menunjukkan bahwa hasil pengukuran dan perhitungan *error* tegangan dianggap cukup akurat dan stabil.

#### 4.4.5 Analisa *Error* Arus *Starting* Dan Nominal

Analisa perhitungan *error* arus *starting* dan arus nominal didapati pada hasil pengujian praktikum simulasi 4 *start* dan *stop* 1 motor AC 3 fasa dengan rangkaian DOL dan pengujian praktikum simulasi 5 menhidupkan 2 motor AC 3 fasa berurutan dengan rangkaian DOL.

##### 1. Praktikum simulasi 4

Untuk analisa perhitungan *error* arus pada motor AC 3 fasa mode DOL meliputi arus *starting* dan arus nominal. Dari masing-masing data pengujian arus hanya diambil 1 pengujian *error* pada arus.

a. *Error* arus *starting*

Untuk menghitung *error* arus *starting* digunakan Persamaan 4.9 (Nurdaim, 2022).

$$Error = \frac{I \text{ Start pengukuran} - I \text{ Start perhitungan}}{I \text{ Start pengukuran}} \times 100 \quad (4.9)$$

*Error* I<sub>Start</sub> R

$$Error = \frac{2,82 - 2,3}{2,82} \times 100 \\ = 18\%$$

b. *Error* arus nominal

Untuk menghitung *error* arus nominal digunakan Persamaan 4.10 (Nurdaim, 2022).

$$Error = \frac{I \text{ pengukuran} - I \text{ perhitungan}}{I \text{ pengukuran}} \times 100 \quad (4.10)$$

*Error* fasa R

$$Error = \frac{1,38 - 1,38}{1,38} \times 100 \\ = 0\%$$

Setelah dilakukan analisa perhitungan arus, maka diperoleh hasil *error* arus *starting* dan *error* arus nominal pada motor AC 3 fasa. Untuk hasil perhitungan *error* arus dapat dilihat pada Tabel 4.28 dan Tabel 4.29.

Tabel 4.28 Analisa *Error* Arus *Starting*

No	Fasa	Arus Pengukuran <i>Starting</i> Mode DOL (A)	Arus Perhitungan <i>Starting</i> Mode DOL (A)	<i>Error</i> (%)
1	R	2,82 A	2,3 A	18,4 %
2	S	2,77 A	2,26 A	18,4 %
3	T	2,75 A	2,24 A	18,5 %

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Tabel 4.29 Analisa *Error* Arus Nominal

No	Fasa	Arus Pengukuran Nominal Mode DOL (A)	Arus Perhitungan Nominal Mode DOL (A)	<i>Error</i> (%)
1	R	1,38 A	1,38 A	0 %
2	S	1,39 A	1,38 A	0,7 %

No	Fasa	Arus Pengukuran Nominal Mode DOL (A)	Arus Perhitungan Nominal Mode DOL (A)	Error (%)
3	T	1,39 A	1,38 A	0,7 %

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Dari hasil perhitungan dan pengukuran *error* arus *starting* dan arus nominal, *error* pada arus *starting* fasa R, S 18,4 % dan *error* untuk fasa T 18,5 %. Sedangkan *error* pada fasa R arus nominal adalah 0 % dan untuk *error* fasa S, dan fasa T adalah 0,7 %. *Error* yang sangat kecil ini menunjukkan bahwa hasil pengukuran dan perhitungan *error* tegangan dianggap cukup akurat dan stabil.

## 2. Praktikum simulasi 5

Untuk analisa perhitungan *error* arus pada motor AC 3 fasa mode DOL meliputi arus *starting* dan arus nominal pada motor. Dari masing-masing data pengujian arus hanya diambil 1 pengujian *error* pada arus.

### a. *Error* arus *starting*

Untuk menghitung *error* arus *starting* digunakan Persamaan 4.9.

Motor 1

*Error*  $I_{Start}$  R

$$\begin{aligned} Error &= \frac{2,06 - 1,6}{2,06} \times 100 \\ &= 22 \% \end{aligned}$$

Motor 2

*Error*  $I_{Start}$  R

$$\begin{aligned} Error &= \frac{2 - 1,5}{2} \times 100 \\ &= 25 \% \end{aligned}$$

### b. *Error* arus nominal

Untuk menghitung *error* arus nominal digunakan Persamaan 4.10. Adapun untuk perhitungan *error* pada arus nominal masing-masing fasa R, S, T pada motor DOL 1 dan motor DOL 2 memiliki hasil yang sama.

*Error* arus nominal pada motor 1 dan 2

$$\begin{aligned} Error &= \frac{0,7 - 0,7}{0,7} \times 100 \\ &= 0 \% \end{aligned}$$

Setelah dilakukan analisa perhitungan arus, maka diperoleh hasil *error* arus *starting* dan *error* arus nominal pada motor AC 1 dan motor AC 2. Untuk hasil perhitungan *error* arus dapat dilihat pada Tabel 4.30 dan Tabel 4.32.

Tabel 4.30 Analisa *Error* Arus *Starting* Motor 1

No	Fasa	Pengukuran Arus <i>Starting</i> Motor 1 Mode DOL (A)	Perhitungan Arus <i>Starting</i> Motor 1 Mode DOL (A)	<i>Error</i> (%)
1	R	2,06 A	1,6 A	22 %
2	S	1,91 A	1,5 A	21,4 %
3	T	1,91 A	1,3 A	31 %

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Dari analisis *error* arus *starting* pada motor 1 yang beroperasi dalam mode *direct on line* (DOL), ditemukan bahwa terdapat perbedaan yang sangat kecil antara arus pengukuran dan arus perhitungan pada ketiga fasa. Pada fasa R, arus pengukuran adalah 2,06 A sedangkan arus perhitungan adalah 1,6 A, yang menghasilkan *error* sebesar 22 %. Pada fasa S, arus pengukuran adalah 1,91 A dan arus perhitungan adalah 1,5 A, menghasilkan *error* sebesar 21,4 %. Sedangkan untuk *error* fasa T yaitu 31 %. Besarnya *error* pada masing-masing fasa membuktikan bahwa masih ada kesalahan dalam pengukuran.

Tabel 4.31 Analisa *Error* Arus *Starting* Motor 2

No	Fasa	Pengukuran Arus <i>Starting</i> Motor 2 Mode DOL (A)	Perhitungan Arus <i>Starting</i> Motor 2 Mode DOL (A)	<i>Error</i> (%)
1	R	2 A	1,5 A	25 %
2	S	1,89 A	1,5 A	26 %
3	T	1,71 A	1,3 A	23,9 %

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Dari analisa *error* arus *starting* pada motor 2 yang beroperasi dalam mode *direct on line* (DOL), ditemukan adanya variasi *error* antara hasil pengukuran dan perhitungan arus pada ketiga fasa. Pada fasa R, arus pengukuran dan perhitungan sama, yaitu 2 A, sehingga terdapat *error* sebesar 25 %. Pada fasa S, arus pengukuran adalah 1,89 A, sementara arus perhitungan adalah 1,8 A, menghasilkan *error* sebesar 26 %, yang menunjukkan adanya penyimpangan yang lebih signifikan dibandingkan fasa lainnya. Pada fasa T, arus pengukuran adalah 1,71 A dan arus perhitungan adalah 1,70 A, dengan *error* sebesar 23,9 %.



Tabel 4.32 Analisa *Error* Arus Nominal Motor 1 Dan Motor 2

No	Fasa	Arus Pengukuran Nominal Motor 1 dan Motor 2 Mode DOL (A)	Arus Perhitungan Nominal Motor 1 dan Motor 2 Mode DOL (A)	<i>Error</i> (%)
1	R	0,7 A	0,7 A	0 %
2	S	0,7 A	0,7 A	0 %
3	T	0,7 A	0,7 A	0 %

(Sumber: Data Olahan, 2024)

Dari analisa arus nominal pada motor 1 dan motor 2 yang beroperasi dalam mode *direct on line* (DOL), ditemukan bahwa tidak terdapat perbedaan antara arus pengukuran dan arus perhitungan pada ketiga fasa. Pada fasa R, S, dan T, arus pengukuran dan perhitungan sama-sama sebesar 0,7 A, dengan *error* 0 % di semua fasa. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengukuran dan perhitungan arus nominal sangat akurat dan konsisten.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dalam penelitian Tugas Akhir ini telah diuraikan bagaimana cara kerja dari alat sistem kontrol modul pembelajaran berbasis PLC dan HMI IoT Haiwell. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, maka penulis menyimpulkan bahwa:

1. Tegangan keluaran yang dihasilkan ketika *push button start* ditekan yaitu 21,9 V dan pada saat tidak ditekan maka tegangan yang dihasilkan yaitu 0 V, sedangkan pada saat *push button stop* ditekan maka tegangan yang dihasilkan yaitu 21,9 V dan pada saat tidak ditekan maka tegangan keluaran yang dihasilkan 0 V.
2. Rata-rata tegangan keluaran yang dihasilkan ketika *pilot lamp start, stop* dan *trip* aktif yaitu 23,9 V, sedangkan pada saat *pilot lamp start, stop* dan *trip* nonaktif tegangan keluaran yang dihasilkan yaitu 0 V.
3. Rata-rata tegangan keluaran sensor 1 dan sensor 2 saat tidak mendeteksi adanya objek adalah 0 V dan pada saat sensor 1 dan sensor 2 mendeteksi adanya objek maka tegangan keluaran sensor yang dihasilkan dari kedua sensor adalah 22,08 V.
4. *Power supply* berkerja ketika diberi tegangan *input* 70-220 VAC sehingga tegangan *output power supply* yang dihasilkan rata-rata 24,05 VDC.
5. Pada saat tegangan *input* DC divariasikan dari 3,1 V, 12 V, 23,9 V sampai 31,7 V pada masing-masing SSR, tegangan *output* yang dihasilkan tetap stabil di 223 VAC dan dapat disimpulkan bahwa pada masing-masing SSR berkerja dengan optimal.
6. Pada pengujian motor DC dengan memvariasikan tegangan *input* 5 V, 12 V dan 24 V didapati kecepatan putar dan daya pada motor DC. Tegangan *input* 5 V didapati kecepatan putar motor DC 27 RPM dengan daya yang digunakan 0,15 W, untuk tegangan *input* 12 V didapati kecepatan putar motor 53 RPM dengan daya yang digunakan 0,48 W, dan untuk tegangan

*input* 24 V didapati kecepatan putar 130 RPM dengan daya yang digunakan 1,44 W.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penulis setelah mengerjakan dan melakukan pengujian pada sistem kontrol modul pembelajaran berbasis PLC dan HMI IoT Haiwell yaitu:

1. Dalam pembuatan alat sistem kontrol modul pembelajaran berbasis PLC dan HMI IoT Haiwell ini ada terdapat beberapa kekurangan, untuk penulis berikutnya bisa menambahkan rangkaian *start-delta* dan menambahkan beberapa komponen pendukung seperti modul digital analog *converter* (DAC) dan *Driver* L298N untuk kontrol motor DC.
2. Pada alat sistem kontrol modul pembelajaran ini menggunakan PLC AC16S0R hanya bisa *support* I/O digital, untuk itu penulis berikutnya bisa *expansion interface* dengan tipe modul analog PLCA08AO.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, R. (2023). *Kabel AWG : Pengertian, Fungsi, Jenis, Tabel, Ukuran, Harga*.  
<https://thecityfoundry.com/kabel-awg/>, diakses 12 Desember 2023
- Abdul, R., & Almasri. (2023). Rancang Bangun Prototype Pick and Place Berbasis PLC Sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, 11(3), 270–278.
- Affandi, R. Y., Kindhi, B. A. K., & Priambodo, J. (2022). Sistem Kendali Mesin Boiler dengan Metode Networked Control Systems Menggunakan Aplikasi Haiwell Cloud. *Jurnal Teknik ITS*, 11(1), 8–14.
- Alfira, W. S., & Riyadi, K. (2022). Kelayakan PLC Outseal Pada Pengontrolan Motor Induksi 3 Fasa. *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M), Makassar*, 7(1), 106–110.
- Alimuddin, Jamlean, A., & Sarman, I. (2023). Desain Dan Implementasi Kendali Motor AC 3 Fasa Menggunakan Modul (VSD) Variable Speed Drive Design Dan Implementation of 3-Phase AC Motor Control Using Variable Speed Drive (VSD) Module. *Jurnal Elektro Luceat*, 9(1), 1–7.
- Andriano S Manullang, R. (2023). *Rancang Bangun Modul Praktikum PLC Outseal NANO V5.1 Berbasis Human Machine Interface (HMI) (Tugas Akhir)*. Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis.
- Ardiliansyah, A. R., & Puspitasari, M. D. (2021). Rancang Bangun Prototipe Pompa Otomatis Dengan Fitur Monitoring Berbasis IoT Menggunakan Sensor Flow Meter dan Ultrasonik. *Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknik Informatika*, 5(36), 59–67.
- Endryansyah, Rusimanto, P. W., & Buditjahjanto, I. G. P. A. (2022). Pengembangan Modul Pembelajaran Programmable Logic Controller Mitsubishi Pada Mata Pelajaran Sistem Kontrol Otomatik Di SMK Negeri. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 11(02), 243–251.
- Hasan, H., Heyawan, W., Suharto, I., & Yuwono, M. (2022). Aplikasi Kontrol Dan Monitoring Pada Proses Pencucian Mobil Otomatis Berbasis PLC Outseal dan

- HMI Haiwell Untuk Modul Peraga Praktikum Otomasi Dasar. *Jurnal ELIT*, 3(2), 22–31.
- Indrihastuti, N., Prayoga, A., & Musyaffa, M. A. (2021). Perancangan Kendali 2 Kontakor Bekerja Berurutan Secara Otomatis Berbasis PLC CPM1A 40CDR\_A. *Jurnal Cahaya Bagaskara*, 6(2), 15–22.
- Kemala, V., Irawan, B., & Nasrun, M. (2016). Rancang Bangun Aplikasi Sistem Pakar Untuk Diagnosis Penyakit Kulit Dan Kelamin Berbasis Smartphone Android. *Jurnal Sistem Komputer dan Komunikasi, Bandung*, 2(2), 3568–3574.
- Kustiawan, E. (2018). Meningkatkan Efisiensi Peralatan dengan Menggunakan Solid State Relay (SSR) dalam Pengaturan Suhu Pack Pre-Heating Oven (PHO). *CIR Jurnal STT YUPPENTEK*, 9(1), 1–6.
- Mustafa, S., Nurfitri, S., Jauhar, A. J., Fuadi, R., & Rizal, A. (2022). Rancang Bangun Media Pembelajaran Trainer PLC. *Journal of Electrical Engineering*., 3(2), 186–191.
- Naibaho, N., & Supriyono, A. (2020). Rancang Bangun Sistem Pengisian Air Menggunakan Sensor Yf-S401 Berbasis HMI. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 8(2), 89–96.
- Nurdaim. (2022). *Skripsi Trainer Kit Pengontrolan Motor Induksi 3 Fasa Forward-Reverse Serta Analisa Arus Starting Terhadap Variasi Tegangan (Skripsi)*. Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis
- Pradika, H., & Moediyono. (2013). Thermal Overload Relay Sebagai Pengaman Overload Pada Miniatur Gardu Induk Berbasis Programmable Logic Controller. *Jurnal Teknik Elektro*, 17(2), 80–85.
- Rahman, R. (2023). *Rancang Bangun Konveyor Alat Pengisi Minuman Segar Otomatis Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) (Skripsi)*. Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis.
- Sadi, S., & Mulyati, S. (2019). Automatic Transfer Switch (ATS) Berbasis Programmable Logic Controller CPM1A Automatic Transfer Switch (ATS) Based on Programmable Logic Controller CPM1A. *Jurnal Teknik*, 8(1), 84–89.

- Satria, C., Hasbullah, & Subudiartha, I. N. (2021). Sketsa Tahapan Awal “Merarik” Akrilik 3D Dengan Media Sensor Suara Dan Cahaya. *Gorga : Jurnal Seni Rupa*, 10(2), 230–237.
- Sufandi, M. R., Kevin, V. L., Hadikusuma, M. I., & Bakar, A. (2023). Purwarupa Proses Pemantauan dan Pengisian Botol Kemasan Berbasis Modul PLC Outseal Dan HMI Haiwell. *Jurnal ELIT*, 4(2), 26–35.
- Susanto, A. (2017). Modul Programmable Logic Controller (PLC) Berbasis Arduino Severino. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(2), 99–109.
- Syah, A. R. (2023). *Monitoring Motor Pada Conveyor Belt Berbasis Internet of Things (IoT) (Tugas Akhir)*. Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis.
- Wahyudi, E. (2020). *Sistem Pengemasan Dengan Metode Sortasi Pengaturan Kecepatan Konveyor Berdasarkan Ukuran Kemasan Menggunakan Outseal PLC Nano V.4 Dan Haiwell SCADA (Skripsi)*. Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis.
- Xiamen Haiwell Technology. (2023). *Card-Type PLC*. <http://en.haiwell.com/download/313.html>, diakses 12 Desember 2023
- Yosua, P., Santoso, D. B., & Stefanie, A. (2020). Rancang Bangun Automatic Washing and Drying System untuk Mesin Pencuci Cylinder Block Motor. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 6(3), 295–307.

## **LAMPIRAN**

Lampiran 1. Lembar Asistensi Tugas Akhir





# JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

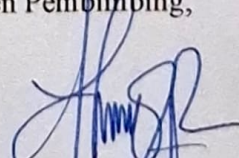
JL. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau, 28711  
Telepon (+62766) 24566, Fax (+62766) 800 1000  
Laman [http:// www.polbeng.ac.id](http://www.polbeng.ac.id) Email : [polbeng@polbeng.ac.id](mailto:polbeng@polbeng.ac.id)

## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Lukman Hakim  
NIM : 3103211291  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro/D3 Teknik Elektronika  
Judul : Rancang Bangun Sistem Kontrol Modul Pembelajaran Berbasis PLC Dan HMI IoT Haiwell

No.	Hari/Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	14/September 2023	Diskusi awal tugas akhir	
2	20/November 2023	Diskusi tentang Proposal tugas akhir I	
3	02/Januari 2024	Diskusi tentang Proposal tugas akhir II	
4	29/April 2024	Diskusi Pembuatan modul Pembelajaran tugas akhir	
5	12/Juni 2024	Pembahasan tentang alat	
6	15/Juni 2024	Revisi alat dan spesifikasi modul Pembelajaran II	
7	21/Juni 2024	Pembahasan tentang Job Praktikum	
8	25/Juli 2024	Penambahan Job Praktikum	
9	29/Juli 2024	Diskusi tentang Pembuatan tugas akhir	
10	2/Agustus 2024	pembahasan tentang Bab 1	
11	9/Agustus 2024	Pengalokasian modul pembelajaran tugas akhir	
12	6/Agustus 2024.	Pengujian modul pembelajaran dan aplikasi	

Bengkalis, 7/8/2024  
Dosen Pembimbing,

  
(Hikmatul Amri, S.ST., M.T)

NIP. 198803062018031001

Lampiran 2. Lembar Saran Dan Perbaikan Sidang





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO



Jalan Bathin Alam, Sungai alam Bengkalis-Riau 28714  
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000  
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LEMBAR SARAN DAN PERBAIKAN SIDANG TA/SKRIPSI

T A : 2023/ 2024

Nama : Muhammad Lukman Hakim  
NIM : 3103211291  
Judul : Rancang Bangun Sistem Kontrol Modul Pembelajaran Berbasis PLC Dan HMI  
IoT Haiwell

Nama Dosen Pembimbing / ~~Dosen Penguji~~\* : Hikmatul Amri, S.ST., MT.

Materi perbaikan dari Dosen Pembimbing / Dosen Penguji\* :

*Ace*  
*Jilid*

Pengesahan dari Dosen Pembimbing / Dosen Penguji*			
Sebelum perbaikan		Setelah perbaikan	
Tanggal		Tanggal	
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

CATATAN : 1. Form ini mohon dikembalikan ke Koordinator setelah pelaksanaan sidang selesai.  
2. Tanda \* = coret salah satu





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO



Jalan Bathin Alam, Sungai alam Bengkalis-Riau 28714  
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000  
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LEMBAR SARAN DAN PERBAIKAN SIDANG TA/SKRIPSI

T A : 2023/ 2024

Nama : Muhammad Lukman Hakim  
NIM : 3103211291  
Judul : Rancang Bangun Sistem Kontrol Modul Pembelajaran Berbasis PLC Dan HMI  
IoT Haiwell

Nama Dosen Pembimbing / Dosen Penguji\* : Syaiful Amri, S.ST., MT.

Materi perbaikan dari Dosen Pembimbing / Dosen Penguji\* :

*Ponani Winir*

*[Handwritten signature]*

Pengesahan dari Dosen Pembimbing / Dosen Penguji*			
Sebelum perbaikan		Setelah perbaikan	
Tanggal		Tanggal	9/10-24
Tanda Tangan	<i>[Signature]</i>	Tanda Tangan	<i>[Signature]</i>

CATATAN : 1. Form ini mohon dikembalikan ke Koordinator setelah pelaksanaan sidang selesai.  
2. Tanda \* = coret salah satu





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO



Jalan Bathin Alam, Sungai alam Bengkalis-Riau 28714  
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000  
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LEMBAR SARAN DAN PERBAIKAN SIDANG TA/SKRIPSI

T A : 2023/ 2024

Nama : Muhammad Lukman Hakim  
NIM : 3103211291  
Judul : Rancang Bangun Sistem Kontrol Modul Pembelajaran Berbasis PLC Dan HMI  
IoT Haiwell

Nama Dosen Pembimbing / Dosen Penguji\* : Marzuarman, S.Si., MT.

Materi perbaikan dari Dosen Pembimbing / Dosen Penguji\* :

- Demo alat ulang
- Perbaiki bloc diagram
- Perbaiki tata tulis

Acc

Pengesahan dari Dosen Pembimbing / Dosen Penguji*			
Sebelum perbaikan	8/10/24	Setelah perbaikan	22/8/24
Tanggal		Tanggal	
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

CATATAN : 1. Form ini mohon dikembalikan ke Koordinator setelah pelaksanaan sidang selesai.  
2. Tanda \* = coret salah satu





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO



Jalan Bathin Alam, Sungai alam Bengkalis-Riau 28714  
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000  
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>

LEMBAR SARAN DAN PERBAIKAN SIDANG TA/SKRIPSI

T A : 2023/ 2024

Nama : Muhammad Lukman Hakim  
NIM : 3103211291  
Judul : Rancang Bangun Sistem Kontrol Modul Pembelajaran Berbasis PLC Dan HMI  
IoT Haiwell

Nama ~~Dosen Pembimbing~~ / Dosen Penguji\* : Muharnis, S.ST., MT.

Materi perbaikan dari Dosen Pembimbing / Dosen Penguji\* :

- Berikan judul per job yg saudara  
kerjakan beserta analisis yg akan  
digunakan.

- Cari error. setiap job. yg di kerjakan  
pd alat.

Pengesahan dari Dosen Pembimbing / Dosen Penguji*			
Sebelum perbaikan		Setelah perbaikan	
Tanggal	8/8/2024	Tanggal	27/8/2024
Tanda Tangan		Tanda Tangan	

CATATAN : 1. Form ini mohon dikembalikan ke Koordinator setelah pelaksanaan sidang selesai.  
2. Tanda \* = coret salah satu

## BIODATA PENULIS



**Muhammad Lukman Hakim**, penulis lahir di Kota Dumai pada tanggal 04 Juli 2002. Anak kedua dari lima bersaudara dari pasangan Bapak Kamaruddin dan Ibu Fatmiwati. Penulis menempuh pendidikan dimulai dari SDN 015 Dumai dan lulus pada tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan ke SMPN 19 Dumai dan lulus tahun 2017. Selanjutnya melanjutkan pendidikan ke SMAN 04 Dumai dan lulus ditahun 2020.

Pada tahun 2021 penulis mengikuti seleksi penerimaan mahasiswa baru Politeknik Negeri se-Indonesia dan lulus melalui jalur mandiri 2021 di perguruan tinggi vokasi yang satu-satunya negeri di provinsi Riau, tepatnya di Politeknik Negeri Bengkalis dan mengambil Jurusan Teknik Elektro Program Studi D3 Teknik Elektronika. Pada tahun 2023 penulis melaksanakan kerja praktek selama 61 hari di PT. Pertamina RU II Sei. Pakning dan ditempatkan dibagian instrumentasi.

Dengan ketekunan dan motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan Tugas Akhir ini. Semoga dengan penulisan Tugas Akhir ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya Tugas Akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL MODUL PEMBELAJARAN PLC BERBASIS HMI DAN IOT HAIWELL”**.