

# **MEDIA PEMBELAJARAN RANGKAIAN LISTRIK**

## **PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Irfan Maulana                      NPM 0012212

Ragil Afrizal                        NPM 0012223

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI**

**BANGKA BELITUNG**

**TAHUN 2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL PROYEK AKHIR  
MEDIA PEMBELAJARAN RANGKAIAN LISTRIK**

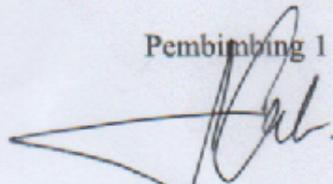
Oleh:

Irfan Maulana            NPM 0012212

Ragil Afrizal            NPM 0022223

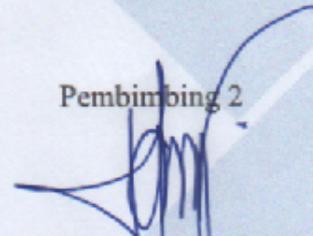
Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Pembimbing 1



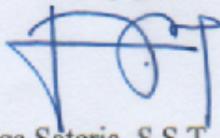
Fajar Aswin, S.S.T., M.Sc.

Pembimbing 2



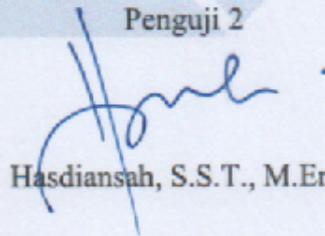
Ramli, S.S.T., M.Sc., Ph.D.

Penguji 1



Angga Sateria, S.S.T., M.T.

Penguji 2



Hasdiansah, S.S.T., M.Eng.

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa 1 : Irfan Maulana NIM : 0012212

Nama Mahasiswa 2 : Ragil Afrizal NIM : 0012223

Dengan Judul : Media Pembelajaran Rangkaian Listrik

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 3 Juli 2025

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Irfan Maulana

2. Ragil Afrizal





## ABSTRAK

Proyek akhir ini bertujuan untuk merancang dan membuat media pembelajaran rangkaian listrik sebagai alat bantu praktikum di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Media ini dirancang agar mendukung proses pembelajaran praktik kelistrikan dengan menampilkan skema rangkaian yang mudah dipahami dan aman digunakan. Skema yang disusun mencakup rangkaian lampu AC (seri dan paralel), lampu DC, simulasi lampu lalu lintas (manual dan otomatis), serta pengoperasian motor listrik tiga fasa dengan sistem CW–CCW dan konfigurasi *Star-delta*. Proses pengembangan dilakukan melalui tahapan pengumpulan data, perancangan, perakitan media, hingga uji coba. Hasil simulasi menggunakan software Simurelay menunjukkan bahwa seluruh skema berhasil dijalankan sesuai fungsi. Namun, pada tahap uji coba nyata, beberapa skema mengalami kegagalan akibat keterbatasan komponen dan kendala teknis seperti tidak berfungsinya *self-holding*. Secara umum, media ini telah memenuhi tujuan sebagai alat bantu ajar yang mampu menjembatani konsep teoritis dan keterampilan praktis mahasiswa dalam praktik rangkaian listrik. Inovasi ini diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran dan menjadi solusi atas keterbatasan media praktik yang ada, sekaligus mendukung capaian pembelajaran berbasis kompetensi di lingkungan pendidikan vokasi.

Kata kunci: media pembelajaran, motor listrik, rangkaian listrik, simulasi, wiring diagram.

## **ABSTRACT**

*This final project aims to design and create learning media for electrical circuits as a practicum tool at the Bangka Belitung State Manufacturing Polytechnic. This media is designed to support the learning process of electrical practice by displaying circuit schemes that are easy to understand and safe to use. The schemes compiled include AC lamp circuits (series and parallel), DC lamps, traffic light simulations (manual and automatic), and the operation of three-phase electric motors with CW-CCW systems and Star-delta configurations. The development process is carried out through the stages of data collection, design, media assembly, and testing. Simulation results using Simurelay software showed that all schemes were successfully executed according to function. However, in the real test phase, some schemes failed due to component limitations and technical constraints such as malfunctioning self-holding. In general, this media has fulfilled its purpose as a teaching aid that is able to bridge the theoretical concepts and practical skills of students in electrical circuit practice. This innovation is expected to increase the effectiveness of learning and become a solution to the limitations of existing practical media, while supporting competency-based learning outcomes in the vocational education environment.*

*Keywords: electrical circuit, electric motor, learning media, simulation, wiring diagram.*

## KATA PENGANTAR

Ucapan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan petunjuk-Nya, sehingga makalah proyek akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Makalah ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan program Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Selama proses penyusunan proyek akhir dan penulisan makalah ini, penulis berusaha menerapkan ilmu yang diperoleh selama masa studi tiga tahun, serta pengalaman praktik kerja sebagai bekal dalam penyelesaiannya.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, antara lain:.

1. Keluarga tercinta yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan moral dan material, serta motivasi dalam menyelesaikan proyek akhir ini.
2. Bapak Fajar Aswin, S.S.T., M.Sc selaku pembimbing 1, dan Bapak Ramli, S.S.T., M.Sc., Ph.D selaku pembimbing 2, atas waktu, tenaga, dan bimbingan yang telah diberikan selama proses penulisan makalah ini.
3. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Seluruh dosen dan staf pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung atas ilmu dan arahan yang diberikan selama masa perkuliahan.
5. Rekan-rekan mahasiswa Polman Babel atas bantuan dan kerja sama selama proses pengerjaan proyek akhir.
6. Semua pihak lainnya yang turut berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa makalah ini masih memiliki kekurangan, mengingat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang. Semoga makalah ini dapat memberikan manfaat bagi

mahasiswa lain dan turut berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di waktu yang akan datang.

Sungailiat, 3 Juli 2025

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Tujuan .....	3
<b>BAB II</b> .....	<b>4</b>
<b>DASAR TEORI</b> .....	<b>4</b>
2.1    Media Pembelajaran.....	4
2.2    Rangkaian Listrik.....	5
2.2.1    Rangkaian Listrik Seri.....	5
2.2.2    Rangkaian Listrik Paralel.....	6
2.2.3    Rangkaian <i>Star Delta</i> .....	6
2.3    Arus Listrik .....	7
2.3.1    Arus Searah ( <i>Direct Current / DC</i> ).....	7

2.3.2	Arus Bolak-balik ( <i>Alternating Current / AC</i> ).....	8
2.4	Tegangan.....	8
2.5	Daya .....	8
2.6.	MCB.....	9
2.7.	<i>Transformer</i> .....	12
2.8	<i>Power Supply</i> .....	14
2.9	<i>Relay</i> .....	15
2.10	Kontaktor .....	17
2.11	<i>Timer Delay</i> .....	18
2.12	<i>Push button</i> .....	20
2.13	Motor Listrik.....	23
2.14	Lampu .....	24
2.15	<i>Terminal Block</i> .....	26
2.16	Kabel .....	26
<b>BAB III</b>	.....	<b>28</b>
<b>METODE PELAKSANAAN</b>	.....	<b>28</b>
3.1	Pengumpulan Data .....	29
3.2	Perancangan .....	29
3.3	Proses Pembuatan .....	30
3.4	Uji Coba .....	31
3.5	Kesimpulan .....	32
<b>BAB IV</b>	.....	<b>33</b>
<b>PEMBAHASAN</b>	.....	<b>33</b>
4.1	Perancangan .....	33
4.1.1	Skema menghidupkan lampu AC (Rangkaian Seri dan Pararel) .....	33

4.1.2	Skema Menghidupkan Lampu DC.....	37
4.1.3	Skema Simulasi Menghidupkan Lampu Lalu Lintas.....	40
4.1.4	Skema Menghidupkan Motor Listrik.....	47
4.2	Proses Pembuatan .....	58
4.2.1	Proses Pengeboran .....	58
4.2.2	Proses Pemotongan Besi Hollow .....	59
4.2.3	Proses Pengelasan .....	59
4.2.4	Proses Perakitan .....	60
4.3	Uji Coba .....	60
<b>BAB V</b>	.....	<b>63</b>
<b>PENUTUP</b>	.....	<b>63</b>
5.1	Kesimpulan .....	63
5.2	Saran.....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>64</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Daftar dan Fungsi Komponen .....	29
Tabel 4. 1 Skema Menghidupkan Lampu AC.....	33
Tabel 4. 2 Komponen yang digunakan .....	36
Tabel 4. 3 Skema menghidupkan lampu DC .....	37
Tabel 4. 4 Komponen yang Digunakan.....	39
Tabel 4. 5 Urutan simulasi lampu lalu lintas secara manual.....	40
Tabel 4. 6 Komponen yang digunakan .....	43
Tabel 4. 7 Urutan simulasi lampu lalu lintas secara otomatis.....	44
Tabel 4. 8 Komponen yang digunakan .....	46
Tabel 4. 9 Urutan meghidupkan motor 3 fasa CW dan CCW .....	47
Tabel 4. 10 Komponen yang digunakan .....	49
Tabel 4. 11 Urutan meghidupkan motor 3 fasa dengan rangkaian <i>Star delta</i> .....	50
Tabel 4. 12 Komponen yang digunakan .....	52
Tabel 4. 13 Urutan meghidupkan motor 3 fasa CW dan CCW dengan rangkaian <i>Star delta</i> .....	53
Tabel 4. 14 Komponen yang digunakan .....	56
Tabel 4. 15 Komponen yang digunakan .....	57
Tabel 4. 16 Simulasi Simurelay .....	61
Tabel 4. 17 Uji Coba .....	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rangkaian Seri .....	5
Gambar 2.2 Rangkaian Listrik Paralel .....	6
Gambar 2.3 Rangkaian <i>Star Delta</i> .....	7
Gambar 2. 4 MCB 1 Fasa.....	9
Gambar 2. 5 MCB 2 Fasa.....	9
Gambar 2. 6 MCB 3 Fasa.....	10
Gambar 2. 7 Simbol MCB .....	10
Gambar 2. 8 Trafo .....	12
Gambar 2. 9 Simbol Trafo .....	14
Gambar 2. 10 <i>Power Supply</i> .....	14
Gambar 2. 11 Simbol <i>Power Supply</i> .....	15
Gambar 2. 12 <i>Relay</i> .....	16
Gambar 2. 13 Simbol <i>Relay</i> .....	16
Gambar 2. 14 Kontaktor.....	17
Gambar 2. 15 Simbol Kontaktor .....	18
Gambar 2. 16 <i>Timer Delay</i> .....	19
Gambar 2. 17 Simbol <i>Timer Delay</i> .....	20
Gambar 2. 18 <i>Push Button</i> .....	21
Gambar 2. 19 Simbol <i>Push Button</i> .....	23
Gambar 2. 20 Motor Listrik .....	23
Gambar 2. 21 Simbol Motor Listrik.....	24
Gambar 2. 22 Lampu.....	25
Gambar 2. 23 Simbol Lampu .....	26
Gambar 2. 24 <i>Terminal Block</i> .....	26
Gambar 2. 25 Kabel .....	27
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> .....	28
Gambar 4. 1 <i>Wiring</i> diagram menghidupkan lampu AC rangkaian seri.....	34

Gambar 4. 2 <i>Layout</i> tampak belakang skema menghidupkan lampu AC dengan rangkaian seri .....	34
Gambar 4. 3 <i>Wiring</i> diagram menghidupkan lampu AC rangkaian paralel .....	35
Gambar 4. 4 <i>Layout</i> tampak belakang skema menghidupkan lampu AC dengan rangkaian paralel.....	35
Gambar 4. 5 <i>Wiring</i> diagram menghidupkan lampu DC .....	38
Gambar 4. 6 <i>Layout</i> tampak belakang skema menghidupkan lampu DC .....	38
Gambar 4. 7 <i>Wiring</i> diagram simulasi lampu lalu lintas secara manual.....	41
Gambar 4. 8 <i>Layout</i> tampak belakang skema menghidupkan lampu lintas secara manual.....	41
Gambar 4. 9 <i>Wiring</i> diagram simulasi lampu lalu lintas secara otomatis.....	44
Gambar 4. 10 <i>Layout</i> tampak belakang skema menghidupkan lampu lintas secara otomatis.....	45
Gambar 4. 11 <i>Wiring</i> diagram menghidupkan motor listrik 3 fasa CW dan CCW .....	48
Gambar 4. 12 <i>Layout</i> tampak belakang skema menghidupkan motor 3 fasa CW dan CCW.....	48
Gambar 4. 13 <i>Wiring</i> diagram menghidupkan motor listrik 3 fasa dengan rangkaian <i>Star delta</i> .....	51
Gambar 4. 14 <i>Layout</i> tampak belakang skema menghidupkan motor listrik 3 fasa dengan rangkaian <i>Star delta</i> .....	51
Gambar 4. 15 <i>Wiring</i> diagram menghidupkan motor 3 fasa CW dan CCW dengan rangkaian <i>Star delta</i> .....	54
Gambar 4. 16 <i>Layout</i> tampak belakang skema menghidupkan motor 3 fasa CW dan CCW dengan rangkaian <i>Star</i> dan <i>delta</i> .....	55
Gambar 4. 17 <i>Layout</i> komponen media ajar rangkaian listrik.....	57
Gambar 4. 18 Pengeboran Platform .....	59
Gambar 4. 19 Pematangan Besi.....	59
Gambar 4. 20 Pengelasan.....	60
Gambar 4. 21 Hasil Perakitan .....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 : Job Sheet
- Lampiran 3 : Foto Media Pembelajaran Rangkaian Listrik



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (Polman Babel) merupakan institusi pendidikan tinggi vokasi yang menerapkan standar industri dalam seluruh aspek kegiatan pembelajarannya. Sistem perkuliahan di Polman Babel terdiri dari 70% kegiatan praktikum dan 30% teori. Polman Babel memiliki komitmen untuk memastikan mahasiswa tidak hanya menguasai pengetahuan teoritis, tetapi juga memiliki keterampilan praktis yang sesuai dengan kebutuhan industri. Laboratorium teknik mesin Polman Babel dilengkapi dengan berbagai mesin dan sumber belajar yang menunjang pengembangan keterampilan praktis mahasiswa. Fasilitas dan sumber daya tersebut tidak hanya membantu mahasiswa memahami materi, tetapi juga memberikan gambaran nyata mengenai kondisi di dunia industri. Salah satu kegiatan praktik di Jurusan Teknik Mesin, khususnya pada Program Studi Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin, adalah praktikum rangkaian listrik. Secara umum, rangkaian listrik merupakan sistem yang memungkinkan arus listrik mengalir dari sumber daya menuju berbagai perangkat elektronik. Dalam pelaksanaan praktikum ini, keberadaan media pembelajaran sangat penting untuk membantu mahasiswa memahami konsep rangkaian listrik secara lebih mendalam. Pada saat praktikum rangkaian listrik memerlukan media pembelajaran berupa *platform* kontrol rangkaian listrik. Media pembelajaran harus mampu mengakomodir mahasiswa agar dapat memahami, membuat, dan membaca *wiring* diagram, dapat menggunakan alat ukur kelistrikan, mengetahui komponen kelistrikan dan merakit komponen listrik berdasarkan *wiring* diagram, mengetahui perbedaan arus listrik, dan memahami kontrol listrik bolak balik. Media pembelajaran juga harus mampu untuk digunakan dalam kondisi penggunaan yang berulang dan dalam jangka waktu lama, serta perawatan pada media pembelajaran yang efisien dan mudah.

Media saat ini tidak mendukung pembelajaran yang efisien dikarenakan tidak terorganisirnya komponen dalam satu tempat, komponen yang tidak lengkap, dan sulitnya mahasiswa untuk memahami konsep pembelajaran dikarenakan media yang ada. Media pembelajaran saat ini belum optimal untuk mendukung praktikum rangkaian listrik. Keselamatan dalam proses pembelajaran juga menjadi salah satu pertimbangan dikarenakan media yang tidak terorganisir dapat menyebabkan komponen rusak dan pada saat dipakai mengancam keselamatan mahasiswa yang sedang melakukan pembelajaran.

Oleh karena itu, penulis memutuskan untuk mengembangkan suatu media pembelajaran yang berfokus pada konsep rangkaian listrik, yang diharapkan dapat menjadi panduan bagi mahasiswa dalam melaksanakan praktikum rangkaian listrik. Media ini dirancang untuk mendukung proses pembelajaran serta pelaksanaan praktikum rangkaian listrik dasar. Melalui pengembangan media pembelajaran ini, penulis bertujuan untuk menyediakan alat bantu yang dapat mempermudah pemahaman mahasiswa terhadap materi praktikum, sehingga konsep rangkaian listrik dapat lebih mudah dipahami. Diharapkan, keberadaan media ini dapat meningkatkan efektivitas kegiatan praktikum dan mengurangi kesulitan dalam proses pembelajaran. Selain berfungsi sebagai sarana bantu belajar, media ini juga diharapkan menjadi inovasi dalam metode pembelajaran yang mendukung pencapaian tujuan pembelajaran secara optimal.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan pokok permasalahan pada proyek akhir ini, yaitu:

1. Bagaimana cara merancang dan membuat media pembelajaran rangkaian listrik?
2. Bagaimana membuat skema pembelajaran rangkaian listrik?

### **1.3 Tujuan**

Dari rumusan masalah yang dibuat, maka tujuan dari proyek akhir ini adalah

1. Membuat dan merancang media pembelajaran rangkaian listrik.
2. Membuat skema pembelajaran rangkaian listrik



## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Media Pembelajaran**

Media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang digunakan sebagai perantara atau penghubung dalam proses penyampaian informasi atau pesan dari guru kepada siswa, dengan tujuan utama untuk menstimulasi motivasi, perhatian, dan keaktifan siswa sehingga proses pembelajaran dapat berlangsung secara utuh dan bermakna. Asal usul kata “media” berasal dari bahasa Latin *medius* yang berarti “tengah”, “perantara”, atau “pengantar”, yang dalam konteks pendidikan merujuk pada alat bantu komunikasi antara pengajar dan peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran (Hasan et al., 2021). Sementara itu, “pembelajaran” mengandung arti sebagai suatu proses interaksi antara peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar, yang dirancang untuk membantu siswa memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan sikap secara sistematis (Kemendikbud, 2014). Dalam proses ini, media tidak hanya berperan sebagai alat bantu pengajaran, tetapi juga sebagai sumber belajar yang mampu mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan indera, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret dan bervariasi. Dengan demikian, media pembelajaran tidak hanya mempermudah komunikasi dalam kegiatan belajar mengajar, tetapi juga meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan kualitas hasil belajar peserta didik.

Fungsi media pembelajaran sangatlah penting dalam proses belajar mengajar karena mampu memperjelas penyampaian materi, meningkatkan motivasi belajar, dan menciptakan suasana pembelajaran yang menarik serta tidak monoton. Media berperan sebagai alat bantu komunikasi antara pengajar dan peserta didik, yang dapat mengatasi keterbatasan ruang, waktu, dan daya indera. Penelitian yang dilakukan oleh (Nyoman Ari Nurjaya et al., 2023) menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran berupa trainer rangkaian RLC seri dan paralel berhasil meningkatkan efektivitas pembelajaran. Validasi dari ahli isi menunjukkan hasil sebesar 96,87% dan validasi ahli media sebesar 98,52%, keduanya termasuk

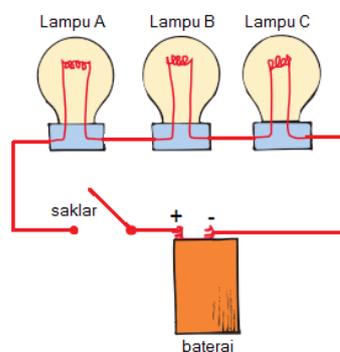
dalam kategori sangat layak. Selain itu, hasil uji coba kepada mahasiswa juga menunjukkan respons yang sangat baik, dengan skor terendah dari kelompok kecil dan besar sama-sama berada di angka 161, yang juga termasuk klasifikasi sangat baik.

## 2.2 Rangkaian Listrik

Rangkaian listrik adalah kumpulan komponen atau elemen listrik yang tersusun dan terhubung dalam suatu pola tertentu, setidaknya membentuk satu lintasan tertutup. Komponen dalam rangkaian ini dapat berupa elemen aktif, seperti sumber tegangan dan arus, maupun elemen pasif, seperti resistor, induktor, dan kapasitor. Jalur tertutup tersebut memungkinkan arus listrik mengalir dari satu titik dan kembali lagi ke titik awal tanpa terputus. Adapun jenis rangkaian listrik yang menjadi fokus dalam pengembangan media pembelajaran ini adalah sebagai berikut:

### 2.2.1 Rangkaian Listrik Seri

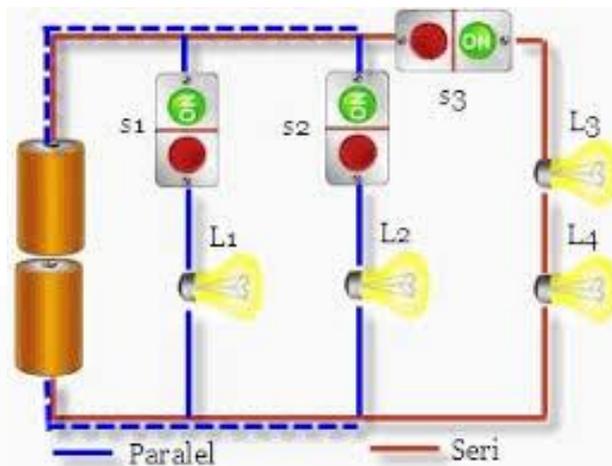
Menurut (Khoirun Nisa et al., 2024) Rangkaian listrik seri adalah rangkaian listrik yang disusun secara berurutan, di mana arus listrik mengalir melalui satu jalur saja. Dalam rangkaian ini, semua komponen saling terhubung satu demi satu. Ciri khasnya adalah jika salah satu komponen (misalnya lampu) rusak atau dimatikan, maka seluruh rangkaian akan terputus dan semua komponen akan berhenti berfungsi.



Gambar 2.1 Rangkaian Seri

### 2.2.2 Rangkaian Listrik Paralel

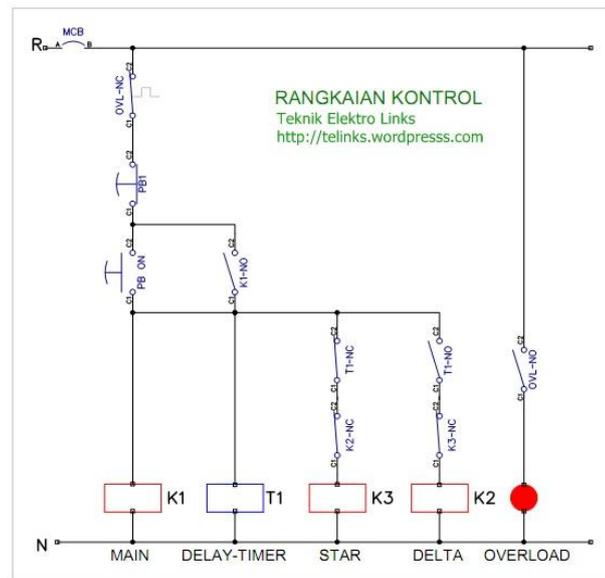
Rangkaian listrik paralel merupakan rangkaian di mana komponen-komponennya tersusun secara sejajar atau bercabang, sehingga arus listrik mengalir melalui lebih dari satu jalur. Dalam jenis rangkaian ini, jika salah satu komponen mati atau rusak, komponen lainnya tetap dapat berfungsi normal. Tegangan pada setiap cabang rangkaian paralel sama, namun arus pada masing-masing cabang tergantung pada beban yang terpasang.



Gambar 2.2 Rangkaian Listrik Paralel

### 2.2.3 Rangkaian *Star Delta*

Rangkaian *Star-delta* berfungsi penting dalam mengurangi arus awal yang tinggi saat motor pertama kali dinyalakan. Fungsi utamanya adalah sebagai sistem *Starter* pada motor listrik. Dengan memanfaatkan rangkaian ini, lonjakan arus listrik saat *Start* dapat ditekan. Cara kerjanya dimulai dengan konfigurasi *Star*, yang memberikan tegangan lebih rendah ke motor. Setelah motor mulai beroperasi dan arus menurun, timer secara otomatis mengubah sambungan menjadi konfigurasi *delta*, sehingga tegangan dan arus yang diterima motor meningkat secara bertahap hingga mencapai nilai maksimal (Muzani, 2022).



Gambar 2.3 Rangkaian *Star Delta*

## 2.3 Arus Listrik

Menurut (Mohamad, 2008) Arus listrik adalah aliran muatan listrik yang bergerak melalui penghantar dalam satuan waktu tertentu karena perbedaan potensial (tegangan). Arus listrik dapat digambarkan secara matematis dengan rumus berikut:  $I = \frac{dq}{dt}$ , di mana  $i$  adalah arus,  $q$  adalah muatan listrik, dan  $t$  adalah waktu. Satuan arus dalam Sistem Internasional (SI) adalah *Ampere* (A). Arus terjadi ketika gaya luar menggerakkan muatan, seperti dari baterai atau sumber listrik lainnya. Arus biasanya dikenal dengan dua jenis yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

### 2.3.1 Arus Searah (*Direct Current / DC*)

Arus searah atau DC adalah arus listrik yang mengalir hanya dalam satu arah dan memiliki nilai tetap terhadap waktu. Arus jenis ini biasanya dihasilkan oleh sumber daya seperti baterai, aki, atau sel surya. Karena arusnya stabil, arus DC banyak digunakan pada rangkaian elektronik, peralatan digital, serta perangkat-perangkat yang memerlukan tegangan konstan. Dalam rangkaian DC, arah arus selalu dari kutub positif ke kutub negatif secara konvensional.

### 2.3.2 Arus Bolak-balik (*Alternating Current* / AC)

Arus bolak-balik (AC) adalah jenis arus listrik yang berubah-ubah terhadap waktu, baik dari segi besar maupun arah alirannya, dan umumnya berbentuk gelombang sinusoidal. Arus AC memiliki frekuensi tertentu, seperti 50 Hz atau 60 Hz, tergantung pada standar masing-masing negara. Sumber utama arus AC berasal dari generator listrik yang digunakan untuk menyalurkan energi listrik ke rumah tangga dan sektor industri melalui jaringan listrik nasional. Karena sifatnya yang fleksibel dan dapat diubah dengan transformator, serta lebih efisien untuk transmisi jarak jauh, arus AC lebih banyak digunakan dalam sistem distribusi tenaga listrik.

## 2.4 Tegangan

Tegangan, atau perbedaan potensial listrik, merupakan jumlah energi yang diperlukan untuk memindahkan satu satuan muatan sebesar satu coulomb dari satu titik ke titik lain dalam medan listrik. Tegangan dilambangkan dengan simbol  $v$  dan dirumuskan sebagai  $v = \frac{dw}{dq}$ , dengan satuan Volt (V). Tegangan merupakan gaya pendorong yang mengakibatkan aliran muatan listrik dalam suatu rangkaian. Ketika dua titik memiliki perbedaan potensial, muatan akan mengalir dari titik dengan potensial lebih tinggi menuju titik dengan potensial lebih rendah, sehingga menghasilkan arus listrik. Dalam rangkaian listrik, terdapat istilah tegangan jatuh (*voltage drop*) dan tegangan naik (*voltage rise*), yang ditentukan berdasarkan arah pengukuran relatif terhadap arah arus listrik.

## 2.5 Daya

Daya listrik merupakan jumlah energi listrik yang dikonsumsi atau dihasilkan oleh suatu elemen dalam rangkaian listrik dalam satuan waktu. Secara matematis, daya dihitung dari perkalian antara tegangan dan arus, yaitu  $P = V \times I$ , dengan satuan *Watt* (W). Jika arus positif mengalir dari terminal positif menuju terminal negatif suatu elemen, maka elemen tersebut dikatakan menyerap daya, seperti yang terjadi pada resistor. Sebaliknya, jika arus positif keluar dari terminal positif suatu sumber, maka sumber tersebut mengirimkan daya (misalnya baterai atau generator). Konsep daya sangat penting untuk menentukan efisiensi sistem dan

kebutuhan energi dari suatu alat atau rangkaian. Daya yang besar berarti energi yang dibutuhkan atau dihasilkan pun besar dalam waktu singkat.

## 2.6. MCB

MCB atau *Miniature Circuit Breaker* adalah alat yang lazim digunakan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai pembatas arus sekaligus pengaman dalam sistem instalasi listrik. Perangkat ini berfungsi utama untuk melindungi instalasi dari gangguan seperti hubung singkat (*short circuit*) dan beban berlebih (*overload*). Jika arus listrik yang mengalir melebihi batas nominal yang telah ditentukan, MCB akan secara otomatis memutuskan aliran listrik.

Dalam keadaan normal, MCB dapat digunakan sebagai sakelar manual untuk menghidupkan (ON) atau mematikan (OFF) aliran listrik secara langsung oleh pengguna. Namun, saat terjadi overcurrent atau hubungan arus pendek, MCB akan secara otomatis memutus aliran listrik untuk melindungi instalasi dari kerusakan dan mencegah risiko bahaya lainnya (Mustafid Octavian, 2020).



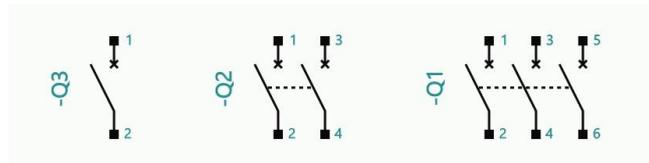
Gambar 2. 4 MCB 1 Fasa



Gambar 2. 5 MCB 2 Fasa



Gambar 2. 6 MCB 3 Fasa



Gambar 2. 7 Simbol MCB

Miniature Circuit Breaker (MCB) merupakan salah satu komponen penting dalam sistem instalasi listrik yang berfungsi sebagai alat proteksi terhadap kondisi abnormal dalam aliran listrik. MCB berperan dalam menjaga keselamatan instalasi dan peralatan listrik dari kerusakan akibat arus yang tidak sesuai dengan kapasitas nominal. Adapun fungsi utama dari MCB adalah sebagai berikut:

1. Proteksi terhadap Beban Lebih (*Overload*)

MCB akan secara otomatis memutuskan aliran listrik apabila arus yang mengalir melebihi batas nilai nominal yang telah ditentukan. Proteksi ini bekerja melalui elemen bimetal yang terdapat di dalam MCB. Ketika terjadi kelebihan arus, bimetal akan memanas dan mengalami perubahan bentuk (melengkung), sehingga mengaktifkan mekanisme pemutus arus listrik. Mekanisme ini dikenal dengan istilah *thermal tripping*. Setelah kondisi arus kembali normal, bimetal akan mendingin dan kembali ke bentuk semula.

2. Proteksi terhadap Hubung Singkat (*Short Circuit*)

Dalam kondisi terjadinya hubungan singkat, arus listrik akan meningkat secara drastis dalam waktu singkat. MCB dilengkapi dengan mekanisme *magnetic tripping* berupa solenoid yang akan menghasilkan gaya magnet cukup kuat untuk menarik tuas pemutus arus. Proses ini berlangsung sangat cepat guna mencegah kerusakan pada instalasi serta

peralatan listrik, dan meminimalisasi risiko kebakaran akibat percikan api dari korsleting.

### 3. Sebagai Sakelar Manual

Selain berfungsi secara otomatis, MCB juga dapat digunakan secara manual sebagai sakelar untuk menghubungkan (ON) atau memutuskan (OFF) aliran listrik sesuai kebutuhan. Dalam kondisi normal, fungsi ini mempermudah pengguna dalam melakukan pengendalian terhadap rangkaian listrik.

MCB diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis berdasarkan karakteristik pemutusan arus listriknya, khususnya terkait dengan respon terhadap lonjakan arus. Klasifikasi ini penting untuk menyesuaikan pemakaian MCB dengan jenis beban serta kebutuhan sistem instalasi listrik. Secara umum, terdapat tiga jenis utama MCB yang sering digunakan, yaitu sebagai berikut:

#### 1. MCB Tipe B

MCB jenis ini dirancang untuk bekerja ketika mendeteksi arus lebih sebesar 3 hingga 5 kali dari arus nominal yang tertera pada perangkat. MCB tipe B umumnya digunakan dalam instalasi rumah tangga dan bangunan perkantoran, di mana beban listrik bersifat ringan hingga sedang. Karakteristik pemutusan tipe ini tergolong sensitif terhadap lonjakan arus, sehingga sangat cocok untuk perlindungan peralatan elektronik standar.

#### 2. MCB Tipe C

MCB tipe C memiliki ambang batas yang lebih tinggi dibandingkan tipe B, yaitu akan bekerja saat arus lebih mencapai 5 hingga 10 kali dari arus nominal. Jenis ini banyak digunakan dalam instalasi industri ringan, seperti gedung perkantoran besar, penerangan dengan beban induktif, serta motor-motor kecil. Tipe C memberikan proteksi yang lebih stabil terhadap lonjakan arus sesaat yang umum terjadi pada peralatan bermotor.

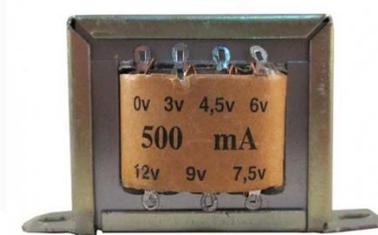
#### 3. MCB Tipe D

MCB tipe D merupakan jenis yang dirancang untuk menangani lonjakan arus yang sangat tinggi, yaitu 10 hingga 25 kali dari arus nominal.

Jenis ini digunakan untuk instalasi yang mengandalkan peralatan dengan karakteristik lonjakan arus besar, seperti mesin las, mesin *X-ray*, motor listrik berdaya tinggi, serta mesin-mesin produksi lainnya di sektor industri berat. Tipe ini memiliki waktu respons yang lambat terhadap lonjakan arus sesaat agar tidak terjadi pemutusan yang tidak perlu (Mustafid Octavian, 2020).

## 2.7. *Transformer*

Transformator adalah komponen penting dalam sistem kelistrikan yang berperan dalam menyesuaikan tegangan listrik, baik dengan menaikkan maupun menurunkannya sesuai dengan kebutuhan. Berdasarkan konstruksi, perubahan tegangan, dan penggunaannya, transformator dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis. Makalah ini akan menjelaskan fungsi dan jenis-jenis transformator berdasarkan kajian teoretis dan aplikasinya dalam sistem tenaga listrik.



*Gambar 2. 8 Trafo*

Transformator adalah perangkat listrik statis yang berfungsi untuk mentransfer dan mengubah tingkat daya listrik dari satu rangkaian ke rangkaian lain melalui prinsip induksi elektromagnetik. Adapun fungsi utama dari transformator adalah sebagai berikut:

1. Menaikkan dan Menurunkan Tegangan (*Step-Up* dan *Step-Down*)

Transformator digunakan untuk menaikkan tegangan pada sisi transmisi guna mengurangi rugi-rugi daya, serta menurunkan tegangan pada sisi distribusi agar sesuai dengan kebutuhan peralatan listrik di konsumen.

## 2. Isolasi Galvanis antar Rangkaian

Transformator memisahkan secara elektrik antara dua rangkaian tetapi tetap menghubungkannya secara magnetis, sehingga memberikan keamanan terhadap gangguan tegangan tinggi.

## 3. Distribusi dan Penyaluran Daya Listrik

Dalam sistem tenaga listrik, transformator berperan penting pada setiap tahap: mulai dari pembangkitan, transmisi, hingga distribusi daya listrik kepada pengguna akhir.

## 4. Pengukuran dan Perlindungan Sistem Listrik

Transformator tipe pengukur (*current transformer* dan *potential transformer*) digunakan dalam sistem proteksi dan pengukuran arus serta tegangan tinggi pada jaringan listrik.

Transformator dapat diklasifikasikan ke dalam berbagai jenis berdasarkan konstruksi fisik, fungsi perubahan tegangan, tujuan penggunaan, serta jumlah fasa. Masing-masing jenis transformator memiliki karakteristik teknis dan fungsi yang berbeda sesuai dengan kebutuhan sistem tenaga listrik yang dilayani. Jenis transformator yang akan digunakan sebagai berikut:

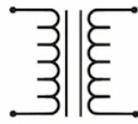
### a. *Step – Up* Transformator

Transformator jenis ini memiliki jumlah lilitan pada kumparan sekunder lebih banyak dibandingkan dengan kumparan primer ( $N_2 > N_1$ ). Akibatnya, tegangan keluaran (output) menjadi lebih tinggi dari tegangan masukan. Transformator penaik tegangan umumnya digunakan pada pembangkit listrik untuk meningkatkan tegangan sebelum disalurkan ke jaringan transmisi, dengan tujuan mengurangi rugi-rugi daya akibat arus yang tinggi.

### b. *Step – Down* Transformator

Transformator penurun tegangan memiliki jumlah lilitan kumparan primer yang lebih banyak dari kumparan sekunder ( $N_1 > N_2$ ). Jenis ini digunakan untuk menurunkan tegangan dari jaringan transmisi sebelum didistribusikan ke konsumen, seperti rumah tangga, industri ringan,

atau gedung perkantoran, agar sesuai dengan standar tegangan penggunaan akhir (Citarsa Fery Bagus et al., 2022).



Gambar 2. 9 Simbol Trafo

## 2.8 Power Supply

*Power Supply* adalah perangkat yang berfungsi untuk memberikan atau menyalurkan daya listrik ke satu atau beberapa peralatan. Komponen ini dirancang khusus untuk mengubah berbagai sumber energi utama, seperti energi surya, angin, maupun energi kimia, menjadi energi listrik yang dapat digunakan.



Gambar 2. 10 Power Supply

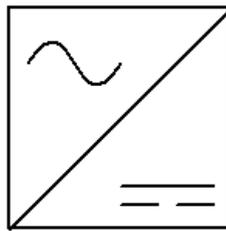
*Power supply* atau catu daya merupakan salah satu komponen utama yang memiliki peranan krusial. *Power supply* berfungsi sebagai penyedia energi listrik yang stabil dan sesuai dengan kebutuhan rangkaian atau perangkat elektronik yang digunakan. Umumnya, perangkat elektronik tidak dapat langsung menggunakan tegangan dari sumber listrik utama (seperti PLN) karena perbedaan karakteristik tegangan, baik dari segi nilai, bentuk gelombang, maupun kestabilannya. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat mengubah dan menyesuaikan tegangan tersebut agar aman dan optimal untuk digunakan pada perangkat elektronik (*Power Supply*, n.d.). Secara umum *power supply* berfungsi sebagai.

1. Mengubah Sumber Energi Listrik

*Power supply* mengubah tegangan AC dari sumber listrik utama menjadi tegangan DC yang dibutuhkan oleh sebagian besar rangkaian elektronik. Proses ini dikenal dengan istilah *rectification* atau penyearahan.

## 2. Menstabilkan Tegangan Keluaran

Salah satu fungsi penting *power supply* adalah menjaga agar tegangan keluaran tetap stabil meskipun terjadi perubahan beban atau fluktuasi tegangan input. Komponen regulator tegangan digunakan untuk menjaga kestabilan ini agar perangkat elektronik dapat beroperasi dengan aman dan optimal.



Gambar 2. 11 Simbol Power Supply

## 2.9 Relay

*Relay* adalah perangkat elektromekanis yang berperan sebagai sakelar (*switch*) yang diaktifkan oleh aliran arus listrik. Komponen ini terdiri dari dua elemen utama, yakni kumparan elektromagnetik (koil) dan kontak mekanis berupa seperangkat saklar. Prinsip kerjanya mengandalkan induksi elektromagnetik, di mana arus yang mengalir melalui kumparan membangkitkan medan magnet yang cukup kuat untuk menggerakkan *armature* atau tuas. Pergerakan ini akan mengubah posisi kontak saklar, sehingga memungkinkan rangkaian listrik terbuka atau tertutup.

Salah satu keunggulan utama dari penggunaan *relay* adalah kemampuannya untuk mengendalikan tegangan dan arus tinggi hanya dengan menggunakan sinyal listrik yang relatif kecil. Misalnya, sebuah relay yang diaktifkan dengan tegangan 5V dan arus 50 mA mampu mengendalikan beban dengan tegangan 220V dan arus hingga 2A. Oleh karena itu, *relay* banyak digunakan dalam sistem otomasi, pengendali motor, rangkaian proteksi, serta dalam sistem elektronik lainnya yang membutuhkan isolasi antara rangkaian kontrol dan rangkaian daya.



Gambar 2. 12 *Relay*

*Relay* memiliki peran penting dalam berbagai sistem kelistrikan dan elektronika karena kemampuannya untuk mengontrol arus besar dengan sinyal arus kecil. Adapun fungsi utama dari relay antara lain sebagai berikut:

1. Sebagai Sakelar Otomatis

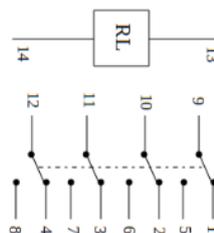
*Relay* berfungsi sebagai saklar yang dapat membuka atau menutup rangkaian listrik secara otomatis tanpa intervensi langsung dari manusia. Hal ini sangat berguna dalam sistem yang membutuhkan kontrol jarak jauh atau otomatisasi.

2. Isolasi antara Rangkaian Daya dan Rangkaian Kontrol

*Relay* dapat memberikan isolasi elektrik antara rangkaian bertegangan tinggi (rangkaian daya) dan rangkaian bertegangan rendah (rangkaian kontrol). Ini penting untuk melindungi komponen sensitif dalam sistem kontrol dari gangguan atau kerusakan akibat tegangan tinggi.

3. Sebagai *Timer* atau *Delay Switch*

Beberapa jenis *relay*, seperti *timer relay*, dapat digunakan untuk mengatur waktu tunda (*delay*) dalam penyalaan atau pemutusan suatu perangkat. Hal ini sangat berguna dalam pengaturan urutan kerja otomatis dalam sistem industri (II & Pustaka, n.d.).



Gambar 2. 13 Simbol Relay

## 2.10 Kontaktor

Kontaktor adalah sakelar listrik yang dioperasikan secara elektromagnetik dan berfungsi untuk menyambung atau memutus aliran listrik dalam rangkaian daya. Secara umum, kontaktor merupakan bagian dari sistem kontrol listrik yang digunakan untuk mengatur beban listrik berdaya besar, seperti motor, pemanas, lampu industri, atau sistem penerangan lainnya. Cara kerja komponen ini didasarkan pada prinsip induksi elektromagnetik, di mana aliran arus pada kumparan menghasilkan medan magnet yang menggerakkan kontak utama untuk terhubung atau terputus secara otomatis (Electgo, 2025a).



Gambar 2. 14 Kontaktor

Kontaktor memiliki fungsi untuk melakukan kontrol terhadap aliran listrik ke beban (*output*) secara otomatis. Beberapa fungsi spesifik dari kontaktor antara lain:

1. Menghubungkan dan Memutuskan Arus Listrik

Kontaktor memungkinkan pengendalian beban listrik tanpa perlu melakukan penyambungan atau pemutusan secara manual. Hal ini meningkatkan efisiensi dan keselamatan dalam pengoperasian sistem tenaga listrik.

2. Kontrol Otomatis Beban Listrik

Dalam sistem otomasi industri, kontaktor digunakan untuk mengatur operasi peralatan secara otomatis berdasarkan sinyal dari sensor atau pengendali seperti *Programmable Logic Controller* (PLC).

3. Perlindungan Sistem Listrik

Meskipun kontaktor bukan alat proteksi utama, penggunaannya sering dikombinasikan dengan relai proteksi atau MCB untuk mencegah kerusakan akibat gangguan arus lebih atau hubung singkat.

#### 4. Komponen dalam Rangkaian Pengendali Motor

Kontaktor sangat penting dalam rangkaian *Star-delta*, rangkaian pembalik arah motor (*reversing Starter*), serta sistem kendali motor lainnya.

Kontaktor dapat diklasifikasikan dalam beberapa kategori, antara lain:

##### 1. Berdasarkan Jenis Arus

###### a. Kontaktor AC (*Alternating Current*)

Dirancang khusus untuk sistem dengan sumber arus bolak-balik. Umumnya digunakan untuk mengendalikan motor AC, lampu, dan pemanas listrik.

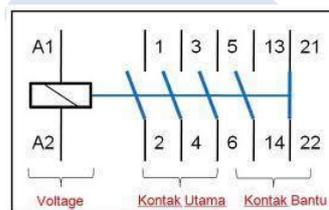
###### b. Kontaktor DC (*Direct Current*)

Digunakan dalam rangkaian dengan arus searah. Kontaktor jenis ini membutuhkan pemutusan lebih cepat karena arus DC tidak mengalami nol-crossing seperti AC.

##### 2. Berdasarkan Konfigurasi Kontak

###### a. Kontaktor dengan Kontak Normal Terbuka (*Normally Open/NO*)

###### b. Kontaktor dengan Kontak Normal Tertutup (*Normally Closed/NC*)



Gambar 2. 15 Simbol Kontaktor

### 2.11 *Timer Delay*

*Timer delay* adalah suatu perangkat elektronik atau elektromekanik yang berfungsi untuk mengatur waktu tunda (*delay*) dalam suatu rangkaian listrik sebelum menjalankan atau memutuskan suatu beban. *Timer* ini bekerja berdasarkan prinsip penghitung waktu yang dapat diatur sesuai kebutuhan sistem, baik dalam hitungan detik, menit, bahkan jam. Dalam aplikasinya, *timer delay* sering digunakan untuk mengendalikan proses secara otomatis dengan interval waktu tertentu, baik dalam industri maupun sistem kontrol rumah tangga (Electgo, 2025).



Gambar 2. 16 *Timer Delay*

*Timer delay* memiliki fungsi penting dalam system otomasi dan kontrol, antara lain :

1. Mengatur Waktu Penyalaan atau Pemutusan Beban

*Timer* memungkinkan peralatan listrik menyala atau mati secara otomatis setelah selang waktu tertentu, tanpa perlu intervensi manual.

2. Memberi Waktu Tunda saat *Start* atau *Stop* Komponen

*Timer* digunakan untuk memberikan jeda waktu dalam menghidupkan atau mematikan perangkat, guna mencegah lonjakan arus listrik atau kerusakan mekanis akibat *Start/Stop* mendadak.

3. Kontrol dalam Rangkaian *Star-Delta* Motor

*Timer delay* digunakan untuk mengatur perpindahan dari mode *Star* ke mode *delta* pada motor tiga fasa, guna menghindari arus *Start* yang terlalu besar.

*Timer delay* dapat diklasifikasikan berdasarkan prinsip kerja dan metode kontrol waktunya. Berikut adalah jenis-jenis timer delay yang umum digunakan:

1. Berdasarkan Cara Kerja

- a. *Timer* Mekanik

Menggunakan pegas atau roda gigi untuk menghitung waktu. Umumnya ditemukan pada peralatan rumah tangga seperti oven atau pemanas air.

- b. *Timer* Elektronik

Mengandalkan rangkaian elektronik digital atau analog dalam pengaturan waktu. Jenis ini lebih akurat dan fleksibel dalam pengaturan waktu.

c. *Timer Pneumatik*

Menggunakan tekanan udara untuk menghitung waktu tunda. Biasanya digunakan dalam sistem pneumatik industry

2. Berdasarkan Fungsi Kerja

a. *On Delay Timer*

Memberikan waktu tunda sebelum perangkat menyala setelah mendapat sinyal.

b. *Off Delay Timer*

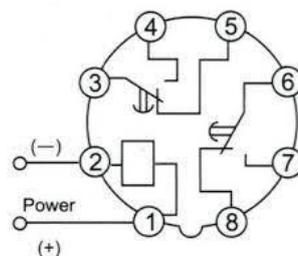
Memberikan waktu tunda untuk mematikan perangkat setelah sinyal dihentikan.

c. *Repeat Cycle Timer*

Memungkinkan perangkat menyala dan mati secara berulang-ulang dalam siklus waktu yang telah ditentukan.

d. *Interval Timer*

Menyediakan periode aktif tetap setelah diberi sinyal input, kemudian mati meskipun input masih aktif.



Gambar 2. 17 Simbol *Timer Delay*

## 2.12 *Push button*

*Push button* merupakan salah satu jenis saklar (*switch*) yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik dalam suatu rangkaian. Push button bekerja dengan prinsip kontak sesaat, artinya koneksi hanya terjadi ketika tombol ditekan, dan akan terputus secara otomatis ketika tekanan dilepaskan. Dalam kondisi tidak ditekan, *push button* berada dalam keadaan terbuka (*normal open*) atau tertutup (*normal closed*), tergantung jenis konfigurasi.

Secara umum, *push button* terdiri dari mekanisme pegas yang akan mengembalikan tombol ke posisi awal setelah ditekan. Komponen ini banyak digunakan dalam sistem kontrol industri, rangkaian *Start/Stop* motor, serta berbagai aplikasi pada perangkat elektronik dan otomasi (Fattah, 2021).



Gambar 2. 18 *Push Button*

Push button memiliki beberapa fungsi utama, antara lain :

1. Sebagai Pengendali Manual

*Push button* digunakan sebagai alat kontrol manual untuk mengaktifkan atau menonaktifkan rangkaian listrik, seperti menghidupkan atau mematikan mesin, mengatur posisi motor, atau memulai siklus kerja pada sistem otomasi.

2. Sebagai Sinyal Masukan pada Sistem Kontrol

Dalam sistem berbasis mikrokontroler, PLC atau rangkaian logika lainnya, *push button* sering dijadikan sebagai sumber sinyal masukan (input) yang akan memicu proses tertentu.

3. Untuk Memberikan Perintah Sesaat

Karena bersifat momentary, *push button* sangat cocok digunakan untuk fungsi-fungsi yang memerlukan perintah sesaat, seperti tombol *Start*, reset, atau emergency *Stop*.

4. Sebagai Saklar Pemicu dalam Rangkaian Listrik Sederhana

Dalam sistem dasar, *push button* juga digunakan sebagai saklar pemicu (trigger) dalam rangkaian seperti bel rumah, rangkaian *flip-flop*, dan sebagainya.

*Push button* dapat diklasifikasikan berdasarkan karakteristik kerja dan fungsi penggunaannya, yaitu:

1. Berdasarkan Kontak Kerja

a. *Normally Open (NO)*

Jenis ini akan menutup sirkuit (menghubungkan arus listrik) hanya saat tombol ditekan. Saat tidak ditekan, sirkuit terbuka. Umum digunakan untuk fungsi “*Start*” atau “*On*”.

b. *Normally Closed (NC)*

Jenis ini akan membuka sirkuit (memutuskan arus listrik) saat tombol ditekan. Dalam keadaan normal (tidak ditekan), sirkuit tetap tertutup. Biasanya digunakan untuk fungsi “*Stop*” atau “*Emergency*”.

2. Berdasarkan Fungsi dan Aplikasi

a. *Push Button On/Off*

Menekan tombol pertama kali akan menyalakan sistem, dan menekan kedua kali akan mematikannya. Sering dikombinasikan dengan sistem *latch* (pengunci logika).

b. *Push Button Reset*

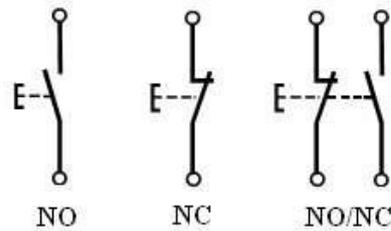
Digunakan untuk mereset sistem kendali, seperti sistem alarm, proteksi motor, atau logika rangkaian digital.

c. *Push Button Illuminated*

Dilengkapi dengan lampu indikator biasanya *Light Emitting Diode* (LED) yang menyala saat tombol aktif atau saat sistem bekerja, memudahkan visualisasi status operasi.

d. *Push Button Emergency (Emergency Stop)*

Dirancang dengan ukuran lebih besar dan berwarna mencolok (biasanya merah), digunakan untuk menghentikan mesin atau proses dengan segera saat terjadi keadaan darurat.



Gambar 2. 19 Simbol *Push Button*

### 2.13 Motor Listrik

Motor listrik tiga fasa adalah salah satu jenis motor arus bolak-balik (AC) yang beroperasi menggunakan sumber listrik tiga fasa. Cara kerjanya mengacu pada prinsip induksi elektromagnetik, di mana aliran arus pada kumparan stator menciptakan medan magnet yang berputar, kemudian medan tersebut menginduksi arus pada rotor sehingga rotor dapat berputar mengikuti medan magnet tersebut.

Motor listrik tiga fasa terdiri dari dua komponen utama, yaitu stator (bagian diam) dan rotor (bagian yang berputar). Karena konstruksinya yang sederhana, kuat, efisien, dan andal, motor ini sangat banyak digunakan di dunia industri, terutama untuk menggerakkan beban-beban berat seperti pompa, kompresor, konveyor, kipas industri, dan peralatan produksi lainnya (Febriansyah, 2018).



Gambar 2. 20 Motor Listrik

Fungsi utama motor listrik tiga fasa adalah mengonversi energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gerakan rotasi. Fungsi ini dapat dijelaskan lebih rinci sebagai berikut.:

1. Penggerak Beban Mekanis di Industri

Motor ini digunakan untuk menggerakkan berbagai peralatan seperti pompa, kipas, dan mesin produksi lainnya yang memerlukan tenaga mekanik dalam jumlah besar.

## 2. Komponen Utama dalam Sistem Otomasi

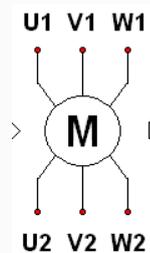
Dalam sistem industri otomatis, motor tiga fasa menjadi aktuator utama yang dikendalikan melalui panel kontrol, *inverter*, atau PLC.

## 3. Peningkat Efisiensi Energi

Dibandingkan motor satu fasa, motor tiga fasa memiliki efisiensi energi yang lebih tinggi dan lebih stabil, sehingga cocok untuk penggunaan kontinyu dan beban berat.

## 4. Memiliki *Starting Torque* yang Cukup Besar

Terutama pada motor dengan rotor lilit atau motor sangkar ganda, motor ini dapat menghasilkan torsi awal yang besar untuk mengatasi beban yang berat saat *Start*.



Gambar 2. 21 Simbol Motor Listrik

## 2.14 Lampu

Lampu AC dan DC adalah jenis lampu yang dibedakan berdasarkan jenis sumber arus listrik yang digunakan untuk menyalakannya. Lampu AC beroperasi dengan arus bolak-balik, sedangkan lampu DC beroperasi dengan arus searah.

### 1. Lampu AC

Lampu AC dirancang untuk beroperasi dengan sumber listrik arus bolak-balik, seperti yang disuplai oleh PLN dengan tegangan standar (misalnya 220V AC). Jenis lampu ini umum digunakan di rumah tangga, gedung perkantoran, dan fasilitas umum. Contoh lampu AC antara lain lampu pijar, lampu neon, dan lampu LED AC.

### 2. Lampu DC

Lampu DC beroperasi dengan sumber listrik arus searah, seperti dari baterai, aki, atau panel surya. Lampu ini banyak digunakan dalam sistem kelistrikan cadangan, penerangan darurat, serta perangkat portabel. Contoh

lampu DC meliputi lampu LED 12V DC yang banyak digunakan dalam sistem tenaga surya atau kendaraan.



Gambar 2. 22 Lampu

Fungsi utama dari lampu, baik AC maupun DC, adalah untuk mengubah energi listrik menjadi energi cahaya. Namun, masing-masing memiliki keunggulan dalam penggunaannya, tergantung dari sumber energi dan tujuan aplikasi. Berikut adalah rincian fungsinya:

1. Sebagai Sumber Penerangan

Lampu digunakan untuk menerangi ruangan, area kerja, lingkungan luar, maupun sebagai pencahayaan dekoratif.

2. Fungsi Keamanan dan Keselamatan

Lampu pada jalur evakuasi, lampu indikator, dan lampu lalu lintas berfungsi untuk mendukung keselamatan pengguna lingkungan dan peralatan.

3. Lampu AC untuk Sistem Umum

Karena tersambung ke jaringan listrik publik, lampu AC umumnya digunakan untuk penerangan permanen di rumah, gedung, jalan, dan fasilitas umum.

4. Lampu DC untuk Sistem Mandiri atau Darurat

Karena dapat disuplai dari baterai atau panel surya, lampu DC sangat berguna dalam kondisi darurat (seperti pemadaman listrik), pada kendaraan, sistem tenaga surya, atau alat elektronik portabel.

5. Efisiensi dan Penggunaan Energi Alternatif

Lampu DC, khususnya jenis LED, sangat efisien dan ideal digunakan dalam sistem energi terbarukan seperti PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga

Surya), karena dapat langsung dihubungkan ke sumber tegangan DC tanpa perlu konversi.



Gambar 2. 23 Simbol Lampu

### 2.15 *Terminal Block*

*Terminal block* merupakan komponen tempat berhentinya arus listrik sementara yang akan dihubungkan ke komponen yang lain (Tri Wibowo, 2018).



Gambar 2. 24 *Terminal Block*

### 2.16 **Kabel**

Kabel listrik adalah media yang digunakan untuk mengalirkan arus listrik maupun informasi. Kabel ini dibuat dari berbagai jenis bahan, namun secara umum kabel penghantar arus listrik dibuat dari tembaga karena sifat hantarnya yang baik setelah perak. Selain tembaga, terdapat pula kabel berbahan dasar serat optik, yang dikenal dengan istilah *fiber optic cable*, yang digunakan untuk transmisi data dengan kecepatan tinggi (Andaresta, 2018).

Fungsi utama kabel listrik adalah sebagai penghantar energi listrik dari sumber ke beban secara aman dan efisien. Dalam sistem kelistrikan, kabel berperan penting untuk:

1. Menyalurkan arus listrik dari sumber daya listrik ke peralatan atau titik-titik distribusi.

2. Menjamin keselamatan pengguna melalui lapisan isolasi yang mencegah terjadinya kontak langsung antara penghantar dengan lingkungan luar.
3. Mengatur dan mendukung instalasi sistem kelistrikan, baik dalam instalasi tetap (seperti pada bangunan) maupun dalam perangkat bergerak (seperti pada mesin atau kendaraan).
4. Dalam beberapa kasus, kabel juga berfungsi sebagai penghubung informasi, seperti dalam penggunaan kabel serat optik pada jaringan komunikasi.

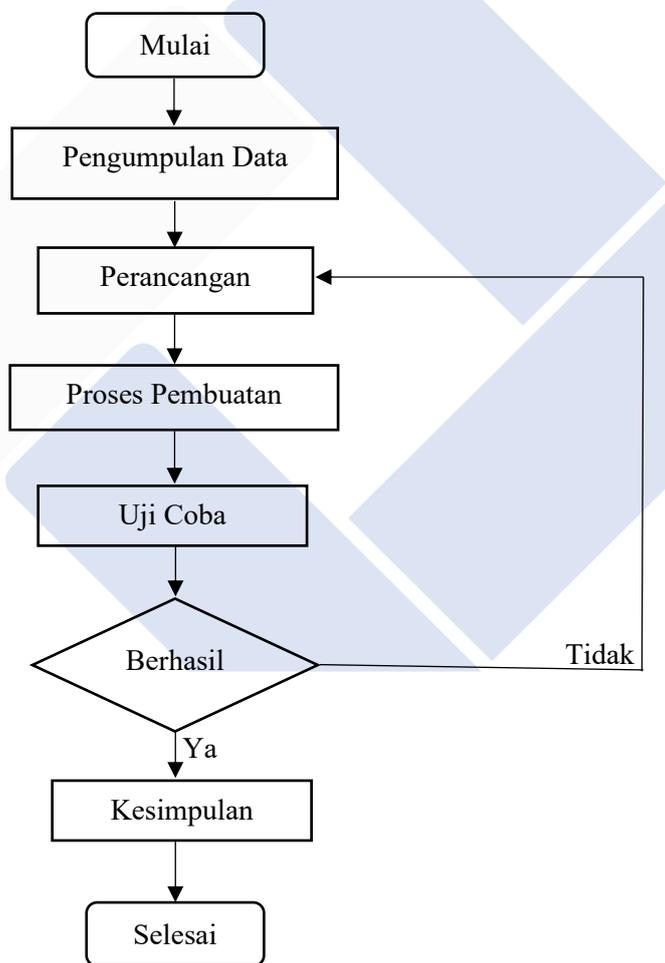


Gambar 2. 25 Kabel

### BAB III

#### METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan pada proyek akhir ini dilakukan dengan merancang kegiatan dalam bentuk diagram alir (*flowchart*). Tujuan dari metode ini adalah untuk memastikan proses pembuatan media pembelajaran rangkaian listrik berjalan secara terarah dan terkendali, serta menjadi acuan dalam pelaksanaan guna mencapai hasil yang diinginkan. *Flowchart* pada proyek akhir ini ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 *Flowchart*

### 3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan proses sistematis yang dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam perancangan media pembelajaran. Kegiatan ini dilakukan secara terencana guna mendapatkan data yang valid dan mencerminkan kondisi sebenarnya. Metode yang digunakan untuk pengumpulan data yaitu :

1. Observasi

Observasi merupakan metode pengumpulan data secara langsung di lokasi praktikum untuk mengetahui situasi dan kondisi yang terjadi selama kegiatan berlangsung.

2. Informasi dari pengajar

Metode ini bertujuan untuk menilai kekurangan dalam media pembelajaran dan menggali informasi mengenai kebutuhan pengajar terhadap media yang digunakan

3. Pengalaman praktikum

Metode ini bertujuan untuk menggali pengalaman nyata yang dialami selama kegiatan praktikum dengan memanfaatkan media pembelajaran yang telah disediakan.

### 3.2 Perancangan

Perancangan konsep merupakan langkah awal dalam proses pembuatan media pembelajaran, di mana ide utama disusun dan direncanakan secara terstruktur. Tahapan ini bertujuan untuk merinci tujuan, spesifikasi, dan fitur utama dari komponen proyek akhir yang akan dibuat. Berikut ini merupakan perencanaan bagian dan fungsinya ditunjukkan pada Table 3.1

Tabel 3. 1 Daftar dan Fungsi Komponen

No	Nama Bagian	Fungsi
1	Kontaktor	Untuk memutuskan dan menyambungkan arus listrik secara elektrik.
2	<i>Relay</i>	Sebagai saklar otomatis yang dikontrol oleh sinyal kecil, memungkinkan rangkaian dengan

No	Nama Bagian	Fungsi
		arus atau tegangan rendah untuk mengendalikan rangkaian lain dengan arus atau tegangan yang lebih tinggi.
3	<i>Power Supply</i>	Mengubah arus listrik dari sumber daya menjadi daya yang sesuai untuk perangkat listrik.
4	Trafo	Mengubah tegangan listrik, baik menaikkan ( <i>step-up</i> ) maupun menurunkan ( <i>step-down</i> ).
5	MCB	Memutuskan aliran listrik secara otomatis ketika terjadi gangguan pada instalasi listrik
6	<i>Push Button</i>	Sebagai saklar yang dapat mengontrol aliran listrik atau memberikan input ke suatu sistem saat ditekan
7	<i>Emergency</i>	Menghentikan mesin atau peralatan secara darurat, terutama ketika ada risiko cedera
8	<i>Timer Delay ON</i>	Menunda pengaktifan suatu perangkat atau rangkaian setelah timer menerima sinyal input.
9	Lampu AC dan DC	Sebagai output dari skema menghidupkan lampu AC Dan DC.
10	Motor Listrik 3 Fasa	Sebagai output dari skema menghidupkan motor listrik 3 fasa.

### 3.3 Proses Pembuatan

Proses pembuatan mencakup berbagai tahapan atau tindakan yang dilakukan untuk memodifikasi bentuk serta dimensi suatu benda kerja dengan memanfaatkan mesin perkakas atau peralatan tertentu. Tujuan utamanya adalah memproduksi komponen yang memenuhi ukuran dan bentuk sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan. Alat dan mesin yang digunakan dalam proses permesinan sebagai berikut :

1. Bor tangan digunakan untuk melubangi posisi yang telah ditandai pada media ajar

2. Gerinda tangan digunakan untuk memotong rel dan besi hollow yang akan menampung beberapa komponen yang akan digunakan
3. Las listrik digunakan untuk menyatukan besi *hollow* yang akan menjadi penopang dari media ajar
4. Obeng untuk mengencangkan komponen yang dipermanenkan

### 3.4 Uji Coba

Uji coba dilakukan dengan menguji skema rangkaian yang telah dirancang. Tujuan utama dari tahap ini adalah untuk memastikan bahwa setiap komponen pada media berfungsi secara optimal dan berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Skema rangkaian yang akan dipakai pada saat uji coba sebagai berikut :

1. Menghidupkan lampu

Pada uji coba pertama, rangkaian yang digunakan untuk menghidupkan lampu adalah rangkaian dasar. Rangkaian ini digunakan untuk menguji fungsi dasar komponen seperti kabel, sakelar, dan lampu itu sendiri. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa arus listrik dari sumber tegangan dapat mengalir melalui kabel dan sakelar menuju lampu. Ketika sakelar ditekan atau ditutup, arus listrik mengalir ke lampu, menyebabkan lampu menyala. Uji coba ini akan menunjukkan apakah sambungan antar komponen sudah tepat, apakah komponen dalam kondisi baik, dan apakah mereka mampu bekerja sesuai yang diharapkan.

2. Menghidupkan motor listrik dengan rangkaian *Star delta*

Dalam uji coba kedua, rangkaian motor listrik diuji dengan metode *Star-delta*. Rangkaian ini dimaksudkan untuk menyalakan motor listrik secara bertahap untuk mencegah lonjakan arus saat motor dinyalakan. Pada tahap awal, motor dihubungkan dalam bentuk *Star*, yang memberikan tegangan lebih rendah kepadanya, sehingga arus awalnya lebih kecil. Setelah beberapa saat (biasanya dikontrol oleh *timer* atau kontaktor), rangkaian akan secara otomatis beralih ke konfigurasi *delta*. Ini memberikan tegangan penuh agar motor dapat bekerja dengan penuh tenaga. Tujuan dari uji coba ini adalah untuk memastikan bahwa perpindahan dari *Star* ke *delta* berjalan dengan lancar dan bahwa motor

dapat bekerja dengan stabil untuk memenuhi fungsi rangkaian yang dirancang.

### **3.5 Kesimpulan**

Dari beberapa tahapan yang telah dilakukan media pembelajaran harus terstruktur sesuai dengan rancangan dan harus bisa menerapkan skema rangkaian yang ada.



## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1 Perancangan

Pada tahap ini penulis akan membuat beberapa skema pada media pembelajaran yang akan dibuat yang merujuk pada Rencana Pembelajaran Semester (RPS) pembelajaran praktik rangkaian listrik. Adapun skema yang akan dibuat meliputi :

#### 4.1.1 Skema menghidupkan lampu AC (Rangkaian Seri dan Pararel)

Skema ini bertujuan untuk, membuat *wiring* diagram menghidupkan lampu AC 220V dengan rangkaian (seri dan pararel), membaca *wiring* diagram, memahami rangkaian (seri dan pararel), kontaktor 220 V, trafo, MCB, *push button*. Untuk urutan menghidupkan lampu AC ditunjukkan pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Skema Menghidupkan Lampu AC

No	Skema	Triger	Output	Keterangan
1	Seri	PB 1	L1,L2, dan L3	ON
		PB Stop		OFF
2	Pararel	PB 1	L1,L2, dan L3	ON
		PB Stop		OFF

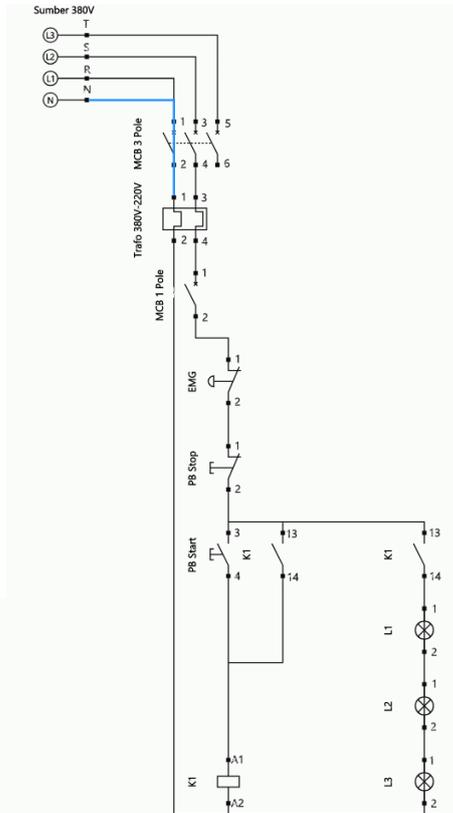
Pada tabel diatas menunjukkan urutan dari proses menghidupkan lampu 1, 2, dan 3 AC dengan penjelasan dibawah ini:

Dilengkapi dengan:

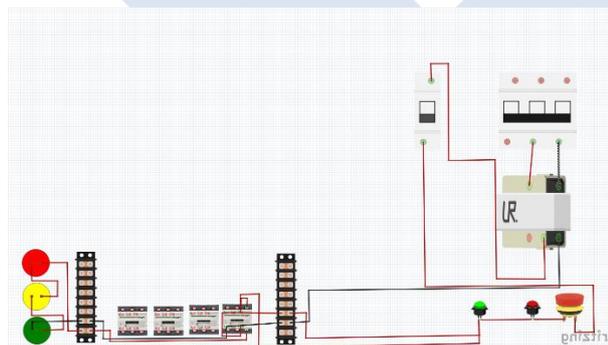
- PB 1 : digunakan untuk menghidupkan lampu 1, 2, dan 3, yang artinya letika PB *Start* ditekan lampu 1, 2, dan 3 *ON*.
- PB *Stop* : digunakan untuk mematikan lampu 1, 2, dan 3, yang artinya ketika PB *Stop* ditekan lampu 1, 2, dan 3 *OFF*.

Dari penjelasan Tabel 4.1, *wiring* diagram yang digunakan ada 2 yaitu *wiring* diagram untuk menghidupkan lampu AC dengan rangkaian seri

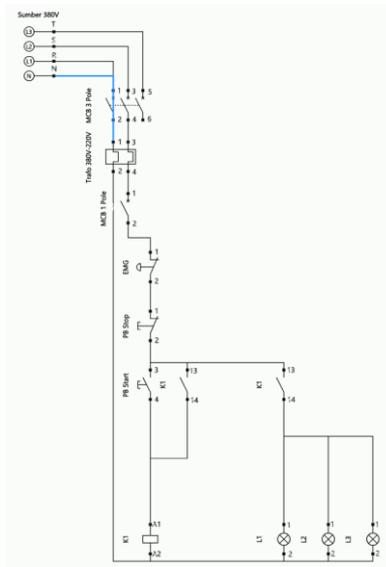
dan paralel. *Wiring* diagram tersebut terdapat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.3.



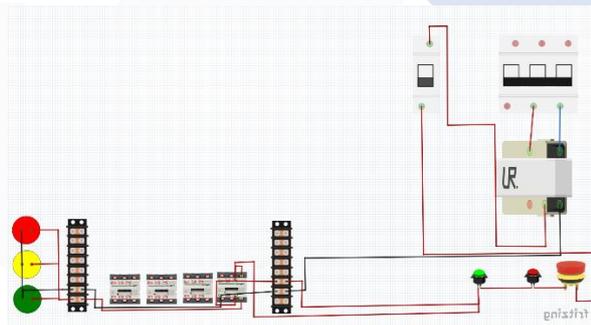
Gambar 4. 1 *Wiring* diagram menhidupkan lampu AC rangkaian seri



Gambar 4. 2 *Layout* tampak belakang skema menhidupkan lampu AC dengan rangkaian seri



Gambar 4. 3 *Wiring* diagram menghidupkan lampu AC rangkaian paralel



Gambar 4. 4 *Layout* tampak belakang skema menghidupkan lampu AC dengan rangkaian paralel

Gambar 4.2 dan Gambar 4.4 difungsikan untuk menghidupkan lampu AC dengan rangkaian seri dan paralel, dari gambar tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sumber listrik 3 fasa 380V masuk ke rangkaian.
2. Arus utama R, S, T melewati MCB 3P sebagai pengamanan.
3. Dari MCB, tegangan diteruskan ke trafo untuk mengubah tegangan 380V-220V, lalu tegangan diteruskan ke kontaktor utama (K1).

Di sisi kontrol :

4. Arus fasa kontrol dari R masuk ke MCB 1P → EMG → PB *Stop* (NC), → ke PB 1 (NO).

5. Saat tombol *Start* ditekan, arus mengalir ke koil kontaktor K1 (A1–A2).
6. Koil K1 aktif → menutup kontak utama → arus mengalir ke lampu 1, 2, dan 3 → lampu menyala.
7. Kontak bantu K1 (13–14) akan menahan arus agar kontaktor tetap aktif walaupun tombol *Start* dilepas (fungsi *self-hold*).
8. Jika tombol *Stop* ditekan, arus ke koil K1 terputus → kontaktor *off* → lampu mati.

Dari Gambar 4.2 dan Gambar 4.4 komponen yang akan digunakan pada skema menghidupkan lampu AC dengan rangkaian seri dan paralel ada pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Komponen yang digunakan

LAMPU AC				
No.	Kode	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	MCB	MCB 3 P	40 <i>Ampere</i> 240/415V	1
2	MCB	MCB 2 P	2 <i>Ampere</i> 240/415V	1
3	EMG	<i>Emergency Button</i>	CRE-25R1 10 <i>Ampere</i>	1
4	TRF	Trafo <i>Step Down</i>	<i>Input</i> 0- 220V-280V <i>Output</i> 0- 48V-110V- 220V	1
5	Pb <i>Stop</i>	Pb <i>Stop</i>	5 <i>Ampere</i> XB7-EA42 kontak NC	1
6	PB1	Pb <i>Start</i>	5 <i>Ampere</i> XB7-EA31 kontak NO	1
7	K1	Kontaktor	Schneider LC1D09M7 220V 50/60 Hz	1
8	L1-L3	Lampu AC	220V-240V 3 <i>Watt</i>	3

#### 4.1.2 Skema Menghidupkan Lampu DC

Skema ini bertujuan untuk, membuat *wiring* diagram menghidupkan lampu DC 24V, membaca *wiring* diagram, memahami fungsi *relay* 24V, *power supply*, trafo, MCB, *push button*. Untuk skema menghidupkan lampu DC ditunjukkan pada Tabel 4.3.

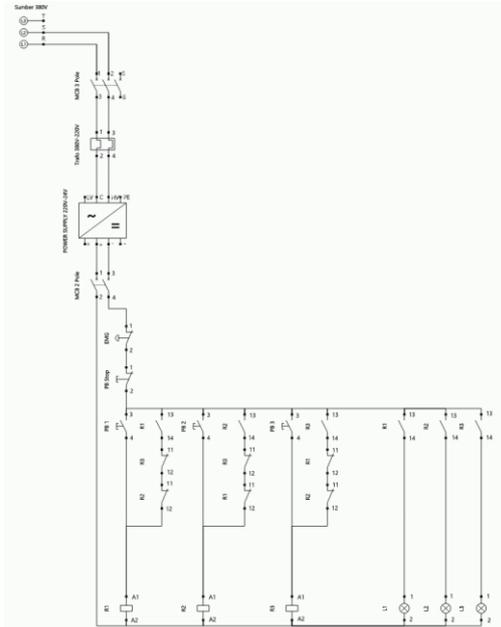
Tabel 4. 3 Skema menghidupkan lampu DC

No	Skema	Triger	Output	Keterangan
1	Lampu DC	PB 1	L1	<i>ON</i>
		<i>PB Stop</i>		<i>OFF</i>
		PB 2	L2	<i>ON</i>
		<i>PB Stop</i>		<i>OFF</i>
		PB 3	L3	<i>ON</i>
		<i>PB Stop</i>		<i>OFF</i>

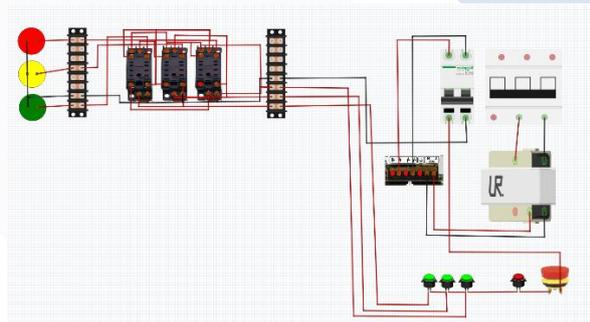
Pada tabel diatas menunjukkan urutan dari proses menghidupkan lampu 1, 2, dan 3 DC dengan penjelasan dibawah ini:

- PB 1 : Untuk menyalakan lampu 1, yang artinya PB 1 ditekan lampu 1 *on*.
- PB 2 : Untuk menyalakan lampu 2, yang artinya PB 2 ditekan lampu 2 *on*.
- PB 3 : Untuk menyalakan lampu 3, yang artinya PB 3 ditekan lampu 3 *on*.
- *PB Stop* : Ketika ditekan akan mematikan lampu yang sedang *ON*

Dari penjelasan urutan menghidupkan lampu DC, *wiring* diagram untuk menghidupkan lampu DC tersebut terdapat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 *Wiring* diagram menhidupkan lampu DC



Gambar 4. 6 *Layout* tampak belakang skema menhidupkan lampu DC

Gambar 4.6 difungsikan untuk menhidupkan lampu DC, dari gambar diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sumber listrik 3 fasa 380V masuk ke rangkaian.
2. Arus utama R, S, T melewati MCB 3P sebagai pengaman.
3. Dari MCB 3P, tegangan diteruskan ke trafo 380V-220V untuk mengubah tegangan 380V ke 220V, lalu tegangan diteruskan ke power supplay untuk mengubah tegangan 220VAC ke 12V DC.
  - Sistem Kontrol:
4. Dimulai dari MCB 1P → EMG → PB *Stop* (NC) → PB 1 (NO).
5. Jika tombol PB 1 ditekan, maka:

- a. Koil R1 akan aktif.
  - b. R1 menutup kontak utama dan menhidupkan beban lampu 1.
  - c. Kontak bantu R1 (13–14) akan menjaga arus tetap mengalir walau PB 1 dilepas (*self-hold*).
  - d. PB *Stop* ditekan maka lampu akan mati.
6. Jika tombol PB 2 ditekan, maka:
- a. Koil R2 akan aktif.
  - b. R2 menutup kontak utama dan menhidupkan beban lampu 1.
  - c. Kontak bantu R2 (13–14) akan menjaga arus tetap mengalir walau PB 2 dilepas (*self-hold*).
  - d. PB *Stop* ditekan maka lampu akan mati.
7. Jika tombol PB 3 ditekan, maka:
- a. Koil R3 akan aktif.
  - b. R3 menutup kontak utama dan menhidupkan beban lampu 1.
  - c. Kontak bantu R3 (13–14) akan menjaga arus tetap mengalir walau PB 3 dilepas (*self-hold*).
  - d. PB *Stop* ditekan maka lampu akan mati.
8. Masing-masing *relay* (R1, R2, dan R3) mengendalikan satu beban lampu.

Dari Gambar 4.6 komponen yang akan digunakan pada skema menhidupkan lampu DC ada pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Komponen yang Digunakan

No.	Kode	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	MCB	MCB 3 Pole	40 Ampere 240/415V	1
2	MCB	MCB 2 Pole	2 Ampere 240/415V	1
3	EMG	<i>Emergency Button</i>	CRE-25R1 10 Ampere	1
4	PSU	<i>Power Supply</i>	<i>Input</i> 0- 220V-280V <i>Output</i> 0- 48V-110V- 220V	1

No.	Kode	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
5	TRF	Trafo <i>Step Down</i>	<i>Input</i> 0-220V-280V <i>Output</i> 0-48V-110V-220V	1
6	Pb. <i>Stop</i>	Pb <i>Stop</i>	5 Ampere XB7-EA42 kontak NC	1
7	PB1, PB, PB3	Pb <i>Start</i>	5 Ampere XB7-EA31 kontak NO	3
8	R1, R2, R3	<i>Relay</i>	MY2N 5Ampere 12V DC	3
9	L1, L2, L3	Lampu DC	12V	3

### 4.1.3 Skema Simulasi Menghidupkan Lampu Lalu Lintas

#### 4.1.3a Skema Simulasi Menghidupkan Lampu Lalu Lintas secara Manual

Skema ini bertujuan untuk, membuat *wiring* diagram menghidupkan lampu lintas secara manual, membaca *wiring* diagram mengetahui fungsi *timer delay on* kontaktor, kontaktor 220 V, trafo, MCB, *push button*. Untuk urutan menghidupkan lampu lalu lintas secara manual ditunjukkan pada Tabel 4.5.

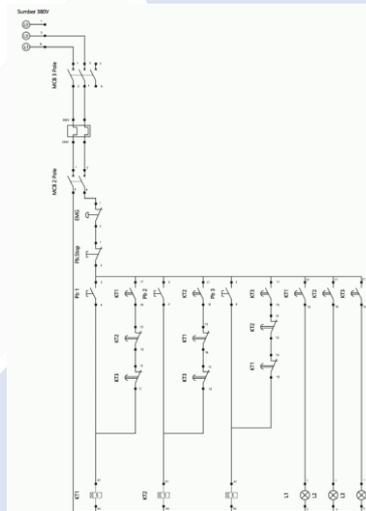
Tabel 4. 5 Urutan simulasi lampu lalu lintas secara manual

No	Skema	Triger	Output	Keterangan
1	Lampu lalu lintas AC	PB 1	L1	<i>ON</i> (5s)
		PB <i>Stop</i>		<i>OFF</i>
		PB 2	L2	<i>ON</i> (5s)
		PB <i>Stop</i>		<i>OFF</i>
		PB 3	L3	<i>ON</i> (5s)
		PB <i>Stop</i>		<i>OFF</i>

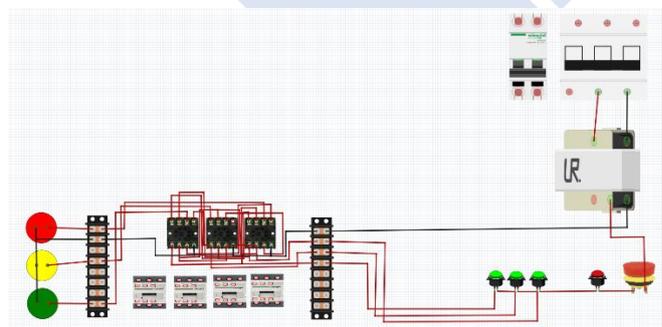
Pada tabel diatas menunjukkan urutan dari proses menghidupkan simulasi lampu lalu lintas secara manual dengan penjelasan dibawah ini:

- PB 1 : Untuk menyalakan lampu 1, yang artinya PB 1 ditekan lampu 1 *on* selama 5 detik.
- PB 2 : Untuk menyalakan lampu 2, yang artinya PB 2 ditekan lampu 2 *on* selama 5 detik.
- PB 3 : Untuk menyalakan lampu 3, yang artinya PB 3 ditekan lampu 3 *on* selama 5 detik.
- PB *Stop* : Untuk mematikan semua lampu.

Dari penjelasan urutan menghidupkan lampu lalu lintas secara manual, *wiring* diagram untuk menghidupkan lampu lalu lintas secara manual tersebut terdapat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 *Wiring* diagram simulasi lampu lalu lintas secara manual



Gambar 4. 8 *Layout* tampak belakang skema menghidupkan lampu lintas secara manual

Gambar 4.8 difungsikan untuk menghidupkan lampu lalu lintas secara manual, dari gambar diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sumber listrik 3 fasa 380V masuk ke rangkaian.
2. Arus utama R, S, T melewati MCB 3P sebagai pengaman.
3. Dari MCB 3P, tegangan diteruskan ke trafo 380V-220V untuk mengubah tegangan 380V ke 220V.

Sistem Kontrol:

4. Dimulai dari MCB 2P → EMG → PB *Stop* (NC) → PB 1 (NO).
5. Jika tombol PB 1 ditekan, maka:
  - a. Koil KT1 akan aktif.
  - b. KT1 menutup kontak utama dan menghidupkan beban lampu 1 selama 5 detik.
  - c. Kontak bantu R1 (17-18) akan menjaga arus tetap mengalir walau PB 1 dilepas (*self-hold*).
  - d. PB *Stop* ditekan maka lampu akan mati.
6. Jika tombol PB 2 ditekan, maka:
  - a. Koil KT2 akan aktif.
  - b. KT2 menutup kontak utama dan menghidupkan beban lampu 2 selama 5 detik.
  - c. Kontak bantu KT2 (17-18) akan menjaga arus tetap mengalir walau PB 2 dilepas (*self-hold*).
  - d. PB *Stop* ditekan maka lampu akan mati.
7. Jika tombol PB 3 ditekan, maka:
  - a. Koil KT3 akan aktif.
  - b. KT3 menutup kontak utama dan menghidupkan beban lampu 3 selama 5 detik.
  - c. Kontak bantu KT 3 (17-18) akan menjaga arus tetap mengalir walau PB 3 dilepas (*self-hold*).
  - d. PB *Stop* ditekan maka lampu akan mati.

8. Masing-masing KT1, KT2 dan KT3 mengendalikan satu beban lampu.

Dari gambar 4.8 komponen yang akan digunakan pada skema menghidupkan lampu lalu lintas secara manual ada pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Komponen yang digunakan

No.	Kode	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	MCB	MCB 3 Pole	40 Ampere 240/415V	1
2	MCB	MCB 2 Pole	2 Ampere 240/415V	1
3	EMG	Emergency Button	CRE-25R1 10 Ampere	1
4	TRF	Trafo Step Down	Input 0- 220V-280V Output 0- 48V-110V- 220V	1
5	PB Stop	Pb Stop	5 Ampere XB7-EA42 kontak NC	1
6	PB, PB2, PB3	Pb Start	5 Ampere XB7-EA31 kontak NO	1
8	KT1, KT2, KT3	Timer Delay On	Omron H3CR-A8 12-48V AC/DC 50/60 Hz	3

#### 4.1.3b Skema Simulasi Menghidupkan Lampu Lalun Lintas secara Otomatis

Skema ini bertujuan untuk, membuat dan membaca *wiring* diagram menghidupkan lampu lintas secara otomatis, mengetahui fungsi *timer delay on* kontaktor, kontaktor 220 V, trafo, MCB, *push button*, dan dapat mengaplikasikan *wiring* diagram pada media ajar. Untuk urutan menghidupkan lampu lalu lintas secara manual ditunjukkan pada Tabel 4.5.

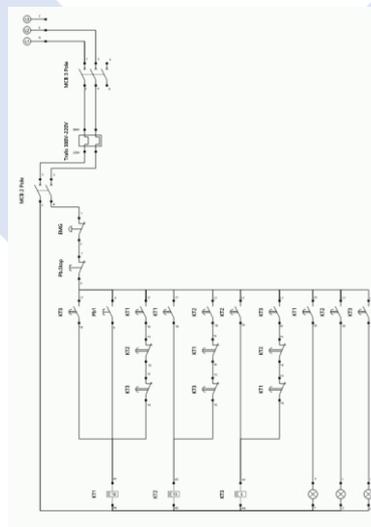
Tabel 4. 7 Urutan simulasi lampu lalu lintas secara otomatis

No	Skema	Triger	Output	Keterangan
1	Lampu lalu lintas AC	PB 1	L1	ON (15s)
			L2	ON (5s)
			L3	ON (10s)
		PB Stop	L1, L2 dan L3	OFF

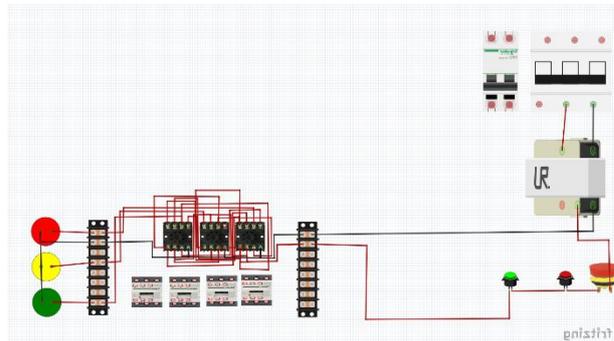
Pada tabel diatas menunjukkan urutan dari proses menghidupkan simulasi lampu lalu lintas secara otomatis dengan penjelasan dibawah ini:

- PB 1 : Untuk menyalakan lampu 1 selama 15 detik, lampu 2 selama 5 detik dan lampu 3 selama 10 detik secara berurutan.
- PB Stop : Untuk mematikan semua lampu.

Dari penjelasan urutan menghidupkan lampu lalu lintas secara manual, *wiring* diagram untuk menghidupkan lampu lalu lintas secara otomatis tersebut terdapat pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 *Wiring* diagram simulasi lampu lalu lintas secara otomatis



Gambar 4. 10 *Layout* tampak belakang skema menghidupkan lampu lintas secara otomatis

Gambar 4.10 difungsikan untuk menghidupkan lampu lalu lintas secara otomatis, dari gambar diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sumber listrik 3 fasa 380V masuk ke rangkaian.
2. Arus utama R, S, T melewati MCB 3P sebagai pengaman.
3. Dari MCB 3P, tegangan diteruskan ke trafo 380V-220V untuk mengubah tegangan 380V ke 220V.
  - Sistem Kontrol:
4. Dimulai dari MCB 2P → EMG → PB *Stop* (NC) → PB 1 (NO).
5. Jika tombol PB 1 ditekan, maka:
  - a. Koil KT1 akan aktif.
  - b. KT1 menutup kontak utama dan menghidupkan beban lampu 1 selama 15 detik.
  - c. Kontak bantu R1 (17-18) akan menjaga arus tetap mengalir (*self-hold*).
  - e. Lalu koil KT2 akan aktif.
  - f. KT2 menutup kontak utama dan menghidupkan beban lampu 2 selama 10 detik.
  - g. Kontak bantu KT2 (17-18) akan menjaga arus tetap mengalir (*self-hold*).
  - e. Lalu koil KT3 akan aktif.

- f. KT3 menutup kontak utama dan menghidupkan beban lampu 3 selama 5 detik.
  - g. Kontak bantu KT 3 (17-18) akan menjaga arus tetap dilepas (*self-hold*).
  - h. Semua lampu akan aktif secara berurutan dan akan mati jika PB *Stop* ditekan.
6. Masing-masing KT1, KT2 dan KT3 mengendalikan satu beban lampu.

Dari Gambar 4.10 komponen yang akan digunakan pada skema menghidupkan lampu lalu lintas secara otomatis ada pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Komponen yang digunakan

No.	Kode	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	MCB	MCB 3 Pole	40 Ampere 240/415V	1
2	MCB	MCB 2 Pole	2 Ampere 240/415V	1
3	EMG	<i>Emergency Button</i>	CRE-25R1 10 Ampere	1
4	TRF	Trafo <i>Step Down</i>	<i>Input</i> 0-220V-280V <i>Output</i> 0-48V-110V-220V	1
5	PB <i>Stop</i>	PB <i>Stop</i>	5 Ampere XB7-EA42 kontak NC	1
6	PB1	PB <i>Start</i>	5 Ampere XB7-EA31 kontak NO	1
8	KT1, KT2, KT3	<i>Timer Delay ON</i>	Omron H3CR-A8 12-48V AC/DC 50/60 Hz	3

#### 4.1.4 Skema Menghidupkan Motor Listrik

##### 4.1.4a Skema menghidupkan motor 3 fasa *Clock Wise* (CW) dan *Counter Clock Wise* (CCW)

Skema ini bertujuan untuk, membuat *wiring* diagram menghidupkan motor 3 fasa CW dan CCW, membaca *wiring* diagram, mengetahui fungsi kontaktor 220 V, trafo, MCB, *push button*, motor listrik. Untuk urutan menghidupkan motor listrik CW dan CCW ditunjukkan pada Tabel 4.9.

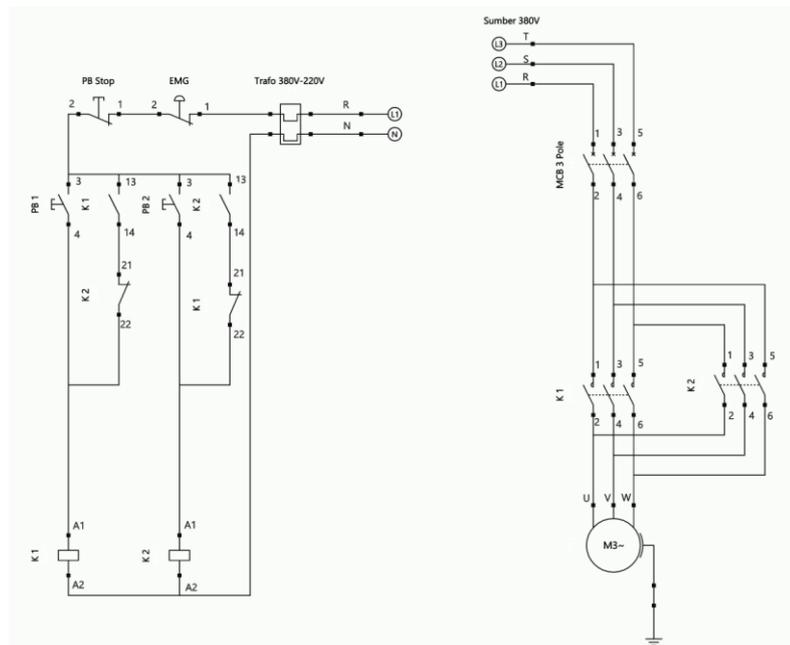
Tabel 4. 9 Urutan meghidupkan motor 3 fasa CW dan CCW

No	Skema	Triger	Output	Keterangan
1	Motor 3 fasa CW dan CCW	PB 1	Motor 3 fasa CW	ON
		PB <i>Stop</i>		OFF
		PB 2	Motor 3 fasa CCW	ON
		PB <i>Stop</i>		OFF

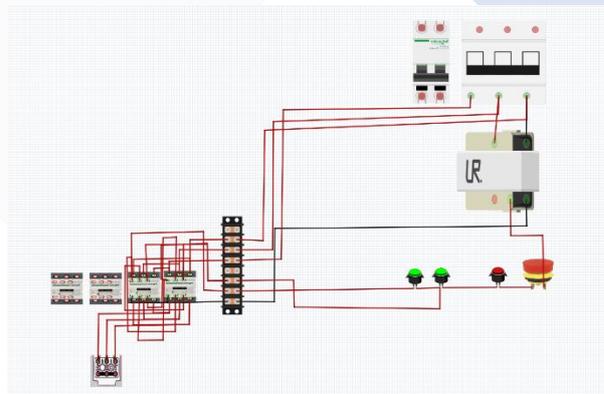
Pada tabel diatas menunjukkan urutan dari proses menghidupkan motor listrik 3 fasa CW dan CCW dengan penjelasan dibawah ini :

- PB 1 : Untuk menyalakan motor listrik dalam posisi CW.
- PB 2 : Untuk menyalakan motor listrik dalam posisi CCW.
- PB *Stop* : Untuk mematikan motor listrik.

Dari penjelasan urutan menghidupkan motor listrik 3 fasa CW dan CCW, *wiring* diagram untuk menghidupkan motor listrik 3 fasa CW dan CCW tersebut terdapat pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 11 *Wiring* diagram menghidupkan motor listrik 3 fasa CW dan CCW



Gambar 4. 12 *Layout* tampak belakang skema menghidupkan motor 3 fasa CW dan CCW

Gambar 4.12 difungsikan untuk menghidupkan motor listrik 3 fasa CW dan CCW, dari gambar diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sumber listrik 3 fasa 380V masuk ke rangkaian.
2. Arus utama R, S, T melewati MCB 3P sebagai pengaman lalu ke kontaktor.
3. Dari MCB 3P, tegangan diteruskan ke trafo 380V-220V untuk mengubah tegangan 380V ke 220V untuk sistem kontrol.

Sistem Kontrol:

4. Dimulai dari → EMG → PB *Stop* (NC) → PB1 (NO) → PB2 (NO).
5. Tekan PB1 :
  - a. K1 aktif → motor berputar CW.
  - b. Kontak bantu K1 (13-14) akan membuka jalur ke K2 untuk mencegah K2 aktif.
6. Tekan PB2 :
  - a. K2 aktif → motor berputar CCW.
  - b. Kontak bantu K2 (13-14) akan membuka jalur ke K1 untuk mencegah K1 aktif.
7. Tekan PB *Stop* :
  - a. Semua arus kontrol terputus → motor berhenti.

Dari Gambar 4.17 dan 4.18 komponen yang akan digunakan pada skema menghidupkan motor 3 fasa CW dan CCW ada pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Komponen yang digunakan

No.	Kode	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	MCB	MCB 3 fasa	40 <i>Ampere</i> 240/415V	1
2	TRF	Trafo <i>Step Down</i>	<i>Input</i> 0- 220V-280V <i>Output</i> 0- 48V-110V- 220V	1
3	PB <i>Stop</i>	PB <i>Stop</i>	5 <i>Ampere</i> XB7-EA42 kontak NC	1
4	PB1 dan PB 2	PB <i>Start</i>	5 <i>Ampere</i> XB7-EA31 kontak NO	2
5	K1 dan K2	Kontaktor	Schneider LC1D09M7 220V 50/60 Hz	2
6	M	Motor listrik 3 fasa	380V	1

No.	Kode	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
7	EMG	<i>Emergency Button</i>	CRE-25R1 10 Ampere	1

#### 4.1.4b Skema menghidupkan motor dengan rangkaian *Star* dan *delta*

Skema ini bertujuan untuk, membuat *wiring* diagram menghidupkan motor dengan rangkaian *Star* dan *delta*, membaca *wiring* diagram mengetahui rangkaian *Star* dan *delta* serta fungsi kontaktor 220 V, trafo, MCB, *push button*, motor listrik. Untuk urutan menghidupkan motor listrik 3 fasa dengan rangkaian *Star* dan *delta* ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Urutan meghidupkan motor 3 fasa dengan rangkaian *Star* dan *delta*

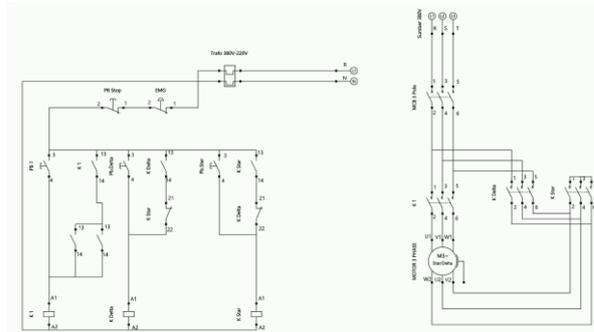
No	Skema	Triger	Output	Keterangan
1	Motor 3 fasa rangkaian <i>Star</i> dan <i>delta</i>	PB 1	Motor 3 fasa rangkaian <i>Star</i>	<i>ON</i>
		PB <i>Star</i>		<i>ON</i>
		PB <i>Stop</i>		<i>OFF</i>
		PB 1	Motor 3 fasa rangkaian <i>Delta</i>	<i>ON</i>
		PB <i>Delta</i>		<i>ON</i>
		PB <i>Stop</i>		<i>OFF</i>

Pada tabel diatas menunjukkan urutan dari proses menghidupkan motor listrik 3 fasa dengan rangkaian *Star* dan *delta* dengan penjelasan dibawah ini :

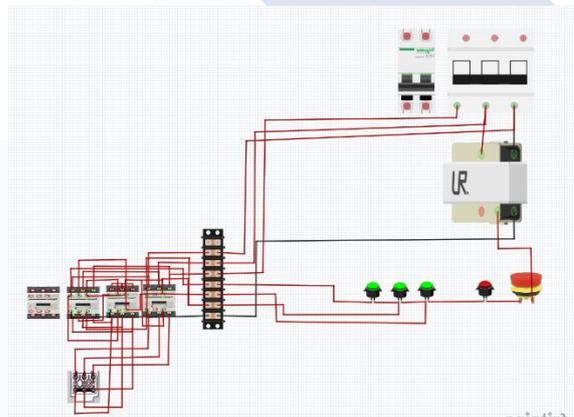
- PB 1 : Untuk mengaktifkan kontaktor 1.
- PB *Star* : Untuk menyalakan motor listrik dalam kondisi *Star*.
- PB *Delta* : Untuk menyalakan motor listrik dalam kondisi *delta*.
- PB *Stop* : Untuk mematikan motor listrik.

Dari penjelasan urutan menghidupkan motor listrik 3 dengan rangkaian *Star* dan *delta*, *wiring* diagram untuk menghidupkan motor

listrik 3 dengan rangkaian *Star* dan *delta* tersebut terdapat pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 13 *Wiring* diagram menghidupkan motor listrik 3 fasa dengan rangkaian *Star* dan *delta*



Gambar 4. 14 *Layout* tampak belakang skema menghidupkan motor listrik 3 fasa dengan rangkaian *Star* dan *delta*

Gambar 4.14 difungsikan untuk menghidupkan motor listrik 3 fasa dengan rangkaian *Star* dan *delta*, dari gambar diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sumber listrik 3 fasa 380V masuk ke rangkaian.
2. Arus utama R, S, T melewati MCB 3P sebagai pengaman lalu ke kontaktor.
3. Dari MCB 3P, tegangan diteruskan ke trafo 380V-220V untuk mengubah tegangan 380V ke 220V untuk sistem kontrol.

Sistem Kontrol:

4. Dimulai dari → EMG → PB *Stop* (NC) → PB1 (NO) → PB *Star* (NO) → PB *delta* (NO).

5. Tekan PB1:
  - a. K1 aktif → motor mendapatkan daya.
  - b. Kontak bantu K1 (13-14) akan membuka jalur ke K *Star* dan K *delta*.
6. Tekan PB *Star*:
  - a. K2 aktif → motor akan berputar dalam kondisi *Star*.
  - b. Kontak bantu K2 (13-14) akan membuka jalur ke K *delta* untuk mencegah K *delta* aktif.
7. Tekan PB *delta*:
  - a. K *delta* aktif → motor akan berputar dalam kondisi *delta*.
  - b. Kontak bantu K2 (13-14) akan membuka jalur ke K *Star* untuk mencegah K *Star* aktif.
8. Tekan PB *Stop*:
  - a. Semua arus kontrol terputus → motor berhenti.

Dari Gambar 4.20 dan 4.21 komponen yang akan digunakan pada skema menghidupkan motor 3 fasa dengan rangkaian *Star* dan *delta* ada pada Tabel 4.12.s

Tabel 4. 12 Komponen yang digunakan

No.	Kode	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	MCB	MCB 3 Pole	40 Ampere 240/415V	1
2	TRF	Trafo <i>Step Down</i>	<i>Input</i> 0- 220V-280V <i>Output</i> 0- 48V-110V- 220V	1
3	PB <i>Stop</i>	PB <i>Stop</i>	5 Ampere XB7-EA42 kontak NC	1
4	PB 1, PB <i>Star</i> , PB <i>Delta</i>	PB <i>Start</i>	5 Ampere XB7-EA31 kontak NO	3
5	K1, K <i>Delta</i> , K <i>Star</i>	Kontaktor	Schneider LC1D09M7 220V 50/60 Hz	3

No.	Kode	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
6	M	Motor listrik 3 fasa	380V	1
7	EMG	<i>Emergency Button</i>	CRE-25R1 10 Ampere	1

#### 4.1.4c Skema menghidupkan motor CW dan CCW dengan rangkain *Star* dan *delta*

Skema ini bertujuan membuat *wiring* diagram menghidupkan motor dengan rangkaian *Star* dan *delta*, membaca *wiring* diagram mengetahui cara menghidupkan motor CW dan CCW dengan rangkaian *Star* dan *delta* serta fungsi kontaktor 220 V, trafo, MCB, *push button*, motor listrik. Untuk urutan menghidupkan motor listrik 3 fasa CW dan CCW dengan rangkaian *Star* dan *delta* ditunjukkan pada Tabel 4.11.

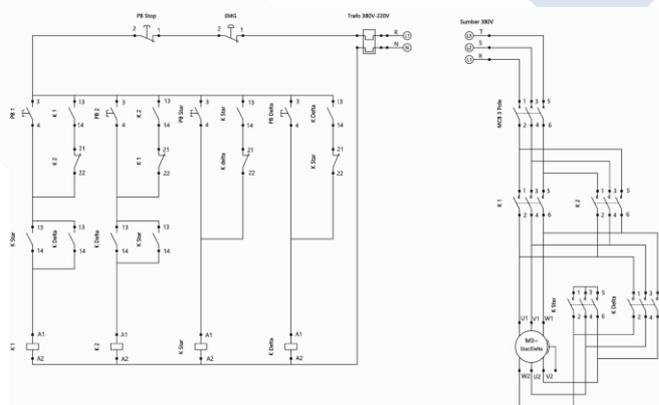
Tabel 4. 13 Urutan meghidupkan motor 3 fasa CW dan CCW dengan rangkaian *Star* dan *delta*

No	Skema	Triger	Output	Keterangan
1	Motor 3 fasa CW dan CCW dengan rangkaian ( <i>Star</i> dan <i>delta</i> )	PB 1	Motor 3 fasa CW rangkaian <i>Star</i>	<i>ON</i>
		PB <i>Star</i>		<i>ON</i>
		PB <i>Stop</i>		<i>OFF</i>
		PB 1	Motor 3 fasa CW rangkaian <i>Delta</i>	<i>ON</i>
		PB <i>Delta</i>		<i>ON</i>
		PB <i>Stop</i>		<i>OFF</i>
		PB 2	Motor 3 fasa CCW rangkaian <i>Star</i>	<i>ON</i>
		PB <i>Star</i>		<i>ON</i>
		PB <i>Stop</i>		<i>OFF</i>
		PB 2	Motor 3 fasa CCW rangkaian <i>Delta</i>	<i>ON</i>
		PB <i>Delta</i>		<i>ON</i>
		PB <i>Stop</i>		<i>OFF</i>

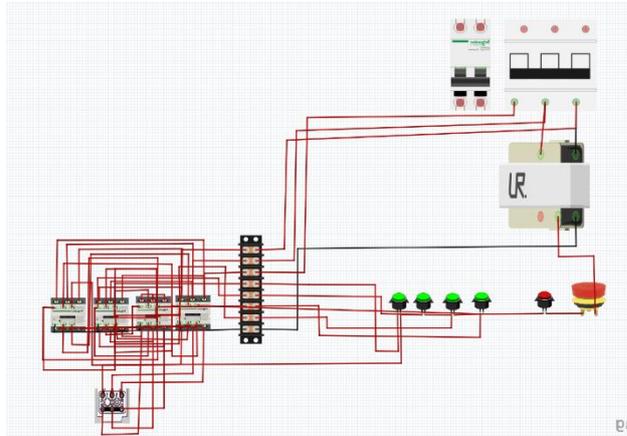
Pada tabel diatas menunjukkan urutan dari proses menghidupkan motor listrik 3 fasa CW dan CCW dengan rangkaian *Star delta* dengan penjelasan dibawah ini :

- PB 1 : Untuk mengaktifkan kontaktor 1.
  - PB *Star* : Untuk menyalakan motor listrik dalam kondisi *Star*.
  - PB *Delta*: Untuk menyalakan motor listrik dalam kondisi *delta*.
- PB 2 : Untuk mengaktifkan kontaktor 2.
  - PB *Star* : Untuk menyalakan motor listrik dalam kondisi *Star*.
  - PB *Delta*: Untuk menyalakan motor listrik dalam kondisi *delta*.
- PB *Stop* : Untuk mematikan motor listrik.

Dari penjelasan urutan menghidupkan motor listrik 3 fasa CW dan CCW dengan rangkaian *star* dan *delta*, *wiring* diagram untuk menghidupkan motor listrik 3 fasa CW dan CCW dengan rangkaian *star* dan *delta* tersebut terdapat pada Gambar 4.15.



Gambar 4. 15 *Wiring* diagram menghidupkan motor 3 fasa CW dan CCW dengan rangkaian *star* dan *delta*



Gambar 4. 16 *Layout* tampak belakang skema menghidupkan motor 3 fasa CW dan CCW dengan rangkaian *star* dan *delta*

Gambar 4.16 difungsikan untuk menghidupkan motor listrik 3 fasa CW dan CCW dengan rangkaian *star* dan *delta*, dari gambar diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sumber listrik 3 fasa 380V masuk ke rangkaian.
2. Arus utama R, S, T melewati MCB 3P sebagai pengaman lalu ke kontaktor.
3. Dari MCB 3 *Pole*, tegangan diteruskan ke trafo 380V-220V untuk mengubah tegangan 380V ke 220V untuk sistem kontrol.
  - Sistem Kontrol:
4. Dimulai dari → EMG → PB *Stop* (NC) → PB1 (NO) → PB2 (NO) → PB *Star* (NO) → PB *delta* (NO).
5. Tekan PB1:
  - a. K1 aktif → motor mendapatkan daya.
  - b. Kontak bantu K1 (13-14) akan membuka jalur ke K *Star* dan K *delta* dan mencegah K2 aktif.
6. Tekan PB *Star*:
  - a. K *Star* aktif → motor berputar dalam kondisi *Star*.
  - b. Kontak bantu K2 (13-14) akan membuka jalur ke K *delta* untuk mencegah K *delta* aktif.
7. Tekan PB *delta*:
  - a. K *delta* aktif → motor berputar dalam kondisi *delta*.

- b. Kontak bantu K2 (13-14) akan membuka jalur ke K *Star* untuk mencegah K *Star* aktif.
8. Tekan PB2:
- a. K2 aktif → motor mendapatkan daya.
  - b. Kontak bantu K1 (13-14) akan membuka jalur ke K *Star* dan K *delta* untuk mencegah K1 aktif.
9. Tekan PB *Star*:
- a. K *Star* aktif → motor berputar dalam kondisi *Star*.
  - b. Kontak bantu K2 (13-14) akan membuka jalur ke K *delta* untuk mencegah K *delta* aktif.
10. Tekan PB *delta*:
- a. K *delta* aktif → motor berputar dalam kondisi *delta*.
  - b. Kontak bantu K2 (13-14) akan membuka jalur ke K *Star* untuk mencegah K *Star* aktif.
11. Tekan PB *Stop* :
- a. Semua arus kontrol terputus → motor berhenti.

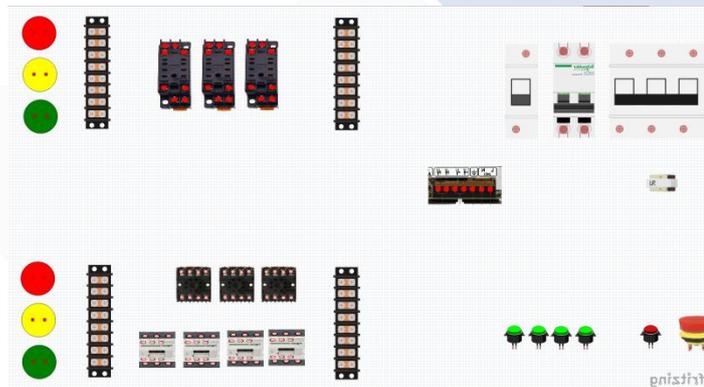
Dari Gambar 4.16 komponen yang akan digunakan pada skema menghidupkan motor 3 fasa dengan rangkaian *Star* dan *delta* ada pada Tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Komponen yang digunakan

No.	Kode	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	MCB	MCB 3 fasa	40 <i>Ampere</i> 240/415V	1
2	TRF	Trafo Step Down	<i>Input</i> 0- 220V-280V <i>Output</i> 0- 48V-110V- 220V	1
3	Pb. <i>Stop</i>	PB <i>Stop</i>	5 <i>Ampere</i> XB7-EA42 kontak NC	1
4	PB1, PB2, PB <i>Delta</i> , PB <i>Star</i>	PB <i>Start</i>	5 <i>Ampere</i> XB7-EA31 kontak NO	4

No.	Kode	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
5	K1,K2, K <i>DELTA</i> , K <i>STAR</i>	Kontaktor	Schneider LC1D09M7 220V 50/60 Hz	4
6	M	Motor listrik 3 fasa	380V	1
7	EMG	<i>Emergency Button</i>	CRE-25R1 10 Ampere	1

Dari semua skema dan *layout* diatas penulis dapat menetapkan *layout* komponen dan komponen yang akan digunakan pada rancangan media ajar rangkaian listrik. Berikut *layout* dan jumlah komponen yang akan digunakan :



Gambar 4. 17 *Layout* komponen media ajar rangkaian listrik

Tabel 4. 15 Komponen yang digunakan

No.	Kode	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	MCB	MCB 3 P	40 Ampere 240/415V	1
2	MCB	MCB 2 P	2 Ampere 240/415V	1
3	MCB	MCB 1 P	6 Ampere 230V	1
4	TRF	Trafo <i>Step Down</i>	<i>Input</i> 0-220V- 280V <i>Output</i> 0-48V-110V- 220V	1
5	PSU	<i>Power Supply</i>	<i>Input</i> 0-220V- 280V <i>Output</i> 0-48V-110V- 220V	1

No.	Kode	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
6	R	<i>Relay</i>	MY2N 5 Ampere 12V DC	3
7	KT	<i>Timer Delay On</i>	Omron H3CR- A8 12-48V AC/DC 50/60 Hz	3
8	K	Kontaktor	Schneider LC1D09M7 220V 50/60 Hz	4
9	EMG	<i>Emergency</i>	CRE-25R1 10 <i>Ampere</i>	1
10	PB1, PB2, PB3, PB4	<i>PB Start</i>	5 Ampere XB7-EA31 kontak NO	4
11	<i>PB Stop</i>	<i>PB Stop</i>	5 Ampere XB7-EA42 kontak NC	1
12		<i>Terminal block</i>	220V	4
13	L1, L2, L3	Lampu AC	220V-240V 3 Watt	3
14	L1, L2, L3	Lampu DC	12V	3
15	M	Motor 3 fasa 380V	380V	1

## 4.2 Proses Pembuatan

Proses pembuatan merupakan rangkaian aktivitas yang menjelaskan langkah-langkah dan tahapan yang dilakukan selama proses pengerjaan media pembelajaran. Rangkaian proses yang dilakukan dalam proses pembuatan adalah :

### 4.2.1 Proses Pengeboran

Proses pengeboran yang terlihat pada Gambar 4.18 merupakan tahap pengeboran pada papan media pembelajaran yang

berfungsi sebagai tempat pemasangan komponen serta jalur bagi kabel.



Gambar 4. 18 Pengeboran Platform

#### 4.2.2 Proses Pemotongan Besi *Hollow*

Proses pemotongan besi *hollow* yang ditampilkan pada Gambar 4.19 merupakan tahap pemotongan besi *hollow* sesuai dengan ukuran yang telah dirancang, yang nantinya akan digunakan sebagai tiang penyangga media pembelajaran.



Gambar 4. 19 Pemotongan Besi *Hollow*

#### 4.2.3 Proses Pengelasan

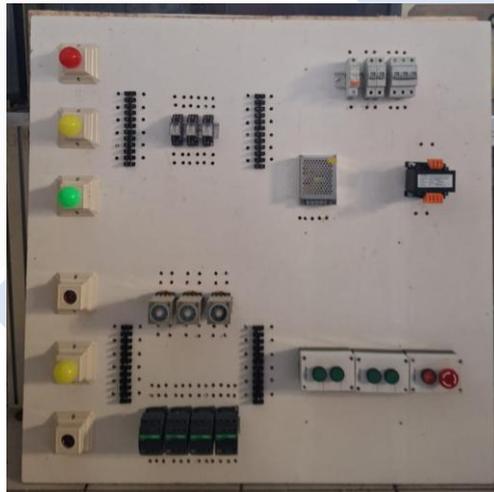
Proses pengelasan yang ditampilkan pada Gambar 4.20 merupakan tahap penyambungan bagian-bagian besi yang telah dipotong, dengan tujuan menggabungkan komponen tersebut guna membentuk tiang pada media pembelajaran.



Gambar 4. 20 Pengelasan

#### 4.2.4 Proses Perakitan

Proses perakitan adalah tahap penyatuan komponen-komponen yang telah ditentukan sebelumnya. Tahapan ini mencakup penggabungan seluruh bagian yang telah diproses sebagai langkah akhir dalam pembuatan media pembelajaran. Hasil dari perakitan dapat dilihat pada Gambar 4.21



Gambar 4. 21 Hasil Perakitan

### 4.3 Uji Coba

Uji coba dilakukan pada media ajar yang telah dibuat dengan melakukan pengujian skema yang telah dibuat. Sebelumnya skema telah disimulasi melalui software Simurelay yang dapat dilihat pada Tabel 4. 16

Tabel 4. 16 Simulasi Simurelay

No.	Skema	Hasil Simulasi	Keterangan
1	Menghidupkan Lampu AC Seri	Berhasil	
2	Menghidupkan Lampu AC Paralel	Berhasil	
3	Menghidupkan Lampu DC	Berhasil	
4	Simulasi Lampu Lalu Lintas Manual	Berhasil	
5	Simulasi Lampu Lalu Lintas Otomatis	Berhasil	
6	Menghidupkan Motor Listrik CW dan CCW	Berhasil	
7	Menghidupkan Motor Listrik dengan Rangkaian <i>Star Delta</i>	Berhasil	
8	Menghidupkan Motor Listrik CW dan CCW dengan Rangkaian <i>Star Delta</i>	Berhasil	

Tabel 4. 17 Uji Coba

No.	Skema	Hasil Uji Coba	Keterangan
1	Menghidupkan Lampu AC Seri	Berhasil	
2	Menghidupkan Lampu AC Paralel	Berhasil	
3	Menghidupkan Lampu DC	Gagal	Tidak terjadinya <i>self-holding</i> pada rangkaian yang diimplementasikan
4	Simulasi Lampu Lalu Lintas Manual	Berhasil	
5	Simulasi Lampu Lalu Lintas Otomatis	Gagal	Lampu hidup tidak <i>continue</i> , berhenti pada lampu terakhir
6	Menghidupkan Motor Listrik CW dan CCW	Berhasil	
7	Menghidupkan Motor Listrik dengan Rangkaian <i>Star Delta</i>	Gagal	Jumper pada motor listrik tidak terlepas
8	Menghidupkan Motor Listrik CW dan CCW dengan Rangkaian <i>Star Delta</i>	Gagal	Komponen yang tersedia tidak memenuhi persyaratan untuk <i>wiring</i> diagram yang telah dibuat

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan uji coba media pembelajaran rangkaian listrik, dapat disimpulkan bahwa media yang dikembangkan telah berhasil menampilkan berbagai skema dasar praktik kelistrikan seperti rangkaian lampu AC dan DC, simulasi lampu lalu lintas manual dan otomatis, serta pengoperasian motor tiga fasa dengan konfigurasi CW dan CCW. Skema yang dirancang terbukti mampu dijalankan melalui simulasi dan sebagian besar berhasil diimplementasikan secara nyata. Kendala teknis seperti tidak tersedianya komponen menunjukkan pentingnya pemilihan komponen yang sesuai pada saat identifikasi. Secara keseluruhan, media ini efektif menjadi alat bantu ajar dalam praktik kelistrikan dan mendukung peningkatan pemahaman mahasiswa terhadap konsep teori dan aplikasinya di lapangan.

#### **5.2 Saran**

Media pembelajaran yang dikembangkan masih memiliki sejumlah kekurangan, khususnya dalam penggunaan komponen *timer delay on* serta penerapan metode *star* dan *delta* pada motor listrik yang belum berhasil berfungsi dengan baik. Oleh karena itu, penulis menyarankan agar dilakukan evaluasi lebih lanjut terhadap pemilihan komponen dan kesesuaian rangkaian untuk implementasi nyata guna meningkatkan cakupan materi serta efektivitas penerapan media pembelajaran ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andaresta, S. (2018). *Pengertian Kabel Listrik*.
- Citarsa Fery Bagus, I., Satiawan Wahyu Nyoman, I., & Suksmadana Budi Made, I. (2022). Transformator Elektronika. In *Mataram University Press* (Vol. 11, Issue 1). Mataram University Press.
- Electgo. (2025a). *Mengenal Kontaktor: Fungsi Kontaktor, Cara Kerja Kontaktor dan Jenis Jenisnya*.
- Electgo. (2025b). *Pengertian Timer: Time Delay Relay, Timer Analog, dan Timer Digital*.
- Fattah, H. (2021). Push Button. *LTE<sup>TM</sup> Cellular Narrowband Internet of Things (NB-IoT)*, 211–216. <https://doi.org/10.1201/9781003120018-23>
- Febriansyah, F. (2018). Karakteristik Arus Start Motor Induksi Tiga Fasa (Motor Slip Ring) Dengan Beban dan Tanpa Beban di Laboratorium Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Hasan, M., Milawati, Darodjat, Khairani, H., & Tahrim, T. (2021). Media Pembelajaran. In *Tahta Media Group*.
- II, B. A. B., & Pustaka, T. (n.d.). *Esp32 2*. 5–20.
- Kemendikbud. (2014). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah. *Peraturan Menteri Pendidikan*, 53(9), 1–11.  
<https://jdih.kemdikbud.go.id/sjdih/siperpu/dokumen/salinan/Permendikbud Nomor 103 Tahun 2014>
- Khoirun Nisa, F., Aulia Rahmadanti, D., Rohmatun Khasanah, Y., Aura Nabela,

- Y., Aqila Nisa, S., Dwi Pratiwi, J., Ratnasari, Y., & Sederhana Rangkaian Seri Rangkaian Paralel Listrik, P. (2024). *Analisis Pemahaman Konsep Rangkaian Listrik Seri dan Paralel melalui Praktikum Sederhana Analysis of Understanding The Concept of Series and Parallel Electrical Circuits Through Simple Practicum KATA KUNCI*. 6(2), 107–118. <https://belaindika.nusaputra.ac.id/indexbelaindika@nusaputra.ac.id>
- Mohamad, R. (2008). *Tegangan*. Penerbit Erlangga, 408. <https://books.google.co.id/books?id=BddbEAAAQBAJ>
- Mustafid Octavian, A. (2020). *Instalasi Tenaga Mcb 1 Fasa Dan 3 Fasa*. 1–7.
- Muzani, I. A. (2022). *Disusun dalam memenuhi Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S1) Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Semarang*.
- Nyoman Ari Nurjaya, Gede Ratnaya, & Putu Suka Arsa. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Rangkaian Rlc. *JPTE: Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 12(1), 48–56. <https://doi.org/10.23887>
- Power Supply*. (n.d.). 1–19.
- Tri Wibowo. (2018). *Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (Ats) Menggunakan Programable Logic Control (Plc. Mm*, 32–33.



# Lampiran 1

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### Data Pribadi

Nama Lengkap : Irfan Maulana  
Tempat Tanggal Lahir : Kemuja, 26 Juli 2004  
Jenis Kelamin : Laki – laki  
Agama : Islam  
Alamat Rumah : Jl. Mentok Dalam. RT/RW : 001/000  
HP : +62 821 – 7860 – 6106  
Email : irfnmln260704@gmail.com



### Riwayat Pendidikan

- SD Negeri 8 Mendo Barat
- SMP Negeri 1 Mendo Barat
- SMK Negeri 2 Pangkalpinang

### Pengalaman Kerja

- PKL ( Praktik Kerja Lapangan ) PERBENGKELAN BALAI KARYA PT. TIMAH
- PKL ( Praktik Kerja Lapangan ) PT. CITRA PLASTIK MAKMUR

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### Data Pribadi

Nama Lengkap : Ragil Afrizal  
Tempat Tanggal Lahir : Depok, 27 Maret 2003  
Jenis Kelamin : Laki – laki  
Agama : Islam  
Alamat Rumah : Jl. Merdeka II, Pemali  
HP : +62 859 – 2226 – 7223  
Email : ragff769@gmail.com



### Riwayat Pendidikan

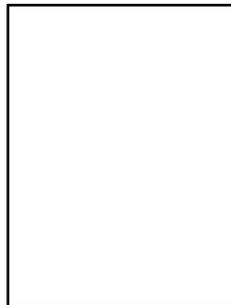
- SD Negeri 2 Pemali
- SMP Negeri 1 Pemali
- SMA Negeri 1 Pemali



# Lampiran 2



LEMBAR KERJA PRAKTIK  
PRAKTIK RANGKAIAN LISTRIK



Nama :

NIM :

Kelas :

PROGRAM STUDI TEKNIK PERAWATAN DAN PERBAIKAN MESIN  
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG

# RENCANA PEMBELAJARAN

## Deskripsi Mata Kuliah

Mata kuliah ini memberikan keterampilan khusus kepada mahasiswa untuk dapat melakukan pemeliharaan pemeliharaan, perbaikan, dan memodifikasi sistem listrik kompleks pada mesin industri

## Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

Mampu mampu merancang, merakit, menganalisis, dan menguji rangkaian listrik dasar

## Sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah

1. Mampu mengidentifikasi komponen kelistrikan.
2. Mampu membuat dan membaca wiring diagram.
3. Mampu mengimplementasikan wiring diagram pada media pembelajaran yang ada.
4. Mampu mengidentifikasi kesalahan pada rangkaian yang diimplementasikan pada media pembelajaran.

## Metoda Pembelajaran

Metoda pembelajaran yang digunakan adalah model pembelajaran demonstrasi dan *Colaborative Learning*, yaitu metode pembelajaran yang menitikberatkan pada kerjasama antar mahasiswa yang didasarkan pada konsensus yang dibangun sendiri oleh anggota kelompok. Model pembelajaran ini menuntut Dosen memberikan tugas pengelolaan secara berkelompok bersama dengan PLP atau teknisi yang memiliki keahlian dibidangnya untuk menyelesaikan masalah atau kegiatan yang harus dilakukan. Mahasiswa mampu memberikan pendapat dan keputusan dalam penyelesaian tugas tersebut melalui pendekatan dan penerapan teoritis yang dimilikinya.

## Evaluasi

Evaluasi dilakukan terhadap proses dan hasil praktik berupa:

- a. Kemampuan mengidentifikasi komponen kelistrikan
- b. Kemampuan membuat dan membaca wiring diagram
- c. Kemampuan mengimplementasikan wiring diagram pada media pembelajaran
- d. Kemampuan mengidentifikasi kesalahan pada rangkaian yang diimplementasikan pada media pembelajaran.

## Kegiatan dan Waktu Pembelajaran

Waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran sebanyak 2700 menit (45 Jam Pembelajaran) dengan uraian kegiatan sebagai berikut:

Hari Ke:	Uraian kegiatan	Waktu		
		Tatap Muka	Penugasan Terstruktur	Total
1	1) Teori mengenai kelistrikan dasar serta mengenal komponen kelistrikan	180 menit		720 menit (12 JP)
	2) Pengantar praktik rangkaian listrik		540 menit	
2-3	1) Pengantar pembuatan dan membaca wiring diagram	180 menit		120 menit (13 JP)
	2) Mengimplementasikan wiring diagram yang telah dibuat oleh mahasiswa		840 menit	
4	1) Mengidentifikasi kesalahan pada rangkaian listrik	240 menit	540 menit	780 menit (17 JP)
5	Evaluasi teori dan praktik.		240 menit	3 JP

## LATIHAN 1

### Judul Tugas

Merancang skema menghidupkan lampu AC (Rangkaian Seri dan Paralel).

### Sub-CPMK

Mampu merancang skema menghidupkan lampu AC (Rangkaian Seri dan Paralel).

### Deskripsi Tugas

Tugas ini memberi pengalaman belajar kepada mahasiswa untuk merancang skema menghidupkan lampu AC baik secara Seri maupun Paralel dalam bentuk wiring diagram.

### Metode Pengerjaan Tugas

*Collaborative Learning.*

1. Mahasiswa mengerjakan latihan merancang skema menghidupkan lampu AC baik secara Seri maupun paralel dalam bentuk wiring diagram dengan metode pembelajaran yang menitikberatkan pada kerja sama antar mahasiswa yang didasarkan pada konsensus yang dibangun sendiri oleh anggota kelompok.
2. Bertanya atau berdiskusi dengan pengajar atau PLP secara langsung atau melalui media/platform online (Microsoft Teams, WAG, dsb).

### Waktu

540 menit

### Uraian Tugas

#### Bahan dan Alat:

1. Alat Tulis Kantor.
2. Lembar Kerja.
3. Media pembelajaran rangkaian listrik

#### Waktu:

540 menit

#### Sikap Kerja:

1. Selalu mengikuti prosedur dan instruksi kerja.
2. Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.
3. Menempatkan obyek demonstrasi sesuai dengan bendanya.
4. Memperhatikan kebersihan lingkungan, kenyamanan kerja, dan tidak ada pihak lain yang terganggu.

#### Keselamatan Kerja:

1. Menggunakan Alat Perlindungan Diri (APD) yang sesuai dengan jenis pekerjaan.
2. Menggunakan alat kerja yang baik yang tidak menimbulkan kecelakaan.
3. Melindungi objek kerja maupun alat kerja dari bahaya/kecelakaan.

#### Pemeliharaan dan Penyimpanan Alat Kerja:

1. Membersihkan dan memberikan pencegahan karat pada alat-alat kerja yang selesai digunakan.
2. Menyimpan alat-alat kerja pada tempatnya dengan rapih dan teratur.
3. Memeriksa kelengkapan alat kerja di dalam tempat penyimpanan.

#### Instruksi Kerja:

1. Persiapan.
  - a. Pelajari dengan seksama instruksi kerja.
  - b. Siapkan bahan dan alat yang diperlukan.

2. Identifikasi kebutuhan komponen untuk menghidupkan lampu AC baik secara Seri maupun Paralel.
3. Buat wiring diagram untuk menghidupkan lampu AC baik secara Seri maupun Paralel.

**Hasil Kerja:**

1. Wiring diagram Rangkaian Seri

## 2. Wiring diagram Rangkaian Paralel

<b>LATIHAN 2</b>	
<b>Judul Tugas</b>	Merancang skema menghidupkan lampu DC
<b>Sub-CPMK</b>	Mampu merancang skema menghidupkan lampu DC
<b>Deskripsi Tugas</b>	Tugas ini memberi pengalaman belajar kepada mahasiswa untuk merancang skema menghidupkan lampu DC dalam bentuk wiring diagram.
<b>Metode Pengerjaan Tugas</b>	<p><i>Collaborative Learning.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mahasiswa mengerjakan latihan merancang skema menghidupkan lampu DC dalam bentuk wiring diagram dengan metode pembelajaran yang menitikberatkan pada kerja sama antar mahasiswa yang didasarkan pada konsensus yang dibangun sendiri oleh anggota kelompok.</li> <li>Bertanya atau berdiskusi dengan pengajar atau PLP secara langsung atau melalui media/platform online (Microsoft Teams, WAG, dsb).</li> </ol>
<b>Waktu</b>	540 menit
<b>Uraian Tugas</b>	<p><b>Bahan dan Alat</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Alat Tulis Kantor.</li> <li>Lembar Kerja.</li> <li>Media pembelajaran rangkaian listrik</li> </ol> <p><b>Waktu</b> 540 menit</p> <p><b>Sikap Kerja</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Selalu mengikuti prosedur dan instruksi kerja.</li> <li>Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.</li> <li>Menempatkan obyek demonstrasi sesuai dengan bendanya.</li> <li>Memperhatikan kebersihan lingkungan, kenyamanan kerja, dan tidak ada pihak lain yang terganggu.</li> </ol> <p><b>Keselamatan Kerja</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan Alat Perlindungan Diri (APD) yang sesuai dengan jenis pekerjaan.</li> <li>Menggunakan alat kerja yang baik yang tidak menimbulkan kecelakaan.</li> <li>Melindungi objek kerja maupun alat kerja dari bahaya/kecelakaan.</li> </ol> <p><b>Pemeliharaan dan Penyimpanan Alat Kerja</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Membersihkan dan memberikan pencegahan karat pada alat-alat kerja yang selesai digunakan.</li> <li>Menyimpan alat-alat kerja pada tempatnya dengan rapih dan teratur.</li> <li>Memeriksa kelengkapan alat kerja di dalam tempat penyimpanan.</li> </ol> <p><b>Instruksi Kerja</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Persiapan. <ol style="list-style-type: none"> <li>Pelajari dengan seksama instruksi kerja ini.</li> <li>Siapkan bahan dan alat yang diperlukan.</li> </ol> </li> <li>Identifikasi kebutuhan komponen untuk menghidupkan lampu DC</li> <li>Buat wiring diagram untuk menghidupkan lampu DC</li> </ol>

Hasil Kerja :

1. Wiring diagram

## LATIHAN 3

### Judul Tugas

Merancang skema simulasi lalu lintas secara manual dan otomatis

### Sub-CPMK

Mampu merancang skema simulasi lampu lalu lintas secara manual dan otomatis

### Deskripsi Tugas

Tugas ini memberi pengalaman belajar kepada mahasiswa untuk merancang skema simulasi lampu lalu lintas secara manual dan otomatis dalam bentuk wiring diagram.

### Metode Pengerjaan Tugas

*Collaborative Learning.*

3. Mahasiswa mengerjakan latihan merancang skema simulasi lampu lalu lintas secara manual dan otomatis dalam bentuk wiring diagram dengan metode pembelajaran yang menitikberatkan pada kerja sama antar mahasiswa yang didasarkan pada konsensus yang dibangun sendiri oleh anggota kelompok.
4. Bertanya atau berdiskusi dengan pengajar atau PLP secara langsung atau melalui media/platform online (Microsoft Teams, WAG, dsb).

### Waktu

540 menit

### Uraian Tugas

#### Bahan dan Alat:

1. Alat Tulis Kantor.
2. Lembar Kerja.
3. Media pembelajaran rangkaian listrik

#### Waktu:

540 menit

#### Sikap Kerja:

1. Selalu mengikuti prosedur dan instruksi kerja.
2. Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.
3. Menempatkan obyek demonstrasi sesuai dengan bendanya.
4. Memperhatikan kebersihan lingkungan, kenyamanan kerja, dan tidak ada pihak lain yang terganggu.

#### Keselamatan Kerja:

1. Menggunakan Alat Perlindungan Diri (APD) yang sesuai dengan jenis pekerjaan.
2. Menggunakan alat kerja yang baik yang tidak menimbulkan kecelakaan.
3. Melindungi objek kerja maupun alat kerja dari bahaya/kecelakaan.

#### Pemeliharaan dan Penyimpanan Alat Kerja:

1. Membersihkan dan memberikan pencegahan karat pada alat-alat kerja yang selesai digunakan.
2. Menyimpan alat-alat kerja pada tempatnya dengan rapih dan teratur.
3. Memeriksa kelengkapan alat kerja di dalam tempat penyimpanan.

#### Instruksi Kerja:

1. Persiapan.
  - a. Pelajari dengan seksama instruksi kerja.
  - b. Siapkan bahan dan alat yang diperlukan.
2. Identifikasi kebutuhan komponen untuk simulasi lampu lalu lintas secara manual dan otomatis.
3. Buat wiring diagram untuk skema simulasi lampu lalu lintas secara manual dan otomatis

Hasil Kerja

1. Wiring diagram simulasi secara manual

2. Wiring diagram secara otomatis

<b>LATIHAN 4</b>	
<b>Judul Tugas</b>	Merancang skema untuk menghidupkan motor listrik 3 fasa
<b>Sub-CPMK</b>	Mampu merancang skema menghidupkan motor listrik 3 fasa
<b>Deskripsi Tugas</b>	Tugas ini memberi pengalaman belajar kepada mahasiswa untuk merancang skema menghidupkan motor listrik 3 fasa dalam bentuk wiring diagram.
<b>Metode Pengerjaan Tugas</b>	<p><i>Collaborative Learning.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mahasiswa mengerjakan latihan merancang skema menghidupkan motor listrik 3 fasa dalam bentuk wiring diagram dengan metode pembelajaran yang menitikberatkan pada kerja sama antar mahasiswa yang didasarkan pada konsensus yang dibangun sendiri oleh anggota kelompok.</li> <li>Bertanya atau berdiskusi dengan pengajar atau PLP secara langsung atau melalui media/platform online (Microsoft Teams, WAG, dsb).</li> </ol>
<b>Waktu</b>	540 menit
<b>Uraian Tugas</b>	<p><b>Bahan dan Alat</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Alat Tulis Kantor.</li> <li>Lembar Kerja.</li> <li>Media pembelajaran rangkaian listrik</li> </ol> <p><b>Waktu</b> 540 menit</p> <p><b>Sikap Kerja</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Selalu mengikuti prosedur dan instruksi kerja.</li> <li>Menggunakan alat sesuai dengan fungsinya.</li> <li>Menempatkan obyek demonstrasi sesuai dengan bendanya.</li> <li>Memperhatikan kebersihan lingkungan, kenyamanan kerja, dan tidak ada pihak lain yang terganggu.</li> </ol> <p><b>Keselamatan Kerja</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Menggunakan Alat Perlindungan Diri (APD) yang sesuai dengan jenis pekerjaan.</li> <li>Menggunakan alat kerja yang baik yang tidak menimbulkan kecelakaan.</li> <li>Melindungi objek kerja maupun alat kerja dari bahaya/kecelakaan.</li> </ol> <p><b>Pemeliharaan dan Penyimpanan Alat Kerja</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Membersihkan dan memberikan pencegahan karat pada alat-alat kerja yang selesai digunakan.</li> <li>Menyimpan alat-alat kerja pada tempatnya dengan rapih dan teratur.</li> <li>Memeriksa kelengkapan alat kerja di dalam tempat penyimpanan.</li> </ol> <p><b>Instruksi Kerja</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Persiapan. <ol style="list-style-type: none"> <li>Pelajari dengan seksama instruksi kerja ini.</li> <li>Siapkan bahan dan alat yang diperlukan.</li> </ol> </li> <li>Identifikasi kebutuhan komponen untuk menghidupkan motor listrik 3 fasa</li> <li>Buat wiring diagram untuk menghidupkan motor listrik 3 fasa</li> </ol>

Hasil Kerja :

1. Wiring diagram putaran CW dan CCW

2. Wiring diagram dengan metode star delta

### 3. Wiring diagram putaran CW dan CCW



# Lampiran 3

