

## PELATIHAN PENINGKATAN KOMPETENSI GURU TENTANG PENGOPERASIAN DAN PERAWATAN PANEL SWITCHGEAR DI SMK TUREN-KAB. MALANG

Sigi Syah Wibowo<sup>1</sup>, Wijaya Kusuma<sup>2</sup>, Rokiyah<sup>3</sup>, Budi Eko Prasetyo<sup>4</sup>, Epiwardi<sup>5</sup>  
<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

**Abstrak** - SMK Negeri 1 Kepanjen- Kabupaten Malang . khususnya Program Studi Teknik elektronika yang sedang mengembangkan modul praktek guna mempersiapkan dan menambah jumlah modul untuk anak didiknya khususnya siswa SMK. Untuk saat ini yang keinginan untuk mengembangkan modul praktek khususnya berkaitan dengan PLC. Berdasarkan metode yang diterapkan maka dapat dicapai hasil antara lain : Metode materi, dan peragaan yang dilaksanakan dapat efektif mencapai tujuan yang diinginkan, jika dikaitkan dengan keterbatasan waktu pelaksanaan. Peserta pelatihan Teknik Perancangan dan pemrograman PLC Untuk Pengajar Program Studi Teknik Instalasi Tenaga Elektronika di SMKN 1 Kepanjen Kabupaten Malang peserta pelatihan dapat melihat langsung peralatan yang dipasang. Peserta pelatihan dapat terampil melakukan praktek Teknik Perancangan dan pemrograman PLC secara sederhana dengan baik dan standart. Peserta pelatihan dapat mengatasi sendiri , jika ada permasalahan atau kerusakan praktek Teknik Perancangan dan pemrograman PLC Peserta dapat menikmati secara langsung hasil dari praktek Teknik Perancangan dan pemrograman PLC.

**Kata kunci:** Teknik Perancangan . Pemrograman, PLC

### I. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kondisi lingkungan di SMK Turen - Kabupaten Malang . khususnya Program Studi Teknik instalasi yang sedang mengembangkan modul praktek guna mempersiapkan dan menambah jumlah modul untuk anak didiknya khususnya siswa – siswa SMK Turen. Di SMK Turen. terdapat 10 pengajar pada program studi teknik Instalasi Tenaga Listrik dan sebagian besar merupakan pengajar praktek, Mereka berpendidikan S1 dari sarjana pendidikan dan yang S1 bidang teknik hanya sebagian

Berdasarkan kedua kondisi di atas, yaitu kondisi lingkungan dan kondisi potensi sumber daya manusia para pengajari, maka dapat diambil suatu peluang untuk dapat melaksanakan pengabdian pada masyarakat. Pengabdian pada masyarakat tersebut berbentuk Pelatihan Pengoperasian dan Perawatan Panel Switchgear kepada pengajar program studi teknik listrik SMK Turen, sehingga nantinya dapat menambah keterampilan para pengajar dalam bidang instalasi listrik dan praktek kendali.

### II. TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Komponen Peralatan Pengalih Daya

Komponen-komponen peralatan pengalih daya ditempatkan pada panel listrik, meliputi: Pengaman listrik, Kontaktormagnet, Time delay, Push botton, Overload, Lampu indikator, Transformator, alat ukur listrik.

Pada setiap peralatan pengalih daya disertai gambar rangkaian pengendali dan gambar rangkaian pengawatan. Hal ini bertujuan untuk memudahkan operator memahami cara kerja peralatan pengalih daya tersebut.



Gambar 1 Pengalih daya

#### B. Pengaman Panel

Pengaman listrik harus selalu dipasang pada setiap panel dengan urutan pemasangan sebagai berikut: NFB dan MCB. Ketentuan yang besarnya arus pengaman tidak boleh melebihi arus nominal kabel yang dipasang pada rangkaian pengendali atau rangkaian pengawatan (ayat 412 C 2 , ayat 412 C 5).



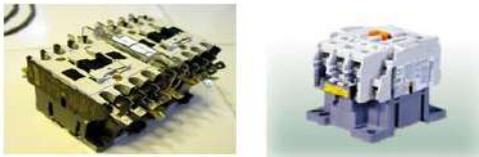
Gambar 2 Pengaman Listrik

Pengaman listrik NFB digunakan untuk pengaman induk, MCB 1 Fasa digunakan untuk pengaman rangkaian pengendali dan MCB 3 Fasa untuk pengaman rangkaian pengawatan.

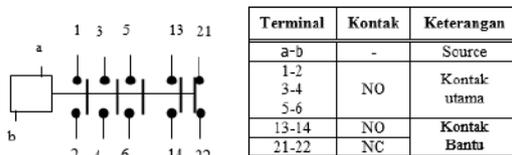
### 1) Kontaktor magnet

Kontaktormagnet adalah saklar yang bekerja berdasarkan elektromagnetis digunakan untuk membuka dan menyambung rangkaian listrik (load). Kontaktormagnet bekerja untuk merubah kontak-kontak Normally Open (NO) dan Normally Close (NC).

Pada kontaktormagnet terdapat dua kontak yaitu: *Kontak Utama* (NO) yang diberi nomor terminal 1-2, 3-4 dan 5-6. dan *kontak bantu* dengan nomor terminal 13-14 (NO) dan 21-22 (NC). Kontak utama pada terminal 1-3-5 dihubungkan ke sumber energi dan terminal 2-4-6 dihubungkan ke beban (*load*).



Gambar 3 Kontaktor Magnet

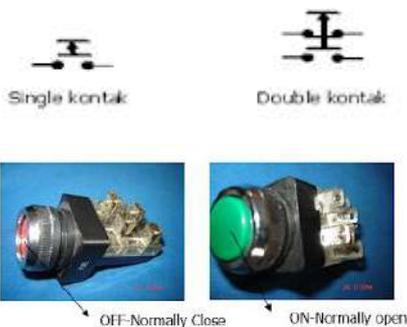


Gambar 4 Simbol Kontaktor Magnet

Terminal a-b merupakan kumparan penguat magnet yang berfungsi untuk menghasilkan kemagnitan. Kontaktormagnet pabrikan terdiri dari beberapa kontak diantaranya: 3NO+1NO; 3 NO+1NO 1NC; 3 NO+2NO 2NC. Untuk kemampuan arusnya dapat memilih dengan kemampuan arus 10 A; 15 A; 25 A; 30A; 50 A dll.

### C. Push Botton

Push botton disebut juga saklar tekan atau tombol tekan. Bekerja pada saat tombol ditekan akan merubah kontak NO menjadi NC dan NC menjadi NO. Berdasarkan jenis kontaknya terdiri dari: Single kontak dan Double kontak.

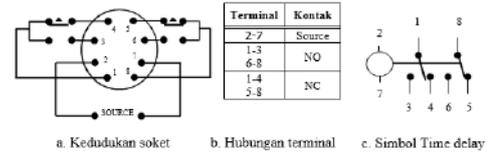


Gambar 5 Simbol dan bentuk fisik Tombol Tekan

### D. Time Delay

Time Delay adalah saklar penunda waktu yang digunakan sebagai alat bantu sistim pengendali. Terminal Source terdapat pada nomor 2-7, Kontak NO

pada terminal 1-3 dan 6-8 dan kontak NC terdapat pada terminal 1-4 dan 5-8.



Gambar 6 Simbol Time Delay

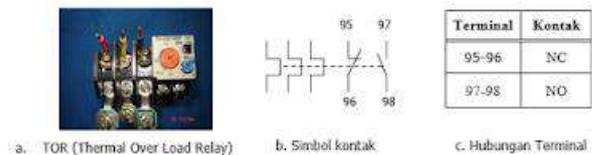


Gambar 7 Soket dan Timer untuk 1 Time Delay

### 1) Thermal Over Load Relay

*Thermal Over Load Relay* adalah peralatan kontrol listrik yang berfungsi untuk memutuskan jaringan listrik jika terjadi beban lebih. Jaringan listrik akan putus bila arus yang melewati lebih besar dari *setting* arus *Thermal Over Load* dengan melalui proses panas yang terdapat pada relay.

Pada saat mereset kembali memerlukan waktu untuk mengaktifkan kembali karena perlu proses pendinginan temperature terlebih dahulu.



Gambar 8 Thermal Over Load Relay(TOR)

### E. Memahami Rangkaian Pengendali Pengalih Daya

Pada Panel Pengalih daya terdapat rangkaian pengendali yang ditempelkan pada belakang pintu panel. Hal ini bertujuan untuk memudahkan operator di dalam memahami mengoperasikan peralatan pengalih daya. Di dunia industri banyak terdapat berbagai macam rangkaian pengendali seperti misalkan: Rangkaian Pengendali Direct On Line, Forward-reverse Motor, Sistim Pengasutan dan lain-lain.

Yang harus diperhatikan di dalam memahami rangkaian pengendali pengalih daya antara lain:

1. Mengetahui sumber energi yang digunakan
2. Memahami simbol-simbol kelistrikan
3. Mengenal komponen yang terpasang
4. Mengetahui cara kerja komponen
5. Mengetahui urutan penempatan komponen
6. Mengetahui Penggunaan Pengalih daya
7. Memahami cara kerja peralatan
8. Memahami cara kerja rangkaian pengendali

#### 1) Mengamati Operasi Peralatan Pengalih Daya

Untuk menghindari hal-hal yang tidak diharapkan saat peralatan pengalih daya sedang beroperasi perlu dilakukan pengamatan. Tiga hal yang harus mendapatkan pengamatan yaitu:

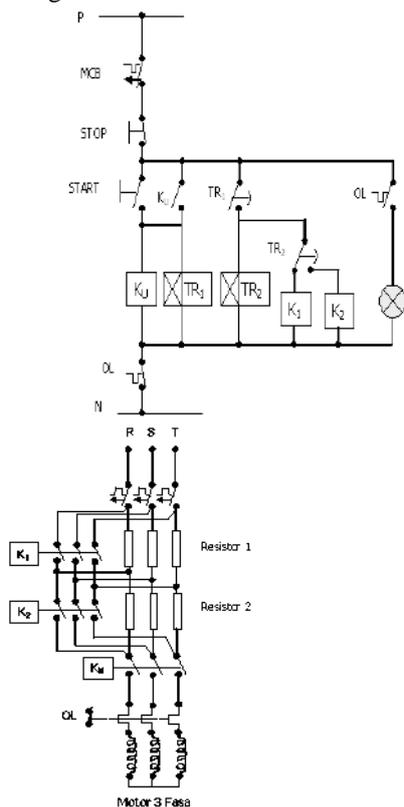
1. Pengamatan saat Starting Motor
2. Pengamatan saat Motor berjalan
3. Pengamatan saat memberhentikan Motor

2) *Pengamatan Saat Starting Motor*

Berbagai macam peralatan yang memerlukan cara-cara tertentu dalam menstarting Motor. Untuk motor yang berkapasitas diatas 10 HP memerlukan starting tertentu yaitu: Starting **Y-Δ** dan pengasutan dengan sistim low voltage (tegangan rendah). Untuk starting **Y-Δ** Motor 3 Fasa biasanya saat mula jalan arus mencapai 6 kali arus nominal. Sehingga saat start kumparan Motor 3 Fasa terhubung Y, dan menyerap arus lebih kecil sepertiga arus start hubungan Δ. Setelah beberapa detik kemudian kumparan motor terhubung Δ.

Pengasutan sistim *low voltage* (tegangan rendah) adalah cara mengasut Motor dengan mengurangi tegangan, dengan alasan arus dan torsi motor tidak terlalu besar pada saat starting Motor. Sistim low voltage yang sering digunakan yaitu: 1. Pengasutan tahanan primer, 2. Pengasutan autotrafo, dan 3. Pengasutan solid state (sistim SCR).

Berikut ini contoh rangkaian pengalih daya Pengasutan Tahanan Primer Motor 3 Fasa .



Gambar 9. Rangkaian peralatan pengalih daya Pengasutan

Tahanan Primer

Pengamatan yang dilakukan pada rangkaian peralatan pengalih daya Pengasutan Tahanan Primer Motor 3 Fasa adalah saat perpindahan pada kerja Kontaktor  $K_1$  ke Kontaktor  $K_2$ . Pada perpindahan tersebut terdapat Resistor 1 ke Resistor 2 yang tujuannya untuk mengurangi tegangan ke kumparan motor.

3) *Pengamatan Saat Motor Berjalan*

Pada saat Peralatan Pengalih daya sedang berjalan hal-hal yang harus diamati adalah:

a. **Pengamatan kecepatan putaran motor**

Pada Peralatan tertentu kecepatan putaran motor memerlukan kecepatan yang sudah ditetapkan. Sehingga perlu pengaturan kecepatan yang menggunakan beberapa peralatan pendukung. Mengatur kecepatan putaran Motor DC dilakukan dengan cara merubah penguatan magnit pada stator.

Dan mengatur kecepatan putaran Motor AC dilakukan dengan merubah jumlah kutub atau dengan mengatur frekuensi listrik.

b. **Pengamatan menentukan arah putaran motor**

Pada peralatan mesin pengaduk atau mesin lainnya yang arah putarannya Forward dan Reverse secara kontinue memerlukan pengawasan khusus.

c. **Mengamati tegangan yang terukur**

Sumber energi yang terpasang harus sesuai dengan tegangan yang diperlukan pada motor.

d. **Mengamati arus yang mengalir pada peralatan**

Arus nominal motor merupakan tolok ukur dari alat ukur yang terpasang. Artinya pada saat motor berjalan arus yang tertunjuk tidak boleh melebihi arus nominal motor.

e. **Pengamatan pada peralatan pengalih daya**

Pada saat peralatan sedang beroperasi perhatikan bunyi mesinnya. Apabila terdapat suara bising diluar kebiasaannya maka ada kemungkinan gangguan pada bantalan poros yang sudah habis pelumasannya, atau poros mesin yang tidak lurus.

Atau bau mesin yang menyengat akibat kumparan/lilitan yang terbakar. Bisa juga mesin yang panasnya tinggi akibat tidak ada pelumasan pada mesin.

4) *Pengamatan Saat Memberhentikan Motor*

Menghentikan Motor dilakukan dengan cara menghilangkan tegangan sumber hingga diperoleh kecepatan putaran sama dengan nol. Terdapat beberapa metode sistim pengereman yaitu:

- Pengereman Plugging
- Pengereman Dinamik (Regeneratif)
- Pengereman Elektromekanis
- Pengereman Beban Listrik

III. METODE PENGABDIAN

Untuk menentukan metode PKM maka sistem pengajaran praktek di program pengabdian masyarakat ini, harus diketahui modul penunjang apa yang sesuai dengan kurikulum yang berlaku dan SDM pengajar yang ada dulu , guna memenuhi sasaran yang tepat .Oleh karena itu dengan pengetahuan dan keterampilan

cara merancang, merencanakan Pelatihan Pengoperasian dan Perawatan Panel *Switchgear* dan peraturan instalasi listrik yang sesuai PUIL 2000 kepada pengajar program studi teknik listrik SMK Turen.

Dengan dibuatkan buku panduan teori dan praktek Pengoperasian dan Perawatan Panel *Switchgear* sangat cocok untuk penunjang pelatihan Pengoperasian dan Perawatan Panel *Switchgear*, khususnya *Switchgear* sekarang bukan lagi barang yang baru, melainkan sesuatu yang harus terpenuhi demi kemajuan dan pemenuhan kebutuhan masyarakat mengenai pemanfaatan ketenagalistrikan tersebut. Kegiatan pelatihan Pengoperasian dan Perawatan Panel *Switchgear* ini, dilaksanakan dengan metode langsung praktek, yaitu:

1. Pengenalan peralatan dan teori standar instalasi listrik sesuai PUIL 2000
2. Pengenalan peralatan Panel *Switchgear*
3. Pengoperasian Panel *Switchgear*.
4. Perawatan Panel *Switchgear*.

Metode ini dipilih karena mengingat keterbatasan waktu, tenaga, dan dana yang tersedia.

#### F. Rancangan Evaluasi

Evaluasi diadakan pada hari kedua, yaitu di akhir acara, meliputi:

- Demonstrasi, presentasi dan wawancara langsung terhadap peserta pelatihan.
- Praktek Pengoperasian dan Perawatan Panel *Switchgear* Disamping itu untuk melihat secara nyata, hasil ketrampilan yang telah diajarkan kepada pengajar program studi teknik listrik SMK Turen. secara keseluruhan, akan dilakukan peninjauan langsung oleh tim pelaksana 15 hari kemudian.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Tugas

- Buatlah rangkaian pengendali DOL (direct ON Line) pada panel listrik yang dilengkapi dengan sistem pengereman elektromekanis
- Tes Formatif
- Terangkan cara kerja Starting Y- $\Delta$  Motor 3 Fasa!
- Terangkan cara kerja starting low voltage!
- Terangkan cara kerja sistem pengereman Plugging, Regeneratif, Elektromekanis, dan beban Listrik!
- Bagaimana cara menanggulangi masalah pada saat Peralatan sedang beroperasi!
- Apa langkah-langkah yang dilakukan dalam memperbaiki kerusakan pada peralatan pengalih daya?

#### 4.2 Lembar Kerja

Alat dan Bahan:

Panel listrik	1 buah
Obeng plus	1 buah
Obeng min	1 buah
Tang potong	1 buah
Tang Kombinasi	1 buah

Tes pen	1 buah
Ampermeter	1 buah
Voltmeter	1 buah
MCB 1 Fasa	1 buah
MCB 3 Fasa	1 buah
Thermal Overload Relay	1 buah
Motor 3 Fasa	1 buah
Pengerem elektromekanis	1 buah
Kabel NYA	secukupnya

#### 4.3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja:

- Berdo'alah sebelum memulai kegiatan belajar!
- Bacalah dan pahami petunjuk praktikum pada setiap lembar kegiatan belajar!
- Gunakanlah peralatan praktek dengan benar dan berhati-hatilah dalam bekerja!
- Jangan menghubungkan sumber tegangan sebelum mendapatkan persetujuan dari instruktur!
- Berdoalah setelah selesai melakukan kegiatan belajar!

#### 4.4 Langkah Kerja:

- Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan
- Tempatkan panel listrik pada posisi yang kuat dan tidak goyah
- Pasang komponen yang diperlukan pada rel omega sesuai dengan kebutuhan pada rangkaian pengendali dan rangkaian daya
- Lakukan pengawatan rangkaian pengendali
- Lakukan pengawatan rangkaian daya
- Lakukan pengawatan MCB, alat ukur Ampermeter, Voltmeter dan Thermal Overload Relay
- Buatlah rangkaian untuk operasi peralatan pengalih daya DOL yang dilengkapi dengan sistem pengereman elektromekanis
- Rencanakan penempatan komponen sesuai dengan tata letak yang praktis dan mudah dalam pemasangannya
- Laporkan kepada instruktur hasil pekerjaan jika sudah selesai
- Setelah selesai bersihkan lingkungan tempat kerja dan kembalikan semua peralatan ke tempat semula.

#### 4.5 Kunci Jawaban Tes Formatif

Komponen-komponen yang digunakan pada peralatan pengalih daya adalah:

- Pengaman listrik
- Kontaktormagnet
- Time delay
- Push botton
- Overload
- Lampu indikator
- Transformator
- Alat ukur listrik
- Panel listrik

MCB bekerja apabila bimetal mendapatkan arus yang besar sehingga terjadi panas dan bimetal mengembang dan akhirnya membuka, disertai dengan terjadinya "Trip" pada lidah MCB. Untuk



1.4	Perlengkapan utama dan pelengkap	<input type="checkbox"/> Dapat menunjukkan jenis perlengkapan utama dan perlengkapan pelengkap	2	IV. Mengidentifikasi Masalah		
		<input type="checkbox"/> Tidak dapat menunjukkan jenis perlengkapan utama dan perlengkapan pelengkap	1	4.1 Mengidentifikasi penyimpangan kondisi lapangan	<input type="checkbox"/> Melakukan indentifikasi terhadap penyimpangan yang terjadi di lapangan	5
1.5	Perencanaan kerja	<input type="checkbox"/> Dapat membuat perencanaan kerja dengan benar	2		<input type="checkbox"/> Tidak melakukan indentifikasi terhadap penyimpangan yang terjadi di lapangan	1
		<input type="checkbox"/> Tidak dapat membuat perencanaan kerja dengan benar	1	4.1 Pemecahan masalah terhadap penyimpangan	<input type="checkbox"/> Melakukan pemecahan masalah yang terjadi di lapangan	5
II.	Pelaksanaan				<input type="checkbox"/> Tidak melakukan pemecahan masalah yang terjadi di lapangan	1
2.1	Penempatan komponen	<input type="checkbox"/> Menempatkan komponen sesuai pada tempatnya	15	V. Laporan		
		<input type="checkbox"/> Menempatkan komponen tidak sesuai pada tempatnya	1	5.1 Pembuatan berita acara	<input type="checkbox"/> Membuat berita acara dengan benar	5
2.2	Memasang perlengkapan pelengkap	<input type="checkbox"/> Memasang perlengkapan pelengkap dengan benar	15	5.2 Laporan	<input type="checkbox"/> Membuat laporan	5
		<input type="checkbox"/> Memasang perlengkapan pelengkap tidak sesuai aturan	1		<input type="checkbox"/> Tidak membuat laporan	1
2.3	Merangkai rangkaian pengendali	<input type="checkbox"/> Memasang rangkaian pengendali dengan benar	15	VI. Sikap/Etos Kerja		
		<input type="checkbox"/> Memasang rangkaian pengendali tidak sesuai aturan	1	6.1 Tanggung jawab	<input type="checkbox"/> Membereskan kembali alat dan bahan yang dipergunakan	2
2.4	Merangkai rangkaian daya	<input type="checkbox"/> Memasang rangkaian daya dengan benar	10	6.2 Ketelitian	<input type="checkbox"/> Tidak banyak melakukan kesalahan kerja	2
		<input type="checkbox"/> Memasang rangkaian daya tidak benar	1		<input type="checkbox"/> Banyak melakukan kesalahan kerja	1
III.	Pengujian			6.3 Inisiatif	<input type="checkbox"/> Memiliki inisiatif bekerja	2
3.1	Pengujian secara visual	<input type="checkbox"/> Mengamati/melihat secara cermat bagian-bagian dari pekerjaan	10	6.4 Kemandirian	<input type="checkbox"/> Kurang/tidak memiliki inisiatif kerja	1
		<input type="checkbox"/> Tidak mengamati/melihat secara cermat bagian-bagian dari pekerjaan	1		<input type="checkbox"/> Bekerja tanpa banyak diperintah	2
					<input type="checkbox"/> Bekerja dengan banyak diperintah	1
3.2	Pengujian secara mekanik	<input type="checkbox"/> Melakukan pengujian secara mekanik terhadap hasil pekerjaan	10	6.5 Keselamatan kerja	<input type="checkbox"/> Menggunakan peralatan keselamatan kerja dengan benar	2
		<input type="checkbox"/> Tidak melakukan pengujian secara mekanik terhadap hasil pekerjaan	1		<input type="checkbox"/> Tidak menggunakan peralatan keselamatan kerja dengan benar	1
3.3	Pengujian dengan aliran listrik	<input type="checkbox"/> Melakukan pengujian jaringan dengan aliran listrik	10	<b>V. KESIMPULAN</b>		
		<input type="checkbox"/> Tidak melakukan pengujian jaringan dengan aliran listrik	1	Berdasarkan metode yang diterapkan dalam pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini, maka dapat dicapai hasil antara lain :		
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode materi, dan peragaan yang dilaksanakan dapat efektif mencapai tujuan yang diinginkan,</li> </ul>		

jika dikaitkan dengan keterbatasan waktu pelaksanaan. Peserta pelatihan

- Pengoperasian dan perawatan panel *switchgear* Untuk Pengajar Program Studi Teknik Instalasi Tenaga Listrik di SMK Turen – Kabupaten Malang peserta pelatihan dapat melihat langsung peralatan yang dipasang.
- Peserta pelatihan dapat terampil melakukan praktek Pengoperasian dan perawatan panel *switchgear* secara sederhana dengan baik dan standart.
- Peserta pelatihan dapat mengatasi sendiri , jika ada permasalahan atau kerusakan praktek Pengoperasian dan perawatan panel *switchgear*
- Peserta dapat menikmati secara langsung hasil dari praktek pengoperasian dan perawatan panel *switchgear*

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. 2000, P. (2000). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000*. Jakarta: Yayasan PUIL.
- [2]. E. Setiawan, I. (1986). *Instalasi Arus Kua*. Jakarta: PT Bina Cipta.
- [3]. Fadillah., K. (1999). *Instalasi Motor Listrik. Bandung*. Jakarta: PT Angkasa.
- [4]. Hey., D. R. (t.thn.). *SCR MANUAL FIFTH EDITION*.
- [5]. Morris Tischler, B. M. (t.thn.). *Instruction Manual For Industrial Motor Control Elektronik Aids, Inc*.
- [6]. PH.D, E. S. (t.thn.). *INDUSTRIAL CONTROL SYSTEMS*.
- [7]. PLN. (1986). *Teknologi Jaringan Distribusi*. Jakarta: Pusat Pendidikan dan Latihan.