



**RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI
TRAINER SISTEM KENDALI MOTOR
SEMI-AUTOMATIS MENGGUNAKAN
TDR (*TIME DELAY RELAY*)
DI SMK NU UNGARAN**

Skripsi

diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Oleh
Indarto NIM. 5301411004

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2017**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Indarto

NIM : 5301411004

Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Elektro

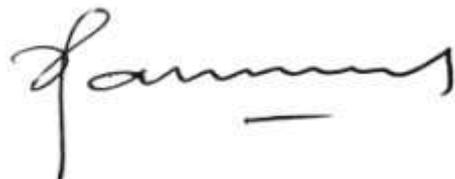
Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI TRAINER
SISTEM KENDALI MOTOR SEMI-AUTOMATIS
MENGUNAKAN TDR (*TIME DELAY RELAY*) DI SMK
NU UNGARAN**

Skripsi/TA ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi S-1 Teknik Elektro FT. UNNES

UNNES

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG Semarang, Februari 2017

Pembimbing,



Dr. H. M. Harlanu, M.Pd

NIP. 196602151991021001

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Rancang Bangun Dan Implementasi Trainer Sistem Kendali Motor Semi-Automatis Menggunakan TDR (*Time Delay Relay*) di SMK NU Ungaran” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 24 bulan Februari tahun 2017.

Oleh

Nama : Indarto
NIM : 5301411004
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro

Panitia :

Ketua Panitia.



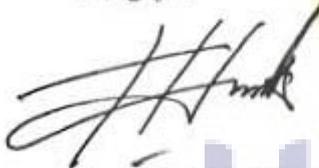
Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T.
NIP. 197805312005011002

Sekretaris.



Drs. Agus Suryanto, M.T.
NIP. 196708181992031004

Penguji I



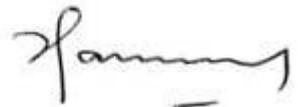
Dr. H. Noor Hudallah, M.T.
NIP. 196410161989011001

Penguji II



Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T.
NIP. 196605051997022001

Penguji III/Pembimbing



Dr. H. M. Harlanu, M.Pd
NIP. 196602151991021001

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik UNNES,



Dr. Nur Qudus, M.T.
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doctor), baik di Universitas Negeri Semarang maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, Februari 2017
Penulis,



Indarto
NIM. 5301411004

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

- “Jika kau menungguku untuk menyerah, kau akan menungguku selamanya” (Naruto Uzumaki).
- “Kau gagal tetapi masih bisa mampu bangkit kembali, karena itu menurutku arti dari kuat yang sebenarnya” (Hinata Hyuuga).
- “Jalan hidup seorang murid adalah warisan dan estimasi dari sang guru” (Jiraiya).

PERSEMBAHAN :

- Untuk kedua orang tua yang senantiasa selalu memberi dukungan dan doa yang tiada putusnya.
- Untuk Kuswidyaningrum N.J. S,Pd.
- Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2011 yang selalu memberi saran dan semangat.

ABSTRAK

Indarto. 2017. **RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI TRAINER SISTEM KENDALI MOTOR SEMI-AUTOMATIS MENGGUNAKAN TDR (TIME DELAY RELAY) DI SMK NU UNGARAN.** Pembimbing : Dr. Muhammad Harlanu, M.Pd. Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan kurang maksimalnya pembelajaran sistem kendali motor di SMK NU Ungaran Jurusan Teknik Elektronika Industri dikarenakan media alat sebagai penunjang praktikum belum tersedia, sehingga berdampak pada pemahaman siswa terhadap sistem kendali motor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana merencanakan dan membuat trainer, hasil uji kelayakan trainer, dan hasil belajar siswa dengan implementasi trainer sistem kendali motor 3 fasa semi-otomatis menggunakan TDR yang dilengkapi buku panduan.

Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah Penelitian Eksperimen. Bentuk desainnya adalah *Pre-Experimental Designs* yang berupa *One-Shot Case Study*. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar angket, dokumentasi, dan tes pilihan ganda.

Hasil penelitian ini yang pertama menghasilkan trainer. Kedua, pada uji kelayakan trainer diketahui pada indikator kinerja dan kemudahan menunjukkan skor yang sama yaitu 3,33 termasuk dalam kriteria Sangat Setuju, sedangkan pada indikator manfaat trainer memperoleh skor 2,58 dengan kriteria setuju. Ketiga, pada hasil belajar siswa dengan implementasi trainer yang dilengkapi buku panduan praktikum mengalami peningkatan yang signifikan dari rata-rata awal 66,50 menjadi 75,33.

Berdasarkan analisis data hasil penelitian dapat disimpulkan trainer yang dilengkapi dengan buku panduan praktikum dinyatakan layak sebagai media pembelajaran sehingga hasil belajar siswa mengalami peningkatan yang signifikan. Disarankan bagi peneliti yang akan melakukan penelitian sejenis agar menambah variasi materi rangkaian kendali motor pada buku panduan praktikum dan bagi guru untuk menggunakan trainer dan buku panduan praktikum sebagai media pembelajaran karena dapat meningkatkan hasil belajar pada siswa.

Kata Kunci : *Trainer, Motor Semi-Automatis, TDR.*

KATA PENGANTAR

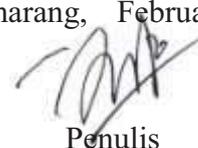
Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat serta karunia-Nya sehingga dapat terselesaikan skripsi dengan judul Rancang Bangun Dan Implementasi Trainer Sistem Kendali Motor Semi-Automatis Menggunakan TDR (*Time Delay Relay*) di SMK NU Ungaran.

Keberhasilan dan kesuksesan dalam penyusunan skripsi ini tentu saja berkat bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Bapak Dr. Nur Qudus, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Bapak Dr. -Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
4. Bapak Dr. -Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T., selaku Ketua Program Pendidikan PTE.
5. Bapak Dr. Muhammad Harlanu, M.Pd., selaku dosen pembimbing.
6. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
7. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2011.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat sebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca juga pihak lain yang memerlukannya. Aamiin.

Semarang, Februari 2017



Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Persetujuan Pembimbing.....	ii
Pengesahan.....	iii
Pernyataan Keaslian.....	iv
Motto dan Persembahan.....	v
Abstrak.....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Lampiran.....	xiv
BAB I Pendahuluan.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Rumusan Masalah.....	3
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
1.7. Penegasan Istilah.....	5
BAB II Landasan Teori.....	7
2.1. Pengoperasian Motor Listrik 3 Fasa.....	7

2.2. Sumber Energi.....	7
2.3. Komponen Pengoperasian Motor 3 Fasa	9
2.4. Motor Induksi 3 Fasa.....	19
2.4.1. Definisi Motor Induksi 3 Fasa.....	19
2.4.2. Kontruksi Motor Induksi 3 Fasa	19
2.4.3. Prinsip Kerja Motor Induksi 3 Fasa	21
2.5. Rangkaian Pengendali dan Rangkaian Daya.....	21
2.6. Operasi Peralatan Pengoperasian Motor 3 Fasa	23
2.7. Penelitian Relevan.....	27
2.8. Kerangka Berfikir.....	29
2.9. Hipotesis Penelitian.....	29
BAB III Metode Penelitian	31
3.1. Desain Penelitian.....	31
3.2. Populasi dan Sampel	32
3.2.1. Populasi.....	32
3.2.2. Sampel.....	33
3.3. Variabel Penelitian	33
3.3.1. Variabel Independen	33
3.3.2. Variabel Dependen.....	33
3.4. Tempat dan Waktu Penelitian	34
3.5. Teknik Pengumpulan Data	34
3.5.1. Angket.....	34
3.5.2. Dokumentasi	34
3.5.3. Tes.....	34
3.6. Rancang Bangun Trainer.....	35
3.6.1. Perencanaan Desain	35
3.6.2. Validasi Desain	37
3.6.3. Pembuatan Trainer	37
3.7. Uji Kelayakan Trainer.....	39
3.8. Analisis Uji Coba Instrumen	41

3.8.1. Validitas	41
3.8.2. Taraf Kesukaran Soal	42
3.8.3. Daya Pembeda.....	44
3.8.4. Reliabilitas	45
3.9. Analisis Data Pre-Test.....	47
3.9.1. Uji Prasyarat.....	47
3.9.1.1. Uji Normalitas	47
3.9.1.2. Uji Homogenitas	48
3.9.2. Uji Kesetaraan Kondisi Awal	49
3.10. Analisis Data Post-Test.....	50
3.10.1. Uji Prasyarat	50
3.10.1.1. Uji Normalitas.....	50
3.10.1.2. Uji Homogenitas	51
BAB IV Hasil Penelitian dan Pembahasan	52
4.1. Hasil Penelitian	52
4.1.1. Hasil Rancang Bangun Trainer.....	52
4.1.2. Hasil Uji Kelayakan Trainer	56
4.1.3. Analisis Data.....	58
4.2. Pembahasan	61
BAB V Simpulan dan Saran	64
5.1. Simpulan.....	64
5.2. Saran.....	65
Daftar Pustaka	66
Lampiran	68

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Alat dan Bahan.....	37
Tabel 3.2. Pedoman Skala Likert	40
Tabel 3.3. Rentang Skor dan Kriteria.....	41
Tabel 3.4. Kriteria Indeks Kesukaran Soal	43
Tabel 3.5. Rekapitulasi Hasil Analisis Indeks Kesukaran Soal	44
Tabel 3.6. Rekapitulasi Hasil Analisis Daya Pembeda	45
Tabel 3.7. Hasil Uji Normalitas Pre-Test.....	47
Tabel 3.8. Hasil Uji Kesamaan Rata-rata Pre-Test	50
Tabel 3.9. Hasil Uji Normalitas Post-Test	50
Tabel 4.1. Hasil Angket Uji Kelayakan Oleh Ahli	57
Tabel 4.2. Uji Hasil Hipotesis	59
Tabel 4.3. Hasil Pre-Test dan Post-Test Hasil Belajar Siswa	60



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gelombang DC.....	8
Gambar 2.2. Gelombang AC.....	8
Gambar 2.3. MCB 1 Fasa dan MCB 3 Fasa.....	12
Gambar 2.4. Simbol MCB 1 Fasa dan MCB 3 Fasa.....	12
Gambar 2.5. <i>Magnetic Contactor</i>	13
Gambar 2.6. Simbol <i>Magnetic Contactor</i>	13
Gambar 2.7. <i>Push Button</i>	14
Gambar 2.8. Simbol <i>Push Button</i>	14
Gambar 2.9. <i>Thermal Over Load Relay</i>	15
Gambar 2.10. Simbol <i>Thermal Over Load Relay</i>	16
Gambar 2.11. <i>Time Delay Relay</i>	17
Gambar 2.12. Simbol <i>Time Delay Relay</i>	17
Gambar 2.13. <i>Pilot Lamp</i>	18
Gambar 2.14. Motor Induksi.....	19
Gambar 2.15. Stator.....	20
Gambar 2.16. Rotor Sangkar.....	20
Gambar 2.17. Rotor Kumparan/Belit.....	21
Gambar 2.18. Rangkaian Pengendali <i>Forward-Reverse</i>	24
Gambar 2.19. Rangkaian Daya <i>Forward-Reverse</i>	24

Gambar 2.20. Rangkaian Pengendali <i>Star-Delta</i>	26
Gambar 2.21. Rangkaian Daya <i>Star-Delta</i>	26
Gambar 3.1. <i>One-Shot Case Study</i>	31
Gambar 3.2. Desain Trainer	35
Gambar 3.3. Simulasi Festo Fluidsim (Rangkaian Pengendali <i>Forward-Reverse</i>)	36
Gambar 3.4. Simulasi Festo Fluidsim (Rangkaian Pengendali <i>Star-Delta</i>).....	36
Gambar 4.1. Hasil Rancang Bangun Trainer Sistem Kendali Motor Semi-Automatis Menggunakan TDR (<i>Time Delay Relay</i>).....	53
Gambar 4.2. Buku Panduan Praktikum.....	53
Gambar 4.3. Rangkaian Pengendali <i>Forward-Reverse</i>	54
Gambar 4.4. Rangkaian Daya <i>Forward-Reverse</i>	54
Gambar 4.5. Rangkaian Pengendali <i>Star-Delta</i>	55
Gambar 4.6. Rangkaian Daya <i>Star-Delta</i>	56



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Rancang Bangun Trainer Sistem Kendali Motor	
Semi-automatis	69
Lampiran 2. Angket Uji Kelayakan	74
Lampiran 3. Tabel Hasil Uji Kelayakan	78
Lampiran 4. Tabel Perhitungan Validitas, Daya Pembeda, Tingkat Kesukaran, dan Reliabilitas Soal Uji Coba Instrumen	79
Lampiran 5. Perhitungan Validitas Soal	80
Lampiran 6. Perhitungan Taraf Kesukaran Soal	82
Lampiran 7. Perhitungan Daya Pembeda.....	83
Lampiran 8. Perhitungan Reliabilitas Instrumen	84
Lampiran 9. Daftar Nama Siswa Kelas XI 12 (Kelas Eksperimen).....	85
Lampiran 10. Daftar Nama Siswa Kelas XI 13 (Kelas Kontrol)	86
Lampiran 11. Kisi-kisi Soal Pre-Test.....	87
Lampiran 12. Soal Pre-Test.....	88
Lampiran 13. Kunci Jawaban Soal Pre-Test.....	93
Lampiran 14. Kisi-kisi Soal Post-Test	94
Lampiran 15. Soal Post-Test.....	95
Lampiran 16. Kunci Jawaban Soal Post-Test	100
Lampiran 17. Uji Normalitas Pre-Test Kelas Kontrol	101

Lampiran 18. Uji Normalitas Pre-Test Kelas Eksperimen.....	102
Lampiran 19. Uji Homogenitas Pre-Test Antara Kelas Kontrol Dan Kelas Eksperimen	103
Lampiran 20. Uji Kesetaraan Kondisi Awal Pre-Test Antara Kelas Kontrol Dan Kelas Eksperimen.....	104
Lampiran 21. Uji Normalitas Post-Test Kelas Kontrol.....	106
Lampiran 22. Uji Normalitas Post-Test Kelas Eksperimen.....	107
Lampiran 23. Uji Homogenitas Post-Test Antara Kelas Kontrol Dan Kelas Eksperimen.....	108
Lampiran 24. Uji Hipotesis	109
Lampiran 25. Surat Ijin Penelitian di Laboratorium	110
Lampiran 26. Surat Ijin Penelitian di Sekolah	111
Lampiran 27. Surat Keterangan Penelitian	112
Lampiran 28. Buku Panduan Praktikum	113



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi sekarang ini telah banyak menunjukkan kemajuan yang luar biasa. Banyak hal dari sektor kehidupan yang telah menggunakan keberadaan dari teknologi itu sendiri. Kehadirannya telah memberikan dampak cukup besar terhadap kehidupan manusia dalam berbagai aspek dan dimensi (Roger, 1986).

Salah satu kemajuan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi yaitu pada bidang ketenagalistrikan. Kemajuan dibidang ketenagalistrikan saat ini, yang berkembang dengan cepat adalah sistem kendali motor. Perkembangan itu terjadi dikarenakan dunia industri banyak menggunakan sistem kendali motor untuk operasional produksi. Oleh karena itu, banyak Sekolah Menengah Kejuruan yang memiliki jurusan Teknik Elektronika Industri mempelajari tentang sistem kendali motor.

Di jurusan Teknik Elektronika Industri SMK NU Ungaran terdapat mata pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol yang didalam mata pelajaran tersebut mengajarkan tentang sistem kendali motor. Namun pembelajarannya kurang maksimal dikarenakan media alat sebagai penunjang praktikum belum tersedia, sehingga berdampak pada pengetahuan dan pemahaman siswa terhadap mata pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol.

Oleh karena itu, peneliti bermaksud membuat sebuah media alat sebagai penunjang pembelajaran berupa trainer sistem kendali dengan harapan siswa dapat maksimal dalam menambah pengetahuan dan kemampuan praktikum pada mata pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol. Dengan dasar inilah peneliti mencoba mengadakan penelitian dengan judul “Rancang Bangun dan Implementasi Trainer Sistem Kendali Motor Semi-Automatis Menggunakan TDR (*Time Delay Relay*) di SMK NU Ungaran”.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, masalah yang ada yaitu:

1. Kemajuan dibidang ketenagalistrikan saat ini yang berkembang dengan cepat salah satunya adalah sistem kendali motor.
2. Dunia industri sudah banyak menggunakan sistem kendali motor untuk operasional produksi sehingga pihak industri banyak mencari tenaga ahli dibidang sistem kendali motor.
3. Kurang maksimalnya pembelajaran sistem kendali motor di SMK NU Ungaran jurusan Teknik Elektronika Industri dikarenakan media alat sebagai penunjang praktikum belum tersedia, sehingga berdampak pada pengetahuan dan pemahaman siswa terhadap mata pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol.
4. Trainer sistem kendali motor diharapkan dapat membantu proses belajar siswa dalam pembelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol.

5. Perlu dilihat peningkatan belajar siswa dengan mengimplementasikan alat trainer sistem kendali motor.

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu dilakukan pembatasan masalah agar penelitian lebih berfokus pada masalah yang dihadapi. Adapun fokus penelitian tersebut adalah:

1. Penelitian ini berfokus pada implementasi trainer sistem kendali motor terhadap siswa untuk mengetahui peningkatan hasil pembelajaran siswa.
2. Subyek penelitian ini adalah siswa kelas XI 12 di SMK NU Ungaran.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang dikemukakan diatas, maka dapat dirumuskan masalah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merencanakan dan membuat trainer sistem kendali motor semi-automatis sebagai alat penunjang pembelajaran pada mata pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol?
2. Bagaimana hasil uji kelayakan trainer sistem kendali motor 3 fasa semi-automatis menggunakan TDR?
3. Bagaimana hasil belajar siswa dengan implementasi trainer sistem kendali motor 3 fasa semi-automatis menggunakan TDR yang dilengkapi buku panduan praktikum pada mata pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol untuk siswa kelas XI jurusan Teknik Elektronika Industri di SMK NU Ungaran?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui bagaimana merencanakan dan membuat trainer sistem kendali motor sebagai alat penunjang pembelajaran pada mata pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol.
2. Untuk mengetahui bagaimana hasil uji kelayakan trainer sistem kendali motor 3 fasa semi-otomatis menggunakan TDR.
3. Untuk mengetahui bagaimana hasil belajar siswa dengan implementasi trainer sistem kendali motor 3 fasa semi-otomatis menggunakan TDR yang dilengkapi buku panduan praktikum pada mata pelajaran Perencanaan Sistem Kontrol untuk siswa kelas XI jurusan Teknik Elektronika Industri di SMK NU Ungaran.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagi Peneliti
Dapat memberikan manfaat berupa pengalaman melakukan penelitian dan sekaligus dijadikan syarat untuk mendapatkan gelar sarjana.
2. Bagi Sekolah
Hasil penelitian dapat memberikan masukan bagi sekolah untuk mengembangkan pembelajaran yang lebih baik.

3. Bagi Guru

Dapat memberikan motivasi bagi guru untuk meningkatkan kreativitas dalam praktikum serta memberi guru mengatasi permasalahan pembelajaran yang dihadapi.

4. Bagi Siswa

Dapat menambah pengetahuan, pemahaman dan menjadi bekal untuk mempelajari tentang sistem kendali motor 3 fasa ke tahap berikutnya.

1.7. Penegasan Istilah

Untuk memberi kemudahan dalam pemahaman dan menghindari kesalahan penafsiran terhadap penelitian ini, maka perlu kiranya dijabarkan beberapa istilah pokok dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Rancang Bangun

Rancang merupakan serangkaian prosedur untuk menerjemahkan hasil analisa dari sebuah sistem ke dalam bahasa pemrograman untuk mendeskripsikan dengan detail bagaimana komponen-komponen sistem diimplementasikan (Pressman, 2002). Sedangkan pengertian bangun atau pembangunan sistem adalah kegiatan menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada baik secara keseluruhan maupun sebagian (Pressman, 2002).

Dengan demikian arti dari rancang bangun adalah proses menganalisa sebuah permasalahan, kemudian membuat desain dari kumpulan beberapa komponen yang dibutuhkan untuk dijadikan dalam sebuah produk

2. Trainer

Trainer merupakan alat peraga dalam praktikum. Alat peraga praktikum adalah suatu alat yang dapat diserap oleh mata dan telinga dengan tujuan membantu guru agar proses belajar mengajar siswa lebih efektif dan efisien (Sudjana, 2009).

3. Sistem Kendali

Sistem kendali adalah hal yang mengatur. Dalam judul ini TDR mengatur dalam pengoperasian motor induksi 3 fasa. (KBBI Edisi Kedua, 1995: 478).

4. Motor

Motor adalah gabungan dari alat-alat yang bergerak yang bila bekerja dapat menimbulkan tenaga/energi.

5. Semi-Automatis

Semi-automatis terdiri dari dua kata: semi artinya sebagian (KBBI; 2012: 691) dan otomatis atau otomatis diartikan sebagai sesuatu yang bersifat secara otomatis; dengan bekerja sendiri; dengan sendirinya (KBBI;2012: 565).

Maka semi-automatis dapat diartikan sebagai sistem yang dioperasikan dengan tangan hanya pada saat *start* dan *stop*, selebihnya setelah *start*, sistem tersebut akan bekerja secara otomatis.

6. *Time Delay Relay* (TDR)

Time Delay Relay (TDR) adalah relay yang mengatur penunda batas waktu yang banyak digunakan dalam instalasi, terutama instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis. (Eko Susanto, 2013).

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pengoperasian Motor Listrik 3 Fasa

Pengoperasian motor listrik 3 fasa merupakan salah satu bagian yang penting dalam dunia industri. Peranan pengoperasian motor dalam dunia industri berguna untuk menjalankan mesin-mesin produksi. Untuk mengoperasikan motor listrik 3 fasa atau pengendali motor memerlukan pengetahuan dasar tentang prosedur mengoperasikan motor listrik 3 fasa.

Pengetahuan dasar untuk melaksanakan pengoperasian motor listrik 3 fasa yang dimaksud adalah:

- a. Sumber energi yang digunakan
- b. Komponen-komponen yang digunakan
- c. Memahami rangkaian pengendali pengoperasian motor 3 fasa
- d. Memahami rangkaian daya pengoperasian motor 3 fasa

2.2. Sumber Energi

Sumber energi yang sering kita jumpai untuk berbagai kegiatan sehari-hari yang digunakan baik dirumah maupun di industri adalah sumber energi *Direct Current* (DC) dan *Alternating Current* (AC).

a. *Direct Current (DC)*

Sumber energi DC adalah arus yang memiliki besar dan arah yang konstan bila dibandingkan terhadap waktu. Sumber DC biasanya dapat diperoleh melalui baterai atau dari sumber AC yang disearahkan.

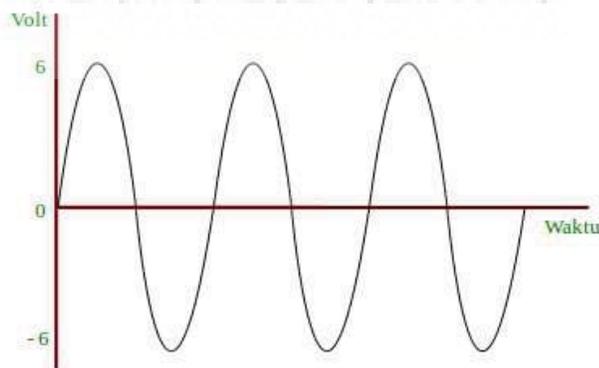


Gambar 2.1. Gelombang DC

b. *Alternating Current (AC)*

Sumber energi AC adalah arus yang besar dan arahnya berubah sepanjang waktu. Arus AC nilainya dari nol ke nilai maksimum, turun ke nol lagi kemudian berbalik mengikuti suatu pola dalam arah yang berlawanan. Pertukaran arah yang berlangsung secara periodik disebut frekuensi.

Sumber AC diperoleh dari generator AC



Gambar 2.2. Gelombang AC

Frekuensi diartikan juga sebagai sejumlah gelombang dari sinyal AC pada setiap detik. Frekuensi diukur dalam satuan *Hertz* (Hz).

Keuntungan mempergunakan arus AC ialah:

- a. Arusnya dapat dinaikkan atau diturunkan sehingga mempermudah dalam mengirim ke jarak yang jauh.
- b. Sifatnya selalu berubah arah pada setiap setengah putaran gelombang. Maka dalam penggunaannya tidak memakai kutub sehingga pemasangan suatu alat ke sumber tidak perlu khawatir terhadap polaritas.

2.3. Komponen Pengoperasian Motor Listrik 3 Fasa

Komponen pengoperasian motor 3 fasa secara lengkap yang ditempatkan pada trainer meliputi: MCB, *Magnetic Contactor*, *Time Delay Relay*, *Push Button*, *Thermal Over Load*, *Transformer*, dan alat ukur listrik. Tapi dalam pembuatan alat peraga ini penulis tidak menggunakan semua komponen, hanya komponen yang diperlukan saja dalam rangkaian pengendali motor operasi *Forward-Reverse* dan *Star-Delta* untuk menghemat pembiayaan agar lebih efisien mengingat harga komponen pengoperasian motor 3 fasa yang relative mahal.

Komponen peralatan pengoperasian motor listrik 3 fasa yang digunakan dalam rangkaian pengendali motor operasi *Forward-Reverse* dan *Star-Delta* antara lain:

1. *Miniatur Circuit Breaker* (MCB)

Pengaman listrik harus selalu dipasang pada setiap panel. Ketentuan besarnya arus pengaman tidak boleh melebihi arus nominal kabel yang dipasang pada rangkaian pengendali.

Pemutus tegangan dalam kapasitas kecil dinamakan *Miniatur Circuit Breaker* (MCB). Pemutus tenaga ada yang digunakan untuk aliran listrik 1 fasa dan ada yang digunakan untuk 3 fasa. Untuk 3 fasa terdiri dari tiga buah pemutus tenaga 1 fasa yang disusun menjadi satu kesatuan. Pemutus tenaga mempunyai posisi saat menghubungkan maka antara terminal masukan dan terminal keluaran MCB akan kontak. Pada posisi saat ini MCB pada kedudukan 1 (ON), dan saat ada gangguan MCB dengan sendirinya akan melepas rangkaian secara otomatis kedudukan saklarnya 0 (OFF), saat ini posisi terminal masukan dan keluaran MCB tidak tersambung (putus) (Radita Arindya, 2013 : 27).

Keuntungan menggunakan MCB, yaitu:

- a. Dapat memutuskan rangkaian 3 fasa walaupun terjadi hubung singkat pada salah satu fasanya.
- b. Dapat digunakan kembali setelah rangkaian diperbaiki akibat hubung singkat atau beban lebih.
- c. Mempunyai respon yang baik apabila terjadi hubung singkat atau beban lebih.

Pada MCB terdapat dua jenis pengaman yaitu secara thermis dan elektromagnetis, pengaman thermis berfungsi untuk mengamankan arus beban lebih

sedangkan pengaman elektromagnetis berfungsi untuk mengamankan jika terjadi hubung singkat. Pengaman thermis pada MCB memiliki prinsip yang sama dengan *thermal overload* yaitu menggunakan dua buah logam yang digabungkan (bimetal), pengamanan secara thermis memiliki kelambatan, ini tergantung pada besarnya arus yang harus diamankan, sedangkan pengaman elektromagnetik menggunakan sebuah kumparan yang dapat menarik sebuah angker dari besi lunak. MCB dibuat hanya memiliki satu kutub untuk pengaman satu fasa, sedangkan untuk pengaman tiga fasa biasanya memiliki tiga kutub dengan tuas yang disatukan, sehingga apabila terjadi gangguan pada salah satu kutub maka kutub yang lain akan ikut terputus.

Berdasarkan penggunaan dan daerah kerjanya, MCB dapat digolongkan menjadi 5 jenis ciri yaitu:

- a. Tipe Z (rating dan Breaking capacity kecil)

Digunakan untuk pengaman rangkaian semikonduktor dan trafo-trafo yang sensitif terhadap tegangan.

- b. Tipe K (rating dan Breaking capacity kecil)

Digunakan untuk mengamankan alat-alat rumah tangga.

- c. Tipe G (rating besar) untuk pengaman motor

- d. Tipe L (rating besar) untuk pengaman kabel atau jaringan

- e. Tipe H untuk pengaman instalasi penerangan bangunan

MCB 1 fasa untuk pengaman rangkaian pengendali dan MCB 3 fasa untuk pengaman rangkaian pengawatan.



Gambar 2.3. MCB 1 Fasa dan MCB 3 Fasa



Gambar 2.4. Simbol MCB 1 Fasa dan MCB 3 Fasa

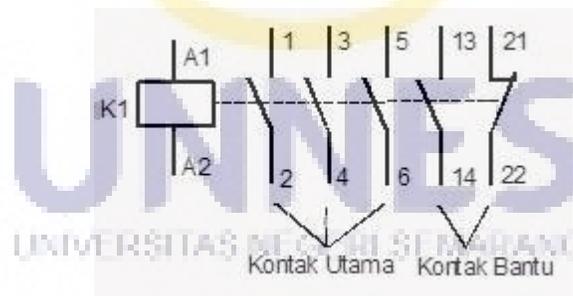
2. *Magnetic Contactor*

Magnetic Contactor atau kontaktor magnet adalah saklar yang bekerja berdasarkan elektromagnetis digunakan untuk membuka dan menyambung rangkaian listrik. Kontaktormagnet bekerja untuk merubah kontak-kontak *Normally Open* (NO) dan *Normally Close* (NC). Bila koil (kumparan magnet) dialiri arus listrik, maka inti magnet menjadi jangkar, sekaligus menarik kontak-kontak yang bergerak, sehingga NO (*Normally Open*) menjadi sambung, dan kontak NC (*Normally Close*) menjadi lepas. Kontaktormagnet yang digunakan untuk arus AC pada intinya terpasang cincin hubung singkat yang fungsinya untuk menjaga arus kemagnitan yang kontinyu agar kontaktormagnet bekerja dengan normal.



Gambar 2.5. *Magnetic Contactor*

Gambar diatas adalah *magnetic contactor* arus bolak-balik, pada inti magnet dipasang cincin hubung singkat dengan tujuan agar jangkar saat ditarik inti magnet tidak bergetar yang menimbulkan bunyi dengung (karena pada arus bolak-balik frekuensi 50 Hz, berarti dalam 1 detik inti magnet menarik dan melepas jangkar sebanyak 50 periode, sehingga menimbulkan getaran).



Gambar 2.6. Simbol *Magnetic Contactor*

Simbol koil konduktor magnet dan kontak bantu seperti pada gambar diatas disambungkan pada rangkaian kontrol. Sedangkan pada bagian sebelah tengah adalah kontak-kotak sebagai saklar daya yang berfungsi untuk mengalirkan arus beban yang

relative besar. Terminal 1, 3, 5 disambungkan ke sumber 3 fasa dan terminal 2, 4, 6 disambungkan ke beban motor.

Kontaktor merupakan saklar daya yang bekerja dengan prinsip elektromagnetik. Sebuah koil dengan inti berbentuk huruf E yang diam, jika koil dialirkan arus listrik akan menjadi magnet dan menarik inti magnet yang bergerak dan menarik sekaligus kontak dalam posisi ON. Batang inti yang bergerak menarik paling sedikit 3 kontak utama dan beberapa kontak bantu bias kontak NC atau NO. Kerusakan yang terjadi pada kontaktor, karena belitan koil terbakar atau kontak tipnya saling lengket atau ujung kontakannya terbakar (Radita Arindya, 2013: 25).

3. *Push Button*

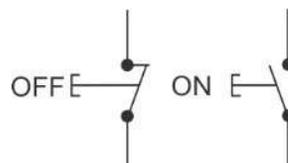
Push Button atau tombol tekan merupakan jenis saklar yang paling sederhana dari sekian jenis saklar. Saklar ini hanya bekerja sesaat yaitu hanya saat ditekan saja dan jika dilepas maka akan terputus kembali. (Syahid, dkk, 2013: 33).



Gambar 2.7. *Push Button*

Berdasarkan fungsi kerjanya, push button memiliki 2 tipe kontak, yaitu:

- a. *Normally Close* (NC) merupakan kontak terminal jika dalam keadaan normal (belum dialiri arus listrik) kontakannya terhubung.
- b. *Normally Open* (NO) merupakan kontak terminal jika dalam keadaan normal (belum dialiri arus listrik) kontakannya terbuka atau tidak terhubung.



Gambar 2.8. Simbol *Push Button*

4. *Thermal Over Load Relay*

Alat pengaman yang digunakan bila pada motor terjadi beban lebih disebut *Thermal Over Load Relay* (TOR/TOL) biasanya digandengkan dengan kontaktor, dipasaran ada juga pengaman lebih yang terintegrasi pada *Motor Circuit Breaker*. *Relay* ini biasanya dihubungkan pada kontaktor ke kontak utama 2, 4, dan 6 sebelum dihubungkan ke beban (motor). Gunanya untuk memberikan perlindungan terhadap motor dari kerusakan akibat beban lebih.

Gambar 2.9. *Thermal Over Load Relay*

Beberapa penyebab terjadinya beban lebih adalah:

- a. Terlalu besarnya beban mekanik pada motor.
- b. Arus *start* yang terlalu besar atau motor berhenti secara mendadak.
- c. Terbukanya salah satu fasa dari motor 3 fasa.

Arus yang terlalu besar timbul pada beban motor akan mengalir pada belitan motor yang dapat menyebabkan kerusakan dan terbakarnya belitan motor. Untuk

menghindari hal tersebut terjadi dipasang *Thermal Over Load Relay* (TOR/TOL) pada rangkaian pengendali.

Prinsip kerja *Thermal Over Load Relay* (TOR/TOL) berdasarkan panas (temperatur) yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui elemen-elemen pemanas bimetal, yang mengakibatkan bimetal melengkung selanjutnya akan menggerakkan kontak-kontak mekanik pemutus rangkaian listrik kontak 95-96 membuka dan kontak 97-98 menutup.



Gambar 2.10. Simbol *Thermal Over Load Relay*

Perlengkapan lain dari *thermal* beban lebih adalah reset mekanik yang fungsinya untuk mengembalikan kontak 95-96 pada posisi semula (menghubung dalam keadaan normal) dan kontak 97-98 (membuka dalam keadaan normal). Setelah tombol reset ditekan maka kontak 95-96 yang semula membuka akibat beban lebih akan kembali menutup dan kontak 97-98 akan kembali membuka. Bagian lain dari *thermal* beban lebih adalah pengatur batas arus (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013: 55-58).

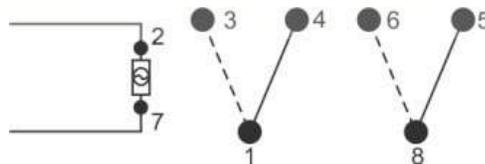
5. *Time Delay Relay* (TDR)

TDR (*Time Delay Relay*) sering disebut juga *relay timer* atau relay penunda batas waktu banyak digunakan dalam instalasi, terutama instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis.



Gambar 2.11. *Time Delay Relay*

Fungsi timer AC 220V ini adalah sebagai pengatur waktu bagi peralatan yang dikendalikannya. Timer ini dimaksudkan untuk mengatur waktu hidup atau mati dari kontaktor, dimana kontaktor ilmiah yang nantinya menghubungkan beban dari *power inverter* dan beban dari PLN. Kumaran pada *timer* akan bekerja selama mendapat sumber arus. Apabila telah mencapai batas waktu yang diinginkan maka secara otomatis timer akan mengunci dan membuat kontak NO menjadi NC dan NC menjadi NO (Eko Susanto: 2013).



Gambar 2.12. Simbol *Time Delay Relay*

Cara kerja komponen ini adalah jika arus dialirkan pada titik 2-7 (*coil/kumaran*) dan waktunya telah diatur sebelumnya, maka pada titik 3-1 dan 6-8

terbuka, sedangkan titik 1-4 dan 5-8 tertutup setelah waktunya tercapai. Maka posisi sekarang menjadi titik 3-1 dan 6-8 menutup dan titik 1-4 dan 5-8 membuka, posisi tersebut tidak akan berubah kecuali aliran listriknya terputus dan posisinya kembali seperti semula.

6. *Pilot Lamp*

Pilot lamp atau lampu indikator merupakan sebuah lampu LED yang biasa digunakan sebagai indikator dalam rangkaian sebuah alat atau mesin. Pilot lamp tersebut dapat bekerja sebagai mestinya jika dialiri daya AC sebesar 220 VAC dengan toleransi 110 – 240 VAC. Warna yang dihasilkan pilot lamp ini adalah putih. Karena fungsinya sebagai lampu indikator, Pilot lamp ini dibuat warna warni sinarnya dengan menambahkan penutup kaca yang berwarna sehingga tampak dari luar berwarna sinar yang dihasilkan.



Gambar 2.13. *Pilot Lamp*

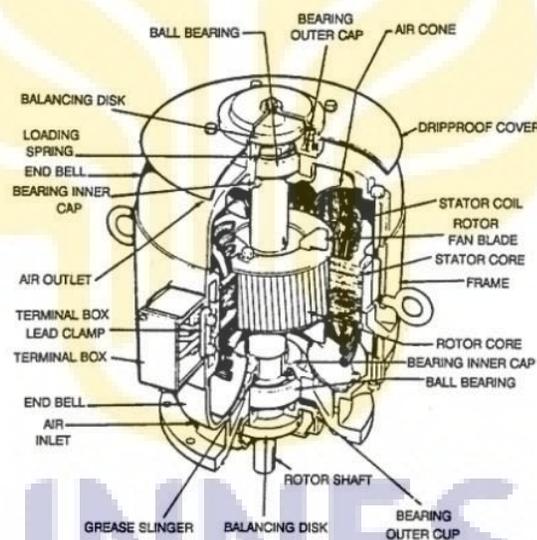
Dalam kontrol magnetik, alat ini tergolong sebagai sinyal *output* yang berperan sebagai lampu indikator yang mengindikasikan/menunjukkan apakah rangkaian itu telah aktif. *Output* dari kontrol magnetik tersebut dihubungkan ke pilot lamp ini jika rangkaian tersebut sudah benar maka ketika rangkaian aktif alat ini akan aktif (menyala). Ketika *pilot lamp* tersebut menyala kita dapat mengetahui bahwa rangkaian kontrol magnetik tersebut sudah benar atau aktif. Karena fungsinya sebagai

lampu indikator pilot lamp ini akan bekerja jika dan hanya jika mendapat aliran listrik.

2.4. Motor Induksi 3 Fasa

2.4.1. Definisi Motor Induksi 3 Fasa

Menurut Awan Asmara Frima dkk, motor induksi merupakan suatu mesin listrik yang merubah energi listrik menjadi energi gerak dengan menggunakan gandingan medan listrik dan mempunyai slip antara medan stator dan medan rotor.



Gambar 2.14. Motor Induksi

2.4.2. Kontruksi Motor Induksi 3 Fasa

Pada motor induksi 3 fasa terdapat 2 bagian, antara lain:

a. Stator

Stator merupakan bagian dari mesin yang tidak berputar dan terletak pada bagian luar. Dibuat dari besi bundar berlaminasi dan mempunyai alur-alur sebagai tempat meletakkan kumparan.



Gambar 2.15. Stator

b. Rotor

Rotor pada motor induksi 3 fasa terdapat 2 tipe, yaitu:

1. Rotor Sangkar

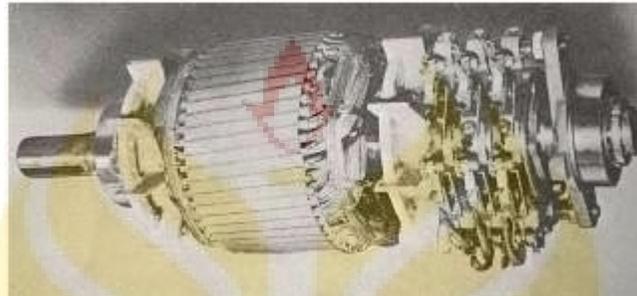
Bagian dari mesin yang berputar bebas dan letaknya di bagian dalam. Terbuat dari besi laminasi yang mempunyai slot dengan batang aluminium/tembaga.



Gambar 2.16. Rotor Sangkar

2. Rotor Kumparan/Belit

Kumparan dihubungkan bintang di bagian dalam dan ujung yang lain dihubungkan dengan slipring ke tahanan luar. Kumparan dapat dikembangkan menjadi pengaturan kecepatan motor.



Gambar 2.17. Rotor Kumparan/Belit

2.4.3. Prinsip Kerja Motor Induksi 3 Fasa

Arus listrik yang dialirkan di dalam suatu medan magnet dengan kerapatan fluks akan menghasilkan suatu gaya. Apabila sumber tegangan 3 fasa dipasang pada kumparan stator, maka pada kumparan stator akan timbul medan putar. Medan putar stator akan memotong konduktor yang terdapat pada sisi rotor, akibatnya pada kumparan rotor akan timbul tegangan induksi (GGL).

2.5. Rangkaian Pengendali dan Rangkaian Daya

Syarat utama seorang teknisi adalah harus dapat membaca rangkaian pengendali dan rangkaian daya (*power*). Apabila kedua rangkaian yang dimaksud sudah dipahami dan dimengerti, maka secara langsung dapat melaksanakan pengawatan pada rangkaian peralatan pengoperasian motor 3 fasa untuk berbagai jenis operasi pengendali

1. Memahami Rangkaian Pengendali Pengoperasian Motor 3 Fasa

Pada panel pengoperasian motor 3 fasa terdapat rangkaian pengendali yang ditempelkan pada belakang pintu panel. Hal ini bertujuan untuk memudahkan operator di dalam memahami mengoperasikan peralatan pengoperasian motor 3 fasa.

Di dunia industri banyak terdapat berbagai macam rangkaian pengendali seperti rangkaian pengendali *direct on line*, *forward-reverse* motor, sistem pengasutan dan lain-lain.

Yang harus diperhatikan dalam memahami rangkaian pengendali pengoperasian motor 3 fasa antara lain:

- a. Mengetahui sumber energi
- b. Mengetahui simbol-simbol kelistrikan
- c. Mengenal komponen yang terpasang
- d. Mengetahui cara kerja komponen
- e. Mengetahui urutan penempatan komponen
- f. Mengetahui penggunaan pengoperasian motor 3 fasa
- g. Memahami cara kerja peralatan
- h. Memahami cara kerja rangkaian pengendali

Komponen yang termasuk dalam rangkaian pengendali antara lain:

1. Pengaman arus kontaktor magnet: sekering/MCB (kecil)
2. Tombol tekan stop
3. Tombol tekan start: tombol kunci start, dll

4. Koil konduktor magnet
5. Kontak-kontak bantu kontaktormagnet NO, NC
6. Kontak-kontak bantu timer NO, NC
7. Kontak-kontak bantu TOR
8. Lampu tanda

Arus yang mengalir pada rangkaian ini relative kecil karena beban listrik pada rangkaian ini adalah koil kontaktormagnet saja (Hadiyanto, 2005: 11).

2. Memahami Rangkaian Daya Pengoperasian Motor 3 Fasa

Rangkaian daya adalah rangkaian yang menghubungkan sumber energi ke beban motor dengan dilengkapi sistem pengaman listrik. Rangkaian daya bisa ditempelkan pada pintu panel berdampingan dengan rangkaian pengendali.

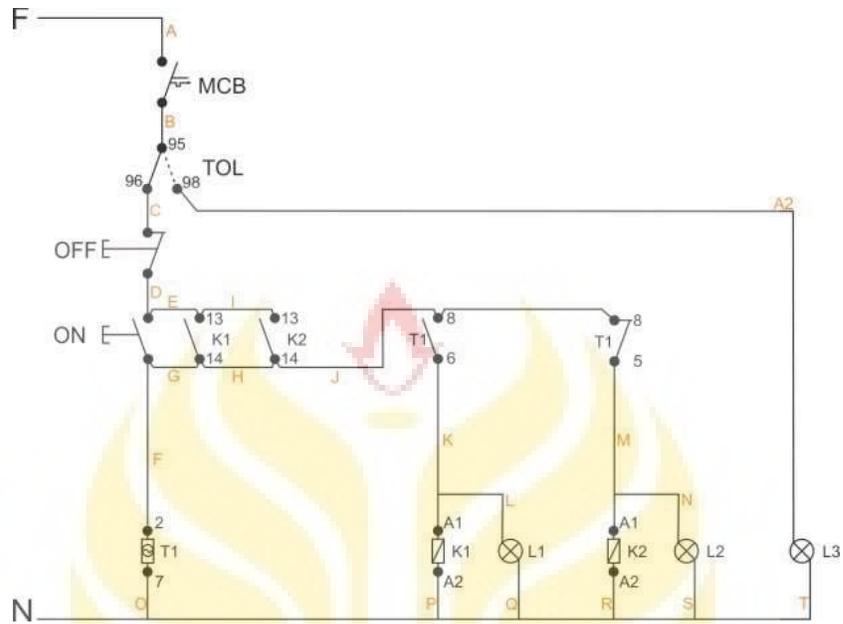
Komponen yang termasuk dalam rangkaian daya antara lain:

- a. Pengaman arus beban: sekering/MCB
- b. Kontak-kontak utama kontaktor magnet
- c. Kontak-kontak pengaman arus lebih (TOR)
- d. Terminal-terminal belitan motor/beban lainnya (Hadiyanto, 2005: 12)

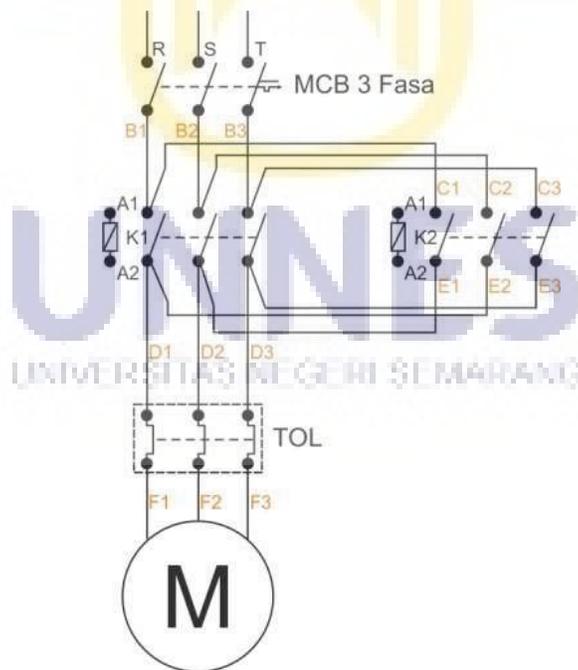
2.6. Operasi Peralatan Pengoperasian Motor Listrik 3 Fasa

Pengoperasian motor 3 fasa yang akan dikaji dalam skripsi ini adalah operasi pengendali motor induksi 3 fasa *forward-reverse* dan star-delta menggunakan *Time Delay Relay* (TDR).

a. *Forward-Reverse* Motor 3 Fasa



Gambar 2.18. Rangkaian Pengendali *Forward-Reverse*



Gambar 2.19. Rangkaian Daya *Forward-Reverse*

Prosedur mengoperasikan:

1. Seting waktu TDR pada 10 detik (sesuai kebutuhan), cobalah terlebih dahulu rangkaian pengendalinya dan pastikanlah rangkaian tersebut dapat bekerja dengan baik.
2. Ubah MCB pada posisi “ON” dengan cara menaikkan lidah MCB ke atas.
3. Tekan push button “ON” dan lepaskanlah maka motor akan berputar, karena push button “ON” terkunci oleh NO kontaktor 2 (R), TDR secara otomatis akan menghitung mundur waktu yang telah ditentukan, L2 (Lampu 2) menyala yang mengindikasikan bahwa kontaktor 2 beroperasi, perhatikanlah putaran motor ke kanan atau ke kiri.
4. Setelah motor berputar selama 10 detik, NC pada TDR berubah menjadi NO dan sebaliknya NO (TDR) menjadi NC sehingga kontaktor 1 bekerja dengan indikasi L1 (Lampu 1) menyala dan perhatikanlah putaran motor ke kanan atau ke kiri.
5. L3 (Lampu 3) akan menyala jika terjadi trip atau gangguan pada rangkaian. Setelah motor berputar sesuai waktu yang dibutuhkan, matikanlah motor dengan menekan push button “OFF”, maka motor akan berhenti.

Prosedur mengoperasikan:

1. Seting waktu TDR pada 10 detik (sesuai kebutuhan), cobalah terlebih dahulu rangkaian pengendalinya dan pastikanlah rangkaian tersebut dapat bekerja dengan baik.
2. MCB diubah pada posisi “ON” dengan menaikkan lidah MCB ke atas.
3. Tekan push button “ON” dan lepaskanlah maka motor akan berputar secara “Star”. Disaat bersamaan pula TDR mulai menghitung mundur dengan waktu yang telah diseting sehingga L1 (Lampu 1) menyala yang mengindikasikan kontaktor 2 bekerja.
4. Setelah TDR selesai menghitung mundur dengan waktu yang telah ditentukan, maka NC pada TDR berubah menjadi NO dan sebaliknya NO (TDR) menjadi NC sehingga NO pada kontaktor 3 mengunci atau berubah menjadi NC dan L2 (Lampu 2) menyala yang mengindikasikan bahwa kontaktor 3 bekerja atau motor beroperasi secara *Delta*.
5. L3 (Lampu 3) akan menyala jika terjadi trip atau gangguan pada rangkaian. Setelah motor berputar sesuai waktu yang dibutuhkan, matikanlah motor dengan menekan push button “OFF”, maka motor akan berhenti.

2.7. Penelitian Relevan

Penelitian ini mengenai rancang bangun dan implementasi trainer sistem kendali semi-otomatis menggunakan TDR. Berdasarkan eksplorasi peneliti, ditemukan beberapa tulisan yang berkaitan dengan penelitian ini.

Yang pertama adalah penelitian dari Irvan Muzaki pada tahun 2009 yang berjudul “Alat Peraga Pembelajaran Pengoperasian Motor Listrik 3 Fasa di SMK”. Dilaksanakannya penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kelemahan praktek siswa SMK jurusan pemanfaatan tenaga listrik dalam pembelajaran kendali operasi motor 3 fasa.

Kedua, penelitian dari Didik Mukhlis pada tahun 2015 yang berjudul “Trainer Operasional Motor Induksi 3 Fasa Dengan Menggunakan *Programmable Logic Controller*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerja trainer PLC dan mengetahui kelayakan trainer PLC.

Penelitian ketiga dari Nafila Rifki Ayub pada tahun 2014 yang berjudul “Rancang Bangun Media Pembelajaran Sistem Kendali Motor Pada Mata Kuliah Praktek Mesin Listrik Jurusan Teknik Elektro-FT UNNES”. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun media pembelajaran yang layak untuk mendapatkan hasil belajar pada mata kuliah praktik mesin listrik di Jurusan Teknik Elektro – FT UNNES.

Adapun perbedaan penelitian yang dilaksanakan peneliti dengan ketiga penelitian yang relevan tersebut adalah penelitian yang dilaksanakan menekankan pada trainer menggunakan *Time Delay Relay* (TDR), dilengkapi buku panduan praktik, dan penggunaan *software* Festo Fluidsim. Metode yang digunakan adalah Eksperimen dengan bentuk *Pre-Experimental Designs* yang berupa *One-Shot Case Study*.

2.8. Kerangka Berpikir

Belum tersedianya media pembelajaran berupa trainer pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol yang menyebabkan siswa dalam memahami materi yang disampaikan oleh guru masih belum maksimal. Dengan adanya masalah tersebut maka perlu suatu tindakan untuk mengatasi masalah yang ada berupa pembuatan trainer sistem kendali semi-automatis menggunakan TDR yang dilengkapi buku panduan untuk memberi arahan dalam praktikum.

Langkah awal pada rancang bangun trainer adalah perencanaan pembuatan trainer meliputi desain trainer, pembuatan trainer dan pembuatan buku panduan. Trainer yang telah dibuat selanjutnya di uji kelayakan oleh dosen ahli untuk menilai apakah trainer yang dibuat layak digunakan dalam kegiatan praktikum. Evaluasi dan perbaikan diperlukan jika dalam hasil uji kelayakan trainer masih terdapat beberapa kekurangan dan kelemahan.

Pada tahap berikutnya, trainer dan buku panduan praktikum diimplementasikan dalam kegiatan belajar mengajar siswa jurusan teknik elektronika industri di SMK NU Ungaran. Implementasi dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data apakah terdapat perbedaan pada kelas eksperimen sebelum dan sesudah menggunakan trainer pada saat praktikum.

2.9. Hipotesis Penelitian

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, di mana rumusan masalah telah dinyatakan dalam bentuk kalimat

pertanyaan (Sugiyono, 2014: 96). Berdasarkan penjabaran dari kerangka berfikir, maka hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Hipotesis kerja (H_a)

“Ada peningkatan hasil belajar siswa melalui implementasi trainer sistem kendali motor 3 fasa semi-otomatis menggunakan TDR pada mata pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol untuk siswa kelas XI 12 jurusan Teknik Elektronika Industri di SMK NU Ungaran.”

2. Hipotesis nol (H_0)

“Tidak ada peningkatan hasil belajar siswa melalui implementasi trainer sistem kendali motor 3 fasa semi-otomatis menggunakan TDR pada mata pelajaran Perekayasaan Sistem Kontrol untuk siswa kelas XI 12 jurusan Teknik Elektronika Industri di SMK NU Ungaran.”

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

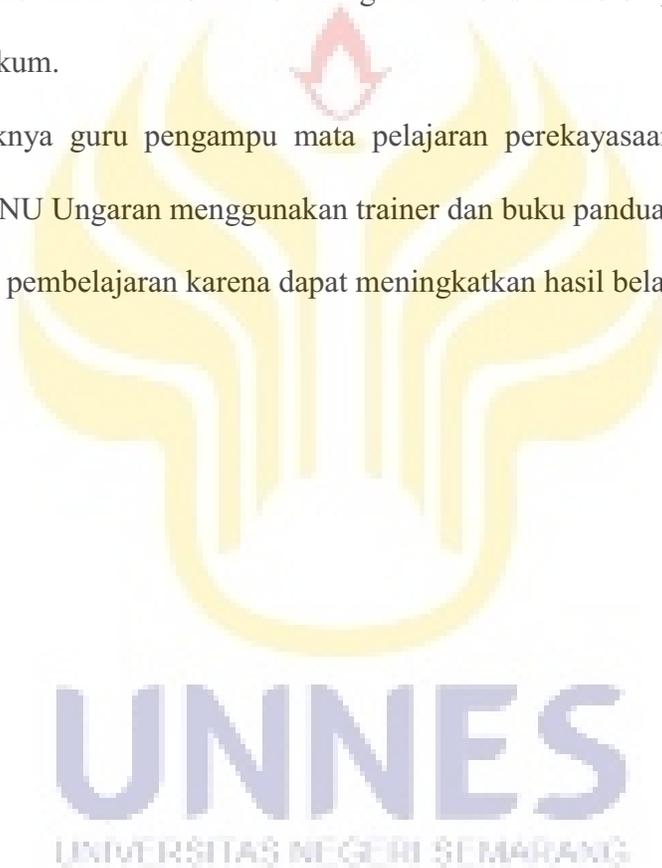
Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 5.1.1. Perencanaan desain trainer menggunakan software Corel Draw karena dilengkapi tools yang lengkap dan mudah dipahami. Sedangkan simulasi rangkaian menggunakan software Festo Fluidsim yang bertujuan untuk mengantisipasi kesalahan dalam rangkaian dan perencanaan macam-macam komponen yang akan digunakan pada trainer.
- 5.1.2. Trainer dan buku panduan praktikum sistem kendali motor semi-otomatis dinyatakan layak berdasarkan angket uji kelayakan oleh ahli, diketahui bahwa pada indikator Kinerja dan Kemudahan trainer memperoleh skor yang sama yaitu 3,33 termasuk dalam kriteria Sangat Setuju. Sedangkan pada indikator Manfaat trainer memperoleh skor 2,58 dengan kriteria Setuju.
- 5.1.3. Hasil belajar siswa dengan implementasi trainer sistem kendali motor 3 fasa semi-otomatis menggunakan TDR yang dilengkapi buku panduan praktikum, mengalami peningkatan yang signifikan dari nilai rata-rata awal 66,50 menjadi 75,33.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan dalam penelitian ini, peneliti mengemukakan saran sebagai berikut:

- 5.2.1. Disarankan kepada peneliti yang akan melakukan penelitian sejenis agar menambahkan variasi materi rangkaian kendali motor pada buku panduan praktikum.
- 5.2.2. Sebaiknya guru pengampu mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol di SMK NU Ungaran menggunakan trainer dan buku panduan praktikum sebagai media pembelajaran karena dapat meningkatkan hasil belajar pada siswa.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. 2012. Pengaturan Putaran Motor Maju Mundur (Putar Kanan Putar Kiri). <http://margionoabdil.blogspot.co.id/2012/12/pengaturan-putaran-motor-maju-putar.html>. 25 Mei 2016. (14:15).
- Arindya, R. 2013. *Penggunaan dan Pengaturan Motor Listrik*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Hardiyanto, Z. 2011. Arus DC (Direct Current) dan Arus AC (Alternating Current). <http://www.elektronikabersama.web.id/2011/05/arus-dc-direct-current-dan-arus-ac.html>. 25 Mei 2016. (15:05).
- Imelio Jordy, Jessio. 2015. Perkembangan IPTEK Dalam Bidang Pendidikan. <http://jessioimeliojordy.blogspot.co.id/2015/11/perkembangan-iptek-dalam-bidang.html>. 21 Maret 2017. (21:33).
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI. 2013. *Instalasi Motor Listrik*. Jakarta.
- Muzaki, I. 2009. Alat Peraga Pembelajaran Pengoperasian Motor Listrik 3 Fasa di SMK. *Skripsi*. Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Pusat Bahasa Depdiknas. 2012. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Edisi Kedua. Balai Pustaka. Jakarta
- Sudjana, N. 2005. *Desain dan Analisis Eksperimen*. Edisi IV. Tarsito. Bandung.
- Sudjana, N. 2009. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. PT Remaja Rosdakarya. Bandung.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan*. Alfabeta. Bandung.
- Susanto, E. 2013. Automatic Transfer Switch. *Jurnal Teknik Elektro*. 5 (1). Universitas Negeri Semarang.

Syahid, Bayu P., Ardian, Dwi C., Ari, Bina P., Nanda, Oscar, Enicka. 2013. Rancang Bangun Kendali Palang Parkir Mobil Menggunakan Smart Card Berbasis PLC. *Jurnal Teknik Elektro*. Politeknik Negeri Semarang.



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG