



## Rancang Bangun Trainer Sistem Kontrol Elektromekanik untuk Kompetensi Keahlian Teknik Otomasi Industri SMK YASIIHA Gubug

Adi Nova Trisetiyanto<sup>1</sup>, Dewi Purnamasari<sup>2</sup>, Yi'laa Nurul Imama<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prodi Pendidikan Informatika, Universitas Ivet

<sup>2</sup>Fakultas Sains dan Teknologi, Departemen Sistem dan Teknologi Informasi, Universitas IVET,  
Semarang, Indonesia

<sup>3</sup>Kompetensi Keahlian Teknik Otomasi Industri SMK Yasiha Gubug, Indonesia.

### Info Articles

#### Sejarah Artikel:

Disubmit : 10 Juni 2022

Direvisi : 11 Juni 2022

Disetujui : 24 Juni 2022

#### Keywords:

Industrial Control;  
Automation Engineering;  
Electromechanics.

### Abstrak

Revolusi industri 4.0 menerapkan konsep otomatisasi yang dilakukan mesin tanpa memerlukan tenaga manusia dalam pengaplikasiannya. Kompetensi Keahlian Teknik Otomasi Industri merupakan disiplin ilmu yang mempelajari otomatisasi perangkat/sistem. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Merancang Trainer Sistem Kontrol Elektromekanik dan menguji keefektifannya. Metode penelitian yang digunakan adalah Riset and Development (R&D). Model Penelitian Pengembangan menggunakan ADDIE, meliputi: Analysis, Design, Development or Production, Implementation or Delivery dan Evaluations. Hasil penelitian menunjukkan Trainer Sistem Kontrol Elektromekanik menggunakan model Stand dan part trainer yang dapat di ganti- ganti menyesuaikan kebutuhan. Untuk wiring rangkaian menggunakan system terminal steker bush dan banana jack. Trainer Sistem Kontrol Elektromekanik terbukti lebih efektif secara waktu dengan menggunakan terminal, secara bahan lebih efisien dengan kabel jumper. Modul ajar dengan job sheet dapat meningkatkan kompetensi peserta didik.

#### Abstract

*The industrial revolution 4.0 applies the concept of automation carried out by machines without the need for human labor in its application. Industrial Automation Engineering Expertise Competence is a discipline that studies the automation of devices/systems. The purpose of this research is to design an electromechanical control system trainer and test its effectiveness. The research method used is Research and Development (R&D). The Development Research Model uses ADDIE, including: Analysis, Design, Development or Production, Implementation or Delivery and Evaluations. The results of the study show that the Electromechanical Control System Trainer uses a Stand model and part trainer that can be replaced according to needs. For the wiring, the circuit uses a bush plug terminal system and a banana jack. The Electromechanical Control System Trainer is proven to be more time effective using terminals, more materially efficient with jumper cables. Teaching modules with job sheets can improve the competence of students.*

✉ Alamat Korespondensi:

E-mail: [supernova\\_3sty@yahoo.com](mailto:supernova_3sty@yahoo.com)

p-ISSN 2721-8341

e-ISSN XXX-XXXX

## PENDAHULUAN

Revolusi industri 4.0 menerapkan konsep otomatisasi yang dilakukan mesin tanpa memerlukan tenaga manusia dalam pengaplikasiannya. Keadaan ini menjadi peluang yang baik bagi industri untuk dapat menambah nilai efisiensi dalam di lingkungan pekerjaan dimana waktu menjadi sesuatu yang berharga di dunia industri. Penerapan Revolusi Industri di pabrik- pabrik saat ini dikenal dengan istilah *Smart Factory*. Proses produksi sendiri adalah cara bagaimana mengolah input menjadi output, melalui proses-proses yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Proses produksi di era Revolusi Industri 4.0 sudah banyak menggunakan sistem otomasi. Otomasi sistem produksi adalah adalah merubah semua proses produksi padako suatu industri dari manual menjadi otomatis menggunakan sistem mekanik, elektronik dan sistem berbasis komputerisasi.

Kompetensi Keahlian Teknik Otomasi Industri (TOI) merupakan disiplin ilmu yang mempelajari otomatisasi perangkat/sistem. Pemanfaatan sistem kontrol seperti halnya komputer yang digunakan untuk mengendalikan mesin-mesin industri dan kontrol proses untuk menggantikan operator tenaga manusia. Otomasi industri ini pada dasarnya adalah suatu teknologi yang berhubungan dengan penerapan sistem mekanis, elektronik, dan juga sistem informasi yang berdasarkan komputer untuk bisa mengoperasikan dan juga mengendalikan produksi perusahaan.

Trainer Teknik Otomasi Industri khususnya Mata Pelajaran Sistem Kontrol Elektromekanik masih menggunakan media konvensional yakni berupa box panel. Pada kegiatan praktikum harian media tersebut diarsa kurang efektif secara pemasangan, biaya bahan dan waktu pengerjaan yang relative lebih lama, serta kondisi peralatan yang rentan rusak. Sehingga perlu adanya Trainer Otomasi Industri khususnya Sistem Kontrol Elektromekanik yang lebih praktis, mudah digunakan, dan dapat meningkatkan pemahaman peserta didik dalam mempelajari system kendali elektro mekanik.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun Trainer Teknik Otomasi Industri khususnya pada Mata Pelajaran Sistem Kontrol Elektromekanik. Menguji keefektifan trainer yang dihasilkan baik secara fungsi, kelayakan dan peningkatan kompetensi peserta didik dalam belajar. Menghasilkan modul belajar Sistem Kontrol Elektromekanik.

## Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan Raharjo, W., & Ratnanto Fitriadi, S. T. (2018). Berjudul Rancang Bangun Alat Trainer Otomasi Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Otomasi Industri Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta. Hasil penelitian didapatkan bahwa skor tertinggi adalah 96 yang menandakan bahwa alat trainer otomasi industri ini dapat membantu pemahaman mahasiswa tentang sistem kontrol PLC dan Pneumatik.

Penelitian yang dilakukan Khuluqi, M. K., & Ratnanto Fitriadi, S. T. (2021). Berjudul Perancangan dan Pembuatan Trainer-Kit Programmable Logic Control (PLC) untuk Media Pembelajaran Sistem Otomasi Industri. Penelitian ini menghasilkan trainer-kit PLC dengan menggunakan CPU PLC OMRON CP1E N20DR dan Cx-Programmer sebagai software monitornya serta modul penggunaannya. Trainer-kit PLC baru (OMRON) dinyatakan layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran sistem otomasi industri, sehingga kegiatan pembelajaran dapat berjalan lebih efektif dan efisien.

Penelitian yang dilakukan Mukhaiyar, R., Eliza, F., Setiawa, H., Irfan, D., & Faradian, N. (2021). Berjudul Berbagi Ilmu dengan Guru-Guru SMKN-1 Pariaman Melalui Trainer Otomasi Industri Sorting Machine. Dengan Hasil Trainer yang memiliki proses industri seperti ini tentunya akan berguna bagi guru dan siswa SMK karena mampu mengilustrasikan salah satu aktivitas yang akan ditemui di industri.

## Kerangka Teori

### 1. Miniatur Circuit Breaker (MCB)

MCB atau kepanjangan dari Miniatur Circuit Breaker merupakan komponen dalam instalasi listrik rumah tinggal yang memiliki peran sangat penting. Komponen ini berfungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban lebih dan hubungan singkat arus listrik (short circuit atau korsleting).



**Gambar Miniatur Circuit Breaker (MCB)**

**2. Push Button Switch**

Push button switch (saklar tombol tekan) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja tekan unlock (tidak mengunci). Sistem kerja unlock disini berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal. Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, push button switch mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (Normally Close) dan NO (Normally Open).



**Gambar Push Button Switch**

**3. Magnetic Contactor (MC)**

Kontaktor (Contactor / Magnetic Contactor) adalah alat elektrikal yang bekerja dengan induksi elektromagnetik pada sebuah kumparan tembaga (coil) yang dialirkan tenaga listrik sehingga menimbulkan medan magnet yang menyebabkan Kontak Bantu NO (Normally Open) akan tertutup dan Kontak Bantu NC (Normally Close) akan terbuka. Kontak pada kontaktor terdiri dari 2 yaitu kontak utama dan kontak bantu. Kontak Utama : Digunakan untuk rangkaian daya. Kontak Bantu : Digunakan untuk rangkaian kontrol.



**Gambar Magnetic Contactor (MC)**

**4. Thermal Overload Relay (TOR)**

Thermal Overload Relay adalah komponen pengaman kontaktor utama yang melindungi rangkaian motor listrik dari arus berlebih. Komponen utama dari gerbang adalah bimetal, dua bahan logam yang memiliki koefisien muai berbeda. Jika ada panas, mereka mengatakan bahwa dua logam memuai untuk membengkokkan diri jika arus yang mengalir ke bimetal terlalu tinggi. Karakteristik ini digunakan untuk memutuskan arus yang mengalir. Gerbang dipasang pada kontak utama dengan beban ke kontak utama kontaktor.



**Gambar Thermal Overload Relay**

**5. Time Delay Relay (TDR)**

Time Delay Relay adalah sebuah komponen elektronik yang dibuat untuk menunda waktu yang bisa disetting sesuai range timer tersebut, dengan memutus sebuah kontak relay yang biasanya digunakan untuk memutus atau menyalakan sebuah rangkaian kontrol. Timer ini biasanya digunakan sebagian besar dunia industri, yang dirangkai dengan berbagai komponen elektronik juga seperti kontaktor, TOR / Overload , dan juga push button untuk rangkian kontrol pendukung.



Gambar Time Delay Relay (TDR)

#### 6. Motor Listrik 3 Fasa

Motor listrik 3 fasa adalah alat listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, dimana listrik yang diubah adalah listrik tiga fasa. motor yang bekerja dengan memanfaatkan perbedaan fasa pada sumber untuk menimbulkan gaya putar pada bagian rotornya. Perbedaan fasa pada motor 3 phase didapat langsung dari sumber. Hal tersebut yang menjadi pembeda antara motor 1 fasa dengan motor 3 fasa. Secara umum, motor 3 fasa memiliki dua bagian pokok, yakni stator dan rotor. Bagian tersebut dipisahkan oleh celah udara yang sempit atau yang biasa disebut dengan air gap.



Gambar Motor Listrik 3 Fasa

#### 7. Pilot Lamp

Pilot lamp adalah sebuah lampu indikator yang menandakan terdapat sebuah aliran listrik masuk pada panel listrik tersebut. Pilot Lamp merupakan sebuah bagian penting dari Komponen Panel Listrik. Pilot Lamp akan bekerja saat ada tegangan yang masuk ( Phase - Netral ) ditandai dengan menyala nya lampu pada pilot lamp tersebut. Dahulu pilot lamp masih dengan lampu bohlam biasa, kini sudah menggunakan LED. Karena LED mempunyai beberapa keunggulan seperti lebih terang dan juga hemat energi. Pilot Lamp tersedia dengan berbagai macam warna, tentunya warna digunakan sebagai tanda dan fungsi yg berbeda-beda dari pilot lamp tersebut.



Gambar Pilot Lamp

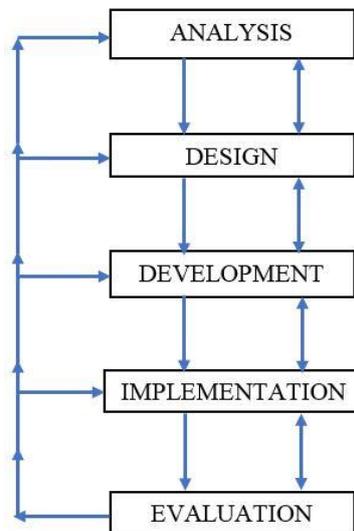
### METODE

Pendekatan penelitian yang digunakan kuantitatif dengan alasan informasi yang digunakan dalam penelitian ini berupa angka-angka, berupa data-data, melalui angket, documenter juga interview. Pendekatan penelitian di atas yaitu pendekatan penelitian dan pengembangan (research and development). Metode penelitian Research and Development (R&D) merupakan penelitian yang secara sengaja, sistematis diarahkan untuk mencari temuan, merumuskan, mengembangkan, menghasilkan, menguji keefektifan produk tertentu yang lebih unggul, baru, efektif, efisien, produktif dan bermakna.

Waktu dan Tempat Penelitian ini dilakukan di SMK Yasiba Gubug. objek penelitian dilakukan pada Siswa Kelas XI Teknik Ketegalistrikan, Waktu pelaksanaan pada semester Genap tahun ajaran 2021/ 2022 pada siswa kelas XI yang terdiri dari 1 kelas yakni untuk uji coba terbatas.

Model Penelitian Pengembangan menggunakan ADDIE, merupakan model yang melibatkan tahap-tahap pengembangan model dengan lima langkah/fase pengembangan meliputi: Analysis,

Design, Development or Production, Implementation or Delivery dan Evaluations). Model ADDIE dikembangkan oleh Dick and Carry pada tahun 1996 untuk merancang sistem pembelajaran.



Gambar Model Penelitian Pengembangan ADDIE

#### Tahap Model Penelitian Pengembangan ADDIE

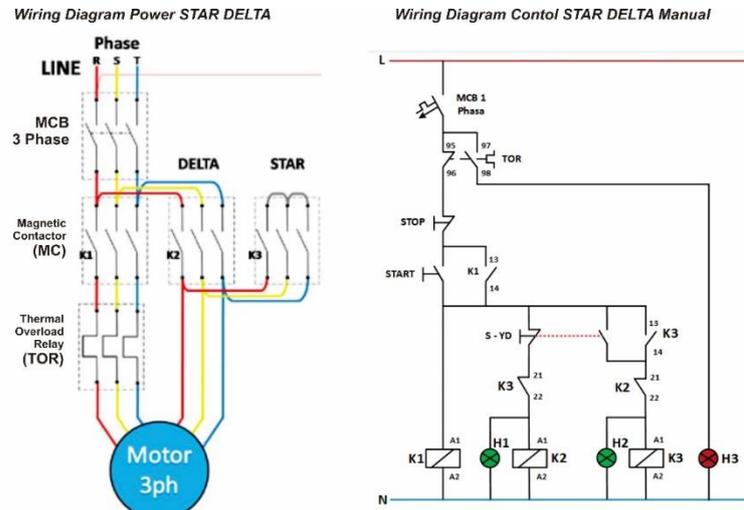
1. Analysis : Tahap pertama adalah menganalisis perlunya pengembangan produk (model, metode, media, bahan ajar) baru dan menganalisis kelayakan serta syarat-syarat pengembangan produk. Pengembangan suatu produk dapat diawali oleh adanya masalah dalam produk yang sudah ada/diterapkan. Masalah dapat muncul dan terjadi karena produk yang ada sekarang atau tersedia sudah tidak relevan dengan kebutuhan sasaran, lingkungan belajar, teknologi, karakteristik peserta didik dan sebagainya.
2. Design : Kegiatan desain dalam model penelitian pengembangan ADDIE merupakan proses sistematis yang dimulai dari merancang konsep dan konten di dalam produk tersebut. Rancangan ditulis untuk masing-masing konten produk. Petunjuk penerapan desain atau pembuatan produk diupayakan ditulis secara jelas dan rinci. Pada tahap ini rancangan produk masih bersifat konseptual dan akan mendasari proses pengembangan di tahap berikutnya.
3. Development : Development dalam model penelitian pengembangan ADDIE berisi kegiatan realisasi rancangan produk yang sebelumnya telah dibuat. Pada tahap sebelumnya, telah disusun kerangka konseptual penerapan produk baru. Kerangka yang masih konseptual tersebut selanjutnya direalisasikan menjadi produk yang siap untuk diterapkan. Pada tahap ini juga perlu dibuat instrumen untuk mengukur kinerja produk.
4. Implementation : Penerapan produk dalam model penelitian pengembangan ADDIE dimaksudkan untuk memperoleh umpan balik terhadap produk yang dibuat/dikembangkan. Umpan balik awal (awal evaluasi) dapat diperoleh dengan menanyakan hal-hal yang berkaitan dengan tujuan pengembangan produk. Penerapan dilakukan mengacu kepada rancangan produk yang telah dibuat.
5. Evaluation : Tahap evaluasi pada penelitian pengembangan model ADDIE dilakukan untuk memberi umpan balik kepada pengguna produk, sehingga revisi dibuat sesuai dengan hasil evaluasi atau kebutuhan yang belum dapat dipenuhi oleh produk tersebut. Tujuan akhir evaluasi yakni mengukur ketercapaian tujuan pengembangan.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi dengan Guru produktif Teknik Otomasi Industri SMK Yasiha Gubug diperoleh kebutuhan trainer Sistem Kontrol Elektromekanik. Salah satu materi yang banyak digunakan di dunia kerja dan industri adalah pengendalian motor listrik 3 phase rangkaian star dan delta.

Rangkaian star delta adalah rangkaian sirkuit yang biasa digunakan untuk mengoperasikan jenis motor 3 phase. Secara umum, rangkaian tersebut dapat digunakan untuk listrik 1 phase ataupun 3 phase. Namun penggunaannya sendiri terbilang lebih sering digunakan untuk rangkaian listrik 3 phase. Secara umum, fungsi rangkaian star delta adalah untuk mengurangi jumlah arus start yang

dihasilkan oleh motor listrik. Saat motor pertama kali dihidupkan, bisa dibilang jumlah arus yang keluar bisa lebih terkurangi menjadi lebih sedikit. Hal ini bisa terjadi karena adanya koneksi star delta yang terpasang. Meskipun difungsikan untuk mengurangi lonjakan arus, namun ketika menggunakan tipe rangkaian ini maka tidak akan mengurangi torsi pada elektromotor tersebut. Koneksi star delta bisa dikatakan dapat digunakan untuk menstabilkan tegangan arus pada motor listrik. Apabila motor listrik mengalami kelebihan beban, maka rangkaian akan memutuskan tegangan. Dengan begitu arus yang kelebihan muatan akan berhenti secara otomatis.



Gambar Wiring Diagram Power & Control STAR DELTA Manual

### Pembuatan Trainer Sistem Kontrol Elektromekanik

Trainer terbagi menjadi 4 unsur utama yakni : Stand, Komponen Power, Komponen Control, Kabel Jumper. Stand Trainer menggunakan Meja yang diberikan tiang besi dan penyangga alumunium untuk meletakkan komponen yang dipasang pada papan akrilik. Papan akrilik yang sebelumnya di potong sesuai ukuran komponen, ditambahkan stiker vinyl glossy untuk memberikan keterangan bagian komponen listrik, sehingga memudahkan peserta didik daam Menyusun rankaian. Komponen yang sudah di pasang pada akrilik kemudian diberikan terminal steker bush setiap kontaknya yang terhubung dengan kabel tersolder agar terminal utama pada komponen dapat paten dan tidak mudah rusak. Komponen power terdiri dari MCB 3 Phase, Kontak Utama Magnetic Contaktor, Kontak Utama Thermal Overload Relay kemudian masuk ke Motor Listrik. Untuk rangkaian kendali atau control terdiri dari MCB 1 phase, Push button switch Star, Delta dan Off, Emergency Switch, Kontak Bantu MC, Kontal Bantu TOR, Time Delay Relay, Koil serta Pilot Lamp. Untuk wiring menggunakan kabel NYAF yang setiap ujungnya diberikan banana jack agar lebih mudah masuk pada steker bush yang terdapat di komponen. Dengan konsep plug in ini pembelejaran peserta didik diharapkan dapat lebih mudah di pahami dan di praktikan.



Gambar Trainer Sistem Kontrol Elektromekanik Teknik Otomasi Industri SMK YASIIHA Gubug

Pengujian Trainer dilakukan mulai dari pengujian seluruh komponen, pengujian terminal dan kontak, serta pengujian rangkaian. Apakah seluruh komponen dapat berfungsi dengan baik, serta rangkaian dapat berjalan sesuai dengan perencanaan.

Tabel Hasil Pengujian Komponen Trainer

No	Komponen	Fungsi	No Kontak / Terminal	Hasil Pengujian
1	MCB 1 Phase	Pengaman Control	In Out	Berfungsi
2	MCB 3 Phase	Pengaman Power	In Out 123	Berfungsi
3	Kontak Utama MC	Kontaktor Utama	L1,L2,L3 – T1,T2,T3	Berfungsi
4	Kontak Bantu MC – NO	Normaly Open	13-14	Berfungsi
5	Kontak Bantu MC – NC	Normaly Close	21-22	Berfungsi
6	Koil Magnetic Kontaktor	Koil Kontaktor	A1- A2	Berfungsi
7	Kontak Utama TOR	Pengaman Motor	135 - 246	Berfungsi
8	Kontak Bantu TOR - NO	Normaly Open	97 - 98	Berfungsi
9	Kontak Bantu TOR - NC	Normaly Close	95 - 96	Berfungsi
10	Koil Time Delay Relay	Timer	7 - 2	Berfungsi
11	Kontak NO - TDR	Normaly Open	1-3 dan 8-6	Berfungsi
12	Kontak NC - TDR	Normaly Close	1-4 dan 8-5	Berfungsi
13	Motor Listrik Star	Starting Motor	U2V2W2 – U1-V1-W1	Berfungsi
14	Motor Listrik Delta	Runing Motor	W2U1-U2V1-V2W1	Berfungsi
15	Pust Button Start	Menyalakan	NO-NO	Berfungsi
16	Pust Button Stop	Mematikan	NC-NC	Berfungsi
17	Pilot Lamp Fasa RST	Indikator Fasa	Merah, Kuning, Hijau	Menyala
18	Pilot Lamp Run	Indikator Jalan	Biru	Menyala
19	Pilot Lamp Stop	Indikator Berhenti	Putih	Menyala

Rangkaian star delta adalah sebuah rangkaian kontrol yang digunakan untuk menyalakan motor listrik 3 phase melalui 2 tahap starting yaitu rangkaian star kemudian rangkaian delta. Pada saat pertama start, motor listrik 3 phase akan running dengan hubung star (bintang). Setelah beberapa saat, rangkaian akan berpindah ke hubung delta dan running operasional. Penggunaan 2 tahap starting ini bertujuan untuk mengurangi lonjakan arus starting pada motor listrik. Pada hubung Star, Arus yang masuk ke kumparan motor besarnya sama dengan arus pada sumber. Sedangkan pada hubung delta, arus pada kumparan lebih besar sebanyak 1.73 kali arus pada sumber. Pada hubung delta, tegangan pada sisi sumber besarnya sama dengan tegangan pada kumparan motor. Sedangkan pada hubung star, tegangan pada sisi sumber lebih besar sebanyak 1,73 kali tegangan pada kumparan motor. Artinya tegangan pada kumparan motor lebih kecil dari tegangan pada sisi sumber.

Prinsip kerja rangkaian STAR DELTA : Mula-mula, arus masuk menuju fuse/MCB kemudian masuk ke kontak normally close (NC) overload Main kontaktor. Dari kontak NC overload, kemudian masuk ke terminal NC push button Stop. Arus dari NC push button stop kemudian bercabang (paralel) menuju NO tombol start dan kontak bantu NO K1. Pada saat tombol start ditekan, maka arus akan mengalir dan menghidupkan kontaktor K1 (main), timer T1 dan kontaktor K2 (Star). Saat tombol start dilepas, arus yang melalui NO tombol start putus, namun arus masih tertahan

melalui kontak NO K1 sehingga baik koil K1, T1 dan K2 tetap ON. Dalam kondisi ini, motor running dalam koneksi Star (Arus starting rendah). Setelah ellapse time pada timer T1 mencapai setting timenya, maka kontak NC pada K3 dan NC pada T1 akan berubah ke posisi open. Di saat yang sama kontak NC K2 dan kontak NO T1 akan berubah ke posisi close sehingga kontaktor K2 (Star) mati dan K3 (Delta) ON. Dalam kondisi ini, motor running dalam koneksi delta (high RPM).

## SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan Trainer Sistem Kontrol Elektromekanik menggunakan model Stand dan part trainer yang dapat di ganti- ganti menyesuaikan kebutuhan. Untuk wiring rangkaian menggunakan system terminal steker bush dan banana jack. Komponen Sistem Kontrol Elektromekanik meliputi : MCB 3 Phase, MCB 1 Phase, Magnetic Contactor (MC), Push Button Switch (NO dan NC), Thermal Overload Relay (TOR), Time Delay Relay (TDR), Motor Listrik 3 Phase, Terminal Steker Bush, Kabel Jumper dengan Banana Jack serta Pilot Lamp sebagai Indikator.

Trainer Sistem Kontrol Elektromekanik terbukti lebih efektif karena menggunakan terminal banana jack dan steker bush sehingga lebih cepat dalam proses perangkaian. Secara bahan lebih hemat karena tidak perlu potong kabel baru karena sudah menggunakan jumper. Secara ketahanan komponen lebih terjaga karena stand paten, tidak bongkar pasang. Secara keamanan dan kompetensi pembelajaran lebih baik karena menggunakan modul ajar berupa job sheet, sehingga lebih terarah dalam pelaksanaan praktikum.

Saran untuk peneliti selanjutnya agar memperhatikan desain yang lebih efektif dan efisien. Bahan stiker vinyl glossy pada akrilik dalam jangka waktu Panjang dapat terkelupas. Terminal steker bush dapat diperhatikan karena seringnya penggunaan akan rentan terputus, sehingga perlu pemeliharaan. Modul ajar atau jobsheet dapat dikembangkan untuk meningkatkan kompetensi peserta didik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alam, A. W. S., & Suprianto, B. (2015). Pengembangan Trainer Parkir Mobil Sistem Informatif Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Diklat PLC Kelas XI Teknik Otomasi Industri SMK Negeri 3 Boyolangu Tulungagung. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 4(3).
- [2] Fitriadi, R., Nugroho, W. D., & Basirun, A. R. (2020). Trainer Kit Material Handling Crane sebagai Model Pembelajaran Otomasi Industri. *IENACO (Industrial Engineering National Conference)* 8 2020.
- [3] Habibi, F. (2019). *STUDI KELAYAKAN TRAINER KONTROL KECEPATAN MOTOR MENGGUNAKAN PLC PADA PRAKTIKUM OTOMASI INDUSTRI* (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- [4] Huda, M., & Ratnanto Fitriadi, S. T. (2019). *Perancangan dan Pembuatan Alat Trainer Otomasi sebagai Media Pembelajaran Otomasi Industri dengan PLC dan Hydraulic System* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- [5] Khuluqi, M. K., & Ratnanto Fitriadi, S. T. (2021). *Perancangan dan Pembuatan Trainer-Kit Programmable Logic Control (PLC) untuk Media Pembelajaran Sistem Otomasi Industri* (Studi Kasus: Jurusan Teknik Industri UMS) (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- [6] Maulana, R. (2021). *Perancangan Prototipe Trainer-kit Konveyor Pemilah Barang Sebagai Media Pembelajaran Laboratorium Otomasi Industri* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta).
- [7] Miftahudin, N., & Suprianto, B. (2015). Pengembangan Modul Trainer Parkir Mobil Sistem Informatif sebagai Media Pembelajaran pada Mata Diklat PLC Kelas XI Teknik Otomasi Industri SMK Negeri 3 Boyolangu-Tulungagung. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 4(3).
- [8] Mukhaiyar, R., Eliza, F., Setiawa, H., Irfan, D., & Faradian, N. (2021). Berbagi Ilmu dengan Guru-Guru SMKN-1 Pariaman Melalui Trainer Otomasi Industri Sorting Machine. *Suluah Benda: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 21(3), 432-442.
- [9] Raharjo, W., & Ratnanto Fitriadi, S. T. (2018). *Rancang Bangun Alat Trainer Otomasi Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Otomasi Industri Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- [10] Yantomo, I. (2018). *PENGEMBANGAN JOBSHEET TRAINER PLC SEBAGAI SUMBER PEMBELAJARAN PRAKTIKUM OTOMASI INDUSTRI* (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia). Tegeh, I. M., & Kirna, I. M. (2013). Pengembangan Bahan ajar metode penelitian pendidikan dengan addie model. *Jurnal Ika*, 11(1).
- [11] Zikri, N. H. N. (2017). *Pengembangan trainer PLC portable Paket Keahlian teknik Otomasi Industri di SMKN 1 Singosari* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Malang).