

---

# SISTEM KENDALI MOTOR TIGA FASA BERBASIS PLC OMRON CP2E-E40DR-A DENGAN METODE DIRECT ON-LINE

Ghoni Musyaha<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Teknik Elektronika, Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan, Indonesia

\*email : sultandigitalpictures20@gmail.com

DOI : 10.48144/suryateknika.v10i1.2249

Received: 31 Oktober 2025

Revised: 6 Maret 2026

Accepted: 28 April 2026

---

## Abstract

*Industry 4.0 is closely related to the production process, so its presence is inseparable from the scientific influence of automation techniques. 3 phase induction motor is the most widely used motor in the industrial world. The controlling components control the induction motors. A controller that is often used in the world of industrial automation is the Programmable Logic Controller (PLC). Trainers are needed to make learning about PLC to control electric motors easier for students. Therefore, the formulation of the problem in writing this Final Project is how to design a 3-phase motor control system trainer using the Omron CP2EE40DR- A PLC? and how is the use of a 3-phase motor control trainer in the learning process? In this research, a 3-phase motor control system trainer based on the Omron CP2E-E40DR-A PLC has been built. This research uses the RnD method with an Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation (ADDIE) development model. The trainer is designed according to the design of the portable box that can be carried and moved everywhere. The trainer section consists of two parts, namely the top (lid) and the bottom. At the bottom, it consists of the main components of the trainer. This part is part of the laying of PLC, Contactor, TOR, and other features. The top is focused as part of input in the form of buttons and output in the format of pilot lights.*

Keywords: three-phase motor control; PLC Omron; direct on-line; industrial automation

---

## Abstrak

Industri 4.0 erat kaitannya dengan proses produksi, maka kehadirannya tidak terlepas dari pengaruh keilmuan mengenai teknik otomatisasi. Motor induksi 3 fasamerupakan motor yang paling banyak digunakan dalam dunia industri. Untuk beroperasi secara otomatis, motor-motor induksi dikendalikan oleh komponen pengontrol. Pengontrol yang sering digunakan dalam dunia otomasi industri adalah *Programmable Logic Controller* (PLC). Trainer diperlukan untuk mempermudah mahasiswa dalam pembelajaran mengenai PLC untuk mengontrol motor listrik. Maka dari itu rumusan masalah dalam penulisan penelitian ini adalah bagaimana perancangan trainer sistem kendali motor 3 fasa menggunakan PLC Omron CP2EE40DR-A? serta bagaimana pemanfaatan trainer kendali motor 3 fasa pada proses pembelajaran? Dalam penelitian ini, trainer sistem kendali motor 3 fasa berbasis PLC Omron CP2E-E40DR-A telah dibangun. Penelitian ini menggunakan metode RnD dengan model pengembangan *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation* (ADDIE). Trainer dirancang sesuai dengan desain *box portable* yang dapat dibawa dan dipindahkan kemana-mana. Bagian trainer terdiri dari dua bagian yaitu bagian atas (tutup) dan bagian bawah. Pada bagian bawah terdiri dari komponen utama dalam trainer. Bagian ini merupakan bagian diletakkannya PLC, Kontaktor, TOR, dan komponen lainnya. Bagian atas difokuskan sebagai bagian untuk input yang berupa tombol dan output berupa lampu pilot. Hasil implementasi trainer yang disesuaikan dengan *jobsheet* yang telah dibuat menunjukkan hasil yang baik dengan beberapa evaluasi. Evaluasi tersebut berfokus pada penggunaan trainer yang harus berhati-hati karena penggunaan *banana plug* menjadikan beberapa bagian bertegangan dan bahaya apabila tersentuh. Selain itu, evaluasi difokuskan pada pengembangan *jobsheet* yang telah dibuat

**Kata kunci:** Kontrol motor tiga fasa; PLC Omron; direct on-line; otomasi industri

---

## 1. Pendahuluan

Perkembangan Industri telah mencapai generasi ke 4 atau yang biasa disebut sebagai Industri 4.0. Sebelum revolusi ada, banyak pekerjaan yang mengandalkan tenaga manusia dan hewan. Pada revolusi generasi pertama, atau Industri 1.0, yang bermula pada abad ke-18, penemuan alat tenun mekanis dan mesin uap telah memulai generasi awal revolusi industri. Sebagai akibatnya, jumlah produksi meningkat meskipun berakibat pada banyaknya pengangguran karena tenaga hewan dan manusia berkurang. Revolusi Industri 2.0 terjadi pada abad ke-19 hingga abad ke-20 yang ditandai dengan munculnya listrik yang membuat biaya produksi jauh lebih murah dari sebelumnya. Industri 3.0 ditandai dengan berkembangnya sistem otomatisasi yang dikontrol oleh chip elektronis dalam bentuk mikroprosesor, mikrokontroler, komputer, *Programmable Logic Controller* (PLC), dan lain sebagainya. Revolusi industri 4.0 berawal pada tahun 2018 hingga sekarang. Revolusi ini menyatukan kedua teknologi yaitu otomatisasi dan cyber bersama dengan berkembangnya teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam bidang robotik, sains dan lain sebagainya. Kehadiran teknologi digital memberikan dampak yang positif bagi kehidupan manusia. Hal itu dapat dilihat dengan aktivitas, pekerjaan, dan gaya hidup yang berubah menjadi lebih praktis [1].

Pada proses di suatu industri, automasi dilakukan untuk menekan angka kesalahan dan juga meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Berkembangnya teknologi dapat mengurangi biaya produksi karena tidak perlu membayar seseorang untuk mengerjakan sesuatu secara manual. Otomasi industri juga mencakup penggunaan berbagai peralatan mesin otomatis dalam memproses produk seperti robot industri, mesin perakitan otomatis, sistem penyimpanan otomatis, sistem penanganan dan sistem pemeriksaan secara otomatis. Semua hal tersebut diperlukan untuk mengendalikan kualitas dan sistem komputer dalam hal merencanakan, mengumpulkan data, serta dalam mengambil keputusan untuk mendukung aktivitas manufaktur. Hampir setiap proses tersebut melibatkan komponen penggerak berupa motor seperti motor induksi, motor stepper, motor servo dan lain sebagainya.

Motor induksi 3 fasa merupakan motor yang paling banyak digunakan dalam dunia industri [2]. Motor induksi memiliki keuntungan antara lain memiliki konstruksi yang sederhana, relatif murah dan mudah dalam pemeliharaannya dibandingkan dengan motor DC. Motor ini digunakan untuk menggerakkan konveyor, *crane*, serta menggerakkan mesin-mesin produksi lainnya. Untuk beroperasi secara otomatis, motor-motor ini dikendalikan oleh komponen pengontrol. Pengontrol yang sering digunakan dalam dunia otomasi industri adalah *Programmable Logic Controller* (PLC).

Industri 4.0 erat kaitannya dengan proses produksi, maka kehadirannya tidak terlepas dari pengaruh keilmuan mengenai teknik industri dan otomatisasi [3]. Maka sangatlah

penting bagi peneliti untuk mengetahui konsep otomatisasi yang telah berkembang sejak lama. Sebagai alternatif solusi untuk tantangan tersebut, penulisan penelitian ini berfokus pada pengembangan trainer PLC. Trainer sistem kendali motor 3 fasa berbasis PLC merupakan perangkat yang digunakan untuk pembelajaran dalam bidang pengendalian motor 3 fasa dengan menggunakan PLC. PLC yang digunakan adalah PLC Omron CP2E-E40DR-A

## 2. Literatur Review

### 2.1 Sistem Kendali Motor Tiga Fasa Berbasis PLC

Hasil penelitian O. D. Saifilla, "Pengendalian Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan *Variable Speed Drive (VSD)* Berbasis *Programmable Logic Contoler (PLC)*," Skripsi Sarjana, Universitas AKPRIND Indonesia, Indonesia, 2024, menyimpulkan kemungkinan besar berfokus pada **keberhasilan implementasi** sistem, sebagai berikut:

1. **Fungsionalitas Sistem Terbukti:** PLC berhasil digunakan sebagai **pusat kendali** untuk mengatur dan mengoperasikan VSD. Sistem terbukti mampu mengendalikan kecepatan putaran motor induksi 3 fasa secara otomatis dan/atau manual sesuai dengan program yang dibuat.
2. **Kontrol Kecepatan yang Efektif:** Implementasi VSD yang diperintah oleh PLC menghasilkan **variasi kecepatan** motor yang presisi dan stabil, sesuai dengan perubahan frekuensi yang diprogram pada PLC. Ini menunjukkan efektivitas VSD sebagai alat pengendali kecepatan yang modern.
3. **Keandalan dan Fleksibilitas Otomasi:** Sistem pengendalian motor menggunakan PLC dan VSD menunjukkan **keandalan** yang lebih tinggi dan **fleksibilitas** pemrograman yang lebih baik dibandingkan dengan sistem kontrol konvensional (menggunakan rangkaian kontaktor dan relay).
4. **Pencapaian Tujuan Penelitian:** Tujuan perancangan dan implementasi pengendalian kecepatan motor 3 fasa menggunakan kombinasi VSD dan PLC telah **tercapai** dan sistem bekerja sesuai dengan spesifikasi perancangan.

Untuk mengatasi kekurangan dari penelitian *Saifilla, O. D. (2024)*, perlu adanya kemampuan alat terhadap variasi perubahan kecepatan dan beban yang lebihh banyak. Adanya sebuah solusi pannelitian Oleh Muhamad Abdul Rofiq, dkk. Dengan judul *Vaiable Speed Drive (VSD) Sebagai Pengendalian Kecepatan Motor Induksi* Jurnal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, 2024.

Penelitian ini merancang sistem kendali kecepatan motor 3 fasa menggunakan VSD yang diatur PLC, dan secara eksplisit melakukan pengujian pada **delapan variasi kecepatan** dan dilengkapi sistem *close loop* untuk mengendalikan kecepatan saat ada **variasi perubahan beban** yang diberikan oleh *prony brake*.

Penelitian ini menyimpulkan menguji motor pada beban nominal atau tanpa beban dan pada rentang kecepatan yang sempit **memiliki validitas terbatas** untuk aplikasi industri nyata. menunjukkan bahwa sistem VSD-PLC **harus diuji pada berbagai variasi beban dan frekuensi** untuk membuktikan kemampuan sistem menjaga **stabilitas dan presisi kecepatan** di bawah kondisi operasi yang dinamis dan ekstrem.

Selanjutnya, penelitian oleh Nurfauziah et al. (2023) mengkaji sistem kendali bergantian pada motor tiga fasa menggunakan PLC Siemens S7-1200. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PLC mampu mengatur urutan operasi motor secara otomatis dengan tingkat keandalan yang tinggi. Penelitian lain oleh Ali (2021) juga menunjukkan bahwa PLC efektif digunakan dalam pengasutan motor metode star-delta untuk mengurangi arus awal yang tinggi saat starting.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut berfokus pada implementasi sistem kendali dalam skala industri, dengan penekanan pada performa sistem seperti pengaturan kecepatan, efisiensi, dan proteksi. Aspek pengembangan media pembelajaran dalam bentuk trainer yang portabel dan mudah digunakan masih relatif terbatas.

Beberapa studi telah menunjukkan keberhasilan dalam perancangan purwarupa alat pengendalian motor 3 fase dengan menggunakan *Programmable Logic Contoler* (PLC) :

**Tabel 1.** Penelitian yang berkaitan dengan pengendalian motor 3 fasa oleh PLC

| o. | Penulis & Tahun        | Judul  | Sumber Publikasi                               | Topik Utama  |
|----|------------------------|--|--|--|
| .  | Saifilla, O. D. (2024) | PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN VARIABLE SPEED DRIVE (VSD) BERBASIS PROGAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC). | Sarjana thesis, Universitas AKPRIND Indonesia. | Kontrol kecepatan motor 3 fasa menggunakan VSD yang diintegrasikan dengan PLC. |
| .  | Nurfauzi ah, A.,       | Sistem Rangkaian Kontrol Bergantian Pada   | Manutech: Jurnal                               | Penggunaan PLC untuk mengontrol dua  |

|  |  |   |   |  |
|--|--|---|---|--|
|  | Nurhaji, S., & Budiawan, J. M. U. (2023) | Motor 3 Fasa Menggunakan PLC Siemens S7 1200.   | Teknologi Manufaktur, 15(01), 33-39.        | motor 3 fasa agar bekerja secara bergantian (alternating control system).  |
|  | Ariprihar ta, A. (2023)                  | Kendali Motor Induksi Menggunakan Variable Speed Drive (VSD).   | Jurnal Kajian Teknik Elektro, 8(1), 1-6.    | Fokus pada implementasi VSD untuk motor induksi, yang merupakan perangkat esensial yang dikendalikan oleh PLC untuk kontrol kecepatan. |
|  | Ali, M. J. (2021)                        | KENDALI MOTOR INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) DENGAN METODE DELTA ( $\Delta$ ). | Skripsi/Tugas Akhir, Universitas Trunojoyo. | Penggunaan PLC untuk mengimplementasikan rangkaian pengasutan motor Star-Delta (Bintang-Segitiga) untuk mengurangi arus starting.      |

Secara umum, dari penelitian yang menjadi literatur dari penelitian ini menunjukkan bahwa :

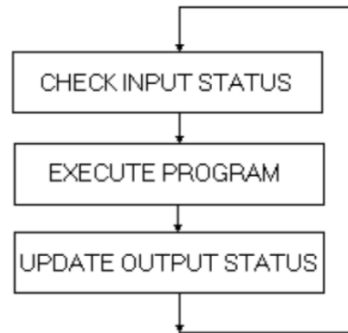
**Programmable Logic Controller (PLC)** telah terbukti menjadi **perangkat kendali utama yang esensial** dalam mengoperasikan motor induksi 3 fasa di lingkungan industri modern, memberikan **fleksibilitas dan efisiensi** yang superior dibandingkan metode konvensional.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan **PLC dan VSD** adalah **solusi terintegrasi dan optimal** untuk motor induksi 3 fasa, tidak hanya untuk mencapai **efisiensi energi dan kontrol kecepatan variabel**, tetapi juga untuk mengelola **urutan operasional yang kompleks dan menjamin pengasutan motor yang aman dan terprogram**.

## 2.2 PLC Omron CP2E-E40DR-A dalam Sistem Kendali

PLC Omron CP2E-E40DR-A merupakan salah satu jenis PLC kompak yang banyak digunakan dalam aplikasi otomasi skala kecil hingga menengah. PLC ini memiliki keunggulan dalam integrasi unit CPU, power supply, dan I/O dalam satu perangkat sehingga memudahkan instalasi dan pemeliharaan [11]. Dengan kapasitas 40 I/O (24 input dan 16 output), PLC ini cukup memadai untuk mengendalikan sistem motor tiga fasa sederhana.

PLC akan bekerja sesuai dengan program yang telah diberikan kepada PLC. Sinyal masukan dalam bentuk logika biner diterima oleh PLC dan PLC akan mengeksekusi berdasarkan program yang telah diterimanya untuk menghasilkan sinyal keluaran juga dalam bentuk logika biner. Urutan langkah dari cara kerja PLC diperlihatkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Langkah cara kerja PLC [5]

**Step 1. Check input status.** Pertama PLC akan memeriksa atau mengecek keadaan dari setiap sinyal masukan yang diterimanya apakah dalam keadaan status *on* atau *off*. Dengan kata lain apakah sensor yang dihubungkan dengan masukan pertama dalam keadaan *on* atau *off*.

**Step 2. Execute programs.** Tahap berikutnya adalah PLC akan melakukan eksekusi program yang telah diterimanya dalam satu waktu. Misalkan jika masukan 1 dalam keadaan *on*, maka keluaran 1 harus juga dalam keadaan *on*.

**Step 3. Update output status.** Bagian akhir dari urutan ini adalah PLC akan melakukan *up-date* terhadap status keluaran. PLC akan melakukan update keluaran berdasarkan sinyal masukan yang telah diterimanya dan eksekusi yang telah dilakukan berdasarkan programnya. Jika ketiga langkah di atas telah dilakukan, maka PLC kembali lagi untuk mengulangi secara terus-menerus hingga tugas yang dikerjakan oleh PLC berakhir.

Sistem pengendalian yang dilakukan oleh PLC dapat untuk mengendalikan banyak hal dari sebuah sistem operasi kelistrikan, salah satunya untuk pengendalian motor 3 fasa

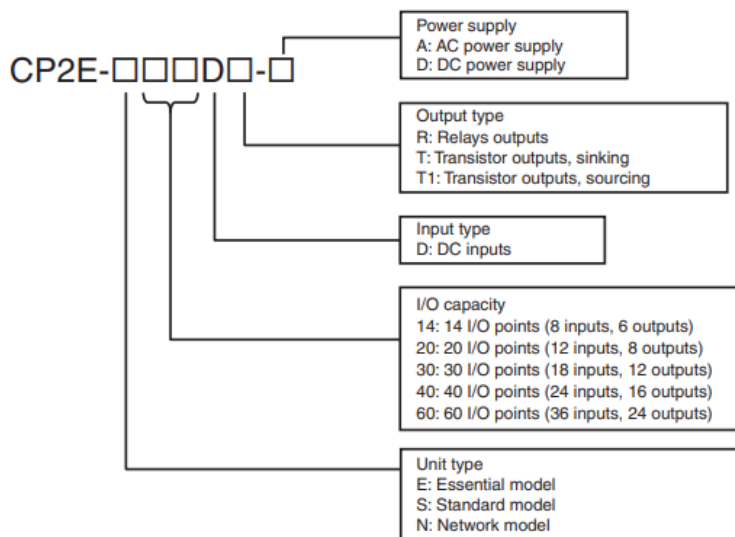
Omron merupakan salah satu produsen PLC selain beberapa perusahaan yang lain seperti Mitsubishi Electric, Siemens, ABB, Allen-Bradley, dan lain sebagainya. PLC Omron cukup banyak digunakan di berbagai perusahaan manufaktur dan karena itu, PLC Omron juga sering dijadikan sebagai objek belajar para pelajar dan mahasiswa di berbagai perguruan tinggi. Omron mengeluarkan dua jenis PLC yaitu PLC kompak dan PLC modular. PLC Omron tipe CP2E merupakan salah satu PLC jenis kompak. PLC jenis ini ditandai dengan disatukannya beberapa bagian dari PLC seperti *power supply*, unit I/O dan

unit CPU sehingga menjadi satu kesatuan. Pada PLC jenis modular, unit-unit tersebut terpisah antara satu sama lain. Gambar 2 merupakan bentuk fisik dari PLC Omron CP2E-E40DR-A.



**Gambar 2.** PLC Omron CP2E-E40DR-A

Sesuai dengan tipe serinya, PLC ini mempunyai 40 unit I/O yang terbagi menjadi 24 *input* dan 16 *output*. Tipe input yang digunakan adalah DC input. Itulah mengapa dalam PLC ini juga dilengkapi dengan terminal 24V DC *source* yang nantinya digunakan sebagai sumber tegangan untuk input. Secara lebih jelas, spesifikasi dari PLC Omron CP2E-E40DR-A diterangkan dalam Gambar 3.



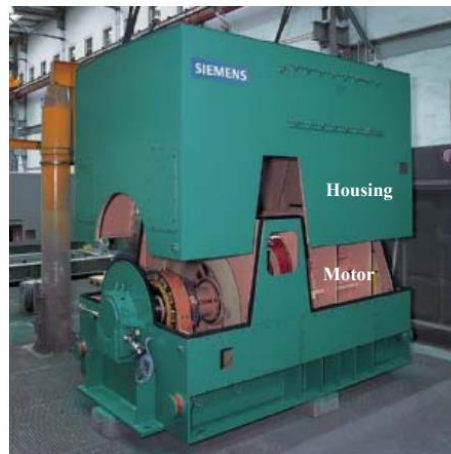
**Gambar 3.** Spesifikasi dari seri PLC Omron CP2E

Motor induksi merupakan motor listrik yang paling banyak digunakan. Motor ini bekerja dengan sumber tegangan arus bolak-balik (AC). Dinamakan motor induksi karena motor ini bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke rotornya. Arus rotor merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan magnet (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator [8].

Motor induksi banyak digunakan dalam kegiatan produksi di industri maupun dalam kehidupan rumah tangga. Motor induksi umumnya dibagi menjadi motor induksi 1 fasa dan motor induksi 3 fasa. Penggunaan motor induksi 1 fasa sebagai contoh pada pemakaian pompa air yang ada di rumah. Sementara motor induksi 3 fasa banyak digunakan dalam berbagai bidang industri yang memiliki kapasitas besar. Motor induksi 3 fasa ditunjukkan pada Gambar 3, selain itu penerapannya ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 3.** Motor Induksi 3 Fasa (a) bentuk fisik, (b) komponen pembangun[9]



**Gambar 4.** Penerapan Motor Induksi di Dunia Industri [10]

### 2.3 Research Gap dan Kontribusi Penelitian

Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, dapat diidentifikasi bahwa:

1. Penelitian sebelumnya lebih berfokus pada **pengendalian performa motor (kecepatan, efisiensi)**
2. Belum banyak penelitian yang mengembangkan **trainer portabel berbasis PLC**
3. Aspek **keselamatan dan kemudahan penggunaan dalam pembelajaran** masih kurang dibahas

Oleh karena itu, penelitian ini berkontribusi dalam:

- Mengembangkan **trainer sistem kendali motor tiga fasa berbasis PLC**
- Mengintegrasikan sistem dalam **desain portabel (hardcase)**
- Menyediakan **media pembelajaran praktis untuk otomasi industri**

modelan diagram blok Simulink untuk pengendalian ketinggian air dengan PID.

### 3. Metode

Data diperoleh melalui pengujian langsung terhadap sistem dan dicatat dalam bentuk tabel hasil pengujian. Analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif, dengan mengevaluasi kesesuaian antara logika yang dirancang dan hasil aktual sistem.

Penggunaan pendekatan kuantitatif digunakan dalam penelitian ini. dengan untuk Pengembangan dan menguji prototipe sistem menggunakan metode eksperimental. Seluruh tahapan perancangan hingga pengujian didokumentasikan secara rinci agar memungkinkan reproduksi eksperimen di masa mendatang.

#### 3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Elektronika, Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan, Jawa Tengah, Indonesia. Rentang waktu penelitian berlangsung selama 10 bulan, dimulai dari Bulan Januari 2025 hingga Bulan Oktober 2025. Pemilihan lokasi laboratorium memastikan ketersediaan fasilitas pendukung, peralatan uji, dan kondisi terkontrol untuk perancangan dan pengujian sistem.

#### 3.2. Bahan dan Alat Penelitian

Perancangan Sistem Pengendalian Motor 3 fasa Dengan Penendali Terintegrasi PLC OMRON CP2E-E40DR-A melibatkan beberapa bahan dan komponen elektronik serta alat uji. Spesifikasi detail dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

#### 3.3. Bahan dan Komponen Elektronik

Bahan yang digunakan dalam perancangan ini di perlihatkan dalam Tabel 2

Tabel 2 Bahan dalam perancangan

| Bahan                  | Spesifikasi   | Jumlah  |
|------------------------|---|---------|
| PLC                    | Omron CP2E-E40DR-A<br>Source 100-240V AC 50/60 Hz 70VA    | 1 unit  |
| Kontaktor              | Mitsubishi ST-12 220VAC                                   | 3 unit  |
| MCB 3 fasa             | Chint 16A 3P  | 1 unit  |
| MCB 1 fasa             | Chint 4A 1P   | 1 unit  |
| Thermal Overload Relay | Mitsubishi Thermal Overload<br>TH-T25 94 7A - 11A         | 2 unit  |
| Amp meter LED Lamp     | EWIG E16-22VA ROUND<br>Volt: AC50-500V<br>Current: 0-100A | 3 unit  |
| Lampu Pilot            | LED KG22DS 22mm AC 220V                                   | 12 unit |
| Push Button            | Schneider, 1NO - XA2EA31                                  | 8 unit  |
| Koper Hardcase         | Ukuran 14 x 51 x 30 cm                                    | 1 unit  |

|                |                           |            |
|----------------|---------------------------|------------|
| Kertas Sticker | Kertas Vinyl ukuran A3+   | 1 lembar   |
| Kabel          | NYAF 0.75 mm <sup>2</sup> | Secukupnya |
| Banana Female  | 4mm                       | 144 buah   |
| Banana Male    | 4mm                       | 100 buah   |
| Skun Kabel     | Garpu, 1.5 mm             | Secukupnya |
| Tie Mount      | 30 x 30                   | Secukupnya |
| Cable Ties     | Hitam, 10 cm              | Secukupnya |

**3.4. Alat Uji dan Pendukung**

Alat yang digunakan dalam pembuatan rancangan ini adalah laptop/komputer dan alat tangan, yang meliputi:

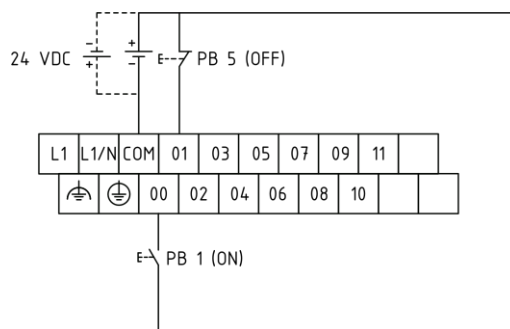
1. Komputer/laptop yang terinstall CX-Programmer 9.751 buah
2. Trainer PLC 1 buah
3. Motor Induksi 3 Fasa 1 buah
4. Multimeter 1 buah
5. Kabel Jumper secukupnya

**3.5. Prosedur dan Hasil Penelitian**

Prosedur penelitian dibagi menjadi beberapa tahapan utama, yang disusun secara logis untuk menjamin pengembangan prototipe yang sistematis dan pengujian yang valid.

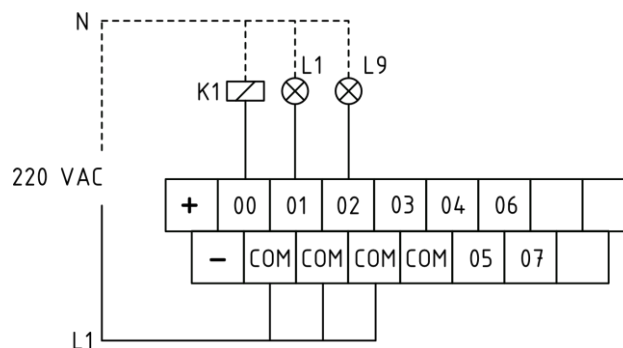
**A. Perancangan Sistem Elektronika dan Mekanisme**

**1. Wiring Input PLC**



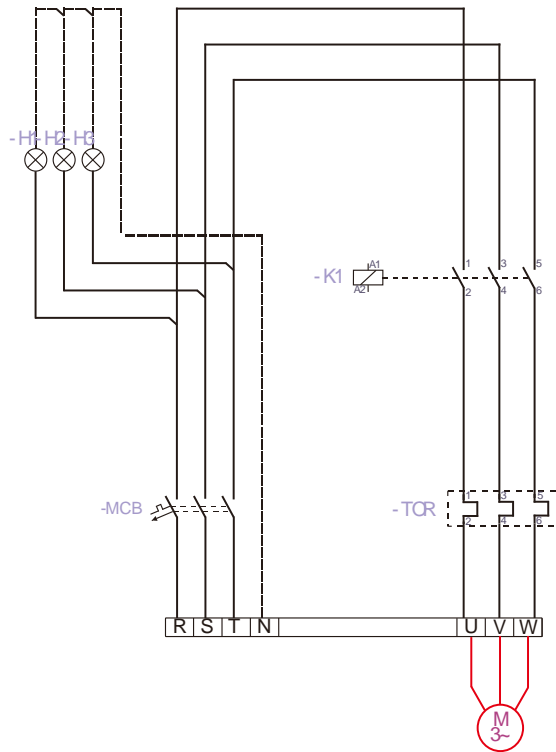
**Gambar 5. Wiring Input PLC**

**2. Wiring Output PLC**

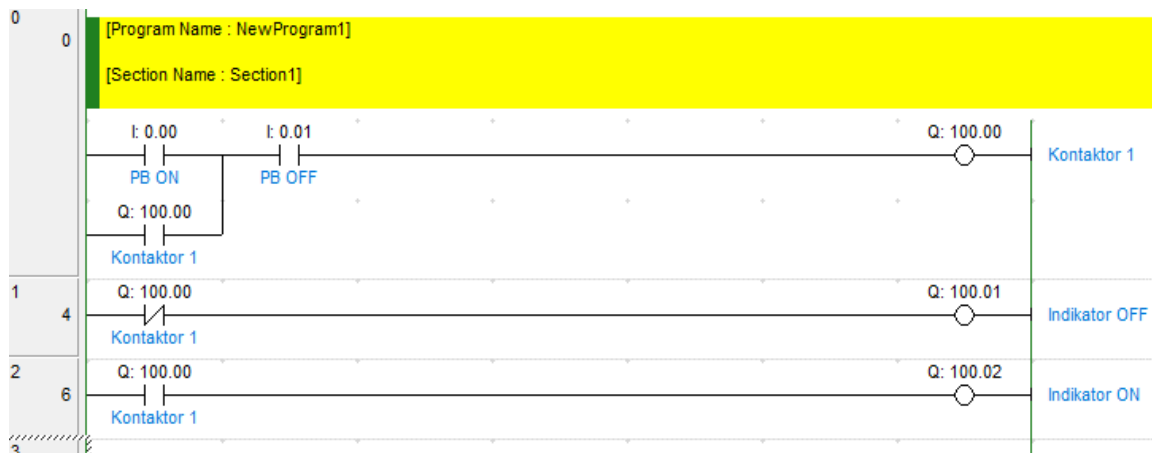


**Gambar 6. Wiring Output PLC**

3. Rangkaian Utama



Gambar 6. Rangkaian Utama



Gambar 7. program menggunakan CX-Programmer

Selanjutnya Upload program ke PLC dan jalankan rangkaiannya.

**B. Teknik Analisis Data**

Data yang terkumpul dari pengujian dianalisis secara **deskriptif kuantitatif**.

1. **Analisis Unifariat:** Melibatkan perhitungan statistik dasar seperti nilai rata-rata, persentase deviasi, dan rentang data untuk masing-masing variabel pengujian (misalnya, rata-rata deviasi waktu, rata-rata deviasi jumlah pakan, rentang tegangan baterai).

2. **Penyajian Data:** Hasil analisis disajikan dalam bentuk **tabel terbuka** dan **grafik** (gambar) yang dilengkapi dengan keterangan yang jelas dan lugas. Setiap tabel dan gambar diberi judul yang informatif dan nomor urut sesuai standar penulisan ilmiah.
3. **Interpretasi Hasil:** Data yang disajikan kemudian diinterpretasikan untuk menarik kesimpulan mengenai kinerja prototipe, menjawab pertanyaan penelitian, dan mengidentifikasi kontribusi serta implikasi ilmiah dari temuan tersebut, sesuai dengan urutan presentasi hasil.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1. Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian sistem kendali motor tiga fasa berbasis PLC ditunjukkan pada Tabel pengujian. Pengujian dilakukan dengan variasi kondisi input (push button ON/OFF) untuk mengamati respon output berupa aktivasi kontaktor dan lampu indikator.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian

| No | INPUT |        | OUTPUT |                |                 |
|----|-------|--------|--------|----------------|-----------------|
|    | PB ON | PB OFF | K1     | L Indikator ON | L Indikator OFF |
| 1  | √     |        | √      |                |                 |
| 2  |       | √      | √      |                |                 |
| 3  | √     |        | √      |                |                 |
| 4  | √     |        |        | √              |                 |
| 5  |       | √      |        |                | √               |

Berdasarkan Tabel 3 (Hasil Pengujian) yang disajikan, hasil penelitian berfokus pada fungsionalitas logika kendali (latching circuit atau interlock) yang diprogram di PLC.

##### 4.2. Fungsionalitas Logika Kendali

Tabel 3 menunjukkan pengujian kondisi tombol PB ON dan PB OFF terhadap status Kontaktor (K1) dan Lampu Indikator (ON/OFF). Logika yang diharapkan (dan diasumsikan berhasil) adalah:

**Tabel 4.** Keterangan Fungsional Hasil Pengujian

| No. | PB ON | PB OFF | K1        | L Indikator | L Indikator | Keterangan Fungsional |
|-----|-------|--------|-----------|-------------|-------------|-----------------------|
|     |       |        | (Motor)   | ON          | OFF         |                       |
| 1   | √     |        | √ (Aktif) | √           |             | Start motor, K1 aktif |

|   |              |              |           |   |              |   |
|---|--------------|--------------|-----------|---|--------------|---|
|   | (Tekan)      |              |           |   |              | (DOL).  |
| 2 |              | √<br>(Tekan) |           |   | √<br>(Aktif) | Stop motor, K1 nonaktif.                                    |
| 3 | √<br>(Tekan) |              | √ (Aktif) | √ |              | Motor sudah berjalan, perintah Start tidak mengubah status. |
| 4 | √<br>(Tekan) |              | √ (Aktif) | √ |              | Asumsi: Logika normal, L Indikator OFF mati.                |
| 5 |              | √<br>(Tekan) |           |   | √<br>(Aktif) | Motor dimatikan, K1 nonaktif.                               |

Simbol √ pada kolom OUTPUT menandakan bahwa komponen tersebut AKTIF (ON).

#### 4.3. Hasil Pengujian Fungsional:

Sistem telah berhasil dirancang dan diimplementasikan untuk menjalankan logika kendali motor 3 fasa Direct On-Line (DOL). Program PLC (menggunakan ladder diagram pada CX-Programmer) mampu mengaktifkan dan mematikan kontaktor (K1) melalui perintah tombol input (PB ON dan PB OFF) dan mengendalikan lampu indikator sesuai status motor.

Evaluasi (Kelemahan dan Saran Pengembangan), ditemukan evaluasi penting:

- **Bahaya Sentuhan:** Penggunaan *banana plug* pada *trainer* menjadikan beberapa bagian bertegangan dan berpotensi bahaya jika tersentuh, sehingga **kehati-hatian** sangat ditekankan.
- **Pengembangan *Jobsheet*:** Diperlukan pengembangan lebih lanjut pada materi/panduan yang telah dibuat.

#### 5. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sebuah trainer sistem kendali motor tiga fasa berbasis PLC Omron CP2E-E40DR-A dengan metode Direct On-Line (DOL) dalam bentuk portabel. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki validitas fungsional yang baik, di mana program PLC dan rangkaian kelistrikan mampu bekerja secara konsisten dalam mengendalikan kontaktor (K1) sesuai dengan perintah input berupa push button ON/OFF untuk mengoperasikan motor tiga fasa.

Selain itu, trainer yang dikembangkan terbukti efektif sebagai media pembelajaran praktis dalam mendukung pemahaman mahasiswa terhadap konsep otomasi industri, khususnya pada aplikasi kendali motor listrik berbasis PLC. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai alat implementasi teknis, tetapi juga memberikan kontribusi dalam peningkatan kualitas pembelajaran di bidang teknik elektro dan otomasi industri.

## Referensi

- [1] A. Annisa, "Sejarah Revolusi Industri dari 1.0 sampai 4.0," *Artikel Mahasiswa Sistem Telekomunikasi*, Jan. 2021. doi: 10.13140/RG.2.2.20215.24488.
- [2] F. M. Wildan, E. A. Hakim, and D. Suhardi, "Sistem Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Kontroler PID Berbasis Genetic Algorithm," *Kinetik*, vol. 1, no. 1, pp. 23–32, 2016. doi: 10.22219/kinetik.v1i1.14.
- [3] H. Prasetyo and W. Sutopo, "Perkembangan keilmuan teknik industri menuju era industri 4.0," dalam *Prosiding Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*, 2017, p. 500. [Daring]. Tersedia: <https://www.researchgate.net/publication/328600510>
- [4] E. A. Prastyo, "Sejarah dan Awal Perkembangan PLC," *Edukasi Elektronika*, 2016. [Daring]. Tersedia: <https://www.edukasielektronika.com/2016/05/sejarah-dan-awal-perkembangan-plc.html>.
- [5] W. Bolton, *Programmable Logic Controller (PLC)*. Kidlington, UK: Elsevier Ltd, 2003.
- [6] I. Setiawan, *Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol*. Yogyakarta, Indonesia: CV. Andi Offset, 2006.
- [7] H. Said, *Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri*. Yogyakarta, Indonesia: CV. Andi Offset, 2012.
- [8] Z. Anthony, "Mesin Listrik AC: Bab III Motor Induksi," *Sistem Informasi Institut Teknologi Padang*, 2010. [Daring]. Tersedia: [sisfo.itp.ac.id](http://sisfo.itp.ac.id).
- [9] Wiki Elektronika, "Pengertian dan Cara Kerja Motor Induksi," 2022. [Daring]. Tersedia: [tautan mencurigakan telah dihapus].
- [10] Z. Anthony, "Mesin Listrik AC," *Sistem Informasi Institut Teknologi Padang*, 2015. [Daring]. Tersedia: <https://sisfo.itp.ac.id/bahanajar/index.php>.
- [11] Omron, "CP2E-E40DR-A," *Industrial Automation*. [Daring]. Tersedia: <https://industrial.omron.eu/en/products/CP2E-E40DR-A>.
- [12] Glodok-LTC, "Kontaktor Mitsubishi S-T21," 2021. [Daring]. Tersedia: <https://www.glodok-ltc.com/s-t21/>.
- [13] Khaddavi, "Apa itu kontaktor dan bagaimana prinsip kerjanya," 2022. [Daring]. Tersedia: <https://www.khaddavi.net/2015/07/pengertian-kontaktor-dan-prinsip.html>.
- [14] Darulaman, "Thermal Overload Relay Mitsubishi Th-T25," *Shopee Indonesia*. [Daring]. Tersedia: <https://shopee.co.id/Thermal-Overload-Relay-Mitsubishi-Th-T25>.

---

[15] FIT Telkom University, “MCB (Miniature Circuit Breaker) Pada Rumah,” 2019. [Daring]. Tersedia: <https://fit.labs.telkomuniversity.ac.id/mcb-miniature-circuit-breaker-pada-rumah/>.

[16] EMAS, “Touch push-button switch B200HK,” *Direct Industry*. [Daring]. Tersedia: <https://www.directindustry.com/prod/emas/product-38087-773975.html>.

[17] Wobble, “Pilot Lamp Merah, Kuning, Hijau Fort 22mm,” *Tokopedia*. [Daring]. Tersedia: <https://www.tokopedia.com/wobble/pilot-lamp-merah-kuning-hijau-fort-22mm>.

[18] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung, Indonesia: Alfabeta, 2019.

[19] G. Welty, “Formative Evaluation in the ADDIE model,” *Journal of GXP Compliance*, vol. 12, no. 4, pp. 66–73, 2007.

---

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial



4.0 International License

---