

Fendi Achmad
Puput Wanarti Rusimamto
Ali Nur Fathoni
Fito Arya Wardana



KONTROL MOTOR INDUSTRI

PLC, HMI DAN INVERTER



Kontrol Motor Industri | PLC, HMI *dan* | Inverter

Penulis

Ir. Fendi Achmad, S.Pd., M.Pd.

Dr. Puput Wanarti Rusimamto, S.T., M.T.

Ali Nur Fathoni, S.Pd., M.Eng., Gr.

Fito Arya Wardana



PENERBIT KBM INDONESIA

Adalah penerbit dengan misi memudahkan proses penerbitan buku buku penulis di tanah air Indonesia. Serta menjadi media sharing proses penerbitan buku.

KONTROL MOTOR INDUSTRI

PLC, HMI dan Inverter

Copyright @2025 By Ir. Fendi Achmad, S.Pd., M.Pd., dkk

All right reserved

Penulis

Ir. Fendi Achmad, S.Pd., M.Pd.
Dr. Puput Wanarti Rusimamto, S.T., M.T.
Ali Nur Fathoni, S.Pd., M.Eng., Gr.
Fito Arya Wardana

Desain Sampul

Aswan Kreatif

Tata Letak

Sofitahm

Editor

Dr. Muhamad Husein Maruapey, Drs., M.Sc.
Background isi buku di ambil dari <https://www.freepik.com/>

Official

Depok, Sleman-Jogjakarta (Kantor)
Penerbit Karya Bakti Makmur (KBM) Indonesia
Anggota IKAPI/No. IKAPI 279/JTI/2021
081357517526 (Tlpn/WA)

Website

<https://penerbitkbm.com>
www.penerbitbukumurah.com

Email

naskah@penerbitkbm.com

Distributor

<https://penerbitkbm.com/toko-buku/>

Youtube

Penerbit KBM Sastrabook

Instagram

@penerbit.kbmindonesia
@penerbitbukujogja

ISBN: 978-634-202-526-0

Cetakan ke-1, Juli 2025
14,8 x 21 cm, viii+ 85 halaman

Isi buku diluar tanggungjawab penerbit
Hak cipta merek KBM Indonesia sudah terdaftar di DJKI-Kemenkumham dan isi buku
dilindungi undang-undang.

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa seizin penerbit karena beresiko sengketa hukum

Sanksi Pelanggaran Pasal 113
Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku ajar ini yang berjudul **“Kontrol Motor Industri: PLC, HMI, dan Inverter”**.

Buku ini disusun sebagai bahan ajar yang sistematis, aplikatif, dan kontekstual untuk mendukung pembelajaran siswa maupun mahasiswa dalam memahami konsep dasar, prinsip kerja, serta praktik pengoperasian perangkat otomasi industri seperti **Programmable Logic Controller (PLC)**, **Human Machine Interface (HMI)**, dan **Variable Frequency Drive (VFD)**. Materi dalam buku ini dirancang sesuai dengan standar industri dan mengacu pada kurikulum terbaru berbasis **Kurikulum Merdeka**.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan buku ini, khususnya kepada dosen pembimbing, rekan sejawat, dan para praktisi industri yang telah memberikan masukan berharga.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun

sangat diharapkan demi perbaikan dan penyempurnaan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga buku ini dapat memberikan manfaat yang nyata bagi pembaca, baik dalam proses pembelajaran maupun dalam pengembangan keahlian di bidang teknik kontrol industri.

Surabaya, 27 Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
BAB 1 PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER)	1
1.1 Pengertian dan Prinsip Kerja PLC.....	1
1.2 Bagian pada PLC	4
1.3 Bahasa Pemrograman PLC.....	6
1.4 PLC Omron.....	10
1.5 Aplikasi Pemograman (<i>Cx- Programmer</i>)	11
BAB 2 HMI (HUMAN MANUFACTURE INTERFACE).....	23
2.1 Pengertian dan Prinsip Kerja HMI.....	23
2.2 HMI Omron.....	26
2.3 Aplikasi Desain HMI (<i>Cx- Designer</i>)	29
BAB 3 VFD (VARIABEL FREQUENCE DRIVE)	41
3.1 Pengertian dan Prinsip Kerja VFD	41
3.2 Peran VFD Pada Kontrol Motor Listrik	44
3.3 VFD Omron V1000	46

**BAB 4 PLC, HMI DAN VFD (VARIABLE FRUQUENCE
DRIVE)51**

4.1 Pengawatan PLC..... 51

4.2 Pengawatan HMI 55

4.3 Pengawatan VFD 57

BAB 5 JOB SHEET PLC, HMI DAN VFD61

5.1 Forward Reverse Menggunakan PLC dengan
Kontrol HMI. 61

5.2 Orward Reverse Menggunakan Inverter 71

DAFTAR PUSTAKA81

PROFIL PENULIS.....83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Logika Pemograman PLC	3
Gambar 1.2 Ladder Diagram	6
Gambar 1.3 Fuction Block Diagram	7
Gambar 1.4 Structured Text.....	8
Gambar 1.5 Instruction List.....	9
Gambar 1.6 Sequential Function Chart (SFC).....	10
Gambar 1.7 PLC Omron CP1E.....	11
Gambar 1.8 Tampilan User Interface CX-Programmer	12
Gambar 1.9 Ladder Editor Area	14
Gambar 1.10 Toolbar.....	14
Gambar 1.11 Insctruction Toolbar.....	14
Gambar 1.12 Memory View	15
Gambar 1.13 Output Window	15
Gambar 1.14 Connection Manager.....	16
Gambar 1.15 Proyek Baru.....	17
Gambar 1.16 Pilihan Type PLC.....	17
Gambar 1.17 Penulisan Alamat dan Caption.....	18
Gambar 1.18 Penulisan Alamat I/O.....	18
Gambar 1.19 Simulation Mode	19
Gambar 1.20 Transfer Pc to PLC.....	20
Gambar 1.21 Mode Debugging PLC.....	21

Gambar 1.22 Maintance Program.....	21
Gambar 2.1 HMI Omron.....	24
Gambar 2.2 Prinsip Kerja HMI	25
Gambar 2.3 Komponen Utama HMI.....	26
Gambar 2.4 Produk HMI Omron	27
Gambar 2.5 HMI Omron NB Series	27
Gambar 2.6 HMI Omron NS Series.....	28
Gambar 2.7 HMI Omron NA Series.....	28
Gambar 2.8 Tabel Spesifikasi Series HMI Omron	29
Gambar 2.9 Tampilan CX-Designer	29
Gambar 2.10 Toolbar Utama Cx-Designer	30
Gambar 2.11 Ikon Tool Cx-Designer.....	30
Gambar 2.12 Screen Sheet Cx-Designer.....	30
Gambar 2.13 Common Setting Cx-Designer	31
Gambar 2.14 Property List Cx-Designer.....	31
Gambar 2.15 Ruang Kerja Utama HMI Cx-Desinger	32
Gambar 2.16 Library Cx-Designer	32
Gambar 2.17 Template Cx-Designer	33
Gambar 2.18 Tabs Navigasi Cx-Designer.....	33
Gambar 2.19 Tata Letak Komponen Pada Cx-Programmer	34
Gambar 2.20 Dialog Pemilihan Model HMI	35
Gambar 2.21 Tampilan Sheet Cx-Desginer	36
Gambar 2.22 Tampilan Alamat Cx-Designer	36
Gambar 2.23 Tampilan Alarm Cx-Designer.....	37
Gambar 2.24 Tampilan Parameter Cx-Designer	37
Gambar 2.25 Transfer Cx-Designer to HMI.....	38

Gambar 2.26 Prosedur Pembuatan Design HMI di Cx-Designer	39
Gambar 3.1 Prinsip Kerja VFD.....	44
Gambar 3.2 VFD Omron V1000	47
Gambar 4.1 Tampilan PLC Omron CP1E	52
Gambar 4.2 Sumber Daya Listrik PLC.....	53
Gambar 4.3 Sambungan Input PLC	54
Gambar 4.4 Sambungan Output PLC	54
Gambar 4.5 Port Sambungan HMI.....	55
Gambar 4.6 Terminal Power Supply	56
Gambar 4.7 Port USB Komunikasi	56
Gambar 4.8 Diagram Koneksi Standar Penggerak	58
Gambar 4.9 Gambaran Depan VFD Omron V1000.....	59
Gambar 5.1 Diagram Garis Tunggal Kontrol Forward Reverse.....	62
Gambar 5.2 Diagram Garis Tunggal Daya Forward Reverse.....	63
Gambar 5.3 Ladder Diagram Forward Reverse	65
Gambar 5.4 Gambar Kerja Wiring VFD V1000.....	73



1

PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER)

1.1 PENGERTIAN DAN PRINSIP KERJA PLC

PLC (Programmable Logic Controller) adalah sebuah sistem kontrol elektronik yang digunakan untuk mengatur dan mengontrol mesin atau proses industri. PLC dirancang untuk menggantikan sistem kontrol berbasis relay dan memberikan kelebihan dalam hal fleksibilitas,

keandalan, dan kemampuan pemrograman. PLC digunakan di berbagai industri, seperti manufaktur, otomasi, dan pengolahan bahan.

1. Programmable

Kata "programmable" menunjukkan bahwa perangkat ini dapat dikonfigurasi atau diprogram sesuai dengan kebutuhan pengguna. PLC memiliki kemampuan untuk menyimpan instruksi atau program logika yang ditulis oleh pengguna. Program ini digunakan untuk mengendalikan berbagai perangkat dan proses di industri. Pemrograman dapat dilakukan menggunakan bahasa khusus seperti Ladder Diagram, Structured Text, atau Function Block Diagram.

2. Logic

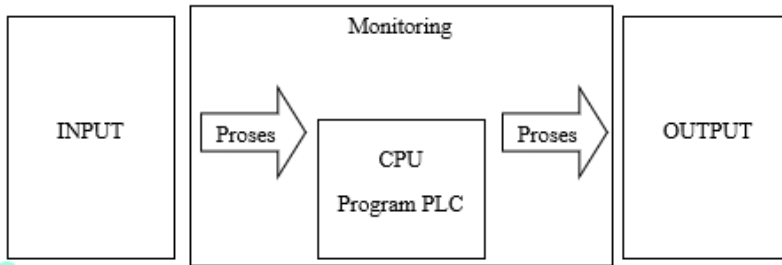
Kata "logic" merujuk pada kemampuan PLC untuk memproses dan menjalankan operasi logika. PLC memanfaatkan logika seperti AND, OR, NOT, dan XOR untuk membuat keputusan berdasarkan sinyal input. Operasi logika ini diterapkan pada sensor atau sinyal masukan lainnya untuk menentukan bagaimana sistem atau mesin akan beroperasi. Contohnya, jika ada kondisi tertentu (misalnya suhu mencapai batas tertentu), PLC dapat mengaktifkan atau mematikan perangkat tertentu.

3. Controller

Kata "controller" berarti PLC bertugas sebagai pengendali utama dalam sistem atau proses. PLC bertindak sebagai otak sistem kontrol otomatis. Ini mengendalikan peralatan seperti motor, katup, pompa, conveyor, dan lainnya berdasarkan program yang dimasukkan ke dalamnya.

Sebagai pengendali, PLC memastikan bahwa semua perangkat bekerja sesuai dengan urutan dan kondisi yang diinginkan.

Berikut adalah langkah-langkah prinsip kerja dasar PLC:



Gambar 1.1 Logika Pemrograman PLC

1. Input: PLC menerima sinyal input yang berasal dari sensor atau perangkat eksternal, seperti saklar, sensor suhu, atau tombol. Sinyal ini dapat berupa sinyal digital atau analog.
2. Proses: Sinyal input yang diterima diproses oleh CPU (Central Processing Unit) yang berada di dalam PLC. Proses ini melibatkan pemrograman logika untuk menentukan tindakan yang harus dilakukan berdasarkan input yang diterima.
3. Output: Berdasarkan hasil pemrosesan, PLC menghasilkan sinyal output yang mengontrol perangkat seperti motor, lampu, katup, atau perangkat lain. Output ini berfungsi untuk menjalankan tugas tertentu, seperti memulai atau menghentikan mesin.
4. Pemrograman: PLC diprogram menggunakan bahasa pemrograman khusus, seperti Ladder Logic (LL), Structured Text (ST), dan lainnya. Pemrograman ini

menentukan bagaimana PLC merespon input dan menghasilkan output.

5. Monitoring dan Pengawasan: PLC juga dapat dipantau dan dianalisis melalui perangkat HMI (Human-Machine Interface) untuk memberikan informasi status dan pengendalian sistem yang lebih mudah.

1.2 BAGIAN PADA PLC

Pada bab sebelumnya yang menjelaskan prinsip kerja dari plc menyebutkan mempunyai beberapa komponen atau bagian yang terdapat pada plc pada bab ini ada dijelaskan secara rinci bagian yang terdapat yang ada didalam komponen plc itu sendiri. Plc mempunyai beberapa bagian utama yang umumnya ada pada komponen plc antara lain:

1. Central Processing Unit (CPU)

CPU adalah otak dari PLC yang bertugas memproses semua data dan instruksi program. CPU terdiri dari:

- a. Processor: Menangani logika pemrograman.
- b. Memory: Menyimpan program dan data sementara.
- c. Power Supply Unit: Menyediakan daya untuk menjalankan sistem. Pada kasus ini daya berupa daya listrik searah (Direct Current)

2. Input/Output (I/O) Modules

Modul I/O berfungsi sebagai antarmuka antara PLC dan perangkat eksternal. Terdapat dua jenis utama:

- a. Input Module: Menerima sinyal dari sensor atau perangkat input.

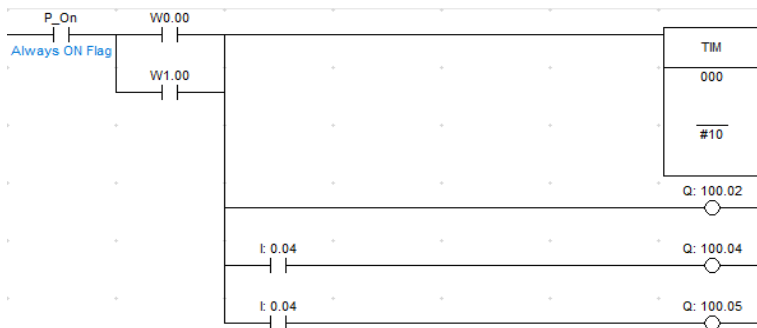
- b. Output Module: Mengirimkan sinyal ke aktuator atau perangkat output.
- 3. Power Supply
Power supply memberikan daya listrik pada PLC untuk mengoperasikan CPU dan modul I/O. Tegangan biasanya berada dalam rentang 24V DC atau 220V AC.
- 4. Programming Device
Perangkat ini digunakan untuk memasukkan program ke dalam PLC. Contohnya adalah komputer atau konsol khusus.
- 5. Communication Interface
Antarmuka komunikasi memungkinkan PLC terhubung dengan perangkat lain seperti HMI (Human-Machine Interface) atau sistem SCADA melalui protokol seperti Modbus, Ethernet, atau Profibus.
- 6. Memory (RAM, ROM, EEPROM)
Memori pada PLC dibagi menjadi beberapa jenis:
 - a. RAM: Untuk data sementara selama operasi.
 - b. ROM: Menyimpan firmware PLC.
 - c. EEPROM: Menyimpan program yang tidak terhapus saat mati daya.
- 7. Chassis/Backplane
Backplane adalah kerangka tempat modul CPU dan I/O dipasang, serta berfungsi untuk mendistribusikan daya dan sinyal antar modul.
- 8. Timers dan Counters
PLC dilengkapi dengan timer dan counter bawaan untuk mengelola fungsi waktu dan perhitungan dalam program kontrol.

1.3 BAHASA PEMROGRAMAN PLC

PLC (Programmable Logic Controller) mendukung berbagai bahasa pemrograman yang dirancang untuk mempermudah pengguna dalam membuat program sesuai kebutuhan industri. Berikut adalah bahasa pemrograman yang umum digunakan dalam PLC, berdasarkan standar IEC 61131-3:

1. Ladder Diagram (LD)

Ladder Diagram adalah bahasa pemrograman yang menggunakan representasi grafis menyerupai tangga, dengan dua garis vertikal sebagai "rel" dan logika yang dirancang di antara garis tersebut sebagai "anak tangga".



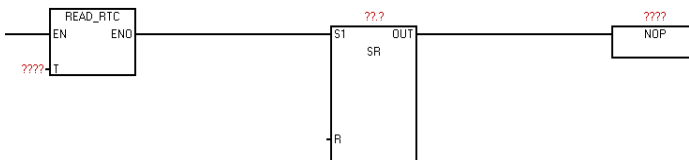
Gambar 1.2 Ladder Diagram

Bahasa ini sering digunakan dalam aplikasi kontrol sederhana seperti menghidupkan dan mematikan motor atau lampu. Ladder Diagram sangat populer di kalangan teknisi listrik karena kemiripannya dengan rangkaian relay tradisional,

sehingga mudah dipahami tanpa perlu keahlian khusus dalam pemrograman.

2. Fuction Block Diagram (FBD)

Function Block Diagram adalah bahasa pemrograman berbasis grafis yang menghubungkan berbagai blok fungsi untuk merepresentasikan logika atau proses tertentu. Setiap blok berfungsi seperti komponen elektronik atau perangkat logika yang memiliki input dan output. FBD sangat cocok untuk aplikasi kontrol yang kompleks dan modular, seperti sistem kontrol PID (Proportional-Integral-Derivative). Bahasa ini banyak digunakan di industri proses karena kemampuannya untuk menunjukkan hubungan antar bagian secara visual.



Gambar 1.3 Fuction Block Diagram

3. Structured Text (ST)

Structured Text adalah bahasa pemrograman berbasis teks yang menyerupai bahasa pemrograman tingkat tinggi seperti Pascal atau C. Bahasa ini menggunakan struktur kode seperti variabel, pernyataan logika, loop, dan operasi aritmatika untuk menangani proses yang kompleks.

```

1  PROGRAM PLC_PRG
2  VAR
3      Servo_Enable: MC_Power;
4      X1: BOOL;
5      X2: BOOL;
6      X3: BOOL;
7      Servo_MoveAbsolute: MC_MoveAbsolute;
8      X4: BOOL;
9      Position: LREAL;
10     Velocity: LREAL;
11     Acceleration: LREAL;
12     Deceleration: LREAL;
13     Jerk: LREAL;
14     Direction: MC_Direction;
15     BufferMode: MC_BUFFER_MODE;
16     Servo_Stop: MC_Stop;
17     X0: BOOL;
18     Busy: BOOL;
19     Error_Stop: BOOL;
20     ErrorID_Stop: SMC_ERROR;
21     Y0: BOOL;
22     ErrorID: SMC_ERROR;
23 END_VAR

```

Gambar 1.4 Structured Text

4. Instruction List (IL)

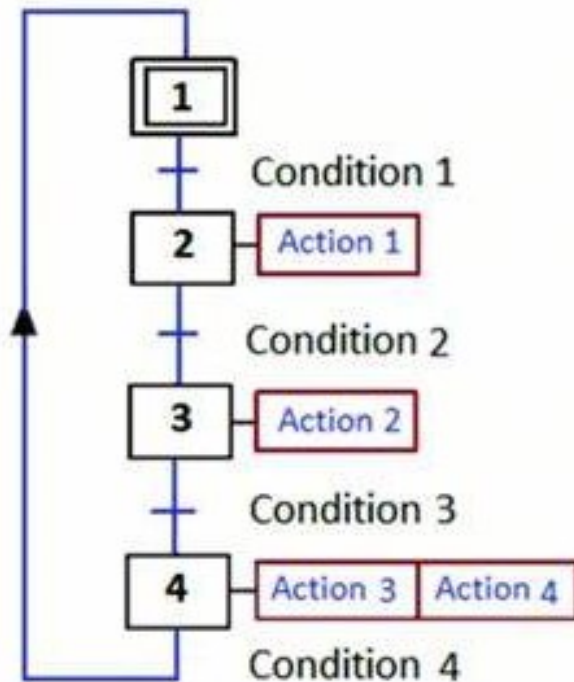
Instruction List adalah bahasa pemrograman berbasis teks yang mirip dengan bahasa assembly, menggunakan perintah-perintah sederhana seperti LD (Load), ST (Store), AND, atau OR untuk merepresentasikan logika. Bahasa ini sangat efisien dan cocok untuk perangkat dengan kapasitas memori terbatas. Instruction List sering digunakan dalam aplikasi sederhana atau ketika efisiensi kode menjadi prioritas utama. Meski efektif, bahasa ini kurang intuitif dibandingkan bahasa berbasis grafis seperti LD atau FBD.

	Scope	Name	Address	Data type	Initialization	Comment	Attribut
19	VAR	Y0		BOOL			
2	VAR	X1		BOOL			
3	VAR	X2		BOOL			
4	VAR	X3		BOOL			
17	VAR	Error_Stop		BOOL			
6	VAR	X4		BOOL			
16	VAR	Busy		BOOL			
15	VAR	X0		BOOL			
9	VAR	Acceleration		LREAL			
10	VAR	Deceleration		LREAL			
11	VAR	Jerk		LREAL			
8	VAR	Velocity		LREAL			
7	VAR	Position		LREAL			
13	VAR	BufferMode		MC_BUFFER_MODE			
12	VAR	Direction		MC_Direction			
5	VAR	Servo_MoveAbsolute		MC_MoveAbsolute			
1	VAR	Servo_Enable		MC_Power			
14	VAR	Servo_Stop		MC_Stop			
18	VAR	ErrorID_Stop		SMC_ERROR			
20	VAR	ErrorID		SMC_ERROR			

Gambar 1.5 Instruction List

5. Sequential Function Chart (SFC)

Sequential Function Chart adalah bahasa pemrograman grafis yang digunakan untuk menggambarkan alur kerja atau urutan langkah-langkah dalam proses kontrol. Setiap langkah dalam proses diilustrasikan dengan diagram blok yang terhubung secara berurutan sesuai dengan logika proses. SFC sangat ideal untuk sistem yang memerlukan urutan proses yang jelas, seperti lini produksi atau proses batch. Keunggulannya adalah kemudahan dalam melacak dan memodifikasi program, terutama untuk sistem dengan banyak langkah atau tahap.



Gambar 1.6 Sequential Function Chart (SFC)

1.4 PLC OMRON

PLC (Programmable Logic Controller) merupakan perangkat elektronik yang dirancang untuk mengendalikan proses industri secara otomatis melalui pemrograman logika tertentu. Salah satu produsen PLC terkemuka di dunia adalah OMRON Corporation, perusahaan asal Jepang yang telah berkontribusi besar dalam perkembangan teknologi otomasi industri.



Gambar 1.7 PLC Omron CP1E

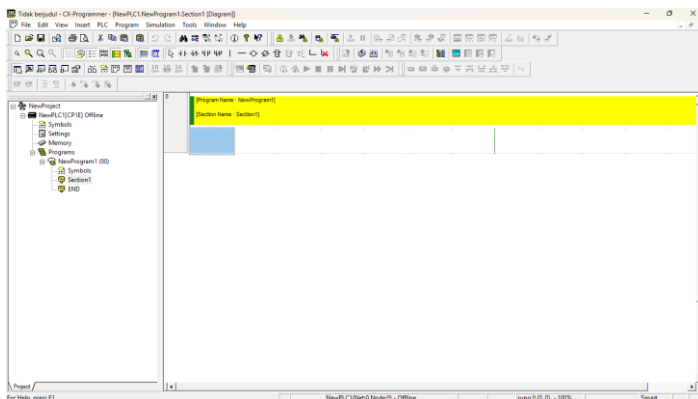
Selain itu, PLC Omron dirancang dengan penghematan energi yang lebih efisien, sehingga mengurangi biaya operasional dalam jangka panjang. Kemampuannya untuk dioptimalkan dalam aplikasi industri khusus, seperti dalam robotik atau pengemasan makanan, juga menjadikannya pilihan ideal bagi berbagai sektor industri. Dengan semua keunggulan ini, PLC Omron tidak hanya menawarkan kinerja tinggi, tetapi juga solusi yang handal dan efisien untuk kebutuhan otomasi industri yang kompleks.

1.5 APLIKASI PEMOGRAMAN (*CX- PROGRAMMER*)

1.5.1 Pengertian CX-Programmer

CX-Programmer adalah perangkat lunak pengembangan yang dirancang oleh Omron Corporation untuk mendukung pembuatan, pengeditan, pengujian, serta pemantauan program Programmable Logic Controller (PLC) Omron. CX-

Programmer merupakan bagian dari paket otomasi CX-One, yang menyediakan alat komprehensif untuk pengembangan sistem kendali industri.



Gambar 1.8 Tampilan User Interface CX-Programmer

Perangkat lunak ini berfungsi sebagai media utama untuk membangun program berbasis Ladder Diagram (LD) dan bahasa standar lainnya sesuai IEC 61131-3. Melalui CX-Programmer, proses pemrograman menjadi lebih cepat, efisien, serta mendukung pengujian baik secara offline maupun online. Dengan pendekatan visual dan fitur penerapan yang disediakan, CX-Programmer meminimalkan risiko kesalahan logika sebelum program dijalankan pada sistem nyata.

1.5.2 Komponen Utama pada CX-Programmer

Antarmuka dalam CX-Programmer dibangun secara sistematis untuk mendukung proses pengembangan program PLC. Komponen-komponen utamanya antara lain:

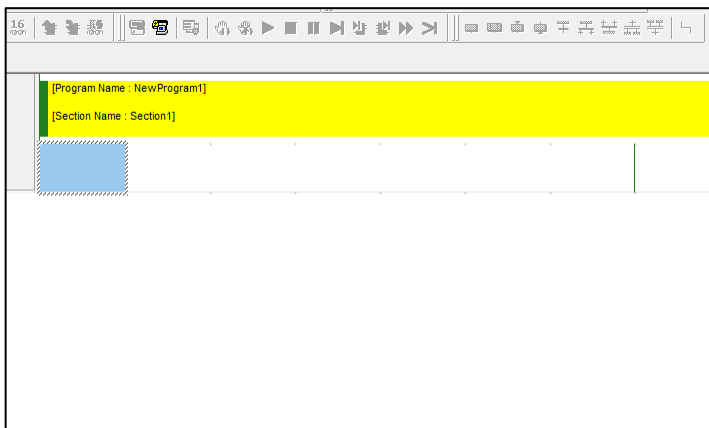
1. Project Workspace

Berfungsi menampilkan struktur proyek secara hierarkis, termasuk program utama, subroutine, setting parameter, dan konfigurasi I/O. Project workspace ini adalah tampilan user interface yang diberikan oleh cx-programmer.

Workspace dalam *CX-Programmer* adalah lingkungan kerja yang memungkinkan pengguna untuk mengonfigurasi, menulis, dan mengelola program untuk PLC (Programmable Logic Controller). Di dalam workspace ini, pengguna dapat melihat struktur proyek melalui Project Tree, mengedit program menggunakan Ladder Diagram, dan memantau serta melakukan debugging program secara langsung. CX-Programmer menyediakan berbagai fitur seperti Cross Reference untuk melacak hubungan antar bagian program, serta Instruction List yang menampilkan daftar instruksi yang digunakan. Pengguna juga dapat mengelola file proyek, melakukan download dan upload program antara komputer dan PLC, serta melakukan penerapan program untuk menguji logika tanpa harus mengunduhnya ke perangkat keras. Workspace ini dapat dikustomisasi sesuai kebutuhan, memberikan kemudahan dalam pengelolaan proyek dan pemrograman PLC secara efisien.

2. Ladder Editor Area

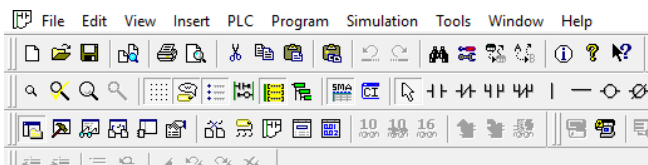
Merupakan area utama untuk membuat, mengedit, dan membaca Ladder Diagram. Editor ini mendukung fungsi drag-and-drop simbol-simbol logika kontrol.



Gambar 1.9 Ladder Editor Area

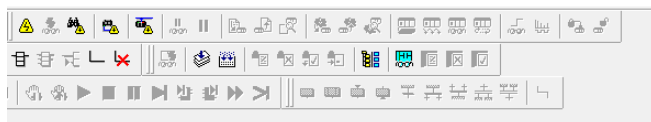
3. Toolbar

Menyediakan akses cepat ke berbagai perintah seperti New Project, Save, Compile, Online Connection, dan Monitoring.



Gambar 1.10 Toolbar

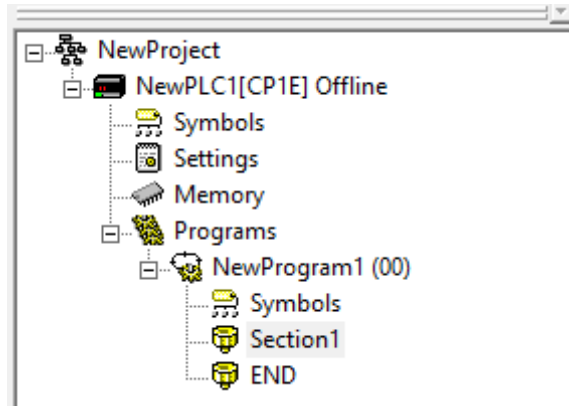
Menyediakan daftar instruksi-instruksi logika dasar dan lanjutan seperti kontak, coil, timer, counter, comparator, dan arithmetic.



Gambar 1.11 Insctruction Toolbar

4. Memory View

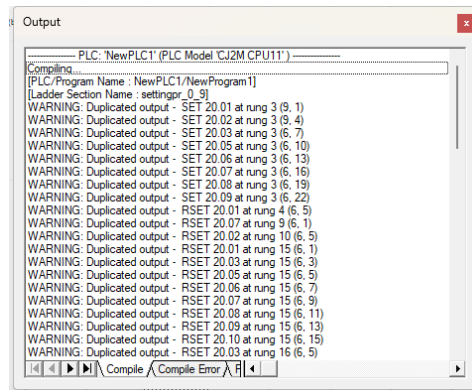
Menampilkan status real-time dari register data, timer, counter, serta kondisi bit digital dalam memori PLC.



Gambar 1.12 Memory View

5. Output Window

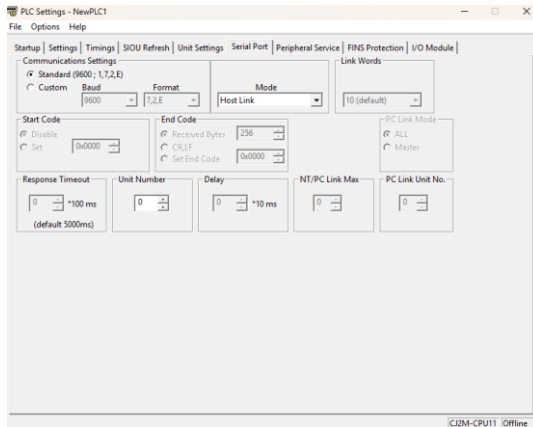
Menampilkan hasil proses kompilasi, pesan kesalahan, peringatan, serta status koneksi antara komputer dan PLC.



Gambar 1.13 Output Window

6. Connection Manager

Digunakan untuk mengelola koneksi fisik antara komputer dan PLC, baik melalui USB, Ethernet, atau port serial RS-232.



Gambar 1.14 Connection Manager

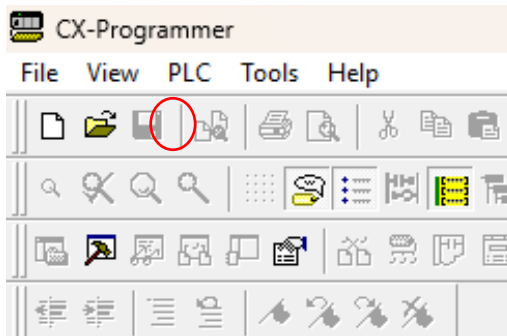
Komponen-komponen ini saling terintegrasi dalam satu lingkungan kerja, sehingga pengguna dapat mengembangkan program dari awal hingga implementasi dengan lebih cepat dan terstruktur.

1.5.3 Workflow Penggunaan CX-Programmer

Alur kerja pemrograman dengan CX-Programmer secara umum mengikuti langkah-langkah sistematis sebagai berikut:

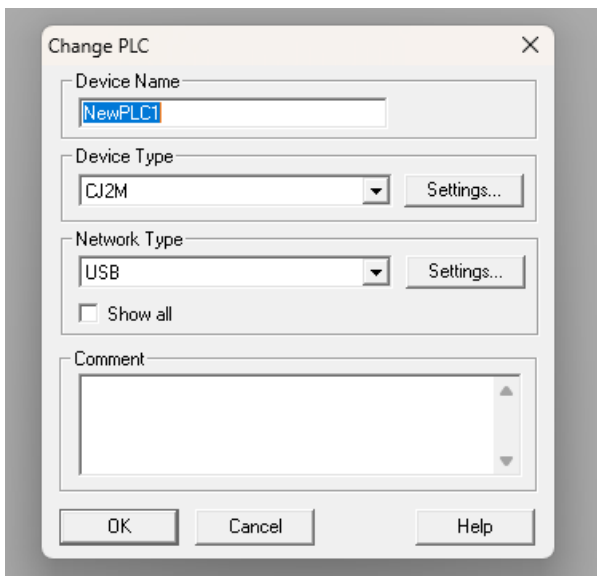
1. Membuat Proyek Baru

Pengguna membuat proyek baru dan menentukan jenis PLC yang akan digunakan, termasuk model CPU dan setting awal perangkat.



Gambar 1.15 Proyek Baru

Setelah masuk pada halaman awal cx-programmer tekan ikon yang di tandai warna merah dipojok kiri atas dibawah tulisan “file” atau dengan menekan shorcut keyboard ctrl+n, untuk memulai proyek baru. Setelah menekan tombol tersebut akan muncul tampilan seperti gambar 1.13

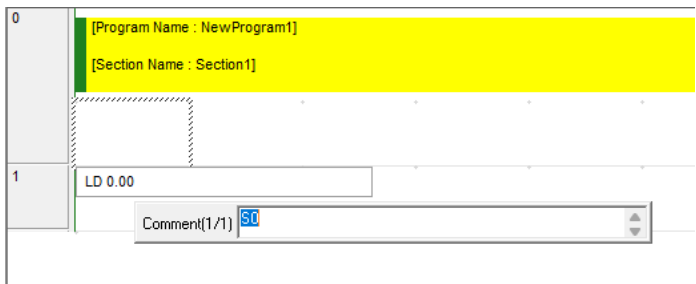


Gambar 1.16 Pilihan Type PLC

Sesuaikan dengan PLC yang kalian gunakan dan jangan lupa juga menyesuaikan dengan berapa I/O yang digunakan (device type, network type).

2. Menulis Program

Ladder Diagram disusun menggunakan instruksi logika yang tersedia. Pengguna dapat mengatur alamat I/O, timer, counter, dan blok fungsional.



Gambar 1.17 Penulisan Alamat dan Caption

Pada hal ini alamat untuk input dimulai dari alamat 0.00 dan dilanjut dengan 0.01 dan selanjutnya, sedangkan untuk alamat output bisa digunakan alamat dimulai dari 100.00/ 1.00 tergantung dari versi cx-programmer yang digunakan oleh pengguna.



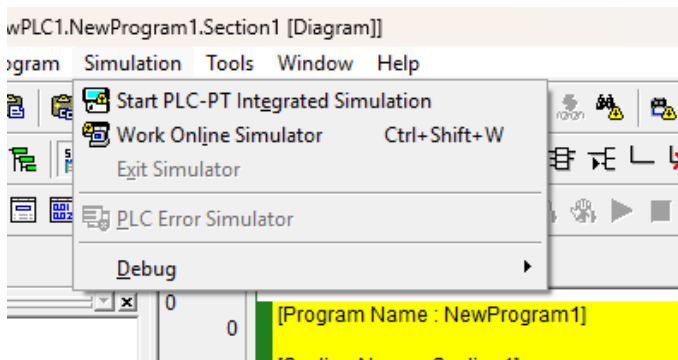
Gambar 1.18 Penulisan Alamat I/O

3. Penerapan Offline

Pada CX-Programmer ada fitur yang mempermudah dalam menguji coba rangkaian ladder yang digunakan work atau eror dengan fitur penerapan offline tanpa adanya PLC.

Yang membedakan dengan pengembang lain penerapan dalam mode offline tanpa adanya PLC ini memudahkan dalam mengetahui adanya eror yang terjadi sebelum disimulasikan dan di transfer pada plc dengan mode online yang terhubung langsung dengan plc.

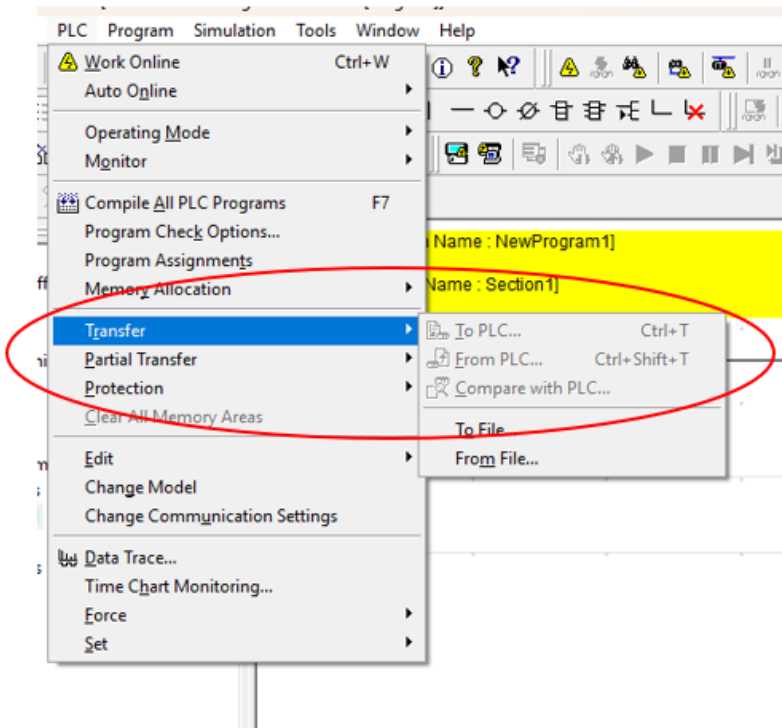
Aktifkan mode simulation dengan menekan simulation di toolbar atau dengan menekan shortcut di keyboard ctrl + shift + w



Gambar 1.19 Simulation Mode

4. Transfer Program ke PLC

Program hasil pengembangan ditransfer (download) ke dalam PLC untuk diimplementasikan dalam sistem nyata.



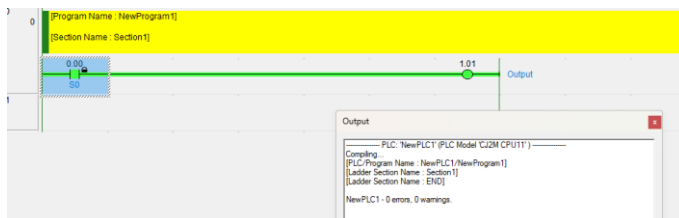
Gambar 1.20 Transfer Pc to PLC

Untuk mengirim ladder diagram yang telah dirancang di CX-Programmer ke PLC bisa menekan toolbar “PLC-Transfer-To PLC”

5. Monitoring dan Debugging Online

Program dapat dipantau secara real-time untuk mengecek status input, output, register data, dan timer.

Kesalahan atau perubahan dapat diperbaiki langsung selama PLC berjalan.

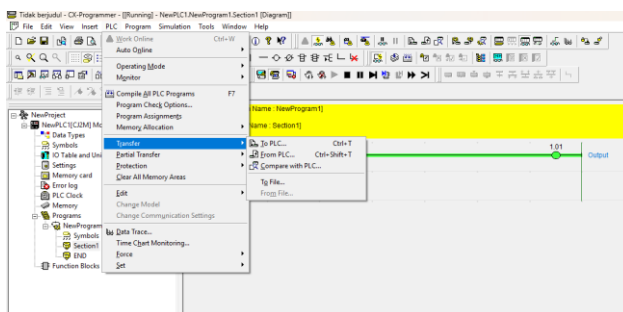


Gambar 1.21 Mode Debugging PLC

Hampir sama dengan mode simulation yang ada sebelum, perbedaan terdapat pada sistem bisa terintegrasi langsung ke plc dan bisa dikendalikan dengan hardware yang berada terhubung langsung dengan PLC.

6. Maintenance Program

Perangkat lunak ini memungkinkan backup, modifikasi, dan update program secara berkala untuk mendukung kebutuhan pengembangan sistem di masa depan.



Gambar 1.22 Maintance Program

Pemeliharaan program di **CX-Programmer** untuk PLC melibatkan pemantauan program secara real-time, debugging untuk mendeteksi kesalahan, dan melakukan pembaruan atau perubahan program dengan **download** ke PLC. Fitur **penerapan** memungkinkan pengujian logika program tanpa menghubungkannya langsung ke perangkat keras, sementara **backup** membantu melindungi program dari kehilangan data. Pemeliharaan juga mencakup pengelolaan perangkat keras PLC, pemeriksaan rutin status input/output, serta dokumentasi dan pengelolaan versi untuk memastikan program tetap berjalan optimal dan sesuai dengan kebutuhan operasional.

Alur kerja ini sesuai dengan prinsip Software Development Life Cycle (SDLC) dalam pengembangan sistem otomasi, yaitu melalui tahap pembuatan, pengujian, implementasi, dan pemeliharaan.



2

HMI (HUMAN MANUFACTURE INTERFACE)

2.1 PENGERTIAN DAN PRINSIP KERJA HMI

2.1.1 Pengertian HMI

Human Machine Interface (HMI) adalah sebuah sistem antarmuka yang memungkinkan manusia berinteraksi secara langsung dengan mesin atau sistem otomasi. HMI menyajikan data sistem secara

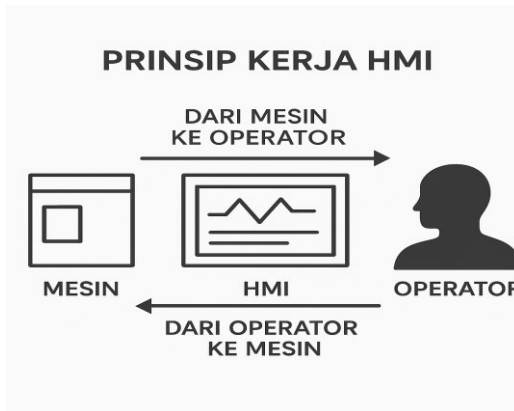
real-time dalam bentuk grafik, angka, ataupun animasi yang mudah dimengerti oleh operator. Dengan adanya HMI, komunikasi antara manusia dan mesin menjadi lebih efisien, cepat, dan aman. HMI juga memungkinkan pengawasan sistem tanpa harus mengoperasikan secara manual tiap bagian mesin.



Gambar 2.1 HMI Omron

Prinsip kerja HMI sangat sederhana dan mudah dipahami. HMI bertugas sebagai jembatan antara manusia (operator) dan mesin. HMI mengambil data dari sistem kontrol, seperti PLC (Programmable Logic Controller), dan menampilkannya dalam bentuk yang mudah dibaca, seperti angka, grafik, atau lampu indikator di layar.

Contohnya, jika ada sensor suhu yang terhubung ke PLC, maka data suhu tersebut akan ditampilkan oleh HMI di layar. Operator bisa melihat suhu saat itu tanpa harus mengecek mesin secara langsung. Selain itu, HMI juga bisa digunakan untuk memberikan perintah, seperti menyalakan atau mematikan mesin, cukup dengan menekan tombol di layar.



Gambar 2.2 Prinsip Kerja HMI

Proses komunikasi ini berjalan dua arah:

1. **Dari mesin ke operator:** Mesin mengirim data ke HMI untuk ditampilkan.
2. **Dari operator ke mesin:** Operator memberi perintah lewat HMI, dan perintah itu dikirim ke PLC untuk dijalankan.

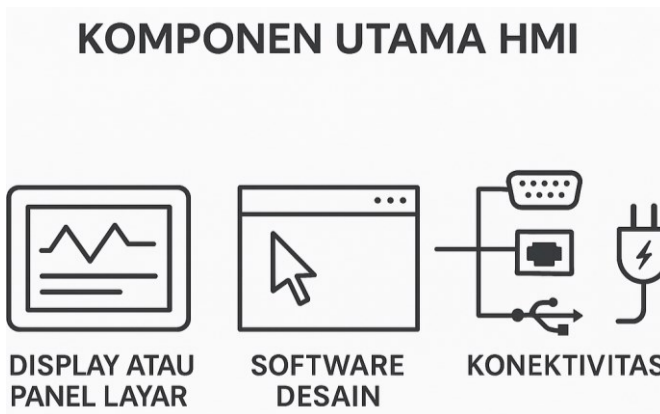
Karena itu, HMI mempermudah operator dalam memantau dan mengontrol mesin tanpa harus menyentuh langsung mesin tersebut. Hal ini membuat pekerjaan lebih cepat, aman, dan efisien.

2.1.2 Komponen Utama HMI

1. **Display atau Panel Layar:** Layar LCD atau LED yang menampilkan data sistem secara real-time, seperti status mesin, grafik, dan alarm.
2. **Software Desain:** Perangkat lunak yang digunakan untuk merancang tampilan antarmuka HMI, memungkinkan

pengguna membuat layout, tombol, dan grafik sesuai kebutuhan.

3. **Konektivitas:** Port komunikasi seperti RS232, RS485, Ethernet, dan USB yang menghubungkan HMI dengan PLC dan perangkat lainnya.
4. **Power Supply:** Daya listrik untuk mengoperasikan HMI.



Gambar 2.3 Komponen Utama HMI

2.2 HMI OMRON

Omron Corporation adalah perusahaan global asal Jepang yang fokus pada teknologi otomasi industri, termasuk PLC, sensor, dan HMI. Produk HMI dari Omron dirancang untuk mudah diintegrasikan dengan sistem PLC Omron dan terkenal karena keandalan dan kemudahan penggunaannya.



Gambar 2.4 Produk HMI Omron

2.2.1 Tipe – Tipe HMI Omron

1. NB Series: Seri ekonomis yang cocok untuk aplikasi standar, cocok untuk siswa SMK belajar dasar.



Gambar 2.5 HMI Omron NB Series

2. NS Series: Memiliki layar besar, mendukung animasi, histori alarm, dan mendukung komunikasi multi-PLC.



Gambar 2.6 HMI Omron NS Series

3. NA Series: Generasi terbaru berbasis Sysmac Studio, mendukung tampilan modern dan pemrograman yang lebih fleksibel



Gambar 2.7 HMI Omron NA Series

Fitur	NB Series	NS Series	NA Series
Ukuran Layar	3,5" – 10"	5,7" – 15"	7" – 15"
Resolusi Maksimum	800×480	1024×768	1280×800
Warna	65.536	65.536	16,7 juta

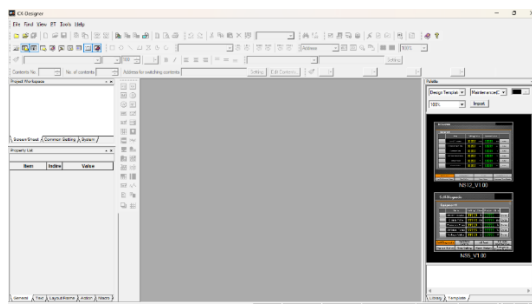
Komunikasi	RS232, RS485, USB	RS232, RS485, Ethernet	Dual Ethernet, USB, RS232
Fitur Khusus	VNC, FTP, Makro	SAP, Multi- protokol	Multimedia, Sysmac Studio
Kesesuaian	Edukasi, Proyek Kecil	Industri Menengah	Industri Kompleks

Gambar 2.8 Tabel Spesifikasi Series HMI Omron

2.3 APLIKASI DESAIN HMI (CX-DESIGNER)

2.3.1 Pengantar CX-Designer

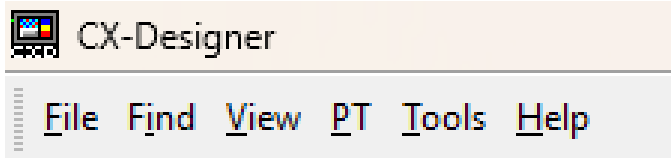
CX-Designer adalah perangkat lunak dari Omron yang digunakan untuk membuat tampilan antarmuka (interface) pada perangkat HMI seri NS. Dengan aplikasi ini, siswa dapat membuat proyek penerapan industri yang nyata dengan drag-and-drop objek visual, serta menghubungkannya ke sistem PLC.



Gambar 2.9 Tampilan CX-Designer

1. Toolbar Utama (Top Menu Bar)

- File, Edit, View, PT, Tools, Help → Berisi menu umum untuk pengelolaan proyek, pengaturan tampilan, dan bantuan.



Gambar 2.10 Toolbar Utama Cx-Designer

- Ikon Tool seperti Save, Undo/Redo, Zoom, Alignment, dan lainnya memudahkan pengeditan elemen HMI.



Gambar 2.11 Ikon Tool Cx-Designer

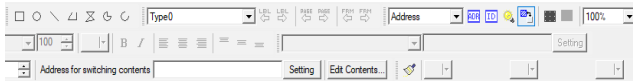
2. Project Workspace (Kiri Atas)

- Berisi struktur proyek HMI:
 - Screen/Sheet → Untuk mengelola halaman layar yang ditampilkan di HMI.



Gambar 2.12 Screen Sheet Cx-Designer

- Common Setting → Pengaturan umum seperti alamat PLC, ukuran layar, dsb.



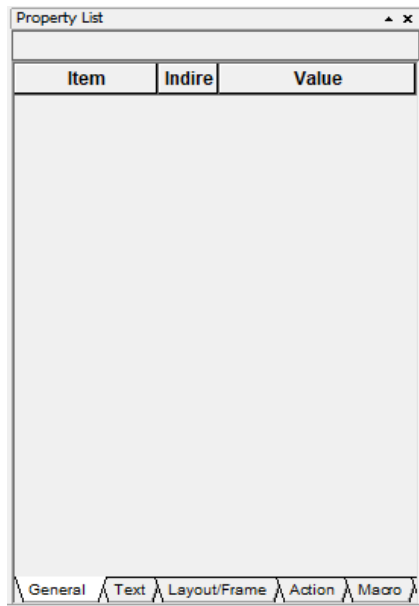
Gambar 2.13 Common Setting Cx-Designer

- System → Pengaturan sistem HMI seperti alarm, lampu indikator, dan lainnya.

3. Property List (Kiri Bawah)

- Menampilkan detail properti dari elemen yang dipilih di layar kerja.

Contoh: teks, warna, alamat memori, ukuran, dll.



Gambar 2.14 Property List Cx-Designer

4. Area Desain Utama (Tengah / Abu-abu)

- Ruang kerja utama untuk mendesain tampilan HMI.



Gambar 2.15 Ruang Kerja Utama HMI Cx-Desinger

- Nantinya layar HMI akan dibuat dan diatur di sini (drag & drop objek dari Palette).

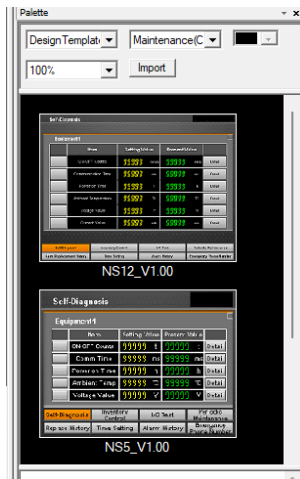
5. Palette (Kanan)

- Library: berisi komponen grafis (misalnya tombol, indikator, grafik).



Gambar 2.16 Library Cx-Designer

- Template: kumpulan desain tampilan siap pakai yang bisa diimpor.

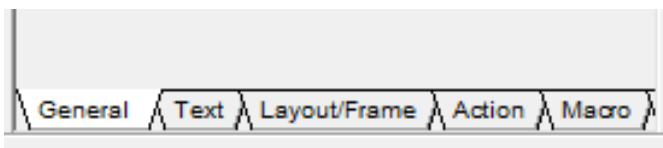


Gambar 2.17 Template Cx-Designer

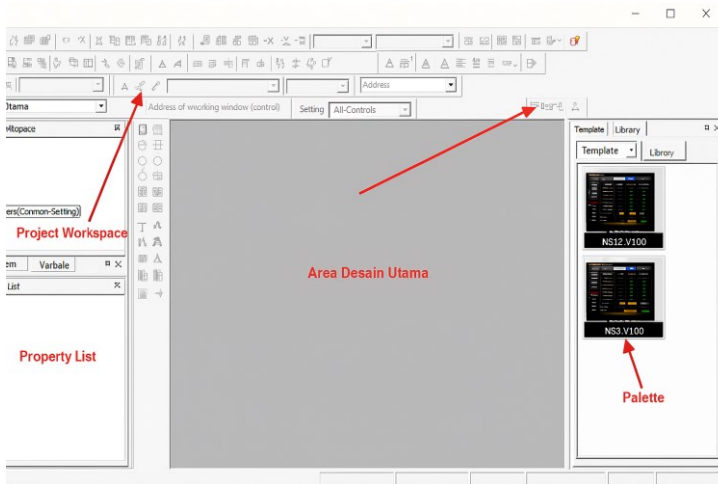
Pada gambar Anda terlihat dua template: NS12_V1.00 dan NS5_V1.00.

6. Panel Bawah (Tabs Navigasi)

- Tab seperti General, Text, Layout/Frame, Action, Macro memungkinkan pengguna mengatur properti lanjutan dari elemen HMI.



Gambar 2.18 Tabs Navigasi Cx-Designer



Gambar 2.19 Tata Letak Komponen Pada Cx-Programmer

Tampilan awal **CX-Designer** menampilkan semua komponen penting untuk mulai merancang dan mengatur sistem HMI secara visual. Software ini memungkinkan user membuat antarmuka pengguna untuk **monitoring dan kontrol sistem otomatis** berbasis PLC (terutama dari Omron).

2.3.2 Prosedur Membuat Proyek di HMI

1. Jalankan Aplikasi CX-Designer

Langkah:

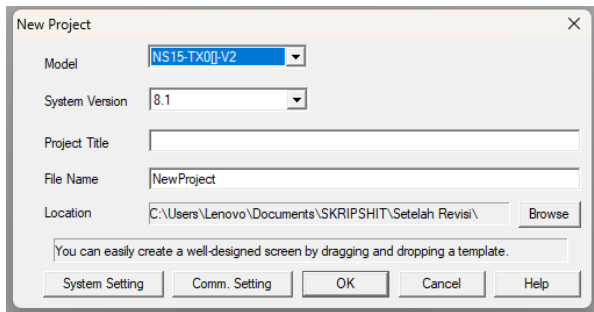
- Klik dua kali ikon **CX-Designer** 
- di desktop atau cari melalui menu Start.
- Tunggu hingga tampilan antarmuka utama muncul.

Hasil: Jendela CX-Designer terbuka dengan area kerja, toolbar, dan panel proyek kosong.

2. Buat Proyek Baru dan Pilih Model HMI

Langkah:

- Klik menu **File**  > **New Project**.
- Akan muncul dialog untuk memilih model HMI.
- Pilih seri HMI sesuai perangkat yang digunakan (misal: **NS5**, **NS8**, **NB7W**, dll).
- Masukkan nama proyek dan lokasi penyimpanan, lalu klik **OK**.



Gambar 2.20 Dialog Pemilihan Model HMI

Tips: Pastikan memilih model HMI yang sesuai agar kompatibel saat transfer ke perangkat.

3. Rancang Halaman Pertama (Main Screen)

Langkah:

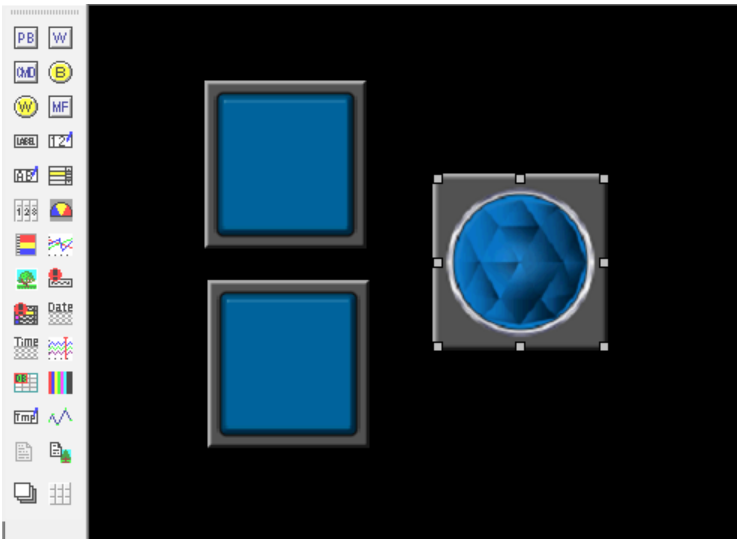
Di area kerja, buat halaman pertama (Screen 1).

Tambahkan elemen antarmuka seperti:

- **Tombol ON/OFF:** gunakan objek **Button** di toolbar.
- **Lampu Indikator:** gunakan objek **Lamp** atau **Bit Lamp**.

Grafik: tambahkan objek **Trend Graph** untuk menampilkan data historis.

Kustomisasi: Ubah warna, label, dan ukuran dari tiap objek sesuai kebutuhan antarmuka pengguna.



Gambar 2.21 Tampilan Sheet Cx-Designer

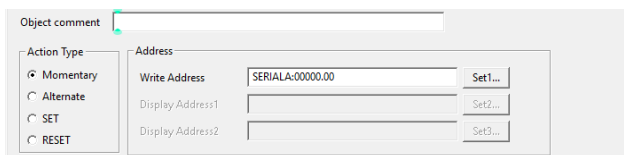
4. Hubungkan Objek ke Alamat Memori di PLC

Langkah:

Klik masing-masing objek (misal tombol atau lampu).

Di **Property List**, isikan alamat PLC seperti:

- **Tombol ON/OFF** → alamat **W0.00**
- **Lampu Indikator** → alamat **W0.01**



Gambar 2.22 Tampilan Alamat Cx-Designer

Grafik → alamat data analog seperti **D100 s.d. D110**

Catatan: Alamat harus sesuai dengan yang diprogram di PLC agar komunikasi berjalan.

5. Tambahkan Halaman Alarm dan Parameter

Halaman Alarm:

- Buat halaman baru, tambahkan objek **Alarm Viewer** atau daftar teks alarm.
- Hubungkan ke area memori alarm di PLC.



Gambar 2.23 Tampilan Alarm Cx-Designer

Halaman Parameter:

- Tambahkan objek Numeric Input atau Slider.
- Hubungkan ke alamat data seperti **D200** (misal: setpoint suhu atau tekanan).



Gambar 2.24 Tampilan Parameter Cx-Designer

Navigasi: Tambahkan tombol untuk berpindah antar halaman (gunakan objek **Screen Switch Button**).

6. Simulasikan Proyek Menggunakan Emulator

Langkah:

- Klik menu **Tools > Start Emulator**.
- Emulator akan menampilkan penerapan HMI berdasarkan desain Anda.
- Klik tombol dan lihat reaksi dari indikator dan grafik.

Kegunaan: Memastikan logika dan tampilan bekerja sesuai harapan sebelum diunggah ke perangkat fisik.

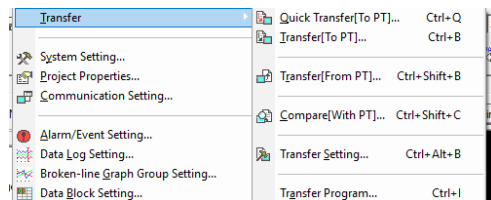
7. Transfer Program ke Perangkat HMI

Persiapan:

- Sambungkan HMI ke komputer melalui **USB** atau **Ethernet**.
- Pastikan driver terinstal dan perangkat dikenali.

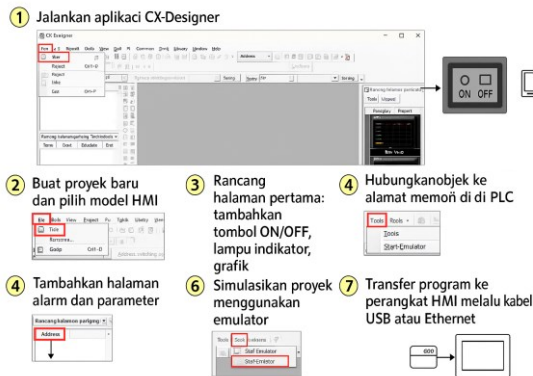
Langkah Transfer:

- Klik **Transfer > Transfer to HMI**.
- Pilih port komunikasi dan klik **Transfer**.
- Tunggu hingga proses upload selesai dan muncul notifikasi sukses.



Gambar 2.25 Transfer Cx-Designer to HMI

Verifikasi: Setelah HMI menyala, proyek akan langsung berjalan sesuai desain.



Gambar 2.26 Prosedur Pembuatan Design HMI di Cx-Designer

Kesimpulannya, proses perancangan HMI dengan CX-Designer mencakup pembuatan proyek, perancangan antarmuka, penghubungan ke PLC, penambahan fitur alarm dan parameter, serta pengujian melalui emulator sebelum akhirnya ditransfer ke perangkat HMI. Langkah-langkah ini memastikan sistem HMI berjalan sesuai kebutuhan dan siap digunakan dalam aplikasi industri.



3

VFD (VARIABEL FREQUENCY DRIVE)

3.1 PENGERTIAN DAN PRINSIP KERJA VFD

3.1.1 Pengertian VFD

Variable Frequency Drive (VFD) adalah perangkat elektronika daya yang berfungsi untuk mengatur kecepatan dan torsi motor induksi AC dengan cara mengubah frekuensi dan tegangan suplai yang masuk ke motor.

VFD dikenal juga dengan nama lain seperti inverter, adjustable speed drive (ASD), atau adjustable frequency drive (AFD).

Dalam sistem kelistrikan industri, VFD memainkan peran penting karena memungkinkan fleksibilitas pengoperasian motor sesuai kebutuhan beban, sekaligus meningkatkan efisiensi energi dan memperpanjang umur operasional peralatan. Motor induksi AC, khususnya tipe tiga fasa, sangat populer karena konstruksinya yang sederhana, biaya rendah, dan daya tahan tinggi, namun secara alami bekerja pada kecepatan konstan. Di sinilah VFD berperan untuk mengatur kecepatan tersebut.

Kecepatan motor induksi AC ditentukan oleh frekuensi suplai dan jumlah kutub motor, sesuai rumus:

$$N = \frac{120 \times f}{P}$$

Keterangan:

N = Kecepatan sinkron (RPM)

f = Frekuensi sumber (Hz)

P = Jumlah kutub motor

Dari rumus ini, terlihat bahwa kecepatan motor berbanding lurus dengan frekuensi. Maka, dengan mengubah frekuensi, kita dapat mengontrol kecepatan motor secara presisi.

3.1.2 Prinsip Kerja VFD

Prinsip kerja VFD terdiri dari tiga tahap utama, yaitu:

1. Penyearah (Rectifier Stage)

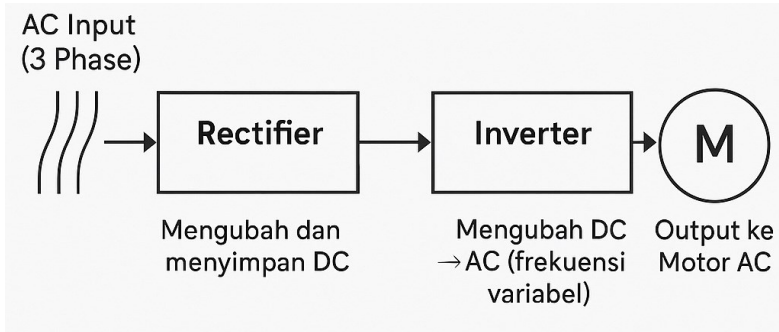
Tegangan AC dari jaringan listrik (biasanya 220V atau 380V) pertama-tama diubah menjadi tegangan DC menggunakan penyearah yang terdiri dari dioda atau thyristor. Tahapan ini bersifat unidirectional, artinya hanya mengubah AC menjadi DC tanpa kontrol terhadap arah arus.

2. Filter dan Penyimpanan Daya (DC Bus Stage)

Tegangan DC dari rectifier kemudian disimpan dalam DC bus (juga disebut DC link). Pada tahap ini terdapat kapasitor elektrolit berkapasitas besar yang berfungsi untuk meredam riak (ripple) tegangan dan menyimpan energi sementara sebelum masuk ke inverter.

3. Inverter Stage

DC yang tersimpan kemudian diubah kembali menjadi AC dengan frekuensi yang dapat diatur menggunakan komponen switching seperti IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor). Teknik Pulse Width Modulation (PWM) digunakan untuk menghasilkan gelombang AC yang menyerupai sinusoidal, dengan mengatur lebar pulsa sesuai dengan nilai tegangan dan frekuensi yang diinginkan.



Gambar 3.1 Prinsip Kerja VFD

Prinsip kerja VFD dimulai dengan mengubah arus AC menjadi DC melalui rectifier, lalu disaring pada DC bus, dan akhirnya dikonversi kembali menjadi AC dengan frekuensi variabel oleh inverter menggunakan teknik PWM. Proses ini memungkinkan VFD mengatur kecepatan dan torsi motor secara efisien.

3.2 PERAN VFD PADA KONTROL MOTOR LISTRIK

Variable Frequency Drive (VFD) memiliki peran penting dalam sistem kontrol motor listrik, khususnya motor induksi AC. Fungsi utamanya adalah untuk mengatur kecepatan putaran motor dengan mengubah frekuensi dan tegangan suplai, sehingga motor dapat bekerja lebih fleksibel dan efisien sesuai kebutuhan proses industri.

Salah satu peran utama VFD adalah memungkinkan pengaturan kecepatan motor secara halus dan presisi tanpa perlu mengubah konfigurasi mekanis. Ini sangat bermanfaat

dalam sistem seperti pompa, kipas, konveyor, dan elevator, di mana kebutuhan kecepatan dapat berubah-ubah.

VFD juga berperan dalam penghematan energi, terutama pada beban variabel. Dengan menurunkan kecepatan motor saat beban ringan, konsumsi daya pun berkurang secara signifikan. Selain itu, VFD mendukung fungsi soft start dan soft stop yang dapat mengurangi lonjakan arus listrik dan tekanan mekanis pada motor saat dinyalakan atau dimatikan.

Dalam aspek keselamatan dan keandalan, VFD menyediakan berbagai fitur proteksi, seperti overcurrent, overvoltage, undervoltage, overheating, dan deteksi kesalahan. Dengan fitur ini, VFD tidak hanya menjaga kinerja motor tetap optimal, tetapi juga memperpanjang umur motor dan mengurangi risiko kerusakan.

Lebih lanjut, VFD dapat terintegrasi dengan sistem otomasi menggunakan komunikasi seperti Modbus RTU, yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh melalui HMI atau PLC. Dengan demikian, VFD bukan hanya alat pengatur kecepatan, tetapi juga bagian penting dalam sistem kontrol otomasi modern.

Penggunaan VFD dalam sistem kontrol motor listrik memiliki peranan vital dalam meningkatkan efisiensi energi, memperpanjang umur peralatan, dan meningkatkan fleksibilitas operasional. Beberapa peran penting VFD antara lain:

1. Pengaturan Kecepatan Motor

VFD memungkinkan motor beroperasi pada berbagai kecepatan sesuai kebutuhan aplikasi, tidak hanya pada

kecepatan penuh. Ini sangat berguna dalam aplikasi pompa, kipas, dan konveyor.

2. Efisiensi Energi

Dengan mengatur kecepatan motor sesuai beban, VFD dapat menghemat konsumsi daya hingga 30–50%, terutama pada beban yang bersifat variabel.

3. Proteksi Motor

VFD memiliki fitur proteksi terhadap overcurrent, overvoltage, under-voltage, overheating, dan kesalahan fasa, sehingga membantu menjaga keselamatan sistem.

4. Pengurangan Keausan Mekanis

Soft start dan soft stop dari VFD mengurangi stres mekanik pada motor dan komponen terkait, meningkatkan usia pakai dan mengurangi biaya pemeliharaan.

5. Integrasi dengan Sistem Otomasi

VFD dapat dikontrol secara manual maupun otomatis melalui PLC atau HMI menggunakan protokol komunikasi seperti Modbus RTU, Profibus, atau Ethernet/IP.

3.3 VFD OMRON V1000

Omron V1000 merupakan inverter yang dirancang untuk mengatur kecepatan motor AC secara presisi melalui kontrol frekuensi variabel. Dalam pengoperasiannya, VFD ini menawarkan kemudahan dalam instalasi, pemrograman, hingga pemantauan proses. Unit ini dilengkapi dengan panel kontrol digital yang memungkinkan pengguna untuk membaca parameter, mengatur frekuensi output, serta memantau status motor secara langsung.



Gambar 3.2 VFD Omron V1000

3.3.1 Spesifikasi Umum VFD Omron V100

1. Tegangan input: 3-fasa, 200/230V atau 380/480V
2. Output: 3-fasa ke motor AC
3. Mode kontrol: V/F, open-loop vector, sensorless vector
4. Fitur keamanan: Proteksi overload, alarm kesalahan
5. Panel kontrol: Digital dengan tombol pengatur
6. Auto-tuning: Otomatis mengenali karakteristik motor

3.3.2 Langkah Cepat Penggunaan VFD Omron V100

1. Pastikan kondisi VFD baik dan sesuai kebutuhan.
2. Pasang VFD secara tegak dan beri ruang ventilasi.
3. Sambungkan daya input ke terminal R/L1, S/L2, T/L3.
4. Sambungkan motor ke terminal U/T1, V/T2, W/T3.
5. Hubungkan terminal PE ke ground.

Parameter	Keterangan	Nilai yang dikeluarkan
b1-01	Sumber referensi frekuensi/RUN (0=Panel, 1=Terminal DI)	0
C1-01	Waktu akselerasi (detik)	1.0 s
C1-02	Waktu deselerasi (detik)	1.0 s
E1-01	Frekuensi dasar motor (Hz)	50.0 Hz
E1-04	Batas atas frekuensi output (Hz)	60.0 Hz
L1-01	Konstanta motor (Duty/Motor type)	1 (IM Motor)

1. Nyalakan VFD dan pastikan tidak ada error.
2. Gunakan tombol panel untuk menjalankan motor (RUN/STOP).
3. Cek putaran motor, lalu sambungkan beban.
4. Atur parameter frekuensi, waktu akselerasi, dan mode kontrol.
5. Gunakan fitur Auto-Tuning jika diperlukan.

3.3.3 Pengoperasian Menggunakan Eksternal

Selain dijalankan dari tombol panel depan, VFD Omron V1000 juga bisa dikontrol dari luar menggunakan saklar atau PLC. Metode ini disebut pengoperasian via terminal eksternal.

Cara ini biasa digunakan di industri, agar motor bisa dinyalakan atau dihentikan dari jarak jauh atau otomatisasi.

Untuk menggunakan mode ini, kita perlu mengatur VFD agar menerima perintah dari terminal. Caranya dengan mengubah parameter b1-01 menjadi 1. Setelah itu, sambungkan saklar atau output PLC ke terminal input digital seperti S1 (untuk RUN) dan S2 (untuk STOP atau REVERSE).

Jika menggunakan pengaturan kecepatan dari potensiometer atau PLC, kita bisa sambungkan ke terminal A1 (input 0–10V). Pastikan kabel referensi analog aman dan tidak mengganggu sinyal lain.

Parameter	Keterangan	Nilai yang Dikeluarkan
b1-01	Sumber perintah RUN	1 (terminal eksternal)
b1-02	Sumber referensi frekuensi	1 (dari terminal analog A1)
C1-01	Waktu akselerasi	2.0 s
C1-02	Waktu deselerasi	2.0 s
E1-04	Frekuensi maksimum	50.0 Hz atau sesuai kebutuhan
A1-02	Mode operasi	2 (menggunakan input analog)
H1-01	Fungsi terminal S1	1 (RUN maju)
H1-02	Fungsi terminal S2	2 (RUN mundur atau STOP)



4

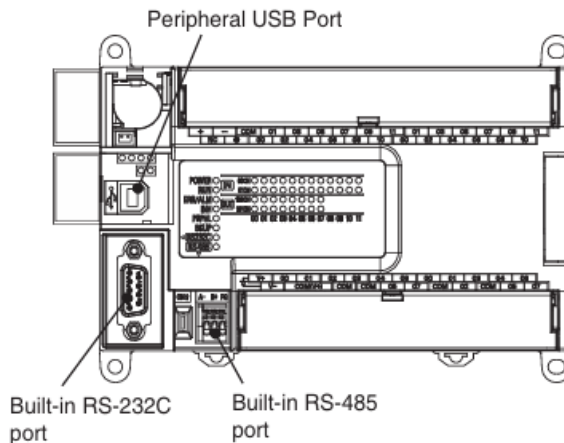
PLC, HMI DAN VFD (VARIABLE FREQUENCY DRIVE)

4.1 PENGAWATAN PLC

Pengawatan ini tidak hanya memastikan bahwa sinyal dari perangkat lapangan dapat diterima dan diproses oleh PLC, tetapi juga memungkinkan PLC mengendalikan proses industri secara otomatis berdasarkan logika program yang telah ditentukan. Selain itu, pengawatan

yang benar dan sesuai standar kelistrikan sangat berpengaruh terhadap keandalan sistem, kemudahan perawatan, serta keselamatan kerja, sebagaimana dijelaskan oleh Terry Borse (2011) bahwa sistem pengawatan PLC harus mengikuti standar kelistrikan dan pelabelan yang tepat agar sistem bekerja dengan andal dan aman, dan didukung oleh pendapat Hugh Jack (2009) yang menyatakan bahwa meskipun

PLC berperan sebagai otak dalam sistem otomasi, efektivitasnya sangat bergantung pada pengawatan yang benar antara input, output, dan modul PLC. Oleh karena itu, proses pengawatan tidak boleh dilakukan secara sembarangan, melainkan harus melalui perencanaan matang berdasarkan wiring diagram, pemilihan kabel yang sesuai, penerapan sistem proteksi seperti MCB atau ELCB, serta penataan kabel yang rapi dan terlabel dengan jelas untuk mempermudah perawatan dan troubleshooting di masa mendatang.



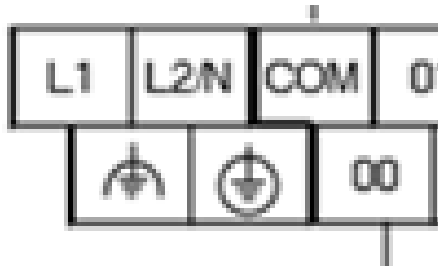
Gambar 4.1 Tampilan PLC Omron CP1E

Langkah-Langkah Umum Pengawatan PLC

1. Siapkan Power Supply (Sumber Listrik)

- Gunakan adaptor atau power supply yang sesuai (misalnya 24VDC atau 220VAC).
- Sambungkan kabel positif (+) dan negatif (-) ke terminal power di PLC.

Perlu diingat catu daya pada plc umumnya ada 2 jenis DCV dan ACV, ACV sebagai sumber utama plc sedangkan DCV untuk sumber input dan output.



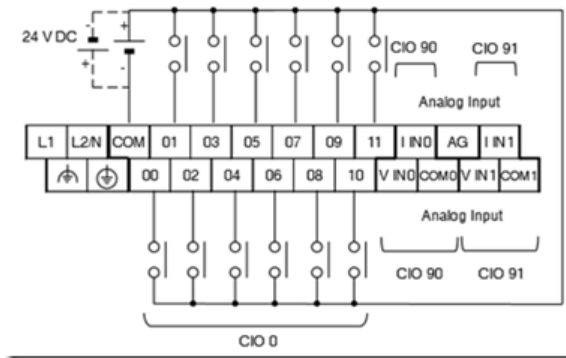
Gambar 4.2 Sumber Daya Listrik PLC

2. Pasang Kabel Grounding

Kabel ini disambungkan ke tanah (ground) untuk mencegah gangguan listrik dan menjaga keselamatan.

3. Hubungkan Kabel Input

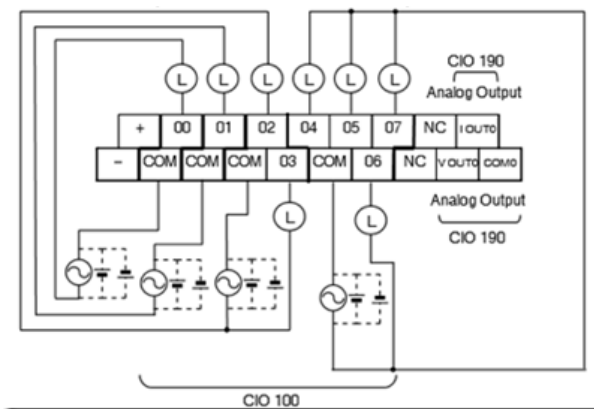
- Kabel dari **sensor, tombol, limit switch, dll** disambungkan ke terminal input PLC (biasanya ditandai X0, X1, dst).
- Satu ujung ke input, satu lagi ke **COM (common)**.



Gambar 4.3 Sambungan Input PLC

4. Hubungkan Kabel Output

- Sambungkan terminal output PLC (Y0, Y1, dst) ke **lampu indikator, relay, motor kecil, atau alat lain.**
- Periksa arus dan tegangan alat, sesuaikan ukuran kabelnya.



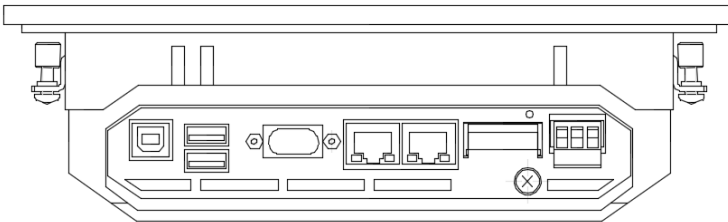
Gambar 4.4 Sambungan Output PLC

5. Cek Semua Sambungan

- Pastikan kabel sudah dikencangkan di terminal dan tidak ada yang longgar.
- Rapihan kabel menggunakan **kabel ties** atau **ducting**.

4.2 PENGAWATAN HMI

Menurut T. A. Lasky (2011) dalam bukunya *Programmable Logic Controllers: Principles and Applications*, HMI (Human Machine Interface) merupakan perangkat antarmuka penting yang memungkinkan operator mengawasi dan mengendalikan proses industri secara langsung melalui komunikasi dengan PLC. Pengawatan HMI yang tepat sangat penting untuk menjamin kestabilan komunikasi data, keamanan listrik, dan efisiensi sistem kontrol. Pengkabelan yang buruk dapat menyebabkan gangguan sinyal, kehilangan data, hingga kerusakan perangkat.



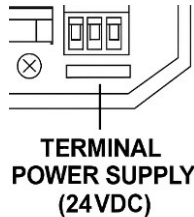
Gambar 4.5 Port Sambungan HMI

Langkah-Langkah Pengawatan Dasar HMI

1. Sambungkan Catu Daya (Power Supply)

- HMI biasanya menggunakan **24V DC**.

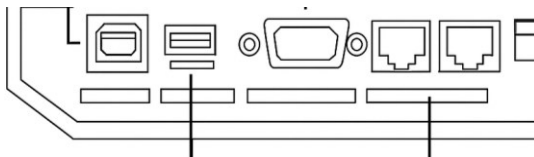
- Sambungkan terminal +24V ke pin positif, dan 0V (negatif) ke pin ground.
- Gunakan adaptor jika sumber daya dari 220V.



Gambar 4.6 Terminal Power Supply

2. Hubungkan HMI ke PLC

- Gunakan **kabel komunikasi** sesuai jenis HMI dan PLC: RS232, RS485 (Modbus), atau Ethernet (LAN).
- Pastikan port dan protokolnya cocok.
Contoh: jika PLC menggunakan RS485, HMI juga harus diatur ke RS485.



Gambar 4.7 Port USB Komunikasi

3. Periksa Pengaturan Komunikasi

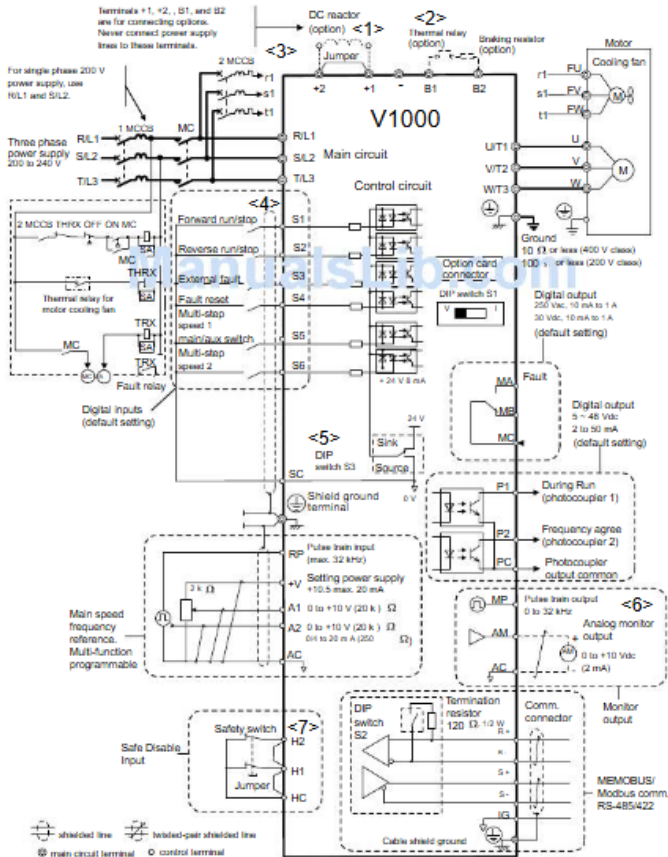
- Buka software HMI (misalnya: EasyBuilder, GT Designer).
- Atur **COM port, baudrate, data bit, parity, stop bit** agar cocok dengan PLC.

4. Uji Coba dan Simulasi

- Hidupkan HMI dan PLC.
- Coba tekan tombol di HMI, lihat apakah PLC menerima perintah (misalnya, lampu menyala).
- Cek juga apakah data dari sensor bisa tampil di HMI.

4.3 PENGAWATAN VFD

Pengawatan VFD (Variable Frequency Drive) adalah proses penting dalam sistem kontrol motor listrik yang bertujuan untuk mengatur kecepatan dan torsi motor secara efisien dan fleksibel melalui pengkabelan yang tepat. Menurut Rahardjo (2016), pengawatan VFD mencakup sambungan daya, kontrol, dan komunikasi yang harus disesuaikan dengan kebutuhan beban agar kinerja motor tetap optimal. Widodo dan Rachmadi (2018) menambahkan bahwa proses ini melibatkan penyambungan terminal daya utama, output ke motor, grounding, serta input kontrol seperti tombol atau PLC, dan setiap bagian harus dirancang agar mendukung pengoperasian yang aman dan efektif.



Gambar 4.8 Diagram Koneksi Standar Penggerak

Langkah-langkah Pengawatan VFD Omron V1000

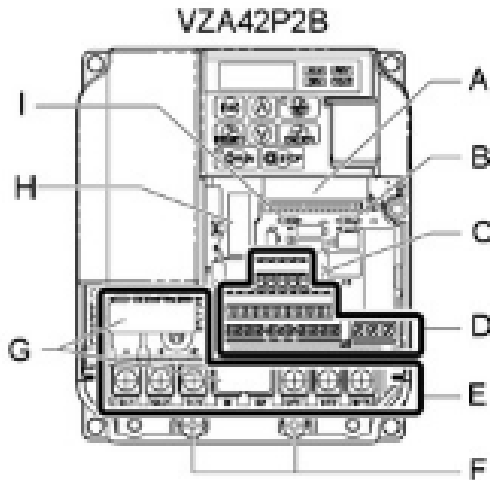
1. Matikan Semua Sumber Listrik

Sangat penting untuk menghindari bahaya listrik.

2. Pasang Input Daya

Hubungkan sumber listrik ke terminal:

- 3 fasa: R, S, T
- 1 fasa: R dan S saja



Gambar 4.9 Gambaran Depan VFD Omron V1000

3. Sambungkan Output ke Motor

Kabel dari VFD ke motor: U, V, W.

Perhatikan arah putaran motor (bisa dibalik dengan menukar dua kabel fasa).

4. Grounding

Hubungkan terminal ground ke sistem pembumian.

5. Pasang Sistem Kontrol (jika ada)

Contohnya:

- Tombol tekan (Push Button)
- Potensiometer
- PLC

6. Cek Semua Koneksi

Pastikan tidak ada kabel yang salah sambung atau longgar.

7. Nyalakan dan Uji Fungsi

- Gunakan tombol panel VFD untuk uji coba motor (run, stop, speed).
- Gunakan kabel sesuai spesifikasi tegangan dan arus motor.
- Jangan menyentuh terminal VFD saat menyala.
- Pasang VFD di panel tertutup yang berventilasi baik.



5

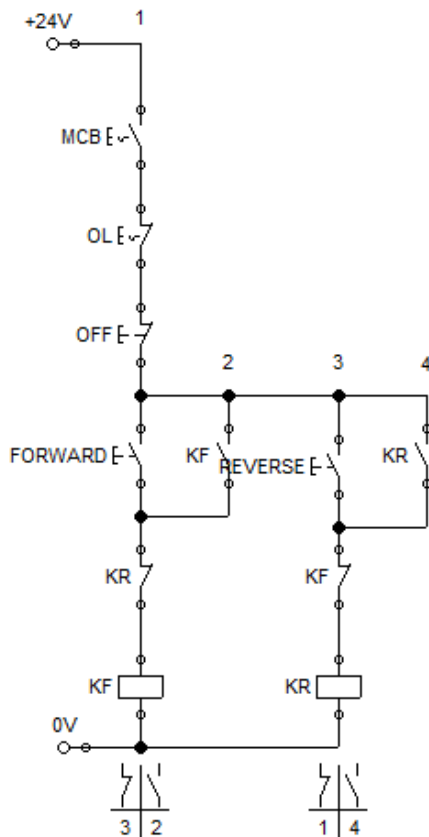
JOB SHEET PLC, HMI DAN VFD

5.1 FORWARD REVERSE MENGGUNAKAN PLC DENGAN KONTROL HMI.

5.1.1 Teori Singkat

Sistem forward-reverse merupakan metode pengendalian motor listrik yang memungkinkan motor berputar ke dua arah, yaitu maju (forward) dan mundur

(reverse). Berikut merupakan rangkaian sederhana secara konvensional forward dan reverse.

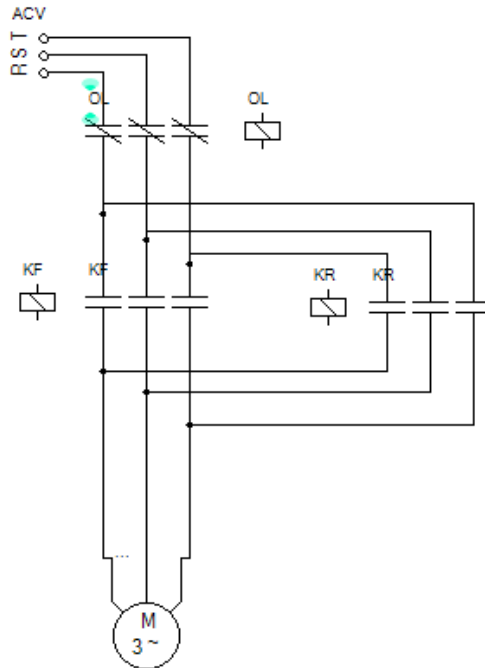


Gambar 5.1 Diagram Garis Tunggal Kontrol Forward Reverse

Rangkaian kontrol bertugas mengatur kapan kontaktor forward dan reverse aktif, dengan logika **interlock mekanis dan elektrik** agar tidak aktif bersamaan.

Logika kerja:

1. Tekan PB Forward → K1 aktif → motor berputar maju → kontak bantu K1-NO akan mempertahankan kondisi nyala meskipun tombol dilepas (self-hold).
2. Tekan PB Reverse → K2 aktif → motor berputar mundur.
3. Jika K1 aktif, maka kontak bantu NC K1 yang terpasang di jalur K2 akan terbuka, mencegah K2 aktif (dan sebaliknya).
4. Tekan PB Stop akan memutus arus ke semua rangkaian kontrol.



Gambar 5.2 Diagram Garis Tunggal Daya Forward Reverse

Pada rangkaian daya, arus utama dari sumber listrik tiga fasa dialirkan melalui dua buah kontaktor (KF untuk

forward dan KR untuk reverse) sebelum menuju ke motor. Masing-masing kontaktor memiliki jalur fasa yang diatur untuk membalik urutan fasa, sehingga motor bisa berputar ke arah yang diinginkan.

Prinsip kerja:

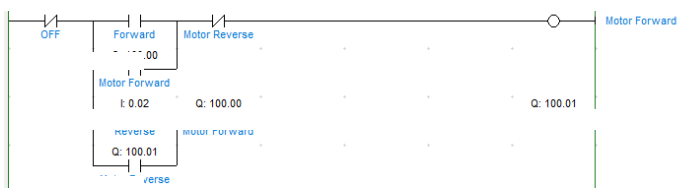
1. Saat kontaktor forward (K1) aktif, urutan fasa R-S-T menuju motor tetap (misalnya R-S-T).
2. Saat kontaktor reverse (K2) aktif, dua fasa dibalik (misalnya menjadi T-S-R), sehingga arah putaran motor berubah.
3. Overload relay dipasang sebelum motor sebagai pengaman terhadap arus lebih.

Dalam pengembangannya, sistem ini dikendalikan menggunakan PLC (Programmable Logic Controller) yang bertugas mengatur logika pengoperasian berdasarkan input dari tombol manual atau HMI (Human Machine Interface). PLC memastikan bahwa hanya satu arah yang aktif dalam satu waktu melalui logika interlock, yaitu mencegah aktifnya kontaktor forward dan reverse secara bersamaan untuk menghindari hubungan singkat antar fasa. Selain itu, ditambahkan juga delay waktu saat perpindahan arah sebagai langkah proteksi motor terhadap arus kejut.

Dengan integrasi HMI, operator dapat mengendalikan dan memantau sistem secara lebih interaktif dan efisien. HMI menampilkan kontrol digital seperti tombol start forward, start reverse, dan stop, serta indikator status motor yang terhubung ke PLC melalui protokol komunikasi seperti Modbus RTU atau TCP/IP. Keberadaan HMI memudahkan pengawasan dan kontrol jarak jauh tanpa harus membuka panel kontrol secara

langsung, menjadikan sistem ini lebih aman, efisien, dan mudah digunakan.

5.1.2 Gambar Kerja



Gambar 5.3 Ladder Diagram Forward Reverse

5.1.3 Alat dan Bahan

- 1 buah PLC
- 1 buah HMI
- 1 Buah Laptop

5.1.4 Keselamatan Kerja

1. Matikan sumber listrik sebelum melakukan pemasangan atau perbaikan rangkaian.
2. Gunakan alat pelindung diri (APD) seperti sarung tangan isolator dan sepatu safety saat bekerja dengan peralatan listrik.
3. Periksa koneksi kabel agar tidak ada yang longgar atau terkelupas untuk menghindari korsleting.
4. Pastikan semua peralatan ter-grounding dengan baik untuk mencegah sengatan listrik.
5. Hindari menyentuh terminal terbuka atau kabel yang bertegangan.

6. Gunakan alat ukur seperti multimeter sebelum menyalakan sistem untuk memastikan tidak ada kebocoran arus.
7. Jangan bekerja sendirian saat pengujian rangkaian listrik – selalu ada pendamping atau pengawas.
8. Pastikan ventilasi ruangan cukup baik untuk mencegah panas berlebih dari perangkat inverter atau PLC.
9. Tata kabel dengan rapi untuk mencegah tersandung dan memudahkan troubleshooting.
10. Ikuti petunjuk penggunaan alat dari pabrikan (manual PLC, inverter, HMI) secara cermat.

5.1.5 Langkah Kerja

1. Persiapan Awal

- Pastikan semua alat dalam keadaan baik: PLC, HMI, kontaktor, motor 3 fasa, kabel, dan MCB.
- Matikan semua sumber listrik sebelum mulai perakitan.

2. Rangkaian Power

- Pasang MCB 3 fasa sebagai proteksi utama.
- Hubungkan MCB ke dua kontaktor (Forward dan Reverse).
- Hubungkan kontaktor ke motor 3 fasa dengan pertukaran fasa untuk mode reverse.
- Pasang **pengaman interlock mekanis atau thermal relay** (opsional).

3. Rangkaian Kontrol

- Hubungkan output PLC ke:
 - Kontaktor Forward (Q0.00)
 - Kontaktor Reverse (Q0.01)

- Input ke PLC akan berasal dari HMI (bukan tombol fisik).
- Pastikan koneksi komunikasi antara **HMI dan PLC** terhubung dengan benar (misal: **Modbus RTU, Ethernet/IP, atau Host Link**).

4. Pemrograman PLC

Gunakan software seperti CX-Programmer (Omron).

- Membuat input virtual (misal M0.00 = tombol virtual Forward, M0.01 = Reverse, M0.02 = Stop).

5. Desain HMI

Gunakan software seperti NB-Designer (Omron), Weintek EasyBuilder, atau lainnya:

- Buat tampilan HMI berisi:
 - Tombol Virtual:
 - [ Forward]
 - [ Reverse]
 - [ Stop]
- Indikator Status:
 - Motor Forward Aktif
 - Motor Reverse Aktif
- Atur tombol HMI agar menulis ke alamat memory PLC (contoh: M0.00, M0.01, M0.02).
- Sinkronkan status motor dengan indikator LED pada layar HMI.

6. Upload dan Uji Sistem

- Unduh program ke PLC dan HMI.
- Aktifkan listrik dan uji:
 - Tekan [Forward] → Motor berputar maju.
 - Tekan [Reverse] → Motor berputar mundur.

- Tekan [Stop] → Motor berhenti.
- Pastikan tidak ada kondisi di mana Forward dan Reverse aktif bersamaan.

5.1.6 Latihan

Deskripsi Latihan:

Buat sistem kendali motor 3 fasa **Forward-Reverse** menggunakan PLC dan HMI, dengan ketentuan sebagai berikut:

Fitur Wajib:

1. Mode Manual:

- Tombol HMI: [Manual Mode], [Forward], [Reverse], [Stop].
- Operasi motor sepenuhnya dikendalikan oleh pengguna melalui tombol HMI.

2. Mode Otomatis:

- Tombol HMI: [Auto Mode], [Start Auto], [Stop Auto].
- Motor akan berputar **Forward selama 5 detik**, lalu berhenti 2 detik, kemudian **Reverse selama 5 detik**, dan seterusnya (loop).
- Tampilkan waktu sisa forward/reverse pada HMI (opsional untuk tingkat lanjut).

3. Indikator Status di HMI:

- Menampilkan mode aktif (Manual/Otomatis).
- Status motor: Stop, Forward, atau Reverse.

4. Keamanan Interlock:

- Forward dan Reverse **tidak boleh aktif bersamaan**.

- Jika pengguna menekan kedua tombol (Forward & Reverse) dalam waktu bersamaan, maka sistem harus **masuk ke mode Stop otomatis**.

Instruksi untuk Mahasiswa:

1. Desain Program Ladder di PLC:

- Buat logika dengan dua mode operasi menggunakan internal memory (M0.00 untuk Manual, M0.01 untuk Otomatis).
- Gunakan timer untuk siklus otomatis.
- Gunakan relay bantu untuk menjaga status motor saat berpindah mode.

2. Desain Tampilan HMI:

- Buat dua halaman atau satu halaman dengan grup objek:
 - Grup Manual: tombol Forward, Reverse, Stop.
 - Grup Otomatis: tombol Start Auto, Stop Auto, display timer (jika mampu).
- Tambahkan switch mode Manual/Otomatis.

3. Lakukan Penerapan Program:

- Uji kedua mode secara terpisah.
- Amati dan catat waktu eksekusi, transisi antar mode, dan keamanan sistem.

4. Opsi Pengembangan:

- Tambahkan fitur reset untuk keluar dari siklus otomatis.

5.1.7 Lembar Kerja

1. Jelaskan fungsi utama dari masing-masing tombol virtual berikut pada HMI:

- Forward
- Reverse
- Stop

.....
.....

2. Mengapa penting untuk menerapkan sistem interlock dalam kendali motor Forward-Reverse menggunakan PLC?

.....
.....

3. Gambarkan dengan teks atau diagram sederhana logika ladder yang menunjukkan bagaimana **tombol Stop** menghentikan semua operasi motor.

.....
.....

4. Sebutkan dan jelaskan langkah-langkah merancang tampilan HMI sederhana untuk kontrol motor Forward-Reverse.

.....
.....

5. Jelaskan bagaimana cara kerja **komunikasi data** antara tombol virtual pada HMI dan input internal PLC.

5.1.8 Kesimpulan

Rangkuman setelah selesai melakukan praktikum:

5.2 ORWARD REVERSE MENGGUNAKAN INVERTER

5.2.1 Teori Singkat

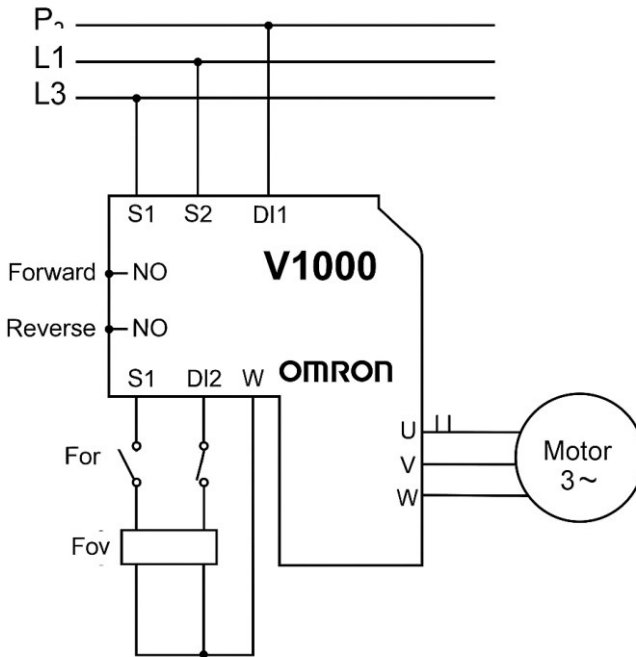
Menjalankan motor forward dan reverse menggunakan inverter (Variable Frequency Drive/VFD) merupakan metode modern yang lebih efisien dan fleksibel dibandingkan sistem konvensional berbasis kontaktor. Inverter berfungsi mengatur kecepatan dan arah putaran motor AC, khususnya motor induksi tiga fasa, dengan prinsip utama mengontrol frekuensi dan tegangan output. Untuk mengubah arah putaran motor, inverter tidak membalik kabel fasa secara fisik, melainkan secara elektronik melalui pengaturan logika input digital.

Dalam praktiknya, terdapat dua input digital pada inverter, yaitu input untuk perintah forward (maju) dan input untuk perintah reverse (mundur). Ketika input forward diaktifkan, inverter memberikan urutan fasa standar (misalnya R-S-T) ke motor sehingga motor berputar searah jarum jam. Sebaliknya, saat input reverse diaktifkan, inverter membalik

urutan fasa secara internal (misalnya menjadi T-S-R) sehingga arah putaran motor menjadi berlawanan arah jarum jam. Tombol-tombol forward dan reverse ini biasanya terhubung ke terminal input digital pada inverter, seperti DI1 untuk forward dan DI2 untuk reverse, dengan satu terminal COM (common) sebagai referensi sinyal.

Salah satu keunggulan utama menggunakan inverter adalah tidak diperlukan lagi dua kontaktor untuk membalik arah putaran, sehingga desain panel menjadi lebih ringkas dan aman. Selain itu, inverter juga menyediakan fitur perlindungan motor seperti overload, tegangan lebih/rendah, hingga fault trip secara otomatis. Namun, penting untuk memastikan bahwa sinyal forward dan reverse tidak aktif bersamaan, yang biasanya ditangani oleh logika penguncian (interlock) baik melalui pengkabelan maupun pemrograman internal inverter. Dengan demikian, sistem forward-reverse berbasis inverter menjadi solusi ideal untuk kendali motor yang andal, efisien, dan hemat ruang.

5.2.2 Gambar Kerja



Gambar 5.4 Gambar Kerja Wiring VFD V1000

5.2.3 Alat dan Bahan

1 buah Variabel Frequence Drive

5.2.4 Keselamatan Kerja

1. Matikan sumber listrik sebelum melakukan pemasangan atau perbaikan rangkaian.
2. Gunakan alat pelindung diri (APD) seperti sarung tangan isolator dan sepatu safety saat bekerja dengan peralatan listrik.

3. Periksa koneksi kabel agar tidak ada yang longgar atau terkelupas untuk menghindari korsleting.
4. Pastikan semua peralatan ter-grounding dengan baik untuk mencegah sengatan listrik.
5. Hindari menyentuh terminal terbuka atau kabel yang bertegangan.
6. Gunakan alat ukur seperti multimeter sebelum menyalakan sistem untuk memastikan tidak ada kebocoran arus.
7. Jangan bekerja sendirian saat pengujian rangkaian listrik – selalu ada pendamping atau pengawas.
8. Pastikan ventilasi ruangan cukup baik untuk mencegah panas berlebih dari perangkat inverter atau PLC.
9. Tata kabel dengan rapi untuk mencegah tersandung dan memudahkan troubleshooting.
10. Ikuti petunjuk penggunaan alat dari pabrikan (manual PLC, inverter, HMI) secara cermat.

5.2.5 Langkah Kerja

1. Persiapan Dasar

- Pastikan sambungan listrik dan motor sudah benar:
 - Input listrik: Terminal R, S, T (atau L1, L2 untuk 1 fasa)
 - Output ke motor: Terminal U, V, W
- Hidupkan VFD, pastikan tampilan panel menyala dan tidak terdapat fault/error.

2. Koneksi Tombol Kontrol

- Hubungkan tombol NO (Normally Open) ke terminal input digital:
 - Tombol Forward → ke S1 (diatur sebagai Forward)

- Tombol Reverse → ke S2 (diatur sebagai Reverse)
- Common → ke SC (terminal common input)

3. Pengaturan Parameter VFD (Melalui Keypad)

- Masuk ke parameter mode dengan tombol [MODE], lalu atur parameter berikut:

Parameter	Fungsi	Nilai
b1-01	Sumber referensi operasi	1 = External terminal
b1-02	Sumber referensi frekuensi	1 = External terminal (potensio atau analog)
H1-01	Fungsi input S1	1 = Forward Run
H1-02	Fungsi input S2	2 = Reverse Run

Pastikan parameter disimpan dengan menekan tombol [ENTER] setelah tiap perubahan.

4. Menyalakan Motor

- Tekan tombol Forward → Motor akan berputar searah jarum jam.
- Tekan tombol Reverse → Motor akan berputar berlawanan arah jarum jam.

Jika kedua tombol ditekan bersamaan, VFD akan mengikuti prioritas input atau fault jika tidak ada **interlock**.

5. Penghentian Motor

- Lepaskan tombol forward/reverse.
- Motor akan berhenti sesuai parameter deceleration (d1-03).

Catatan Keamanan

- Pastikan tidak ada sinyal input aktif bersamaan (Forward dan Reverse).
- Gunakan **interlock wiring** atau **logic** agar hanya satu perintah aktif pada satu waktu.
- Selalu **periksa parameter frekuensi maksimum, arus, dan torsi** agar sesuai dengan spesifikasi motor.

5.2.6 Latihan

Deskripsi Latihan:

Peserta didik diberi tugas untuk melakukan praktik pengoperasian motor induksi 3 fasa menggunakan inverter VFD Omron V1000 melalui tombol panel (bukan terminal eksternal). Dalam praktik ini, peserta didik diminta untuk melakukan pengaturan parameter dasar pada VFD, menjalankan motor dalam mode forward dan reverse, serta mengatur kecepatan motor dengan tombol frekuensi. Hasil pengamatan, seperti arah putaran motor dan perubahan kecepatan, didokumentasikan dalam bentuk laporan singkat.

Fitur Wajib:

1. Mengidentifikasi dan memahami fungsi terminal VFD:
 - Input daya (R, S, T)
 - Output motor (U, V, W)
 - Panel tombol operator
2. Melakukan pengaturan parameter dasar VFD:
 - b1-01 = 0: Perintah operasi dari panel
 - b1-02 = 0: Referensi frekuensi dari tombol ▲ ▼

3. Menjalankan motor secara forward dan reverse dari panel:
 - Tombol [RUN] untuk forward
 - Kombinasi tombol [FUNC] + [RUN] untuk reverse (jika tersedia)
4. Mengatur frekuensi motor dari panel:
 - Gunakan tombol ▲ / ▼ untuk mengatur kecepatan (frekuensi)
5. Menghentikan motor dengan tombol STOP:
 - Tekan [STOP/RESET] dan amati deceleration
6. Mencatat parameter kerja dan menyusun laporan pengamatan

Opsi Pengembangan:

1. Integrasi Tombol Eksternal (External Terminal Mode)
 - Gunakan tombol fisik untuk RUN/STOP/Reverse
 - Atur parameter b1-01 = 1 (External)
2. Integrasi dengan PLC (Contoh: Omron CP1E)
 - Kontrol motor via logic ladder
 - Gunakan komunikasi Modbus (jika tersedia)
3. Kontrol Melalui HMI
 - Tambahkan HMI untuk kendali frekuensi dan arah
 - Visualisasi status VFD
4. Uji Motor dengan Beban
 - Penerapan penggerak beban seperti kipas, conveyor, atau pompa
5. Penggunaan Parameter Tambahan
 - Tambahkan pengaturan d1-03 untuk deceleration time
 - Pelajari parameter proteksi: o1-03 untuk monitoring arus, U1-03 untuk tegangan output

5.2.7 Lembar Kerja

1. Jelaskan fungsi dari parameter b1-01, b1-02, dan b1-03 pada VFD Omron V1000 serta alasan mengapa ketiganya perlu diatur!

.....

.....

2. Apa perbedaan pengoperasian VFD menggunakan tombol panel dan menggunakan terminal eksternal? Berikan contoh situasi penggunaannya!

.....

.....

3. Sebutkan dan jelaskan minimal 3 langkah keselamatan kerja yang wajib diperhatikan saat mengoperasikan VFD dan motor induksi!

.....

.....

4. Setelah melakukan praktik, apa yang kamu amati ketika kamu menekan tombol RUN lalu REVERSE pada VFD? Jelaskan perubahan yang terjadi pada motor!

.....

.....

5. Mengapa penting untuk menyesuaikan frekuensi saat mengoperasikan motor melalui VFD? Jelaskan pengaruhnya terhadap kinerja motor!

.....

.....

.....

5.2.8 Kesimpulan

.....

.....

.....

DAFTAR PUSTAKA

- Bolton, W. (2015). *Programmable Logic Controllers (6th ed.)*. Newnes.
- Borse, T. (2011). *Programmable Logic Controllers*. New Delhi: PHI Learning Private Limited.
- Frank, D. P., & Wolfe, M. E. (2013). *Industrial Automation and Process Control*. Cengage Learning.
- Hugh Jack. (2009). *Automating Manufacturing Systems with PLCs*. Grand Rapids, MI: Grand Valley State University.
- International Electrotechnical Commission. (2013). IEC 61131-3: *Programmable Controllers – Part 3: Programming Languages*. Geneva: IEC.
- Lasky, T. A. (2011). *Programmable Logic Controllers: Principles and Applications (5th ed.)*. Prentice Hall.
- Moutinho, F., & Pires, J. N. (2017). *Industrial Automation Technologies*. Springer.
- OMRON. (2013). *Sysmac CX-Programmer Ver. 9 Operation Manual*.
- Petruzella, F. D. (2017). *Programmable Logic Controllers (4th ed.)*. McGraw-Hill Education.
- Rahardjo, B. (2016). *Pengendalian Motor Listrik 3 Fasa dengan Inverter*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Tuan, N. A., & Vo, Q. B. (2020). Implementation of HMI-PLC Based Control Systems in Industrial Applications. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 10(3), 252–258. <https://doi.org/10.11591/ijece.v10i3.pp252-258>
- Widodo, A., & Rachmadi, T. (2018). *Teknik Instalasi dan Pengoperasian Inverter*. Jakarta: Erlangga.
- Yaskawa Electric Corporation. (2012). *V1000 Inverter Manual*. Tokyo: Yaskawa Global.

PROFIL PENULIS



Ir. Fendi Achmad, S.Pd., M.Pd. lahir di Surabaya, 26 Desember 1990. Lulus pendidikan Prodi S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya (UNESA) tahun 2013, S2 Prodi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan UNESA tahun 2016, Program Studi Program Profesi Insinyur (PSPPI) Universitas Muhammadiyah Malang Tahun 2024. Saat ini bekerja sebagai dosen di Universitas Negeri Surabaya (UNESA) pada program studi Pendidikan Teknik Elektro. Penulis menekuni bidang penelitian dan pengabdian terkait dengan bidang ilmu penugasan atau kepakaran tentang Pembelajaran PLC Kelistrikan Industri.



Dr. Puput Wanarti Rusimamto, S.T., M.T. lahir di Nganjuk, 22 Juni 1970. Lulus Bidang Studi Instrumentasi dan Kontrol Prodi S1 Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) tahun 1994. Lulus Bidang Studi Teknik Sistem Pengaturan Prodi S2 Teknik

Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) tahun 2002. Lulus program Doktor Prodi S3 Pendidikan Vokasi Unesa tahun 2022. Saat ini bekerja sebagai dosen di Universitas Negeri Surabaya (UNESA) pada program studi Pendidikan Teknik Elektro. Penulis menekuni bidang penelitian dan pengabdian terkait dengan bidang ilmu penugasan atau kepakaran tentang Pendidikan Vokasional Rekayasa Elektro.



Ali Nur Fathoni, S.Pd., M.Eng., Gr. lahir di Boyolali, 22 Maret 1994. Lulus Bidang Studi Elektronika Prodi S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang (UNNES) tahun 2018. Lulus Bidang Studi Elektronika Prodi Pendidikan Profesi Guru (PPG)

Universitas Negeri Jakarta (UNJ) tahun 2019. Lulus Bidang Studi Sistem Isyarat dan Elektronika Prodi S2 Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada (UGM) tahun 2023. Saat ini bekerja sebagai dosen di Universitas Negeri Surabaya (UNESA) pada program studi Pendidikan Teknik Elektro. Penulis menekuni bidang penelitian dan pengabdian terkait dengan bidang ilmu penugasan atau kepakaran tentang Teknik Elektronika Industri.



Fito Arya Wardana adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro di Universitas Negeri Surabaya angkatan 2021. Memiliki minat dalam bidang kontrol dan otomasi, serta aktif mengikuti berbagai kegiatan pembelajaran dan proyek yang berkaitan dengan penerapan teknologi di lingkungan pendidikan vokasi. Buku ini ditulis sebagai bagian dari upaya untuk berbagi pengetahuan dan pengalaman di bidang yang sedang dipelajari.