

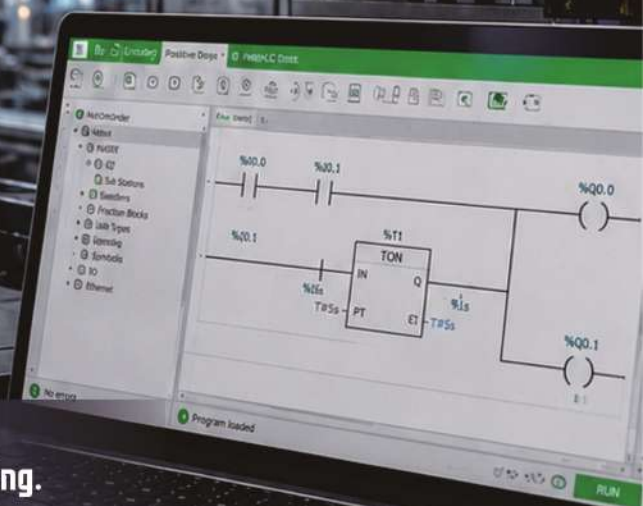
DASAR-DASAR PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)



Teori, Pemrograman,
dan Aplikasi Industri

Editor:
Yudi Ramdhani, S.T., M.Kom.

Prof. Dr. Ir. Asep Andang, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.



DASAR-DASAR PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

**Teori, Pemrograman,
dan Aplikasi Industri**

Prof. Dr. Ir. Asep Andang, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.

**DASAR-DASAR *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER* (PLC):
TEORI, PEMROGRAMAN, DAN APLIKASI INDUSTRI**

Penulis:

Prof. Dr. Ir. Asep Andang, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.

Desain Cover:

Helmaria Ulfa

Sumber Ilustrasi:

www.freepik.com

Tata Letak:

Handarini Rohana

Editor:

Yudi Ramdhani, S.T., M.Kom.

ISBN:

978-634-317-215-4 (PDF)

Cetakan Pertama:

Agustus, 2026

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

by Penerbit Widina Media Utama

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT:

WIDINA MEDIA UTAMA

Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Anggota IKAPI No. 519/JBA/2025

Website: www.penerbitwidina.com

Instagram: @penerbitwidina

Telepon (022) 87355370

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya buku *Dasar-Dasar Programmable Logic Controller (PLC): Teori, Pemrograman, dan Aplikasi Industri* ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini lahir dari kebutuhan akan sumber belajar yang mampu menjelaskan konsep dan penerapan PLC secara sistematis, sehingga dapat membantu pembaca memahami salah satu teknologi yang menjadi tulang punggung otomasi industri modern.

Transformasi industri yang semakin mengarah pada digitalisasi dan otomatisasi menuntut sumber daya manusia untuk memiliki kompetensi yang relevan dengan perkembangan teknologi. PLC telah digunakan secara luas dalam berbagai sektor industri karena kemampuannya dalam mengendalikan proses secara efektif, fleksibel, dan andal. Oleh karena itu, pemahaman mengenai prinsip kerja, perangkat keras, logika pemrograman, hingga implementasinya menjadi bekal penting bagi mahasiswa, pendidik, teknisi, maupun praktisi industri.

Buku ini disusun secara bertahap, dimulai dari konsep-konsep dasar hingga materi yang lebih aplikatif. Setiap bab dirancang untuk memberikan pemahaman yang saling berkaitan sehingga pembaca dapat mengikuti proses pembelajaran secara lebih mudah dan terarah. Selain aspek teoritis, buku ini juga memperkenalkan berbagai instruksi dan perangkat yang umum digunakan dalam pemrograman PLC di lingkungan industri.

Kami menyadari bahwa buku ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik, saran, dan masukan yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan perbaikan pada penyusunan berikutnya. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, memperluas wawasan di bidang otomasi industri, serta menjadi salah satu referensi yang mendukung pengembangan pendidikan dan praktik keteknikan di Indonesia. Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh penulis, editor, dan berbagai pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku ini. Semoga karya ini

dapat menjadi sarana berbagi ilmu pengetahuan dan memberikan kontribusi positif bagi kemajuan dunia pendidikan dan industri.

Bandung, Agustus 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
BAB 1 PENDAHULUAN PLC.....	1
A. Pengertian <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC)	1
B. Latar Belakang dan Sejarah Perkembangan PLC	3
C. Produsen PLC di Dunia	4
BAB 2 SISTEM BILANGAN	11
A. Pendahuluan Sistem Bilangan.....	11
B. Sistem Bilangan Desimal.....	12
C. Sistem Bilangan Biner	14
D. Sistem Bilangan Oktal	17
E. Sistem Bilangan Heksadesimal	19
F. Sistem <i>Binary Coded Decimal</i> (BCD)	21
G. Kode <i>Gray</i>	22
H. Kode ASCII	23
I. Bit Paritas.....	25
J. Aritmatika Biner	26
K. Konversi antar Sistem Bilangan	28
BAB 3 PERANGKAT INPUT DAN OUTPUT	33
A. Pendahuluan Perangkat I/O	33
B. <i>Discrete</i> I/O (<i>Input/Output</i> Diskrit)	33
C. Modul Analog I/O.....	35
D. Koneksi I/O Jarak Jauh	37
E. Komunikasi Serial dan Paralel	38
F. Jaringan PLC	39
G. Perangkat <i>Input</i> : Sensor dan Saklar	39
H. Sensor Temperatur.....	43
I. Sensor Posisi dan Perpindahan.....	44
J. Sensor Tekanan.....	45
K. Perangkat <i>Output</i>	45

L. <i>Human Machine Interface (HMI)</i>	47
M. Pengolahan <i>Input/Output</i> dalam PLC	48
BAB 4 DASAR-DASAR LOGIKA DALAM PLC	53
A. Gerbang Logika dan Aljabar Boolean dalam PLC.....	54
B. <i>Hardwired Logic</i> dan <i>Programmed Logic</i>	61
C. Bahasa Pemrograman PLC dan Instruksi Dasar	64
BAB 5 PLC HARDWARE: PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER	75
A. CPU (<i>Central Processing Unit</i>).....	75
B. Prosesor	76
C. Catu Daya	77
D. Memori	78
E. Pengalamatan I/O	81
F. I/O Diskrit	82
G. I/O Analog.....	83
BAB 6 METODE PEMROGRAMAN PLC DAN RELAY INTERNAL.....	89
A. Pendahuluan Bahasa Pemrograman PLC	89
B. <i>Ladder Diagram (LD)</i>	90
C. <i>Function Block Diagram (FBD)</i>	95
D. <i>Instruction List (IL)</i>	98
E. <i>Sequential Function Chart (SFC)</i>	101
F. <i>Structured Text (ST)</i>	102
G. <i>Relay Internal</i> dalam PLC	104
H. Program dengan Kondisi <i>Input</i> Majemuk.....	105
I. Program <i>Latching (Self-Holding Circuit)</i>	107
J. Waktu Respons dan <i>Relay</i> Bertenaga Baterai	108
K. Instruksi Set dan Reset.....	110
L. <i>One-Shot Operation</i>	111
BAB 7 PENGEMBANGAN DIAGRAM PENGAWATAN	
FUNDAMENTAL PLC DAN PROGRAM LADDER LOGIC.....	117
A. Perangkat Kontrol Elektromagnetik, Kontaktor, dan Motor Starter..	117
B. Sensor Industri dan Perangkat <i>Input/Output</i> Kontrol	120
C. Fungsi Logika Dasar dan Penerapan Aljabar Boolean pada <i>Diagram Ladder</i>	123

BAB 8 TIMER DAN COUNTER PADA PROGRAMMABLE LOGIC

CONTROLLER (PLC)	129
A. Dasar-Dasar <i>Timer</i> pada PLC	129
B. Implementasi <i>Timer</i> dalam Sistem Kendali PLC	133
C. <i>Counter</i> dan Aplikasinya pada PLC.....	138

BAB 9 PEMROGRAMAN FUNCTION BLOCK DIAGRAM (FBD)

PADA SMART RELAY ZELIO	145
A. Struktur Dasar <i>Function Block Diagram</i> pada <i>Zelio Smart Relay</i>	146
B. Fungsi <i>Input</i> dan <i>Output</i> pada Pemrograman FBD.....	150
C. Fungsi Logika dan Fungsi Standar pada <i>Function Block Diagram</i>	152

BAB 10 INSTRUKSI DASAR PEMROGRAMAN PLC OMRON

MENGGUNAKAN DIFU, DIFD, CMP, KEEP, DAN MOV.....	167
A. Instruksi DIFU dan DIFD pada PLC Omron	168
B. Instruksi CMP dan <i>Keep</i> pada PLC Omron.....	172
C. Instruksi MOV pada PLC Omron.....	177

BAB 11 INSTRUKSI LANJUTAN PEMROGRAMAN PLC OMRON:

IL, ILC, JMP, JME, SET DAN RESET	185
A. Instruksi IL dan ILC pada PLC Omron	185
B. Instruksi JMP dan JME pada PLC Omron.....	190
C. Instruksi Set dan Reset pada PLC Omron.....	195

BAB 12 INSTRUKSI ARITMATIKA PLC OMRON:

ADD, SUB, MUL, DAN DIV	203
A. Instruksi ADD (<i>Addition</i>)	204
B. Instruksi SUB (<i>Subtraction</i>).....	208
C. Instruksi MUL dan DIV	212

BAB 13 INCREMENT DAN DECREMENT PADA PEMROGRAMAN

PLC OMRON	223
A. Konsep Dasar Instruksi <i>Increment</i>	224
B. Implementasi <i>Increment</i> dalam Sistem Otomasi	227
C. Konsep dan Implementasi Instruksi <i>Decrement</i>	229

BAB 14 DASAR PEMROGRAMAN DAN FUNGSI LANJUTAN PADA PLC SCHNEIDER MENGGUNAKAN ECOSTRUXURE MACHINE EXPERT BASIC.....	237
A. Struktur Objek Memori dan Pengelolaan Data pada <i>Ecostruxure Machine Expert Basic</i>	238
B. Rung, Kontak, Koil, dan Operator Logika	244
C. <i>Timer</i> dan <i>Counter</i> dalam <i>Ecostruxure Machine Expert Basic</i>	252
D. <i>Comparison Block</i> (Blok Perbandingan)	257
DAFTAR PUSTAKA	263
PROFIL PENULIS.....	267



PENDAHULUAN PLC

A. PENGERTIAN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

Programmable Logic Controller (PLC) merupakan perangkat kontrol berbasis komputer industri yang dirancang untuk mengendalikan berbagai proses otomatis dalam lingkungan manufaktur maupun industri proses. PLC dikembangkan untuk menggantikan sistem kontrol berbasis *relay* elektromekanik yang memiliki kelemahan berupa pengkabelan yang kompleks, sulit dimodifikasi, dan membutuhkan perawatan yang relatif tinggi. Dengan dukungan mikroprosesor dan perangkat lunak pemrograman, PLC mampu memproses data secara cepat dan akurat sehingga berbagai proses industri dapat dikendalikan secara otomatis (Rabiee, 2021). Sebagai komputer khusus untuk pengendalian, PLC dirancang lebih tangguh dibandingkan komputer umum karena mampu beroperasi dalam kondisi lingkungan yang penuh getaran, debu, kelembapan, perubahan suhu, dan gangguan elektromagnetik. Menurut Herdiana *et al.* (2024), karakteristik tersebut memungkinkan PLC bekerja secara kontinu selama 24 jam dan menjadi komponen utama dalam sistem otomasi industri modern. Prinsip kerjanya dimulai dari pembacaan sinyal masukan yang berasal dari sensor, kemudian data diproses sesuai program yang tersimpan dalam memori, dan hasilnya diteruskan ke berbagai aktuator seperti motor, kontaktor, katup pneumatik, maupun alarm sehingga proses pengendalian dapat berlangsung secara *real-time* (Hughes, 2021).



SISTEM BILANGAN

A. PENDAHULUAN SISTEM BILANGAN

Sistem bilangan merupakan fondasi utama dalam dunia komputasi dan otomasi industri, khususnya dalam pengoperasian *Programmable Logic Controller* (PLC). Pemahaman yang mendalam tentang sistem bilangan tidak hanya penting bagi para insinyur elektronika, tetapi juga bagi siapa saja yang bekerja dengan sistem digital modern. Dalam kehidupan sehari-hari, manusia terbiasa menggunakan sistem bilangan desimal (basis 10), namun mesin-mesin digital seperti komputer dan PLC beroperasi menggunakan representasi bilangan yang sangat berbeda (Petruszella, 2023).

Sistem bilangan dalam konteks teknik digital mencakup berbagai basis yang masing-masing memiliki karakteristik dan kegunaan tersendiri. Setiap sistem bilangan didefinisikan oleh basisnya (*radix*), yang menentukan jumlah simbol berbeda yang digunakan dalam representasi numerik. Pemilihan sistem bilangan yang tepat sangat berpengaruh terhadap efisiensi pengolahan data, kemudahan konversi, dan keandalan sistem secara keseluruhan (Bolton, 2021).

Dalam dunia industri modern, integrasi sistem PLC dengan berbagai perangkat digital membutuhkan pemahaman komprehensif tentang sistem bilangan. PLC yang digunakan untuk mengotomatisasi proses manufaktur, pengendalian mesin, dan sistem pengaman harus mampu



PERANGKAT *INPUT* DAN *OUTPUT*

A. PENDAHULUAN PERANGKAT I/O

Perangkat *input/output* (I/O) merupakan komponen penting dalam sistem PLC karena berfungsi sebagai penghubung antara proses fisik dan *unit* pemrosesan PLC. Sinyal yang digunakan umumnya terdiri atas sinyal analog, diskrit, dan digital. Sinyal analog bersifat kontinu untuk merepresentasikan besaran seperti suhu atau tekanan, sinyal diskrit menunjukkan kondisi biner hidup/mati, dan sinyal digital berupa rangkaian pulsa yang membawa informasi numerik. Karena CPU PLC bekerja menggunakan logika digital, diperlukan modul I/O yang mengonversi, mengondisikan, dan mengisolasi sinyal dari sensor dan aktuator agar dapat diproses dengan aman (Petruzella, 2023; Bolton, 2021; Hackworth & Hackworth, 2022).

B. *DISCRETE* I/O (*INPUT/OUTPUT* DISKRIT)

Discrete I/O menangani sinyal biner yang hanya memiliki dua kondisi: *on* atau *off*. Jenis I/O ini paling umum digunakan karena mayoritas perangkat kontrol seperti tombol tekan, limit *switch*, lampu indikator, kontaktor, dan solenoid beroperasi dalam mode *on/off*. Modul *input* diskrit tersedia dalam berbagai rentang tegangan: AC 120V, AC/DC 24V, DC 12V, dan TTL 5V, sehingga PLC dapat terhubung langsung dengan perangkat dari berbagai produsen (Petruzella, 2023; Bolton, 2021).



BAB

4

DASAR-DASAR LOGIKA DALAM PLC

Programmable Logic Controller (PLC) merupakan perangkat kontrol digital yang dirancang untuk mengotomatisasi proses industri melalui penggunaan logika yang terprogram. Sebelum memahami pemrograman PLC secara mendalam, seorang teknisi atau *programmer* perlu memahami konsep dasar logika digital yang menjadi fondasi seluruh operasi PLC. Logika digital berfungsi sebagai dasar pengambilan keputusan dalam sistem kontrol otomatis, baik dalam bentuk pengendalian motor, *conveyor*, sistem pengemasan, maupun proses manufaktur yang lebih kompleks.

Konsep logika dalam PLC berasal dari sistem logika *relay* konvensional yang sebelumnya digunakan dalam rangkaian kontrol *hardwired*. Perkembangan teknologi memungkinkan fungsi-fungsi logika tersebut diprogram ke dalam PLC sehingga sistem menjadi lebih fleksibel, mudah dimodifikasi, dan memiliki tingkat keandalan yang lebih tinggi. Menurut Petruzella (2023), pemahaman mengenai gerbang logika, aljabar Boolean, dan instruksi logika merupakan kompetensi dasar yang wajib dimiliki sebelum mempelajari bahasa pemrograman PLC.

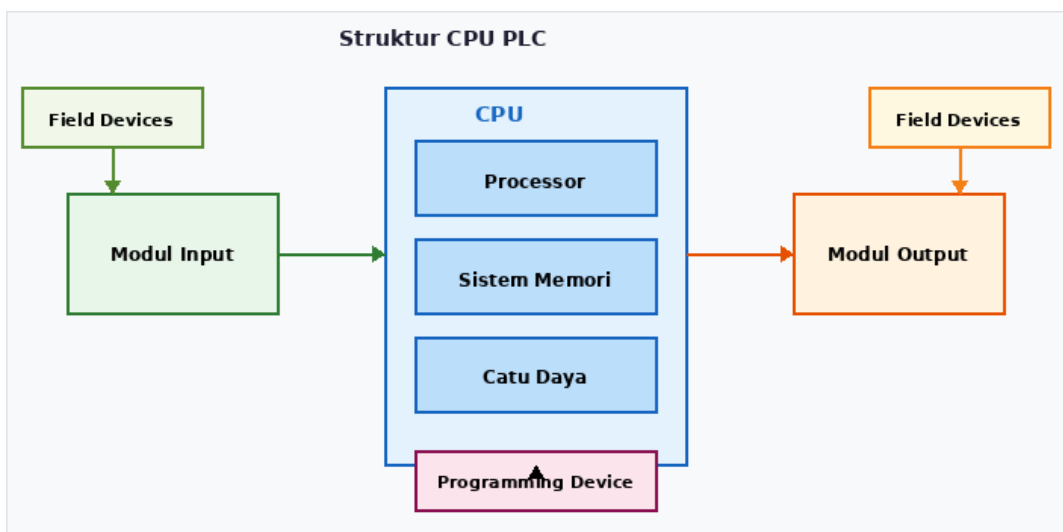
BAB 5

PLC HARDWARE: PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER

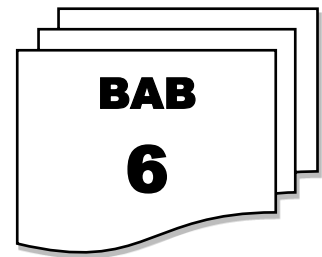
A. CPU (CENTRAL PROCESSING UNIT)

Hal yang paling penting dalam PLC adalah *Central Processing Unit* atau CPU. CPU merupakan otak dari PLC yang terdiri dari:

- *Processor*
- Sistem Memori
- Catu Daya



Gambar 5.1 Struktur CPU PLC



METODE PEMROGRAMAN PLC DAN *RELAY* INTERNAL

A. PENDAHULUAN BAHASA PEMROGRAMAN PLC

Programmable Logic Controller (PLC) merupakan perangkat komputasi industri yang diprogram menggunakan berbagai bahasa pemrograman yang telah distandarisasi secara internasional. Standar IEC 61131-3 yang diterbitkan oleh International *Electrotechnical Commission* merupakan standar utama yang mendefinisikan lima bahasa pemrograman PLC yang diakui secara global. Adopsi standar ini memungkinkan portabilitas program dan kompatibilitas antar *platform* PLC dari berbagai produsen (Bolton, 2021).

Sebelum adanya standarisasi IEC 61131-3, setiap produsen PLC mengembangkan bahasa pemrograman *proprietary* mereka sendiri, yang mengakibatkan program yang ditulis untuk satu merek PLC tidak dapat digunakan pada merek lain. Kondisi ini menyulitkan teknisi dan insinyur yang harus bekerja dengan berbagai sistem PLC dari produsen yang berbeda. Standar IEC 61131-3 hadir sebagai solusi dengan menetapkan sintaks, semantik, dan elemen bahasa yang konsisten untuk semua *platform* PLC (Parr, 2021).



PENGEMBANGAN DIAGRAM PENGAWATAN FUNDAMENTAL PLC DAN PROGRAM *LADDER LOGIC*

A. PERANGKAT KONTROL ELEKTROMAGNETIK, KONTAKTOR, DAN MOTOR STARTER

Sistem otomasi industri berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC) sangat bergantung pada interaksi dinamis antara modul kontrol elektronik bertegangan rendah dengan perangkat daya bertegangan tinggi di lapangan. Komponen interkoneksi paling mendasar yang menjembatani kedua domain ini adalah relai kontrol elektromagnetik (*electromagnetic control relay*). Relai bekerja menggunakan prinsip induksi elektromagnetik murni, di mana pemberian energi tegangan pada kumparan (*coil*) akan menciptakan medan magnet kuat untuk menarik *armature* mekanis. Pergerakan *armature* ini secara langsung mengubah posisi kontak sakelar internal dari keadaan alami *Normally Open* (NO) menjadi tertutup, atau sebaliknya dari keadaan *Normally Closed* (NC) menjadi terbuka.



TIMER DAN COUNTER PADA PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

A. DASAR-DASAR *TIMER* PADA PLC

1. Pengertian *Timer*

Timer merupakan instruksi PLC yang digunakan untuk menghasilkan fungsi penundaan waktu dalam suatu sistem kendali otomatis. *Timer* memungkinkan PLC mengatur kapan suatu keluaran harus aktif atau tidak aktif berdasarkan interval waktu tertentu. Penggunaan *timer* menjadi sangat penting dalam sistem otomasi industri karena banyak proses produksi membutuhkan urutan kerja yang dikendalikan oleh waktu.

Jenis *timer* yang ditemukan dalam modul pembelajaran PLC meliputi *timer on-delay*, *timer off-delay*, *timer pulse*, *timer retensif*, dan *timer kaskading*. Masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda sesuai kebutuhan proses industri.

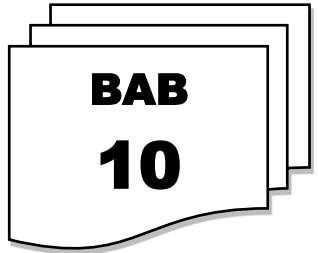


PEMROGRAMAN *FUNCTION BLOCK* *DIAGRAM (FBD) PADA SMART RELAY ZELIO*

Smart Relay Zelio merupakan perangkat kontrol yang banyak digunakan pada sistem otomasi skala kecil hingga menengah karena kemudahan pemrogramannya. Salah satu bahasa pemrograman yang didukung adalah *Function Block Diagram (FBD)*, yang menggunakan blok-blok fungsi grafis saling terhubung sehingga lebih mudah dipahami dibandingkan pemrograman berbasis teks.

FBD diadopsi dari standar IEC 61131-3 dan banyak digunakan pada *Programmable Logic Controller (PLC)*. Setiap blok fungsi merepresentasikan operasi tertentu seperti logika, *timer*, *counter*, komparator, maupun operasi matematika. Hubungan antarblok membentuk algoritma yang mampu mengendalikan proses secara otomatis.

Lingkungan pemrograman FBD pada *Zelio Soft* dilengkapi fasilitas *input* diskrit, *input* analog, fungsi logika, fungsi standar, *timer*, *counter*, serta keluaran digital dan analog yang memungkinkan perancangan berbagai aplikasi otomasi industri (Bolton, 2021)



BAB 10

INSTRUKSI DASAR PEMROGRAMAN PLC OMRON MENGGUNAKAN DIFU, DIFD, CMP, KEEP, DAN MOV

Programmable Logic Controller (PLC) merupakan perangkat kendali industri yang dirancang untuk mengotomatisasi berbagai proses produksi secara efisien, fleksibel, dan andal. Dalam implementasinya, PLC tidak hanya menggunakan instruksi logika dasar seperti AND, OR, dan NOT, tetapi juga menyediakan instruksi lanjutan yang mampu menangani kebutuhan kontrol yang lebih kompleks. Pada perangkat PLC *Zelio*, beberapa instruksi yang sering digunakan dalam pengembangan sistem otomasi adalah *Differentiation Up* (DIFU), *Differentiation Down* (DIFD), *Compare* (CMP), *Keep* (KEEP), dan *Move* (MOV).

Instruksi-instruksi tersebut memungkinkan sistem melakukan deteksi perubahan sinyal, membandingkan data numerik, mempertahankan kondisi keluaran, serta memindahkan data antar register. Pemahaman terhadap fungsi dan implementasi instruksi ini menjadi kompetensi penting bagi mahasiswa, teknisi, maupun praktisi industri yang bergerak di bidang otomasi dan sistem kendali. Penguasaan instruksi lanjutan memberikan kemampuan untuk merancang program yang lebih efisien, akurat, dan sesuai dengan kebutuhan proses industri modern (Bolton, 2021).

INSTRUKSI LANJUTAN PEMROGRAMAN PLC OMRON: IL, ILC, JMP, JME, SET DAN RESET

Dalam pemrograman *Programmable Logic Controller* (PLC), selain instruksi dasar seperti logika AND, OR, dan *timer/counter*, terdapat sejumlah instruksi lanjutan yang sangat berguna untuk membangun program kendali yang lebih terstruktur, efisien, dan aman. Instruksi-instruksi tersebut memungkinkan perancang sistem untuk mengatur alur eksekusi program secara dinamis sesuai kondisi proses yang berjalan.

Bab ini membahas empat kelompok instruksi lanjutan pada PLC OMRON, yaitu: *Interlock* (IL) dan *Interlock Clear* (ILC) untuk penguncian blok program, *Jump* (JMP) dan *Jump End* (JME) untuk pelompatan program, serta Set (SET) dan Reset (RSET) untuk pengendalian bit secara mandiri. Pemahaman dan penguasaan instruksi-instruksi ini merupakan kompetensi penting bagi mahasiswa dan teknisi yang bekerja di bidang otomasi industri (Bolton, 2021).

A. INSTRUKSI IL DAN ILC PADA PLC OMRON

1. Konsep Dasar IL dan ILC

Instruksi IL (*Interlock*) dan ILC (*Interlock Clear*) digunakan untuk mengunci atau membekukan blok program secara kondisional. IL berfungsi sebagai



BAB 12

INSTRUKSI ARITMATIKA PLC OMRON: ADD, SUB, MUL, DAN DIV

Perkembangan sistem otomasi industri tidak hanya menuntut kemampuan pengendalian logika digital, tetapi juga kemampuan melakukan pengolahan data numerik secara cepat dan akurat. Dalam berbagai aplikasi industri, *Programmable Logic Controller* (PLC) sering digunakan untuk melakukan perhitungan matematis yang berkaitan dengan produksi, pengukuran, pengendalian proses, serta pengolahan data sensor. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, PLC menyediakan berbagai instruksi aritmatika yang memungkinkan pengguna melakukan operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian secara langsung di dalam program kontrol.

Pada PLC OMRON dan berbagai PLC industri lainnya, instruksi aritmatika yang paling sering digunakan adalah ADD (*Addition*), SUB (*Subtraction*), MUL (*Multiplication*), dan DIV (*Division*). Keempat instruksi ini menjadi fondasi dalam pengolahan data numerik karena mampu mendukung perhitungan kapasitas produksi, pengendalian level tangki, perhitungan kecepatan mesin, pengolahan data sensor analog, serta berbagai aplikasi otomasi berbasis *Industry 4.0*. Pemahaman terhadap prinsip kerja dan implementasi instruksi aritmatika sangat penting untuk menghasilkan sistem kontrol yang akurat, efisien, dan mampu beradaptasi dengan kebutuhan industri modern (Bolton, 2021).

BAB
13

INCREMENT DAN DECREMENT **PADA PEMROGRAMAN PLC OMRON**

Instruksi *increment* dan *decrement* merupakan bagian penting dalam pemrograman *Programmable Logic Controller* (PLC) karena digunakan untuk melakukan operasi penambahan dan pengurangan nilai data secara otomatis. Kedua instruksi ini banyak diterapkan pada sistem otomasi industri yang membutuhkan fungsi pencacahan, pengendalian jumlah produk, pengaturan siklus kerja mesin, serta pemantauan proses produksi secara *real-time*. Dalam lingkungan industri modern, penggunaan instruksi *increment* dan *decrement* memungkinkan pengolahan data yang lebih sederhana dibandingkan operasi aritmetika kompleks karena hanya melibatkan penambahan atau pengurangan satu satuan pada setiap siklus eksekusi.

Pada PLC Omron maupun PLC lain yang mendukung standar IEC 61131-3, instruksi *increment* umumnya digunakan untuk meningkatkan nilai suatu register atau *word* data, sedangkan *decrement* digunakan untuk mengurangi nilai register tersebut. Kedua instruksi ini sering dikombinasikan dengan sensor, *timer*, *counter*, dan sistem pengawasan produksi sehingga dapat membantu meningkatkan efisiensi proses manufaktur. Menurut Bolton (2021), penggunaan operasi penambahan dan pengurangan sederhana merupakan dasar bagi pengembangan logika kontrol yang lebih kompleks dalam sistem otomasi industri.

DASAR PEMROGRAMAN DAN FUNGSI LANJUTAN PADA PLC SCHNEIDER MENGGUNAKAN ECOSTRUXURE MACHINE EXPERT BASIC

Perkembangan teknologi otomasi industri telah mendorong penggunaan perangkat lunak pemrograman PLC yang semakin terintegrasi dan mudah digunakan. Salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan dalam lingkungan industri adalah *Ecostruxure Machine Expert Basic*, yaitu *platform* pemrograman yang dikembangkan oleh *Schneider Electric* untuk mendukung pengembangan aplikasi kontrol berbasis PLC. Perangkat lunak ini menyediakan berbagai objek pemrograman, fungsi logika, *timer*, *counter*, serta pengelolaan data yang memungkinkan pengguna membangun sistem kontrol secara efektif dan efisien.

Dalam pemrograman PLC, pemahaman mengenai objek memori, objek I/O, objek *word*, *floating point*, operator logika, *timer*, dan *counter* merupakan fondasi utama untuk membangun aplikasi otomasi yang andal. Setiap elemen tersebut memiliki fungsi spesifik dalam pengolahan data dan pengendalian proses industri. Menurut Bolton (2021), penguasaan struktur memori dan fungsi dasar PLC merupakan langkah awal yang menentukan keberhasilan implementasi sistem otomasi modern.

DAFTAR PUSTAKA

- Abramovici, M., & Breuer, M. A. (2020). *Digital Systems Testing and Testable Design* (Revised Edition). Wiley-IEEE Press.
- Alciatore, D. G., & Hstand, M. B. (2020). *Introduction to Mechatronics and Measurement Systems* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Alphonsus, E. R., & Abdullah, M. O. (2021). A review on the applications of programmable logic controllers (PLCs). *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 114(9–10), 2921–2945.
- Alsabbagh, W., & Langendörfer, P. (2022). A flashback on control logic injection attacks against programmable logic controllers. *Automation*, 3(4), 596–621. <https://doi.org/10.3390/automation3040030>
- Aung, Z. M., & Naing, T. T. (2023). Industrial automation control systems based on programmable logic controllers. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 12(4), 45–53.
- Aydin, M., & Kaya, E. (2021). Industrial control systems and PLC architectures in modern manufacturing. *Journal of Automation and Control Engineering*, 9(2), 58–67.
- Bai, Y., Wang, H., & Zhang, X. (2023). Memory management and scan cycle optimization in modern programmable logic controllers. *International Journal of Industrial Automation and Control Systems*, 15(2), 88–103.
- Bolton, W. (2021). *Programmable Logic Controllers* (7th ed.). Newnes/Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821117-9.00001-4>
- Floyd, T. L. (2022). *Digital Fundamentals* (11th ed.). Pearson Education.
- Fraden, J. (2022). *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications* (6th ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-96746-2>
- Groover, M. P. (2022). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing* (5th ed.). New York: Pearson.
- Hackworth, J. R., & Hackworth, F. D. (2022). *Programmable Logic Controllers: Programming Methods and Applications* (2nd ed.). Pearson Prentice Hall.

- Herdiana, B., Setiawan, E. B., & Sartoyo, U. (2024). Tinjauan komprehensif evolusi, aplikasi, dan tren masa depan *programmable logic controllers*. *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, 12(2), 112–124.
- Hughes, T. A. (2021). *Programmable Controllers* (4th ed.). Durham: International Society of Automation (ISA).
- John, K.-H., & Tiegelkamp, M. (2022). *IEC 61131-3: Programming Industrial Automation Systems* (3rd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12015-2>
- Kamble, S. S., & Patil, P. R. (2024). Design and implementation of PLC input/output systems for industrial automation applications. *International Journal of Automation and Smart Technology*, 14(1), 21–35.
- Kaur, G., & Sharma, R. (2022). Architecture and performance analysis of modern PLC systems in industrial automation. *Journal of Control Engineering and Applied Informatics*, 24(3), 15–27.
- Khan, M. A., Rahman, M. S., & Islam, M. R. (2024). PLC-based *smart* industrial control systems in *Industry 4.0* environment. *International Journal of Industrial Informatics*, 18(2), 87–101.
- Kim, J. H., & Lee, S. Y. (2022). Performance evaluation of PLC CPU architectures for *smart* manufacturing systems. *International Journal of Industrial Electronics and Automation*, 14(3), 121–134.
- Kumar, R., Singh, P., Gupta, A., & Sharma, V. (2022). Industrial automation using PLC and *smart* manufacturing technologies in *Industry 4.0*. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 121(5–6), 2981–2998.
- Mourtzis, D., Angelopoulos, J., & Panopoulos, N. (2023). *Smart* manufacturing and *Industry 4.0*: State of the art and future trends. *Procedia CIRP*, 118, 59–64.
- Parr, E. A. (2021). *Programmable Controllers: An Engineer's Guide* (4th ed.). Newnes/Elsevier.
- Patel, H., Shah, P., & Trivedi, R. (2022). Design and implementation of PLC hardware architecture for industrial automation. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 11(8), 101–110.

- Patel, K., Shah, M., & Patel, D. (2023). PLC-based industrial automation systems and their applications in *smart* factories. *Journal of Manufacturing Systems*, 68, 245–259.
- Petruzella, F. D. (2023). *Programmable Logic Controllers* (6th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Putra, R., & Hidayat, T. (2023). Implementation of *programmable logic controller* for automated production systems in manufacturing industries. *Journal of Engineering Research and Technology*, 15(2), 115–127.
- Rabiee, M. (2021). *Programmable Logic Controllers: Hardware and Programming* (5th ed.). Tinley Park: Goodheart-Willcox Publisher.
- Rehg, J. A., & Sartori, G. J. (2020). *Programmable Logic Controllers* (2nd ed.). Pearson Prentice Hall.
- Saha, S., Dey, N., & Ashour, A. S. (2021). Intelligent industrial automation and control systems using *programmable logic controllers*. *Journal of Industrial Information Integration*, 23, 100221.
- Schneider Electric. (2021). *Zelio Logic Smart Relay User Manual*. Rueil-Malmaison: Schneider Electric.
- Sharma, P., & Gupta, V. (2023). Processing efficiency and memory management in modern PLC systems. *Journal of Industrial Computing and Automation*, 17(1), 33–47.
- Stankovski, S. V., Ostojić, G., Baranovski, I., Ostojic, S., & Jovanovic, R. (2022). Robust automation with PLC/PAC and edge controllers. *IFAC-PapersOnLine*, 55(4), 316–321. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.04.052>
- Stenerson, J. (2020). *Fundamentals of Programmable Logic Controllers, Sensors, and Communications* (3rd ed.). Pearson Education.
- Strauß, P., & Wittek, M. (2021). Comparative study of IEC 61131-3 programming languages in industrial automation education. *IEEE Transactions on Education*, 64(3), 210–218. <https://doi.org/10.1109/TE.2021.3049876>
- Suryono, S., & Widodo, C. E. (2023). Development of PLC-based automation and *monitoring* system in industrial applications. *Journal of Applied Engineering and Technological Science*, 4(2), 812–821.

- Tocci, R. J., Widmer, N. S., & Moss, G. L. (2022). *Digital Systems: Principles and Applications* (13th ed.). Pearson Education.
- Verma, R., Singh, A., & Kumar, N. (2024). PLC processors and Industry 4.0 integration: A review of emerging trends. *International Journal of Smart Manufacturing Systems*, 8(1), 15–29.
- Verma, S., Kumar, A., & Mehta, R. (2023). Function block diagram programming and industrial control system applications. *Journal of Industrial Information Integration*, 35, 100512.
- Voulgarakis, A., Vachtsevanos, G., Fragulis, G., & Tzovaras, D. (2022). Design of an IoT-PLC: A containerized programmable logic controller for Industry 4.0. *Journal of Industrial Information Integration*, 25, 100250.
<https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100250>
- Wang, H., & Tang, Z. (2020). Number system representation and conversion in digital logic design education. *IEEE Transactions on Education*, 63(4), 278–285. <https://doi.org/10.1109/TE.2020.2979345>
- Wang, J., Zhao, X., & Chen, Q. (2021). Industrial IoT integration with PLC-based control systems: Challenges and solutions. *IEEE Access*, 9, 12345–12360. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3051234>
- Wang, Y., Ma, H. S., Yang, J. H., & Wang, K. S. (2021). Industry 4.0: A way from mass customization to mass personalization production. *Advances in Manufacturing*, 9(1), 1–13.
- Webb, J. W., & Reis, R. A. (2022). *Programmable Logic Controllers: Principles and Applications* (6th ed.). Pearson Education.
- Yusuf, M., Prasetyo, A., & Rahman, F. (2024). Application of PLC timer and counter instruction in automated control systems. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 33(1), 88–99.
- Zhang, Y., Li, X., & Chen, H. (2022). Intelligent control architecture based on programmable logic controllers in smart factories. *Sensors*, 22(18), 6924.
- Zurawski, R. (Ed.). (2022). *Industrial Communication Technology Handbook* (2nd ed.). CRC Press/Taylor & Francis.

PROFIL PENULIS

Prof. Dr. Ir. Asep Andang, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.



Penulis adalah dosen pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Siliwangi. Beliau menyelesaikan pendidikan doctoral di Universitas Udayana dan aktif dalam penelitian di bidang elektronika daya, kualitas daya listrik, konversi energi, serta sistem kendali modern.

Selain kegiatan akademik, beliau juga banyak menulis artikel ilmiah pada jurnal bereputasi dan terlibat dalam berbagai kegiatan pengembangan teknologi. Buku ini merupakan bagian dari kontribusinya dalam memperkaya literatur teknik, khususnya pada bidang sistem utilitas bangunan, yang diharapkan dapat menjadi rujukan bagi mahasiswa, praktisi, maupun masyarakat luas.

DASAR-DASAR PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

Teori, Pemrograman, dan Aplikasi Industri

Perkembangan teknologi otomasi industri telah menjadikan *Programmable Logic Controller* (PLC) sebagai salah satu komponen utama dalam sistem kendali modern. Buku *Dasar-Dasar Programmable Logic Controller (PLC): Teori, Pemrograman, dan Aplikasi Industri* disusun untuk memberikan pemahaman yang sistematis mengenai konsep dasar PLC, mulai dari pengenalan sistem bilangan, perangkat *input-output*, logika dasar, arsitektur perangkat keras, hingga berbagai metode pemrograman yang digunakan dalam dunia industri. Pembahasan dilengkapi dengan materi mengenai *internal relay*, *timer*, *counter*, *smart relay Zelio*, instruksi kendali bit, operasi aritmatika, serta pemrograman menggunakan *EcoStruxure Machine Expert-Basic*. Dengan penyajian yang terstruktur, ringkas dan mudah dipahami, buku ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa, guru, teknisi, praktisi industri, maupun pembelajar mandiri yang ingin memahami dan mengembangkan keterampilan di bidang otomasi industri berbasis PLC.

 www.penerbitwidina.com
 @penerbitwidina
 penerbit widina
 penerbitwidina@gmail.com
 widina store
 widina bookstore

Layanan Pembaca & Penerbitan Buku
0815-7000-699



SCANME

Teknik & Industri

ISBN 978-634-317-215-4 (PDF)



9 786343 172154