

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. PLC

3.1.1. Pengertian PLC

Programmable Logic Controller (PLC) pada dasarnya adalah sebuah komputer yang khusus dirancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Proses yang dikontrol ini dapat berupa regulasi variabel secara kontinyu seperti pada sistem-sistem servo atau hanya melibatkan kontrol dua keadaan (On/Off) saja tapi dilakukan secara berulang-ulang seperti yang biasa dijumpai pada mesin pengeboran, sistem konveyor, dan lain sebagainya (Iwan Setiawan, 2006).

PLC merupakan suatu piranti basis kontrol yang dapat diprogram bersifat logik, yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan *relay* yang dijumpai pada sistem kontrol proses konvensional. PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (melalui sensor terkait), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai yang dibutuhkan, yang berupa menghidupkan atau mematikan keluarannya. Dengan kata lain, PLC menentukan aksi apa yang harus dilakukan pada instrumen keluaran berkaitan dengan status suatu ukuran atau besaran yang diamati:

- Programmable : Menunjukkan kemampuannya yang dapat dengan leluasa mengubah program yang dibuat dan kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat.
- Logic : Menunjukkan kemampuannya dalam memproses input secara aritmatik atau dikenal dengan istilah *Arithmetic Logic Unit* (ALU), yaitu melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, dan negasi.
- Controller : Menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan output yang diinginkan.

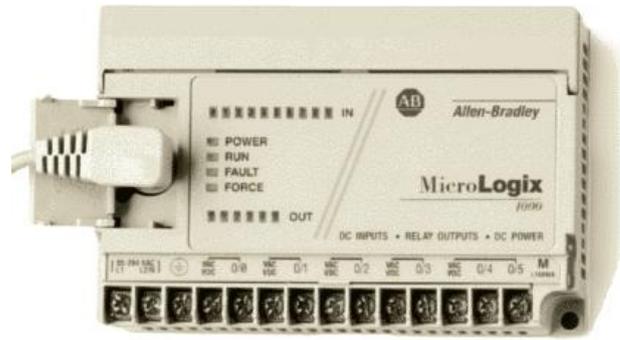
3.1.2. Pembagian PLC

Dari ukuran dan kemampuannya, PLC dapat dibagi menjadi jenis-jenis berikut :

1. Tipe *compact*.

Ciri – ciri PLC jenis ini ialah :

- Seluruh komponen (*power supply*, CPU, modul input – output, modul komunikasi) menjadi satu.
- Umumnya berukuran kecil (*compact*).
- Mempunyai jumlah input/output relatif sedikit dan tidak dapat ditambahkan.
- Tidak dapat ditambah modul – modul khusus.



Gambar 3.1 PLC *Compact Micro Logix* dari Allen
Bradley

2. Tipe modular

Ciri-ciri PLC jenis ini adalah:

- Komponen-komponennya terpisah kedalam modul-modul.
- Berukuran besar.
- Memungkinkan untuk ekspansi jumlah input/output.
- Memungkinkan penambahan modul-modul khusus.



Gambar 3.2 PLC modular dari Omron



Gambar 3.3 PLC Modular Bailey INFI 90

3.1.3. Kegunaan umum PLC:

a. Kontrol Sekuensial

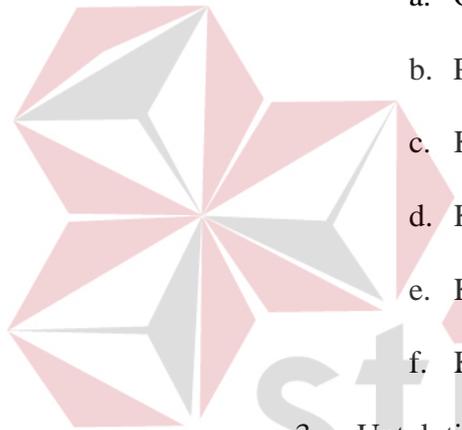
PLC memproses input sinyal biner menjadi output yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (sekuensial), disini PLC mengontrol agar setiap langkah dalam proses sekuensial berlangsung dalam urutan yang tepat.

b. Bagian Monitoring

PLC secara kontinyu memonitor status sistem dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol, serta menampilkan pesan tersebut pada operator sistem.

3.1.4. Hal-hal Yang Dapat Dilakukan PLC:

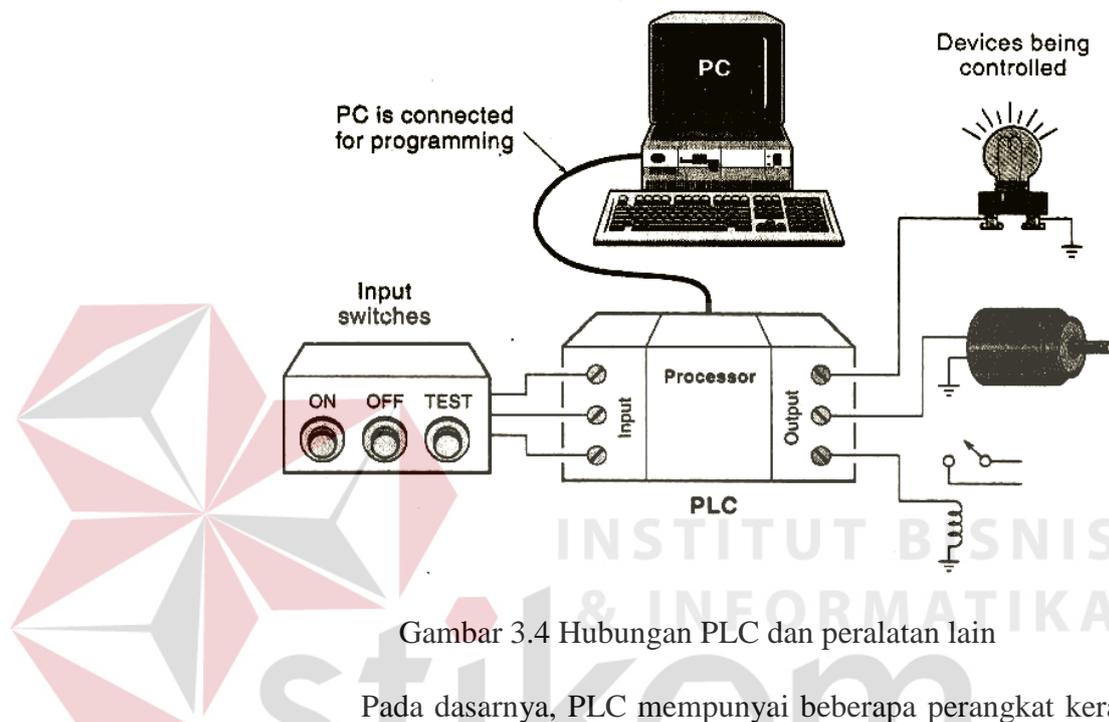
1. Untuk kontrol bertipe sekuensial:
 - a. Pengganti relay kontrol logic konvensional termasuk timer/counter.
 - b. Pengganti pengontrol Printed Circuit Board (PCB).
 - c. Sebagai mesin kontrol auto/semi auto/manual dan proses-proses.
2. Untuk tipe kontrol canggih:
 - a. Operasi aritmatika (+,-,×,÷)
 - b. Penanganan informasi.
 - c. Kontrol analog (suhu, tekanan, dll).
 - d. Kontrol Proporsional-Integral-Derivatif (PID).
 - e. Kontrol motor servo.
 - f. Kontrol motor stepper.
3. Untuk tipe kontrol pengawasan:
 - a. Proses monitor dan alarm.
 - b. Monitor dan diagnosa kesalahan.
 - c. Antarmuka dengan komputer (RS232C/RS422).
 - d. Antarmuka printer/ASCII.
 - e. Jaringan kerja otomasi pada pabrik.
 - f. Local Area Network (LAN).
 - g. Wide Area Network (WAN).



INSTITUT BISNIS
& INFORMATIKA
stikom
SURABAYA

- h. Factory Automation (FA), Factory Management System (FMS), Computer Integration Management (CIM).

3.1.5. Perangkat keras pada PLC



Gambar 3.4 Hubungan PLC dan peralatan lain

Pada dasarnya, PLC mempunyai beberapa perangkat keras yang digunakan untuk menghubungkan modul PLC dengan peralatan masukan (input) dan peralatan keluaran (output), yaitu:

1. Catu daya (power supply).

Power supply merupakan penyedia daya bagi PLC.

Range tegangan yang dimilikinya bisa berupa tegangan AC (misal: 120/240 VAC) maupun tegangan DC (misal: 24 V DC). PLC juga memiliki *power supply* (24V DC) internal yang bisa digunakan untuk menyediakan daya bagi *input/output devices* PLC (Handy Wicaksono, 2004).

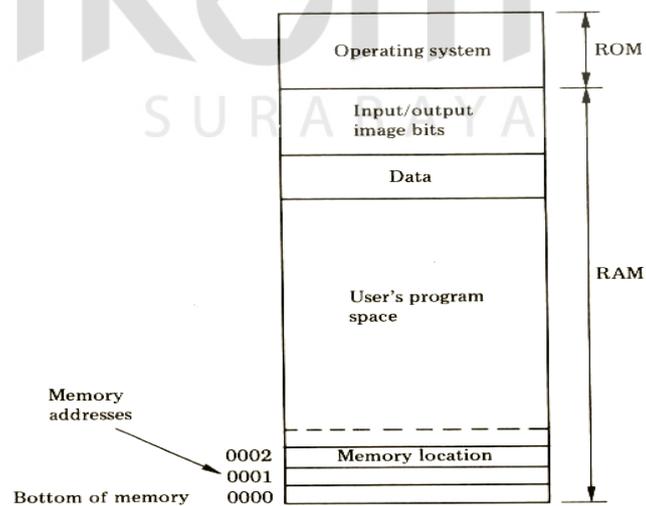
2. Prosesor.

Processor ialah bagian PLC yang bertugas membaca dan mengeksekusi instruksi program. Prosesor mempunyai elemen kontrol yang disebut *Arithmetic and Logic Unit* (ALU), sehingga mampu mengerjakan operasi logika dan aritmetika (Handy Wicaksono, 2004).

3. Memori.

Memory ialah tempat penyimpanan data dalam PLC. Memori ini umumnya menjadi satu modul dengan prosesor/CPU. Jika berbentuk memori eksternal maka itu merupakan memori tambahan. Berikut ini contoh data yang tersimpan di memori:

- *Operating System* PLC.
- *Status input – output, data memory.*
- Program yang dibuat pengguna.



Gambar 3.5 Peta memori pada PLC

Dari gambar di atas, masing – masing bagian dapat dijelaskan sebagai berikut:

- *Operating System Memory.*

Berfungsi untuk menyimpan *operating system* PLC. Memori ini berupa ROM (*Read Only Memory*) sehingga tidak dapat dirubah oleh *user*.

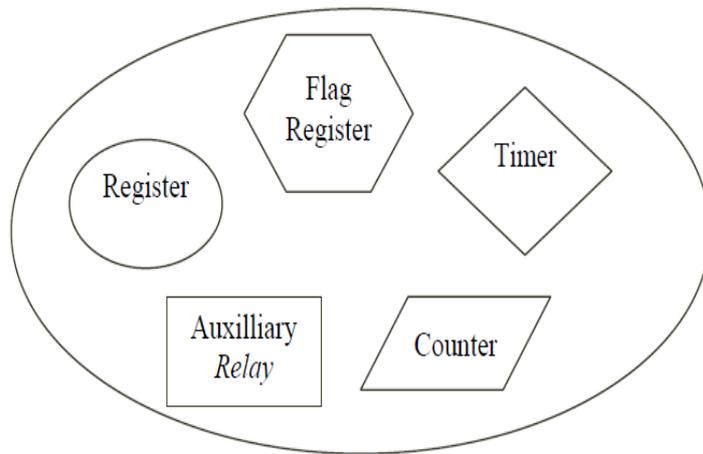
- *Data (Status) Memory.*

Berfungsi untuk menyimpan status input-output tiap saat. Memori ini berupa RAM (*Random Access Memory*) sehingga dapat berubah sesuai kondisi *input/output*. Status akan kembali ke kondisi awal jika PLC mati.

- *Program Memory*

Berfungsi untuk menyimpan program pengguna. Jenis memori ini berupa RAM yang dapat menggunakan *battery backup* untuk menyimpan program selama jangka waktu tertentu. Selain itu memori dapat berupa EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*), yaitu jenis ROM yang dapat diprogram dan dihapus oleh *user* (Handy Wicaksono, 2004).

Sedangkan untuk kebutuhan pemrograman oleh pengguna, area memori PLC dapat digambarkan dalam bagan berikut:



Gambar 3.6 Bagan area memori PLC

Berikut ini penjelasan masing – masing bagian tersebut:

- *Register*

Register berfungsi untuk menyimpan sekumpulan bit data, baik berupa : *nibble* (4 bit), *byte* (8 bit), maupun *word* (16 bit).

- *Flag register*

Flag register berfungsi untuk mengindikasikan perubahan kondisi (*state*) input/output fisik. *Flag register* berupa satu bit data. CPU umumnya mempunyai *internal flag* untuk berbagai keperluan internal PLC.

- *Auxiliary relays*

Auxiliary relays ialah elemen memori 1 bit dalam RAM yang digunakan untuk manipulasi data dalam program. *Auxiliary relays* disebut juga *relay* yang

imajiner, karena dapat menggantikan fungsi *relay* namun berbentuk program.

- *Timer*

Timer adalah pemberi penundaan waktu dalam suatu proses. *Timer* berasal dari *built in clock oscillator* dalam CPU. *Timer* umumnya memiliki alamat khusus.

- *Counter*

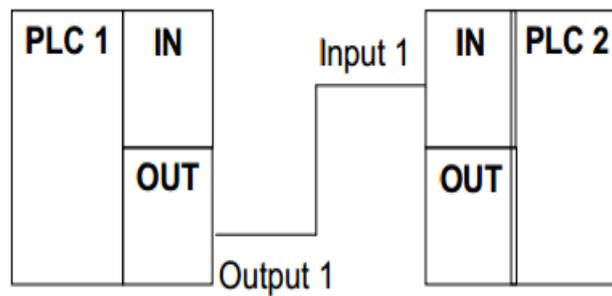
Counter adalah komponen penghitung input pulsa yang diberikan *input device*. CPU memiliki *counter* internal. *Counter* ini umumnya memiliki alamat khusus (Handy Wicaksono, 2004).

4. Modul Komunikasi

Modul Komunikasi adalah perantara PLC dengan PLC yang lain. Secara umum cara berkomunikasi dengan PLC itu dibagi menjadi 2:

- *Primitive Communication.*

Pada tipe komunikasi ini, PLC dengan alat lain (misal : robot, PLC lain, mikrokontroler, dan lain – lain) akan terhubung secara *hardwired* (dengan kabel). Bagan sederhananya tampak pada gambar di bawah.



Gambar 3.7 Skema *primitive communication*

- *Serial Communication*

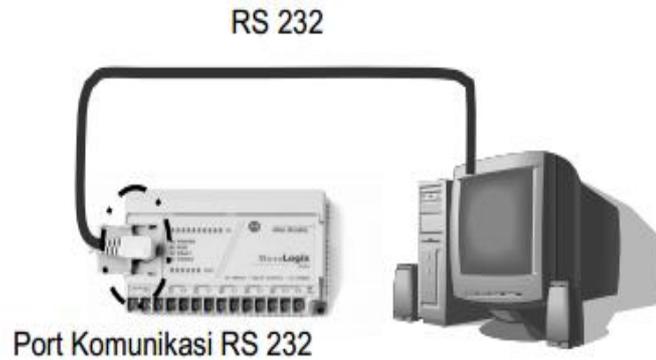
Pada tipe komunikasi ini, PLC dapat saling bertukar data melalui komunikasi tertentu. Jika pada komunikasi primitif, tegangan dari PLC 1 langsung diteruskan pada PLC 2, maka pada komunikasi serial datalah yang dipertukarkan. Beberapa jenis komunikasi serial ialah :

- RS 232
- RS 422
- RS 485

Dan macam – macam komunikasi PLC yang lain.

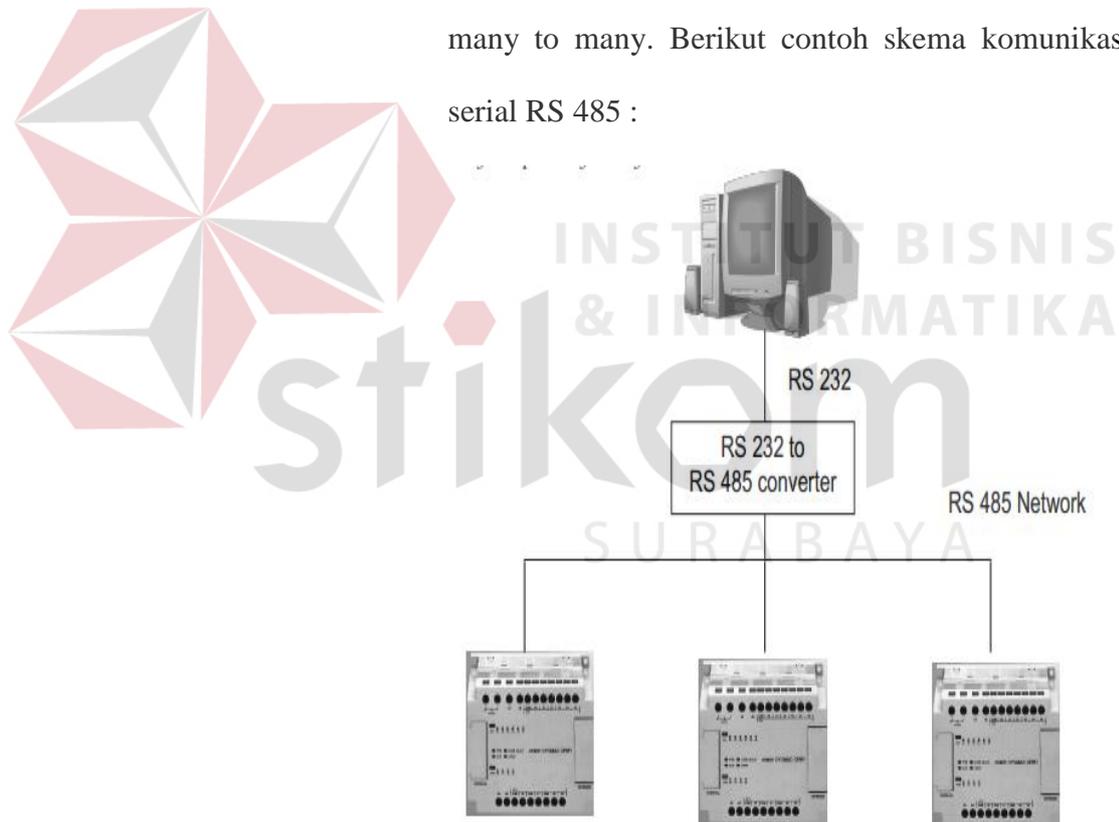
Berikut skema komunikasi serial RS 232 yang hanya

bisa terjadi secara one to one :



Gambar 3.8 Skema komunikasi serial RS 232

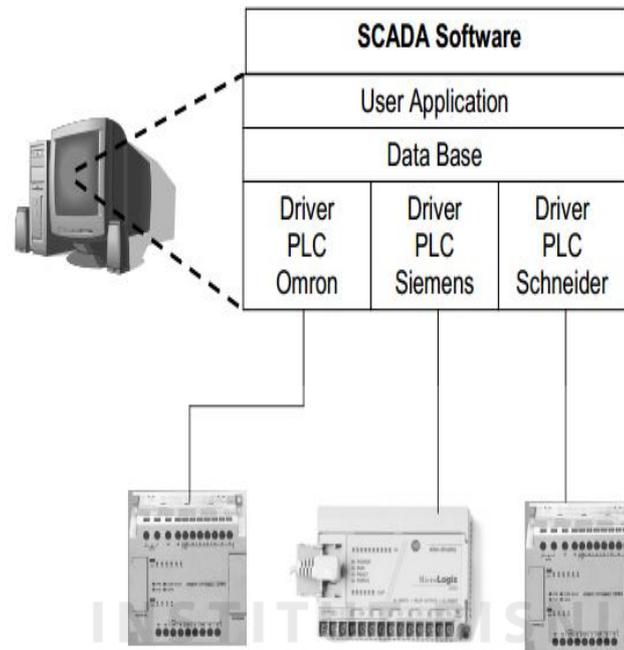
Sedang komunikasi serial RS 422 – RS 485 dapat mengakomodasi komunikasi one to many ataupun many to many. Berikut contoh skema komunikasi serial RS 485 :



Gambar 3.9 Skema komunikasi serial RS 485

Jika 1 buah PC dilengkapi dengan SCADA software, seharusnya PC tersebut dapat berkomunikasi dengan beberapa PLC meskipun memiliki merk yang

berbeda. Hal ini dikarenakan untuk masing – masing PLC dilengkapi dengan PLC driver pada program SCADA tersebut. Berikut ini skema komunikasinya:



Gambar 3.10 Skema komunikasi PC dengan beberapa buah merk PLC

5. Alat pemrograman (*Programming Device*)

Programming Device ialah alat untuk membuat atau mengedit program PLC. Pada mulanya berupa *hand held programmer* seperti gambar di bawah. Keuntungannya ialah dapat dibawa ke mana saja karena bentuknya kecil, namun alat ini sulit untuk melihat program secara keseluruhan karena yang ditampilkan ialah program per baris saja.

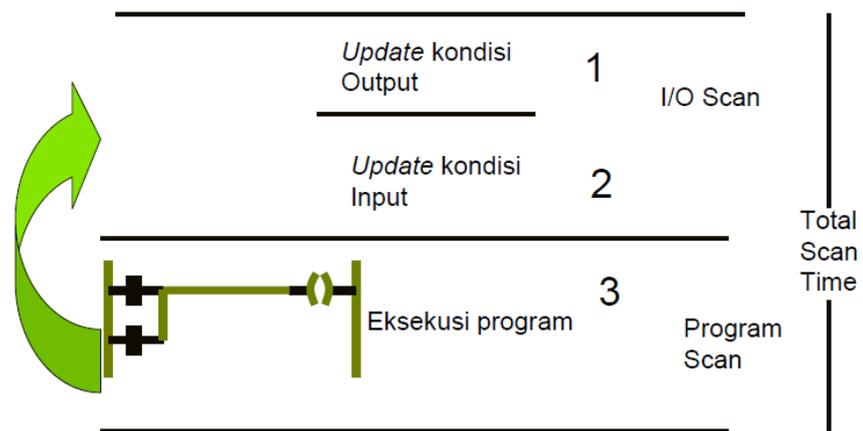


Gambar 3.11 Hand held programmer dari PLC Allen
Bradley

Dengan perkembangan komputer yang cepat, dan disertai ukurannya yang semakin mengecil, maka PC atau laptop jauh lebih sering digunakan sekarang ini. PC terhubung dengan PLC melalui *programming port* (umumnya RS 232) (Handy Wicaksono, 2004).

3.1.6. Dasar-dasar pemrograman pada PLC.

Pandangan umum tentang cara PLC mengeksekusi program adalah PLC bekerja secara berurutan atau dikenal dengan istilah *first rung first*. Yang terjadi sebenarnya adalah PLC bekerja secara simultan (*scanning*), kemudian PLC memperbaharui status input/output lalu mengeksekusi program yang ada.



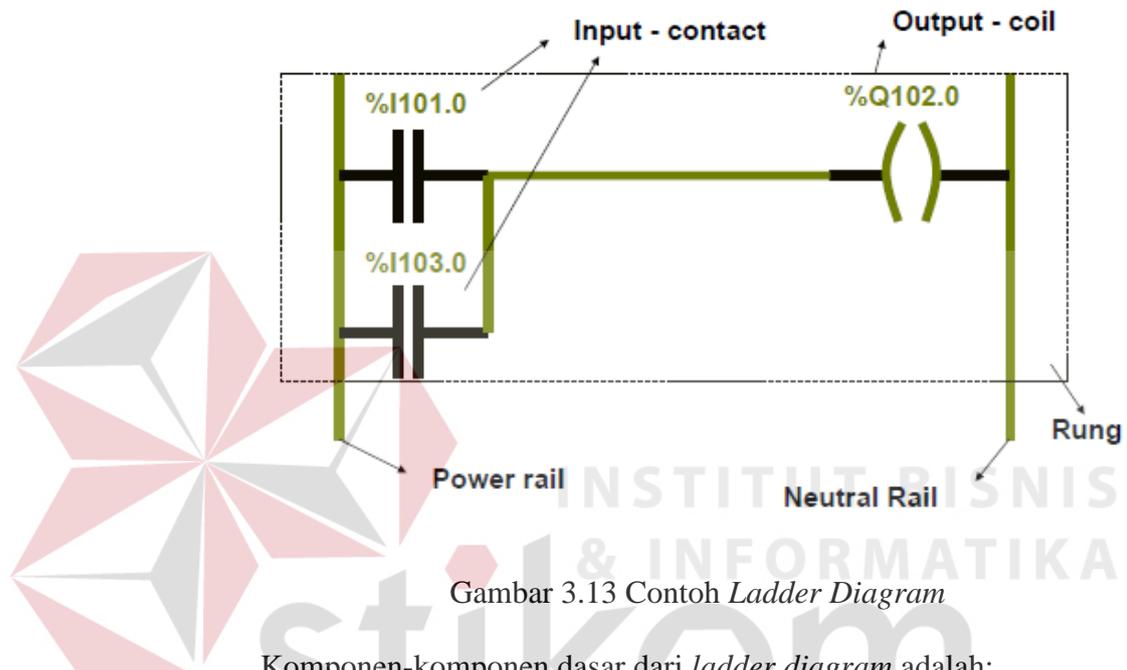
Gambar 3.12 Eksekusi program pada PLC

Terdapat PLC scan time, yaitu waktu yang dibutuhkan PLC untuk memperbaharui status input /output ketika mengeksekusi program dimana $PLC \text{ scan time} = I/O \text{ scan} + \text{Program Scan}$. Program scan adalah lama pembacaan instruksi dikurangi instruksi LD.

Sesuai dengan standar IEC 61131-3 (*International Electrotechnical Commission*), badan standarisasi dunia dalam bidang teknik elektro, IEC 61131-3 memberikan *standard* (keseragaman) untuk memprogram berbagai macam merk PLC. Salah satunya adalah *ladder diagram*.

Ladder diagram merupakan metode pemrograman PLC yang paling populer. Hal tersebut dikarenakan PLC merupakan kelanjutan dari *relay logic control*, yang sebelumnya juga menggunakan *relay ladder logic*. Istilah *ladder* digunakan karena bentuk bahasa ini mirip dengan tangga (*ladder*). *Ladder diagram* terdiri dari *power rail*, *neutral rail*, dan anak tangga (*rung*).

Pembacaannya dimulai dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah. Suatu *rung* tidak boleh diakhiri dengan lebih dari satu output. Sementara output (*coil*) dan input (*contact*) ditampilkan dalam kondisi *dienergized*. Input atau output tersebut diidentifikasi melalui alamatnya.



Gambar 3.13 Contoh *Ladder Diagram*

Komponen-komponen dasar dari *ladder diagram* adalah:

1. Contact/input
 - *Normal Contact*
 - *Normally Open Contact.*
 - *Normally Close Contact.*
 - *Transition contact*
 - *Positive transition contact.*
 - *Negative transition contact.*

2. Coil/output

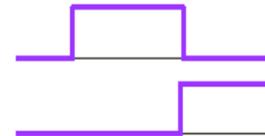
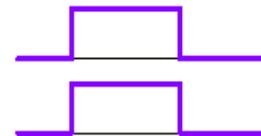
- *Normal Coil.*
- *Latching Coil*

3. *Timer.*

4. *Counter.*

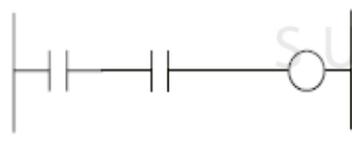
Ladder Diagram

Timing Diagram



Gambar 3.14 Contoh contact dan coil pada *ladder diagram*

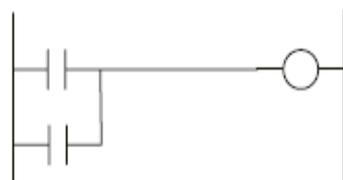
Berikut adalah logika logika umum yang dihasilkan oleh *ladder diagram*.



AND



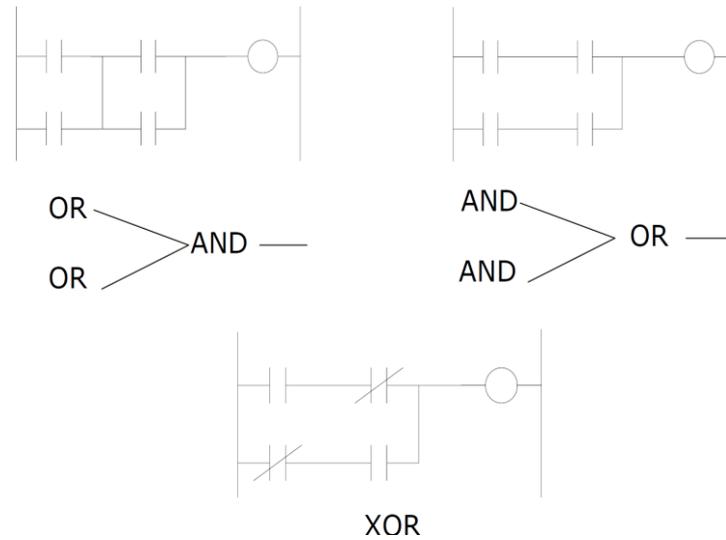
NAND



OR



NOR



Gambar 3.15 Logika umum pada *ladder diagram*

3.2. Modul Komunikasi

3.2.1. Pengertian

Pada umumnya perekaman informasi atau data dilakukan secara manual. Data dari *plant* yang terhubung dengan PLC akan dicatat secara manual, kemudian operator akan memasukkan data ke dalam komputer dalam suatu jaringan, sehingga para manajer dapat melihat data yang mereka perlukan.

Sedang pada proses perekaman data secara otomatis, data *plant* yang terhubung dengan PLC akan disimpan secara otomatis oleh program komputer, dan langsung dapat ditampilkan oleh komputer – komputer lain dalam suatu jaringan



Gambar 3.16. Contoh modul-modul Komunikasi pada PLC Bailey

INFI 90

PLC memiliki fasilitas modul komunikasi yang dapat digunakan untuk membuat mekanisme komunikasi antar PLC atau device lain. Dengan program ini, kita dapat mengatur kapan waktu-waktu kita melakukan komunikasi, berapa besar yang kita komunikasikan, address mana saja yang akan kita share, dst.

Komunikasi secara serial (serial communication) merupakan cara menghantar data yang lebih mudah dibandingkan komunikasi paralel (parallel communication) disebabkan sistem komunikasi paralel terlalu mahal untuk kegunaan jarak jauh. Data yang bernilai

8 bit di simpan di shift register dan dikirim secara satu bit demi satu bit ke tujuannya. Biasanya shift register tersebut berbentuk sebuah IC yang digunakan khas untuk komunikasi serial yang disebut UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter). Mode komunikasi serial yang bisa dilaksanakan seperti simplex, half duplex, dan full duplex.

Salah satu standar komunikasi serial yang dipakai adalah teknik RS485, teknik ini adalah teknik komunikasi data serial yang dapat dilakukan pada jarak yang cukup jauh yaitu 1,2 km. Selain dapat digunakan untuk jarak yang sangat jauh teknik ini juga dapat digunakan untuk menghubungkan 32 unit beban, sekaligus hanya dengan menggunakan 2 buah kabel saja tanpa memerlukan referensi ground yang sama antara unit yang satu dengan unit yang lainnya.

Komunikasi data Serial Asinkron menggunakan standar RS485 ini merupakan pengembangan dari komunikasi serial dengan standar RS232. Dimana pada komunikasi serial standar RS232, komunikasi yang bisa dilakukan adalah point to point dan jarak antara dua peralatan yang berkomunikasi juga terbatas yaitu maksimum 15 meter.

Melihat keterbatasan inilah dikembangkan dengan menggunakan RS485. Seperti ulasan diatas komunikasi dengan teknik RS485 bisa secara multipoint atau banyak item yang bisa kita hubungkan untuk komunikasi. Item yang bisa terhubung ke dalam jaringan ini adalah maksimum 32 buah item dan

memiliki jarak maksimum komunikasi yang lebih jauh sekitar 1,2 km.

3.2.2. Fungsi Modul Komunikasi

1. Akurat

Data yang dikirimkan dan diterima oleh PLC harus akurat dikarenakan bila data yang dikirimkan tidak akurat hal itu bisa menjadikan hasil output dari PLC tidak sama seperti yang diinginkan dan juga bisa mengganggu kinerja PLC.

2. Real Time

Tujuan Utamanya adalah data yang terlihat di *Central Control Room* sama dengan data yang ada di lapangan.

3. Cepat

Data yang terkirim di *Central Control Room* sangat cepat menjadikan proses PLC tidak terganggu dan control bisa dilakukan secara *real time* di *Central Control Room*.

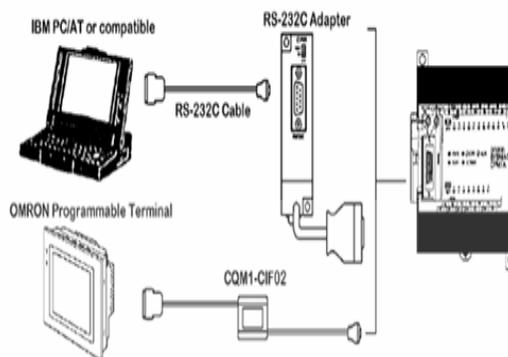
3.2.3. Syarat Modul Komunikasi

1. Komunikasi Host Link

Adalah kemampuan PLC dihubungkan dengan komputer dalam Sambungan komputer dengan PLC dapat digunakan serial komunikasi dengan bantuan konektor seperti adaptor RS-232 dan RS-422.

- **Komunikasi ke komputer (satu PLC dengan satu Komputer).**

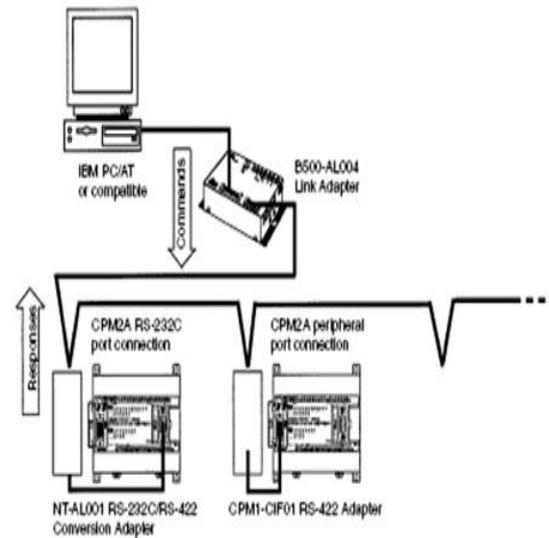
Gambar 3.17 menunjukkan metode-metode yang mungkin untuk sambungan 1 ke 1 antara CPM1 dan IBM PC/AT.



Gambar 3.17 Hubungan CPM1 Dengan PC

- **Komunikasi satu ke n (satu komputer ke beberapa PLC).**

Maksudnya adalah menghubungkan satu buah komputer ke beberapa buah PLC (max 32 buah PLC). Gambar 1.2 menunjukkan cara menghubungkan 32 PLC OMRON ke sebuah IBM PC/AT atau kompatiblenya.



Gambar 3.18 Satu Komputer dengan N buah PLC

- **Adaptor dan Kabel**

Tabel 1.1 adalah daftar adaptor dan kabel yang digunakan dalam Komunikasi Host Link.

Nama	Kegunaan	Nomor Model
Adaptor RS-232C	Merubah ke level serial RS-232	CPM1-CIF01
Adaptor RS-422	atau RS-422	CPM1-CIF11
Kabel Penghubung	Menghubungkan Komputer dengan PLC	CQM1-CIF02
Adaptor Link	Merubah level RS-232 dengan RS-422	B500-AL004

Tabel 3.1 Adaptor dan Kabel Yang Digunakan Pada Host Link

2. Komunikasi Link 1 ke 1 PLC

Beberapa buah PLC dapat dihubungkan dengan PLC lain disebut dengan Link 1 ke 1, sehingga apabila akan diciptakan sebuah area data dapat digabungkan antara PLC tipe

CPM1 + CQM1, atau C200HS dengan yang lainnya. Gambar 3.19 ditunjukkan contoh konfigurasi link 1 ke 1 antar PLC.

Pada perancangan tersebut perlu RS-232C adapter yang berfungsi untuk mengubah format terminal dan RS-232 dengan nomor model CPM1-CIF01.

3. Komunikasi Link NT

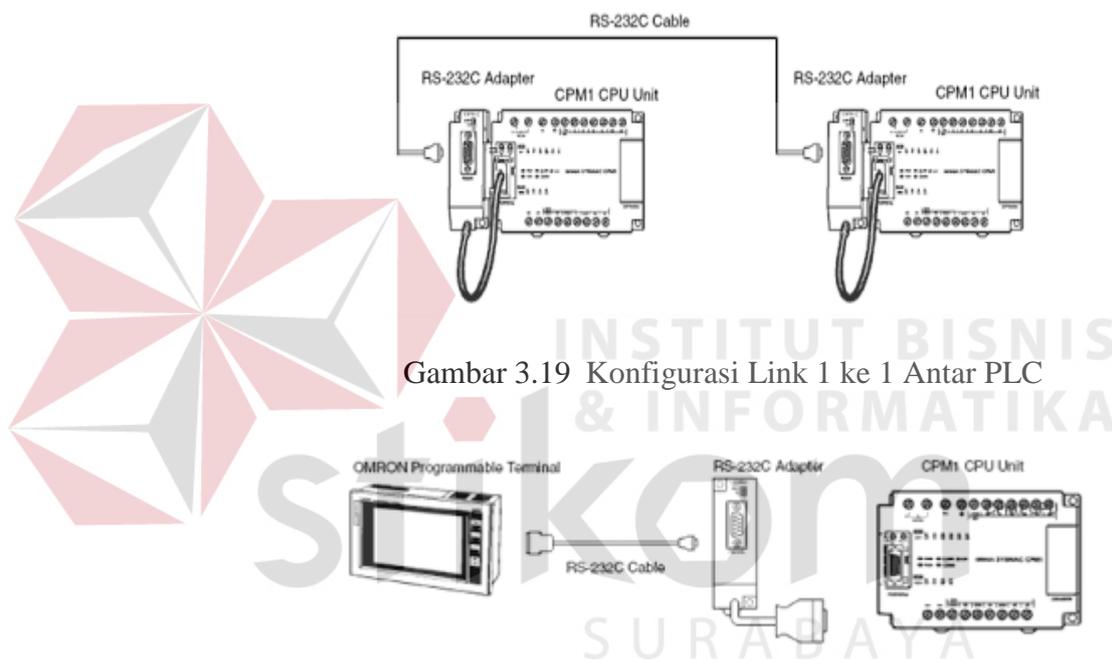
PC CPM1 dapat dihubungkan ke terminal yang dapat di program (antarmuka link NT) misalnya touch screen yang berfungsi sebagai masukan (keypad) dan juga sebagai keluaran (monitor), sehingga peralatan tersebut dapat mengeluarkan gambar/display sekaligus dapat ditekan yang berfungsi sebagai tombol, seperti ditunjukkan pada gambar 3.20. Untuk hal tersebut diperlukan RS-232C adapter yang berfungsi untuk mengubah format terminal ke level RS-232C dengan nomor model CPM1-CIF01.

4. Antarmuka Peripheral

Pemrograman CPM1 dapat dibuat atau diedit dengan Programming Console atau Personal Computer dengan SYSWIN.

SYSWIN adalah software untuk merancang program ladder diagram yang berjalan dibawah program windows. Apabila tidak menggunakan komputer untuk memasukan program ke PLC maka harus dipakai Programming Console (berupa keypad dan LCD) satu persatu dalam bentuk

mnemonic, sehingga harus kita terjemahkan ladder diagram satu persatu menjadi mnemonic kemudian ditulis dengan programming console ke PLC. Tentunya lebih mudah jika menggunakan laptop/dekstop komputer dengan software SYSWIN, karena tinggal menggambar ladeer diagram dan komputer yang menterjemahkan ke mnemonicnya kemudian di transfer ke PLC.



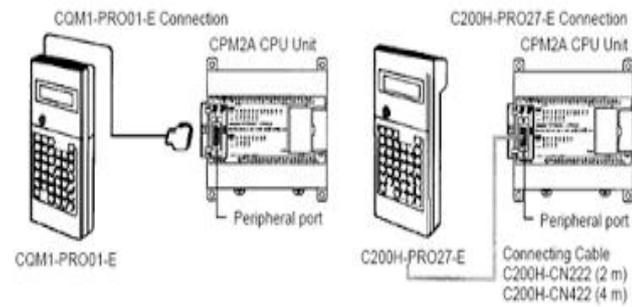
Gambar 3.19 Konfigurasi Link 1 ke 1 Antar PLC

Gambar 3.20 Konfigurasi Link PLC dengan Touch Screen

- Programming Console

Apabila digunakan Programming Console untuk menuliskan program ke PLC maka type yang dapat digunakan adalah CQM1-PR001 atau C200H-PR027-E

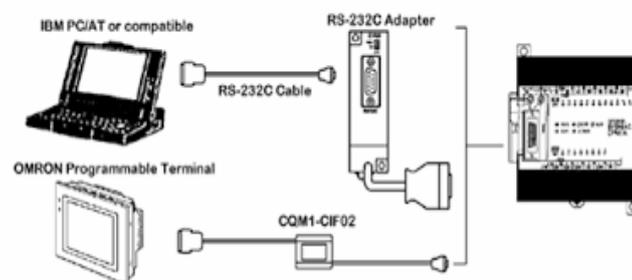
Konfigurasi hubungan ke CPM1 seperti diperlihatkan pada gambar 3.21 berikut.



Gambar 3.21 Konfigurasi Programming Console
Dengan PLC

- Software Pendukung Pemrograman

Apabila dipergunakan komputer untuk merancang sekaligus memasukan program ke PLC, maka dapat digunakan software SYSWIN yang bekerja pada komputer IBM PC/AT atau kompatiblenya. Konfigurasi hubungan antara komputer dengan PLC ditunjukkan pada gambar 1.6. Tabel 1.2 adalah daftar peralatan yang digunakan untuk melakukan hubungan keduanya.



Gambar 3.22 Konfigurasi Komputer Dengan PLC

Nama	Kegunaan	Nomor Model
Adaptor RS-232	Mengubah format terminal peralatan	CPM1-CIF01
Kabel penyambung	Digunakan untuk menghubungkan IBM PC/AT atau Kompetiblenya (panjang : 3.3)	CPM1-CIF02
Ladder Support Software (Windows Version)	Untuk IBM PC/AT atau Kompetiblenya (3.5" disk 2HD)	SYSWIN

Tabel 3.2 Daftar Peralatan Untuk Hubungan
Komputer Dengan PLC

