

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. PLC (Programmable Logic Controller)

2.1.1. Umum

Proses Otomatisasi pengendalian mesin-mesin pada pabrik-pabrik telah dilakukan untuk meningkatkan kinerja mesin serta untuk mengefisienkan waktu memanfaatkan elektromekanik yang terdiri dari relay-relay. Proses otomatisasi ini memiliki banyak kelemahan diantaranya adalah, ausnya kontak-kontak relay karena panas yang diakibatkan oleh loncatan arus listrik saat kontak dipergunakan yang kadang-kadang dapat mengakibatkan arus pendek.

Pada tahun 1968, para insinyur perusahaan General Motor mengembangkan sebuah alat yang dapat mengganti kontrol relay yang sangat kompleks dengan sebuah alat kontrol yang tidak kompleks. Ditetapkanlah syarat-syarat kemampuan system pengganti sebagai berikut :

- Pemrograman yang sederhana
- Pengubahan program tanpa harus mengubah system secara keseluruhan
- Lebih kecil dalam ukuran, lebih murah, dan dapat

diandalkan kinerjanya

- Perawatan yang mudah dengan biaya yang rendah.

Dari penelitian dan pengembangan itu didapat sebuah system kontrol yang menggunakan sinyal-sinyal biner. Keuntungan dari system ini adalah system dapat memanfaatkan sinyal-sinyal biner tersebut sebagai informasi yang dapat diolah melalui sebuah program dan dapat diproses secara digital serta dapat disimpan dalam memory.

2.1.2. Konsep PLC

Sesuai dengan namanya, konsep PLC adalah :

Programmable :

Memiliki kemampuan untuk dikendalikan dengan program-program yang berbeda.

Logic :

Memiliki kemampuan proses arithmetic (perbandingan, perkalian, penjumlahan, dan pengurangan)

Controller :

Memiliki kemampuan untuk mengendalikan dan mengatur suatu proses sehingga menghasilkan hasil yang sesuai dengan yang diinginkan.

2.1.3. Fungsi PLC

Terdapat dua cara pandang untuk melihat fungsi dari PLC, yaitu secara umum atau khusus. Secara umum, Fungsi PLC adalah :

1. Control Sequence

PLC mengolah sinyal masukan biner menjadi sinyal keluaran yang dipergunakan untuk pengolahan teknis secara berurutan. PLC juga menjaga agar semua langkah dalam proses sequence berlangsung dalam urutan yang tepat.

2. Monitoring Plan

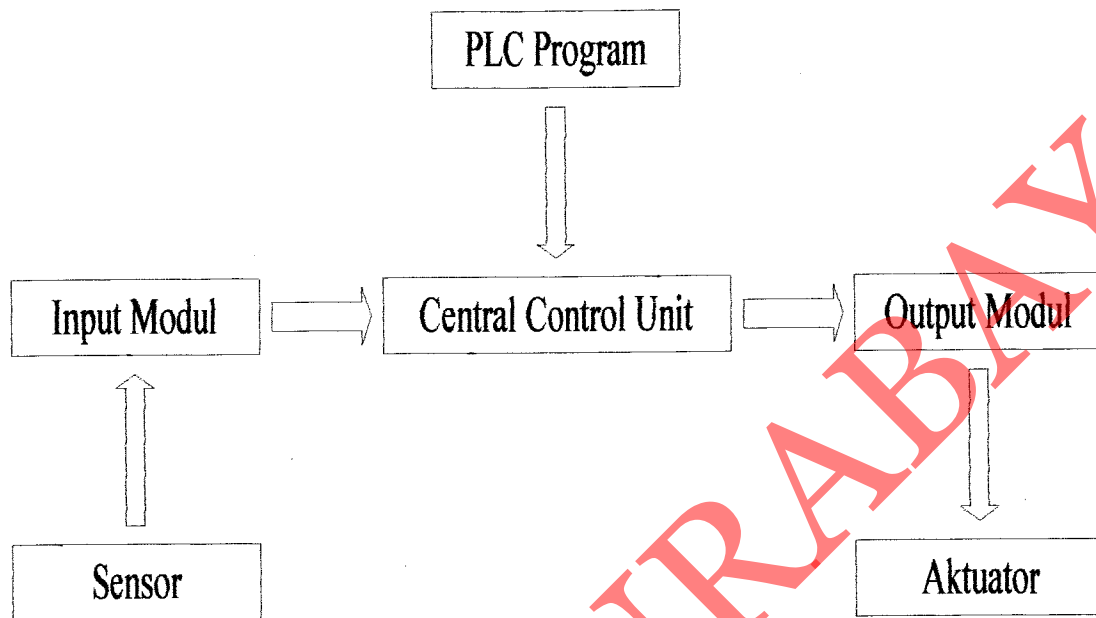
Secara terus-menerus, PLC mampu memantau status suatu system (misalkan temperatur, tekanan, ketinggian) dan mengambil tindakan yang perlu untuk dilakukan sehubungan dengan proses pengendalian.

Sedangkan fungsi PLC secara khusus adalah untuk memberikan masukan bagi CNC (Computerized Numerical Control) sebagai informasi untuk proses finishing.

2.1.4. System Komponen PLC

Sebuah PLC sederhana memiliki komponen utama berupa CCU (Central Control Unit), I/O Modul, Programming Console, Rack/Mounting Assembly, dan catu daya. System komponen PLC

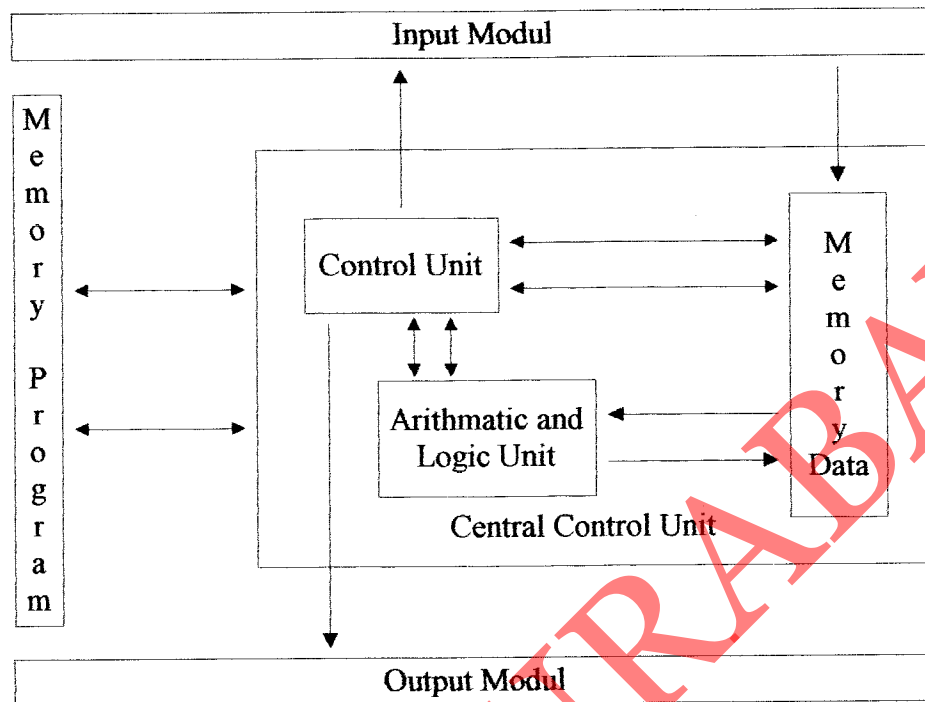
dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.1. System Komponen PLC

2.1.4.a. Central Control Unit (CCU)

CCU adalah sebuah unit yang berfungsi sebagai pusat pengolah data. CCU pada dasarnya adalah sebuah microprocessor atau microcontroller. Adapun jenis dari microprocessor atau microcontroller yang digunakan bergantung pada merk dan tipe dari PLC tersebut. Dimisalkan pada PLC OMRON tipe C200HS yang menggunakan microprocessor Z-80, PLC MODICON tipe 984/e menggunakan microprocessor 8088. Pada tugas akhir ini, penulis menggunakan PLC FESTO tipe FPC 100 yang menggunakan microcontroller 8031.



Gambar 2.2. Central Control Unit (CCU)

Pada gambar 2.2. diatas, dapat dilihat bahwa CCU mengolah sinyal input dari Input Modul berdasarkan Program yang diberikan oleh user untuk menghasilkan sinyal keluaran yang dialirkan melalui Output Modul.

Pengolahan program oleh CCU secara sederhana dapat dijelaskan sebagai berikut :

- CCU mengambil perintah program dari memory untuk mengetahui langkah yang harus dilakukan.
- Berdasar perintah dari program, CCU mengolah data input dari Input Modul

- Data hasil olahan dipergunakan untuk mengendalikan peralatan luar melalui Output Modul.

2.1.4.b. Input dan Output Modul

Input dan Output Modul adalah peralatan yang berfungsi sebagai jembatan penghubung antara peralatan luar baik berupa peralatan masukan (sensor) maupun berupa peralatan kendali (actuator). Dari kedua modul ini pula kita dapat menentukan jenis suatu PLC - dari hubungan antara CCU dengan I/O Modul.

- Compact PLC : PLC yang terdiri atas CCU dan I/O Modul yang dikemas dalam satu wadah.
- Modular PLC : PLC yang terdiri atas CCU dan I/O Modul yang dikemas secara tersendiri.

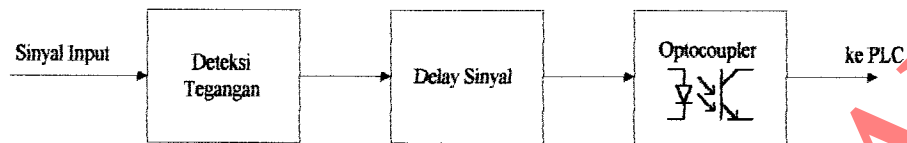
Input Modul

Input Modul adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai jembatan penghubung antara CCU dengan peralatan masukan. Fungsi utama dari Input Modul dapat dijabarkan sebagai berikut :

- mendeteksi sinyal masukan
- mengatur besar tegangan logika masukan sesuai dengan batas tegangan logika masukan yang diijinkan
- melindungi peralatan elektronik yang sensitif ter-

hadap tegangan luar

- menampilkan sinyal masukan.



Gambar 2.3. Blok diagram Input Modul

Deteksi Tegangan menentukan apakah tegangan masuk masih berada dalam batas yang diijinkan atau tidak. Bila tegangan terlalu tinggi, maka tegangan tersebut akan diturunkan dengan menggunakan diode breakdown.

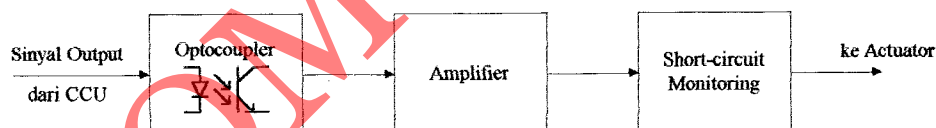
Delay Sinyal menentukan kebenaran tegangan input. Rangkaian ini akan mempertahankan tegangan sinyal input sesaat (1 - 20 ms) untuk membedakannya dengan tegangan sinyal lain seperti tegangan interferensi.

Optocoupler mengirimkan informasi berupa cahaya yang menciptakan isolasi antara peralatan kontrol dengan peralatan logika, sehingga dapat melindungi komponen-komponen sensitif dari tegangan masukan yang naik secara tiba-tiba. Untuk aplikasi industri, terdapat optocoupler yang mampu memberi perlindungan terhadap tegangan luar hingga 5 kV (5000 Volt).

Output Modul

Output Modul adalah sebuah peralatan yang berfungsi sebagai jembatan penghubung antara CCU dengan peralatan keluaran. Fungsi utama dari Output Modul dapat dijabarkan sebagai berikut :

- mengatur besar tegangan logika keluaran agar sesuai dengan tegangan logika keluaran yang diijinkan
- melindungi peralatan elektronik yang sensitif terhadap tegangan luar
- menguatkan sinyal Output agar sesuai dengan sinyal yang dibutuhkan oleh peralatan luar
- melindungi CCU dari hubungan singkat (shortcircuit) dan overload.



Gambar 2.4. Blok diagram Output Modul

Optocoupler merupakan bentuk dasar dari power secara elektronik yang memberikan perlindungan terhadap komponen elektronik dan juga berfungsi untuk mengatur tegangan output. Dewasa ini perlindungan terhadap short-circuit dan

overload serta power amplification telah dikemas dalam satu rangkaian terpadu berupa modul-modul melalui hubungan transistor secara Darlington atau lainnya.

Amplifier berguna untuk menguatkan arus listrik output agar cukup kuat jika dipergunakan untuk menggerakkan aktuator.

Short-circuit monitoring memantau tegangan keluaran untuk menghindari terjadinya kerusakan CCU akibat hubungan singkat pada rangkaian luar dengan cara memutuskan hubungan antara Output Modul dengan rangkaian luar.

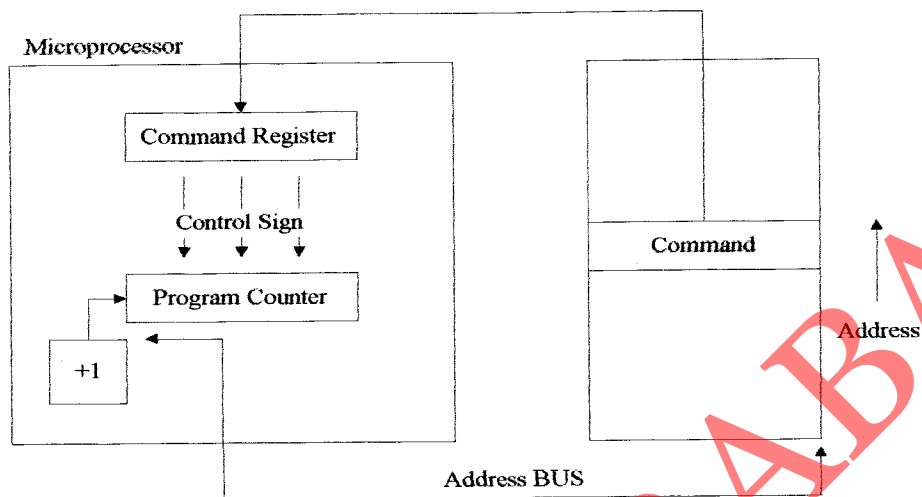
2.1.4.c. Instruction Cycle pada CCU

PLC memproses program baris demi baris atau sering disebut sequence fetch and execute. Pemrosesan program terbagi menjadi dua tahap, yaitu :

- mengambil perintah (fetch) dari memori
- mengeksekusi perintah tersebut

Proses running program dilakukan dengan cara mentransfer isi program counter melalui address BUS yang mengakibatkan Control Unit mengambil baris perintah program sesuai dengan alamat yang diberikan. Perintah ini dibaca dan diletakkan pada Instruction Register, kemudian Control Unit membangkitkan sinyal-sinyal kontrol untuk mengeksekusi perintah. Program counter menaikkan alamat berikutnya untuk

mengambil baris perintah selanjutnya.



Gambar 2.5. Command Sequence

Pada PLC, program tidak dijalankan seperti layaknya program pada PC. Program pada PLC dikerjakan secara sirkular yang berarti terus menerus.

Karakteristik dari pemrosesan sirkular dapat dijabarkan sebagai berikut :

- Setelah suatu program dieksekusi, program akan dijalankan lagi mulai dari awal program secara otomatis.
- Sebelum baris pertama program dieksekusi, status semua input disimpan dalam tabel image (tabel image merupakan alamat memory yang dapat diakses). Status tersebut akan terus dipertahankan meskipun fisik dari cycle yang sedang dilakukan telah berubah.

- Data output disimpan pada tabel output. Pada akhir suatu cycle output akan diubah sesuai dengan status logika yang disimpan dalam memori.

Waktu yang dibutuhkan oleh PLC selama satu baris perintah dikerjakan termasuk proses aktualisasi dan imaging disebut cycle time. Realistisnya periode waktu ini berada antara 1 hingga 100 milisecond.

Pemrosesan sirkular yang menggunakan proses imaging ini mengakibatkan hal-hal sebagai berikut :

- Sinyal input yang lebih cepat dari cycle time dapat mengakibatkan tidak dikenali sebagai sinyal input.
- Dalam beberapa kasus terdapat banyak delay dari dua cycle time yang terjadi antara sinyal input dan reaksi sinyal output yang dikehendaki.
- Karena perintah dilaksanakan secara berurutan, sifat-sifat sequence tertentu dari PLC memungkinkan berarti kritis.

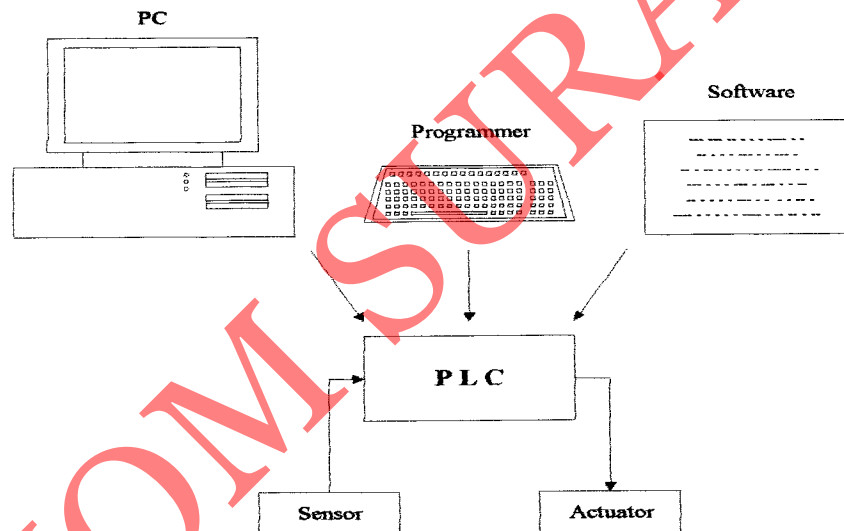
2.1.4.d. Catu Daya

System PLC memerlukan dua buah catu daya yang digunakan oleh peralatan output dan modul-modul dari PLC itu sendiri. Arus yang dibutuhkan adalah arus searah (DC). Jika system catu daya yang digunakan menggunakan IC TTL, dapat

menghasilkan tegangan 5 volt. Jika system catu daya yang digunakan menggunakan IC CMOS, maka tegangan yang dihasilkan dapat bervariasi antara 3 sampai 18 volt.

2.1.5. Komponen Sistem Kontrol PLC

Gambar 2.6. mengilustrasikan tentang komponen sistem kontrol PLC.

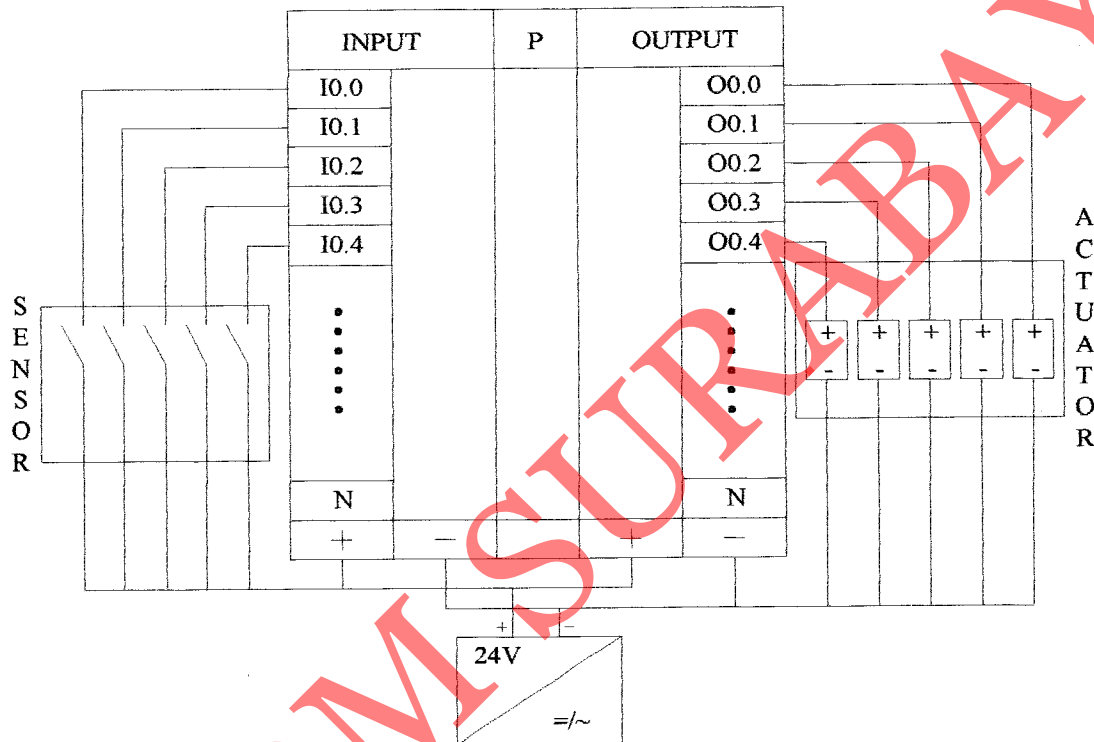


Gambar 2.6. Komponen System Kontrol PLC

Program yang telah ditulis oleh programmer melalui suatu interpreter pada suatu PC diterjemahkan dalam bahasa mesin CCU yang kemudian ditransfer ke memori untuk dilaksanakan.

Diagram rangkaian

Gambar 2.7 mengilustrasikan cara menghubungkan peralatan I/O dengan PLC.



Gambar 2.7. Diagram Sircuit PLC

2.1.6. Pemrograman pada PLC

Kontrol program adalah suatu komponen utama dari system yang bekerja secara otomatis. Kontrol program tersebut harus didesain dengan sistematis, terstruktur dengan baik dan harus ada dokumentasi program dengan tujuan agar

program :

- * Bebas dari kesalahan
- * Pemeliharaannya mudah
- * Efektif dalam biaya.

2.1.6.a. Organisasi Memori

Memori pada PLC dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu storage memory, user memory, dan housekeeping memory. Storage memory dan user memory merupakan data dari PLC atau tabel register. Storage memory dipergunakan untuk menyimpan data peralatan input/output, timer/counter, dan preset value untuk bit atau word internal relay pada lokasi memory tertentu. User memory dipergunakan untuk menyimpan perintah-perintah yang ditulis oleh programmer. Housekeeping memory adalah area memory yang tidak dapat dipergunakan oleh user karena area ini dipergunakan oleh PLC untuk melakukan proses-proses aritmatik dan operasi internal lainnya.

Pengalamatan memory

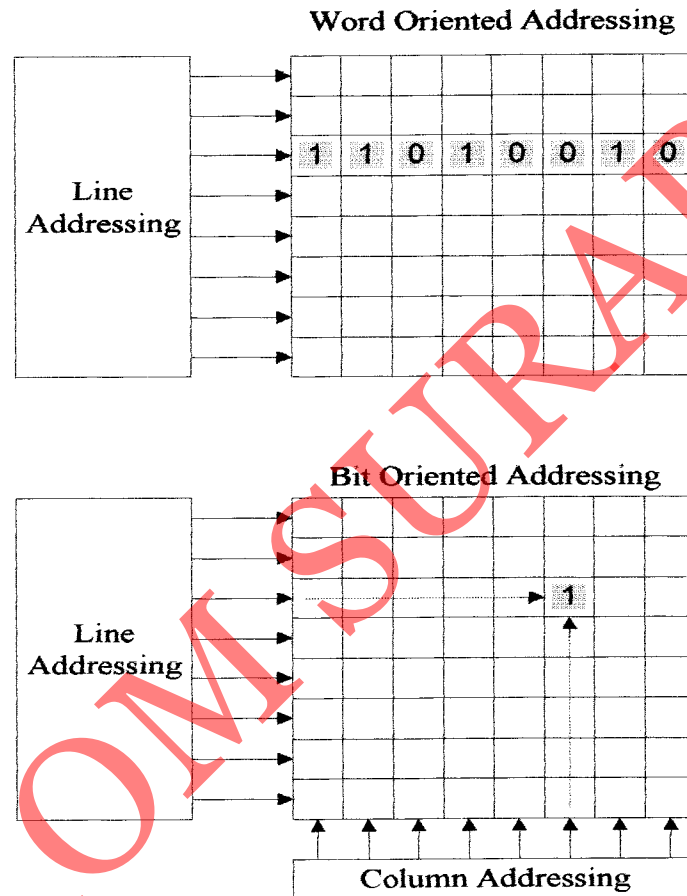
Terdapat dua metode pengalamatan data pada memori PLC, yaitu :

- Pengalamatan secara word (word oriented addressing)

Mengakses satu word data dengan membubuhi alamat line.

- Pengalamatan secara bit (bit oriented addressing)

Mengakses satu bit data dari suatu line tertentu dengan membubuhi informasi tentang nomor line dan nomor bit data yang dimaksud.



Gambar 2.8. Pengalamatan Memori pada PLC

2.1.6.b. Pembuatan Program

Langkah Langkah dibawah ini sebaiknya digunakan dalam pembuatan program PLC untuk menyelesaikan permasalahan

mengenai kontrol.

- * Langkah 1 : Mempertimbangkan dan menjabarkan kembali permasalahan

Permasalahan harus menjabarkan problem kontrol secara tepat. Informasi yang diperlukan seperti skema posisi, skema urutan langkah (sequence) dan gambaran proses secara keseluruhan harus jelas dan detail.

- * Langkah 2 : Allocation list

Allocation list berisi kondisi-kondisi program, termasuk pengenalan yang dipakai oleh input atau output, juga nama-nama singkat untuk pengenalan yang bersesuaian dengan alamat dari sinyal input atau sinyal output tersebut.

- * Langkah 3 : Pembuatan program

Setelah langkah 1 dan langkah 2 dipenuhi, maka program relatif mudah untuk dikerjakan dengan menggunakan bahasa yang telah disediakan oleh jenis PLCnya masing-masing.

- * Langkah 4 : Transfer ke dalam Controller

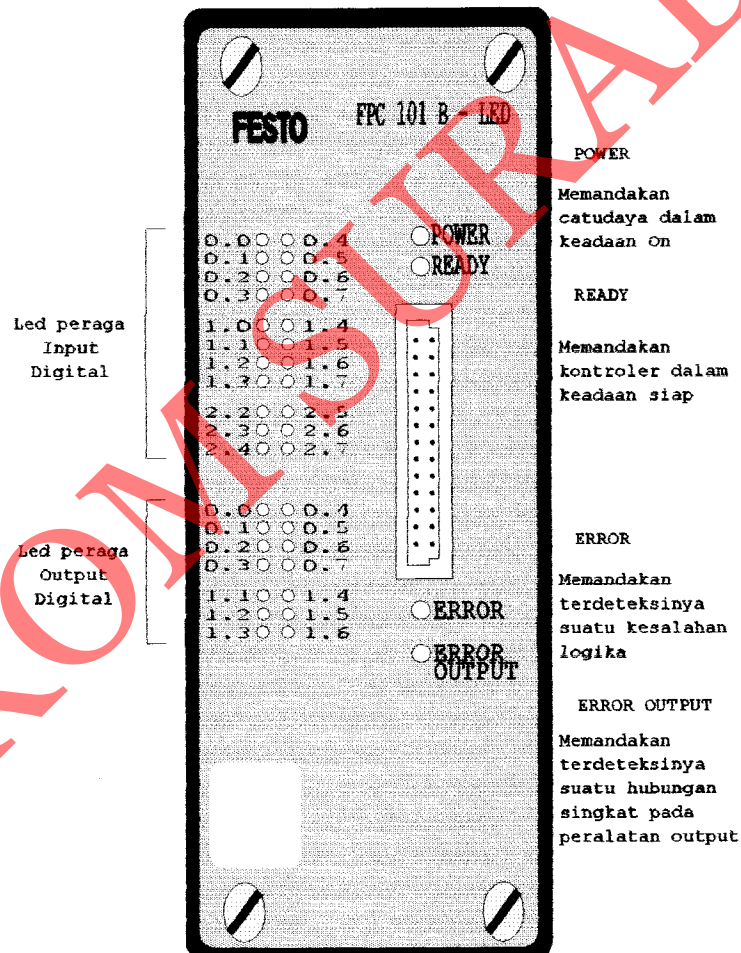
Program yang telah lengkap, diterjemahkan kedalam bahasa mesin agar dimengerti oleh central control unit (CCU).

2.2. Programmable Logic Controller FPC 101 B

Pada dasarnya cara kerja PLC FPC 101B dari Festo ini sama dengan cara kerja dari PLC-PLC yang lain yang telah

dijelaskan pada sub bab 2.1. diatas.

Dalam sub bab ini penulis akan menjelaskan tentang spesifikasi dari PLC FPC 101B yang penulis gunakan sebagai pengontrol dalam pengerjaan tugas akhir ini, tanpa mengupas atau memperinci rangkaian serta komponen penyusunnya. Penampang dari PLC tersebut dengan indikator LED pada setiap input dan outputnya, seperti terlihat pada gambar.



Gambar 2.9. Penampang Indikator PLC FPC 101B.

2.2.1. Operand pada FPC 101B

Operand yang bisa dimanipulasi oleh seorang programmer PLC pada jenis FPC 101B seperti yang digunakan oleh penulis, baik input, output, flag, timer, counter dan lain sebagainya bisa dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1.

Jumlah Operand Pada PLC FPC 101B

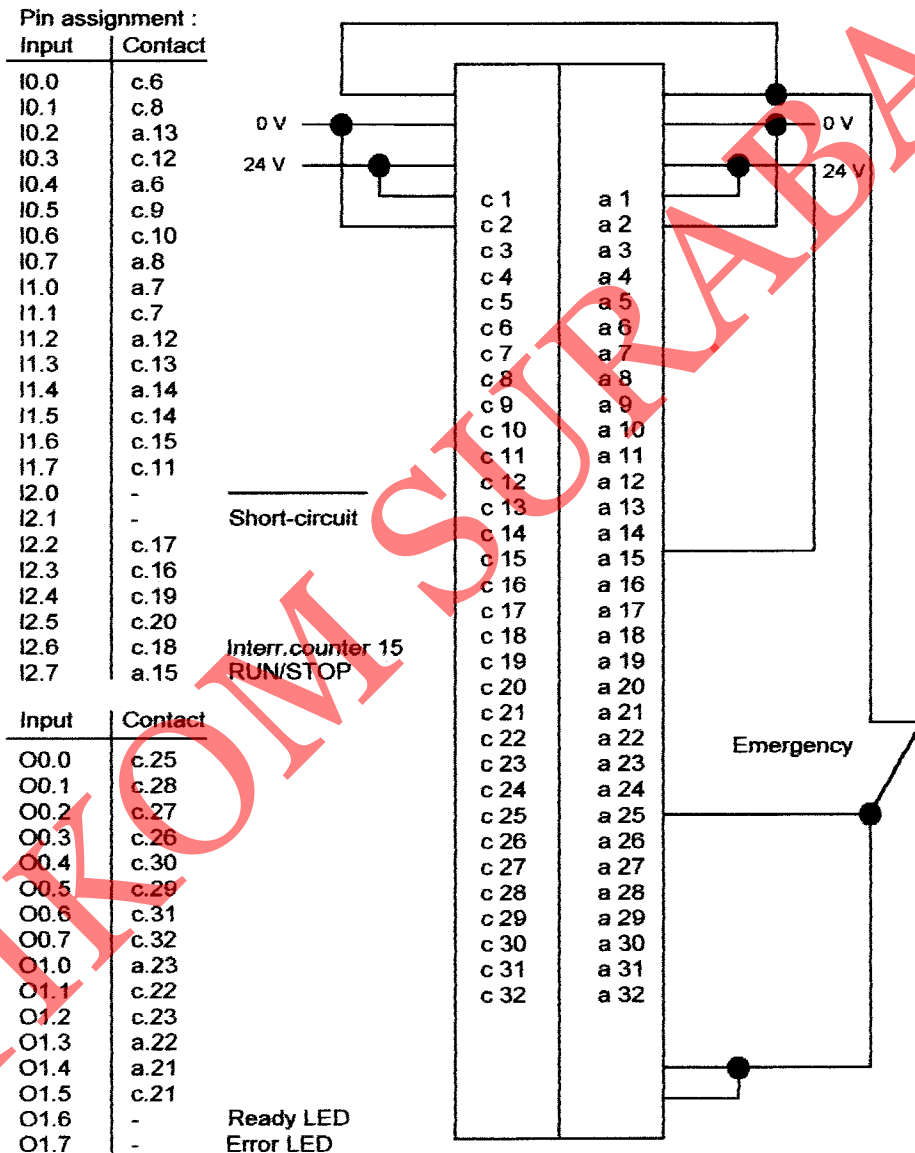
Nama Operand	Nama Singkat	Jumlah	Jangkah
Input	I	21	0.0 - 2.7
Input Word	IW	3	0 - 2
Output	O	14	0.0 - 1.7
Output Word	OW	2	0 dan 1
Flag	F	256	0.0 - 15.15
Flag Word	MW	16	0 - 15
Timer	T	32	0 - 31
Timer Word	TW	32	0 - 31
Counter	C	16	0 - 15
Counter Word	CW	16	0 - 15
Register	R	64	0 - 63
		(R61/R62/R63 Terpakai)	

Sumber Data : Festo FPC 101 Programmable Controller

2.2.2. Tegangan, Input dan Output

FPC 101B ini bekerja pada tegangan 24 V DC dengan

fluktuasi tegangan yang diijinkan adalah 16 sampai 30 V, dan arus sebesar 160 m A. Input yang bisa di gunakan adalah 21 buah input dengan arus 6 mA per input pada tegangan 24 Volt. Input akan dianggap berlogika 0 apabila jangka



Gambar 2.10. Konektor 64 Pin pada PLC FPC 101B.

tegangannya antara 0 sampai 5 V, dan dianggap berlogika 1 apabila jangka tegangannya antara 11 sampai dengan 30 V.

Output yang bisa digunakan adalah 14 buah output dengan arus maksimal 0,3 A per output dengan total arus maksimal 2,5 A dengan tegangan minimal kira-kira 22 V dengan asumsi tegangan drop dari transistor sebesar 2V.

2.2.3. Hubungan Antara PLC dan Modul Input/ Output

PLC FST 101B dibuat secara terpisah dengan bagian input/ outputnya (modular), antara modul-modul tersebut dihubungkan menggunakan konektor male 64 pin. Untuk lebih jelasnya ada dalam gambar 2.10.

2.2.4.a. Bahasa Pemrograman

Pada PLC FESTO seri 100 yang penulis gunakan terdapat tiga bahasa pemrograman yang dapat digunakan yaitu :

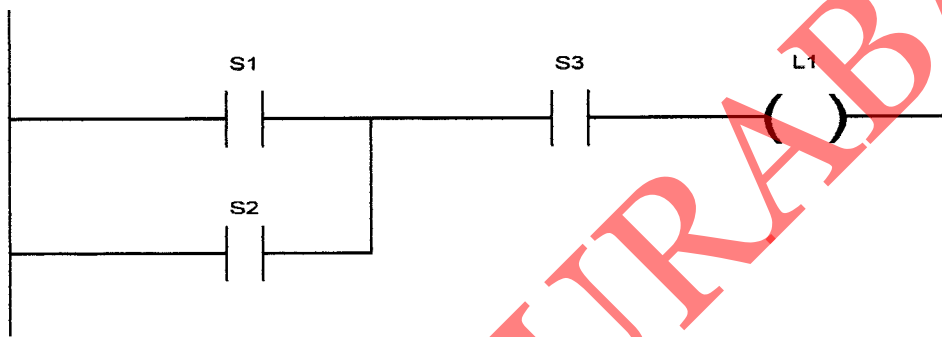
- Ladder Diagram

Pemrograman dalam bahasa ini digambarkan dalam bentuk grafik. Diagram ini dikembangkan dari kontak-kontak relay yang terstruktur yang menggambarkan aliran arus listrik. Garis vertikal sebelah kiri dihubungkan dengan sumber tegangan positif dan garis sebelah kanan dengan sumber

tegangan negatif.

- Function Chard

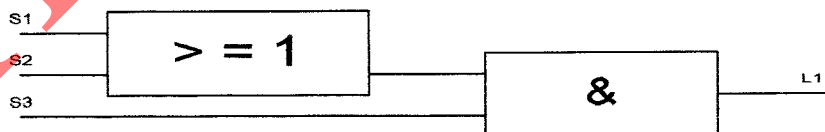
Pemrograman dalam bahasa ini diturunkan dari diagram logika dan merupakan gambaran program dalam bentuk grafik. Dapat digunakan untuk pemrograman logika yang sederhana dan untuk menggambarkan program sequence.



Gambar 2.11. Ladder Diagram

- Statement List

Pemrograman dalam bahasa ini adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi. Semua hubungan logika dan kontrol sequence dapat diprogram dengan menggunakan perintah-perintah dalam bahasa statement list ini.



Gambar 2.12. Function Chart

Misalnya :

IF	I0.0	'Jika input 0.0 aktif
THEN	SET T1	'Maka aktifkan timer T1
OTHRW	SET T2	'Jika tidak aktifkan timer T2

2.2.4.b. Teknik Pemrograman Multitasking Pada PLC Festo

Multitasking adalah kemampuan PLC untuk menjalankan beberapa program bersama-sama secara serentak. Hal ini dimungkinkan karena sebuah program PLC dapat terdiri dari beberapa bagian modul atau anak program dimana setiap modul program tersebut adalah merupakan suatu program yang utuh atau dapat berjalan sendiri.

Secara umum teknik multitasking dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu dengan menggunakan teknik instruksi jump atau melalui pemanggilan sebuah subprogram dan dengan menggunakan teknik manipulasi prosessor. Dalam tugas akhir ini penulis menggunakan PLC FESTO seri 100 yang tidak memungkinkan untuk melakukan manipulasi prosessor, maka teknik manipulasi prosessor tidak penulis jabarkan.

* Perintah jump/ return.

Pada sebuah program kemungkinan ada bagian tertentu

yang digunakan berkali-kali, sebuah instruksi jump dapat digunakan untuk mengalihkan ke bagian yang sering diulang tersebut. Agar dapat meyakinkan controller bahwa kondisi perulangan tersebut telah selesai digunakan sebuah flag sebagai status untuk memeriksa kondisi tersebut. Sebelum melakukan perintah jump sebuah flag harus di set, flag tersebut akan diinterogasi di dalam subprogram. Setelah perulangan dilaksanakan flag kemudian di reset kembali.

* Perintah jump dengan return otomatis (call subprogram).

Teknik seperti ini lebih disukai karena tidak lagi memerlukan flag. Fasilitas return secara otomatis sudah tersedia, sehingga control unit akan mencatat alamat dari perintah jump dan menambahkan dengan 1 untuk keperluan pemrosesan alamat berikutnya. Pemrosesan akan dilanjutkan pada alamat tersebut setelah perintah RETURN selesai dilaksanakan. Selain dari pada itu metode-metode lain dapat juga dilakukan seperti beberapa jenis PLC juga dapat memanggil subprogram dari dalam sebuah subprogram. Bahkan ada juga kemungkinan pemanggilan subprogram dari subprogram itu sendiri (rekursif).

Keuntungan menggunakan multitasking adalah program menjadi lebih pendek sehingga struktur program menjadi lebih jelas dan mempercepat siklus waktu pemrosesan. Dengan

multitasking memungkinkan kita membuat program dari beberapa mode operasi yang berbeda.

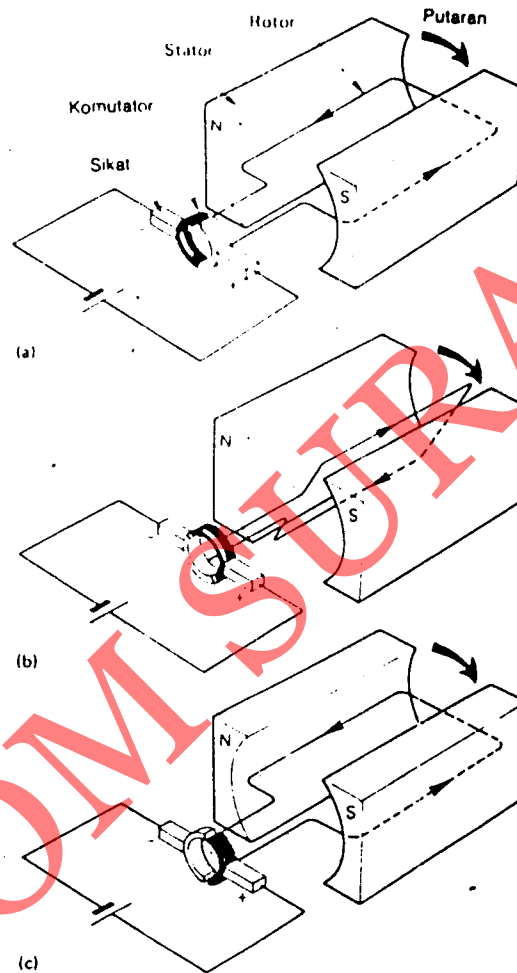
2.3. Motor DC (Direct Current)

Pada pembuatan model lift ini, Penulis menggunakan Motor listrik yaitu Motor DC, yang pengoperasiannya menggunakan arus searah. Penggunaan Motor DC memungkinkan pengontrolan secara elektronik terhadap model yang penulis buat. Motor DC mempunyai 2 (dua) bagian dasar yaitu :

1. Bagian yang tetap atau stasioner disebut stator.
Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektromagnet) ataupun magnet permanen.
2. Bagian yang berputar disebut rotor (armature).
Rotor ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir.

Arus listrik mengalir ke koil melalui sikat-sikat yang selalu berhubungan dengan komutator, yang ditekan oleh pegas. Posisi seperti ini Gambar 2.13(a) aliran arus pada koil akan menghasilkan muatan magnet yang berlawanan dengan medan magnet dari magnet stator sehingga menyebabkan koil berputar ke arah yang ditunjukkan oleh anak panah. Apabila

aliran arus tetap mengalir dalam arah seperti pada gambar 2.13(a), koil akan diam pada posisi vertikal setelah berputar sejauh 90° , demikian tujuan dari komutator.



Gambar 2.13 Prinsip sebuah motor DC

Apabila rotor telah mencapai posisi seperti tampak pada gambar 2.13(b), komutator akan menyebabkan aliran arus

yang mengalir melalui koil akan berbalik dari arah semula. Dengan demikian aliran arus sekarang akan menghasilkan tolakan magnet yang memutar koil sejauh 90° ke posisi seperti pada gambar 2.13(c). Siklus ini akan berulang terus menerus selama arus mengalir melalui koil.

Berdasarkan konstruksi dan kemampuannya, motor DC dibagi menjadi tiga kelas :

1. Motor Magnet permanen
2. Motor dengan lilitan seri (universal)
3. Motor dengan lilitan parallel
4. Motor dengan lilitan gabungan

Penulis menggunakan Motor Magnet permanen dalam pembuatan tugas akhir ini, maka penulis hanya akan menguraikan tentang jenis motor ini.

- Motor magnet permanen.

Seperti yang tersirat dalam namanya, medan magnet di dalam stator dihasilkan oleh magnet permanen. Dengan demikian, kekuatan medan magnetnya terbatas, yang selanjutnya akan membatasi besar torsi (kekuatan) yang dihasilkan oleh motor.

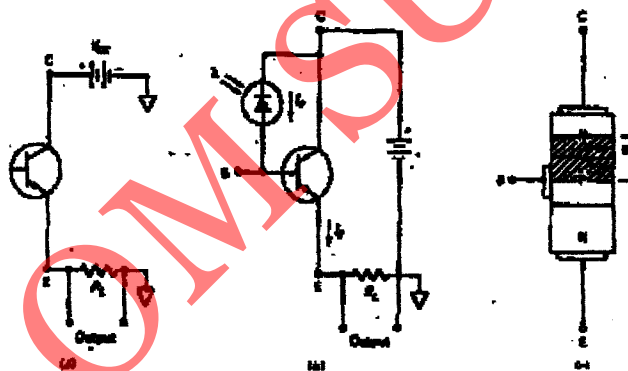
Ciri dari motor tipe ini adalah motor akan berputar dengan lambat apabila dikenakan beban yang berat (torsi

tinggi), sebaliknya motor akan berputar dengan cepat apabila bebannya ringan.

2.4. Opto Elektronik

Opto elektronik adalah merupakan perpaduan antara teknologi optik dan elektronik. Terdapat beberapa jenis opto elektronik yang sering digunakan yaitu :

- Light emitting diode
- Photo diode
- Photo Transistor
- Serat optic.



Gambar 2.14. Rangkaian Photo Transistor Dan Junction

Penulis menggunakan optocoupler sebagai sensor atau peralatan input yang prinsip kerjanya sama dengan photo

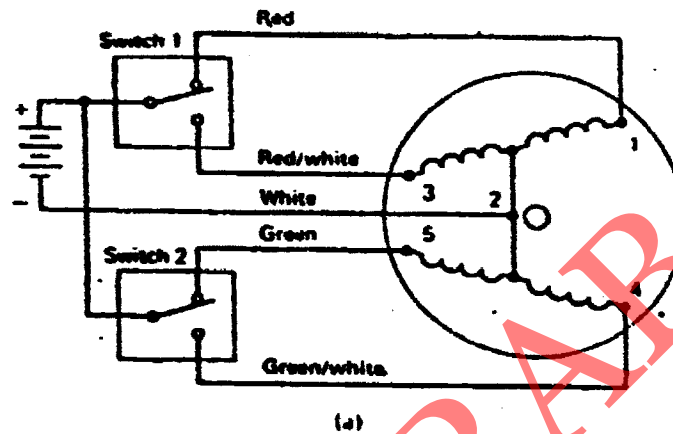
transistor maka penulis akan menguraikan sedikit tentang photo transistor.

Kombinasi antara photo diode dan amplifier salah satunya adalah light sensitive transistor. Cahaya yang mengenai PN junction akan menyebabkan terbangkitnya arus base yang akan dikuatkan oleh transistor seperti terlihat pada gambar 2.14.

2.5. Stepper Motor

Stepper motor memungkinkan sebuah sinyal listrik digital dikonversikan secara langsung kedalam suatu gerakan perubahan berupa posisi menyudut, stepper motor merupakan motor sinkron, dimana terdapat hubungan antara perintah input dan perubahan posisi yang dihasilkan, tetapi disini terdapat kerugian yang tak dapat disangkal dari tipe sistem ini, yaitu mengenai percepatan dan perlambatan yang terputus-putus, dan standart pekerjaan yang terbatas. Juga terdapat berbagai macam torsi yang bergantung pada kemampuan motor. Seperti telah disebutkan diatas keunggulan motor jenis ini adalah dapat dihubungkan secara langsung dengan sistem digital dan dapat berotasi searah dengan jarum jam (clock wise) ataupun berlawanan dengan arah jarum jam (counter clock wise). Dalam satu kali gerakan

persentasi kesalahan dari motor stepper cukup kecil biasanya kurang dari 5 persen (0,09 derajat).



Step	Switch #1	Switch #2
1	1	5
2	1	4
3	3	4
4	3	5
5	1	5

*To reverse direction, read chart up from bottom.

(b)

Phase	FWD →				
	1 Step	2 Step	3 Step	4 Step	5 Step
1	ON	ON	OFF	OFF	ON
3	OFF	OFF	ON	ON	OFF
5	ON	OFF	OFF	ON	ON
4	OFF	ON	ON	OFF	OFF

← REV

(c)

Gambar 2.15. Motor Magnet Permanen.

Berdasarkan konstruksi dan kemampuannya, motor stepper dibagi menjadi tiga kelas :

1. Variable Reluctance (VR)
2. Permanent Magnet (PM)
3. PM Hybrid

Pengoperasian stepper motor didasarkan pada prinsip dasar magnetic. Dimana kutub magnet yang berlawanan saling tarik-menarik dan juga sebaliknya kutub magnet yang sama tolak-menolak. Penulis menggunakan Motor Magnet permanen dalam pembuatan tugas akhir ini, maka penulis hanya akan menguraikan tentang jenis motor ini.

- Motor Magnet Permanen

Ciri utama dari motor jenis ini, selalu terdapat magnet permanen dalam konstruksi rotornya. Untuk menghasilkan gerakan atau langkah yang lebih baik, perlu ditambahkan beberapa kutub pada stator, dan gigi-gigi pada bagian stator menentukan sudut langkah yang akan dicapai pada saat salah satu kutub dari kumparan berubah.

Motor jenis ini beroperasi berdasarkan interaksi antara fluks magnet pada rotor dan gaya magnet yang dibangkitkan oleh kumparan stator. Jika pola pengoperasian kumparan sudah tepat, sejumlah titik kestabilan dapat

dibangkitkan pada sekeliling motor.

Jika kumparan dieksitasi dengan pola yang ditentukan, rotor akan bergerak pada titik keseimbangan baru dan berputar sesuai dengan perubahan pola seperti terlihat pada gambar 2.15. Jika kumparan stator tidak dieksitasi maka tidak akan ada gaya (torsi penahan) pada rotor.

STIKOM SURABAYA