



## MODUL PERKULIAHAN

# Automasi Industri

## Pengantar Automasi Industri

Fakultas

Fakultas Teknik

Program Studi

Teknik Elektro

Tatap Muka

# 01

Kode MK

Disusun Oleh

Ketty Siti Salamah, ST, MT

### Abstract

Sistem Otomasi Industri dapat diartikan sebagai sistem dengan mekanisme kerja dikendalikan oleh peralatan elektronik (electronic hardware) berdasarkan urutan-urutan perintah dalam bentuk program perangkat lunak (electronic software) yang disimpan di dalam unit memori kontroler elektronik.

### Kompetensi

Mahasiswa dapat mengetahui konsep otomasi industri

Materi pada modul 1 ini sebagai berikut :

- ✓ Aplikasi Otomasi dalam Industri
- ✓ Latar Belakang Otomasi
- ✓ Definisi Otomasi
- ✓ Tipe-tipe Sistem Otomasi
- ✓ Prinsip Dasar Otomasi dalam Industri
  - Metodologi dasar perancangan
  - Strategi dasar perancangan dan peningkatan

## **APLIKASI OTOMASI DALAM INDUSTRI**

Kemajuan dibidang teknologi terutama pada bidang Elektronika dan teknologi ICT mempengaruhi kemajuan pada proses produksi di industri, ada tuntutan bagi industri yaitu bekerja cepat, optimal, jumlah produksi banyak dan ketelitian serta akurasi produk sebagai tuntutan kualitas harus dipenuhi. Untuk memnuhi tuntutan tersebut tidak mungkin dipenuhi apabila masih mengandalkan kemampuan manual dan menggantungkan produksi dari kerja sumber daya manusia yang memiliki keterbatasan ketahanan bekerja dalam waktu yang lama, kerja malam hari, ketelitian dan kesamaan karakteristik hasil produk. Oleh karena itu sistem otomasi elektronika saat ini berkembang sangat pesat baik dari sisi teknologi, konfigurasi, maupun kapasitas dan kemampuannya. Sistem ini sangat universal dan fleksibel sehingga dapat dimanfaatkan oleh industri kecil sampai dengan industri besar di segala bidang dengan cakupan pemakaiannya sangat luas dan beragam.

Sistem Otomasi Industri dapat diartikan sebagai sistem dengan mekanisme kerja dikendalikan oleh peralatan elektronik (electronic hardware) berdasarkan urutan-urutan perintah dalam bentuk program perangkat lunak (electronic software) yang disimpan di dalam unit memori kontroler elektronik. Dalam membangun sistem otomasi industri antara hardware, software harus menjadi satu kesatuan dan merupakan sekuensial (urutan)

pekerjaan atau sering disebut dengan tahapan, yang meliputi pekerjaan tahap pembangunan yaitu suatu industri dipersiapkan sejak awal yang meliputi perencanaan, persiapan, perakitan, instalasi, pemrograman, inspeksi, komisioning. Selanjutnya pekerjaan tahap operasional dimana sistem otomasi industri sudah siap dioperasikan, sehingga perlu pemeliharaan dan jika terjadi kerusakan perlu dilakukan perbaikan.

Oleh karena sistem otomasi industri perkembangan berdasarkan tuntutan kebutuhan sangat tinggi maka sistem otomasi harus senantiasa dikembangkan, sehingga diperlukan pekerjaan tahap pengembangan meliputi perencanaan, persiapan, perakitan, instalasi, pemrograman, inspeksi, komisioning. Otomasi: dapat didefinisikan sebagai teknologi yang berlandaskan pada aplikasi sistem mekanik, elektronik dan komputer. Sering aplikasi otomasi industri dibuat dalam bentuk robot industri, dan robot merupakan komponen utama dalam teknologi otomasi berfungsi sebagai pelaksana pekerjaan yang biasanya dikerjakan oleh buruh, pekerja manusia.

Oleh karena robot merupakan mesin yang dibuat dalam pabrik maka ia memiliki kemampuan dan daya tahan bekerja secara terus-menerus tanpa mengenal lelah. Penempatan robot dalam aplikasi otomasi industri hingga saat ini selalu berkembang, dalam aplikasinya robot industri dibuat mulai dari yang sederhana seperti belt konveyer, mesin pengisi minuman, mesin las otomatis sampai aplikasi robot modern untuk pembuatan mobil, pesawat terbang dan pusat tenaga nuklir. Dengan demikian robot dapat diciptakan untuk menggantikan posisi-posisi pekerja baik dalam bagian produksi dengan program keahlian rendah maupun sebagai pengganti teknisi profesional dengan program keahlian lebih kompleks.

## **Aplikasi Otomasi Dalam Industri**

Otomasi dalam produk (hasil industri)

### **Mobil**

1. Kendali peralatan (kaca jendela, tempat duduk, radio, ...)

2. Kendali motor (pengatur sirkulasi udara)
3. ABS, brake-by-wire, steer-by-wire
4. Kurang lebih 20% harga karena tambahan feature elektrik (meningkat 10% per tahun)

### **Kendali avionics pesawat**

1. Kendali penerbangan, auto-pilot
2. Manajemen penerbangan (jumlah penumpang, dll)
3. Rekaman penerbangan (termasuk black box)
4. Fly-by-wire (fixed route)

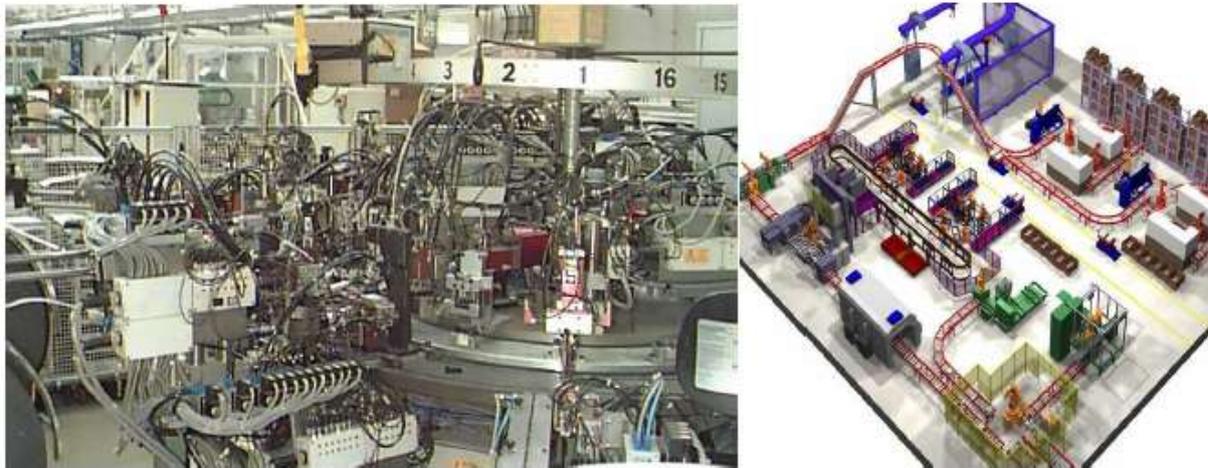
**Ditinjau dari aplikasinya otomasi dapat dibedakan berdasarkan obyek yang harus diselesaikan, yaitu:**

1. Tipe tetap yaitu mesin otomatis dibuat khusus untuk menyelesaikan pekerjaan produksi tertentu saja, dan tidak dirancang untuk menyelesaikan produk lainnya. Pada umumnya mesin otomasi jenis ini digunakan untuk produksi dalam jumlah banyak dan dibutuhkan waktu produksi yang cepat akan tetapi sangat ekonomis biaya produksinya dengan efisiensi yang cukup tinggi.
2. Tipe semi tetap: mesin dibuat untuk memproduksi atau menangani satu macam produk atau tugas, namun dalam beberapa parameter (ukuran, bentuk dan bagian produk) dapat diatur secara terbatas. Investasi awal termasuk cukup tinggi, karena mesin masih bersifat khusus. Robot yang mandiri termasuk dalam kategori ini.
3. Tipe fleksibel, mesin dibuat agar dapat digunakan untuk banyak ragam produknya, sistem otomasi lebih bersifat menyeluruh, bagianbagian produk dapat diproduksi pada waktu yang bersamaan. Yang termasuk dalam kategori ini misalnya FMS (Flexible Automation System) dan CIM (Computer Integrated Manufacturing). Robot adalah salah satu pendukung dalam kelompok otomasi ini.

Sistem otomatisasi tidak bisa lepas dengan sistem pengaturan ataupun sistem pengendalian, dan dalam sistem pengaturan tujuan utamanya adalah mengatur dan mengendalikan nilai output tertentu dari sebuah peralatan sehingga mencapai nilai yang dikehendaki. Peralatan yang dikendalikan disebut dengan Plan, peralatan yang mengatur atau mengendalikan disebut dengan kontroler dan nilai yang ingin dicapai disebut dengan input atau setting point. Besaran yang dikendalikan pada sistem pengaturan diantaranya suhu (temperatur), kecepatan, arus dan tegangan listrik, tekanan dst.

### Otomasi dalam Manufaktur Fleksibel

#### Konveyor, Mesin CNC, Robot, Logistik



### Otomasi dalam Oil, Gas and Petrochemical

#### Downstream

Dari perut bumi ke refinery  
Isu: tekanan tinggi, air laut, perlindungan lingkungan

#### Upstream

Produksi di permukaan bumi  
Isu: Lingkungan berpotensi ledakan ekstrim



#### Distribution

Penyaluran hasil produksi  
Isu: Perlindungan lingkungan

## Otomasi dalam Pembangkit Listrik

Penyediaan bahan baku; proses utama (tenaga uap, tenaga angin); keamanan personal, pabrik dan lingkungan sekitar; dampak lingkungan; proses pembangkitan (voltage dan frekuensi); distribusi energi



## LATAR BELAKANG OTOMASI

1. Meningkatkan produktivitas (demand rate tinggi)
2. Mengurangi atau menghilangkan pekerjaan rutin manual atau clerical tasks
3. Meningkatkan safety bagi pekerja
4. Meningkatkan kualitas produk
5. Mengurangi waktu produksi (manufacturing lead time)
6. Melakukan pekerjaan yang tidak dapat dilakukan dengan cara manual
7. Mengindari biaya tinggi jika tidak ber-otomasi
8. Mengantisipasi kekurangan tenaga kerja

## ALASAN OTOMASI INDUSTRI DILAKUKAN

- Penting untuk kelangsungan hidup perusahaan
- Kemampuan me-respon kompetisi global secara cepat dan efektif



## DEFINISI OTOMASI

*The technology concerned with the application of complex mechanical, electronics, and computer based systems in the operation and control of production (Groover)*

“Kebutuhan teknologi yang terkait kegiatan mekanik, elektronik yang kompleks berikut dengan dukungan sistem komputer dalam aktivitas dan pengendalian produksi”

*The process of following a predetermined sequence of operations with a little or no human labour, using specialised equipments and devices that perform and control manufacturing processes*

“Kebutuhan proses sebagai konsekuensi rancangan urutan operasi dengan sedikit atau tanpa bantuan operator, dengan menggunakan peralatan khusus yang melakukan dan mengendalikan proses manufaktur”

Ditinjau dari sisi teknologi, Otomasi Industri merupakan integrasi antarateknologi mekatronika, teknologi komputer dan teknologi informasi. Sedangkan definisi Mekatronika menurut Loughborough University (United Kingdom) adalah: "Mechatronics is a design philosophy that utilizes a synergistic integration of Mechanics, Electronics and Computer Technology (or IT) to produce enhanced products, processes or systems". Secara lebih spesifik, diagram sistem mekatronika yang merupakan integrasi sinergi antara teknologi mekanik (mekanik konvensional/elektromekanik), kontrol, elektronik (analog/digital) dan teknologi informasi. Contoh sistem mekatronika sederhana adalah mesin pengemasan permen, mesin pengemasan obat dan kosmetik dan mesin-mesin CNC

Sistem otomasi dapat didefinisikan sebagai suatu teknologi yang berkaitan dengan aplikasi mekanik, elektronik dan sistem yang berbasis komputer (komputer, PLC atau mikro). Semuanya bergabung menjadi satu untuk memberikan fungsi terhadap manipulator (mekanik) sehingga akan memiliki fungsi tertentu. Sejarah perkembangan sistem otomasi bermula dari governor sentrifugal yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan mesin uap yang dibuat oleh James Watt pada abad ke delapan belas. Dengan semakin berkembangnya komputer maka peran-peran dari sistem otomasi konvensional yang masih menggunakan peralatan-peralatan mekanik sederhana sedikit demi sedikit memudar. Penggunaan komputer dalam suatu sistem otomasi akan menjadi lebih praktis karena dalam sebuah komputer terdapat miliaran komputasi dalam beberapa milli detik, ringkas karena sebuah PC memiliki ukuran yang relatif kecil dan memberikan fungsi yang lebih baik daripada pengendalian mekanis

Elemen dasar sistem otomasi Terdapat tiga elemen dasar yang menjadi syarat mutlak bagi sistem otomasi, yaitu power, program of instruction, kontrol sistem yang kesemuanya untuk mendukung proses dari sistem otomasi tersebut.

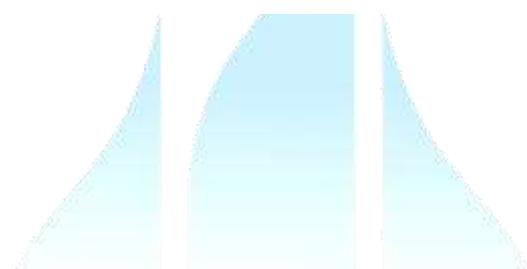
a. Power Power atau bisa dikatakan sumber energi dari sistem otomasi berfungsi

untuk menggerakkan semua komponen dari sistem otomasi. Sumber energi bisa menggunakan energi listrik, baterai, ataupun Accu, semuanya tergantung dari tipe sistem otomasi itu sendiri b. Program of instruction Proses kerja dari sistem otomasi mutlak memerlukan sistem kontrol baik menggunakan mekanis, elektronik ataupun komputer. Untuk program instruksi / perintah pada sistem kontrol mekanis maupun rangkaian elektronik tidak menggunakan bahasa pemrograman dalam arti sesungguhnya, karena sifatnya yang analog. Untuk sistem kontrol yang menggunakan komputer dan keluarganya (PLC maupun mikrokontroler) bahasa pemrograman merupakan hal yang wajib ada. Bahasa pemrograman seperti yang dilukiskan dalam gambar berikut akan memberikan perintah pada manipulator dengan perantara driver sebagai penguat. Perintah seperti “out”, “outport” ,”out32”

sebenarnya hanya memberikan perintah untuk sekian millidetik berupa arus pada manipulator yang kemudian akan diperkuat. Translasi/kompilasi bahasa (seperti Pascal, C, Basic, Fortran), memberi fasilitas pada programer untuk mengimplementasikan program aplikasi. Daerah ini merupakan antarmuka antara pengguna dengan sistem. Translator atau kompiler untuk bahasa pemrograman tertentu akan mengubah statemen-stamen dari pemrogram menjadi informasi yang dapat dimengerti oleh komputer. Instruksi komputer merupakan antarmuka antara perumusan perangkat lunak program aplikasi dan perangkat keras komputer. Komputer menggunakan instruksi tersebut untuk mendefinisikan urutan operasi yang akan dieksekusi. Penyajian Data membentuk antarmuka antara program aplikasi dan komputer. Daerah irisan dari ketiga lingkaran menyatakan sistem operasi. Sistem operasi ini yang akan mengkoordinasi interaksi program, mengatur kerja dari perangkat lunak dan perangkat keras yang bervariasi, serta operasi dari unit masukan/keluaran. Komputer merupakan salah satu produk teknologi tinggi yang dapat melakukan hampir semua pekerjaan diberbagai disiplin

ilmu, tetapi komputer hanya akan merupakan barang mati tanpa adanya bahasa pemrograman untuk menggambarkan apa yang kita kerjakan, sistem bilangan untuk mendukung komputasi, dan matematika untuk menggambarkan prosedur komputasi yang kita kerjakan.

c. Sistem kontrol Sistem kontrol merupakan bagian penting dalam sistem otomasi. Apabila suatu sistem otomasi dikatakan layaknya semua organ tubuh manusia seutuhnya maka sistem kontrol merupakan bagian otak / pikiran, yang mengatur dari keseluruhan gerak tubuh. Sistem kontrol dapat tersusun dari komputer, rangkaian elektronik sederhana, peralatan mekanik. Hanya saja penggunaan rangkaian elektronik, peralatan mekanik mulai ditinggalkan dan lebih mengedepankan sistem kontrol dengan penggunaan komputer dan keluarganya (PLC, mikrokontroler). Sistem kontrol sederhana dapat ditemukan dari berbagai macam peralatan yang kita jumpai, diantaranya Setiap toilet memiliki mekanisme kontrol untuk mengisi ulang tangki air dengan pengisian sesuai dengan kapasitas dari tangki tersebut. Mekanisme sistem kontrol tersebut menggunakan peralatan mekanis yang disusun sedemikian rupa sehingga membentuk sistem otomasi.- AC atau air conditioner merupakan sistem otomasi yang menggunakan sistem kontrol mikroelektronik atau yang sering disebut komputer sederhana.- Robot assembly contoh sistem otomasi yang menggunakan kontrol sistem komputer atau keluarganya. Sistem control tersebut akan memberikan pengaturan pada gerakan-gerakan tertentu untuk menyusun suatu peralatan pada industri.



# DaftarPustaka

- [1] Ogata, K(1997). "*Teknik Kontrol Automatik*". Jilid 1. Erlangga:Jakarta
- [2] <http://share.its.ac.id/course/view.php?id=804>
- [3] Kiyoshi Suzaki, *The New Shop Floor Management*, The Free Press, New York, 1993.
- [4] Manfred Weck, *Handbook of Machine Tools Volume 1*, John Wiley & Sons, 1984.
- [5] Martawirya Yatna Yuwana, Modul: Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri (SPTM),  
Diktat Kuliah
- [6] Sistem Produksi, Lab. Teknik Produksi - Jurusan Teknik Mesin - FTI - ITB, 1998.
- [7] Akhmad Hery Kusuma, Sistem Transfer Fleksibel dengan Pengendalian Terdistribusi
- [8] Menggunakan PLC, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin ITB, 2000.
- [9] Martawirya Yatna Yuwana dan Rochmad Setyadi, Sistem Produksi Terdistribusi  
Mandiri:
- [10] Perangkat Lunak Inti Pengembangan Sistem Produksi, Jurnal Teknik Mesin, Vol. XV.  
No. 1, Maret 2000. 12



## MODUL PERKULIAHAN

# Automasi Industri

## Arsitektur Automasi Industri

Fakultas

Fakultas Teknik

Program Studi

Teknik Elektro

Tatap Muka

# 02

Kode MK

Disusun Oleh

Ketty Siti Salamah, ST, MT

### Abstract

Sistem Otomasi Industri dapat diartikan sebagai sistem dengan mekanisme kerja dikendalikan oleh peralatan elektronik (electronic hardware) berdasarkan urutan-urutan perintah dalam bentuk program perangkat lunak (electronic software) yang disimpan di dalam unit memori kontroler elektronik.

### Kompetensi

Mahasiswa dapat mengetahui konsep otomasi industri

## Materi Modul 2

1. Karakteristik dasar arsitektur otomasi
2. Hirarki/struktur otomasi industri
3. Komponen-komponen pembentuk otomasi
4. Kebutuhan integrasi

### KARAKTERISTIK DASAR OTOMASI INDUSTRI

**Why....**Meski berbeda dalam berbagai aplikasi, tetapi struktur/arsitektur sistem kontrol yang dibangun hampir sama (mirip) satu sama lain.

Alasan dasar mengapa harus memakai otomasi harus sangat kuat (disertai data pendukung), misal Pabrik A manual menghasilkan 1 juta unit per tahun – Pabrik B otomatis modern menghasilkan 10 juta unit per tahun

**Who...**Otomasi dalam pembangkit listrik tidak dipakai dalam otomasi pabrik pengolahan makanan karena perbedaan mendasar, peraturan, tradisi dan hubungan dengan customer

Otomasi industri sangat melekat kepada siapa perancangannya, pola pikir, pengalaman, dan partner kerja

**What...**Setiap perancangan otomasi industri selalu dimulai dengan pemahaman terhadap berjalannya proses yang sudah ada (berawal dari manual/konvensional)

Pendefinisian kebutuhan otomasi industri tergantung pada obyek/produk yang akan dihasilkan (output), berikut dengan variasi dan kebutuhan proses utama berikut penunjangnya

**When....**Perkembangan teknologi sangat terkait erat dengan otomasi industri. Teknologi semakin cepat berkembang dan cepat menjadi usang. Hari ini perusahaan kita paling canggih, besar.,belum tentu

Perancangan otomasi industri harus juga mempertimbangkan prediksi perkembangan teknologi – yang tidak cukup hanya dengan memakai/membeli peralatan terkini & tercanggih

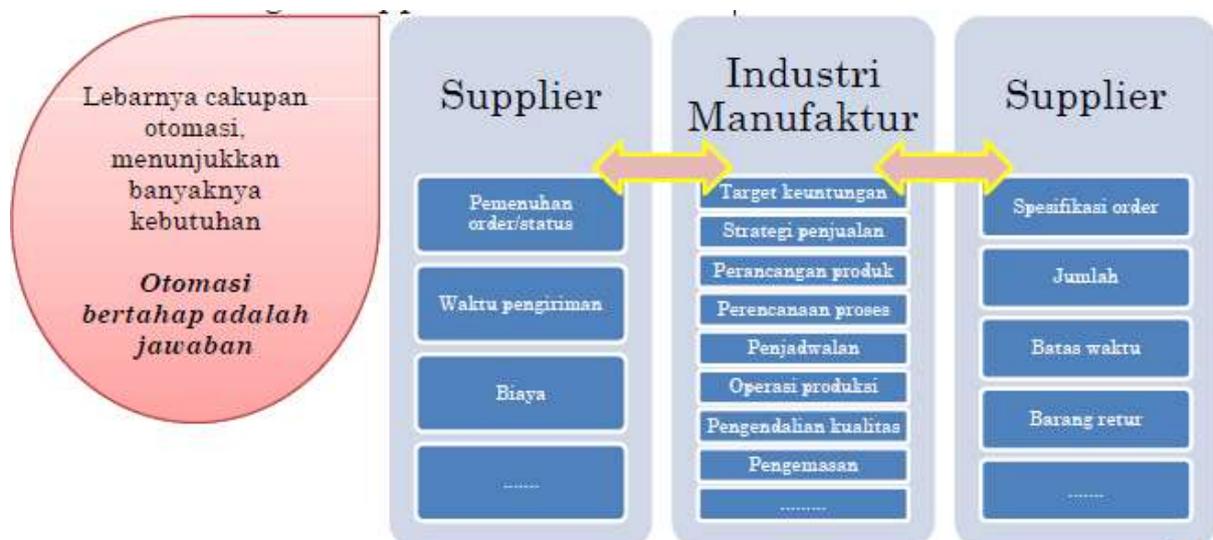
**Where...**Otomasi juga perlu mempertimbangkan kondisi setempat. Secara sederhana, di negara berkembang mungkin teknologi 5 tahun lalu di negara maju masih dianggap baru/tidak adaandingannya.

Belum tentu juga, teknologi terbaru dari negara maju langsung dapat diadaptasi oleh kondisi lokal/setempat. Termasuk masalah keunikan dari material bahan baku

**How...**Setiap perancangan otomasi industri harus didasarkan oleh tujuan menjawab Why dan bukan agar bisa mengadopsi/menerapkan teknologi terkini “latah teknologi” Otomasi dapat dilakukan dengan mengganti sebagian peralatan manual dengan peralatan otomatis, atau bahkan hanya dengan membeli sebuah peralatan untuk fungsi integrasi saja. Otomasi tidak selalu harus mengganti segalanya (at any instant time) pada suatu saat tertentu tetapi bisa dilakukan secara bertahap

### HIRARKI/STRUKTUR OTOMASI INDUSTRI

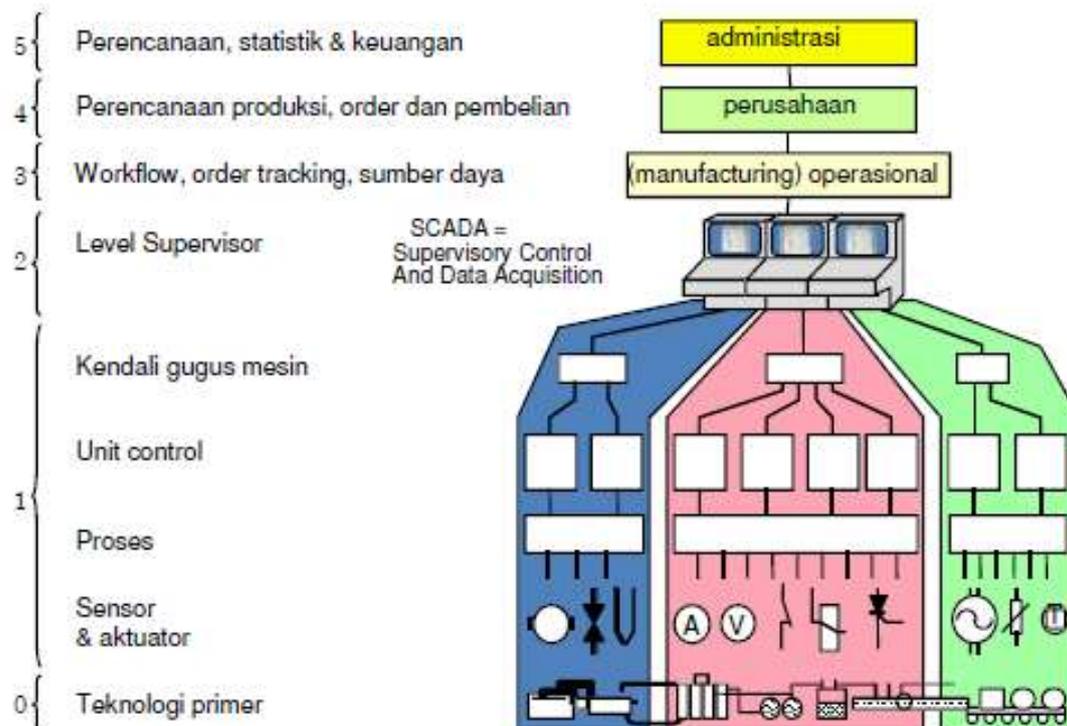
Setiap industri tidak dapat berdiri sendiri tanpa kehadiran supplier dan customer (Supply Chain Management), sehingga kebutuhan otomasi tidak hanya terbatas pada internal sistem manufaktur saja, tetapi juga interaksi dengan supplier dan customer.



Selain penyelarasan secara horizontal (supply chain relationship) sebuah industri manufaktur juga membutuhkan penyelarasan secara vertikal



Secara teknis, jawaban atas kebutuhan penyelarasan tadi dijawab dalam hirarki berikut ini



Level 0 (Actual Process Production, Instrument) : Pada level ini terdapat instrument-instrument yang digunakan dalam proses produksi. Proses produksi yang terjadi adalah perubahan dari barang mentah menjadi barang jadi.

Level (Group Control, Unit Control, Field) : Pada level ini terdapat 3 elemen, yaitu :  
– Field :  
Disini terjadi pembacaan sensor yang selanjutnya digunakan untuk mengontrol suatu instrument oleh unit control.  
– Unit Control : Unit control ini adalah suatu perangkat untuk mengendalikan suatu instrument tertentu.  
– Group Control : Group control ini berfungsi untuk mengkoordinasi tiap-tiap unit control agar tiap unit control dan instrument-instrumentnya dapat bersinkronisasi dan menjalankan suatu fungsi dan tujuan yang sama.

Level (Monitoring, Supervisory Control, Automation Control) : Pada level supervisory atau SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), terdapat proses penyimpanan dan pengolahan data secara keseluruhan yang ditampilkan oleh HMI, serta proses monitoring dan kontrol terhadap beberapa group control.

4. Level 3 (Workflow, Process, Interaction, Scheduling) : Pada level ini terjadi pengaturan eksekusi, sumber daya, alur kerja, pengawasan terhadap kualitas, penjadwalan proses produksi, dan pemeliharaan.

5. Level 4 (Planning, Statistic, Finance) : Di level ini terjadi pengaturan keuangan, dokumentasi, serta penentuan rencana jangka panjang.

Interaksi langsung dengan hardware pabrik (misal boiler)



## Elemen dasar sistem otomasi

Terdapat tiga elemen dasar yang menjadi syarat mutlak bagi sistem otomasi, yaitu power, program of instruction, kontrol sistem yang kesemuanya untuk mendukung proses dari sistem otomasi tersebut.

a. Power

Power atau bisa dikatakan sumber energi dari sistem otomasi berfungsi untuk menggerakkan semua komponen dari sistem otomasi. Sumber energi bisa menggunakan energi listrik, baterai, ataupun Accu, semuanya tergantung dari tipe sistem otomasi itu sendiri.

b. Program of instruction

Proses kerja dari sistem otomasi mutlak memerlukan sistem kontrol baik menggunakan mekanis, elektronik ataupun komputer. Untuk program instruksi / perintah pada sistem kontrol mekanis maupun rangkaian elektronik tidak menggunakan bahasa pemrograman dalam arti sesungguhnya, karena sifatnya yang analog. Untuk sistem kontrol yang menggunakan komputer dan keluarganya (PLC maupun mikrokontroler) bahasa pemrograman merupakan hal yang wajib ada.

Bahasa pemrograman seperti yang dilukiskan dalam gambar berikut akan memberikan perintah pada manipulator dengan perantara driver sebagai penguat. Perintah seperti “out”, “outport” ,”out32” sebenarnya hanya memberikan perintah untuk sekian millidetik berupa arus pada manipulator yang kemudian akan diperkuat.

Translasi/kompilasi bahasa (seperti Pascal, C, Basic, Fortran), memberi fasilitas pada programmer untuk mengimplementasikan program aplikasi. Daerah ini merupakan antarmuka antara pengguna dengan sistem. Translator atau kompiler untuk bahasa pemrograman tertentu akan mengubah statemen-statement dari pemrogram menjadi informasi yang dapat dimengerti oleh komputer.

Instruksi komputer merupakan antarmuka antara perumusan perangkat lunak program aplikasi dan perangkat keras komputer. Komputer menggunakan instruksi tersebut untuk

mendefinisikan urutan operasi yang akan dieksekusi. Penyajian Data membentuk antarmuka antara program aplikasi dan komputer. Daerah irisan dari ketiga lingkaran menyatakan sistem operasi. Sistem operasi ini yang akan mengkoordinasi interaksi program, mengatur kerja dari perangkat lunak dan perangkat keras yang bervariasi, serta operasi dari unit masukan/keluaran.

Komputer merupakan salah satu produk teknologi tinggi yang dapat melakukan hampir semua pekerjaan diberbagai disiplin ilmu, tetapi komputer hanya akan merupakan barang mati tanpa adanya bahasa pemrograman untuk menggambarkan apa yang kita kerjakan, sistem bilangan untuk mendukung komputasi, dan matematika untuk menggambarkan prosedur komputasi yang kita kerjakan.

### c. Sistem kontrol

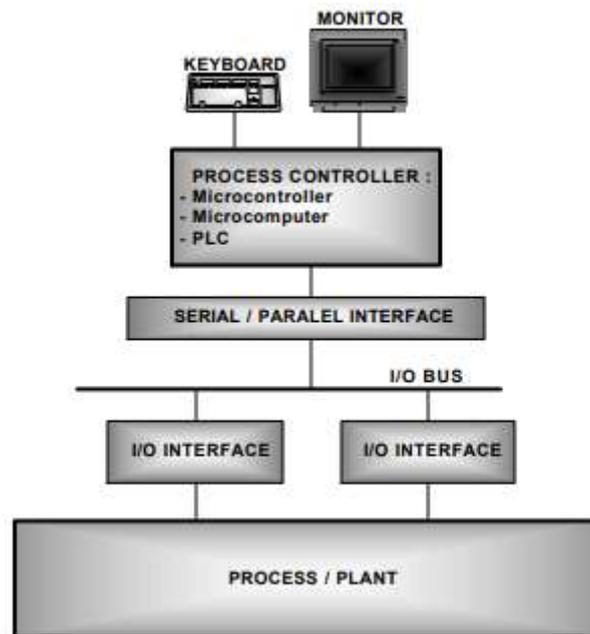
Sistem kontrol merupakan bagian penting dalam sistem otomasi. Apabila suatu sistem otomasi dikatakan layaknya semua organ tubuh manusia seutuhnya maka sistem kontrol merupakan bagian otak / pikiran, yang mengatur dari keseluruhan gerak tubuh. Sistem kontrol dapat tersusun dari komputer, rangkaian elektronik sederhana, peralatan mekanik. Hanya saja penggunaan rangkaian elektronik, peralatan mekanik mulai ditinggalkan dan lebih mengedepankan sistem kontrol dengan penggunaan komputer dan keluarganya (PLC, mikrokontroler)

Sistem kontrol sederhana dapat ditemukan dari berbagai macam peralatan yang kita jumpai, diantaranya

- AC atau air conditioner merupakan sistem otomasi yang menggunakan sistem kontrol mikroelektronik atau yang sering disebut komputer sederhana.
- Robot assembly contoh sistem otomasi yang menggunakan kontrol sistem komputer atau keluarganya. Sistem control tersebut akan memberikan pengaturan pada gerakan-gerakan tertentu untuk menyusun suatu peralatan pada industri.

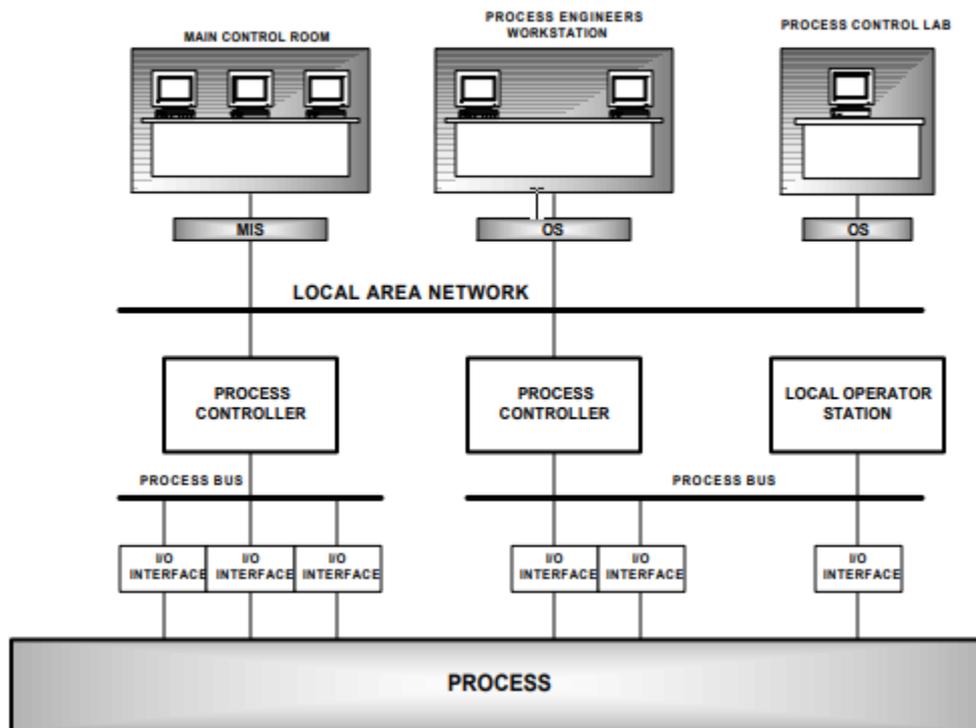
## Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem otomasi elektronika yang dimaksud adalah DDC (Direct Digital Control) dan DCS (Distributed Control System) yang diperlihatkan pada gambar 1-3 dan 1-4. Sistem akan semakin kompleks dengan semakin besarnya jumlah variabel proses dan jumlah input / output ( I/O ) yang digunakan dalam melayani kebutuhan produksi dalam industri.



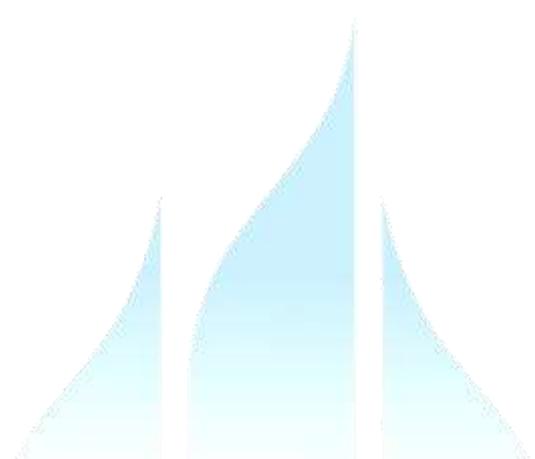
Gambar Sistem Otomasi Direct Digital Control ( DDC ) [1] [1] Karl J. Astrom : Computer Controlled Systems, 2nd Ed., Prentice-Hall, NJ, 1990.

Unit yang ada pada DDC merupakan unit peralatan elektronik meliputi :  
· Peralatan Kontrol Proses (analog dan diskrit)  
· Peralatan Input dan Output (sensor, aktuator)  
· Peralatan Instrumentasi  
· Peralatan Komunikasi Data  
Disamping itu pada DDC juga dilengkapi dengan unit perangkat lunak :  
· Operating System Software  
· Communication Protocol  
· DDC Application Software



Gambar Distributed Control System ( DCS ) [2] [2] Karl J. Astrom : Computer Controlled Systems, 2nd Ed., Prentice-Hall, NJ, 1990 ].

DCS dilengkapi dengan unit Sistem DCS, yaitu, Unit Peralatan Elektronik : · Peralatan Kontrol Proses · Peralatan Input dan Output · Peralatan Akuisisi Data · Peralatan Instrumentasi · Peralatan Interkoneksi Unit Peralatan Jaringan Komputer (LAN): · Client & Server Computer · Peralatan Interkoneksi ( NIC, Konektor, Saluran Transmisi, HUB, Modem ) Unit Perangkat Lunak : · Operating System Software ( Computer & LAN ) · Communication Protocol · DCS Application Software · Database & Information System



# DaftarPustaka

- [1] Ogata, K(1997). “*Teknik Kontrol Automatik*”. Jilid 1. Erlangga:Jakarta
- [2] <http://share.its.ac.id/course/view.php?id=804>
- [3] Kiyoshi Suzuki, *The New Shop Floor Management*, The Free Press, New York, 1993.
- [4] Manfred Weck, *Handbook of Machine Tools Volume 1*, John Wiley & Sons, 1984.
- [5] Martawirya Yatna Yuwana, Modul: Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri (SPTM),  
Diktat Kuliah
- [6] Sistem Produksi, Lab. Teknik Produksi - Jurusan Teknik Mesin - FTI - ITB, 1998.
- [7] Akhmad Hery Kusuma, Sistem Transfer Fleksibel dengan Pengendalian Terdistribusi
- [8] Menggunakan PLC, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin ITB, 2000.
- [9] Martawirya Yatna Yuwana dan Rochmad Setyadi, Sistem Produksi Terdistribusi  
Mandiri:
- [10]Perangkat Lunak Inti Pengembangan Sistem Produksi, Jurnal Teknik Mesin, Vol. XV.  
No. 1, Maret 2000. 12



## MODUL PERKULIAHAN

# Automasi Industri

## Sistem Kendali Industri

Fakultas

Fakultas Teknik

Program Studi

Teknik Elektro

Tatap Muka

# 03

Kode MK

Disusun Oleh

Ketty Siti Salamah, ST, MT

### Abstract

Sistem Otomasi Industri dapat diartikan sebagai sistem dengan mekanisme kerja dikendalikan oleh peralatan elektronik (electronic hardware) berdasarkan urutan-urutan perintah dalam bentuk program perangkat lunak (electronic software) yang disimpan di dalam unit memori kontroler elektronik.

### Kompetensi

Mahasiswa dapat mengetahui konsep otomasi industri

Sistem kontrol (sistem kendali) telah memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan ilmu dan teknologi. Di samping sangat diperlukan pada pesawat ruang angkasa, peluru kendali, dan sistem kemudi pesawat, sistem kontrol juga menjadi bagian yang penting dan terpadu dari proses – proses dalam pabrik dan industri modern. Sebagai contoh, sistem kontrol sangat diperlukan dalam operasi – operasi di industri untuk mengontrol tekanan, temperatur, kelembaban, viskositas, dan aliran dalam industri proses, pengerjaan dengan mesin perkakas, penanganan dan perakitan bagian – bagian mekanik dalam industri manufaktur, dan sebagainya.

Karena kemajuan dalam teori dan praktek sistem kontrol, maka sistem kontrol dapat memberikan kemudahan dalam mendapatkan performansi dari sistem dinamik, mempertinggi kualitas dan menurunkan biaya produksi, mempertinggi laju produksi, meniadakan pekerjaan-pekerjaan rutin dan membosankan yang harus dilakukan oleh manusia, dan sebagainya.

Pengertian sistem kontrol itu sendiri adalah proses pengaturan / pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau dalam suatu rangkuman harga (range) tertentu. Dalam istilah lain disebut juga teknik pengaturan, sistem pengendalian atau sistem pengontrolan. Secara umum sistem kontrol dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Dengan operator (manual) dan otomatis.
2. Jaringan tertutup (closed-loop) dan jaringan terbuka (open-loop).
3. Kontinu (analog) dan diskontinu (digital, diskrit).
4. Servo dan regulator.
5. Menurut sumber penggerak : elektris, pneumatis (udara, angin), hidraulis (cairan), dan mekanis. (kontrol otomatis teori dan penerapan : 1994)

Sedangkan aksi pengontrolan ada enam aksi yaitu :

1. Dua posisi (on-off).
2. Proportional.
3. Integral.
4. Proportional plus Integral.
5. Proportional plus Derivative.
6. Proportional plus Integral plus Derivative. (teknik kontrol otomatis sistem pengaturan jilid 1 : 1985)

Aksi kontrol PID (Proportional, Integral, Derivative) banyak ditemukan di dunia industri dan satu – satunya strategi yang paling banyak diadopsi pada pengontrolan proses. Berdasarkan survey, 97% industri yang bergerak dalam bidang proses (seperti kimia, pulp, makanan, minyak, dan gas) menggunakan PID sebagai komponen utama dalam pengontrolannya

### **Manual dan Otomatis**

Pengendalian secara manual adalah pengendalian yang dilakukan oleh manusia yang bertindak sebagai operator sedangkan pengendalian secara otomatis adalah pengendalian yang dilakukan oleh mesin-mesin/peralatan yang bekerja secara otomatis dan operasinya dibawah pengawasan manusia. Contoh pengendalian secara manual banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari seperti pada pengaturan suara radio, televisi, pengaturan cahaya layar televisi, pengaturan aliran air melalui kran dan lain-lain sedangkan pengendalian otomatis banyak ditemui dalam proses industri, pengendalian pesawat terbang, pembangkitan tenaga listrik dan lain-lain.

### **Jaringan Terbuka dan Jaringan Tertutup**

Sistem kendali dengan jaringan tertutup adalah sistem pengendalian dimana besaran keluaran memberikan efek terhadap besaran masukan sehingga besaran yang dikendalikan dapat dibandingkan terhadap harga yang diinginkan melalui alat pencatat. Selanjutnya perbedaan

harga yang terjadi antara besaran yang dikendalikan dan penunjukkan alat pencatat digunakan sebagai koreksi pada gilirannya akan merupakan sasaran pengendalian.

Sistem kendali dengan jaringan terbuka adalah sistem pengendalian dimana keluaran tidak memberikan efek terhadap besaran masukan sehingga variabel yang dikendalikan tidak dapat dibandingkan terhadap harga yang diinginkan. Aplikasi sistem jaringan terbuka dan tertutup ditemui dalam kehidupan sehari-hari sebagai berikut : jika seseorang mengendarai mobil maka jalur kecepatan beserta percepatan kendaraan tersebut dapat ditentukan dan dikendalikan oleh pengemudi dengan cara mengamati lalu kondisi lalu lintas dan mengendalikan setir, rem dan alat- alat pengendali lainnya.

Jika pengemudi ingin memelihara kecepatan pada suatu harga yang konstan (sebagai keluaran) maka pengemudi dapat mengaturnya melalui pedal percepatan (gas) dan harga ini secara tepat dapat diperoleh dengan mengamati penunjukkan speedometer. Dengan mengamati besarnya keluaran tersebut setiap saat berarti akan diberikan diberikan suatu informasi terhadap masukan (dalam hal ini pengemudi dan pedal gas) sehingga jika terjadi penyimpangan terhadap kecepatan, pengemudi dapat mengendalikannya kembali ke harga seharusnya.

Contoh tersebut merupakan contoh sistem kendali dengan jaringan tertutup dan akan berubah menjadi sistem kendali dengan jaringan terbuka jika kendaraan tersebut tidak dilengkapi dengan speedometer.

Untuk pengendalian sistem kendali jenis kontinu (analog) ini dapat dibagi menjadi beberapa bagian yaitu

1. Proporsional. Pada pengendalian proporsional ini dimana keluaran sebanding dengan penyimpangan. Contohnya pengendalian uap melalui katup, pengendalian transmisi tekanan dan lain-lain

2. Integral. Pada pengendalian integral ini dimana keluaran selalu berubah- ubahselama terjadi deviasi dan kecepatan perubahan keluaran tersebut sebanding dengan penyimpangan. Contohnya pengendalian level cairan dalam tangki, pengendalian sistem tekanan dan lain-lain
3. Differensial. Pengendalian integral jarang dipakai secara tersendiri tetapi digabungkan dengan jenis proporsional untuk menghilangkan keragu-raguan jika jenis proporsional ini memerlukan karakteristik yang stabil.

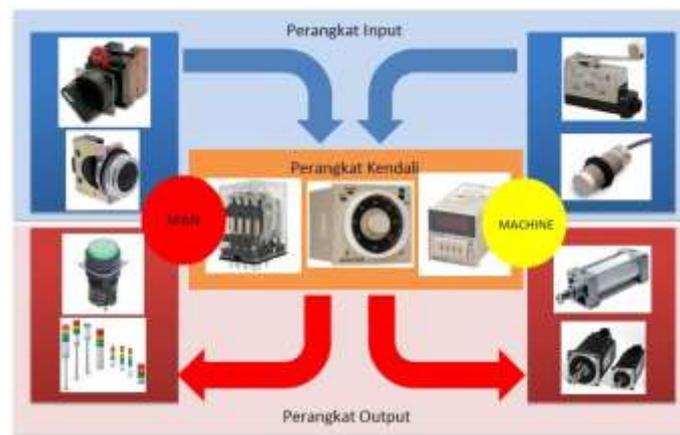
Untuk pengendalian sistem kendali jenis diskontinu (diskrit) dapat dibagi menjadi beberapa bagian :

1. Pengendalian dengan dua posisi. Contohnya relai, termostat, level, saklar ON-OFF dan lain-lain.
2. Pengendalian dengan posisi ganda. Contohnya saklar pemilih (selector switch). Keuntungannya cenderung mengurangi osilasi
3. Pengendalian Floating. Posisi yang relatif tidak terbatas, dalam jenis ini, pemindahan energi dapat dilakukan melalui salah satu daripada beberapa kemungkinan yang ada

Industri memiliki cakupan yang sangat luas, begitu juga jika kita membicarakan tentang sistem kendali yang ada di dalamnya. Dari sistem kendali dasar yang konvensional menggunakan elektro-mekanik hingga sistem kompleks terprogram yang saling terintegrasi yang dapat dipantau melalui jaringan internet, bahkan gadget. Beberapa industri sudah menerapkan sistem kendali kompleks, namun bukan berarti sepenuhnya meninggalkan sistem kendali dasar, bahkan beberapa industri skala kecil atau menengah tetap memilih sistem kendali dasar dengan pertimbangan proses yang sederhana dan kendala investasi. Sehingga akan tetap relevan untuk mempelajari sistem kendali dasar di industri.

Sistem elektro-mekanik memiliki peran penting sebagai komponen kendali logika dalam kendali di industri. Gambar di bawah ini adalah ilustrasi paling umum dari sistem kendali

dasar yang ada di industri. Yaitu meliputi Komponen Input dasar, Komponen Kendali logika dasar dan komponen Output dasar.

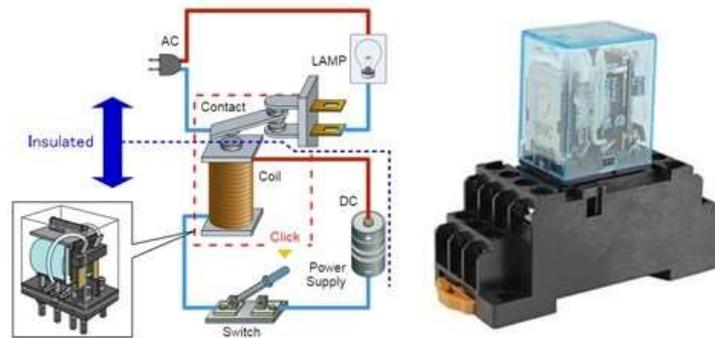


Gambar 1. Sistem Kendali Dasar

PLC adalah sebuah pengendali yang umum digunakan di industri memiliki beberapa komponen Kendali Dasar, Komponen ini berfungsi sebagai pengatur logika utama yang akan mengendalikan kerja sistem atau mesin. Komponen logika dasar tersebut antara lain Relay, Timer dan Counter.

## RELAY

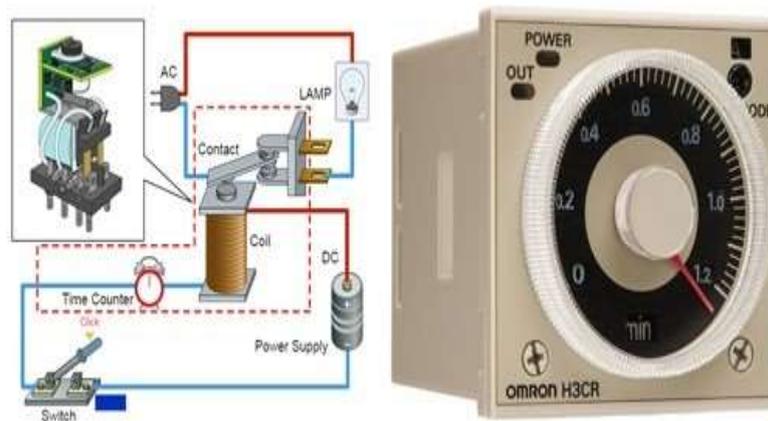
Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan dengan tenaga listrik dan merupakan komponen Elektromekanikal (kombinasi elektrik dan mekanik) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil/lilitan magnet) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Sebuah relay minimal memiliki 1 pasang Kontak NO (Normally Open) dan Kontak NC (Normally Close). Dalam kondisi coil tidak diberi tegangan, kontak NO masih terbuka sedangkan kontak NC masih tertutup, namun begitu coil diberi tegangan, coil segera membangkitkan medan elektromagnetik yang menyebabkan kontak NO menutup dan kontak NC terbuka. Perubahan kondisi kontak NO dan NC ini yang digunakan untuk mengatur logika kerja sistem. Gambar di bawah adalah konstruksi sebuah relay dan salah satu contoh jenis relay PLC Omron.



Gambar 2. Relay

## TIMER

Timer sebenarnya memiliki konstruksi dan prinsip kerja yang mirip dengan relay. Dimana Timer memiliki coil dan juga kontak. Satu satunya perbedaan mendasar antara Relay dengan Timer adalah adanya sistem penunda Timer, sehingga coil tidak segera mengaktifkan medan elektro magnetik melainkan menunggu hingga jeda waktu yang diatur telah tercapai. Timer memiliki pengaturan jeda berapa lama waktu tunda sejak timer diberi tegangan hingga coil aktif. Gambar di bawah adalah konstruksi sebuah timer dan salah satu contoh jenis timer Omron.



Gambar 3. Timer

## COUNTER

Counter pada dasarnya pun serupa dengan relay, yang membuat Counter lebih spesial dari pada relay adalah kemampuan untuk mengolah signal detak pulsa. Jika Timer memiliki pengaturan waktu jeda, maka Counter memiliki pengaturan jumlah detak pulsa yang harus diberikan padanya hingga coil pada Counter akan aktif. Gambar di bawah adalah salah satu contoh jenis Produk Counter Omron.



Gambar 4. Counter

Komponen Input Dasar, yaitu perangkat hardware yang berfungsi untuk memberikan signal perintah kepada komponen kendali. Perangkat ini bekerja dengan menyambungkan atau memutuskan aliran arus dalam sirkuit elektrik, sehingga dapat dikatakan hanya ada dua kondisi yaitu ON atau OFF. Dengan memperhatikan gambar di atas, dari sudut pandang komponen kendali terdapat 2 kelompok komponen input dasar yaitu :

1. Interaksi dengan manusia, komponen ini berfungsi sebagai alat interaksi komponen kendali terhadap manusia (operator), seperti Push Button, Selector Switch dan Toggle Switch.
2. Interaksi dengan Mesin, komponen ini berfungsi sebagai bentuk interaksi mesin terhadap komponen kendali, seperti sensor proximity dan limit switch.

Komponen Output dasar, yaitu sebuah perangkat hardware yang digunakan untuk merubah signal output menjadi sebuah kondisi sesuai dengan kebutuhan. Berikut ini pengelompokan

jenis keluaran berdasarkan kegunaannya. Seperti halnya komponen input, pada gambar di atas juga menunjukkan 2 kelompok komponen Output Dasar

1. Interaksi dengan manusia (operator), yaitu berfungsi untuk memberitahukan operator atau menunjukkan status pengoperasian mesin. Contohnya Lampu Indikator, tower Lamp, dan Digital Panel Indicator.
2. Interaksi dengan mesin, yaitu berfungsi untuk mengubah volume panas sistem target, contohnya Heater. Atau berfungsi untuk menggerakkan, memutar, atau mengatur sebuah objek seperti Motor Listrik, dan Solinoid untuk mengatur valve pada pergerakan Pneumatik. Perangkat keluaran yang dapat menghasilkan sebuah gerakan secara umum disebut dengan aktuator.

Wiring atau penyambungan kabel pada perangkat kendali memegang peran utama bagi logika sistem kendali dasar ini. Hal ini bukan masalah serius untuk sistem dengan skala sederhana dan alur kerja yang tetap, namun pada sistem yang lebih kompleks atau menuntut fleksibilitas yang tinggi pada alur kerjanya, maka akan menjadi permasalahan seirus. Karena banyak diperlukan perubahan pada wiring. Satu saja terjadi kesalahan atau kerusakan pada wiring maka boleh jadi sistem tidak berfungsi dan diperlukan penelusuran kerusakan yang cukup rumit. Fleksibilitas dan kemudahan perawatan merupakan 2 contoh dari banyak alasan yang membuat sistem kendali dasar dengan logika wiring perlu untuk dirubah menjadi sistem kendali yang dapat diprogram.

## INDUSTRI PROSES VERSUS INDUSTRI MANUFAKTUR DISKRIT

1. Industri dan operasi produksinya dibagi dalam dua katagori dasar : (1) industri proses, dan (2) industri manufaktur diskrit;

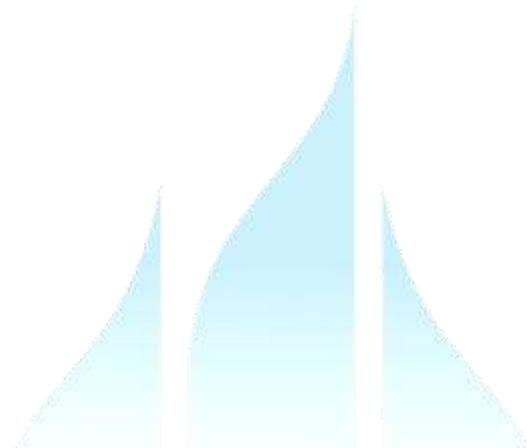
2. Industri proses cenderung menggunakan material dalam bentuk cairan, gas, serbuk, dan material-material sejenis;
3. Industri manufaktur diskrit cenderung menggunakan material dalam bentuk padat untuk pembuatan part atau produk diskrit;
4. Karena perbedaan jenis material yang digunakan dalam ke dua kategori tersebut, maka jenis operasi yang dilakukan juga berbeda.

**Jenis operasi dalam industri proses :**

1. reaksi-reaksi kimia,
2. kominusi (pemecahan dalam bagian yang kecil-kecil, comminution),
3. deposisi (mis. deposisi uap secara kimiawi),
4. distilasi,
5. pencampuran dan peramuan unsur-unsur,
6. pemisahan unsur-unsur.

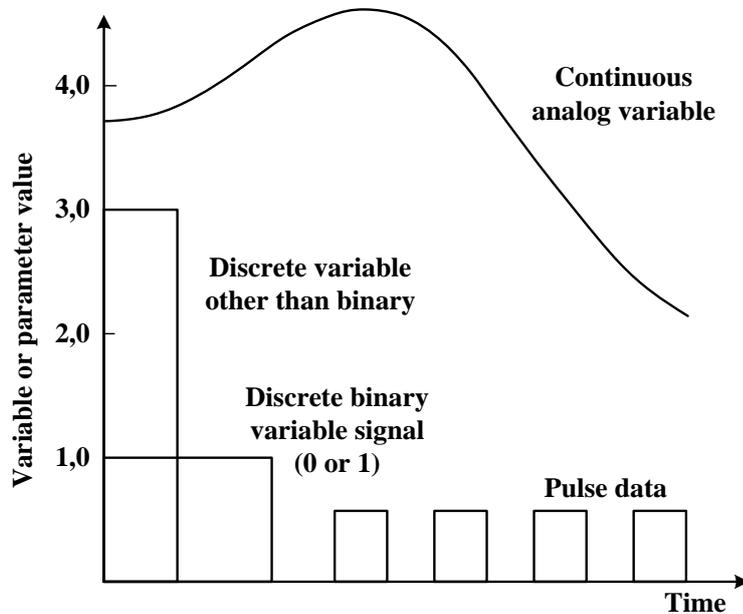
**Jenis operasi dalam industri manufaktur diskrit :**

1. penuangan,
2. penempaan,
3. ekstrusi,
4. perakitan mekanis,
5. pencetakan plastik,
6. penstempelan logam lembaran.



## Level Otomasi dalam Dua Industri

Level	Level otomasi dalam industri proses	Level otomasi dalam industri manufaktur diskrit
5	<b>Level perusahaan :</b> sistem informasi manajemen, perencanaan strategi, manajemen level tinggi perusahaan.	<b>Level perusahaan :</b> sistem informasi manajemen, perencanaan strategi, manajemen level tinggi perusahaan.
4	<b>Level pabrik :</b> penskedulian, pemindahan dan penanganan material, pemantauan peralatan.	<b>Level pabrik :</b> penskedulian, pemindahan dan penanganan material ke dalam proses, pengaturan rute part melalui mesin, pemanfaatan mesin.
	<b>Level kendali pengawasan :</b> pengendalian dan koordinasi beberapa	<b>Level sel manufaktur atau sistem :</b> pengendalian dan koordinasi group
<p><b>Perbedaan antara industri proses dan industri manufaktur diskrit terletak pada variabel dan parameter yang menentukan karakteristik operasi produksi masing-masing. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, variabel didefinisikan sebagai output proses dan parameter didefinisikan sebagai input proses. Dalam industri proses, variabel dan parameter memiliki kecenderungan kontinu, sedang dalam industri manufaktur diskrit variabel dan parameter cenderung diskrit dari loop-loop kendali dasar untuk unit-unit operasi.</b></p>		
		<b>tor untuk kendali penyelesaian aktifitas mesin.</b>

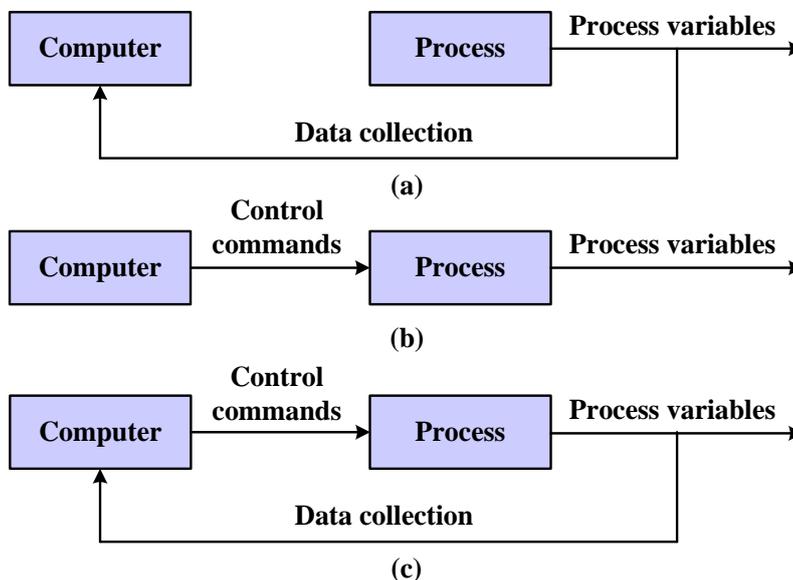


## KONTROL KONTINU VERSUS KONTROL DISKRIT

Sistem kontrol industri yang digunakan dalam industri proses pada umumnya menggunakan sistem kontrol kontinu sedangkan pada industri manufaktur diskrit menggunakan sistem kontrol diskrit. Perbandingan antara kedua sistem kontrol tersebut dapat dilihat dalam tabel berikut ini.

Faktor Komparasi	Kontrol Kontinu dalam Industri Proses	Kontrol Diskrit dalam Industri Manufaktur Diskrit
Jenis pengukuran output produk	Pengukuran berat, pengukuran volume likuid, pengukuran volume solid	Jumlah part, jumlah produk
Jenis pengukuran kualitas	Konsistensi, konsentrasi larutan, ketiadaan kontaminasi, konformansi terhadap spesifikasi	Dimensi, penyelesaian permukaan, penampilan, ketiadaan cacat, keandalan produk
Jenis variabel dan parameter	Temperatur, laju aliran volume, tekanan	Posisi, kecepatan, percepatan, gaya
Jenis sensor	Meter aliran, termokopel, sensor tekanan	Saklar batas, sensor fotoelektrik, strain gage, sensor piezoelektrik
Jenis aktuator	Kelep, pemanas, pompa	Saklar, motor, piston
Jenis konstante waktu proses	Detik, menit, jam	Kurang dari sedetik

## BENTUK-BENTUK KONTROL PROSES KOMPUTER



**(a) pemantauan proses, (b) kendali proses loop terbuka, dan (c) kendali proses loop tertutup.**

Perbedaan antara pemantauan proses dan proses kontrol :

1. dalam pemantauan proses (gb.a), komputer digunakan untuk mengumpulkan data dari proses, sedang
2. dalam kendali proses (gb. b & c), komputer mengatur proses.

Data yang dikumpulkan dalam pemantauan proses meliputi : data proses, data peralatan, dan data produk.

Dalam beberapa penerapan kontrol proses, aktifitas tertentu yang diterapkan dengan komputer kontrol tidak membutuhkan data umpan balik yang harus dikumpulkan dari proses; jadi ini merupakan jaringan terbuka (gb. b). Tetapi, pada umumnya beberapa bentuk umpan balik atau interlocking dibutuhkan untuk meyakinkan bahwa instruksi kontrol telah dilaksanakan dengan baik; jadi merupakan jaringan tertutup (gb. c).

## Daftar Pustaka

- [1] Ogata, K(1997). "*Teknik Kontrol Automatik*". Jilid 1. Erlangga:Jakarta
- [2] <http://share.its.ac.id/course/view.php?id=804>
- [3] Kiyoshi Suzaki, *The New Shop Floor Management*, The Free Press, New York, 1993.
- [4] Manfred Weck, *Handbook of Machine Tools Volume 1*, John Wiley & Sons, 1984.
- [5] Martawirya Yatna Yuwana, Modul: Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri (SPTM),  
Diktat Kuliah
- [6] Sistem Produksi, Lab. Teknik Produksi - Jurusan Teknik Mesin - FTI - ITB, 1998.
- [7] Akhmad Hery Kusuma, Sistem Transfer Fleksibel dengan Pengendalian Terdistribusi
- [8] Menggunakan PLC, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin ITB, 2000.
- [9] Martawirya Yatna Yuwana dan Rochmad Setyadi, Sistem Produksi Terdistribusi  
Mandiri:
- [10] Perangkat Lunak Inti Pengembangan Sistem Produksi, Jurnal Teknik Mesin, Vol. XV.  
No. 1, Maret 2000. 12



## MODUL PERKULIAHAN

# Automasi Industri

## LOGIKA AUTOMASI

Fakultas

Fakultas Teknik

Program Studi

Teknik Elektro

Tatap Muka

# 04

Kode MK

Disusun Oleh

Ketty Siti Salamah, ST, MT

### Abstract

Sistem Automasi Industri dapat diartikan sebagai sistem dengan mekanisme kerja dikendalikan oleh peralatan elektronik (electronic hardware) berdasarkan urutan-urutan perintah dalam bentuk program perangkat lunak (electronic software) yang disimpan di dalam unit memori kontroler elektronik.

### Kompetensi

Mahasiswa dapat mengetahui konsep Automasi industri

## OUTLINE PERTEMUAN INI

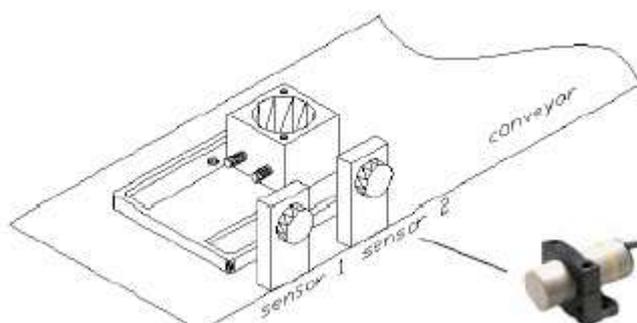
1. Bilangan biner dan bilangan heksadesimal
2. Aljabar boolean
3. Gerbang logika
4. Aplikasi praktis

MASIH INGATKAH DENGAN GAMBAR INI?

Seluruh aplikasi Automasi menggunakan logika untuk menyederhanakan prosedur proses yang harus dijalankan Automasi umumnya menggunakan bahasa pemrograman, termasuk di dalamnya pemrosesan informasi dalam komputer menggunakan bahasa sederhana berbasis logika

Sensor 1	Sensor 2	Task description
OFF	OFF	No main block.
OFF	ON	Main block in the right position.
ON	OFF	Main block in the wrong position. Push it out of the conveyor
ON	ON	No signal output

Sensor 1	Sensor 2	Sinyal
0	0	Tidak ada part
0	1	Posisi part benar
1	0	Posisi part salah, dorong keluar dari konveyor
1	1	Tidak ada/tidak dipakai



## **BILANGAN BINER**

1. Sistem bilangan berbasis sepuluh (desimal), seberapaapun besarnya bisa ditulis dengan angka 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
2. Dalam sistem biner, hanya 0 dan 1 Desimal: Angka 624 dibaca enam ratus dua puluh empat  
→  $100\text{-an} = 6, 10\text{-an} = 2, 1\text{-an} = 4$

Dengan kata lain →  $6 \times 100 + 2 \times 10 + 4 \times 1$

Biner: 1001 biner atau 10012 dikonversikan dari kanan dengan lipat 2

(1-an, 2-an, 4-an, 8-an, dst)

→  $8\text{-an} = 1, 4\text{-an} = 0, 2\text{-an} = 0, 1\text{-an} = 1$

Dengan kata lain →  $8 \times 1 + 4 \times 0 + 2 \times 0 + 1 \times 1 = 9$

## **KONVERSI DESIMAL → BINER**

Pembagian dengan 2 secara berulang

Misalnya angka 29

$$29 : 2 = 14 \text{ sisa } 1$$

$$14 : 2 = 7 \text{ sisa } 0$$

$$7 : 2 = 3 \text{ sisa } 1$$

$$3 : 2 = 1 \text{ sisa } 1$$

$$1 : 2 = 0 \text{ sisa } 1$$

Sehingga bilangan biner dari 29 adalah 11101

(hasil awal menjadi bagian terkecil/terakhir)

## **BILANGAN HEKSADESIMAL**

Notasi: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

A=10,B=11,C=12,D=13,E=14,F=15

Konversi ke biner, misal 83 heksa

- ✓ Ubah 3 menjadi biner (4 digit) → 0011
- ✓ Ubah 8 menjadi biner (4 digit) → 1000
- ✓ Maka 83 heksa adalah 10000011
- ✓ Dinamakan sistem BCD(binary coded decimal)

Konversi ke desimal, misal 83 heksa

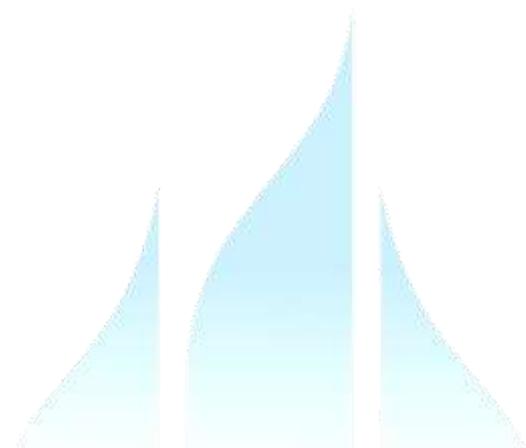
$$8 \times 16 + 3 \times 1 = 128 + 3 = 131$$

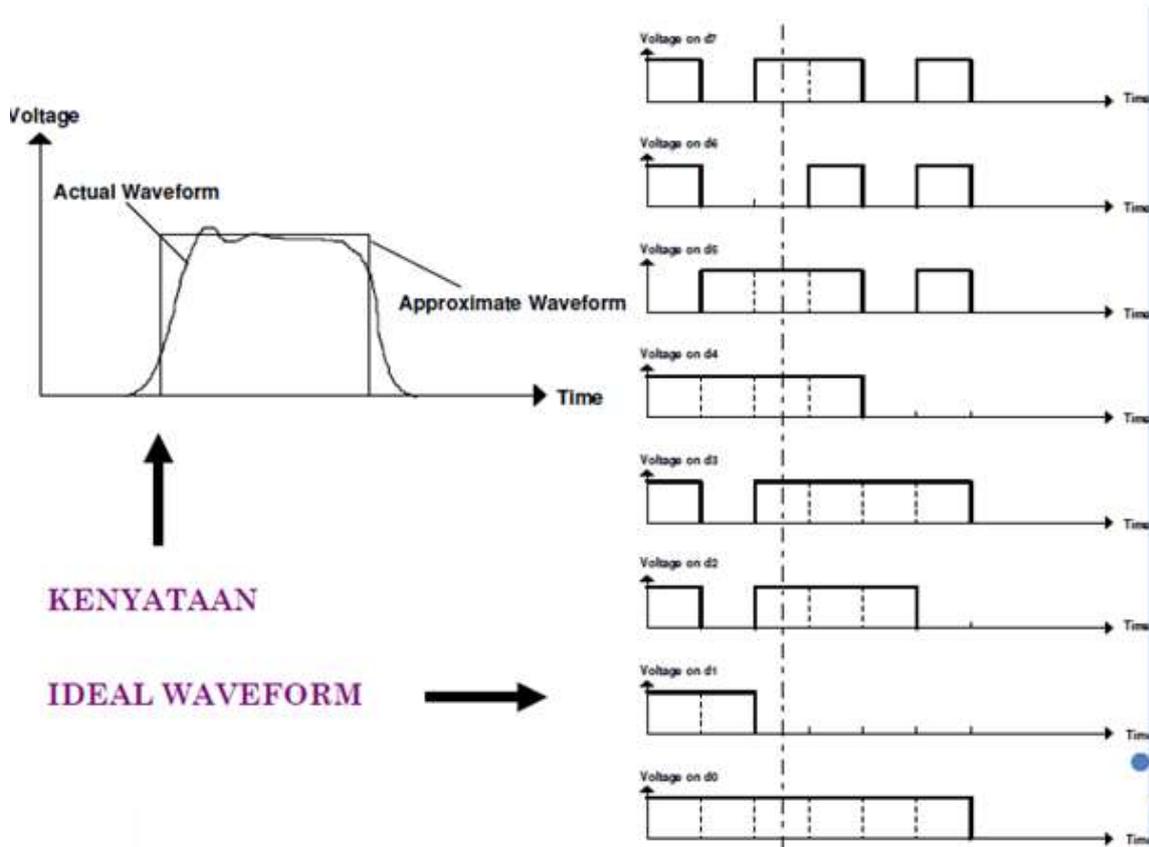
### **ALASAN PENGGUNAAN**

Dalam setiap titik di mikroprosesor, hanya angka 0 atau 1 yang dapat direpresentasikan secara elektronik pada suatu saat tertentu

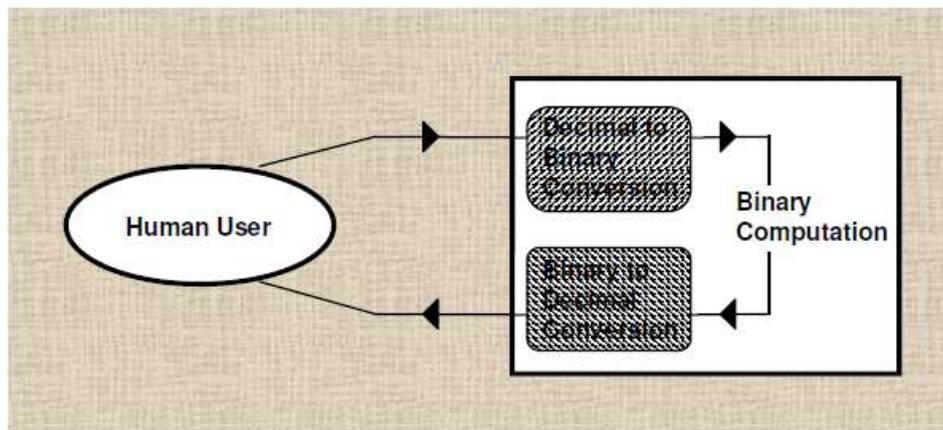
Dalam kenyataannya, hanya sedikit satuan elektronik yang dapat berubah dari tinggi ke rendah dan sebaliknya dalam suatu saat tertentu. Dibutuhkan periode waktu tertentu agar perubahan elektronik ini terjadi (misal pico-seconds) yang dapat digambarkan sebagai diagram perubahan voltage (bentuk waveform) dalam sebuah rangkaian digital. Perancang perangkat digital harus mengadopsi kondisi ini, tetapi secara umum sistem komputer dan rangkaian digital hanya berkenaan dengan idealised waveforms

Bit = binary digit

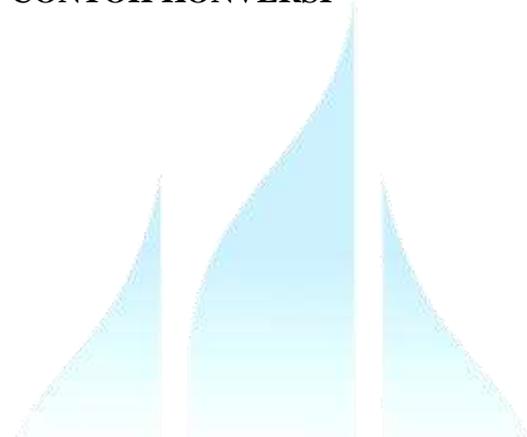




**KONVERSI KOMPUTER – HUMAN**



**CONTOH KONVERSI**



<i>Decimal</i>	<i>Hexadecimal</i>	<i>Octal</i>	<i>Binary</i>	<i>BCD</i>
0	0	0	00000000	0000 0000
1	1	1	00000001	0000 0001
2	2	2	00000010	0000 0010
3	3	3	00000011	0000 0011
4	4	4	00000100	0000 0100
5	5	5	00000101	0000 0101
6	6	6	00000110	0000 0110
7	7	7	00000111	0000 0111
8	8	10	00001000	0000 1000
9	9	11	00001001	0000 1001
10	A	12	00001010	0001 0000
11	B	13	00001011	0001 0001
12	C	14	00001100	0001 0010
13	D	15	00001101	0001 0011
14	E	16	00001110	0001 0100
15	F	17	00001111	0001 0101
16	10	20	00010000	0001 0110
17	11	21	00010001	0001 0111
18	12	22	00010010	0001 1000
19	13	23	00010011	0001 1001
20	14	24	00010100	0010 0000

**BCD = BINARY CODED DECIMAL**

**ASCII & EBCDIC**

**REPRESENTASI KARAKTER**

- ✓ ASCII & EBCDIC merupakan spesifikasi untuk pola/pattern bit yang merepresentasikan karakter alfa-numerik yang umumnya digunakan
- ✓ Terdapat sistem 7 bit ASCII (American Standard Code for Information Interchange) dan 8 bit EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code)
- ✓ Sistem ASCII lebih banyak dipergunakan, khususnya untuk Personal Computers (PC) Sistem EBCDIC umumnya digunakan pada lingkungan komputer mainframe (misal IBM)

CHAR	ASCII Value	EBCDIC Value	CHAR	ASCII Value	EBCDIC Value	CHAR	ASCII Value	EBCDIC Value
NUL	00	00	+	2B	4E	V	56	E5
SOH	01	01	,	2C	6B	W	57	E6
STX	02	02	-	2D	60	X	58	E7
ETX	03	03	.	2E	4B	Y	59	E8
EOT	04	37	/	2F	61	Z	5A	E9
ENQ	05	2D	0	30	F0	[	5B	4B
ACK	06	2E	1	31	F1	\	5C	E0
BEL	07	2F	2	32	F2	]	5D	5B
BS	08	16	3	33	F3	^	5E	--
HT	09	05	4	34	F4	_	5F	DF
LF	0A	25	5	35	F5	`	60	--
VT	0B	0B	6	36	F6	a	61	81
FF	0C	0C	7	37	F7	b	62	82
CR	0D	0D	8	38	F8	c	63	83
SO	0E	0E	9	39	F9	d	64	84
SI	0F	0F	:	3A	7A	e	65	85
DLE	10	10	;	3B	5E	f	66	86
DC1	11	11	<	3C	4C	g	67	87
DC2	12	12	=	3D	7E	h	68	88
DC3	13	13	>	3E	6E	i	69	89
DC4	14	3C	?	3F	6F	j	6A	91
NAK	15	3D	@	40	7C	k	6B	92
SYN	16	32	A	41	C1	l	6C	93
ETB	17	26	B	42	C2	m	6D	94
CAN	18	18	C	43	C3	n	6E	95
EM	19	19	D	44	C4	o	6F	96

### HIGH ORDER BIT (HEKSA)

- ✓ Sistem ASCII hanya menggunakan 7 bit untuk merepresentasikan karakter dengan menggunakan nilai 0 sampai dengan 7F (127), tetapi umumnya komputer bekerja dengan unit 8 bit
- ✓ Untuk meningkatkan utilisasi the high order bit, sebuah kumpulan extended ASCII character dibuat, menggunakan keseluruhan 8 bits untuk memunculkan spesial simbol pada PC, tetapi definisi yang dipergunakan beragam
- ✓ Seringkali, software PC (seperti ASCII-based word-processors) mempergunakan bagian yang tidak terpakai dari high-order bit untuk menyimpan karakter tambahan seperti mempertebal huruf, menggarisbawahi, dan sebagainya
- ✓ Pilihan pola bit untuk merepresentasikan karakter dan numerik tergantung dari masing-masing jenis. Misalnya, dalam ASCII dan EBCDIC, jumlah karakter '0' to '9' tidak mewakili nilai binar yang sama

- ✓ Dalam ASCII, karakter '0' direpresentasikan oleh heksadesimal 30, dengan pola bit 00110000 dan seterusnya

### Special Functions of the first 32 ASCII Characters

<i>HEX VALUE (ASCII)</i>	<i>NAME</i>	<i>ABBREVIATED NAME</i>	<i>KEY CODE</i>
00	NULL	NULL	CTRL @
01	START OF HEADER	SOH	CTRL A
02	START OF TEXT	STX	CTRL B
03	END OF TEXT!	ETX	CTRL C
04	END OF TRANSMISSION	EOT	CTRL D
05	ENQUIRY	ENQ	CTRL E
06	ACKNOWLEDGE	ACK	CTRL F
07	BELL	BEL	CTRL G
08	BACK SPACE	BS	CTRL H
09	HORIZONTAL TAB	HT	CTRL I
0A	LINE FEED	LF	CTRL J
0B	VERTICAL TAB	VT	CTRL K
0C	FORM FEED	FF	CTRL L
0D	CARRIAGE RETURN	CR	CTRL M
0E	SHIFT OUT	SO	CTRL N
0F	SHIFT IN	SI	CTRL O
10	DATA LINE (LINK) ESCAPE	DLE	CTRL P
11	DEVICE CONTROL 1 (XON)	DC1	CTRL Q
12	DEVICE CONTROL 2	DC2	CTRL R
13	DEVICE CONTROL 3 (XOFF)	DC3	CTRL S
14	DEVICE CONTROL 4	DC4	CTRL T
15	NEGATIVE ACKNOWLEDGE	NAK	CTRL U
16	SYNCHRONOUS IDLE	SYN	CTRL V
17	END OF TRANSMIT BLOCK	ETB	CTRL W

### ALJABAR BOOLEAN

- ✓ Aljabar boolean dipakai untuk menghormati penemunya ahli matematika George Boole (1815-1864)
- ✓ Cara yang paling sederhana untuk mengkonversi convert human reasoning dan tautology ke dalam bentuk matematis dan elektronik dari sebuah perhitungan. Aljabar boolean berhubungan dengan logika bilangan biner, "0" dan "1" atau kondisi "TRUE" and "FALSE".
- ✓ Media untuk melakukannya (generate sinyal) adalah rangkaian elektronik pada semikonduktor Small Scale Integrated (SSI), Medium Scale Integrated (MSI), Large

Scale Integrated (LSI) dan Very Large Scale Integrated (VLSI) semiconductors, untuk menyediakan logika Boolean

- ✓ Teknologi yang mapan, menggunakan prinsip dasar semikonduktor yang melakukan perubahan voltage dari tinggi ke rendah dan sebaliknya
- ✓ Rangkaian dasar untuk menyediakan logika Boolean dalam sebuah sistem komputer disebut dengan "logic gates".

## **ALJABAR BOOLEAN (2)**

Dengan menggunakan logika Boolean pernyataan berikut dapat dikonversi:

"If both A and B are true or if C is true while D is false, then E will be true," menjadi

$$E = (A.B) + (C.D)$$

Dalam sistem berbasis komputer, Aljabar Boolean digunakan pada level yang berbeda mulai dari rancangan hardware sampai dengan software (programming).

Contoh, dalam program Pascal pernyataan sebelumnya dapat dikonversi menjadi:

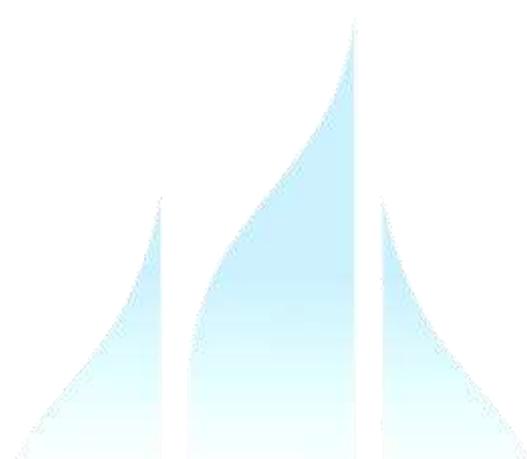
```
IF (A AND B) OR (C AND NOT D) THEN
```

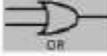
```
  E := TRUE
```

```
ELSE
```

```
  E := FALSE
```

## **GERBANG LOGIKA BOOLEAN**



LOGIC GATE	BOOLEAN LOGIC	TRUTH TABLE			FUNCTION
		X	Y	Z	
 Inverter	Z is NOT X	0 1		1 0	$Z = \overline{X}$
 AND	Z is X AND Y	0 1 1	0 1 1	0 0 1	$Z = X.Y$
 NAND	Z is NOT (X AND Y)	0 1 1	0 1 1	1 1 0	$Z = \overline{X.Y}$
 OR	Z is X OR Y (Inclusive OR)	0 1 1	1 0 1	1 1 1	$Z = X+Y$
 NOR	Z is NOT (X OR Y)	0 1 1	1 0 1	1 0 0	$Z = \overline{X+Y}$
 XOR	Z is either X OR Y but not both (Exclusive OR)	0 1 1	1 0 1	1 1 0	$Z = X \oplus Y$

## POSTULAT ALJABAR BOOLEAN

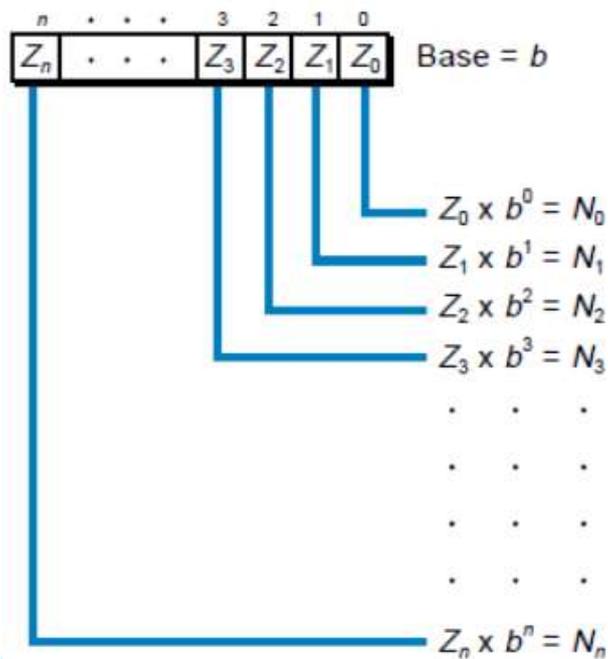
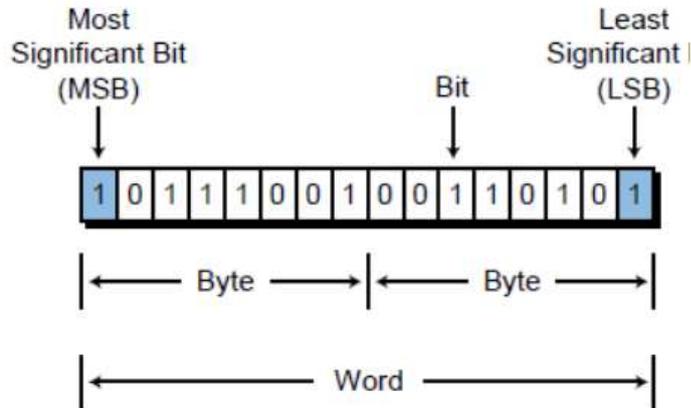
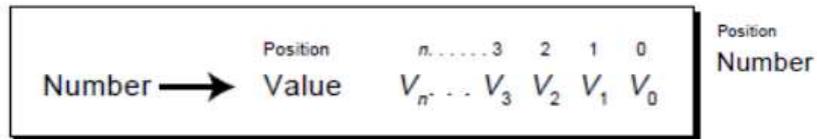
$$Z = \overline{\overline{A}B + C.(A+B).D}$$

### DAPAT DIRUBAH MENJADI

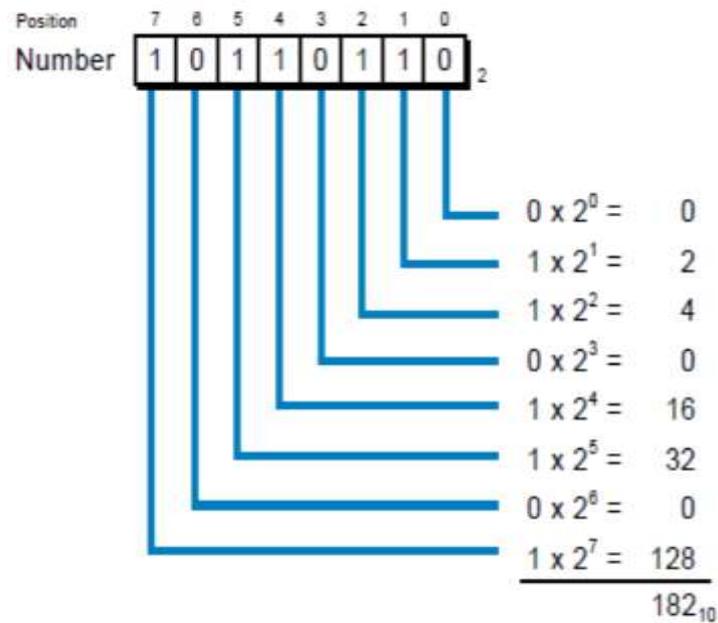
$$\begin{aligned}
 Z &= \overline{\overline{A}B + C.(A+B).D} \\
 &= \overline{A\overline{B}.C.(A+B).D} && \text{(By De Morgan's Theorem)} \\
 &= \overline{A.B.C.D.(A+B)} && \text{(By law of commutatio n)} \\
 &= \overline{A.B.C.D.A + A.B.C.D.B} && \text{(By law of associatio n)} \\
 &= \overline{A.A.B.C.D + A.B.B.C.D} && \text{(By law of commutatio n)} \\
 &= \overline{A\overline{B}.C.D + A.B\overline{C}.D} && \text{(By law of tautology )} \\
 &= \overline{A\overline{B}.C.D} && \text{(By law of tautology )} \\
 &= \overline{A} + \overline{B} + \overline{C} + \overline{D} && \text{(By De Morgan's theorem)}
 \end{aligned}$$

# SISTEM LOGIKA PLC

## Sistem Bilangan



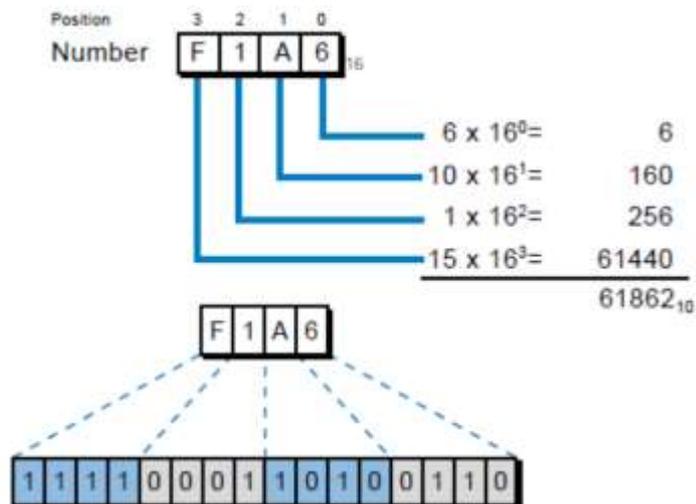
## Sistem Biner



## Sistem Biner pada PLC

1 (+V)	0 (0V)	Example
Operating	Not operating	Limit switch
Ringing	Not ringing	Bell
On	Off	Light bulb
Blowing	Silent	Horn
Running	Stopped	Motor
Engaged	Disengaged	Clutch
Closed	Open	Valve

## Hexadecimal

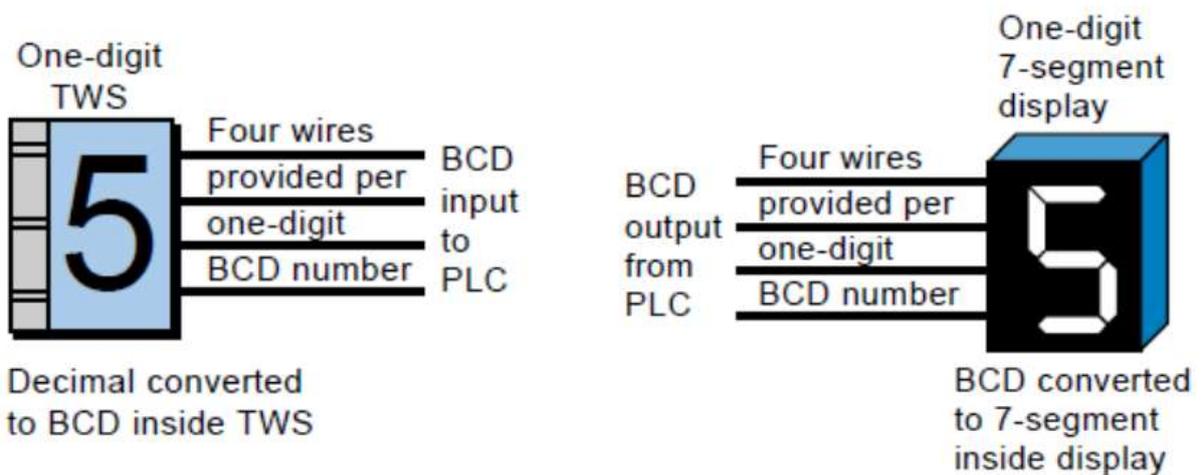


## Binary Code Decimal

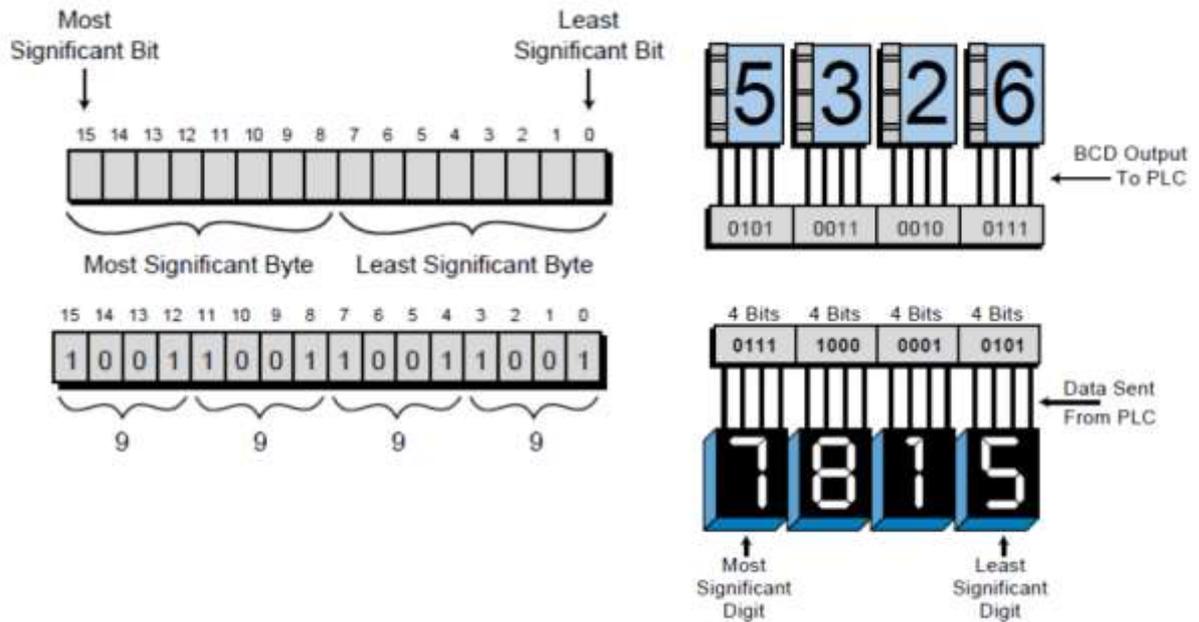
Decimal	Binary	BCD
0	0	0000
1	1	0001
2	10	0010
3	11	0011
4	100	0100
5	101	0101
6	110	0110
7	111	0111
8	1000	1000
9	1001	1001

BCD → 0111 0100 1001 0011  
 Decimal → 7 4 9 3

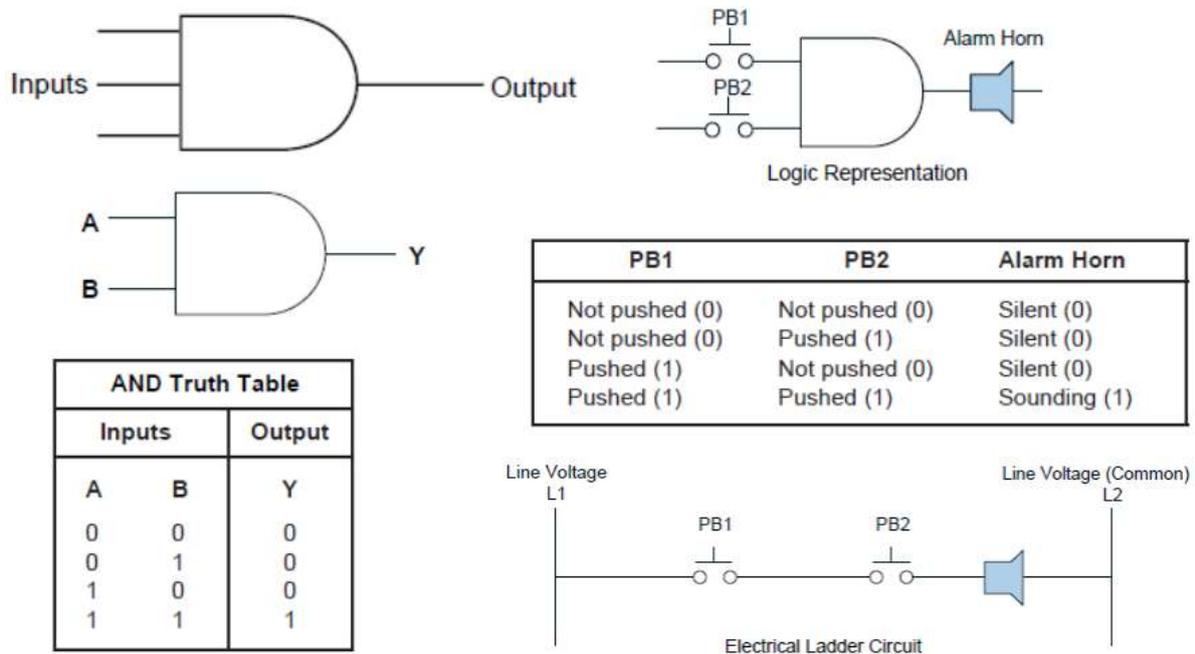
## Input Output BCD pada PLC



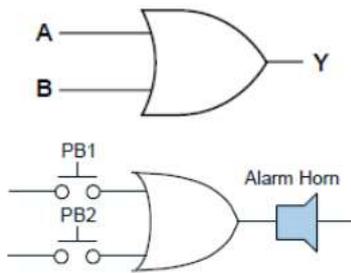
## Format Register



## Fungsi Logika AND



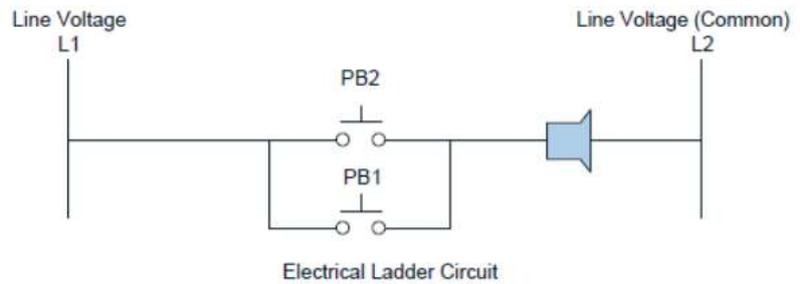
## Fungsi Logika OR



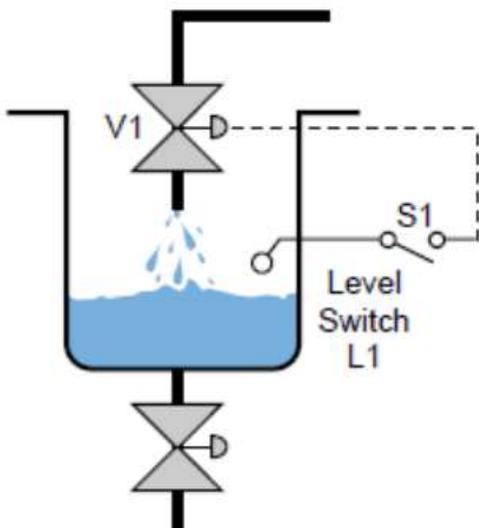
Logic Representation

PB1	PB2	Alarm Horn
Not pushed (0)	Not pushed (0)	Silent (0)
Not pushed (0)	Pushed (1)	Sounding (1)
Pushed (1)	Not pushed (0)	Sounding (1)
Pushed (1)	Pushed (1)	Sounding (1)

OR Truth Table		
Inputs		Output
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



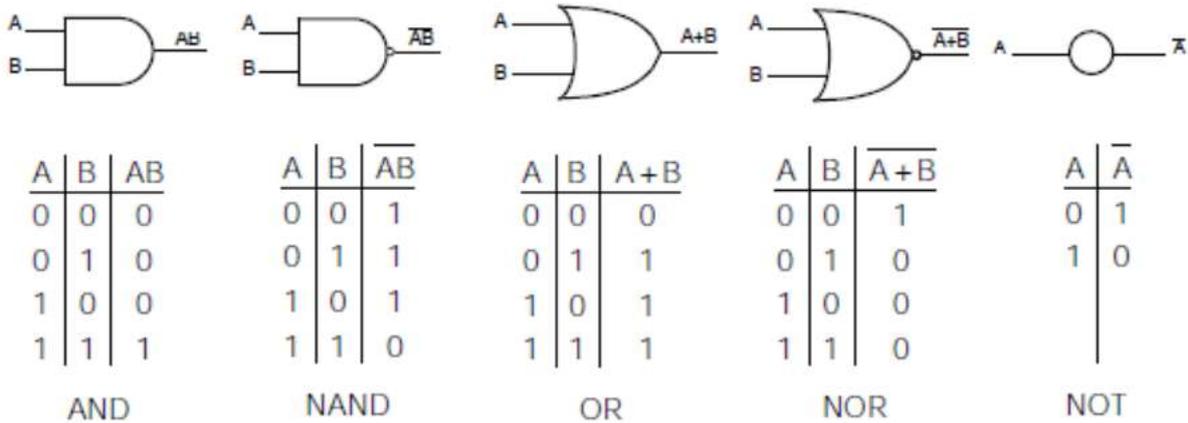
### Contoh Kasus



### Rancanglah Gerbang

Logika, Tabel Kebenaran, dan Ladder Diagramnya jika Valve V1 akan ketia S1 ditekan dan L1 dalam kondisi tidak ON.

## Gerbang Dasar



## Gerbang Kombinasi

### Aturan Aljabar Boolean

#### **Commutative Laws**

$$A + B = B + A$$

$$AB = BA$$

#### **Associative Laws**

$$A + (B + C) = (A + B) + C$$

$$A(BC) = (AB)C$$

#### **De Morgan's Laws**

$$\overline{(A + B)} = \overline{A} \overline{B}$$

$$\overline{(AB)} = \overline{A} + \overline{B}$$

$$\overline{\overline{A}} = A, \overline{1} = 0, \overline{0} = 1$$

$$A + \overline{AB} = A + B$$

$$AB + AC + \overline{BC} = AC + \overline{BC}$$

#### **Distributive Laws**

$$A(B + C) = AB + AC$$

$$A + BC = (A + B)(A + C)$$

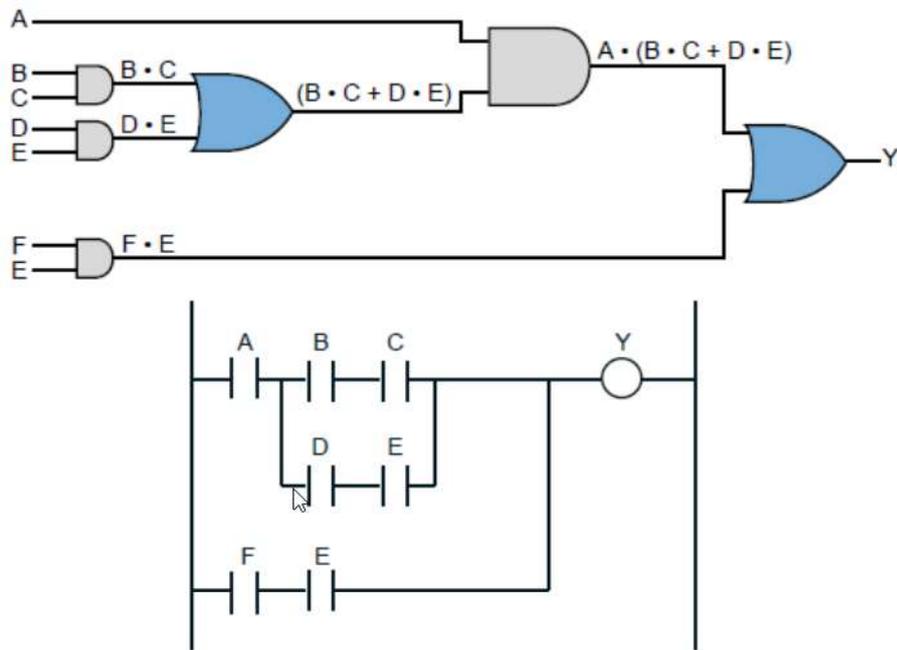
#### **Law of Absorption**

$$A(A + B) = A + AB = A$$

### Selesaikan dengan Gerbang Logika & Ladder Diagram persamaan berikut

$$Y = A \cdot (B \cdot C + D \cdot E) + (F \cdot E)$$

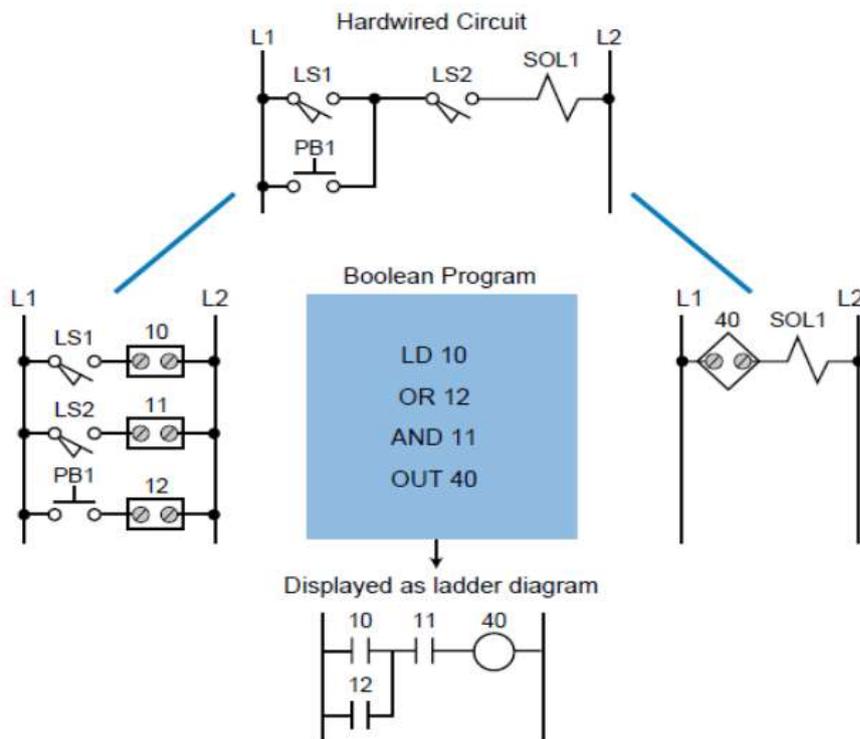
### Logic Gate & Ladder

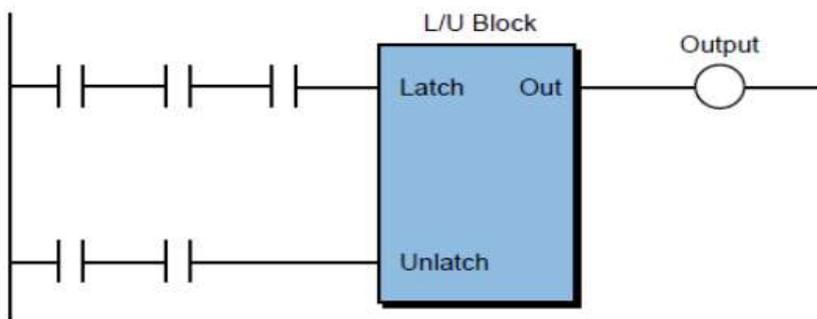
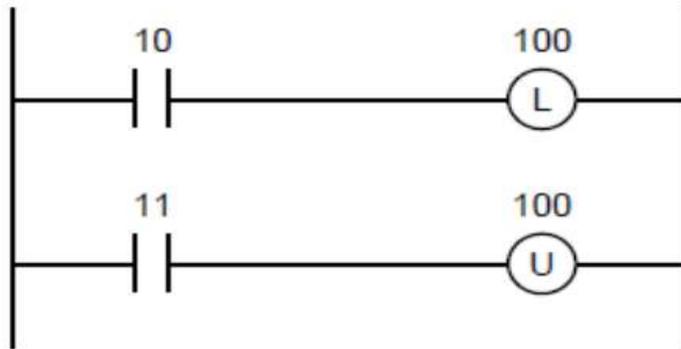
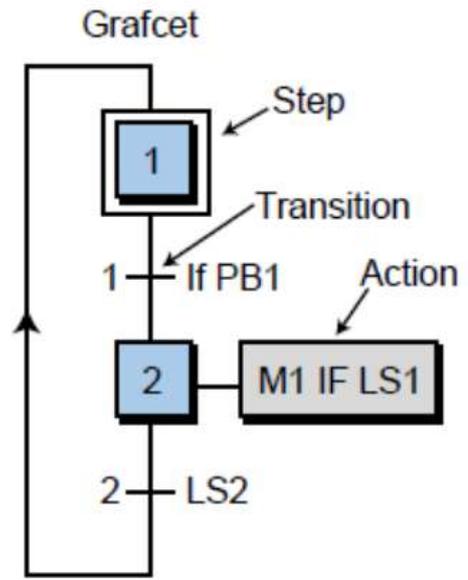
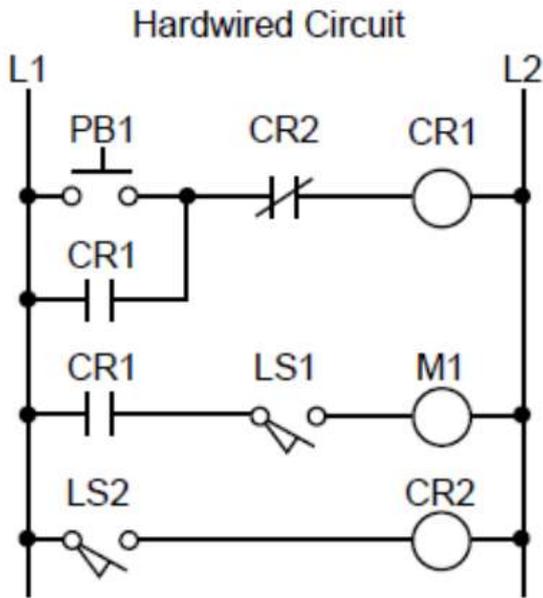


**Example.: Selesaikan dengan Gerbang Logika & Ladder Diagram**

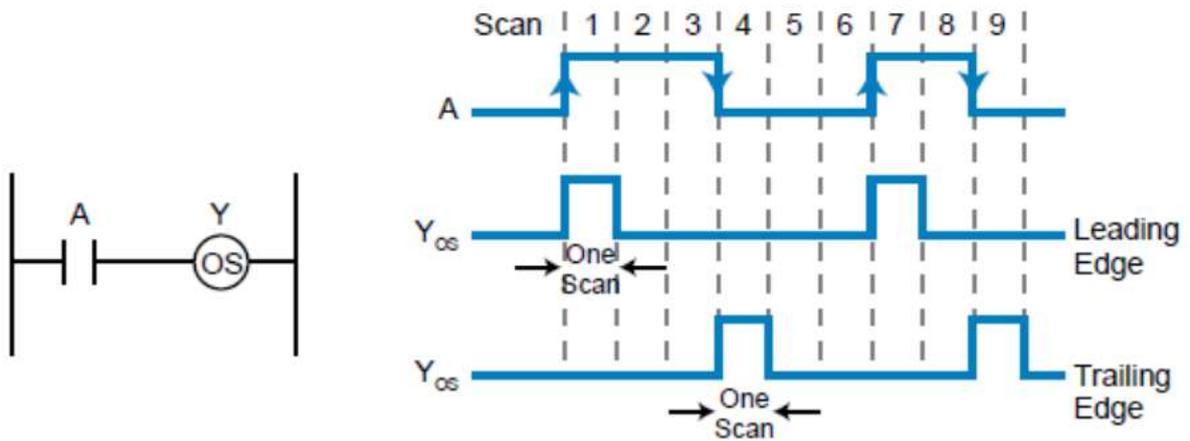
$$\begin{aligned}
 Y &= \overbrace{(A \cdot B \cdot C)}^{\text{1st line}} + \overbrace{(A \cdot D \cdot E)}^{\text{2nd line}} + \overbrace{(F \cdot E)}^{\text{3rd line}} + \overbrace{(F \cdot D \cdot B \cdot C)}^{\text{Reverse path}} \\
 &= A \cdot (B \cdot C + D \cdot E) + F(E + D \cdot B \cdot C)
 \end{aligned}$$

**Boolean Language**

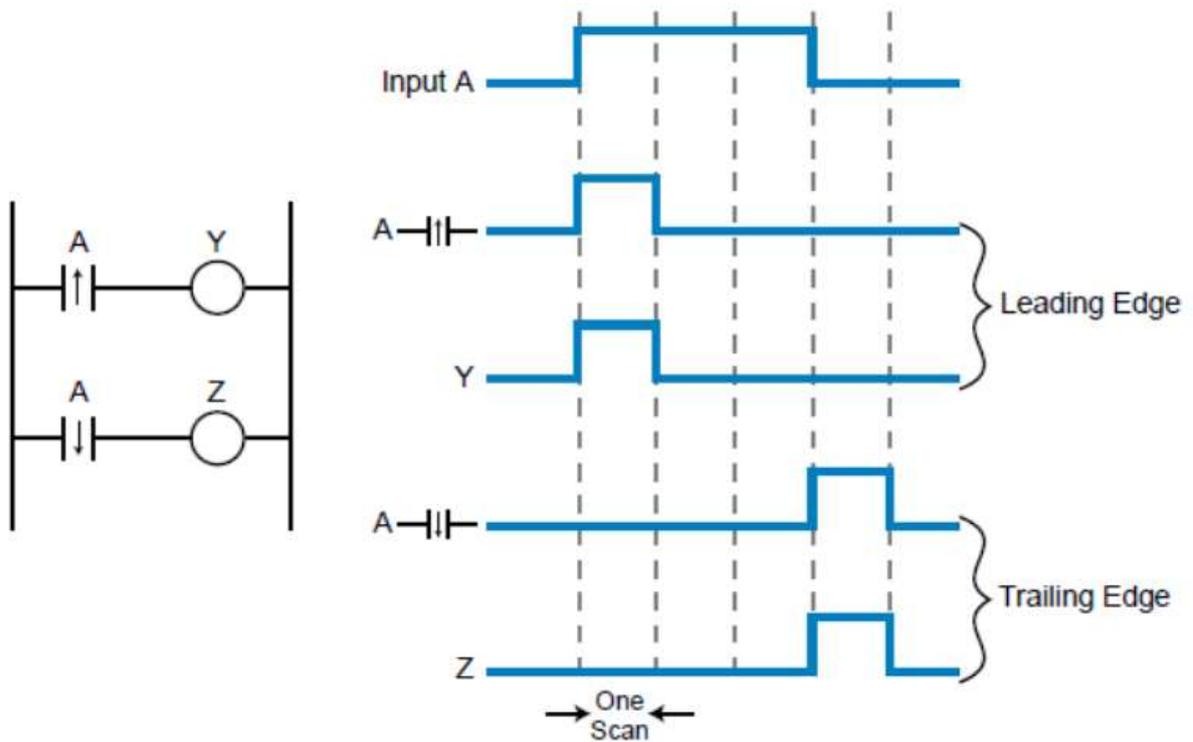




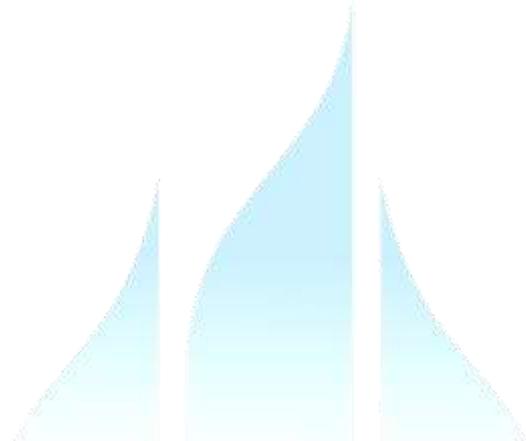
## One-Shot Output

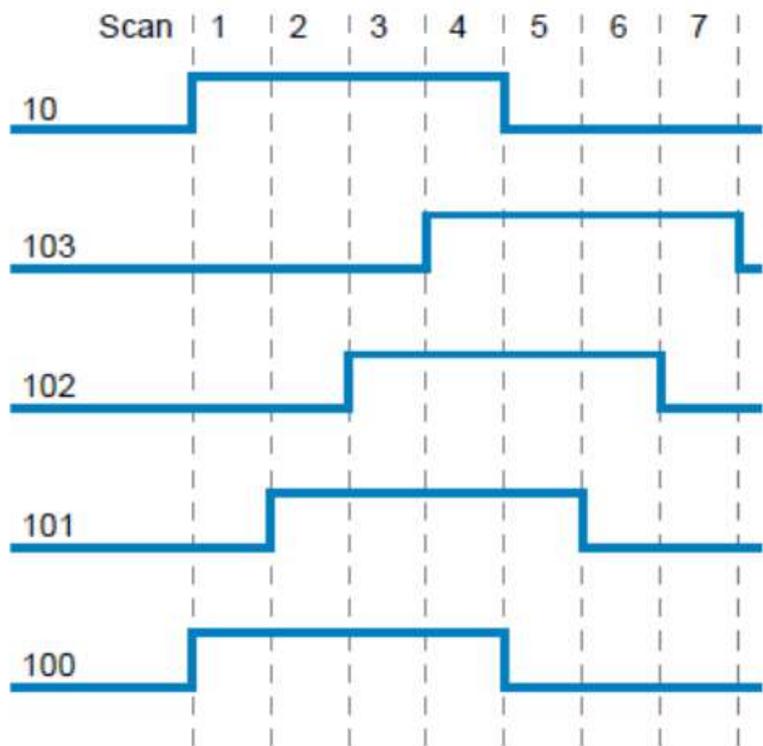
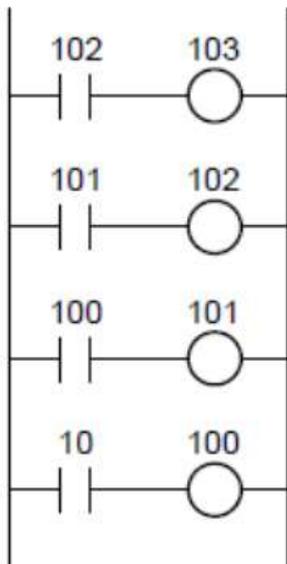
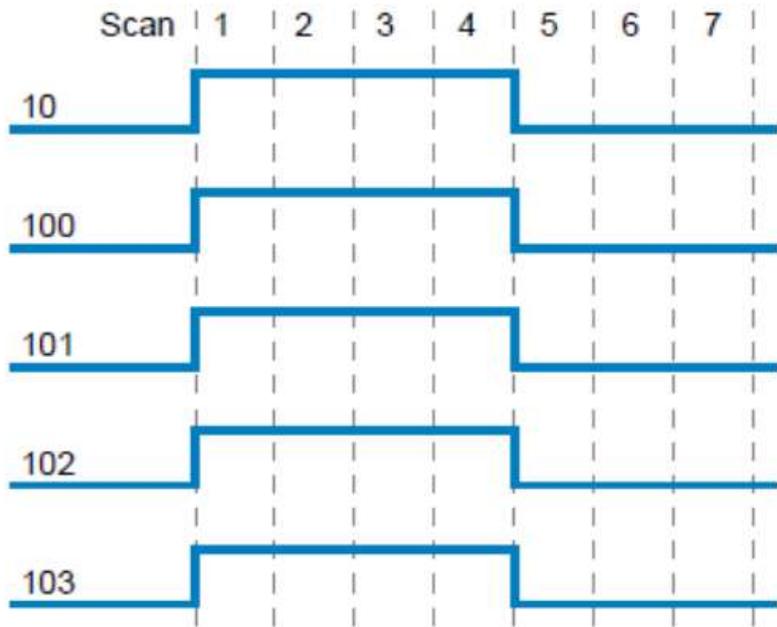
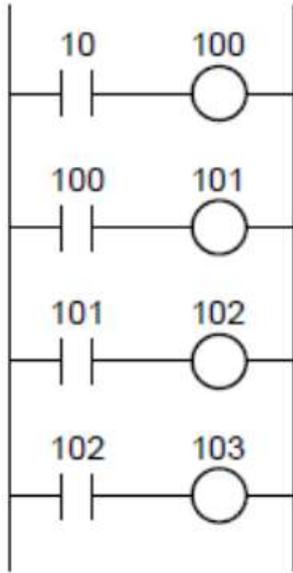


## Transitional Contact

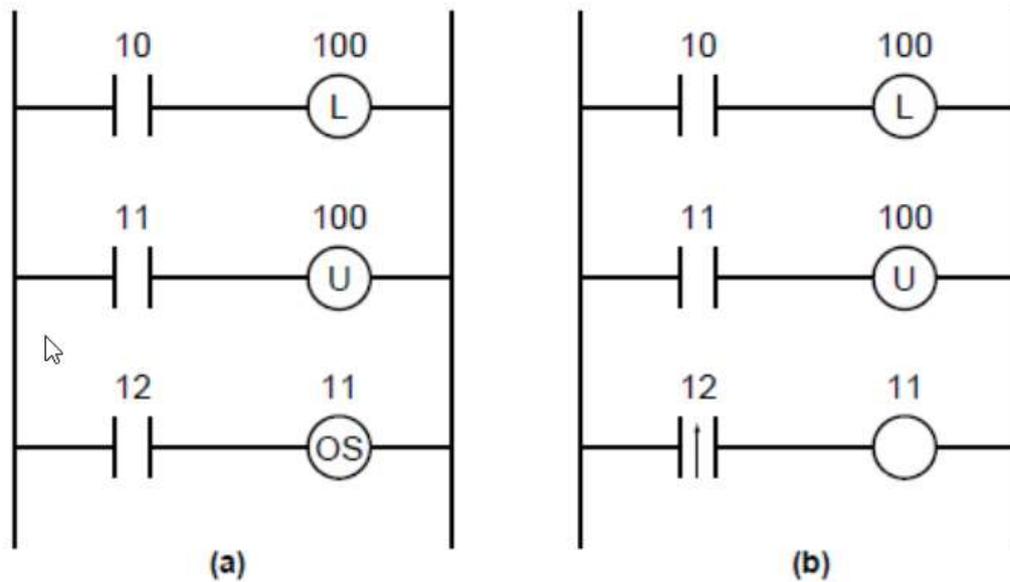


## Evaluasi Ladder Diagram



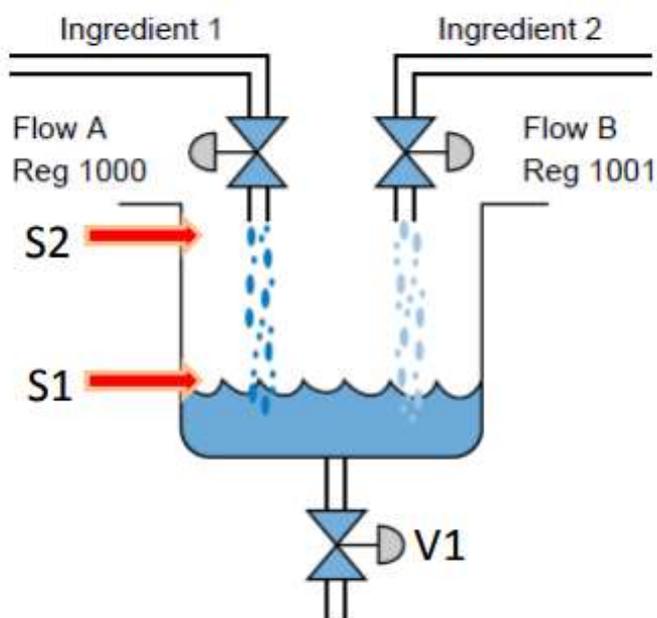


## One-Shot vs. Transitional Contact



### Review Topik Sebelumnya

- Dalam bejana cairan kimia, Flow A akan mengalir jika cairan berada pada posisi dibawah S1.
- Flow B akan mengalir saat cairan melewati S2. Selanjutnya Valve V1 mengalir hingga cairan pada posisi dibawah S1.



# DaftarPustaka

- [1] Ogata, K(1997). “*Teknik Kontrol Automatik*”. Jilid 1. Erlangga:Jakarta
- [2] <http://share.its.ac.id/course/view.php?id=804>
- [3] Kiyoshi Suzaki, *The New Shop Floor Management*, The Free Press, New York, 1993.
- [4] Manfred Weck, *Handbook of Machine Tools Volume 1*, John Wiley & Sons, 1984.
- [5] Martawirya Yatna Yuwana, Modul: Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri (SPTM),  
Diktat Kuliah
- [6] Sistem Produksi, Lab. Teknik Produksi - Jurusan Teknik Mesin - FTI - ITB, 1998.
- [7] Akhmad Hery Kusuma, Sistem Transfer Fleksibel dengan Pengendalian Terdistribusi
- [8] Menggunakan PLC, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin ITB, 2000.
- [9] Martawirya Yatna Yuwana dan Rochmad Setyadi, Sistem Produksi Terdistribusi  
Mandiri:
- [10]Perangkat Lunak Inti Pengembangan Sistem Produksi, Jurnal Teknik Mesin, Vol. XV.  
No. 1, Maret 2000. 12



## MODUL PERKULIAHAN

# Automasi Industri

## SINYAL & RANGKAIAN DIGITAL

Fakultas

Fakultas Teknik

Program Studi

Teknik Elektro

Tatap Muka

# 05

Kode MK

Disusun Oleh

Ketty Siti Salamah, ST, MT

### Abstract

Sistem Otomasi Industri dapat diartikan sebagai sistem dengan mekanisme kerja dikendalikan oleh peralatan elektronik (electronic hardware) berdasarkan urutan-urutan perintah dalam bentuk program perangkat lunak (electronic software) yang disimpan di dalam unit memori kontroler elektronik.

### Kompetensi

Mahasiswa dapat mengetahui konsep otomasi industri

## OUTLINE PERTEMUAN INI

- ✓ Sinyal Analog
- ✓ Sinyal Digital
- ✓ Rangkaian Digital
- ✓ Konversi Analog ke Digital

### SINYAL

**Sinyal listrik dapat dibangkitkan dengan dua cara, yaitu:**

#### 1. Sinyal digital

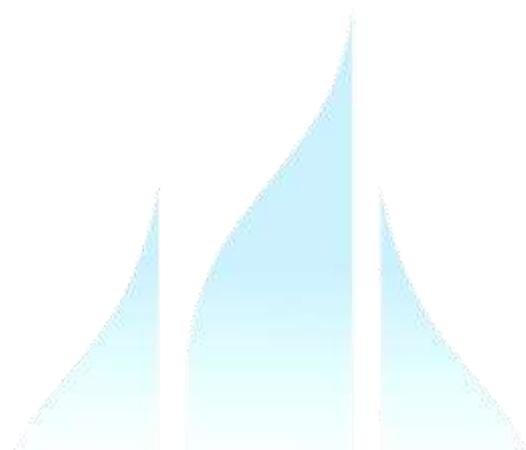
Menghidupkan atau mematikan saklar (on-off)

#### 2. Sinyal analog

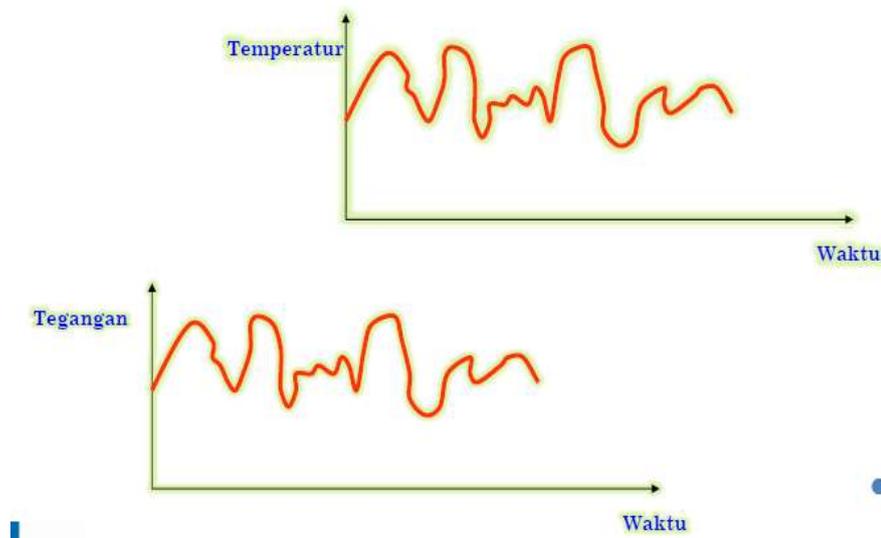
Melakukan perubahan terhadap arus atau tegangan listrik, dengan cara sederhana bisa dilakukan dengan menggunakan potensiometer

### SINYAL ANALOG

- ✓ Analog (analogos: Yunani) berarti sebanding, proporsional
- ✓ Perubahan tegangan dapat terjadi apabila terdapat perubahan/peningkatan panas
  - Semakin besar selisih temperatur pemanasan, maka semakin besar pula tegangan yang dihasilkan
- ✓ Jika perubahan arus atau tegangan tidak dilakukan secara tiba-tiba maka terjadilah sinyal analog yang kontinu
- ✓ Kelemahan dari sinyal analog adalah mudah terkena gangguan (distorsi)



## GRAFIK KESEBANDINGAN TEMPERATUR DAN TEGANGAN

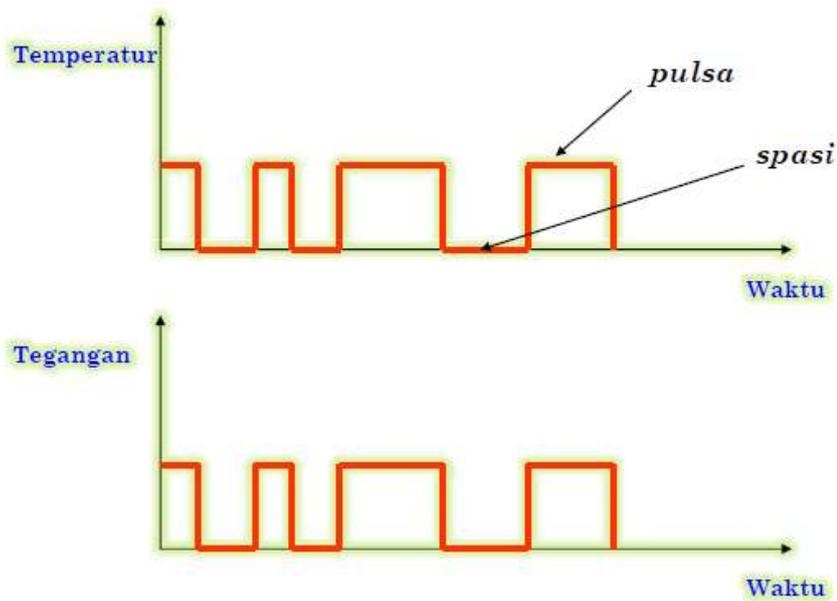


## SINYAL DIGITAL

- ✓ Penggunaan kode morse dapat dianggap sebagai representasi pertama dari sinyal digital
  - Morse mengkombinasikan pulse (titik, garis) menjadi suatu kode yang dapat mewakili huruf abjad A-Z dan angka 0-9
- ✓ Saat ini: perangkat elektronik yang ada mampu menangkap/membangkitkan jutaan/miliaran pulse per detik
- ✓ Titik mewakili pulse, sedangkan garis mewakili spasi. Tetapi dalam sinyal digital, 2 pulse dipisahkan oleh spasi atau 2 spasi dipisahkan oleh pulse
- ✓ Bangkitan sinyal harus sesuai (sinkron) dengan interval waktu (mengatur jeda waktu, timing) menggunakan piranti clock
- ✓ Timing umumnya berbentuk segi empat – tetapi dapat dibuat lebih kompleks dengan bentuk kemiringan tertentu

- ✓ Sinyal digital dapat dikirim berupa: ON menggunakan tegangan 5 volt, OFF menggunakan tegangan 0 volt
- ✓ Jika pengiriman sinyal lebih dari 1 bit, dapat menggunakan beberapa kawat (bus) yang masing-masing membawa pesan berbeda (paralel)
- ✓ Atau, pengiriman bit per bit, menggunakan 1 kawat (serial)

### GRAFIK BANGKITAN SINYAL



### CONTOH SINYAL DIGITAL:

#### PENKODEAN

- ✓ Temperatur
  - Temperatur tinggi → ada pulse
  - Temperatur rendah → tidak ada pulse
- ✓ Kombinasinya
  - 1,1 sangat panas (dua pulsa berurutan)
  - 1,0 panas (satu pulsa dan satu spasi)
  - 0,1 hangat (satu spasi dan satu pulsa)
  - 0,0 dingin (dua spasi berurutan)

- ✓ Kombinasinya dapat dikembangkan dengan menggunakan 4 pulse (16 kombinasi yang dapat mewakili 16 tingkat temperatur);
- ✓ Apabila dikembangkan lagi menjadi 8 pulsa, maka kombinasinya menjadi 256 ( $2^8$ )

## **RANGKAIAN DIGITAL**

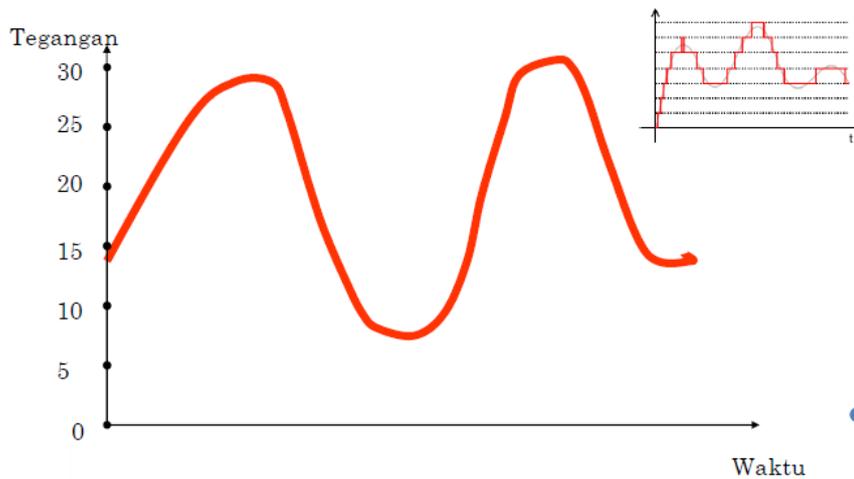
- ✓ Rangkaian di mana input maupun output-nya adalah sinyal digital
  - → rangkaian-rangkaian logika (aljabar boolean)
- ✓ Rangkaian di mana input digital dan
- ✓ output analog disebut sebagai digital to analog converter (DAC)
- ✓ Rangkaian di mana input analog dan output digital disebut analog to digital converter (ADC)

## **KONVERSI ANALOG KE DIGITAL**

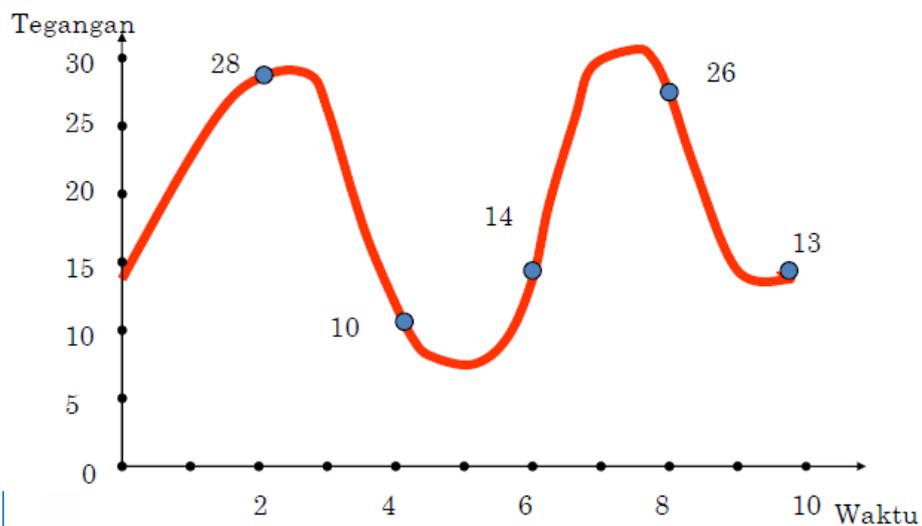
Caranya

- Sinyal analog di-capture (dicari nilainya) dengan interval yang pendek dan tetap
- Nilai captured tersebut masing-masing dikodekan dengan penggunaan digit biner (konversi desimal ke biner)
- Untuk setiap capture, kode-kode tersebut dikirim sebagai pulsa ON (1) atau OFF (0)

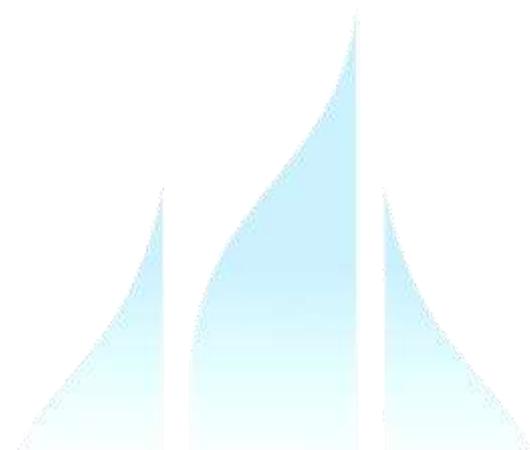
## DIGITASI SINYAL ANALOG (1)

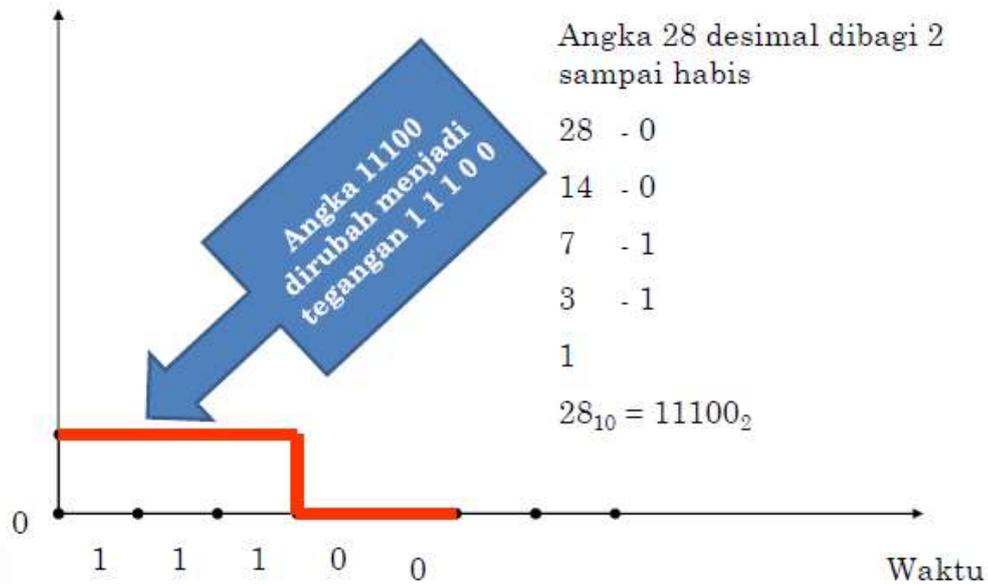


## DIGITASI NILAI ANALOG (2) NILAI YANG DI-CAPTURE

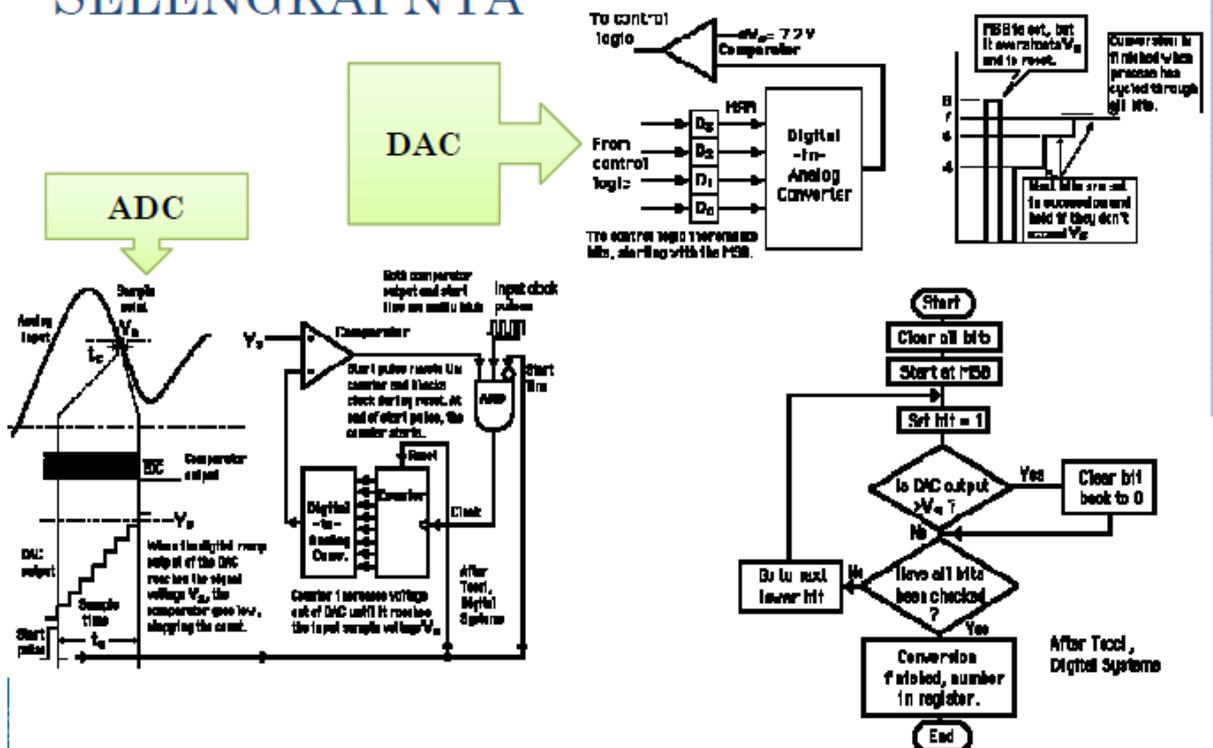


## DIGITASI SINYAL ANALOG (3) SINYAL DIGITAL – HASIL





## KONVERSI ANALOG KE DIGITAL SELENGKAPNYA



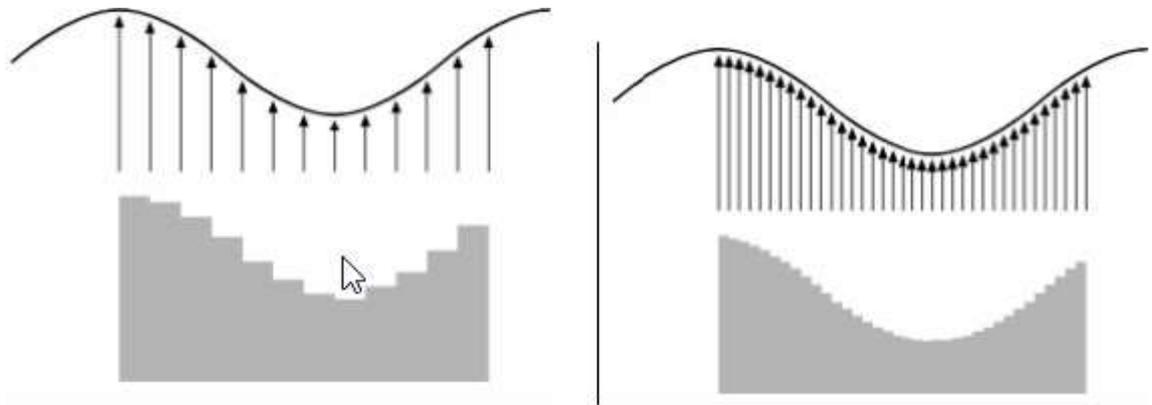
## ALASAN PENGGUNAAN ADC

- ✓ Sinyal analog menghasilkan output yang lebih baik (halus) – misalnya suara seruling analog lebih bagus dari suara seruling yang dihasilkan keyboard, tetapi
  - Masa sekarang, setiap informasi harus disimpan dalam bentuk digital terkomputerisasi
  - Piranti sinyal analog memiliki tingkat ketelitian tinggi dalam proses produksinya sehingga sangat sulit didapatkan dan harganya mahal → misal grand piano
  - Dalam setiap piranti listrik (analog), fluktuasi acak yang tidak diinginkan (gangguan/noise) selalu timbul

Konverter Analog Ke Digital ataupun Digital ke Analog adalah Alat bantu yang paling penting untuk teknologi kontrol proses untuk menerjemahkan informasi digital ke bentuk analog dan juga sebaliknya. Sebagian besar pengukuran variabel-variabel dinamik dilakukan oleh piranti ini yang menerjemahkan informasi mengenai variabel ke bentuk sinyal listrik analog. Untuk menghubungkan sinyal ini dengan sebuah komputer atau rangkaian logika digital, sangat perlu untuk terlebih dahulu melakukan konversi analog ke digital (A/D). Hal-hal mengenai konversi ini harus diketahui sehingga ada keunikan, hubungan khusus antara sinyal analog dan digital.

**KONVERTER ADC Analog To Digital Converter (ADC)** adalah pengubah input analog menjadi kode – kode digital. ADC banyak digunakan sebagai Pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran/ pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistim komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/ berat, aliran dan sebagainya kemudian

diukur dengan menggunakan sistem digital (komputer). ADC (Analog to Digital Converter) memiliki 2 karakter prinsip, yaitu kecepatan sampling dan resolusi. Kecepatan sampling suatu ADC menyatakan seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu. Kecepatan sampling biasanya dinyatakan dalam sample per second (SPS).



Gambar ADC dengan kecepatan sampling rendah dan kecepatan sampling tinggi

Resolusi ADC menentukan ketelitian nilai hasil konversi ADC. Sebagai contoh: ADC 8 bit akan memiliki output 8 bit data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 255 ( $2^n - 1$ ) nilai diskrit. ADC 12 bit memiliki 12 bit output data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 4096 nilai diskrit. Dari contoh diatas ADC 12 bit akan memberikan ketelitian nilai hasil konversi yang jauh lebih baik daripada ADC 8 bit. Prinsip kerja ADC adalah mengkonversi sinyal analog ke dalam bentuk besaran yang merupakan rasio perbandingan sinyal input dan tegangan referensi. Sebagai contoh, bila tegangan referensi 5 volt, tegangan input 3 volt, rasio input terhadap referensi adalah 60%. Jadi, jika menggunakan ADC 8 bit dengan skala maksimum 255, akan didapatkan sinyal digital sebesar  $60\% \times 255 = 153$  (bentuk decimal) atau 10011001 (bentuk biner).

$$\text{signal} = (\text{sample}/\text{max\_value}) * \text{reference\_voltage} = (153/255) * 5$$

$$= 3 \text{ Volts}$$

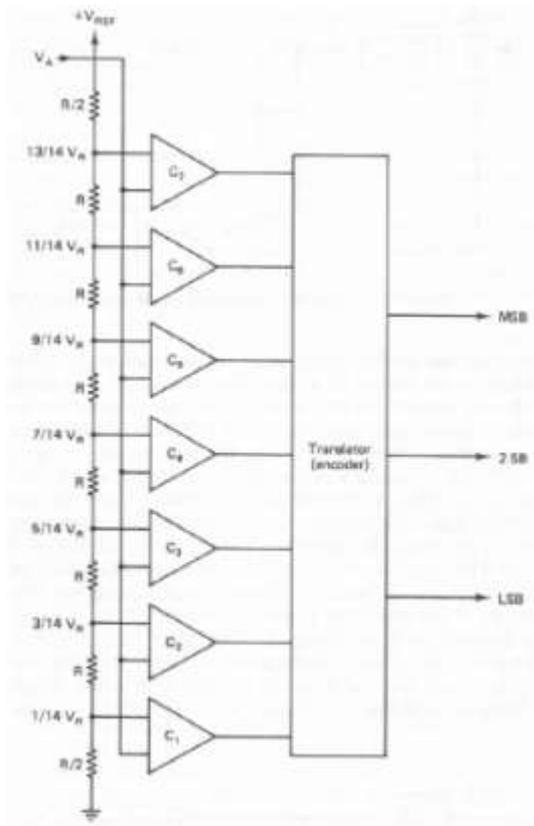
## **KOMPARATOR**

Bentuk komunikasi yang paling mendasar antara wujud digital dan analog adalah piranti (biasanya berupa IC) disebut komparator. Piranti ini, yang diperlihatkan secara skematik dalam Gambar 2, secara sederhana membandingkan dua tegangan pada kedua terminal inputnya. Bergantung pada tegangan mana yang lebih besar, outputnya akan berupa sinyal digital 1 (high) atau 0 (low). Komparator ini digunakan secara luas untuk sinyal alarm ke komputer atau sistem pemroses digital. Elemen ini juga merupakan satu bagian dengan konverter analog ke digital dan digital ke analog yang akan didiskusikan nanti.



**Gambar** Sebuah komparator merubah keadaan logika output sesuai fungsi tegangan input analog

Sebuah komparator dapat tersusun dari sebuah opamp yang memberikan output terpotong untuk menghasilkan level yang diinginkan untuk kondisi logika (+5 dan 0 untuk TTL 1 dan 0). Komparator komersial didesain untuk memiliki level logika yang diperlukan pada bagian outputnya. ADC SIMULTAN atau biasa disebut flash converter atau parallel converter. Input analog  $V_i$  yang akan diubah ke bentuk digital diberikan secara simultan pada sisi + pada komparator tersebut, dan input pada sisi – tergantung pada ukuran bit converter. Ketika  $V_i$  melebihi tegangan input – dari suatu komparator, maka output komparator adalah high, sebaliknya akan memberikan output low



Bila  $V_{ref}$  diset pada nilai 5 Volt, maka dari gambar 3 dapat didapatkan :

$$V(-) \text{ untuk } C_7 = V_{ref} * (13/14) = 4,64$$

$$V(-) \text{ untuk } C_6 = V_{ref} * (11/14) = 3,93$$

$$V(-) \text{ untuk } C_5 = V_{ref} * (9/14) = 3,21$$

$$V(-) \text{ untuk } C_4 = V_{ref} * (7/14) = 2,5$$

$$V(-) \text{ untuk } C_3 = V_{ref} * (5/14) = 1,78$$

$$V(-) \text{ untuk } C_2 = V_{ref} * (3/14) = 1,07$$

$$V(-) \text{ untuk } C_1 = V_{ref} * (1/14) = 0,36$$

Misal :  $V_{in}$  diberi sinyal analog 3 Volt, maka output dari  $C_7=0$ ,  $C_6=0$ ,  $C_5=0$ ,  $C_4=1$ ,

$C_3=1$ ,  $C_2=1$ ,  $C_1=1$ , sehingga didapatkan output ADC yaitu 100 biner

Output Comparator							Output Translator		
C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

### keluaran digital ADC



$$\text{DIGITAL OUTPUT CODE} = \frac{\text{Analog Input}}{\text{Reference Input}} \times (2^N - 1)$$

Menghasilkan keluaran digital sesuai dengan nilai sinyal analog masukan relatif terhadap tegangan referensi

- Proses: sinyal analog --> digital
- Analog: amplitudo kontinyu, waktu kontinyu
- Digital: amplitudo diskrit, waktu diskrit
- Jumlah nilai diskrit terbatas:  $2^N$ , N=jumlah bit

### Proses konversi

#### 1. Pencuplikan (sampling)

- Mengubah sinyal waktu kontinyu menjadi sinyal waktu diskrit
- Parameter: frekuensi sampling

#### 2. Kuantisasi

- Mengubah sinyal amplitudo kontinyu menjadi sinyal amplitudo diskrit

- Parameter: jumlah representasi bit

### 3. Pengkodean

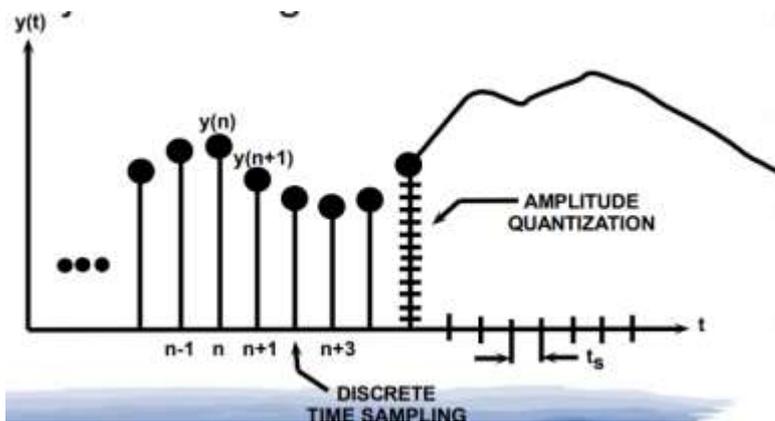
- Mengkodekan sinyal diskrit dalam representasi binernya (digital)

#### 1. Pencuplikan

- Merepresentasikan sinyal waktu kontinyu ke dalam waktu diskritnya
- Menentukan bandwidth sinyal tercuplik

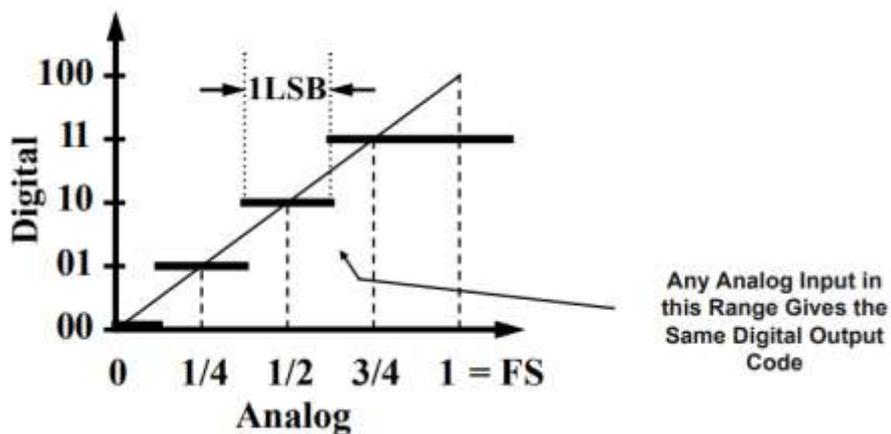
(kriteria Nyquist)

– Frekuensi sinyal  $F_s$  harus dari  $1/2 \cdot F_{\text{sampling}}$  agar tidak terjadi aliasing

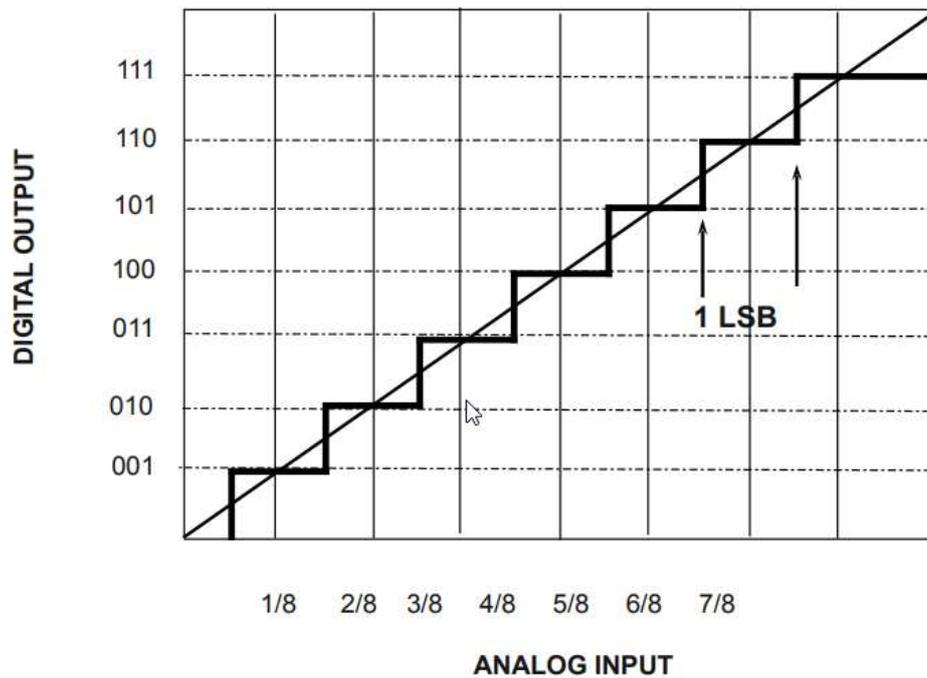


#### 2. Kuantisasi

- Merepresentasikan sebuah sinyal analog yang mempunyai resolusi tak terbatas (kontinyu) ke digital yang mempunyai resolusi terbatas

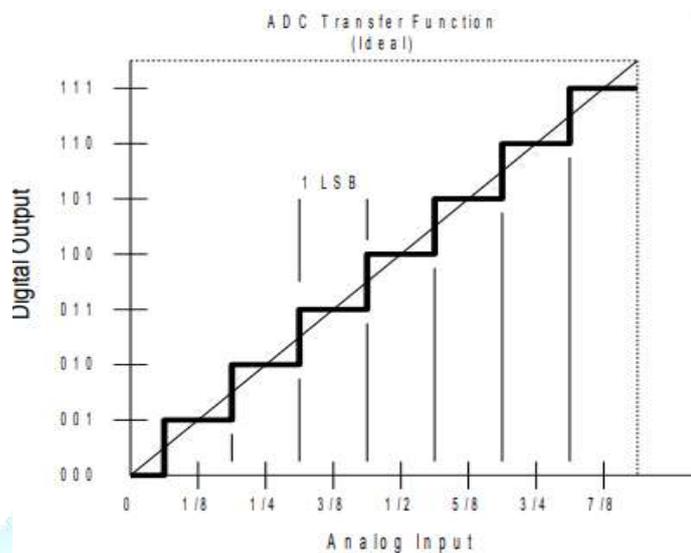


## Relasi Ideal Konverter A/D



### Spesifikasi DC

- Transisi kode ADC ideal tepat 1 LSB
- Untuk N-bit ADC, terdapat  $2^N$  kode
- $1 \text{ LSB} = \text{FS}/2^N$
- Untuk ADC 3-bit,  $\text{FS}=1\text{Volt}$ ,  $1 \text{ LSB}=1\text{V}/8$
- Tiap langkah berpusat di tiap  $1/8 \text{ FS}$

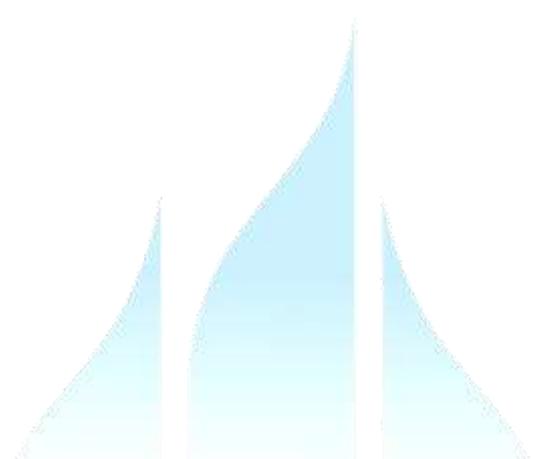


### 3. Pengkodean Digital

- Mentranslasikan nilai analog terkuantisasi menjadi kode digital
- $a/FS = d/M$   $a$ =nilai analog,  $FS=V_{max}$   $M$ =jumlah langkah= $2^N$   $d$ =nilai digital

#### **Resolusi ADC**

- Merupakan perubahan tegangan analog terkecil yang menghasilkan perubahan 1 bit (=1 LSB) – Jarak antara 2 level kuantisasi yang berdekatan
- Resolusi ADC:  $r = FS / 2^N$
- Sering dinyatakan langsung dalam bit



# DaftarPustaka

- [1] Ogata, K(1997). “*Teknik Kontrol Automatik*”. Jilid 1. Erlangga:Jakarta
- [2] <http://share.its.ac.id/course/view.php?id=804>
- [3] Kiyoshi Suzaki, *The New Shop Floor Management*, The Free Press, New York, 1993.
- [4] Manfred Weck, *Handbook of Machine Tools Volume 1*, John Wiley & Sons, 1984.
- [5] Martawirya Yatna Yuwana, Modul: Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri (SPTM),  
Diktat Kuliah
- [6] Sistem Produksi, Lab. Teknik Produksi - Jurusan Teknik Mesin - FTI - ITB, 1998.
- [7] Akhmad Hery Kusuma, Sistem Transfer Fleksibel dengan Pengendalian Terdistribusi
- [8] Menggunakan PLC, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin ITB, 2000.
- [9] Martawirya Yatna Yuwana dan Rochmad Setyadi, Sistem Produksi Terdistribusi  
Mandiri:
- [10]Perangkat Lunak Inti Pengembangan Sistem Produksi, Jurnal Teknik Mesin, Vol. XV.  
No. 1, Maret 2000. 12



## MODUL PERKULIAHAN

# Automasi Industri

## ELEMEN-ELEMEN OTOMASI SENSOR, ACTUATOR, ANALYZER, DRIVES

Fakultas

Fakultas Teknik

Program Studi

Teknik Elektro

Tatap Muka

06

Kode MK

Disusun Oleh

Ketty Siti Salamah, ST, MT

### Abstract

Sistem Otomasi Industri dapat diartikan sebagai sistem dengan mekanisme kerja dikendalikan oleh peralatan elektronik (electronic hardware) berdasarkan urutan-urutan perintah dalam bentuk program perangkat lunak (electronic software) yang disimpan di dalam unit memori kontroler elektronik.

### Kompetensi

Mahasiswa dapat mengetahui konsep otomasi industri

## OUTLINE PERTEMUAN INI

**Sensor**

**Aktuator**

**Analyzer & Drives**

### SENSOR

- ✓ Sensor merupakan elemen untuk mengenali atau mengidentifikasi keberadaan sebuah perbedaan kondisi (sebuah sinyal, kondisi fisik dan juga kandungan kimia) yang diharapkan diketahui
- ✓ Perbedaan suhu satu derajat lebih panas, hanya diketahui oleh thermometer (indera kita tidak dapat mengetahuinya) – kenaikan getaran seismik gunung berapi hanya bisa diketahui oleh seismograf
- ✓ Untuk mendapatkan ukuran/jumlah dari variabel yang berbeda – keberadaan sensor dalam industri adalah penting
- ✓ Jenis sensor yang dipergunakan tergantung proses yang dijalankan dan jenis/range variabel yang diukur
- ✓ Sensor dapat berupa sebuah alat fisik ataupun organ biologis
- ✓ Sebagian besar sensor adalah elektronik, meskipun beberapa bentuk lain tersedia – dapat berbentuk analog maupun digital
- ✓ Sensor dapat memberikan petunjuk/indikasi langsung (misal thermometer mercury atau meteran elektrik) atau dipasang bersama sebuah alat indikator (misal tidak langsung – melalui analog to digital converter, komputer ataupun display lainnya) sehingga nilai yang ditangkap menjadi dapat terbaca oleh manusia.
- ✓ Sensor banyak digunakan di bidang medis, industri dan robotika

- ✓ Perkembangan teknologi memungkinkan berbagai ragam sensor dapat diproduksi, khususnya untuk mencapai kemampuan sensitivitas yang lebih tinggi

## **JENIS- JENIS SENSOR**

### **Energi thermal (suhu)**

- ✓ temperature sensors: thermometers, thermocouples, temperature sensitive resistors (thermistors), bi-metal thermometers and thermostats
- ✓ heat sensors: bolometer, calorimeter

### **Sensor elektromagnetik**

- ✓ electrical resistance sensors: ohmmeter, multimeter
- ✓ electrical current sensors: galvanometer, ammeter
- ✓ electrical voltage sensors: leaf electroscope, voltmeter
- ✓ electrical power sensors: watt-hour meters (meteran pelanggan listrik)
- ✓ magnetism sensors: magnetic compass, fluxgate compass, magnetometer, Hall effect device

### **Sensor mekanis**

- ✓ pressure sensors: altimeter, barometer, barograph, pressure gauge, air speed indicator, rate of climb indicator, variometer
- ✓ gas and liquid flow sensors: flow sensor, anemometer, flow meter, gas meter, water meter, mass flow sensor
- ✓ mechanical sensors: acceleration sensor, position sensor, selsyn, switch, strain gauge

### **Sensor kimia**

- ✓ Mendeteksi keberadaan unsur kimia ataupun senyawa kimia tertentu

- ✓ oxygen sensors (lambda sensors), ion-selective electrodes, pH glass electrodes, and redox electrodes.

### **Sensor Radiasi / Optik**

- electromagnetic time-of-flight. Membangkitkan getaran elektromagnetik, memancarkannya, dan mengukur waktu tembus getaran tersebut ditangkap kembali lebih dikenal sebagai RADAR (Radio Detection And Ranging) dan diimbangi dengan peralatan analog LIDAR (Light Detection And Ranging), semuanya dalam gelombang elektromagnetik
- Sensor akustik: khusus dipakai untuk membangkitkan gelombang tekanan dalam media fluida (udara maupun air)
- light time-of-flight, dipergunakan sebagai peralatan survey modern, pulsa cahaya pendek dipancarkan dan dipantulkan kembali oleh sebuah retroreflector. Waktu tempuh pulsa ini proporsional terhadap jarak dan terkait dengan kerapatan atmosfer yang bisa diprediksi

### **Sensor Radiasi / Ion**

- radiation sensors: Geiger counter, dosimeter, Scintillation\_counter
- subatomic particle sensors: scintillometer, cloud chamber, bubble chamber

### **Non ionising radiation**

- light sensors, atau photodetectors, termasuk semikonduktor seperti photocells, photodiodes, phototransistors, CCDs, dan Image sensors; vacuum tube devices (photo-electric tubes, photomultiplier tubes); dan instrumen mekanik seperti Nichols radiometer.
- proximity sensor- tipe sensor untuk mendeteksi dalam jarak tertentu tetapi hanya mendeteksi dalam range kedekatan tertentu. Dapat berbetuk optikal kombinasi photocell dan LED atau laser. Diaplikasikan dalam cell phones, paper detector di

mesin fotocopy, auto power standby/shutdown dalam laptop ataupun alat lainnya. Dilengkapi juga dengan magnet dan alat yang menghasilkan Hall effect lebih detail di slide selanjutnya

- scanning laser- Sinar laser di-scan per scene oleh cermin khusus – sebuah sensor photocell dalam jarak tertentu memberi respon ketika sinar tersebut dipantulkan dari obyek ke sensor, jarak dapat diperhitungkan dengan triangulasi
- Focus – aperture dari lensa dapat dikondisikan fokus oleh sebuah servo system, jarak elemen in-focus ditentukan oleh setting dari lensa

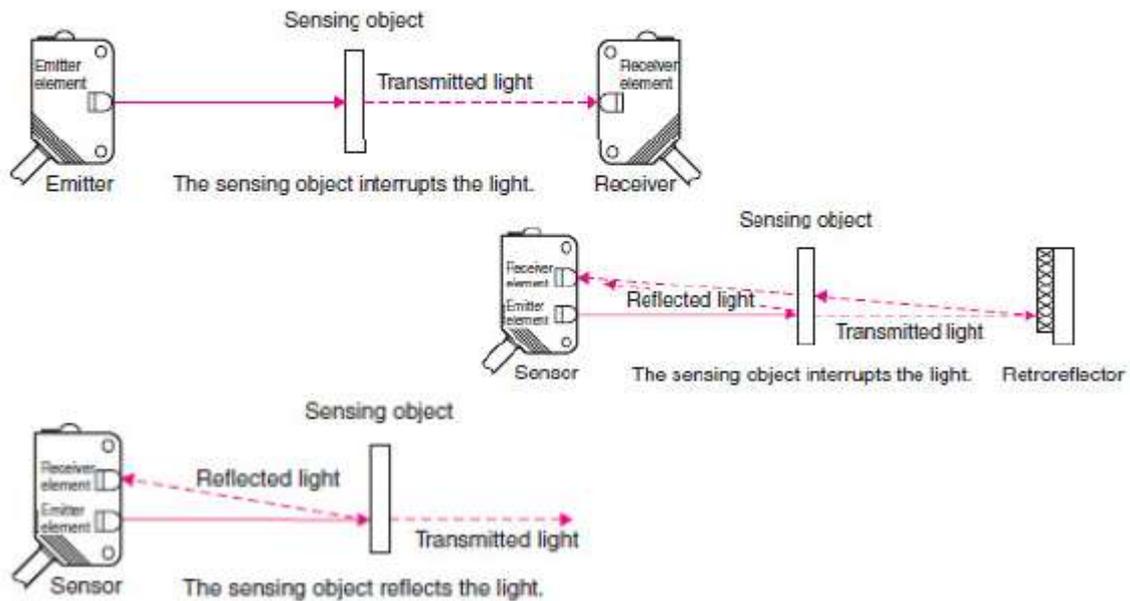
## **SENSOR DALAM INDUSTRI**

- ✓ Photoelectric sensors mendeteksi obyek, perubahan permukaan dan hal yang lain melalui variasi sifat-sifat optik
- ✓ Sensor ini terdiri dari utamanya emitter untuk memancarkan cahaya dan receiver untuk menerima cahaya
- ✓ Ketika cahaya terhalang oleh atau dipantulkan oleh obyek yang diidentifikasi, jumlah cahaya yang diterima receiver berkurang. Kemudian receiver mendeteksi hal ini dan merubahnya menjadi output elektrik
- ✓ Sumber cahaya dari sebagian besar sensor ini adalah infrared atau visible light (umumnya berwarna merah, atau hijau/biru untuk mengidentifikasi warna-warna)

## **PHOTOELECTRIC SENSORS**



- Through-beam Sensors
- Retro-reflective Sensors
- Diffuse-reflective Sensors



## SENSOR DALAM INDUSTRI

- ✓ "Proximity Sensor" termasuk dalam kategori deteksi non-contact yang berbeda dengan limit switches yang mendeteksi obyek dengan menyentuhnya. Sensor ini mengkonversi informasi pada pergerakan atau kehadiran sebuah obyek menjadi sebuah sinyal elektrik
- ✓ Sistem deteksi yang digunakan dapat berbentuk eddy current dari obyek metal dengan induksi elektromagnetik, sistem yang mendeteksi perubahan kapasitas elektrik ketika mendekati obyek yang disensor, dan sistem yang menggunakan magnet + reed switches
- ✓ Japanese Industrial Standards (JIS) mendefinisikan proximity sensors in JIS C 8201-5-2 (Low-voltage switch gear and control gear, Part 5: Control circuit devices and switching elements, Section 2: Proximity sensors), yang sesuai dengan IEC 60947-5-2 tentang definisi dari switches deteksi posisi yang bersifat non-contact

- ✓ JIS memberi nama generik "proximity sensor" pada semua non-contact sensor jarak dekat dan mengklasifikasikannya menjadi inductive, capacitive, ultrasonic, photoelectric, magnetic, dan lain-lain
- ✓ Pressure sensor merupakan sebuah alat yang dilengkapi elemen yang sensitif terhadap tekanan untuk mengukur tekanan gas atau fluida terhadap sebuah diafragma yang terbuat dari stainless steel, silikon, dan sebagainya, kemudian mengkonversikan nilai yang diukur menjadi sebuah sinyal elektrik
- ✓ Sebuah semikonduktor piezo-resistance dispersion pressure sensor memiliki emiconductor distortion gauge yang membentuk permukaan diafragma dan mengkonversikan perubahan hambatan listrik menjadi sinyal elektrik dengan menggunakan piezo-resistance effect yang terjadi ketika diafragma terdistorsi akibat tekanan eksternal (pressure).
- ✓ Sebuah static capacitance pressure sensor memiliki kapasitor yang membentuk elektroda statis (glass) yang berlawanan dengan elektroda silikon yang dinamis, sehingga ketika elektroda silikon bergerak (akibat tekanan eksternal) maka kapasitas elektrik pun berubah dan mengkonveriskannya menjadi sinyal elektrik

### **Piezo-resistance Effect**

- ✓ Hambatan listrik dihitung dengan rumus:  $R = H \times L/S$ .
- ✓ Ketika konduktor terdorong ke kanan atau kiri maka panjang bertambah dan luas permukaan (crosssectional ) berkurang. Hambatan listrik konduktor dengan kondisi tersebut dapat dihitung  $R' = H \times (L+1)/S-s$ .
- ✓ Sehingga,  $R' > R$ . Menunjukkan aplikasi gaya mekanik merubah hambatan listrik

## **AKTUATOR**

- ✓ Aktuator merupakan alat/instrumen yang berfungsi berdasarkan keputusan dari analyzer
- ✓ Alat ini memungkinkan proses untuk melakukan tindakan berdasarkan analisa kondisi terkini dari proses
- ✓ Jika keputusannya adalah melakukan perubahan terhadap kecepatan proses, maka sebuah aktuator (misal solenoid) akan meningkatkan kecepatan motor yang mengoperasikan alat tersebut

## **JENIS – JENIS AKTUATOR**

- ✓ Piston hidrolik, piston silinder yang menggunakan gaya dan bergerak akibat tekanan hidrolik → kapabilitas gaya yang dimiliki tinggi
- ✓ Silinder pneumatik, piston silinder yang menggunakan gaya dan bergerak akibat tekanan udara (pneumatik)
- ✓ Solenoid, rangkaian elektro mekanik yang terdapat dalam sebuah kumparan (lilitan kawat) beserta inti yang ditahan sebuah pegas bergerak jika dialiri listrik ada yang linier dan ada pula yang rotasi

## **ANALYZER & DRIVES**

- ✓ Analyzer merupakan komponen otomasi yang memfungsikan sistem untuk menentukan kejadian yang sedang berlangsung
- ✓ Ketika informasi berubah, analyzer dapat mendata (register) perubahan tersebut dan menganalisanya untuk dilakukan suatu tindakan sebagai bagian dari proses pengambilan keputusan yang otomatis

- ✓ Analyzer: coba jelaskan tentang mekanisme kerja sebuah barcode reader
- ✓ Drives berfungsi atas dasar informasi dari perintah komputer ataupun analyzer
- ✓ Jika aktuator berhubungan dengan pergerakan diskret, pendek dan cepat – drives digunakan untuk pergerakan kontinu untuk proses misalnya spindle motor pada mesin CNC bubut
- ✓ Drives berperan dalam menjaga produktivitas proses
- ✓ Coba jelaskan tentang stepper motor dan DC servo motor

# DaftarPustaka

- [1] Ogata, K(1997). “*Teknik Kontrol Automatik*”. Jilid 1. Erlangga:Jakarta
- [2] <http://share.its.ac.id/course/view.php?id=804>
- [3] Kiyoshi Suzaki, *The New Shop Floor Management*, The Free Press, New York, 1993.
- [4] Manfred Weck, *Handbook of Machine Tools Volume 1*, John Wiley & Sons, 1984.
- [5] Martawirya Yatna Yuwana, Modul: Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri (SPTM),  
Diktat Kuliah
- [6] Sistem Produksi, Lab. Teknik Produksi - Jurusan Teknik Mesin - FTI - ITB, 1998.
- [7] Akhmad Hery Kusuma, Sistem Transfer Fleksibel dengan Pengendalian Terdistribusi
- [8] Menggunakan PLC, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin ITB, 2000.
- [9] Martawirya Yatna Yuwana dan Rochmad Setyadi, Sistem Produksi Terdistribusi  
Mandiri:
- [10]Perangkat Lunak Inti Pengembangan Sistem Produksi, Jurnal Teknik Mesin, Vol. XV.  
No. 1, Maret 2000. 12



## MODUL PERKULIAHAN

# Automasi Industri

## SISTEM KENDALI (CONTROL SYSTEM)

Fakultas

Fakultas Teknik

Program Studi

Teknik Elektro

Tatap Muka

# 07

Kode MK

Disusun Oleh

Ketty Siti Salamah, ST, MT

### Abstract

Sistem Otomasi Industri dapat diartikan sebagai sistem dengan mekanisme kerja dikendalikan oleh peralatan elektronik (electronic hardware) berdasarkan urutan-urutan perintah dalam bentuk program perangkat lunak (electronic software) yang disimpan di dalam unit memori kontroler elektronik.

### Kompetensi

Mahasiswa dapat mengetahui konsep otomasi industri

Materi Modul 7 :

1. Definisi Sistem Kendali
2. Komponen-komponen Diagram Blok
3. Open Loop dan Close Loop

## DEFINISI SISTEM KENDALI

Dalam proses industri, sering dibutuhkan besaran-besaran yang memerlukan kondisi atau persyaratan yang khusus, seperti ketelitian yang tinggi, harga yang konstan untuk selang waktu yang tertentu, nilai yang bervariasi dalam suatu rangkaian tertentu, perbandingan yang tetap antara 2 (dua) variabel, atau suatu besaran sebagai fungsi dari besaran lainnya. Jelas, kesemuanya itu tidak cukup dilakukan hanya dengan pengukuran saja, tetapi juga memerlukan suatu cara pengontrolan agar syarat-syarat tersebut dapat dipenuhi. Karena alasan inilah diperkenalkan suatu konsep pengontrolan yang disebut Sistem Kontrol.

Ada beberapa definisi yang harus dimengerti untuk lebih memahami Sistem Kontrol secara keseluruhan, yaitu: Sistem, Proses, Kontrol dan Sistem Kontrol. Definisi dari beberapa istilah tersebut adalah sebagai berikut:

**SISTEM:** Sistem adalah kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja bersama-sama melakukan sesuatu untuk sasaran tertentu.

**PROSES:** Proses adalah perubahan yang berurutan dan berlangsung secara kontiniu dan tetap menuju keadaan akhir tertentu.

**KONTROL:** Kontrol adalah suatu kerja untuk mengawasi, mengendalikan, mengatur dan menguasai sesuatu

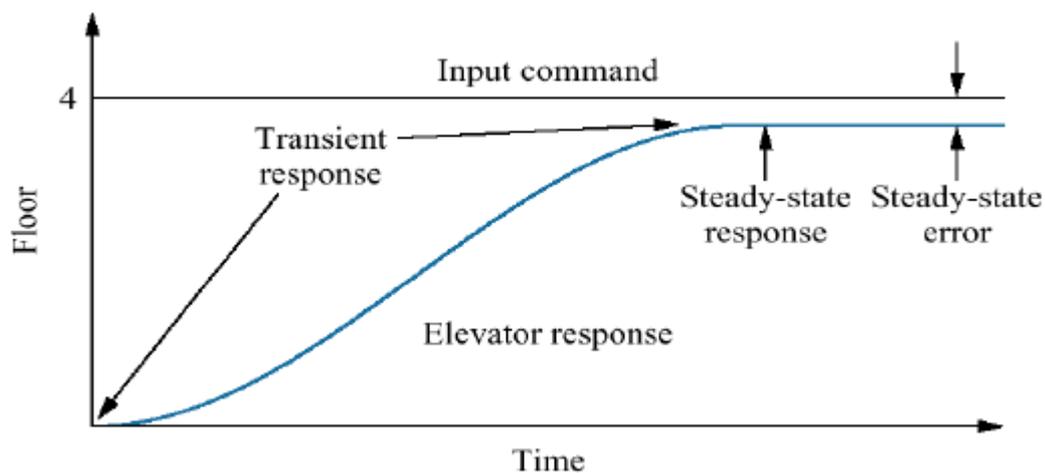
**SISTEM KONTROL (*Control System*):** Sistem Kontrol adalah proses pengaturan atau pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (***variabel*** atau ***parameter***) sehingga berada pada suatu harga atau *range* tertentu. Contoh variabel atau parameter fisik, adalah: tekanan (*pressure*), aliran (*flow*), suhu (*temperature*), ketinggian (*level*), pH, kepadatan (*viscosity*), kecepatan (*velocity*), dan lain-lain.

Hubungan sebuah sistem dan proses dapat diilustrasikan seperti terlihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 7.1 Blok Diagram Sistem

## CONTOH SISTEM KENDALI – ELEVATOR



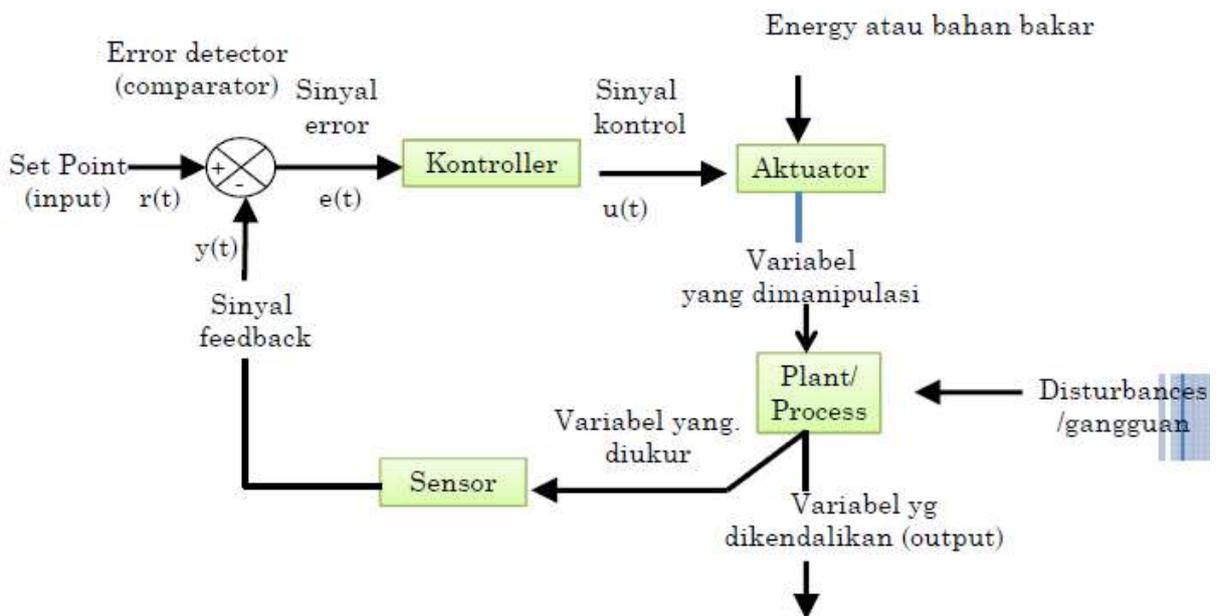
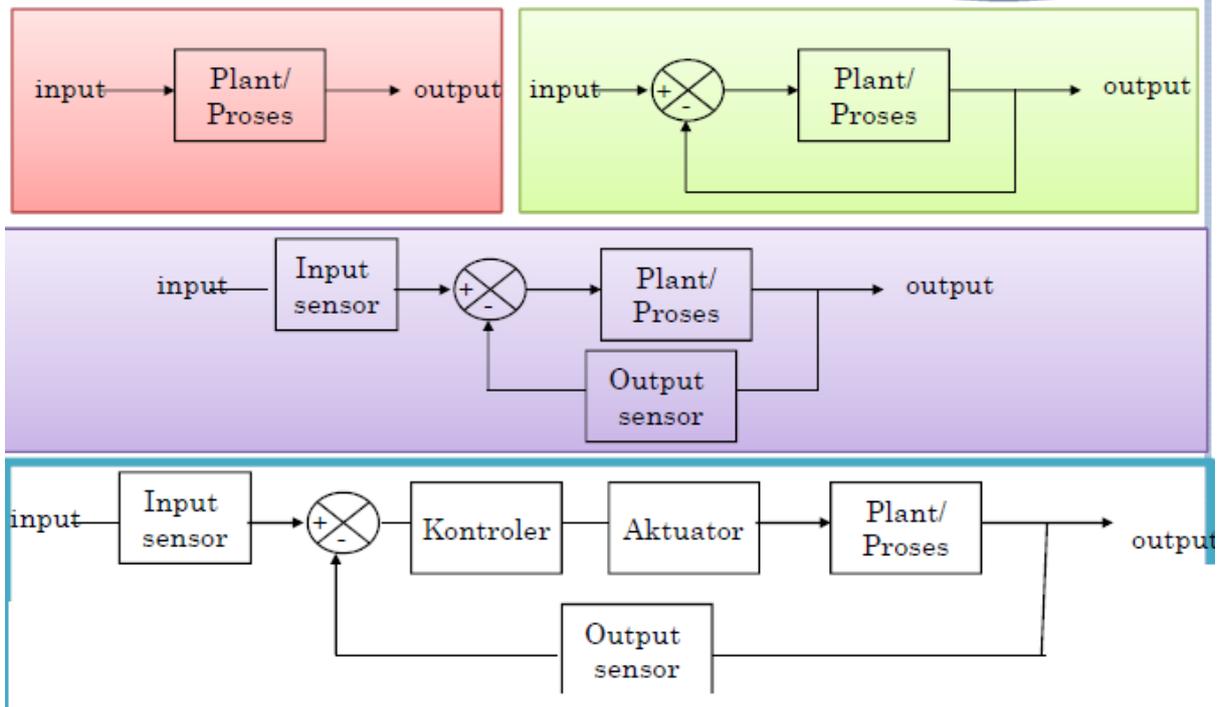
Input : elevator akan berhenti di lantai 4

Output (elevator response) : lantai – lantai yang dilewati elevator

Transient response \_ respon mencapai steady state

Steady state response \_ memperkecil steady state error

## KOMPONEN-KOMPONEN DIAGRAM BLOK SISTEM KENDALI



**Komponen-Komponen Diagram Blok Sistem Kendali Sebagai berikut:**

### 1. Variabel yang dikendalikan

Variabel aktual yang selalu dipantau dan dijaga pada nilai tertentu yang diinginkan dalam proses.

### 2. Variabel yang diukur

Kondisi dari controlled variable pada saat tertentu dalam pengukuran

### **3. Sensor**

Alat ukur controlled variable yang menghasilkan sinyal output sebagai indikasi status

### **4. Sinyal feedback**

Output dari measurement device.

### **5. Set Point**

Nilai dari controlled variable yang diinginkan

### **6. Error detector**

Perbandingan antara set point dengan sinyal feedback, dan menghasilkan sinyal output sesuai dengan perbedaan tersebut

### **7. Sinyal error**

Output dari error detector

### **8. Kontroler (Pengendali)**

Menerima error sebagai input dan menghasilkan sinyal kontrol untuk melakukan proses terhadap controlled variable sehingga menjadi sama dengan set point

### **9. Aktuator**

Alat yang secara fisik melakukan proses sesuai instruksi kontroler dengan menggunakan sumber energi

### **10. Variabel yang dimanipulasi**

Besaran fisik yang merupakan hasil dari kerja dari aktuator

### **11. Plant/proses**

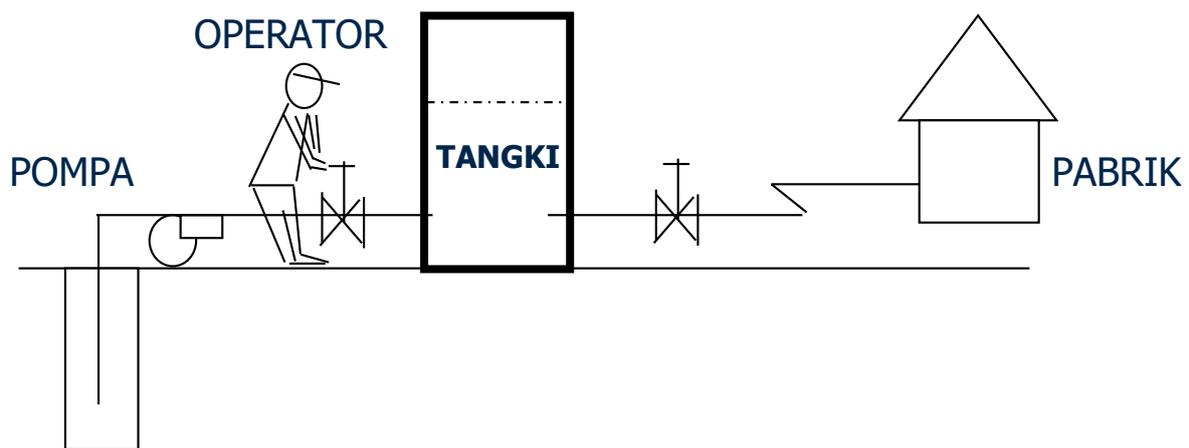
Proses tertentu yang dikontrol oleh sistem

### **12. Disturbances/gangguan**

Faktor pengganggu, menyebabkan perubahan pada variabel yang dikontrol

## PRINSIP SISTEM KONTROL

Sebuah contoh Sistem Kontrol akan diceritakan di bawah ini. Seorang operator sedang menjaga ketinggian (*level*) suatu tangki yang akan digunakan untuk sebuah proses kimia. Jika, ketinggian tangki kurang dari yang semestinya, operator akan lebih membuka keran masukan (*valve*), dan sebaliknya, jika ketinggian melebihi dari yang semestinya, operator akan mengurangi bukaan keran (*valve*), dan seterusnya. Gambar 1.2 mengilustrasikan cerita sistem kontrol tersebut.



Gambar 7.2 Contoh Sistem Kontrol

Dari kejadian ini, dapat dinyatakan bahwa sebenarnya yang terjadi adalah *pengukuran* terhadap tinggi cairan di dalam tangki, kemudian *membandingkannya* terhadap harga tertentu dari tinggi cairan yang dikehendaki, lalu melakukan *koreksi* yakni dengan mengatur bukaan keran masukan cairan ke dalam tangki.

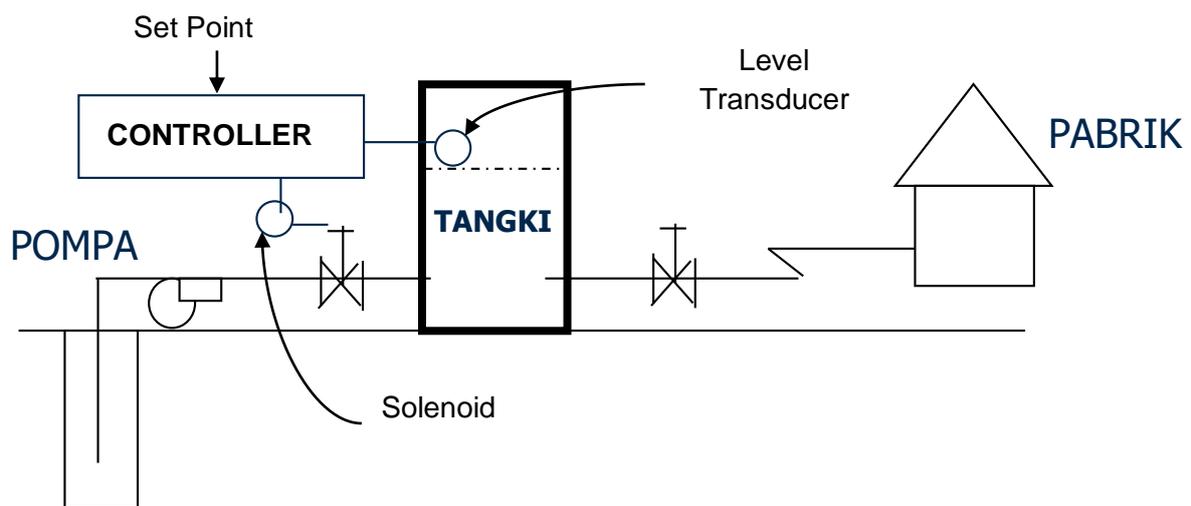
Dapat disimpulkan bahwa sebuah sistem kontrol, melakukan urutan kerja sebagai berikut:

1. Pengukuran (*Measuring*)
2. Perbandingan (*Comparison*)
3. Perbaikan (*Correction*)

Sistem tersebut dapat berjalan baik, jika dianggap sistem bekerja secara ideal dan sederhana. Namun, masalah akan timbul jika diteliti lebih lanjut, seperti:

- a. Keadaan proses yang lebih kompleks dan sulit
- b. Pengukuran yang lebih akurat dan presisi
- c. Jarak proses yang tidak mudah dijangkau

maka diperlukan modifikasi terhadap sistem tersebut. Dalam hal seperti inilah diperlukan sebuah Sistem Kontrol Otomatik, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 7.3 di bawah ini.



Gambar 7.3 Sistem Kontrol Otomatik

Terdapat beberapa manfaat pada penggunaan Sistem Kontrol Otomatik pada sebuah proses, yaitu:

- Kelancaran Proses
- Keamanan
- Ekonomis
- Kualitas



Gambar 7.4 Sebuah *Master Control Room* untuk mengontrol Sistem Proses Jarak Jauh

### Klasifikasi Sistem Kontrol

Secara umum, sistem kontrol dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Sistem Kontrol Manual dan Otomatik
- b. Sistem Lingkaran Terbuka (*Open Loop*) dan Lingkaran Tertutup (*Closed Loop*)
- c. Sistem Kontrol Kontiniu dan Diskrit
- d. Menurut sumber penggerak: Elektrik, Mekanik, Pneumatik, dan Hidraulik

#### Sistem kontrol open loop

Tindakan pengendaliannya tidak tergantung dari output sistem.

Tidak dapat memberikan kompensasi/koreksi jika ada gangguan

Contoh : mesin cuci, oven, AC

Ketepatan hasil bergantung pada kalibrasi.

## PERBEDAAN OPEN LOOP DAN CLOSE LOOP

### 1. Sistem kontrol close loop

Sistem Kontrol Lingkar Terbuka (Open Loop) adalah sistem pengontrolan di mana besaran keluaran tidak memberikan efek terhadap besaran masukan, sehingga variable yang dikontrol tidak dapat dibandingkan terhadap harga yang diinginkan. Sedangkan Sistem Kontrol Lingkar Tertutup (Closed Loop) adalah sistem pengontrolan dimana besaran keluaran memberikan efek terhadap besaran masukan, sehingga besaran yang dikontrol dapat dibandingkan terhadap harga yang diinginkan. Selanjutnya, perbedaan harga yang terjadi antara besaran yang dikontrol dengan harga yang diinginkan digunakan sebagai koreksi yang merupakan sasaran pengontrolan.

Open Loop Control System memiliki karakteristik sebagai berikut :

- a) Tindakan pengendaliannya tidak tergantung dari output sistem.
- b) Tidak dapat memberikan kompensasi/koreksi jika ada gangguan  
Contoh : mesin cuci, oven, AC
- c) Ketepatan hasil bergantung pada kalibrasi
- d) Sederhana dan murah.
- e) Tidak terdapat proses pengukuran
- f) Variabel yang dikontrol tidak mempengaruhi aksi pengontrolan
- g) Banyak didasari oleh waktu atau urutan proses
- h) Kurang akurat, lebih stabil,

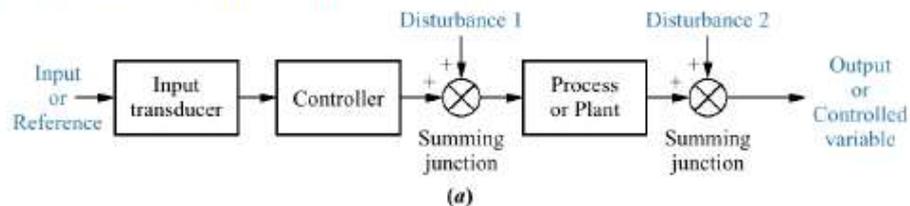
### 2. Sistem kontrol close loop

- a) Tindakan pengendaliannya tergantung pada output sistem (melalui feedback).
- b) Mengatasi kelemahan sistem open loop karena dapat melakukan koreksi saat ada gangguan

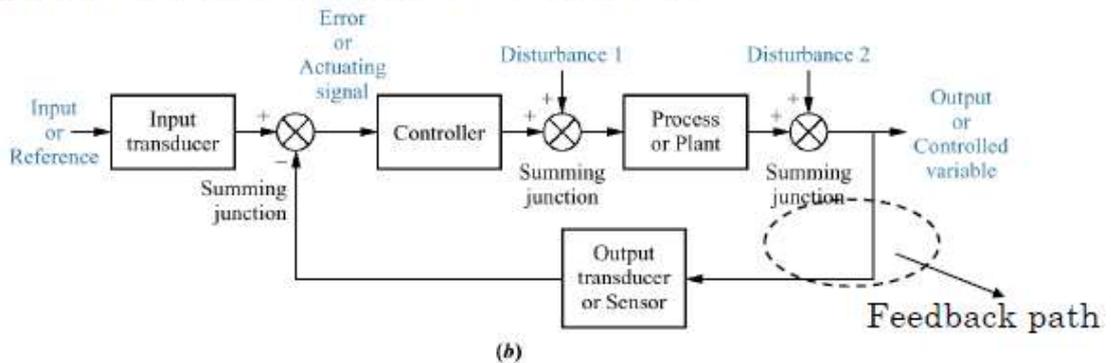
- c) Terdapat kemungkinan terjadi “overkoreksi”, sehingga sistem justru menjadi tidak stabil
- d) Kompleks dan mahal, karena komponen lebih banyak  
 Contoh : pengaturan kecepatan motor, pendingin-pemanas ruangan
- e) Terdapat proses pengukuran
- f) Variabel yang dikontrol mempengaruhi aksi pengontrolan (feed back)
- g) Lebih akurat, dapat terjadi ketidakstabilan
- h) Mahal

**PERBEDAAN OPEN LOOP DAN CLOSE LOOP DALAM BLOK DIAGRAM**

*Diagram Blok Sistem Kontrol OPEN LOOP*

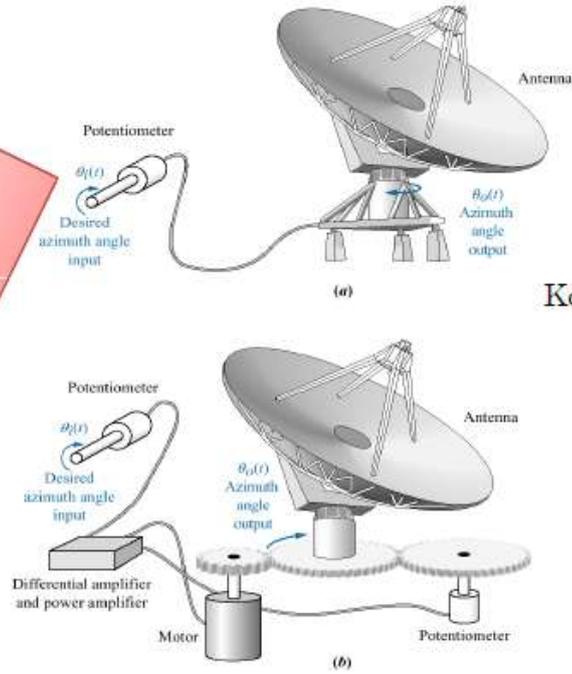


*Diagram Blok Sistem Kontrol CLOSE LOOP*



CONTOH CLOSE LOOP: ANTENA

Antena (termasuk antena radio) termasuk contoh sistem merupakan contoh kendali posisi memiliki

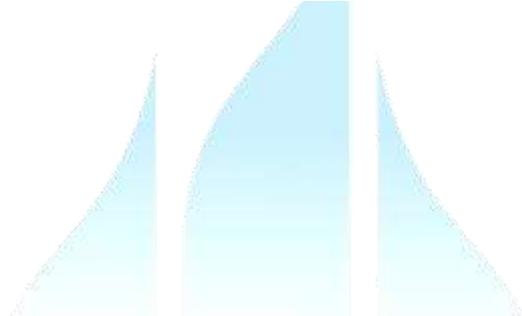
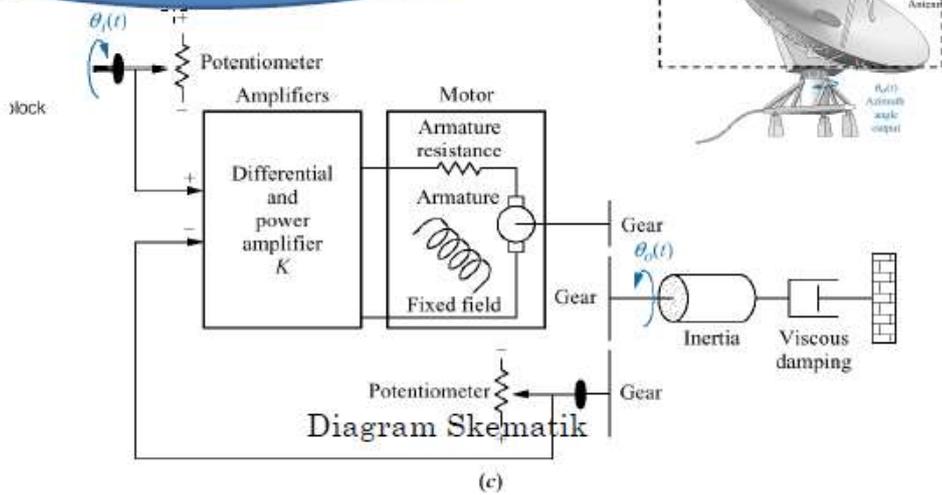


Konsep Sistem

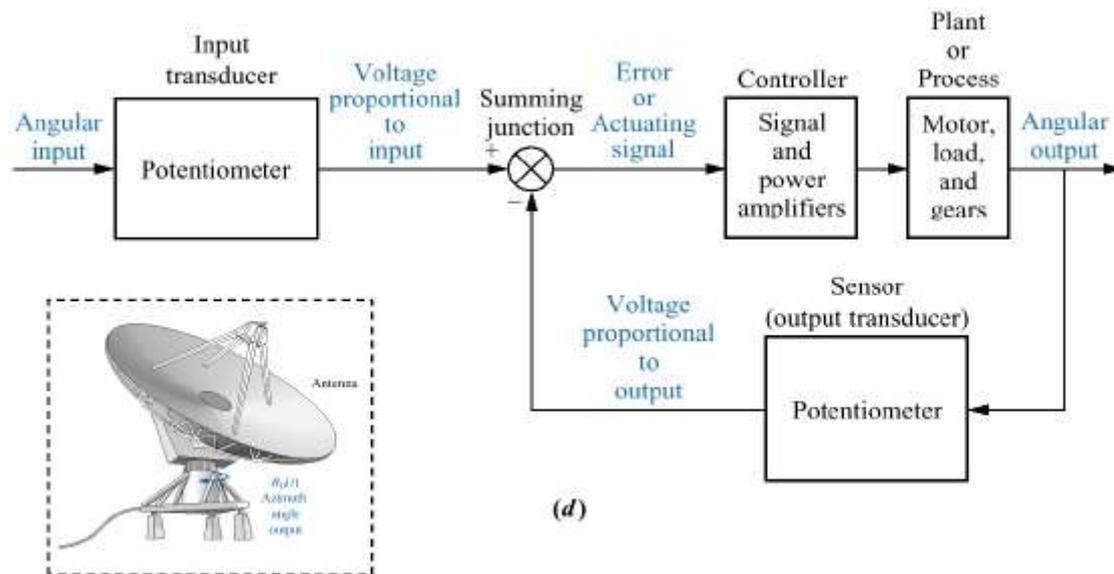
Detail Komponen

**CONTOH CLOSE LOOP: ANTENA**

POTENSIOMETER BERFUNGSI SEBAGAI PENGENDALI UNTUK Mencari posisi yang tepat MENANGKAP GELOMBANG



## CONTOH CLOSE LOOP: ANTENA



Blok Diagram Fungsional

### Karakteristik Sistem Kontrol Otomatik

Beberapa karakteristik penting dari Sistem Kontrol Otomatik adalah sebagai berikut:

- Sistem Kontrol Otomatik merupakan sistem dinamik yang dapat berbentuk linear maupun non-linear
- Bersifat menerima informasi, memprosesnya, mengolahnya dan kemudian mengembangkannya
- Komponen atau unit yang membentuk sistem kontrol ini akan saling mempengaruhi
- Bersifat mengembalikan sinyal ke bagian masukan (feedback) dan ini digunakan untuk memperbaiki sifat sistem
- Karena adanya pengembalian sinyal ini, maka pada sistem kontrol otomatis selalu terjadi masalah stabilitas

# DaftarPustaka

- [1] Ogata, K(1997). “*Teknik Kontrol Automatik*”. Jilid 1. Erlangga:Jakarta
- [2] <http://share.its.ac.id/course/view.php?id=804>
- [3] Kiyoshi Suzaki, *The New Shop Floor Management*, The Free Press, New York, 1993.
- [4] Manfred Weck, *Handbook of Machine Tools Volume 1*, John Wiley & Sons, 1984.
- [5] Martawirya Yatna Yuwana, Modul: Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri (SPTM),  
Diktat Kuliah
- [6] Sistem Produksi, Lab. Teknik Produksi - Jurusan Teknik Mesin - FTI - ITB, 1998.
- [7] Akhmad Hery Kusuma, Sistem Transfer Fleksibel dengan Pengendalian Terdistribusi
- [8] Menggunakan PLC, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin ITB, 2000.
- [9] Martawirya Yatna Yuwana dan Rochmad Setyadi, Sistem Produksi Terdistribusi  
Mandiri:
- [10]Perangkat Lunak Inti Pengembangan Sistem Produksi, Jurnal Teknik Mesin, Vol. XV.  
No. 1, Maret 2000. 12



## MODUL PERKULIAHAN

# Automasi Industri

## SISTEM KENDALI INDUSTRI (INDUSTRIAL CONTROL SYSTEM)

Fakultas

Fakultas Teknik

Program Studi

Teknik Elektro

Tatap Muka

08

Kode MK

Disusun Oleh

Ketty Siti Salamah, ST, MT

### Abstract

Sistem Otomasi Industri dapat diartikan sebagai sistem dengan mekanisme kerja dikendalikan oleh peralatan elektronik (electronic hardware) berdasarkan urutan-urutan perintah dalam bentuk program perangkat lunak (electronic software) yang disimpan di dalam unit memori kontroler elektronik.

### Kompetensi

Mahasiswa dapat mengetahui konsep otomasi industri

## **Materi Modul 8 :**

### OUTLINE PERTEMUAN INI

1. Industri Proses vs Industri Manufaktur Diskrit
2. Continuous Control System
3. Discrete Control System

### **DEFINISI INDUSTRIAL CONTROL SYSTEM**

Pengaturan otomatis dari unit yang beroperasi dan berbagai perlengkapan yang terkait yang bekerja selaras dengan integrasi dan koordinasi unit operasi ke dalam sistem produksi yang lebih besar.

Kontrol automatic atau yang dikenal dengan sistem pengendalian otomatis ( automatic control system) merupakan level ke 2 dalam hirarki sistem otomasi.. Dalam sistem otomasi kegiatan pengontrolan dan monitoring yang biasa dilakukan manusia bisa digantikan perannya dengan menerapkan prinsip otomasi. Kegiatan kontrol yang dilakukan secara berulang-ulang, kekurangpresisian manusia dalam membaca data, serta resiko yang mungkin timbul dari sistem yang dikontrol semakin menguatkan kedudukan alat/mesin untuk melakukan pengontrolan secara otomatis.

Pengendalian otomatis (automatic control) dan piranti-piranti pengontrol otomatis dalam perkembangannya merupakan suatu disiplin ilmu sendiri yang disebut control engineering, control system engineering . Dengan berkembangnya teknologi komputer dan jaringan dimana konsep sistem otomasi dapat diwujudkan, ditambah dengan suatu kecerdasan melalui program yang ditanamkan dalam sistem tersebut , maka akan semakin meringankan tugas-tugas manusia. Derajad otomasi yang makin tinggi akan mengurangi peranan dan meringankan tugas-tugas manusia dalam pengontrolan suatu proses.

Beberapa contoh sistem pengaturan proses-proses pada industri modern seperti:

1. Sebagai pengontrol tekanan

2. Sebagai pengontrol temperature
3. Sebagai pengontrol kelembaban
4. Sistem aliran dalam proses industri

### **Unit operasi**

Umumnya mengacu pada sebuah operasi/proses manufaktur

Dapat juga berlaku bagi material handling dan perlengkapan lainnya

### **INDUSTRI PROSES DAN INDUSTRI MANUFAKTUR DISKRIT**

Industri dan operasi produksinya dibagi dalam dua katagori dasar yaitu industri proses dan industri manufaktur diskrit.

#### **1. Industri Proses**

- ✓ Industri proses umumnya menggunakan material dalam bentuk cairan, gas, serbuk, dan material material sejenis.
- ✓ Operasi produksi dilakukan terhadap sejumlah volume material

#### **2. Industri Manufaktur Diskrit**

- ✓ Operasi produksi dilakukan terhadap sejumlah unit/satuan material
- ✓ Industri manufaktur diskrit umumnya menggunakan material dalam bentuk padat untuk pembuatan part atau produk diskrit
- ✓ Part, unit produk

Karena perbedaan jenis material yang digunakan dalam ke dua katagori tersebut, maka jenis operasi yang dilakukan juga berbeda.

### **Jenis Operasi Industri**

#### **Industri Proses**

- ✓ Reaksi-reaksi kimia.
- ✓ Kominusi (pemecahan dalam bagian yang kecil-kecil, comminution).
- ✓ Deposisi (misal: deposisi uap secara kimiawi).

- ✓ Distilasi.
- ✓ Pencampuran dan peramuan unsur-unsur.
- ✓ Pemisahan unsur-unsur.

### Manufaktur Diskrit

- ✓ Penuangan.
- ✓ Penempaan.
- ✓ Ekstrusi.
- ✓ Perakitan mekanis.
- ✓ Pencetakan plastik.
- ✓ Penstempelan logam lembaran.

### Level Otomasi Industri

Level	Industri Proses	Industri Manufaktur Diskrit
1	<b>Level peralatan:</b> sensor dan aktuator terdiri dari loop-loop kendali dasar untuk unit-unit operasi.	<b>Level peralatan:</b> sensor dan aktuator untuk kendali penyelesaian aktifitas mesin.
2	<b>Level kendali dengan pengaturan:</b> pengendalian unit-unit operasi.	<b>Level mesin:</b> mesin produksi dan stasiun kerja untuk manufaktur part diskrit dan produk.
3	<b>Level kendali pengawasan:</b> pengendalian dan koordinasi beberapa interkoneksi unit-unit operasi untuk keseluruhan proses.	<b>Level sel manufaktur atau sistem:</b> pengendalian dan koordinasi group mesin dan peralatan pendukung pekerjaan dalam koordinasi, termasuk peralatan penanganan material.
4	<b>Level pabrik:</b> penjadwalan, pemindahan dan penanganan material, pemantauan peralatan.	<b>Level pabrik:</b> penjadwalan, pemindahan dan penanganan material ke dalam proses, pengaturan rute part melalui mesin, pemanfaatan mesin.
5	<b>Level perusahaan:</b> sistem informasi manajemen, perencanaan strategi, manajemen level tinggi perusahaan.	<b>Level perusahaan:</b> sistem informasi manajemen, perencanaan strategi, manajemen level tinggi perusahaan.

## **Perbedaan Level**

**Level 1**, terdapat perbedaan dalam jenis sensor dan aktuator yang digunakan:

- ✓ Dalam industri proses, peralatan yang digunakan kebanyakan untuk loop-loop kendali kimia, termal, atau operasi-operasi yang sejenis;
- ✓ Dalam industri manufaktur diskrit, peralatan yang digunakan adalah untuk pengendalian aktivitas mekanis.

**Level 2**, perbedaannya:

- ✓ Dalam industri proses, yang dikendalikan adalah unit-unit operasi;
- ✓ Dalam industri manufaktur diskrit, yang dikendalikan adalah mesin-mesin produksi dan stasiun kerja.

**Level 3**, perbedaannya:

- ✓ Dalam industri proses, yang dikendalikan adalah interkoneksi antara unit-unit operasi pemrosesan;
- ✓ Dalam industri manufaktur diskrit, yang dikendalikan adalah interkoneksi antara mesin-mesin.

**Level 4 dan 5**, sistem kendalinya sangat mirip, perbedaannya hanya pada jenis operasinya.

## **Variabel& Parameter Industri**

- ✓ Perbedaan antara industri proses dan industri manufaktur diskrit terletak pada variabel dan parameter yang menentukan karakteristik operasi produksi
- ✓ Variabel didefinisikan sebagai output proses
- ✓ Parameter didefinisikan sebagai input proses.
- ✓ Dalam industri proses, variabel dan parameter memiliki kecenderungan kontinu
- ✓ Dalam industri manufaktur diskrit, variabel dan parameter cenderung diskrit

### **Variabel (Atau Parameter) Continue**

- ✓ Adalah sesuatu yang sifatnya terus-menerus, tidak terputus selama waktu manufaktur.
- ✓ Variabel continue pada umumnya analog, yang berarti dapat diambil sesuatu nilai dalam daerah jangkau (range) tertentu.
- ✓ Operasi produksi baik dalam industri proses maupun dalam industri manufaktur diskrit
- ✓ memiliki karakteristik variabel continue.
- ✓ Contoh: gaya, temperatur, laju aliran, dan kecepatan.

### **Variabel (Atau Parameter) Diskrit**

- ✓ Adalah sesuatu yang memiliki hanya satu nilai pada suatu daerah jangkau tertentu.
- ✓ Jenis paling umum adalah biner, yang berarti memiliki dua kemungkinan nilai, on atau off, tertutup atau terbuka, dst.
  - Contoh: saklar batas terbuka atau tertutup, dan motor on atau off.
- ✓ Ada kalanya variabel memiliki lebih dari dua kemungkinan nilai, tetapi bukan tak berhingga, yaitu variabel diskrit selain biner.
  - Contoh: jumlah part dalam suatu operasi produksi yang dihitung secara harian, dan tampilan pada tachometer digital.
- ✓ Bentuk khusus variabel (dan parameter) diskrit adalah data pulsa, yang terdiri dari deretan pulsa.
- ✓ Deretan pulsa dapat digunakan untuk mengidentifikasi jumlah barang.
  - Contoh: jumlah part yang lewat pada suatu conveyor mengaktifkan suatu fotosel dan menghasilkan pulsa untuk setiap part diskrit.
- ✓ Sebagai parameter proses, deretan pulsa dapat digunakan untuk menjalankan motor langkah (stepper motor)

## **JENIS – JENIS KENDALI**

Sejalan dengan 2 jenis variabel dan parameter, maka jenis kendali juga dibagi menjadi 2 tipe:

- ✓ Continuous control – variabel dan parameter bersifat continuous dan analog
- ✓ Discrete control – variabel dan parameter umumnya bersifat diskrit/diskrit biner

### **Kontrol Kontinu VS Kontrol Diskrit**

- ✓ Industri proses umumnya menggunakan sistem kontrol kontinu.
- ✓ Industri manufaktur diskrit menggunakan sistem kontrol diskrit.
- ✓ Pada kenyataannya, kebanyakan operasi industri proses dan industri manufaktur diskrit cenderung menggunakan variabel dan parameter kontinu maupun diskrit.
- ✓ Akibatnya banyak kontroler industri didesain untuk mampu menerima dan mentransmisikan kedua jenis signal dan data tersebut.
- ✓ Untuk masalah yang kompleks, digunakan komputer untuk menggantikan kontroler analog dalam kendali proses kontinu.
- ✓ Dalam hal ini variabel kontinu tidak lagi diukur secara kontinu, tetapi diambil contoh (sample) secara periodik dan dibuat sistem data-contoh (sampled-data system) diskrit yang mendekati sistem kontinu sesungguhnya.
- ✓ Demikian pula, signal kendali yang dikirimkan ke proses adalah jenis fungsi langkah (stepwise functions) yang mendekati sama dengan signal kontinu yang ditransmisikan oleh kontroler

## Kontrol Kontinu VS Kontrol Diskrit

<b>Faktor Komparasi</b>	<b>Kontrol Kontinu Industri Proses</b>	<b>Kontrol Diskrit Industri Manufaktur Diskrit</b>
Jenis pengukuran output produk	Pengukuran berat, pengukuran volume likuid, pengukuran volume solid	Jumlah part, jumlah produk
Jenis pengukuran kualitas	Konsistensi, konsentrasi larutan, ketiadaan kontaminasi, konformansi terhadap spesifikasi	Dimensi, penyelesaian permukaan, penampilan, ketiadaan cacat, keandalan produk
Jenis variabel dan parameter	Temperatur, laju aliran volume, tekanan	Posisi, kecepatan, percepatan, gaya
Jenis sensor	Meter aliran, termokopel, sensor tekanan	Saklar batas, sensor fotoelektrik, strain gage, sensor piezoelektrik
Jenis aktuator	Kelep, pemanas, pompa	Saklar, motor, piston
Jenis konstanta waktu proses	Detik, menit, jam	Kurang dari sedetik

## CONTINUOUS CONTROL

1. Tujuan utamanya adalah menjaga sebuah nilai dari variabel output tetap pada level yang diharapkan
  - ✓ Parameter dan variabel umumnya bersifat kontinu
  - ✓ Mirip dengan operasi dari sebuah feedback control system
  - ✓ Sebagian besar continuous industrial processes memiliki banyak (multiple) feedback loops

### **Contoh proses kontinu:**

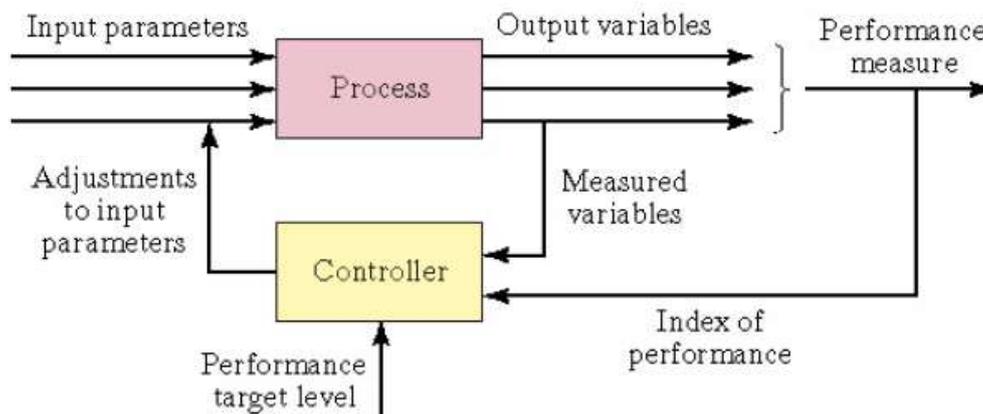
- ✓ Kendali output dari reaksi kimia yang tergantung pada temperatur, tekanan dan lain-lain
- ✓ Kendali dari posisi mata pahat terhadap benda kerja dalam sebuah mesin CNC

## JENIS-JENIS KENDALI PROSES KONTINU

1. Regulatory control
2. Feedforward control
3. Steady-State optimization
4. Adaptive control

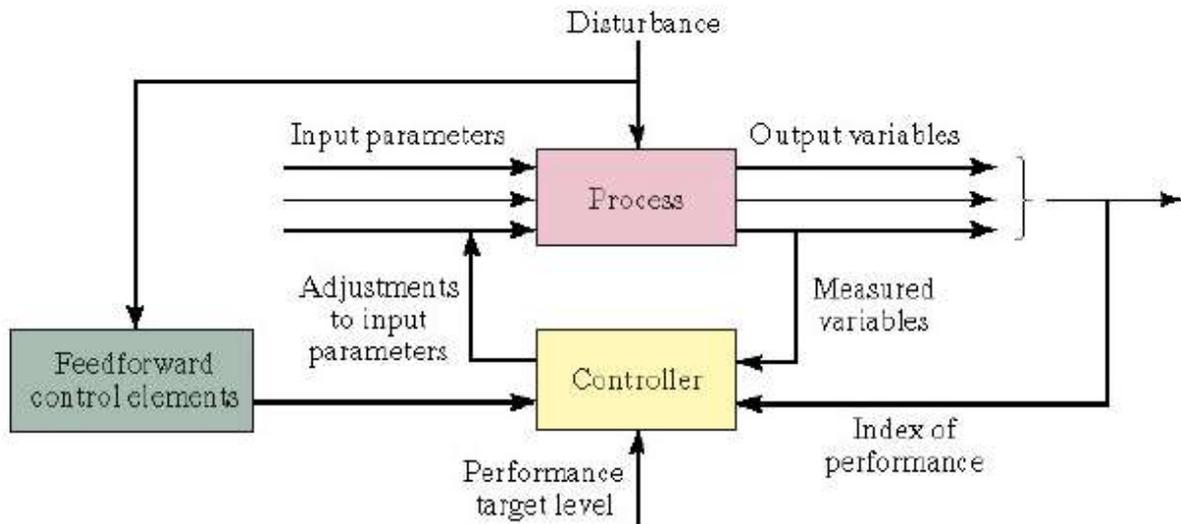
## REGULATORY CONTROL

- ✓ Tujuan – menjaga performa proses dalam level tertentu atau dalam toleransi tertentu
  - Sesuai apabila performa terkait dengan sebuah ukuran kualitas
- ✓ Ukuran performa terkadang dihitung berdasarkan beberapa variabel output
  - Ukuran performa ini disebut sebagai Index of performance (IP)
- ✓ Permasalahan yang terjadi adalah error harus terjadi untuk inisiasi tindakan terhadap proses



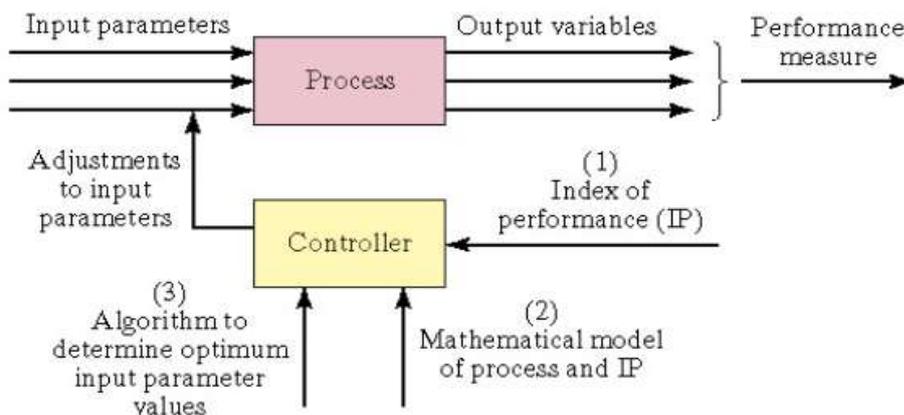
## FEEDFORWARD CONTROL

- ✓ Tujuan – mengantisipasi dampak dari gangguan (disturbances) yang akan mengganggu proses dengan cara mendeteksi (sensing) dan melakukan tindakan kompensasi sebelum berdampak pada proses
- ✓ Model matematis dapat digunakan untuk menggambarkan dampak gangguan terhadap proses
- ✓ Kompensasi penuh terhadap gangguan sulit dilakukan karena gangguan bervariasi – sulit ditangkap dengan model matematis
  - Umumnya dikombinasikan dengan regulatory control
- ✓ Regulatory control dan feedforward control lebih terkait dengan industri proses



### OPTIMISASI STEADY-STATE

- ✓ Klasifikasi teknik optimasi dalam proses yang adaterkait dengan karakteristik berikut:
  1. Well-defined index of performance (IP)
  2. Hubungan yang diketahui antara variabel proses dan IP
  3. Parameter sistem memberikan nilai yang dapat dihitung secara matemates untuk mengoptimalkan IP
- ✓ Termasuk dalam Open-loop system
- ✓ Teknik optimasi mencakup kalkulus diferensial, program matematis, dan lain-lain



## **ADAPTIVE CONTROL**

- ✓ Optimasi steady-state merupakan open-loop, maka tidak dapat memberikan
- ✓ kompensasi/mengatasi gangguan
- ✓ Adaptive control merupakan bentuk selfcorrecting dari kendali optimal yang mencakup correcting juga feedback control
  - Mengukur variabel proses yang terkait selama operasi (feedback control)
  - Menggunakan algoritma pengendali yang berupaya mengoptimalkan index of performance tertentu (optimal control)

## **ADAPTIVE CONTROL DALAM LINGKUNGAN TIME-VARYING**

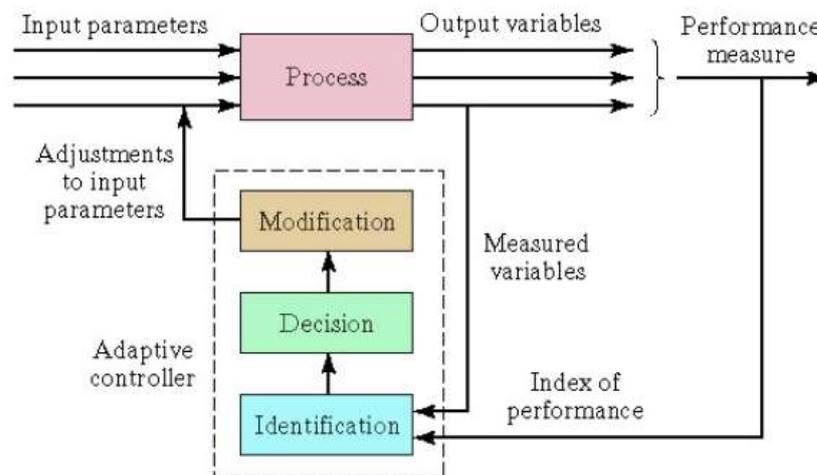
- ✓ Kondisi lingkungan berubah sepanjang waktu dan perubahan tersebut dapat berdampak pada performa sistem
  - Contoh: Pesawat supersonic beroperasi berbeda dalam penerbangan subsonic daripada penerbangan supersonic -nya
- ✓ Jika algoritma kendali bersifat fixed, sistem akan menunjukkan performa yang berbeda antara satu kondisi lingkungan tertentu dengan kondisi lainnya
- ✓ Sebuah sistem adaptive control dirancang untuk melakukan kompensasi terhadap perubahan lingkungan dengan mengganti/merubah beberapa aspek algoritma kendalinya untuk mencapai performa optimal

## **TIGA FUNGSI DALAM ADAPTIVE CONTROL**

1. Fungsi identifikasi – nilai terkini dari IP ditentukan berdasarkan hasil pengukuran dari
2. variabel proses
3. Fungsi keputusan – memutuskan perubahan apa yang diperlukan untuk memperbaiki performa sistem
  - a. Perubahan satu atau lebih parameter input

- b. Perubahan beberapa fungsi internal dalam pengendali (controller)
- 4. Fungsi modifikasi – implementasi dari fungsi keputusan
  - a. Fokus terhadap perubahan fisik (hardware daripada software)

## ADAPTIVE CONTROL SYSTEM



### DISCRETE CONTROL SYSTEMS

- ✓ Parameter dan variabel proses bersifat diskrit
- ✓ Parameter dan variabel proses berubah pada batasan diskrit dari waktu (discrete moments in time)
- ✓ Perubahan didefinisikan sebelumnya oleh instruksi program
- ✓ Perubahan akan dijalankan dengan salah satu dari 2 alasan berikut:
  1. Kondisi sistem telah berubah (event-driven)
  2. Periode waktu tertentu telah tercapai (time driven)

### EVENT-DRIVEN CHANGES

- ✓ Dieksekusi oleh controller sebagai respon terhadap kejadian yang telah merubah kondisi dari sebuah sistem

Contoh:

1. Robot mengangkat sebuah benda kerja ke dalam fixture, an part dideteksi oleh limit switch yang terdapat pada fixture
2. Berkurangnya jumlah bijih plastik dalam hopper dari mesin injection molding memicu low-level switch, yang membuka valve untuk mengisi hopper dengan tambahan plastik
3. Menghitung part yang bergerak di sepanjang konveyor melalui sebuah sensor optik

### **TIME-DRIVEN EVENTS**

- ✓ Dieksekusi oleh controller baik pada titik waktu tertentu ataupun dalam periode waktu yang telah terlewati (mencapai batas waktu)

Contoh:

- “Shop clock” dari sebuah pabrik membunyikan bel pada waktu tertentu untuk menunjukkan waktu mulai dari sebuah shift, istirahat dan waktu berhenti, serta berakhirnya suatu shift
- Operasi perlakuan panas harus dilakukan dalam (selama) kurun waktu tertentu
- Dalam mesin cuci, siklus agitasi (perputaran) diset untuk beroperasi selama waktu tertentu
  - Khusus pengisian tabung cuci dengan air menggunakan eventdriven

### **DUA JENIS DISCRETE CONTROL**

1. Combinational logic control – mengendalikan eksekusi dari event-driven changes
  - ✓ Juga disebut logic control (ingat logic gates)
  - ✓ Output dari suatu waktu tertentu tergantung pada nilai input
  - ✓ Parameter dan variabel yang digunakan adalah 0 atau 1 (OFF atau ON)
2. Sequential control – mengendalikan eksekusi dari time-driven changes

- ✓ Menggunakan alat pengukur waktu internal untuk menentukan kapan inisiasi perubahan terhadap variabel output dilakukan

# DaftarPustaka

- [1] Ogata, K(1997). “*Teknik Kontrol Automatik*”. Jilid 1. Erlangga:Jakarta
- [2] <http://share.its.ac.id/course/view.php?id=804>
- [3] Kiyoshi Suzuki, *The New Shop Floor Management*, The Free Press, New York, 1993.
- [4] Manfred Weck, *Handbook of Machine Tools Volume 1*, John Wiley & Sons, 1984.
- [5] Martawirya Yatna Yuwana, Modul: Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri (SPTM),  
Diktat Kuliah
- [6] Sistem Produksi, Lab. Teknik Produksi - Jurusan Teknik Mesin - FTI - ITB, 1998.
- [7] Akhmad Hery Kusuma, Sistem Transfer Fleksibel dengan Pengendalian Terdistribusi
- [8] Menggunakan PLC, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin ITB, 2000.
- [9] Martawirya Yatna Yuwana dan Rochmad Setyadi, Sistem Produksi Terdistribusi  
Mandiri:
- [10]Perangkat Lunak Inti Pengembangan Sistem Produksi, Jurnal Teknik Mesin, Vol. XV.  
No. 1, Maret 2000. 12



## MODUL PERKULIAHAN

# Automasi Industri

## KENDALI KOMPUTER TERHADAP PROSES (COMPUTER PROCESS CONTROL)

Fakultas

Fakultas Teknik

Program Studi

Teknik Elektro

Tatap Muka

09

Kode MK

Disusun Oleh

Ketty Siti Salamah, ST, MT

### Abstract

Sistem Otomasi Industri dapat diartikan sebagai sistem dengan mekanisme kerja dikendalikan oleh peralatan elektronik (electronic hardware) berdasarkan urutan-urutan perintah dalam bentuk program perangkat lunak (electronic software) yang disimpan di dalam unit memori kontroler elektronik.

### Kompetensi

Mahasiswa dapat mengetahui konsep otomasi industri

## **Materi Modul 9 :**

### **MATERI PERTEMUAN INI**

1. Computer Process Control
2. Computer Process Monitoring
3. Enterprise wide Computer Control

### **COMPUTER PROCESS CONTROL**

1. Diawali pada tahun 1950an dalam industri proses
  - a. Mainframe computers – lambat, mahal, kurang handal
  - b. Set point control
2. Sistem Direct digital control (DDC) dipasang pada tahun 1962
3. Minicomputer diperkenalkan di akhir tahun 1960an, sedangkan microcomputer diperkenalkan awal tahun 1970a
4. Programmable logic controllers (PLC) diperkenalkan awal tahun 1970an untuk discrete process control
5. Distributed control diaplikasikan sekitar tahun 1975
6. PC untuk process control awal tahun 1990an

### **KARAKTERISTIK DASAR REAL-TIME PROCESS CONTROL**

#### 1. Process-initiated interrupts

- ✓ Controller harus memberi respon terhadap sinyal yang datang dari proses (event-driven changes)
- ✓ Tergantung pada prioritas relatif, controller dapat melakukan interupsi terhadap program yang sedang berjalan untuk melakukan respon

#### 2. Timer-initiated actions

- ✓ Controller harus dapat melakukan eksekusi tindakan tertentu pada suatu saat tertentu (time-driven changes)
- ✓ Contoh: (1) scanning sensor values, (2) menyalakan dan mematikan saklar, (3) re-computing nilai parameter yang optimal
- 3. Terdapat perintah komputer untuk melakukan proses
  - ✓ Untuk menggerakkan aktuator proses
- 4. System- and program-initiated events
  - ✓ System initiated events – komunikasi antara komputer dan peralatan proses
  - ✓ Program initiated events – tindakan yang tidak terkait dengan proses, misalnya mencetak laporan
- 5. Operator-initiated events – untuk menerima input dari operator
  - ✓ Contoh: emergency stop, computer console stasiun 1 studi kasus CBF (Coooko-Cola)

### **KEMAMPUAN COMPUTER CONTROL**

1. Polling (data sampling)
2. Interlocks
3. Interrupt system
4. Exception handling

### **POLLING (DATA SAMPLING)**

Secara periodik melakukan sampling terhadap data untuk mengindikasikan status dari proses

Isu:

1. Polling frequency – penentuan perulangan waktu antar pengambilan data
2. Polling order – urutan/pola pengambilan data saat sampling
3. Polling format – alternatif prosedur sampling:

- ✓ Semua sensor melakukan polling setiap siklus
- ✓ Update hanya data yang berubah pada siklus yang bersangkutan
- ✓ High-level and low-level scanning

## **INTERLOCKS**

Mekanisme safeguard untuk mengkoordinasi aktivitas untuk 2 alat atau lebih dan mencegah interfeere (saling mengganggu, berinteraksi) antar alat dalam satu sistem

1. Input interlocks – sinyal dari peralatan eksternal dikirim ke controller; dapat difungsikan sebagai:

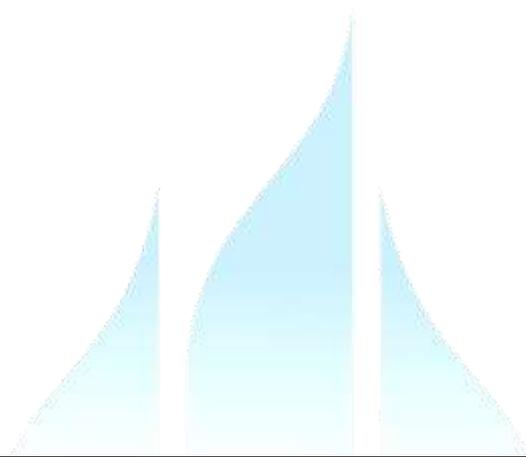
- ✓ Proses melanjutkan untuk eksekusi work cycle program
- ✓ Interupsi eksekusi work cycle program

2. Output interlocks – sinyal dikirim dari controller kepada peralatan eksternal

## **INTERRUPT SYSTEM**

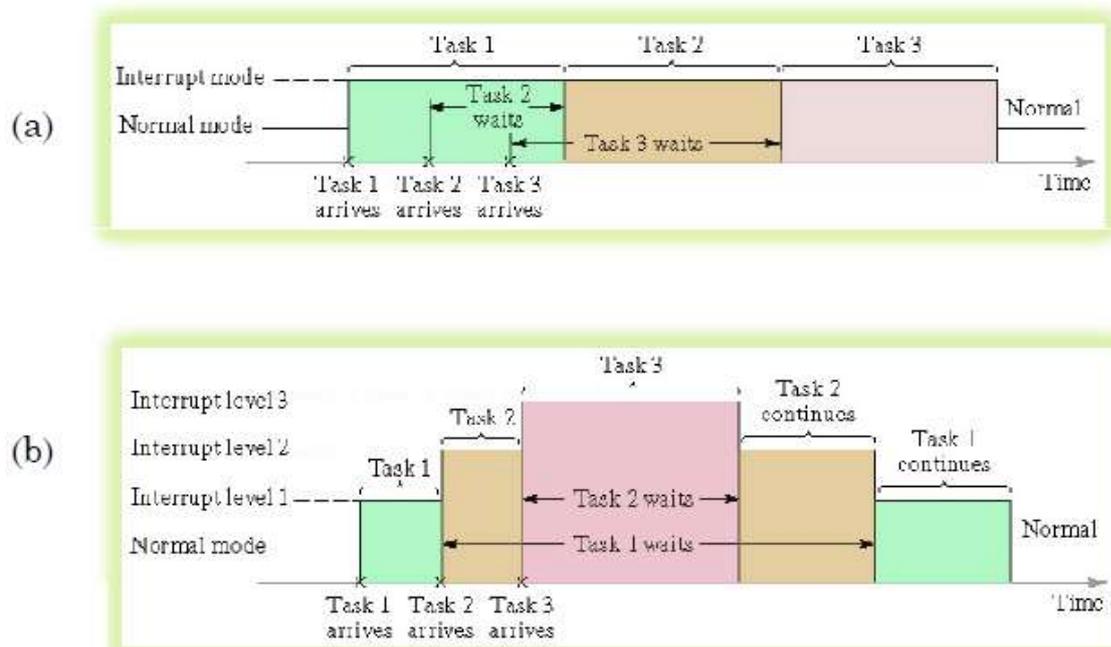
Fitur computer control yang memperbolehkan eksekusi program yang sedang berjalan dihentikan sementara (suspended) untuk melakukan eksekusi program lain – dalam rangka merespon sinyal yang datang pada signal indikasi higher priority event

- ✓ Interupsi internal – dibangkitkan oleh komputer sendiri
  - Contoh: timer-initiated events, polling, system- and program initiated interrupts
- ✓ Interupsi eksternal – dibangkitkan oleh titik eksternal terhadap komputer
  - Contoh: process-initiated interrupts, operator input



## SISTEM INTERUPSI

### (A) Single-Level Dan (B) Multilevel



## EXCEPTION HANDLING

1. Exception merupakan munculnya kejadian yang di luar kewajaran atau operasi yang diharapkan dari sebuah sistem kendali proses

Contoh exceptions:

- ✓ Masalah kualitas produk
- ✓ Variable proses di luar range operasi normal
- ✓ Kurangnya (kekurangan) bahan baku
- ✓ Kondisi berbahaya misalnya kebakaran
- ✓ Tidak berfungsinya controller

2. Exception handling adalah sebuah bentuk deteksi error dan langkah recovery otomatis

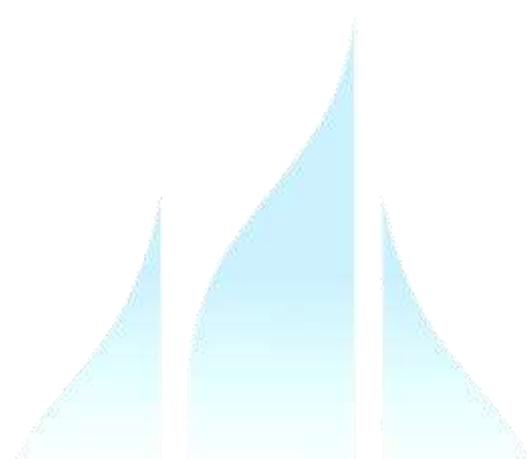
## **bentuk-bentuk computer process control**

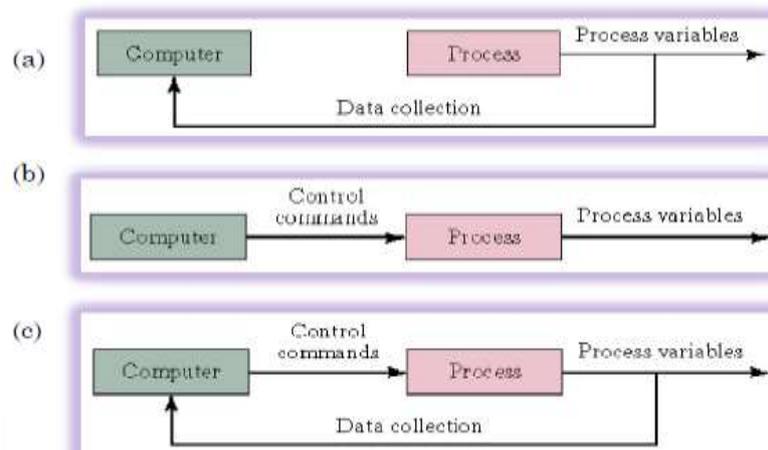
1. Computer process monitoring
2. Direct digital control (DDC)
3. Numerical control (NC) dan robotics
4. Programmable logic control (PLC)
5. Supervisory control
6. Distributed control systems (DCS) dan personal computers (PCs)

## **COMPUTER PROCESS MONITORING**

1. Komputer melakukan pengamatan terhadap proses dan peralatan yang terkait, mengumpulkan dan menyimpan data dari sebuah operasi
2. Komputer tidak melakukan kendali langsung terhadap proses
3. Jenis data yang dikumpulkan:
  - ✓ Data proses – parameter input dan variabel output
  - ✓ Data peralatan – utilisasi mesin, jadwal pergantian alat, diagnosa terhadap malfunctions
  - ✓ Data produk – memenuhi syarat dan ketentuan pemerintah, misalnya industri farmasi dan medis

- (A) PROCESS MONITORING,  
(B) OPEN-LOOP CONTROL, DAN  
(C) CLOSED-LOOP CONTROL**





## **DIRECT DIGITAL CONTROL (DDC)**

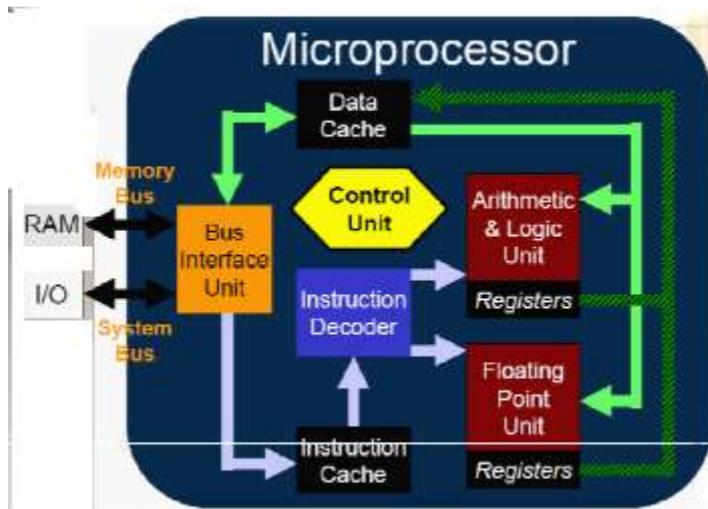
Bentuk kendali komputer terhadap proses di mana komponen tertentu pada sistem kendali analog konvensional digantikan oleh komputer digital

- ✓ Circa: 1960an menggunakan mainframe
- ✓ Aplikasi: industri proses
- ✓ Dipenuhi/dibuat dalam bentuk time-shared, basis data sample daripada memfungsikan komponen secara terus menerus
  - Komponen yang tetap dipakai dalam DDC: sensor dan aktuator
  - Komponen yang digantikan dalam DDC: analog controllers, instrumen perekam dan display, set point dials

## **MIKROPROSESOR**

- ✓ Elemen utama dari semua sistem komputer, yang mempunyai kemampuan untuk melakukan proses perhitungan matematika dan pengambilan keputusan.
- ✓ Mikroprosesor terdiri dari sirkuit yang kompleks dengan puluhan juta transistor.
- ✓ Beroperasi pada kecepatan sangat tinggi dengan milyaran instruksi per detik.
- ✓ Terbuat dari bahan semikonduktor, silikon.

## **DIAGRAM MIKROPOSESOR (TIPIKAL)**



## PROCESSOR, MICROPROCESSOR, DAN MICROCONTROLLER

### Processor

- ✓ Registers – lokasi penyimpanan dalam sebuah prosesor
- ✓ Arithmetich logic unit (ALU)
- ✓ Control unit
  - Program counter memastikan address intruksi berikutnya akan tereksekusi
  - Status register flags merupakan penanda hasil eksekusi instruksi yang telah dijalankan

### Microprocessor

- ✓ Sebuah prosesor yang diimplementasikan dalam chip very large scale integration (VLSI)
- ✓ Chip tambahan diperlukan untuk membuat sebuah produk

### Microcontroller

- Prosesor dan fungsi tambahan yang diimplementasikan dalam satu chip VLSI

## PERKEMBANGAN MIKROPROSESOR

Mikroprosesor adalah elemen kontrol pada sistem komputer yang sering disebut sebagai Central Processing Unit (CPU). Mikroprosesor mengontrol memori dan I/O dengan cara

mengeksekusi instruksi yang tersimpan di dalam memori melalui beberapa koneksi yang disebut bus.

Mikroprosesor Pertama Intel 4004 merupakan mikroprosesor 4 bit pertama dari keluarga Intel. Ciri-cirinya adalah :

1. Hanya mengalamatkan 4096 lokasi memori 4 bit.
2. Terdapat 45 instruksi pada set instruksinya.
3. Dibuat dengan teknologi P-channel MOSFET.
4. Digunakan untuk video games, sistem kontrol kecil berbasis mikroprosesor serta kalkulator.

Tugas utama mikroprosesor adalah :

1. Mentransfer data antara prosesor dengan memori atau I/O
2. Menjalankan operasi aritmatika dan logika
3. Menentukan aliran program melalui keputusan sederhana

Keputusan sederhana ini akan tersimpan dalam bentuk sebuah bit bendera (Flag Bit).

Sekarang Mikroprosesor 8 Bit Menyadari bahwa mikroprosesor merupakan produk berkembang yang memiliki nilai komersial, maka Intel mengembangkan mikroprosesornya untuk versi 8 bit,

yaitu :

1. Intel 8008 (tahun 1971)
2. Intel 8080 (tahun 1973)
3. Intel 8085 (tahun 1977)

Pada saat yang bersamaan perusahaan-perusahaan lainnya juga mengeluarkan mikroprosesor 8 bit . Mikroprosesor 16 bit berkembang akibat kebutuhan memori yang lebih besar. Berikut ini adalah mikroprosesor 16 bit dari keluarga Intel :

1. Intel 8086 (tahun 1978)

2. Intel 8088 (tahun 1979)

3. Intel 80286 (tahun 1983)

Ketenaraan keluarga Intel melambung pada tahun 1981, ketika IBM menggunakan 8088 dalam komputer pribadinya. Ciri-ciri mikroprosesor 16 bit keluarga Intel :

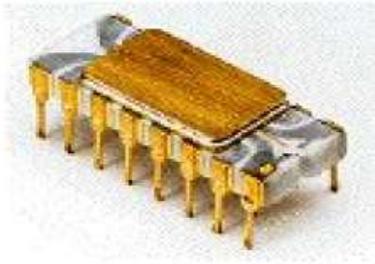
- Dapat mengeksekusi instruksi dalam waktu 400 ns (2,5 MIPS atau 2,5 juta instruksi per detik)
- Mengalokasikan memori sebesar 1 MByte), kecuali Intel 80286 mengalokasikan memori sebesar 16 MByte.
- Jumlah instruksi yang semakin banyak dan kompleks (lebih dari 20.000), sehingga komputer ini disebut juga dengan Complex Instruction Set Computer (CISC) Mikroprosesor 32 Bit. Perkembangan software aplikasi mulai memerlukan kecepatan mikroprosesor yang lebih tinggi. Untuk itu, Intel mengembangkan lagi mikroprosesornya menjadi 32 bit, yaitu :

1. Intel 80386 (tahun 1986)

2. Intel 80486 (tahun 1989)

80386 adalah mikroprosesor fungsional 32 bit pertama Intel yang mengandung data bus 32 bit dan alamat memori 32 bit. Melalui bus alamat 32 bit ini, 80386 mampu mengamati memori sebesar 4 MByte ( $2^{32} = 230 \times 22 = 4G$ , 1 Giga = 230) Intel 80486 merupakan gabungan dari 80386 sebagai mikroprosesor dan 80387 sebagai numeric coprocessor serta 8 KByte cache memory system dalam satu paket terpadu. Mikroprosesor 64 Bit Pada tahun 1993, Intel meluncurkan prosesor 64 bit yang diberi label P5 atau 80586. Namun Intel memutuskan untuk tidak menggunakan label nomor karena sulit untuk memetakan angka yang terlalu banyak, sehingga Intel mengganti nama prosesornya dengan Pentium. Pentium memiliki teknologi superscaler, yaitu memiliki dua prosesor integer internal bebas sehingga dapat mengeksekusi dua instruksi, yang tidak saling tergantung, secara simultan perbandingan lebar bus data dan ukuran memori untuk prosesor keluarga Intel

## The 4004

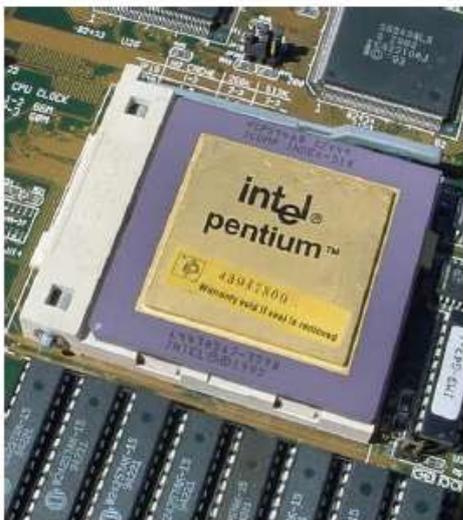


Diluncurkan tahun	1971
pemanufaktur	Intel
jumlah transistor	2250
bentuk	16-pin DIP
lebar register	4-bit
Data bus	4-bit
Address bus	12-bit
Cache	Tidak ada
Clock speed	0.74 MHz

## Intel 8008 (akhir 1971)

Versi 8-bit dari 4005 dengan 14-bit address bus (16 KB)

## Pentium



Diluncurkan tahun	1993
pemanufaktur	Intel
jumlah transistor	3,100,000
bentuk	Socket: 274-pin PGA
lebar register	32-bit
Data bus	64-bit
Address bus	32-bit
Cache	16K, L1
Clock speed	66 MHz

# DaftarPustaka

- [1] Ogata, K(1997). “*Teknik Kontrol Automatik*”. Jilid 1. Erlangga:Jakarta
- [2] <http://share.its.ac.id/course/view.php?id=804>
- [3] Kiyoshi Suzaki, *The New Shop Floor Management*, The Free Press, New York, 1993.
- [4] Manfred Weck, *Handbook of Machine Tools Volume 1*, John Wiley & Sons, 1984.
- [5] Martawirya Yatna Yuwana, Modul: Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri (SPTM),  
Diktat Kuliah
- [6] Sistem Produksi, Lab. Teknik Produksi - Jurusan Teknik Mesin - FTI - ITB, 1998.
- [7] Akhmad Hery Kusuma, Sistem Transfer Fleksibel dengan Pengendalian Terdistribusi
- [8] Menggunakan PLC, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin ITB, 2000.
- [9] Martawirya Yatna Yuwana dan Rochmad Setyadi, Sistem Produksi Terdistribusi  
Mandiri:
- [10]Perangkat Lunak Inti Pengembangan Sistem Produksi, Jurnal Teknik Mesin, Vol. XV.  
No. 1, Maret 2000. 12



## MODUL PERKULIAHAN

# Automasi Industri

## PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

Fakultas

Fakultas Teknik

Program Studi

Teknik Elektro

Tatap Muka

# 10

Kode MK

Disusun Oleh

Ketty Siti Salamah, ST, MT

### Abstract

Sistem Otomasi Industri dapat diartikan sebagai sistem dengan mekanisme kerja dikendalikan oleh peralatan elektronik (electronic hardware) berdasarkan urutan-urutan perintah dalam bentuk program perangkat lunak (electronic software) yang disimpan di dalam unit memori kontroler elektronik.

### Kompetensi

Mahasiswa dapat mengetahui konsep otomasi industri

## **Materi Modul 10 :**

### MATERI PERTEMUAN INI

1. Pengertian dan skematik dasar PLC
2. PLC dalam industri
3. Hardware dari PLC
4. Software dari PLC
5. Kriteria Pemilihan PLC

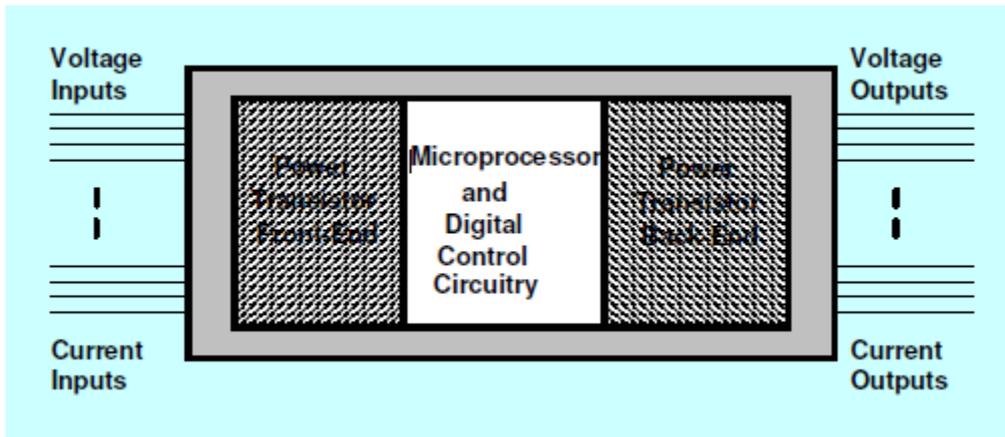
### **PENGANTAR**

1. Programmable Logic Controller (PLC) merupakan alat yang sangat unik di berbagai sisi fisik dan fungsinya (relatif sederhana), sehingga pengembangannya pun tidak sepesat processor atau sistem komputer lainnya
2. PLC modern adalah pengembangan dari yang sebelumnya berupa low-level digital sebelumnya menjadi electromechanical control systems yang dapat ditemukan di berbagai peralatan industri pada tahun 1940an, 1950an dan 1960an
3. Pada perkembangan programnya, lebih mengarah pada pendekatan teknik elektro daripada programmer komputer umumnya
4. Bahasa yang digunakan dikenal sebagai "relay-ladder-logic" dan masih dipergunakan dari dahulu sampai dengan sekarang
5. Selalu dirancang dengan penambahan (jumlah yang cukup banyak) untuk fasilitas input dan output, berbeda dengan komponen sistem komputer umumnya

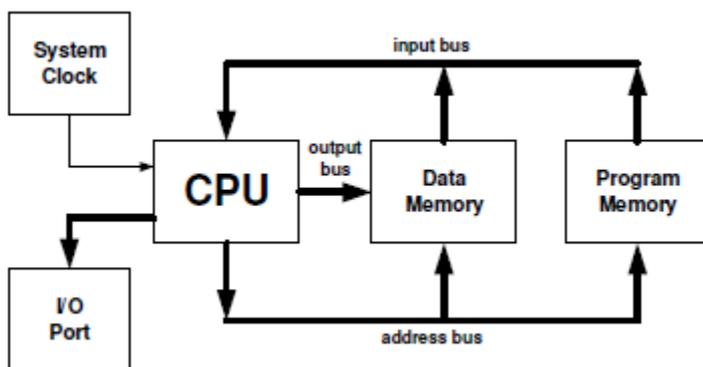
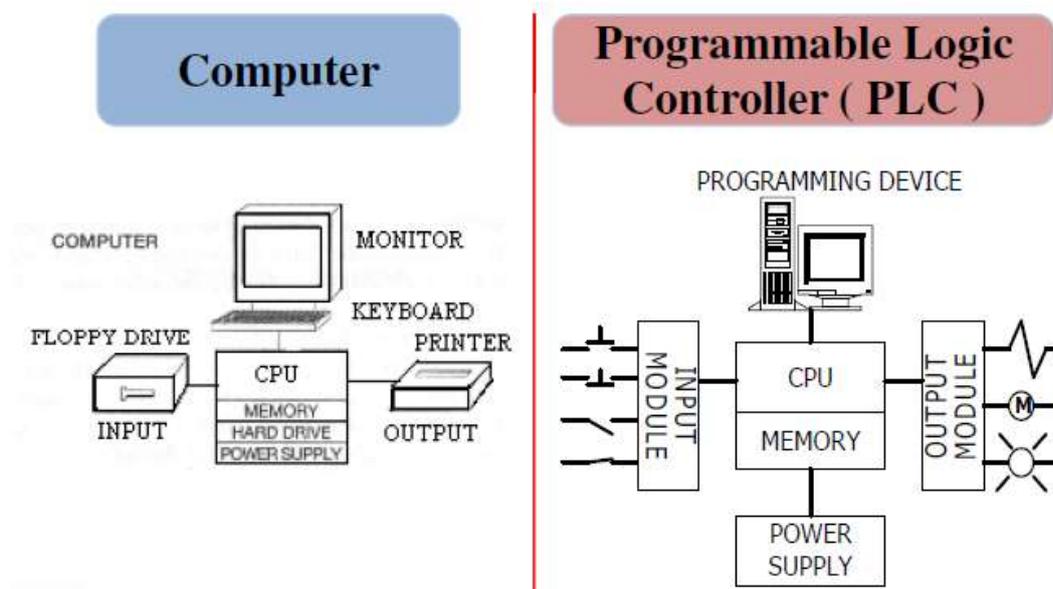
### **SKEMATIK PLC**

1. PLC masih merupakan alat yang paling produktif diantara sistem kendali industri modern yang lain
2. Diaplikasikan secara luas dan sangat bervariasi kemampuannya.

3. PLC dengan skema level paling sederhana dapat dilihat dalam gambar berikut



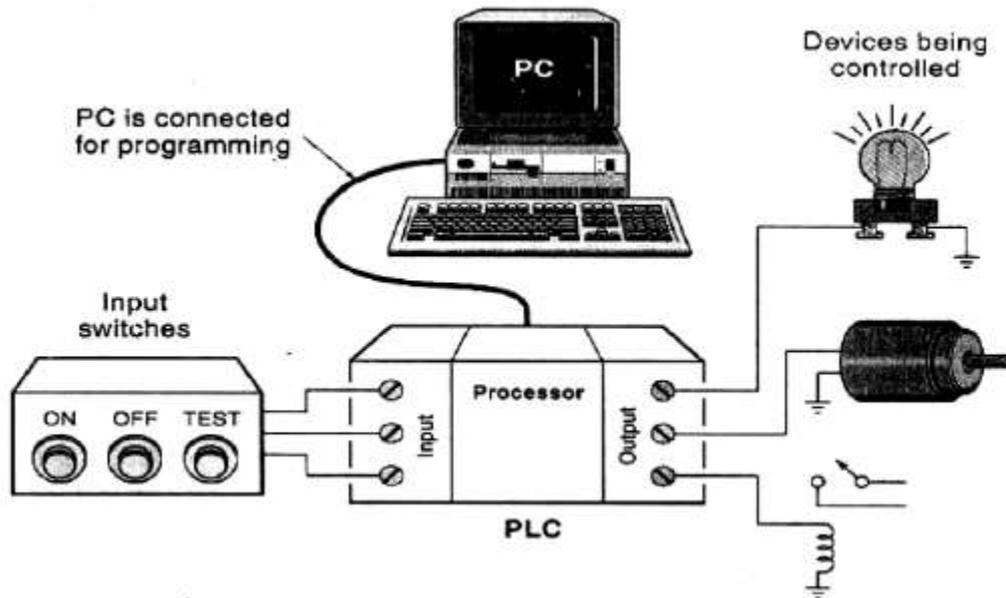
### ARSITEKTUR PLC



## Tiga fungsi utama PLC :

1. Processor ( CPU ) ; Menjalankan instruksi logic program
2. Memory ; Menyimpan hasil proses
3. Input/Output ; Menerima data dari luar dan mengeluarkan hasil proses

## ARSITEKTUR PLC



## KONFIGURASI FISIK PLC

### Fixed

Pada PLC ini prosesor, modul I/O dan catu daya dalam satu unit



### Modular

- ✓ Bentuk PLC modular terdiri dari modul CPU dan modul I/O.

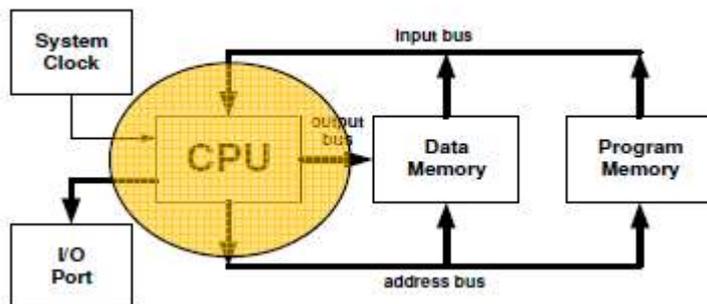
- ✓ Modul - modul pada PLC ditempatkan dalam perangkat mirip board PC yang disebut Backplane

**Modul - modul itu antara lain :**

- Analog Input
- Analog Output
- Digital Input
- Digital Output



### PROCESSOR (CPU)



- ✓ Bagian PLC yang bertugas membaca dan mengeksekusi instruksi program.
- ✓ Mempunyai elemen kontrol yang disebut Arithmetic and Logic Unit (ALU), sehingga mampu mengerjakan operasi logika dan aritmetika.

## **PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER**

### **Perangkat Dasar Masukan pada Otomasi Industri**

Perangkat masukan adalah sebuah perangkat keras yang digunakan sebagai pemberi signal atau pemicu kepada sistem kendali. Perangkat masukan berfungsi sebagai pemberi perintah berupa signal elektrik kepada perangkat logika. Perangkat ini bekerja dengan menyambungkan atau memutuskan aliran arus dalam sirkuit elektrik, dan mengirimkan sinyal ke perangkat kontrol. Perangkat masukan dibagi menjadi 2 bagian utama yaitu Masukan Digital dan masukan Analog. Masukan Digital adalah perangkat masukan yang memiliki kondisi On/Off, 1/0 atau High/Low. Sedangkan masukan Analog adalah perangkat yang memiliki nilai lebih rinci seperti seberapa besar, seberapa tinggi, seberapa cepat dan lainnya. Kali ini saya batasi bahwa kita hanya akan membahas perangkat masukan digital. Perangkat masukan digital yang paling umum digunakan adalah berupa Operation Switch dan Detection Switch.

#### **1. Operation Switch**

- ✓ Push Button (tombol tekan)
- ✓ Selector Switch dan Toggle switch
- ✓ Limit Switch

Operation Switch adalah sakelar yang dioperasikan oleh manusia seperti operator di pabrik. Sakelar ini paling umum ditemui pada perangkat semi otomatis hingga perangkat otomatis dalam sistem otomasi industri. Awalnya switch ini memiliki minimal satu kontak yang berfungsi sebagai penyambung atau pemutus arus listrik. Kontak tersebut adalah Kontak NO (Normally Open) atau Kontak NC (Normally Closed). Namun saat ini beberapa switch memiliki dua jenis kontak ini. Kontak NO memiliki kondisi awal terbuka hingga switch DIAKTIFKAN. Pada saat itu, kontak akan menutup dan menyambungkan suatu sirkuit

elektrik. Kontak NC memiliki kondisi awal tertutup hingga switch DIAKTIFKAN. Pada saat itu, kontak akan terbuka dan memutus sirkuit elektrik.

## **2. Detection Switch**

Detection Switch adalah sakelar yang dioperasikan dengan kontak langsung atau tidak baik oleh manusia, benda kerja maupun material lain pendukung proses kerja pada industry. Produk yang bergerak pada konveyor, magnet yang dipasang pada titik – titik tertentu, anggota tubuh manusia, lengan robot dan benda – benda lain adalah contoh objek yang digunakan untuk mengaktifkan detection switch. Detection Switch umumnya memiliki Kontak Changeover. Beberapa literatur komponen kontrol, Kontak changeover juga disebut sebagai kontak SPDT (Single Pole Double Throw). Kontak changeover adalah kontak yang memiliki Kontak NO dan Kontak NC secara bersamaan. Dalam satu detection switch minimal terdapat satu Kontak changeover yang mengontrol aliran arus.

## **3. Sensor**

- ✓ Sensor Photoelectric
- ✓ Sensor Proximity

Sensor adalah salah satu bentuk dari detection switch. Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Sensor dapat mendeteksi variable berupa sentuhan, gaya, tekanan, cahaya, suhu dan lain-lain. Berbagai variabel yang dideteksi tersebut akan diubah menjadi besaran listrik berupa tegangan atau arus listrik. Sensor mengontrol aliran arus elektrik menggunakan perangkat solid state (solid state/ device) seperti transistor dan bukannya unit mekanis dalam proses kontak atau proses penyaklarannya. Karena menggunakan transistor, sensor memiliki respons berkecepatan sangat tinggi dalam melakukan proses penyambungan atau pemutusan terhadap perubahan input dan memiliki masa pakai yang sangat lama bila dibandingkan dengan unit kontak switching yang dioperasikan secara mekanis.

### 1. Indikator Lampu

Lampu adalah salah satu perangkat output yang digunakan sebagai tanda dari suatu kondisi. Secara umum lampu yang digunakan dalam otomasi di industry adalah lampu dengan tegangan aktif 24V DC, namun tidak menutup kemungkinan terdapat lampu dengan spesifikasi yang lain. Warna dan cara menyalakan lampu dapat dijadikan tanda proses kerja apa yang sedang berlangsung dan tanda kondisi sistem yang sedang terjadi seperti running, idle, error dan lainnya.

### 2. Display Panel

Display panel dapat memberikan informasi sebuah kondisi yang lebih rinci daripada lampu. Display panel memungkinkan untuk menampilkan nilai dari sebuah besaran seperti suhu, tekanan dan lain – lain dalam angka. Display panel juga memungkinkan kita menampilkan informasi grafis seperti grafik, chart, atau trend sebuah nilai pengukuran.

### 3. Motor Listrik

Motor listrik adalah sebuah mesin listrik yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor Listrik merupakan aktuator paling banyak digunakan di dunia industri karena mudah dioperasikan, dikendalikan dan mudah dalam penyediaan sumber tenaga listrik. Berikut ini adalah pengelompokkan motor listrik yang ada di industri :

**Motor AC 1 atau 3 phasa** atau disebut juga dengan motor induksi digunakan untuk sistem dengan putaran relative konstan dengan tidak mengutamakan kepresisian jumlah putaran maupun kecepatan putaran. Umumnya digunakan pada konveyor, blower dan lain – lain. Pemilihan jumlah phasa didasarkan pada beban yang dikendalikan oleh motor tersebut. Pengaturan kecepatan motor AC contohnya pada konveyor dapat dilakukan dengan menambahkan Inverter sebagai pengatur frekuensi sumber.

**Motor DC Magnet Permanent**, Motor DC jenis ini adalah yang paling banyak digunakan, karena mudah dalam pengendalian seperti kecepatan putaran, mampu menghasilkan torsi yang besar dan relative lebih murah daripada motor DC yang lain. Motor DC magnet permanent digunakan pada beban dengan torsi yang cukup besar seperti pada extruder, spindle pada mesin, pemutar mixer, pengangkat beban pada Crane dan lain – lain.

#### 4. Solenoid

Solenoid adalah salah satu jenis kumparan terbuat dari kabel panjang yang dililitkan secara rapat. Saat diberi arus listrik, kumparan tersebut akan memiliki medan magnet sehingga mampu mendorong atau menarik benda logam. Jika terdapat batang logam dan ditempatkan sebagian panjangnya di dalam solenoid, batang tersebut akan bergerak masuk ke dalam solenoid saat arus dialirkan. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan tuas, membuka pintu, atau mengoperasikan komponen lain. Aplikasi solenoid paling luas ada pada pengendalian valve pada pneumatic dan hidrolis. Gambar di bawah adalah penerapan Solenoid pada valve, yang selanjutnya secara umum dikenal dengan Solenoid Valve.

#### 5. Heater

Heater merupakan elemen pemanas yang berfungsi untuk menaikkan suhu zat atau menaikkan volume gas. Penggunaan heater biasanya akan dipasangkan dengan sensor suhu dan perangkat kendali Temperature Control.

### **Perangkat Kendali Dasar : Relay, Timer dan Counter**

#### 1. Relay

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan dengan tenaga listrik dan merupakan komponen Elektromekanikal (kombinasi elektrik dan mekanik) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil/lilitan magnet) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Sebuah relay minimal memiliki 1 pasang Kontak NO dan Kontak NC. Prinsip kerja relay adalah menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak

Saklar tersebut. Sehingga, posisi Kontak NO dan Kontak NC dapat diubah tanpa langsung disentuh oleh manusia.

Berdasarkan jumlah Kontak dan Jumlah Kondisi yang memungkinkan, relay dikelompokkan sebagai berikut :

- a. Single Pole Single Throw (SPST): Relay ini sedikitnya memiliki 4 Terminal, 2 Terminal sebagai sumber tegangan untuk Coil dan 2 terminal lain adalah untuk penyaklaran. Relay ini hanya memiliki NO atau NC saja.
- b. Single Pole Double Throw (SPDT) : Relay ini memiliki 5 Terminal, 2 Terminal sebagai sumber tegangan untuk Coil dan 3 terminal lain adalah untuk penyaklaran.
- c. Double Pole Single Throw (DPST): Relay ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 2 terminal sebagai sumber tegangan untuk Coil dan 4 terminal lain adalah untuk penyaklaran. Relay DPST dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 Coil.
- d. Double Pole Double Throw (DPDT): Relay ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 2 Terminal sebagai sumber tegangan untuk Coil dan 6 Terminal lainnya yang merupakan 2 pasang Relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (single) Coil.

**Fungsi relay yang secara umum digunakan pada Otomasi Industri adalah sebagai berikut :**

- a. Relay digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (Logic Function)
- b. Relay digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari Signal Tegangan rendah.
- c. Ada juga Relay yang berfungsi untuk melindungi Motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan Tegangan ataupun hubung singkat (Short).
- d. Relay digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (Time Delay Function)

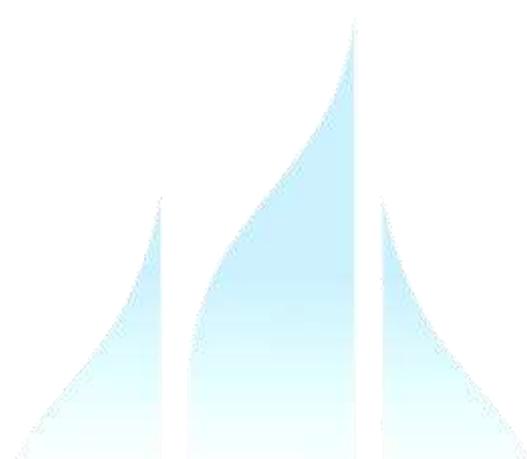
## **2. Timer**

Secara keseluruhan, prinsip kerja Timer sangat mirip dengan relay, yang membedakan hanyalah adanya waktu tunda antara waktu Timer diaktifkan dengan Coil Timer aktif.

Timer terdiri dari tiga bagian, yaitu Unit Penghitung Waktu (Timer Counter), Unit Koil, dan Unit Kontak. Timer Counter berfungsi untuk menunda pengaktifan Coil sesuai dengan pengaturan waktu yang diberikan. Timer memiliki 2 kelompok terminal utama sebagai sumber tegangan dan beberapa terminal lain sebagai Kontak. Berikut ini adalah contoh timer yang biasa di pasaran dan diagram terminalnya

### 3. Counter

Counter adalah rangkaian elektronika yang berfungsi untuk melakukan penghitungan angka secara berurutan baik itu perhitungan maju ataupun perhitungan mundur. Yang dimaksud dengan perhitungan maju adalah di mana rangkaian akan menghitung mulai dari angka yang kecil menuju angka yang lebih besar dan sebaliknya untuk perhitungan mundur. Perintah perhitungan pada suatu Counter dikendalikan oleh masukan signal yang masuk pada terminal input signalnya



# DaftarPustaka

- [1] Ogata, K(1997). “*Teknik Kontrol Automatik*”. Jilid 1. Erlangga:Jakarta
- [2] <http://share.its.ac.id/course/view.php?id=804>
- [3] Kiyoshi Suzuki, *The New Shop Floor Management*, The Free Press, New York, 1993.
- [4] Manfred Weck, *Handbook of Machine Tools Volume 1*, John Wiley & Sons, 1984.
- [5] Martawirya Yatna Yuwana, Modul: Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri (SPTM),  
Diktat Kuliah
- [6] Sistem Produksi, Lab. Teknik Produksi - Jurusan Teknik Mesin - FTI - ITB, 1998.
- [7] Akhmad Hery Kusuma, Sistem Transfer Fleksibel dengan Pengendalian Terdistribusi
- [8] Menggunakan PLC, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin ITB, 2000.
- [9] Martawirya Yatna Yuwana dan Rochmad Setyadi, Sistem Produksi Terdistribusi  
Mandiri:
- [10]Perangkat Lunak Inti Pengembangan Sistem Produksi, Jurnal Teknik Mesin, Vol. XV.  
No. 1, Maret 2000. 12



## MODUL PERKULIAHAN

# Automasi Industri

## Konfigurasi dan Pemetaan Memory PLC

Fakultas

Fakultas Teknik

Program Studi

Teknik Elektro

Tatap Muka

# 11

Kode MK

Disusun Oleh

Ketty Siti Salamah , ST, MT

### Abstract

Sistem Otomasi Industri dapat diartikan sebagai sistem dengan mekanisme kerja dikendalikan oleh peralatan elektronik (electronic hardware) berdasarkan urutan-urutan perintah dalam bentuk program perangkat lunak (electronic software) yang disimpan di dalam unit memori kontroler elektronik.

### Kompetensi

Mahasiswa dapat mengetahui konsep otomasi industri

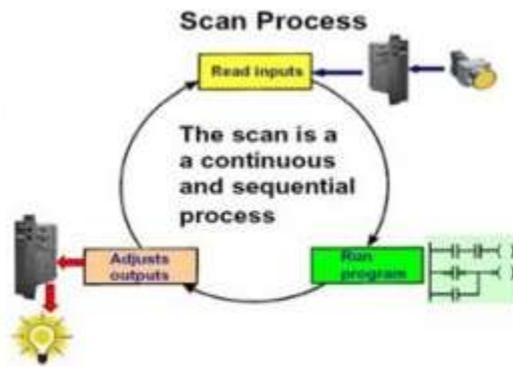
## A. Konfigurasi PLC : Programmable Logic Controller

Modul 11 adalah tentang perangkat kendali yang dapat diprogram karena merupakan bagian utama dari sebuah sistem otomasi industri. Ada bermacam – macam jenis perangkat pengendali yang dapat diprogram seperti Personal Computer (PC), Microcontroller dan Programmable Logic Controller (PLC), namun yang paling lazim digunakan pada sistem otomasi di industri adalah PLC. Beberapa alasan mengapa PLC paling lazim digunakan adalah:

1. PLC memiliki ketahanan yang baik terhadap lingkungan industri, dibanding PC atau Microcontroller
2. Hampir pada semua jenis PLC menggunakan bahasa pemrograman Ladder, yaitu bahasa pemrograman berbasis rangkaian instalasi berisi kontak, relay, timer dan lainnya. Jenis bahasa ini jauh lebih mudah dipelajari daripada bahasa Coding pada microcontroller yang umumnya berbasis bahasa C atau Basic.
3. Program yang tersimpan dalam PLC dapat dengan mudah disalin ke PC untuk kemudian dimodifikasi atau dimasukkan ke dalam PLC lain untuk melakukan duplikasi.

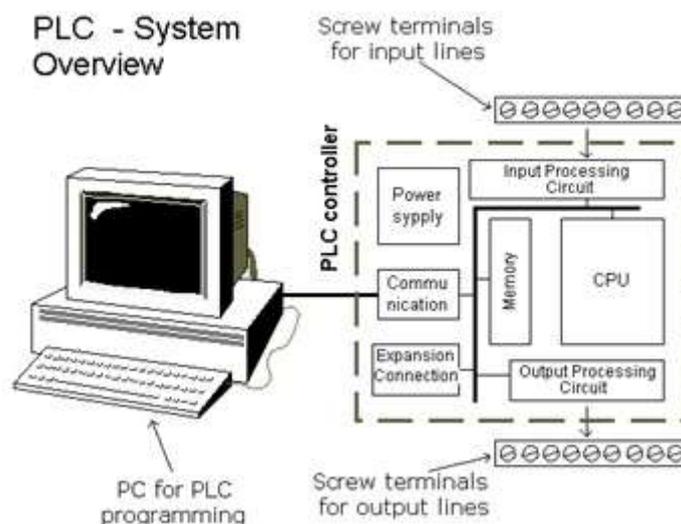
Pada hampir setiap lini produksi, fungsi mesin atau proses dapat dikendalikan secara otomatis menggunakan PLC. Kecepatan dan ketepatan dari operasi dapat ditingkatkan menggunakan jenis sistem kontrol ini.

Selanjutnya akan dijelaskan tentang prinsip kerja dan Konfigurasi PLC sebagai salah satu perangkat kendali dalam otomasi industri. PLC dapat bekerja terus – menerus untuk memantau keadaan perangkat input, kemudian membuat keputusan berdasarkan program khusus yang telah dibuat, untuk selanjutnya mengontrol keadaan perangkat yang terhubung sebagai output.



Gambar di atas adalah Scan proses sebagai ilustrasi prinsip kerja PLC, yaitu dengan melakukan siklus operasi yang berulang. Pertama, sekuensial PLC memindai kondisi perangkat input dan melakukan update tabel memori untuk menunjukkan status mereka. Selanjutnya, PLC mengeksekusi program berdasarkan logika yang telah disimpan. Dari hasil proses logika pemrograman tersebut PLC melakukan update tabel memori yang menunjukkan apakah perangkat output harus ON atau OFF. Akhirnya, PLC menggunakan status tabel output untuk benar-benar mengubah kondisi perangkat output.

Tahap awal untuk dapat mempelajari PLC adalah mengenali konfigurasi perangkat kerasnya (hardware). Gambar di bawah menunjukkan konfigurasi PLC secara umum.



Dan berikut penjelasan tiap koomponen pada perangkat keras PLC:

### Power Supply

Power Supply adalah penyedia tegangan bagi PLC yang berasal dari sumber listrik utama (PLN). Tegangan yang dihasilkan oleh power supply tergantung dari kebutuhan. Untuk PLC biasanya mendapat sumber tegangan 24 volt dari power supply.

### **CPU**

Setiap komponen dalam PLC memiliki fungsi yang berbeda seperti perangkat komputer lainnya. Komponen utama yang mengontrol seluruh sistem yang dikenal sebagai central processing unit. Prosesor pada PLC ini berfungsi untuk mengatur tugas pada keseluruhan sistem PLC. Selain itu, pada sistem ini dilakukan operasi-operasi matematis, manipulasi data, tugas-tugas diagnostik, dan lain sebagainya. Mikro prosesor yang digunakan PLC dapat dikategorikan berdasarkan panjang atau ukuran jumlah bit dari register-register prosesor tersebut. Ukuran standar jumlah bit yang umum digunakan adalah 8, 16, dan 32 bit. Semakin panjang ukuran jumlah bit, semakin cepat proses yang terjadi pada PLC tersebut.

### **Memori**

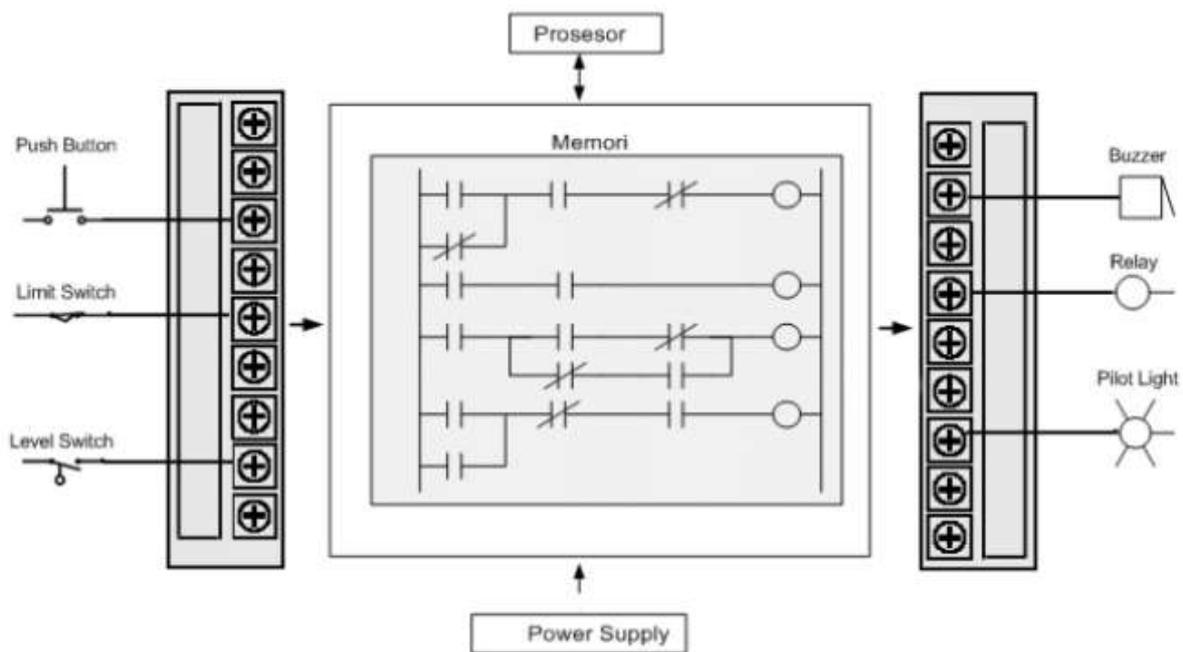
Memori digunakan untuk menyimpan data dan instruksi program pengguna. Area ini dapat dibagi menjadi beberapa bagian penting, pembahasan tentang pemetaan memori akan diulas khusus pada artikel tentang Memori

### **Modul Input/Output**

Pada modul perangkat input pada PLC terdiri dari beberapa jumlah alamat tergantung jenis PLC, misalnya sebuah PLC memiliki 16 alamat input. Alamat tersebut mempunyai nilai logika baik 0 atau 1. Alamat tersebut dihubungkan dengan komponen-komponen yang berperan sebagai input, seperti pushbutton, limit switch, sensor atau perangkat masukan yang lain melalui terminal yang ada pada PLC. Komponen input tersebut akan mengaktifkan input pada memori sesuai dengan alamat yang tersambung. Misalnya, pushbutton A dihubungkan ke alamat 0.00 pada modul perangkat PLC.

Seperti pada modul input, alamat pada modul output juga dapat ditentukan tergantung jenis PLC yang digunakan. Modul output dihubungkan dengan jenis komponen-komponen, seperti relay, motor, lampu, buzzer dan lain sebagainya. Komponen-komponen yang dihubungkan dengan modul output dapat berfungsi atau aktif jika program yang ada sudah dieksekusi oleh **prosesor**.

Hubungan antara modul input/output terhadap PLC dapat dilihat pada Gambar di bawah.



### **Modul Komunikasi**

Terminal komunikasi memungkinkan bagi PLC untuk mendapatkan upload program dari PC atau perangkat pemrograman lain. Beberapa perangkat komunikasi juga memungkinkan PLC melakukan komunikasi adalah dengan menggunakan serial, Profibus, DeviceNet, Ethernet atau beberapa protokol komunikasi dengan perangkat lain.

Demikian prinsip kerja dan konfigurasi PLC yang utama secara umum. Dengan pemahaman yang baik pada bagian utama ini akan lebih memudahkan untuk mempelajari PLC pada tahap berikutnya. Untuk selanjutnya akan dibahas mengenai pemetaan Memori pada PLC.

## **B. Pemetaan Memory PLC dengan Study Kasus PLC Omron.**

Kali ini kita akan membahas mengenai pemetaan memory PLC. Pada bahasan sebelumnya sudah dibahas mengenai prinsip kerja dan konfigurasi hardware PLC secara umum, kemudian dasar pemrogramannya. Secara kasat mata, mengukur memory PLC bisa kita lihat dari jenisnya, karena dari jenis ini dapat langsung kita lihat jumlah input dan outputnya. PLC memiliki 2 jenis yang paling sering digunakan di industri, yaitu PLC Compact dan PLC Modular.

PLC Compact sering juga disebut dengan jenis “based” dimana komponen – komponen Processor, I/O, dan Catu daya melekat menjadi 1 bagian pada 1 unit yang tidak terpisahkan. Jumlah bit pada Tabel Input maupun Output adalah tetap (kecuali ditambah dengan I/O extension). Perbandingan jumlah input dan jumlah output umumnya adalah 60:40. Misalkan PLC Omron tipe CP1E dengan 40 I/O, maka akan memiliki 24 bit input dan 16 bit output. Lihat Gambar di bawah ini.



PLC Sistem Modular yang sering disebut juga dengan sistem “rack” merupakan jenis PLC yang memiliki kapasitas memory PLC yang besar dan lengkap instruksi pemrogramannya. Dimana konfigurasi hardware dapat dipisahkan satu sama lainnya dengan sistem penempatan tetap pada satu modul yang besar, misal Processor tersendiri, I/O tersendiri, komunikasi tersendiri, bahkan catu dayanya juga dapat dipisahkan. Jumlah I/O yang dapat diinstal terhadap CPU akan beragam sesuai dengan kapasitas memory PLC tersebut. Sebagai contoh

PLC Omron CJ2M mampu menangani lebih dari 5 modul input mau pun output, jika 1 modul berisi 16 bit, maka akan ada lebih dari 80 bit input/output yang bisa dimiliki PLC tersebut. Lihat Gambar PLC Modular di bawah ini.



Kenapa penting mengetahui pemetaan memory PLC? Karena dari pemetaan memori tersebut kita bisa tau jumlah input dan output yang dapat dipasang pada PLC, alamat input dan output tersebut, dan mengetahui alamat – alamat special yang nanti kita perlukan saat proses pemrograman.

### **Pemetaan memori PLC secara lebih detail adalah sebagai berikut:**

#### **a. Area Executive**

Memori ini sifatnya permanen karena area ini umumnya tersimpan program BIOS PLC untuk mengatur keseluruhan operasi. Dapat dikatakan, area ini tidak dapat dimanipulasi dan diakses oleh pengguna PLC.

#### **b. Area Aplikasi**

Yaitu memori yang digunakan untuk menyimpan data dan instruksi program pengguna. Area ini bisa dibagi menjadi beberapa bagian penting, seperti berikut:

### **1. Tabel Input dan Tabel Output**

Tabel input adalah bit – bit yang menyimpan status masukan dari modul input PLC. Jumlah bit pada tabel pada dasarnya sama dengan jumlah input pada modul input PLC tersebut. Sebagai contoh, PLC Omron CP1E yang memiliki jumlah input 24 terminal akan

membutuhkan tabel input 24 bit. Setiap input yang terkoneksi dengan PLC akan memiliki bit asosiasinya pada tabel. Alamat perangkat input yang terhubung dengan modul input pada dasarnya adalah lokasi word dan bit pada tabel input. Misalnya, limit switch yang dikoneksikan dengan modul input yang memiliki alamat 0.04. Alamat ini berasal dari lokasi word 000 pada posisi bit 04.

Untuk table output, lokasi ini adalah bit – bit yang menyimpan status sinyal kontrol dari program untuk mengendalikan status modul keluaran PLC. Jumlah bit pada tabel pada dasarnya sama dengan jumlah output pada modul output PLC. Misalnya, PLC yang memiliki jumlah output 16 akan membutuhkan tabel output sejumlah 16 bit. Setiap perangkat output yang terkoneksi dengan PLC akan memiliki bit asosiasinya pada tabel. Sama seperti pada tabel input, alamat perangkat output adalah lokasi word dan bit pada tabel output. Misalnya, lampu yang dikoneksikan dengan antarmuka output yang memiliki alamat 100.02. Alamat ini berasal dari lokasi word 100 pada posisi bit 02

## **2. Bit – Bit Internal**

Lokasi ini berfungsi menyimpan bit atau data koil – koil internal relay. Jika prosesor mengevaluasi program kontaktor dan sebuah internal relay ter-energize (1) maka kontaktor-kontaktor referensi sinyal (kontaktor-kontaktor dengan alamat yang sama dengan koil internal relay tersebut) akan berubah kondisinya. Jika kontaktor tersebut NO maka kontaktor tersebut akan menutup (closed), sedangkan jika NC, maka kontaktor tersebut akan membuka (open). Pada PLC Omron CP1E, bit yang dapat digunakan contohnya adalah Working Relay, dari alamat W0.00 hingga W99.15.

## **3. Bit – Bit Khusus**

Lokasi ini digunakan untuk menyimpan bit-bit yang memiliki kekhususan(spesial), misal bit yang selalu berubah setiap detiknya, bit yang nilainya selalu nol, bit yang akan bernilai satu ketika scanning pertama, dan seterusnya. Selain itu, pada bagian lokasi ini tersimpan berbagai

macam flag atau status hasil operasi matematika dan logika. Pada PLC Omron terdapat kontak Always On (P\_On), kontak berkedip 1 detik (P\_1s) dan lain – lain.

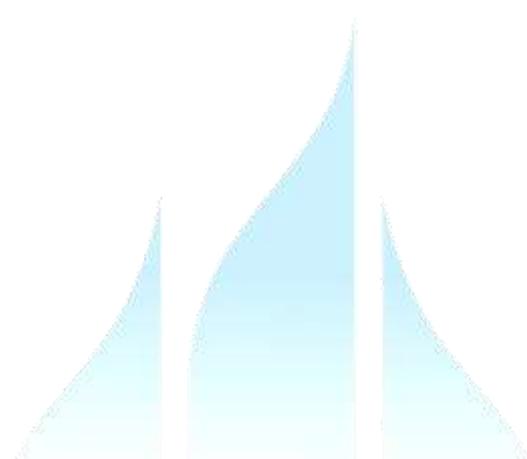
#### **4. Register/Word**

Lokasi ini untuk menyimpan data dalam ukuran byte atau word. Nilai atau data yang disimpan pada area ini dapat berupa data masukan dari berbagai macam sumber input, seperti input analog, thumbwheel switch, dan lain sebagainya. Selain itu, lokasi ini digunakan untuk menyimpan data output, misalnya untuk data seven segment, meter analog, control valve dan lain sebagainya. Contoh yang dapat dipakai di PLC Omron adalah Data Memori, yaitu D0 hingga D2047. Lokasi pada register ini juga digunakan untuk menyimpan data-data yang berkaitan dengan Timer dan Counter, masing masing memiliki alamat 0 – 255.

#### **5. Memori Program Pengguna**

Lokasi ini digunakan untuk menyimpan program kontrol PLC. Semua intruksi PLC yang digunakan untuk mengontrol mesin atau proses disimpan pada lokasi ini. Ketika PLC mengeksekusi program, prosesor menginterpretasikan informasi dalam memori program pengguna dan mengontrol data-data bit referensi pada tabel data yang berkaitan dengan input/output internal atau input/output real.

Perlu ditekankan disini bahwa beberapa manual PLC, istilah relay lebih sering digunakan dibandingkan istilah bit. Misalnya, istilah input relay sama saja artinya dengan input bit (tabel input), spesial relay sama dengan spesial bit, dan seterusnya.



# DaftarPustaka

- [1] Ogata, K(1997). “*Teknik Kontrol Automatik*”. Jilid 1. Erlangga:Jakarta
- [2] <http://share.its.ac.id/course/view.php?id=804>
- [3] Kiyoshi Suzuki, *The New Shop Floor Management*, The Free Press, New York, 1993.
- [4] Manfred Weck, *Handbook of Machine Tools Volume 1*, John Wiley & Sons, 1984.
- [5] Martawirya Yatna Yuwana, Modul: Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri (SPTM),  
Diktat Kuliah
- [6] Sistem Produksi, Lab. Teknik Produksi - Jurusan Teknik Mesin - FTI - ITB, 1998.
- [7] Akhmad Hery Kusuma, Sistem Transfer Fleksibel dengan Pengendalian Terdistribusi
- [8] Menggunakan PLC, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin ITB, 2000.
- [9] Martawirya Yatna Yuwana dan Rochmad Setyadi, Sistem Produksi Terdistribusi  
Mandiri:
- [10]Perangkat Lunak Inti Pengembangan Sistem Produksi, Jurnal Teknik Mesin, Vol. XV.  
No. 1, Maret 2000. 12



## MODUL PERKULIAHAN

# Automasi Industri

## Logika Dasar Pemrograman PLC

Fakultas

Fakultas Teknik

Program Studi

Teknik Elektro

Tatap Muka

# 12

Kode MK

Disusun Oleh

Ketty Siti Salamah ST, MT

### Abstract

Sistem Otomasi Industri dapat diartikan sebagai sistem dengan mekanisme kerja dikendalikan oleh peralatan elektronik (electronic hardware) berdasarkan urutan-urutan perintah dalam bentuk program perangkat lunak (electronic software) yang disimpan di dalam unit memori kontroler elektronik.

### Kompetensi

Mahasiswa dapat mengetahui konsep otomasi industri

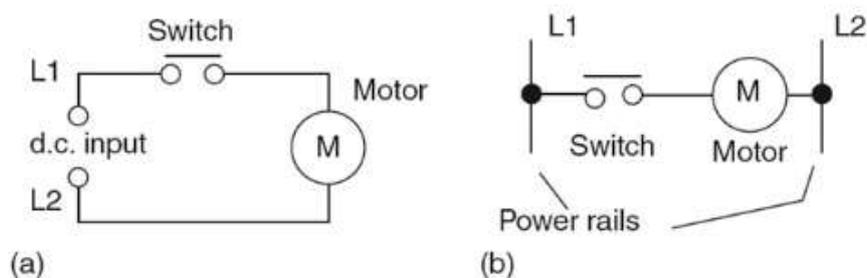
## Logika Dasar Pemrograman PLC

Modul ini membahas tentang logika dasar pemrograman PLC dengan menggunakan bahasa ladder diagram. Setidaknya 5 jenis bahasa pemrograman pada pemrograman PLC yaitu :

- ✓ Ladder diagram
- ✓ Function Block Diagram
- ✓ Structure Text
- ✓ Sequential Function Chart
- ✓ Instruction List

Bahasa ladder diagram yang paling umum dipakai di PLC dan hampir selalu ada pada semua jenis PLC. Perlu anda ketahui bahwa beberapa PLC dapat diprogram dengan lebih dari 1 bahasa pemrograman. Lalu kenapa ladder paling banyak digunakan? Membuat program dengan ladder tidak jauh berbeda dengan merangkai instalasi listrik. Instalasi listrik adalah materi paling dasar yang hampir dimiliki oleh semua yang terjun di bidang kelistrikan, bahkan beberapa mekanik.

Diagram Ladder atau diagram tangga adalah skema khusus yang biasa digunakan untuk mendokumentasikan sistem logika kontrol di lingkungan industri. Disebut “tangga” karena mereka menyerupai tangga, dengan dua rel vertikal kanan – kiri (power supply) dan banyak “anak tangga” (garis horizontal) yang mewakili rangkaian kontrol.



Gambar (a) sebelah kiri menunjukkan rangkaian untuk menyalakan atau mematikan sebuah motor listrik. Kita dapat menggambar ulang rangkaian pada gambar kiri ini dengan cara yang

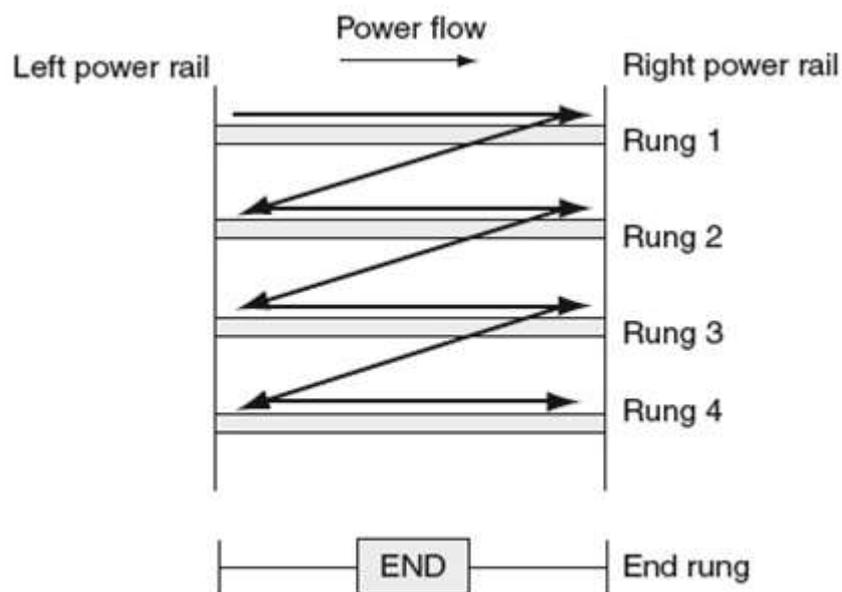
berbeda, yaitu menggunakan dua garis vertikal untuk mewakili rel daya input dan menambahkan kontak dan relay di antara mereka. Gambar (b) sebelah kanan menunjukkan hasilnya. Kedua sirkuit memiliki saklar seri dengan relay yang akan mengaktifkan motor saat saklar ditutup. Jika terdapat belasan atau puluhan rangkaian seperti ini, maka akan lebih jelas menggambarkan menyerupai tangga.

Untuk menggambar ladder ada beberapa hal yang menjadi acuan dasar, di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Pada diagram ladder, garis vertikal sebelah kiri bisa kita analogikan sebagai sisi positif dari sumber tegangan, sedangkan garis vertikal sebelah kanan adalah sisi negative dari sumber tegangan. Arus listrik akan mengalir dari kiri ke kanan melalui rangkaian logika pada setiap baris.
2. Setiap baris mewakili satu rangkaian logika proses control.
3. Cara membaca diagram ini adalah dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah.
4. Saat PLC diaktifkan, proses scanning berkerja pada semua baris program sampai selesai. Dimulai dari kiri ke kanan baris paling atas, lalu turun ke baris di bawahnya kemudian dilanjutkan dari kiri ke kanan seterusnya hingga ujung kanan baris terbawah. Proses ini sering disebut dengan cycle dan waktu yang diperlukan untuk 1 kali proses adalah cycle time atau scan time.
5. Setiap baris umumnya harus dimulai dengan input dan diakhiri setidaknya oleh 1 buah output. Seperti yang sudah kita bahas pada artikel – artikel sebelumnya, input yang akan memberi perintah pada PLC melalui kontak, sedangkan output memberi perintah/mengendalikan perangkat yang dihubungkan pada PLC.
6. Input dan output diidentifikasi berdasarkan alamatnya, setiap penamaan alamat tergantung dari produsen PLC. Alamat ini yang akan digunakan sebagai penyimpanan kondisi pada memori PLC.

- Beberapa kontak dapat muncul lebih dari satu kali pada baris – baris berbeda, mereka akan aktif secara bersamaan jika memiliki alamat yang sama. Tetapi tidak demikian dengan output atau relay yang disebelah kiri. Mereka hanya boleh ditulis 1 kali.

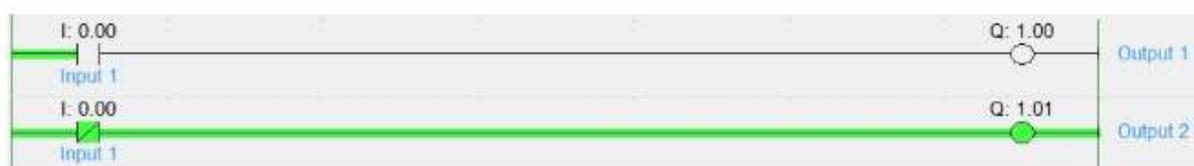
Gambar di bawah adalah alur pembacaan program PLC pada program yang telah dibuat.



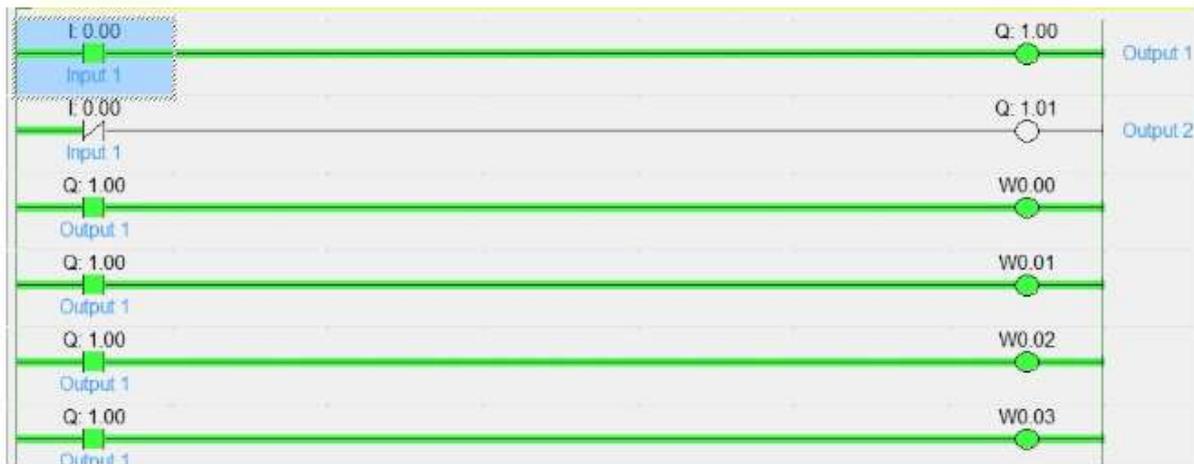
### KONTAK DAN RELAY PADA LADDER DIAGRAM

Kontak umumnya berfungsi sebagai penyambung atau pemutus arus listrik. Seperti halnya sakelar, Kontak memiliki 2 kondisi utama, yaitu NO (Normally Open) dan NC (Normally Closed). Kontak NO dalam kondisi belum diaktifkan dalam keadaan terbuka, sedang NC dalam keadaan tertutup. Dalam program PLC dengan Ladder diagram, kontak sebagai penyambung atau pemutus logika program ke sisi sebelah kanannya.

Coil/Relay pada Ladder secara umum sama dengan relay fisik yang telah kita bahas pada komponen kendali industry. Dalam program PLC, relay umumnya disimbolkan dengan bentuk bulatan. Contoh kontak dan relay dalam diagram Ladder adalah sebagai berikut:



Gambar di atas adalah kontak dari Input dengan alamat 0.00 yang digunakan untuk mengendalikan relay 1.00 dan 1.01. Baris pertama adalah kontak NO sedangkan baris kedua adalah Kontak NC. Dalam kondisi Input belum diaktifkan, kontak NC sudah tersambung sehingga menyalakan relay 1.01. Saat Input diaktifkan, maka yang terjadi adalah :



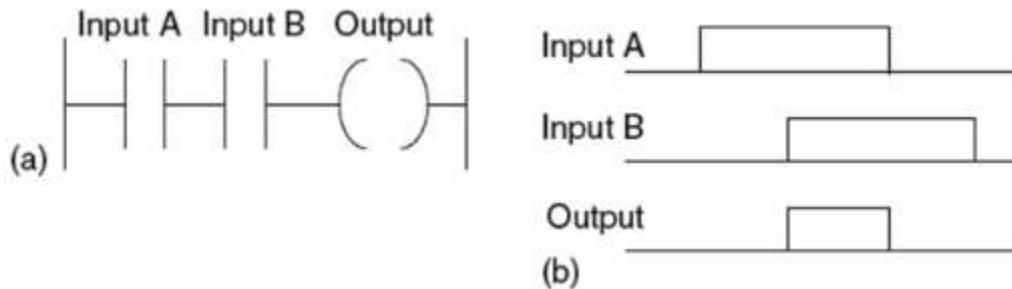
Saat ini Relay 1.00 aktif karena Kontak 0.00 diaktifkan. Dari gambar dapat diketahui apabila relay dengan nama tertentu dikatifkan, maka semua kontak dengan nama yang sama akan aktif, dalam hal ini semua kontak pada relay 1.00 akan aktif.

## LOGIKA DASAR PEMROGRAMAN PLC

Ada banyak kondisi pengendalian yang menyaratkan beberapa keadaan yang harus dipenuhi, sehingga kondisi output – output tertentu dapat aktif sesuai dengan yang diharapkan. Sebagai contoh, untuk mesin bor otomatis, mungkin ada kondisi bahwa motor bor hanya dapat diaktifkan bila limit switch tertekan yang menunjukkan adanya benda kerja dan posisi bor sebagai pada permukaan benda kerja. Situasi semacam ini akan melibatkan logika DAN sebagai fungsi logika, dimana kondisi A dan kondisi B keduanya terpenuhi sehingga output dapat diaktifkan. Bagian ini akan membahas tentang logika – logika tersebut.

### Logika DAN (AND)

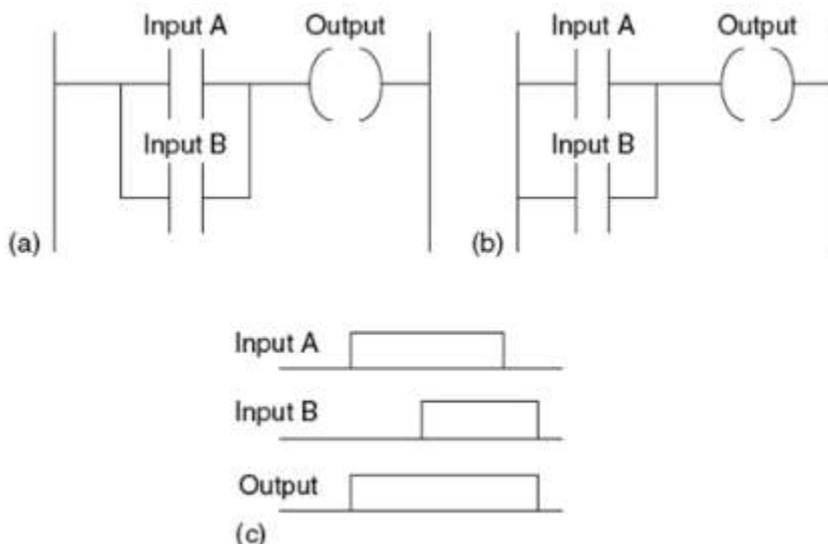
Gambar di bawah menunjukkan bahwa output tidak dapat diaktifkan kecuali kedua kontak aktif. Kombinasi kontak semacam ini disebut dengan logika DAN atau AND Logic. Dengan demikian, jika hanya salah satu input A atau B saja yang aktif, maka output tidak akan menyala.



Salah satu contoh penerapan logika dasar pemrograman PLC ini adalah pada pengoperasian beberapa mesin industry misalnya pada proses stamping produk. Saat akan melakukan stamping, operator harus menekan 2 tombol yang berada di dekat tangan kanan dan kirinya, sehingga dapat dihindari kecelakaan kerja.

### **Logika ATAU (OR)**

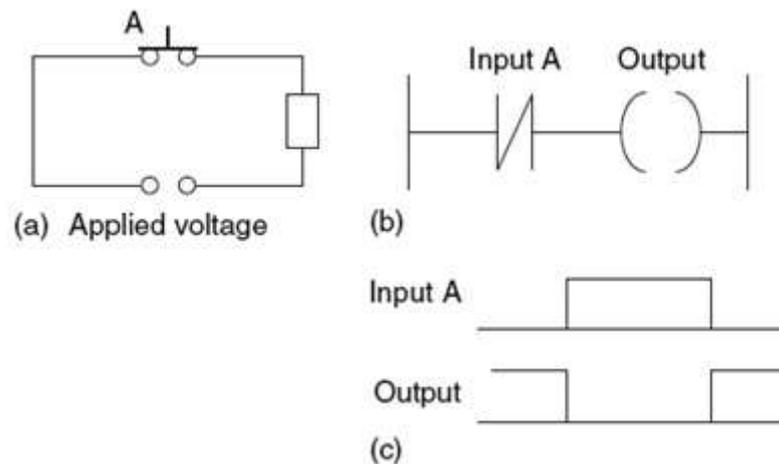
Gambar di bawah menunjukkan bahwa output dapat diaktifkan hanya dengan mengaktifkan salah satu kontak saja, baik A maupun B. Kombinasi kontak semacam ini disebut dengan logika ATAU atau OR Logic.



Contoh penerapan logika dasar pemrograman PLC ini adalah pada pengoperasian motor konveyor, motor dapat diaktifkan dari beberapa tempat dengan menggunakan beberapa tombol berbeda. Karena fungsinya ini lah logika ATAU sering disebut sebagai logika alternative.

### **Logika TIDAK (NOT)**

Perhatikan gambar di bawah. Sebelum kontak A ditekan, output sudah menyala. Namun sebaliknya saat kontak A ditekan, output akan mati. Logika ini disebut dengan TIDAK atau NOT Logic. Logika ini sering digunakan untuk memutus aliran arus listrik atau digunakan sebagai instruksi OFF.



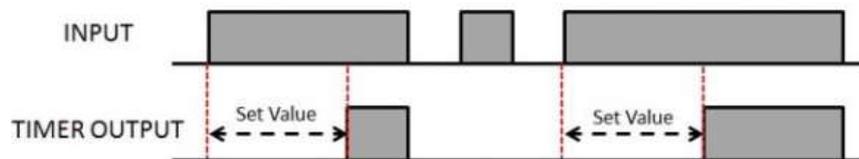
Tiga logika dasar pemrograman PLC ini yang untuk selanjutnya akan digunakan sebagai dasar membuat program di PLC. Secara umum PLC memiliki metode logika yang sama, apa pun yang membedakan adalah tentang notasi pengalamatannya

### **Pemrograman Timer pada PLC Omron**

Lampu lalu lintas yang kita jumpai di jalan raya setiap set lampu lalu-lintas memiliki 3 lampu utama yaitu Merah, Kuning dan Hijau. Ketiga lampu tersebut menyala secara bergantian dengan durasi waktu tertentu. Hal ini berarti ada sebuah sistem kontrol/kendali yang membuat mereka menyala sebagai contoh seperti ini, Merah menyala sekian detik, kemudian Merah mati dan Kuning menyala sekian detik, kemudian kuning mati dan Hijau menyala

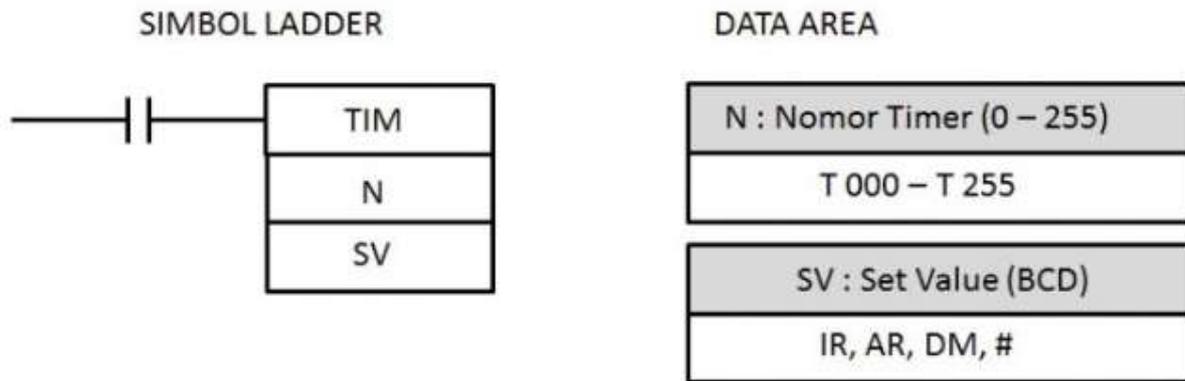
sekian detik. Terdapat perbedaan pengaturan waktu jeda setiap lampu, dalam pemrograman sering disebut dengan delay atau penundaan. Begitu juga pada PLC terdapat instruksi untuk menunda untuk menyalakan atau mematikan sebuah relay/coil yang disebut dengan Timer.

Timer sebenarnya bisa dikatakan bentuk modifikasi dari relay/coil. Perbedaan mendasarnya, jika relay diberi tegangan/perintah maka akan aktif saat itu juga, demikian juga dengan kontak-kontak yang terdapat pada relay tersebut. Pada Timer, saat diberi tegangan atau perintah maka tidak serta-merta aktif, tetapi menunggu dulu selama beberapa waktu (sesuai dengan nilai setting/pengaturan yang diberikan). Setelah jeda nilai pengaturan tersebut tercapai, coil Timer akan aktif sehingga kontak-kontak pada Timer juga akan aktif. Berikut adalah Diagram waktu sebuah Timer yang paling umum.



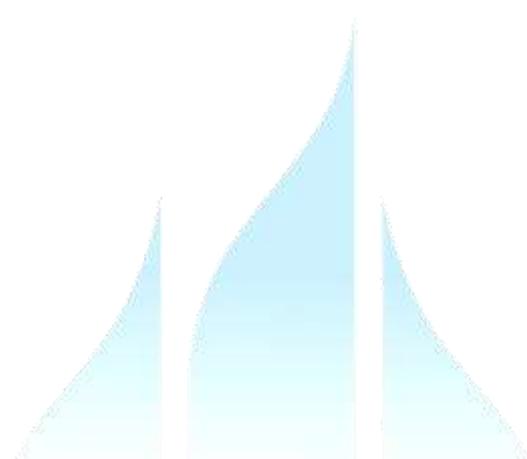
Setiap brand PLC memiliki cara pengalamatan dan metode tersendiri dalam penggunaan instruksi Timer. Pada tutorial PLC ini akan mengambil contoh penggunaan Timer pada PLC Omron tipe CP1E CPU E20. Saya sengaja mengambil contoh spec terendah dengan asumsi pemanfaatan yang paling sederhana. Untuk spec yang lebih tinggi boleh jadi memiliki fitur-fitur yang lebih lengkap. Tipe PLC ini memiliki 256 register Timer mulai dari 000-255. Jumlah yang saya rasa cukup untuk digunakan dalam pemrograman sistem sederhana. Berikut ini adalah blok pengaturan instruksi Timer pada PLC Omron CP1E.

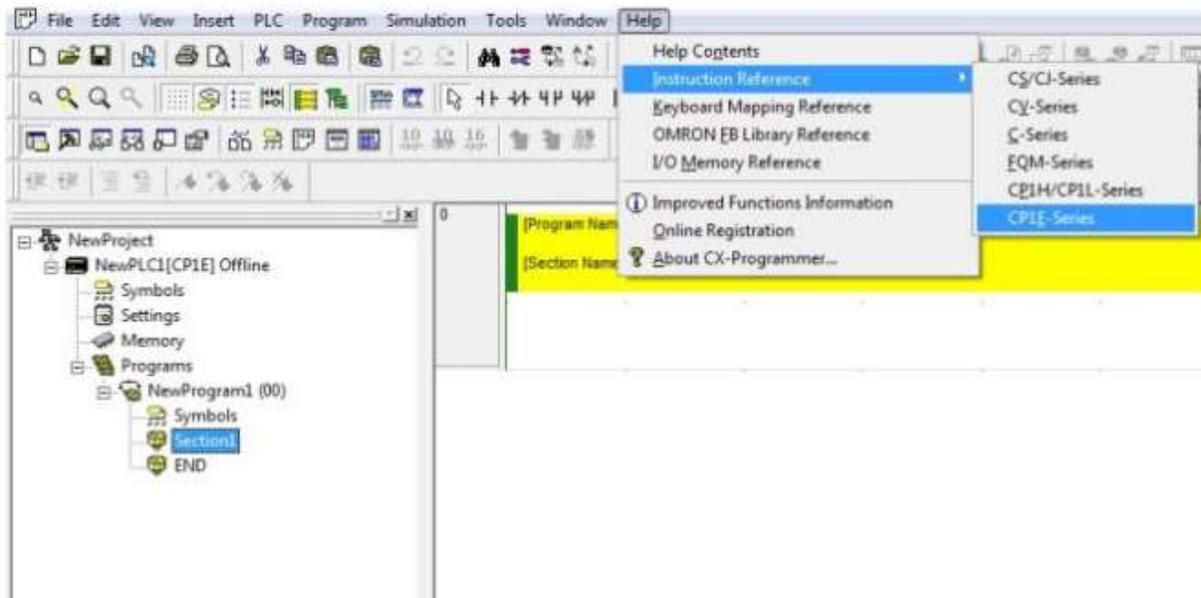




SET Value yang umum digunakan pada Timer adalah tipe BCD, sehingga nilai pengaturan dapat diatur mulai 0000 hingga 9999. Pengaturan nilai ini bersifat konstan atau fix. Tidak banyak tutorial PLC yang membahas bahwa jika kita menginginkan nilai Set Value yang dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan, kolom Set value bisa kita isi dengan alamat register tertentu seperti DM (Data memory). Sehingga dengan mengubah nilai yang terdapat pada DM tersebut, kita bisa mengubah-ubah pengaturan Timer

Pada PLC Omron terdapat 2 jenis Timer dasar yang paling sering digunakan, setidaknya dalam proses belajar. Karena jika sudah sering menangani project dengan kerumitan yang tinggi, jenis Timer yang lain boleh jadi juga digunakan. 2 jenis Timer dasar tersebut adalah TIM dan TIMH. Anda bisa membuka Help pada bagian atas CX Programmer, kemudian pilih tipe PLC yang sesuai. Pada layar Instruction List silakan pilih Timer and Counter. Berikutnya buka TIM lalu TIMH.





Keduanya memiliki fungsi dan pengalamatan yang sama, perbedaannya ada pada time base (pengali) pada Set Value. TIM memiliki pengali 100ms (0.1s) yang artinya, nilai yang anda masukkan ke dalam Set Value akan dikalikan dengan 0.1s. Sehingga jika anda ingin menunda Timer selama 5 detik, maka set value nya adalah 50. Dengan melihat set value 0 – 9999, maka TIM memiliki pengaturan waktu penundaan antara 0,1 s hingga 999,9 s. Sedangkan TIMH memiliki Set value yang lebih rinci yaitu 10ms (0,01s). TIMH bisa dijadikan alternatif saat ingin memberikan penundaan waktu di bawah 0,1 s.

### **Pemrograman Counter pada PLC Omron**

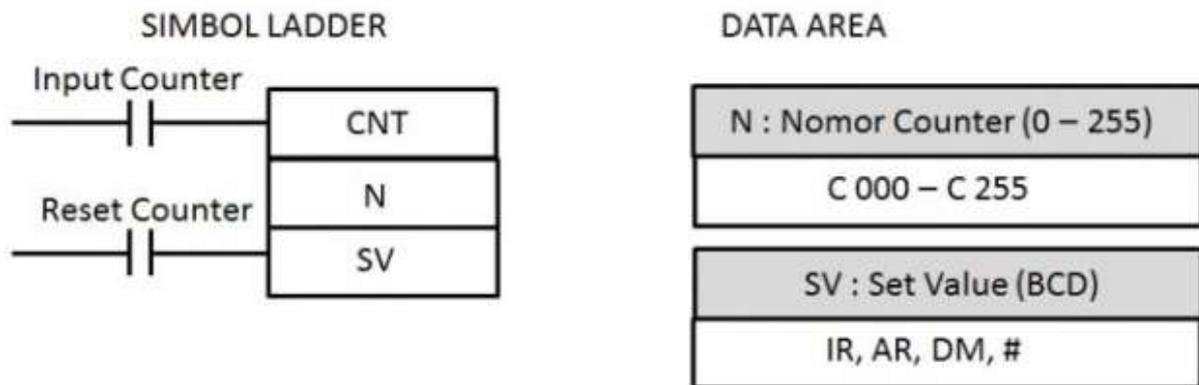
Sistem penghitung (Counter) sebenarnya telah ada dalam bentuk hardware tersendiri seperti halnya dengan Relay dan Timer, lihat gambar di bawah. Counter adalah Salah satu loncatan besar yang dilakukan oleh sistem otomasi industri atau otomatisasi industri yang membantu salah satunya dalam poses pengemasan barang.

Sebagai contoh, dalam satu box tertentu ingin diisi sejumlah produk. Saat masih menggunakan tenaga manusia boleh jadi kesalahan jumlah produk yang masuk dalam box

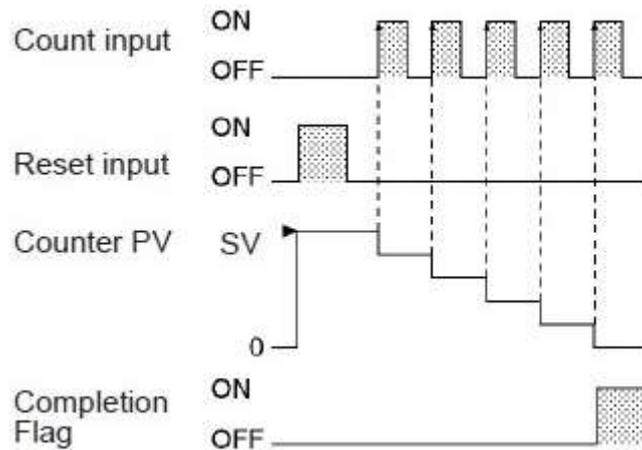
masih dapat dihindari, namun faktor kelelahan pada manusia bisa menyebabkan kecepatan kerjanya berkurang.

Sebetulnya ada 2 jenis counter utama pada PLC Omron, yaitu Counter hitungan menurun dan Rewersible Counter. Dari 2 jenis counter tersebut dapat dibedakan lagi menjadi counter dengan pengaturan Set value BCD dan Set value Binary.

Instruksi counter yang paling sering dipelajari baik pada Training PLC maupun buku-buku Tutorial PLC adalah jenis counter menurun dengan pengaturan BCD. Hal ini dipilih karena paling mudah digunakan dan diajarkan. Berikut ini adalah blok pengaturan instruksi Counter pada PLC Omron CP1E :



Gambar di atas adalah instruksi paling umum untuk counter, yaitu menggunakan Set value tipe BCD, dengan demikian nilai yang dapat dimasukkan adalah #0000 hingga #9999. Jika anda menghendaki nilai pengaturan counter dapat diubah-ubah selama proses operasi sistem, anda dapat memberi alamat Data Memory tertentu (misal D100) pada Set Value sehingga berapa pun nilai yang terdapat pada D100, maka itu lah yang akan menjadi Set Value counter. Namun pengaturan counter dengan variabel belum disinggung saat belajar PLC dasar. Gambar di bawah ini menunjukkan prinsip kerja Counter.



Mula-mula PV akan bernilai sama dengan Set Value yang telah diberikan. Nilai PV akan turun sebanyak 1 satuan setiap kali Input Counter berubah dari OFF menjadi ON. Counter akan aktif (ON) saat nilai PV mencapai 0. Begitu counter aktif, maka counter akan mempertahankan kondisinya (terus ON) hingga Reset Counter diaktifkan (ON). Penting untuk diperhatikan bahwa counter tidak akan mulai menghitung saat Input Counter diaktifkan jika Reset Counter masih ON.

Nilai PV dari sebuah counter akan terus disimpan walaupun supply daya nya dimatikan, ini yang kadang tidak/belum dipahami oleh programmer PLC pemula, sehingga membingungkan saat hitungan dianggap belum mencapai Set Value ternyata counter telah aktif. Untuk menghindari hitungan lanjutan dari data lama yang masih tersimpan, counter harus direset terlebih dahulu sebelum memulai hitungan baru, seperti ditunjukkan pada gambar di atas. Atau dengan menggunakan First Cycle Flag (A200.11) secara paralel pada Reset Counter.

## DaftarPustaka

- [1] Ogata, K(1997). "*Teknik Kontrol Automatik*". Jilid 1. Erlangga:Jakarta
- [2] <http://share.its.ac.id/course/view.php?id=804>
- [3] Kiyoshi Suzaki, *The New Shop Floor Management*, The Free Press, New York, 1993.
- [4] Manfred Weck, *Handbook of Machine Tools Volume 1*, John Wiley & Sons, 1984.

- [5] Martawirya Yatna Yuwana, Modul: Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri (SPTM),  
Diktat Kuliah
- [6] Sistem Produksi, Lab. Teknik Produksi - Jurusan Teknik Mesin - FTI - ITB, 1998.
- [7] Akhmad Hery Kusuma, Sistem Transfer Fleksibel dengan Pengendalian Terdistribusi
- [8] Menggunakan PLC, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin ITB, 2000.
- [9] Martawirya Yatna Yuwana dan Rochmad Setyadi, Sistem Produksi Terdistribusi  
Mandiri:
- [10] Perangkat Lunak Inti Pengembangan Sistem Produksi, Jurnal Teknik Mesin, Vol. XV.  
No. 1, Maret 2000. 12



## MODUL PERKULIAHAN

# Automasi Industri

## Instruksi Start/Stop dengan Selfholding dan Set/Reset

Fakultas

Fakultas Teknik

Program Studi

Teknik Elektro

Tatap Muka

# 13

Kode MK

Disusun Oleh

Ketty Siti Salamah, ST, MT

### Abstract

Sistem Otomasi Industri dapat diartikan sebagai sistem dengan mekanisme kerja dikendalikan oleh peralatan elektronik (electronic hardware) berdasarkan urutan-urutan perintah dalam bentuk program perangkat lunak (electronic software) yang disimpan di dalam unit memori kontroler elektronik.

### Kompetensi

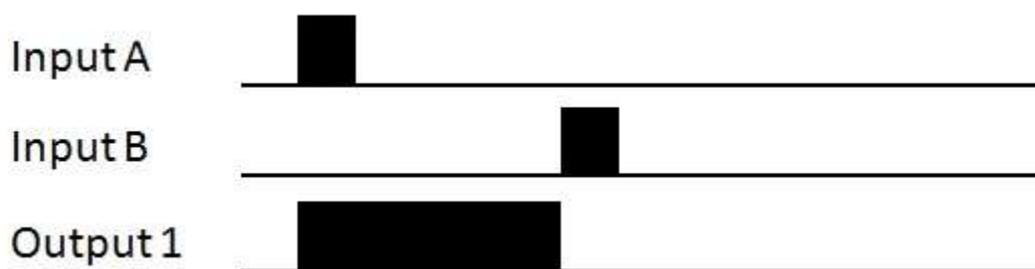
Mahasiswa dapat mengetahui konsep otomasi industri

### **Selfholding, Set rest dan Keep pada PLC Omron.**

dan sebagainya. Tentu saja tergantung bagaimana sistem kendalinya dirancang. Otomasi memiliki salah satunya adalah memiliki fungsi memudahkan pekerjaan manusia. Misalkan ada operator ingin menyalakan motor listrik, dia bisa dengan menekan Push Button tertentu, yang sudah didesain dengan sistem kendali tertentu. Dengan sekali tekan saja dia sudah bisa mengatur kerja motor listrik, harus putar ke arah mana, dengan kecepatan berapa, kapan harus berhenti dan sebagainya. Tentu saja tergantung bagaimana sistem kendalinya dirancang.

Pada sistem kendali yang memakai PLC, banyak sekali instruksi – instruksi yang bisa digunakan. Salah satu instruksi yang paling sering digunakan pada sistem otomasi adalah instruksi Start dan Stop. Contohnya untuk menjalankan Perintah Start digunakan untuk menyalakan sebuah relay/koil atau bisa digunakan untuk memulai sebuah proses, sedangkan perintah Stop digunakan untuk mematikan relay/koil atau menghentikan sebuah proses. Perintah tersebut dapat kita berikan pada PLC melalui 2 alamat input melalui 2 Push Button.

Di bawah ini adalah diagram waktu untuk instruksi Start/Stop:



### **Selfholding**

Kita sudah belajar prinsip kerja Push Button, untuk menyambungkan sebuah signal dapat digunakan Push Button NO. Tapi signal hanya akan tersambung dan memberi instruksi pada input PLC saat Push Button ditekan, saat dilepas signal terputus sehingga input PLC tidak aktif lagi. Sehingga koil hanya menyala sesaat kemudian mati.

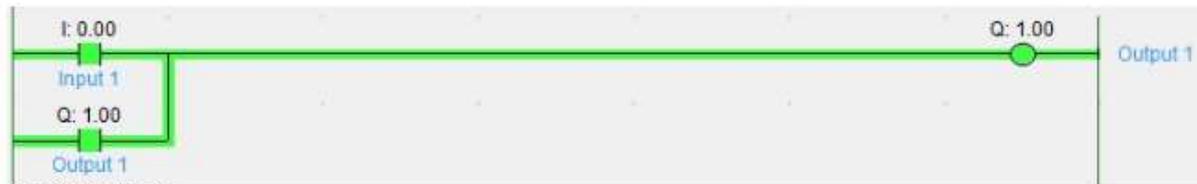


Koil menyala saat Push Button yang terhubung pada input 0.00 ditekan.

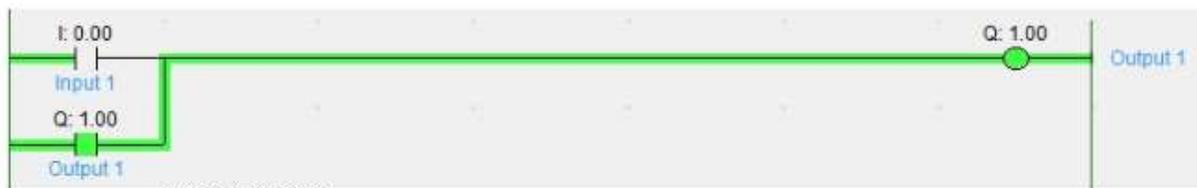


Koil mati saat Push Button yang terhubung pada input 0.00 berhenti ditekan.

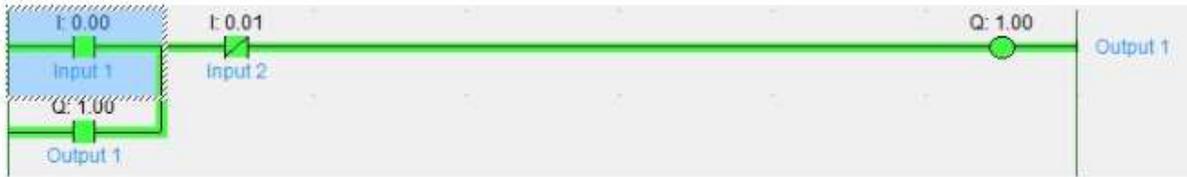
Untuk bisa mempertahankan kondisi output terus menerus menyala walau signal pada input tidak lagi diberi, maka logika program memerlukan jalur alternatif.



Kita bisa menambahkan kontak cabang parallel OR di bawah Kontak Input 0.00 sebelumnya dan memberi alamat kontak sesuai output yang akan dipertahankan kondisi nyala-nya. Jadi, saat kontak input 0.00 aktif dan koil 1.00 aktif, kontak output juga akan aktif. Sehingga dapat kita lihat pada gambar aliran arus dapat melalui 2 jalur, yaitu kontak 0.00 dan kontak 1.00.



Saat Kontak 0.00 dimatikan/diputus, output 1.00 masih menyala karena arus masih dapat mengalir melalui kontak-nya sendiri yaitu 1.00. Ini lah yang disebut Selfholding.



Untuk mematikan output 1.00, kita bisa menambahkan kontak NC sebagai pemutus arus.



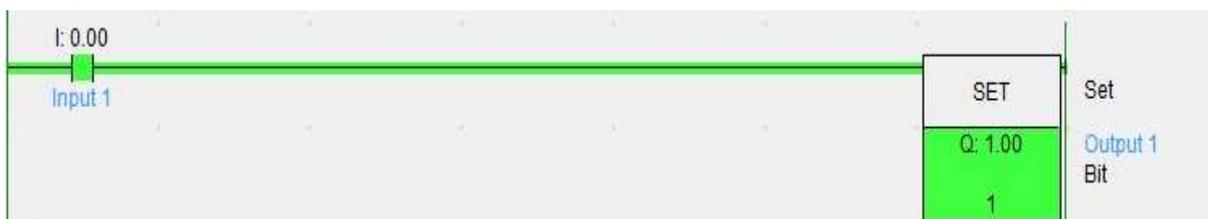
Ketika kontak NC 0.01 ditekan, maka arus listrik terputus dan output 1.00 akan mati. Karena Output 1.00 mati maka kontakannya pun akan kembali ke kondisi semua yaitu Open. Sehingga saat 0.01 tidak lagi ditekan, semua kontak dan output kembali ke kondisi semua.

### Set Reset

Selain dengan menggunakan prinsip Selfholding, instruksi Start/Stop juga bisa kita buat dengan menggunakan Set Reset.



Set adalah perintah untuk merubah kondisi koil/output dari Off atau On menjadi kondisi ON (1), kemudian kondisi ini dipertahankan selama PLC masih dalam status Run.



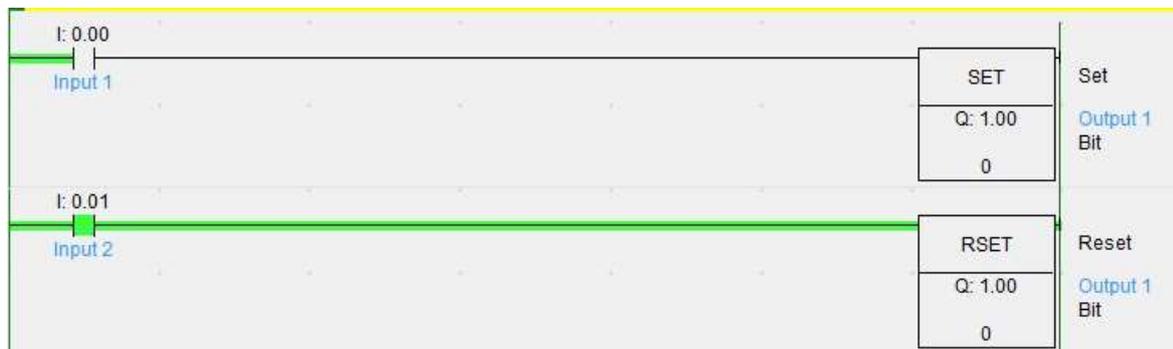
Kondisi koil 1.00 ON saat 0.00 ditekan



Kondisi koil tetap ON walau 0.00 sudah dilepas



Untuk mematikannya, kita menggunakan Reset. **Reset** adalah kebalikan dari Set, berfungsi untuk merubah kondisi koil/output dari Off atau On menjadi kondisi **OFF** (0).

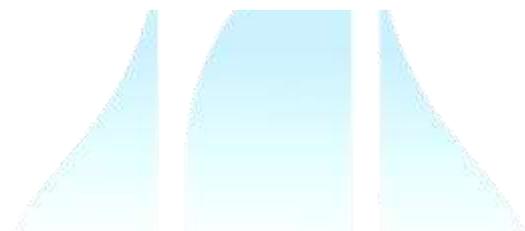


Ditambahkan perintah Reset untuk mematikan koil 1.00

Saat 0.01 ditekan, koil 1.00 di-Reset atau dimatikan. Saat 0.01 dilepas, maka kontak dan koil akan kembali ke kondisi awal mula-mula.

### KEEP

Sama persis seperti Set/Reset, KEEP memiliki kaki input Set yang akan mengaktifkan koil tertentu saat diberi signal dan Reset yang akan mematikan koil saat diberi signal.





Kesalahan umum yang sering dilakukan pemula saat menggunakan instruksi Set/Reset atau KEEP adalah memutus instruksi Set untuk mematikan koil, yaitu memberi kontak NC di sebelah kanan kontak 0.00. hal ini sudah pasti sia-sia, karena tanpa kontak NC pun arus sudah terputus dengan dilepaskannya tombol pada kontak 0.00.

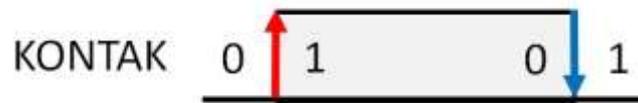
Instruksi di atas baik Selfholding mau pun Set/Reset bisa anda terapkan untuk mengendalikan Motor Listrik secara sederhana. Push Button Input 1 dan Input 2 disambungkan pada alamat input 0.00 dan 0.01 pada PLC sebagai Instruksi Start Stop, sedangkan alamat output 1.00 disambungkan pada Relay, untuk berikutnya relay yang akan menyambungkan sumber tegangan untuk menjalankan Motor Listrik.

### **Program PLC Relay dan Kontak DIFU dan DIFD**

Saat anda belajar PLC biasanya akan mempelajari kontak atau relay saat diaktifkan/diberi supply akan segera ON dan akan terus ON selama diberi supply, lalu akan segera OFF saat supply dihentikan. Namun dalam kondisi tertentu kita memerlukan kontak yang hanya aktif dalam waktu singkat. Atau kita memerlukan suatu signal segera setelah sebuah proses

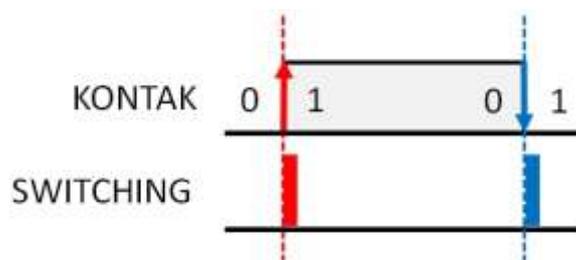


berakhir. Signal dan kontak yang sifatnya seperti ini dapat kita temukan pada Relay dan Kontak Differential.



Prinsip switching Differential adalah switching yang terjadi saat adanya perubahan kondisi suatu relay atau kontak. Karena perubahan ini terjadi pada kontak, maka hanya ada 2 kondisi perubahan yang dapat berlaku yaitu dari 0 menjadi 1 atau sebaliknya dari 1 menjadi 0.

Sesuai dengan namanya yang berarti perubahan, maka kondisi berubah itu sendiri hanya berlangsung sangat singkat. Misalnya saat sebuah kontak ditekan, durasi kontak berubah dari 0 menjadi 1 itu terjadi sangat singkat karena setelah menjadi 1 kontak akan mengalami kondisi stabil yaitu 1 (selama masih ditekan). Perubahan akan kembali terjadi saat kontak dilepaskan, yaitu perubahan dari 1 menjadi 0. Hal ini juga terjadi sangat singkat, selanjutnya tidak ada lagi perubahan karena kondisi stabil kontak yaitu 0. Durasi switching yang sangat singkat itu terjadi hanya dalam 1 Scan time. Anda dapat membaca ulang tentang Scan time pada bagian awal belajar PLC tentang prinsip kerja PLC.

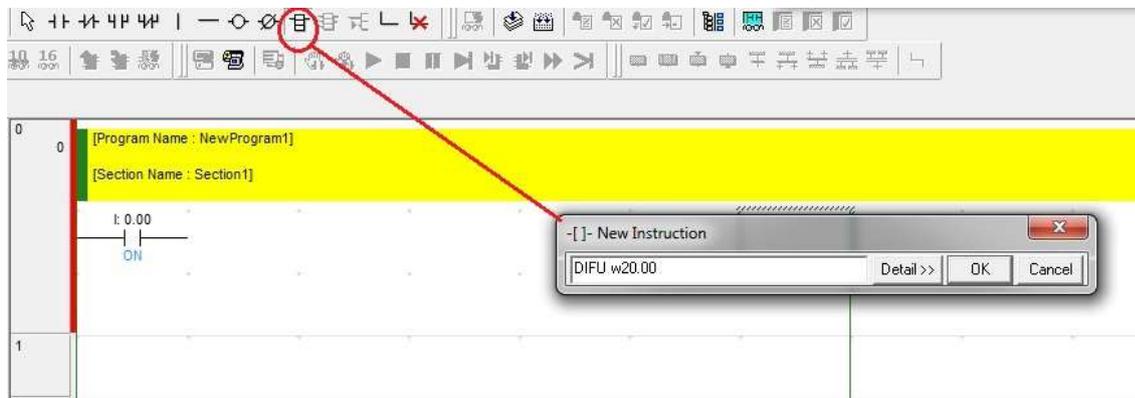


Oleh karena itu terdapat 2 jenis Differential, yaitu Differential Up (DIFU) dan Differential Down (DIFD). Selanjutnya akan dibahas tiap relay dan kontak differential dengan mengambil contoh pada PLC Omron. Panduan tentang pengoperasian DIFU dan DIFD dapat anda buka pada **Help – Instruction Reference – (pilih PLC) misalnya CP1E**, kemudian pilih **Sequence Output**. Jika anda kesulitan menemukan, silakan baca penjelasan berikut :

## RELAY DIFFERENTIAL

## Relay DIFU (Differential Up)

Differential Up atau juga dikenal dengan Perubahan Positif atau Transisi positif adalah prinsip switching kontak Relay yang terjadi saat Relay tersebut berubah kondisi dari 0 menjadi 1. Untuk mengaktifkan DIFU pada pemrograman Ladder, tempatkan kursor pada halaman program yang anda kehendaki, lalu klik **New PLC Instruction** (atau ketik I).



Pada Kotak instruksi Ketik [**DIFU W20.00**]. Pada contoh ini saya mengaktifkan bit relay internal W20.00, anda bisa mengganti dengan bit yang lain.

## Relay DIFD (Differential Down)

Differential Down atau juga dikenal dengan Perubahan Negatif atau Transisi Negatif adalah prinsip switching Relay yang terjadi saat Relay atau Kontak tersebut berubah kondisi dari 1 menjadi 0. Sama halnya mengaktifkan DIFU, untuk mengaktifkan DIFD pada pemrograman Ladder, tempatkan kursor pada halaman program yang anda kehendaki, lalu klik **New PLC Instruction** (atau ketik I). Pada Kotak instruksi Ketik [**DIFU W20.01**].

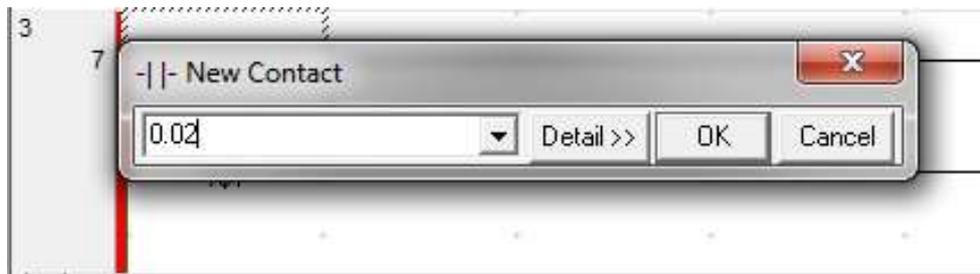


Pada gambar di atas, saat kontak I 0.00 ditekan, maka bit W20.00 akan aktif secara singkat, sehingga dapat mengaktifkan Output Q100.00. Saat Kontak I 0.01 ditekan, bit W20.01 tidak segera aktif melainkan menunggu sampai kontak I 0.01 selesai ditekan baru aktif, sehingga Output Q100.00 dimatikan.

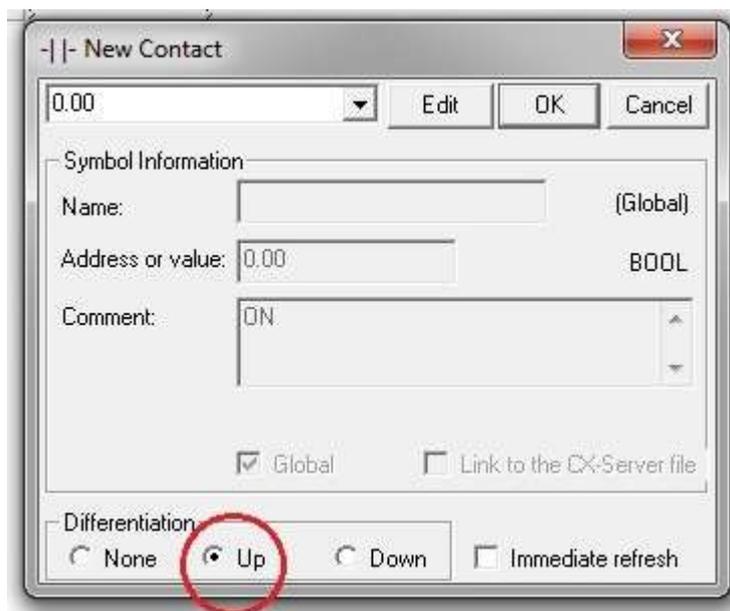
### **KONTAK DIFFERENTIAL**

Anda dapat langsung menerapkan prinsip differential langsung pada kontak tanpa harus menggunakan relay. Cara nya adalah dengan merubah kondisi kontak yang anda gunakan.

**Cara 1**, saat anda memasukkan New Contact, setelah memasukkan nama Kontak Klik Detail.

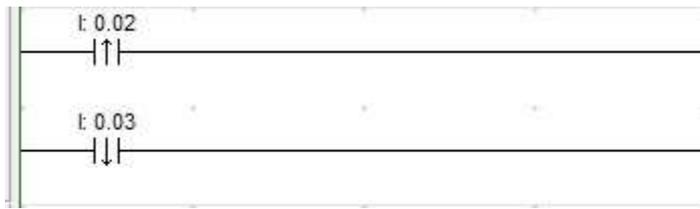


Lalu pilih Mode Differential, None untuk Kontak biasa, Up untuk DIFU dan Down untuk DIFD.

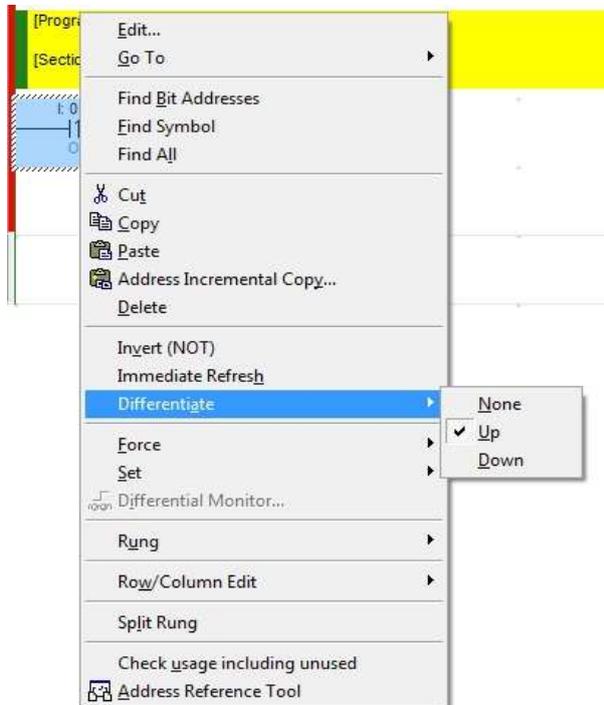


Maka akan tampil hasilnya seperti ini

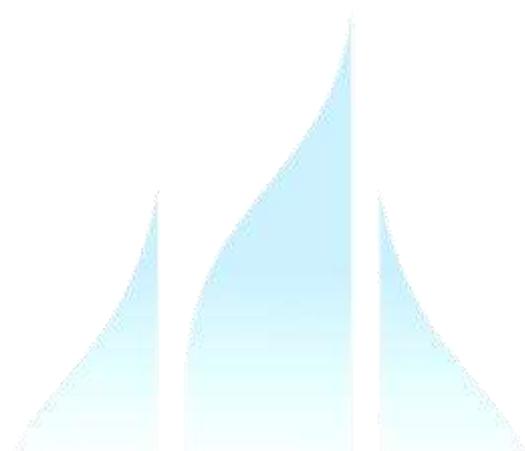




**Cara 2**, saat anda ingin mengubah kondisi kontak sudah lebih dulu ada, Klik kanan pada Kontak lalu pilih Differentiate, pilih None, Up atau Down.



Gambar di bawah ini salah satu contoh yang prinsip kerjanya sama namun menggunakan 2 metode berbeda. Saat kontak I 0.02 ditekan, maka Output Q100.02 akan aktif. Saat Kontak I 0.01 ditekan, bit Output 100.3 tidak segera mati melainkan menunggu sampai kontak I 0.01 selesai ditekan.





## Daftar Pustaka

- [1] Ogata, K(1997). "*Teknik Kontrol Automatik*". Jilid 1. Erlangga:Jakarta
- [2] <http://share.its.ac.id/course/view.php?id=804>
- [3] Kiyoshi Suzaki, *The New Shop Floor Management*, The Free Press, New York, 1993.

- [4] Manfred Weck, *Handbook of Machine Tools Volume 1*, John Wiley & Sons, 1984.
- [5] Martawirya Yatna Yuwana, Modul: Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri (SPTM),  
Diktat Kuliah
- [6] Sistem Produksi, Lab. Teknik Produksi - Jurusan Teknik Mesin - FTI - ITB, 1998.
- [7] Akhmad Hery Kusuma, Sistem Transfer Fleksibel dengan Pengendalian Terdistribusi
- [8] Menggunakan PLC, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin ITB, 2000.
- [9] Martawirya Yatna Yuwana dan Rochmad Setyadi, Sistem Produksi Terdistribusi  
Mandiri:
- [10] Perangkat Lunak Inti Pengembangan Sistem Produksi, Jurnal Teknik Mesin, Vol. XV.  
No. 1, Maret 2000. 12



## MODUL PERKULIAHAN

# Automasi Industri

## Penggunaan Komputer dan Robot Dalam Otomasi Industri

Fakultas

Fakultas Teknik

Program Studi

Teknik Elektro

Tatap Muka

# 14

Kode MK

Disusun Oleh

Ketty Siti Salamah, ST, MT

### Abstract

Sistem Otomasi Industri dapat diartikan sebagai sistem dengan mekanisme kerja dikendalikan oleh peralatan elektronik (electronic hardware) berdasarkan urutan-urutan perintah dalam bentuk program perangkat lunak (electronic software) yang disimpan di dalam unit memori kontroler elektronik.

### Kompetensi

Mahasiswa dapat mengetahui konsep otomasi industri

### PERKEMBANGAN KOMPUTER

Penggunaan kendali komputer digital merupakan fenomena yang relatif baru. Dimulai pada tahun 1970an sebagai dampak dari peningkatan kemampuan komputasional dan ketersediaannya (termasuk harga yang relatif terjangkau) dari sebuah integrated digital circuit. Namun demikian, perancangan awal kendali komputer digital agak sedikit sulit sejalan dengan tantangan bahwa sistem eksternal umumnya membutuhkan kembali yang bersifat analog (secara alami). Ironisnya, saat ini jumlah alat untuk proses yang terkait dengan sistem analog sangat banyak. Sistem sendiri, saat ini sudah semakin digital sebagai dampak dari perkembangan intelligence component. Perancang sistem pada masa awal, biaya kendali komputer sangat mahal, sehingga hanya proses yang membutuhkan biaya terbesar dan paling kompleks saja dipertimbangkan untuk komputerisasi. Biaya aplikasi komputer untuk sistem kendali sederhana umumnya dihindari, sehingga para perancang menggunakan keahlian yang dimiliki untuk memecahkan masalah tersulit. Aplikasi pengendalian dengan komputer termasuk:

- Power station control systems
- Chemical plant dan refinery controllers
- Metal smelting plant controllers
- Large-scale food processing control systems

Aplikasi komputer seperti ini dapat digolongkan ke dalam "real-time control" dan secara keseluruhan mengalami kesulitan sebagai berikut:

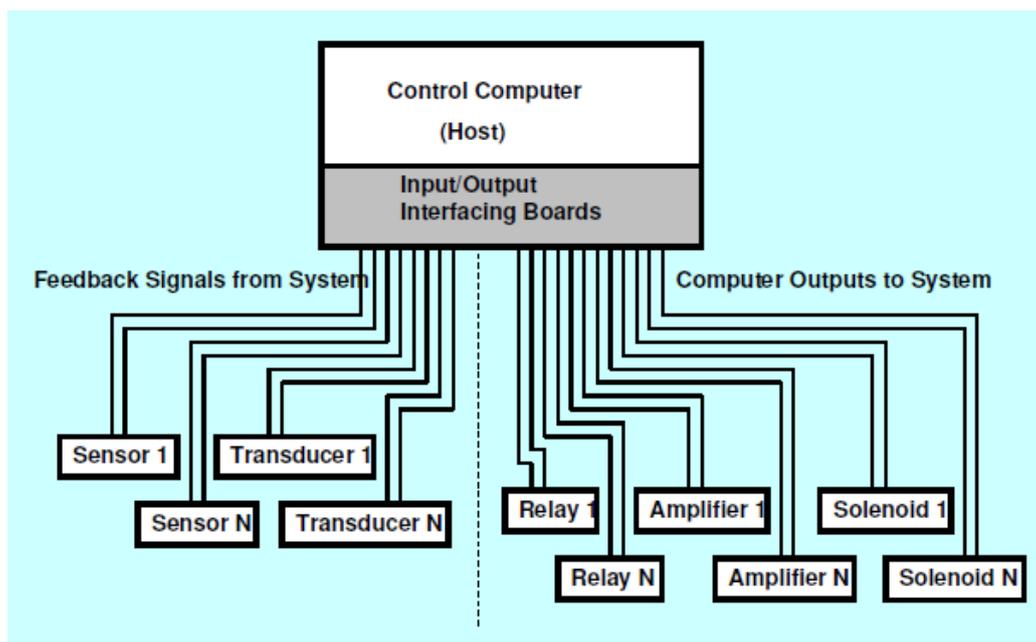
- Kebutuhan untuk menangkap informasi dari ratusan sensor dan transducers lainnya

- Kebutuhan untuk memproses informasi yang datang secara "real-time" (misal: sebelum perubahan informasi berikutnya tersjadi)
- Kebutuhan untuk memberikan sinyal output kepada ratusan sensor dan transducers

Hanya beberapa permasalahan kendali real-time yang mampu dipecahkan oleh pemanufaktur sampai dengan tahun 1970an. Umumnya perkembangan komputer terbatas pada peningkatan kemampuan pemrosesan data sejak tahun 1960an. Tetapi, kebutuhan real-time control sedikit berbeda dan permasalahan ini terpecahkan pada tahun 1970an, dimana para perancang mampu membuat sistem yang relatif handal

### HIERARCHICAL CONTROL

Sistem kendali komputer pada umumnya di tahun 1970an mengimplementasikan bentuk ini. Arsitektur bentuk hierarchical control ini terdiri dari sebuah intelligent control device (computer) sebagai host, dan sejumlah unintelligent slave devices (sensors, transducers, actuators, amplifiers, dan sebagainya) yang secara bersama membuat sistem berfungsi



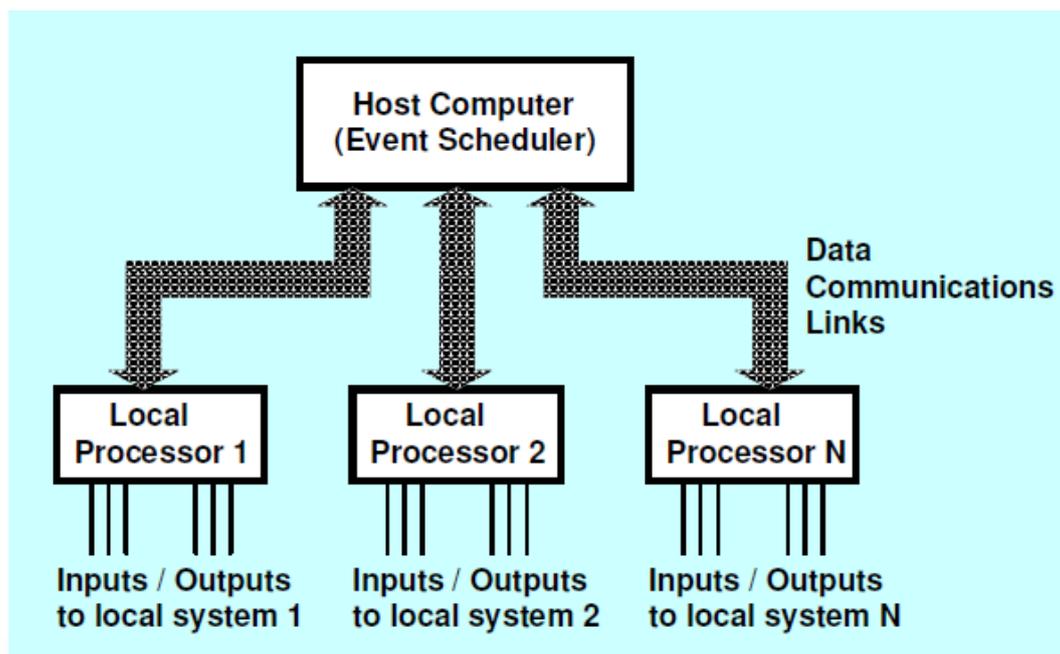
Arsitektur ini dibuat untuk mengantisipasi lebih kepada kebutuhan jumlah bukan keandalan dan ketepatan individu komponen. Pemrosesan komputer yang relatif mahal (dan masih

jarang) pada tahun 1970an, penggunaan lebih dari satu komputer dihindari. Sehingga host computer harus menangani semua fungsi terkait kendali real-time, termasuk:

- ✓ Input/output (disebut I/O)
- ✓ Control algorithm execution
- ✓ Interaksi dengan supervisor sistem (users)
- ✓ Menunjukkan status terkini pada layar dan mimic panels

### **DISTRIBUTED CONTROL**

Mid-range computers seperti DEC PDP-11 menjadi relatif mahal bila dibanding dengan komputer dan kendali berbasis mikroprosesor, sehingga paradigma industri yang muncul adalah meminimalkan penggunaan mid-range computer dan memaksimalkan penggunaan peralatan berbasis low-range (mikroprosesor tunggal). Hal tersebut sangat terbantu dengan perkembangan intelligen devices pada tahun 1980an (microprocessor controlled). Sebagai dampaknya, muncullah skema kendali baru yang disebut “distributed control”

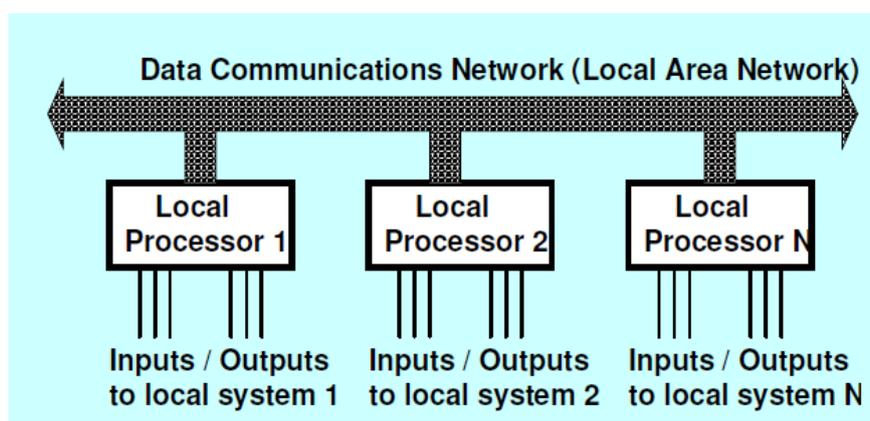


Prinsip dasar dari distributed control adalah sebuah sistem kendali yang kompleks dapat dibagi menjadi sejumlah komponen dan setiap komponen dapat dikendalikan oleh komputer

lokal (dapat berbasis mikroprosesor atau berbasis Digital Signal Processor – DSP). Peran host computer kemudian hanya sebagai koordinasi (jadwal) aktivitas dari setiap processor lokal (slave) dan interaksi dengan user dari sistem. Host computer dan processor lokal secara normal dihubungkan satu sama lain melalui link atau network komunikasi data, yang selanjutnya juga memberikan bidang tantangan baru untuk dikembangkan. Tetapi, jika permasalahan komunikasi tersebut dapat terpecahkan maka arsitektur jenis ini akan sangat potensial

### **HETERARCHICAL CONTROL**

Arsitektur distributed control dapat dikembangkan hingga mencapai titik tidak diperlukannya lagi sebuah host computer. Dengan kata lain, sebuah sistem dikendalikan oleh sekumpulan komputer (processors) yang bekerja bersama untuk tujuan tertentu Sistem tersebut disebut sebagai sebuah kendali "heterarchical". Hal ini merupakan titik awal pengembangan dua sistem sebelumnya dengan paradigma tidak diperlukannya peralatan koordinasi dalam sebuah sistem kendali. Heterarchical control system tampaknya menarik dan memiliki sejumlah karakteristik seperti halnya mekanisme kerja otak manusia – dengan demikian sejumlah intelligent nodes yang sama berfungsi untuk tujuan yang sama



Arsitektur heterarchical control menunjukkan perkembangan performa computer network dan merubah paradigma para perancang tentang permasalahan kendali. Secara keseluruhan, ketiga

bentuk tersebut dipergunakan sampai sekarang dengan masing-masing kelebihan dan kekurangannya yang harus dipertimbangkan

## ROBOT INDUSTRI

Robot akan dapat membuat manusia kagum. Sumber utama kekaguman ini adalah kemudahan untuk mendapatkan sesuatu seperti manusia super yang dapat melakukan pekerjaan yang sulit maupun berbahaya. Ditambah dengan tingkat ketrampilan yang lebih baik dalam batas kekuatan komputerisasi dan fleksibilitas gerakan.. Robot telah memberikan kontribusi dalam pertumbuhan produksi (industri) mulai abad 18 dan 19.

### Perkembangan Awal Robot Industri

Banyak contoh kuno tentang peralatan serupa manusia yang digerakkan gelombang maupun air terjun. Meskipun hal tersebut bukan merupakan robot dalam pengertian modern, tetapi bangsa Yunani Kuno, Etiopia, dan Cina paling tidak telah memiliki pemikiran untuk otomasi manusia. Hal senada dilakukan oleh Pierre and Henri-Louis Jaquet-Dröz (Swiss) untuk membuat otomasi yang dapat menulis, memainkan instrumen musik, dan membuat gambar yang mendekati konsep robot modern. Meski tidak dapat diprogram ulang tetapi menampilkan fungsi yang spesifik seperti robot sekarang. Referensi awal konsep robot modern tahun 1920 dalam sebuah permainan yang dinamakan Rossums Universal Robots (R.U.R.). Karel. Kapek (Ceko) mendeskripsikan robot mekanis serupa manusia, dalam bahasa Ceko kata yang dipakai "serf" or "slave". Robot tidak dapat mentolerir atau dapat dipelakukan dengan pekerjaan berat (slave / istirahat sedikit). Bukan semacampemikiran seperti adaptasi film James Cameron, Terminator 2 Judgement Day, dimana keluaran yang mungkin berupa pemusnahan total. Konstruksi awal robot yang dapat dirogram ulang dimulai

tahun 1954 George C. Devol, Jr. membuat patent robot. Produk teknologi microchip (abad 19 dan 20) menumbuhkembangkan proses robotisasi, dengan kemampuan yang semakin meningkat pula.

### **Definisi Robot Industri**

**[Information Standars Organization /ISO dalam standard ISO/TR/8373-2.3]**

Sebuah robot adalah peralatan yang dikendalikan secara otomatis, multiguna yang dapat diprogram ulang, mesin manipulatif dengan beberapa axes yang dapat diprogram ulang, dapat pula dipakai sebagai peralatan fixed ataupun mobile (bergerak/berjalan) untuk kepentingan aplikasi otomatisasi dalam industri

Dapat diprogram ulang [reprogrammable] :

- ✓ pergerakan robot dikendalikan dengan program yang telah ditulis/diinputkan
- ✓ program dapat dimodifikasi untuk merubah pergerakan lengan robot secara signifikan

### **Multiguna [multi purpose]**

Berdasar fakta bahwa robot dapat menampilkan berbagai macam fungsi yang berbeda, tergantung pada program dan tool yang sedang dipakai.

### **Sistem Robot Industri**

[menurut Robotic Institute Association]” Sebuah sistem robot industri yang mencakup robot (robot-robot) hardware maupun software, terdiri dari manipulator, power supply, controller, end-effector, beberapa equipment, device, dan sensor dalam interface robot. Equipment, device dan sensor diperlukan untuk menampilkan tugas dari robot, dan interface komunikasi untuk mengoperasikan dan mengawasi robot, equipment, dan sensor

### **Aplikasi Robot Industri**

#### **1. Handling**

- ✓ Palletising and depalletising
- ✓ Packing and unpacking

- ✓ Feeding workpieces to an assembly line

## **2. Assembly**

- ✓ Riveting
- ✓ Insertion and tightening of nuts and bolts
- ✓ Drilling
- ✓ Reaming
- ✓ Printed circuit board assembly

## **3. Loading and Unloading**

- ✓ CNC lathes
- ✓ Turret lathes
- ✓ Multi-axis drilling machines
- ✓ Centring machines
- ✓ Gear cutting machines
- ✓ Moulding machines
- ✓ De-burring
- ✓ Equipment testing

## **4. Welding**

- ✓ Arc welding
- ✓ Spot welding

## **5 Sealing and Painting**

- ✓ Sealing automobile parts
- ✓ Sealing electronic components
- ✓ Application of grease and adhesives
- ✓ Painting of plastic and furniture

- ✓ Painting automobile parts

## **Geometris Robot**



- ✓ **Mechanical arm**

Lengan/arm adalah device mekanis yang diarahkan oleh electric drivemotors, pneumatic device, atau hydraulic actuators

- ✓ **Geometris dasar meliputi**

1. Rectangular
2. Cylindrical
3. Spherical
4. Jointed spherical

- ✓ **Pergerakan lengan**

1. Pergerakan posisi
  - a. arm sweep
  - b. shoulder swivel
  - c. elbow extension
2. Tergabung dengan wrist pada lengan bagian akhir
  - a. pitch
  - b. yaw
  - c. roll

## GEOMETRIS ROBOT

### Production Tooling

1. Mengacu pada metode yang dipergunakan untuk memegang part dengan gripper
2. Berdasarkan pada tool kegunaan khusus yang tercakup dalam final gripper design
3. Berdasarkan pada kemampuan multi-fungsi dari gripper

### Pengendali Robot

Teach Stations, terdiri dari :

1. Teach pendants
2. Teach terminals
3. Controller front panels

### Mendukung tiga aktivitas

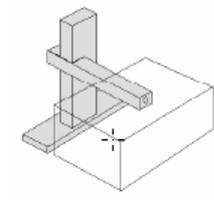
1. Power-up dari Robot dan persiapan pemrograman
2. Entry dan editing program
3. Eksekusi program dalam sel kerja

## GEOMETRIS ROBOT

### ○ Joints

### ○ Work Envelopes

#### • Cartesian



#### • Cylindrical



#### • Spherical / Polar

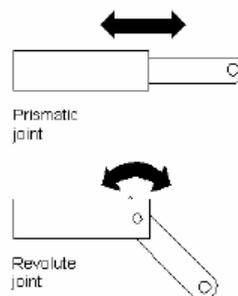
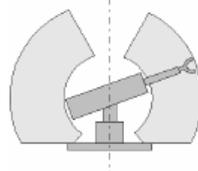
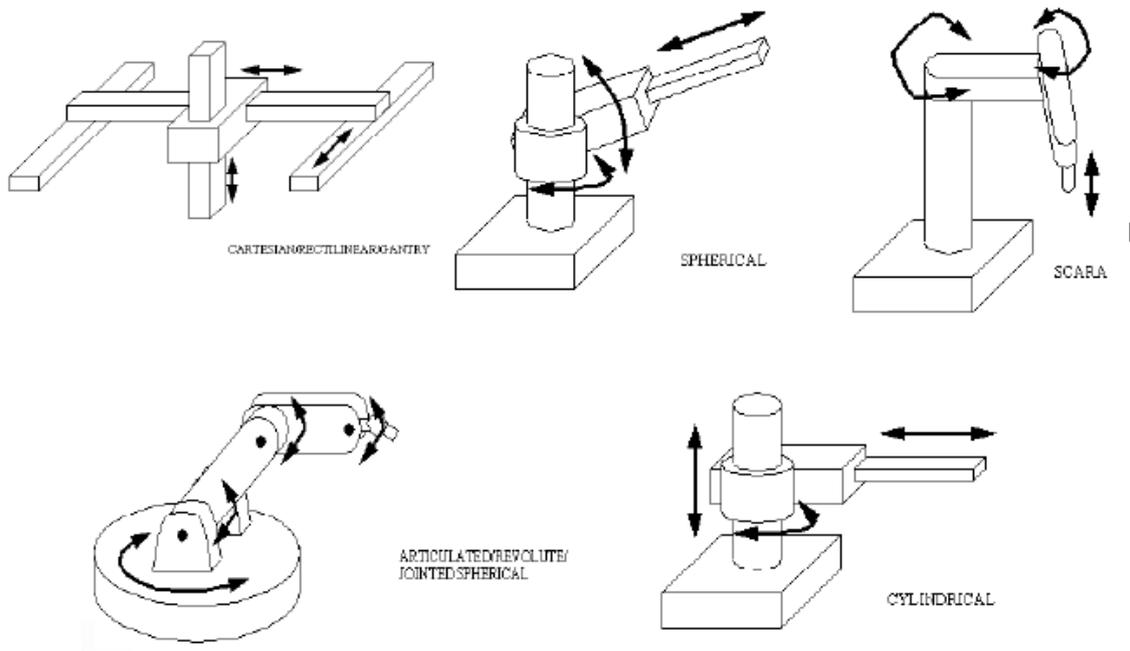


Fig. 1 Robotic joints

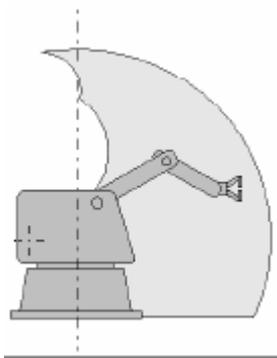
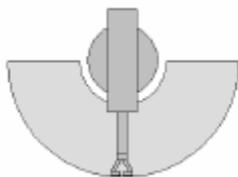
## KONFIGURASI DASAR ROBOT [PERGERAKAN/DEGREE OF FREEDOM]



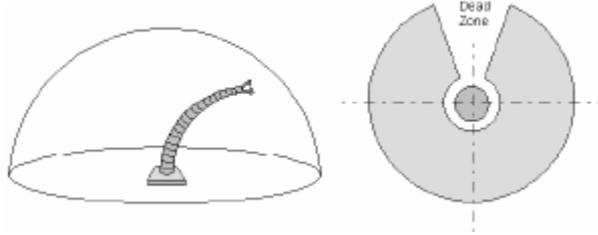
## BERBAGAI JENIS ROBOT LAINNYA

### Articulated

- Vertically Articulated configuration
- Plan of vertically articulated manipulator



## Spine & Pendulum



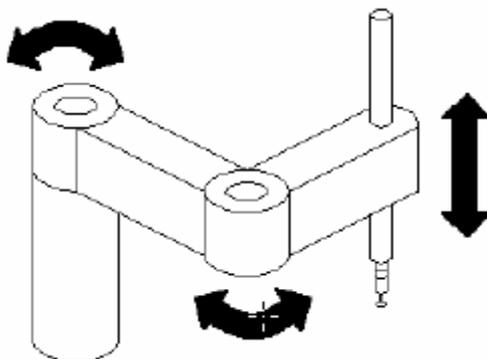
## ROBOT KHUSUS ASSEMBLY

### SCARA

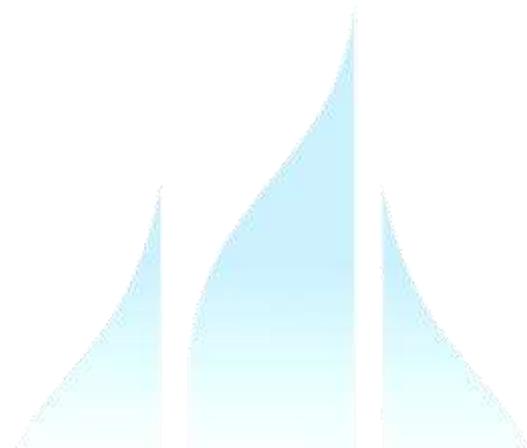
[Selective Compliance Assembly Robot Arm]

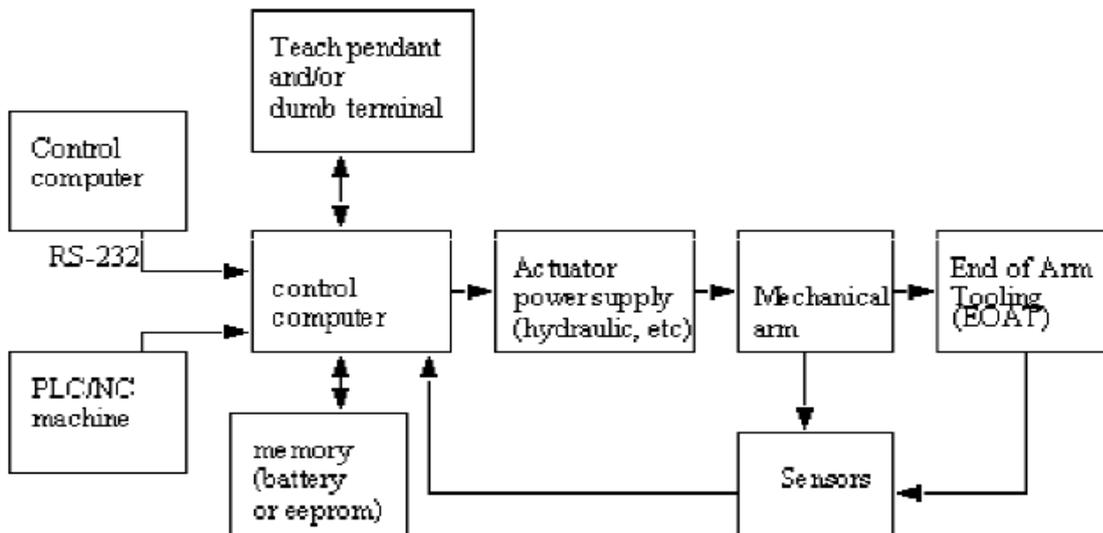
Sistem campuran antara tipe cylindrical dan horizontally articulated. Manuver gerakan yang lebih baik dan lebih cepat

### Konfigurasi SCARA



## STRUKTUR DASAR ROBOT INDUSTRI





## **ROBOT KOMERSIAL**

- ✓ Seiko RT 3000 Manipulator
- ✓ DARL Programs
- ✓ Mitsubishi RV-M1 Manipulator [dipergunakan
- ✓ dalam sistem CIM di Lab Sistem Manufaktur]
- ✓ Movemaster Programs
- ✓ Jurusan Teknik Industri 16
- ✓ IBM 7535 Manipulator
- ✓ AML Programs
- ✓ ASEA IRB-1000

## **Pemilihan Dan Penilaian Dalam Seleksi Robot Industri**

1. Bentuk tim otomasi untuk melakukan survey plant awal

- ✓ Area produksi dalam kondisi pemeliharaan yang aman adalah sulit atau mahal
- ✓ Area produksi di mana Operator harus memakai peralatan dan pakaian pelindung di dalamnya
- ✓ Area produksi dengan sejarah oposisi pekerja atau discontent
- ✓ Operasi produksi di mana penghe matan material dimungkinkan dengan otomasi

2. Semua area produksi diidentifikasi oleh kumpulan kriteria akhir yang memiliki faktor sukses implementasi yang tinggi

## Daftar Pustaka

- [1] Ogata, K(1997). "*Teknik Kontrol Automatik*". Jilid 1. Erlangga:Jakarta
- [2] <http://share.its.ac.id/course/view.php?id=804>
- [3] Kiyoshi Suzaki, *The New Shop Floor Management*, The Free Press, New York, 1993.
- [4] Manfred Weck, *Handbook of Machine Tools Volume 1*, John Wiley & Sons, 1984.
- [5] Martawirya Yatna Yuwana, Modul: Sistem Produksi Terdistribusi Mandiri (SPTM),  
Diktat Kuliah
- [6] Sistem Produksi, Lab. Teknik Produksi - Jurusan Teknik Mesin - FTI - ITB, 1998.
- [7] Akhmad Hery Kusuma, Sistem Transfer Fleksibel dengan Pengendalian Terdistribusi
- [8] Menggunakan PLC, Tugas Sarjana, Jurusan Teknik Mesin ITB, 2000.
- [9] Martawirya Yatna Yuwana dan Rochmad Setyadi, Sistem Produksi Terdistribusi  
Mandiri:
- [10] Perangkat Lunak Inti Pengembangan Sistem Produksi, Jurnal Teknik Mesin, Vol. XV.  
No. 1, Maret 2000. 12