

MATERI KULIAH

Sistem Kontrol Terdistribusi (Distributed Control Systems)

Oleh:

Muhamad Ali, MT

JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2010

Sistem Kontrol Proses Berbasis Berkomputer

- Aplikasi awal komputer dalam bidang kontrol proses: Sistem kontrol supervisi dan monitoring pada stasiun pembangkit sistem tenaga sekitar tahun 1958
- Evolusi selanjutnya adalah aplikasi komputer pada loop kontrolnya itu sendiri (dikenal dengan nama DDC- Direct Digital Control) yang pertama kali diinstall di perusahaan petrokimia, inggris sekitar tahun 1962
- Pada sistem DDC tersebut, ada 224 variabel proses yang diukur dan 129 valve yang dikontrol secara langsung oleh komputer

Perkembangan Sistem Kontrol Proses

- Pneumatic Controllers
- Electronic Analog Controllers
- Supervisory Control Computers
- Distributed Control Systems (DCS)
- Network Technology
- Open Network Technology

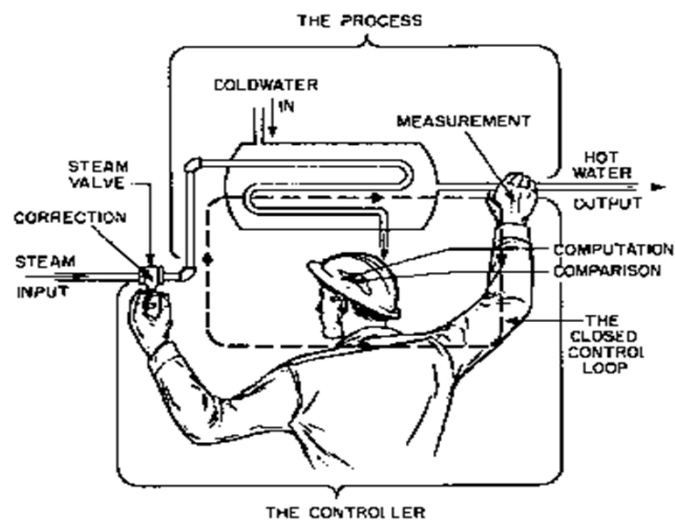
Sistem Kontrol Proses Berbasis Berkomputer

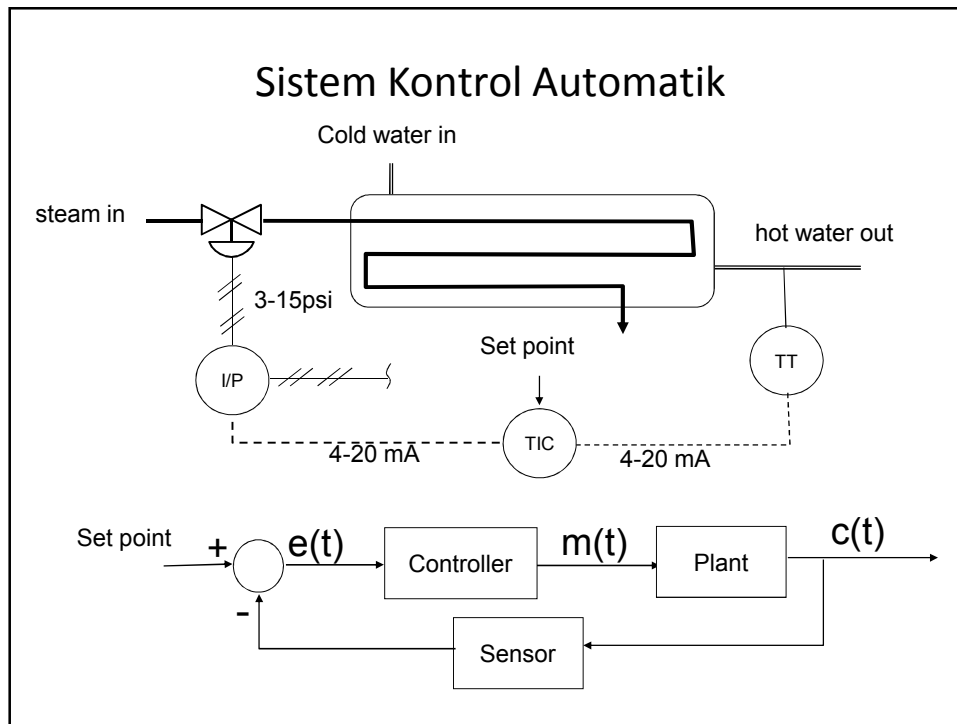
- Sekitar tahun 1975, untuk pertama kalinya Honeywell meluncurkan produk kontrol proses komersil yang diistilahkan sebagai DCS –Distributed Control System (produk TDS 2000)
- DCS ini pada dasarnya merupakan pengembangan sistem kontrol DDC
- Perbedaan utama DCS dengan DDC terutama terletak dalam arsitektur sistem kontrol, dalam hal ini DCS:
Sistem kontrol yang mempunyai kesatuan kontrol yang terdistribusi dalam keseluruhan Proses Industri.
- Pengertian terdistribusi dalam DCS meliputi:
Terdistribusi secara (1) geografis (2) Resiko kegagalan operasi (3) fungsional

Klasifikasi Sistem Kontrol

- Sistem Kontrol Manual
- Sistem Kontrol Otomatik
- Sistem Kontrol Umpan Balik (Feedback Control)
- Sistem Kontrol Umpan Maju (Feed forward Control)
- Sistem Kontrol Umpan Analog
- Sistem Kontrol Umpan Digital Control

Sistem Kontrol Manual





Jenis Sistem Kontrol

- Ada 2 tipe dasar variabel proses dan parameternya, demikian juga berkaitan dengan tipe kontrolnya yaitu:
 - Continuous control
Variabel dan parameter bersifat kontinu dan analog
 - Discrete control
Variabel dan parameter bersifat diskrit, pada umumnya diskrit biner

Sistem Kontrol Kontinu

- Fungsi umum sistem kontrol ini adalah untuk menjaga (maintain) suatu nilai variabel output pada suatu kondisi yang diinginkan (Setpoint)
 - Parameter dan variables biasanya kontinu
 - Mirip dengan operasi feedback control system
 - Kebanyakan proses di industri bersifat kontinu dan mempunyai multiple feedback loops
- Contoh Proses yang bersifat Kontinu:
 - Kontrol output dari suatu reaksi kimia yang bergantung pada parameter temperatur, pressure, kecepatan aliran, dll.
 - Kontrol posisi peralatan pemotong (cutting tool) relatif terhadap benda kerja pada mesin CNC

Tipe Sistem Kontrol

- Regulatory control
- Feedforward control
- Steady-State optimization
- Adaptive control
- On-line search strategies
- Other specialized techniques
 - Expert systems
 - Neural networks

Sistem Kontrol Diskrit

- Proses dan parameter bersifat diskrit
- Parameter dan variabel proses berubah secara diskrit sesuai dengan waktu
- Perubahan dapat ditentukan dengan manual atau melalui otomatis dengan intruksi program
- Perubahan dieksekusi berdasar 3 alasan:
 1. Kondisi sistem berubah (event-driven changes)
 2. Waktu sudah tercapai (time driven changes)
 3. Logika sudah sesuai

Sistem Kontrol Diskrit

1. Kombinasi kontrol logika
Kontrol the execution of event-driven changes
 - Also known as logic control
 - Output at any moment depends on the values of the inputs
 - Parameters and variables = 0 or 1 (OFF or ON)
2. Sequential control
Kontrol the execution of time-driven changes
 - Uses internal timing devices to determine when to initiate changes in output variables

Sistem Kontrol Terdistribusi

Definisi Umum

- Istilah DCS hampir sama dengan SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).
- DCS banyak digunakan untuk berbagai keperluan industri, treatment plants dsb.
- Mempunyai fungsi yang mirip dengan SCADA, tetapi data hasil gathering atau unit kontrol biasanya terletak di lokasi yang terpisah di masing-masing area (terdistribusi).
- Komunikasi data melalui LAN (Local Area Network) yang reliable dan berkecepatan tinggi.
- Sistem DCS biasanya menerapkan sistem kontrol loop tertutup (closed loop).

Sistem Kontrol Terdistribusi

- Multiple microcomputers connected together to share and distribute the process control workload
- Introduced in the late 1970's.
- Based upon redundant microprocessors for performing control functions for a part of the plant.
- Less expensive per loop for large plants.
- Less expensive to expand.
- Facilitates the use of advanced control.

Sistem Kontrol Terdistribusi

- **Distributed Control System (DCS)** mengacu pada sistem kontrol yang biasa digunakan pada sistem manufaktur, proses atau sistem dinamis lainnya dimana elemen kontroler tidak terpusat di lokasi tertentu melainkan terdistribusi seluruhnya dimana setiap sub sistem dikontrol oleh satu atau lebih kontroler
- Keseluruhan sistem kontrol di masing-masing sub sistem dihubungkan dalam jaringan untuk komunikasi dan monitoring
- Istilah DCS sangat luas dan digunakan untuk berbagai keperluan di industri untuk melakukan monitoring dan pengendalian peralatan yang terdistribusi.

Elemen DCS

- Kontroler
A DCS typically uses custom designed processors as controllers and uses both proprietary interconnections and protocols for communication.
- Modul Input
The processor receives information from input modules and sends information to output modules.
- Modul Output.
The input modules receive information from input instruments in the process (a.k.a. field) and transmit instructions to the output instruments in the field.

Elemen DCS

- Komunikasi Data

Sistem komunikasi data dibutuhkan untuk proses pengambilan dan pengiriman data dari plant melalui input menuju ke prosesor yang selanjutnya diteruskan ke output

- HMI (Human Machine Interface)

Computer buses or electrical buses connect the processor and modules through multiplexers/demultiplexers. Buses also connect the distributed controllers with the central controller and finally to the Human-Machine Interface (HMI) or control consoles.

- Asesoris

Elemen DCS

- Elements of a distributed control system may directly connect to physical equipment such as switches, pumps and valves or may work through an intermediate system such as a SCADA system.

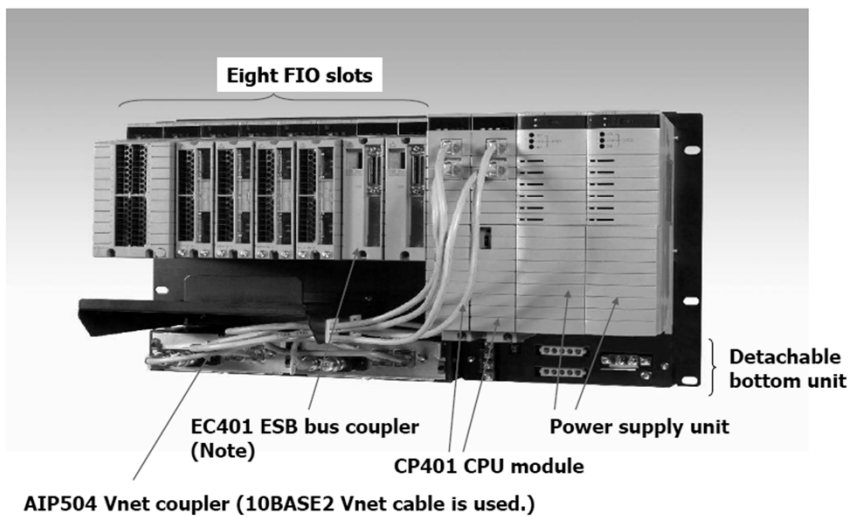
Kontroler

- Kontroler merupakan bagian yang paling penting dalam sistem DCS
- Kontroler berfungsi sebagai alat kontrol untuk memberikan signal koreksi yang terjadi apabila hasil pengukuran dari input analog ataupun digital tidak sesuai dengan nilai set point yang telah ditetapkan atau disebut error.
- Set Point \neq Measurement Variable adalah Error
- Untuk memperbaiki error tersebut controler melakukan perhitungan dengan cara pengontrolan memberikan Propotional Integral atau derivative perhitungan ini biasanya digunakan bagi sistem yang continuous dan sangat sensitive sehingga error bisa dihilangkan dengan cepat dan baik.

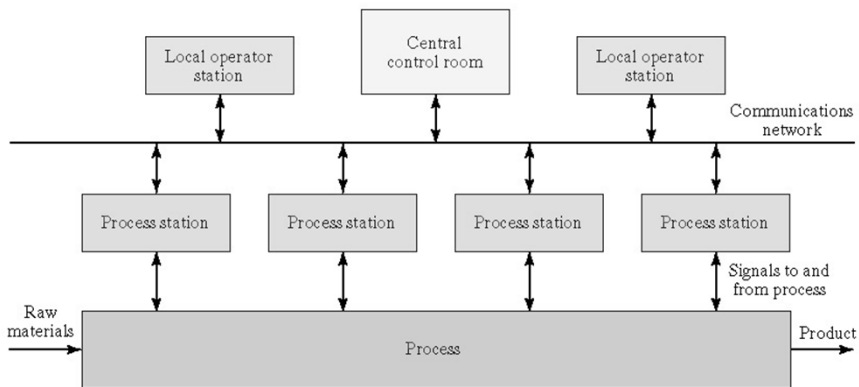
Kontroler

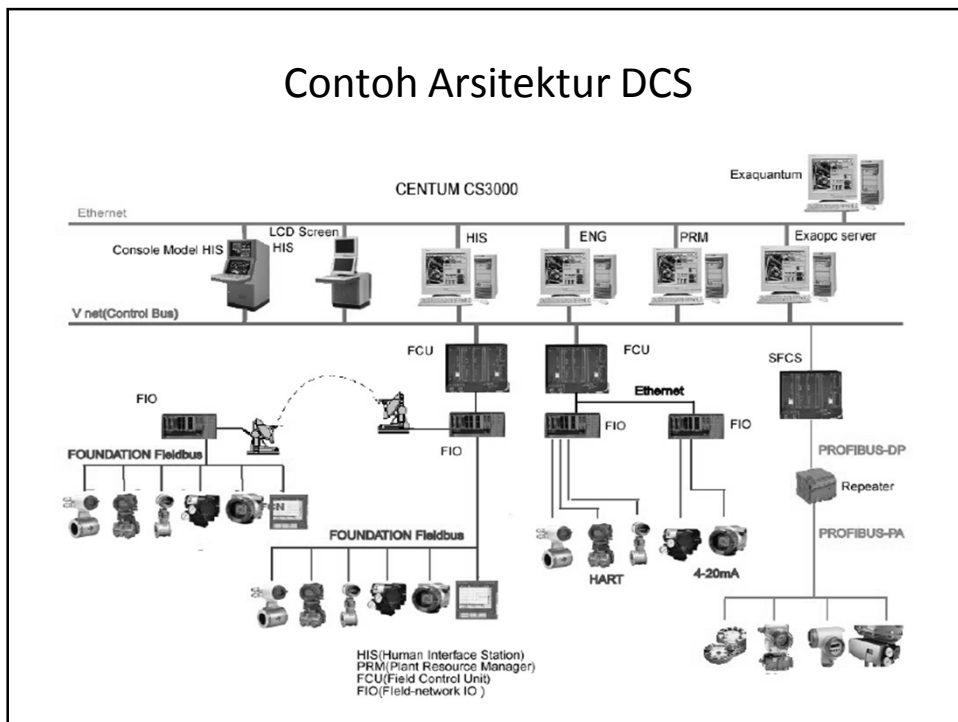
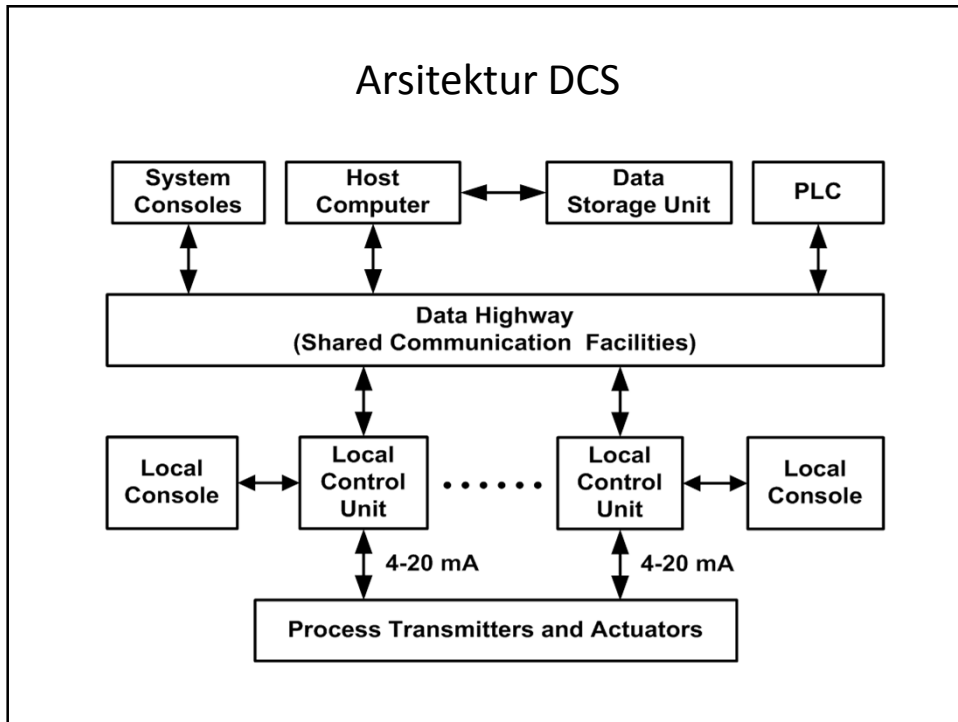
- Selain menggunakan PID ada juga sistem pengontrolan sederhana untuk yaitu dengan ON-OFF control yaitu hanya untuk pengontrolan yang tidak continuous atau biasanya digunakan untuk pengontrolan sistem digital.

Kontroler



Arsitektur DCS





Fitur DCS

- Features:
 - Intelligence in various nodes
 - Are connected by some media
 - Networked together
 - Perform peer-to-peer communications
 - Portion of overall tasks performed at each node.
 - Multiple process control stations to control individual loops and devices
 - Central control room where supervisory control is accomplished
 - Local operator stations for redundancy
 - Communications network (data highway)

Fitur DCS

- Various control strategies: PID, cascade, feed-forward, ratio, etc.
- Trending
- Optimization
- GUI
- Diagnostics
- Operator stations
- Engineering stations

Fitur DCS

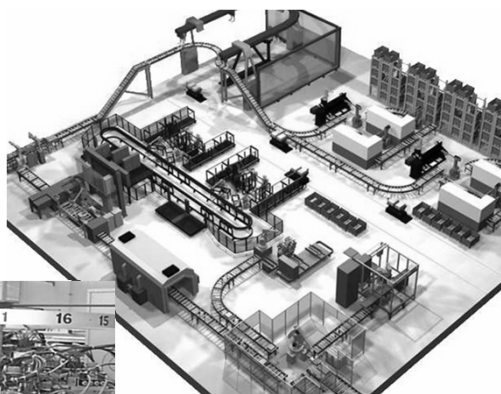
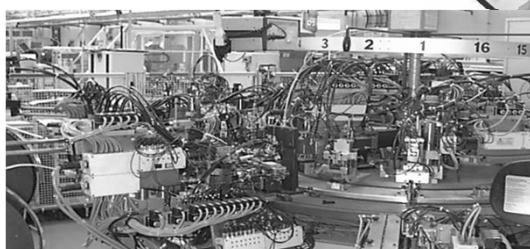
- Designed and owned by a single manufacturer
- Follows the manufacturer's standards
- Supports only the manufacturer's hardware
- Supports only the manufacturer's software
- Costly
- Not many options and varieties

Fitur DCS

- High reliability
- High security
- Well-integrated
- Focused Maintenance
- Provided Warrantee
- Dictated
- Costly
- Not many options
- Not many varieties
- Slow in development
- Harder to upgrade

Penggunaan DCS

Numerous conveyors,
robots, CNC machines,
paint shops, logistics.



Penggunaan DCS

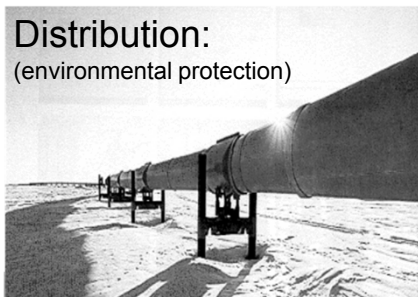
Upstream:

from the earth to the refinery
(High pressure, saltwater, inaccessibility
explosive environment with gas)



Distribution:

(environmental protection)



Downstream:

(extreme explosive environment)



Penggunaan DCS

- Raw materials supply
- Primary process (steam, wind)
- Personal, plant and neighbourhood safety
- Environmental impact
- Generation process (voltage/frequency)
- Energy distribution (substation)



Penggunaan DCS

- Raw material supply
- Burning process
- Smoke cleaning
- Environmental control
- Co-generation process (steam, heat)
- Ash analysis
- Ash disposal



Pabrik Pengembang

Company	Location	Major mergers
ABB	CH-SE	Brown Boveri, ASEA, CE, Alfa-Laval, Elsag-Bailey
Siemens	DE	Plessey, Landis & Gyr, Stäfa, Cerberus,..
Ansaldo	IT	
Emerson	US	Fisher Rosemount
General Electric	US	
Honeywell	US	
Rockwell Automation	US	Allen Bradley, Rockwell,..
Alstom	FR	Alsthom, GEC, CEGELEC, ABB Power,..
Schneider Electric	FR	Télemécanique, Square-D, ...
Invensys	UK	Foxboro, Siebe, BTR, Triconex,...
Hitachi	JP	
Yokogawa	JP	Terbesar

Human Machine Interface

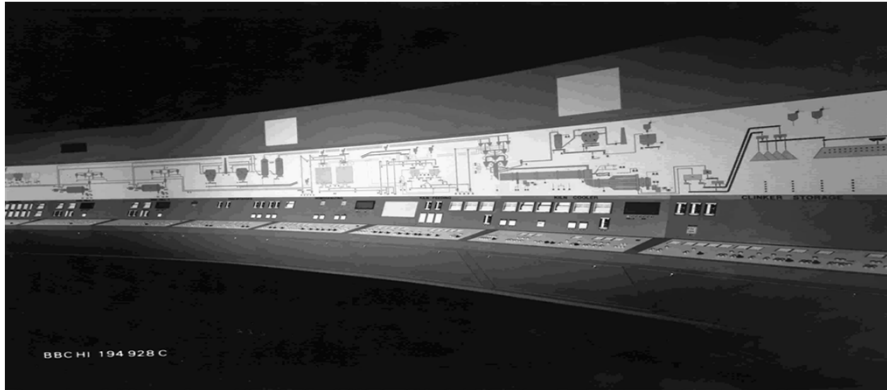


Sometimes, the group level has its own man-machine interface for local operation control (here: cement packaging)



Maintenance console / emergency panel

Ruang Kontrol



- Control room (mimic wall) 1970s...
- All instruments were directly wired to the control room

Ruang Kontrol

- Displays the current state of the process (visualization)
- Display the alarms and events (alarm log, logbook)
- Display the trends (historians) and analyse them
- Display handbooks, data sheets, inventory, expert system (documentation)
- Allows communication and data synchronization with other centres

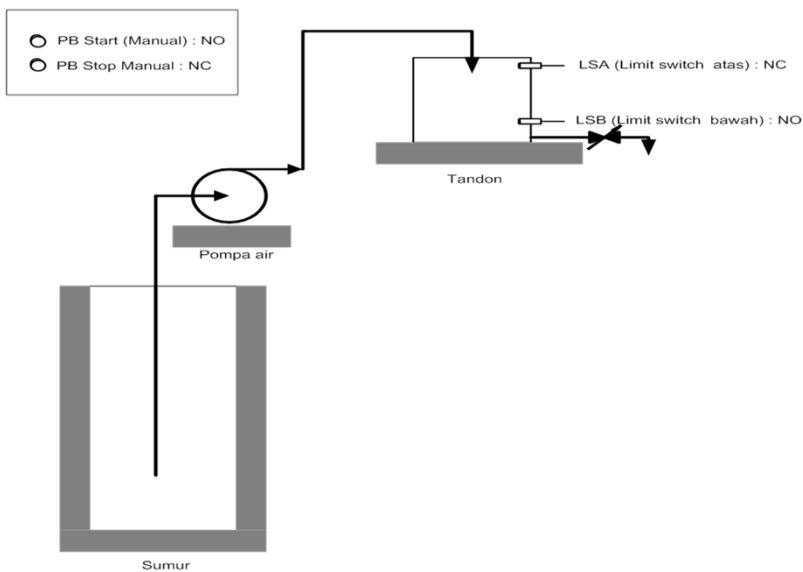


DCS vs PLC

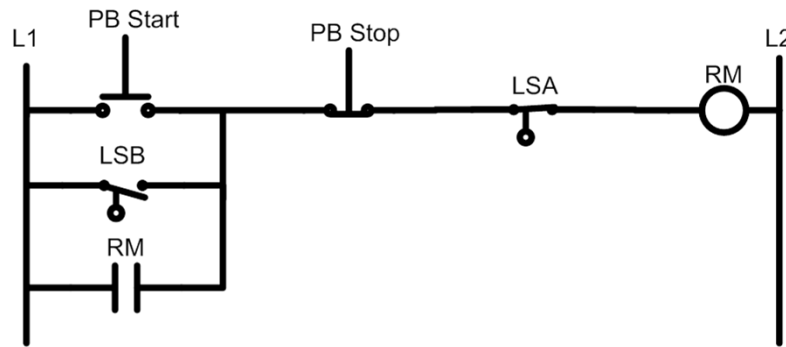
Stereotif tentang PLC dan DCS

Characteristic	PLC	DCS
Market Introduction	1960s	1975
Replacement of . . .	Electromechanical Relays	Pneumatic & Single-Loop Controllers
Products Manufactured . . .	"Things"	"Stuff"
Classic Application	Automotive	Refining
Type of Control	Discrete	Regulatory
Redundancy	"Warm" Backup	"Hot" Backup
Engineering Mindset	"Programming"	"Configuration"
Operator Interaction	Exception Basis	Man in the Loop
Operator Interface	Simple Graphics	Sophisticated Graphics
Size/Footprint	Compact	Large
Up-front cost	\$\$	\$\$\$\$
System	"Open"	"Closed" (Proprietary)

Contoh Aplikasi PLC sederhana

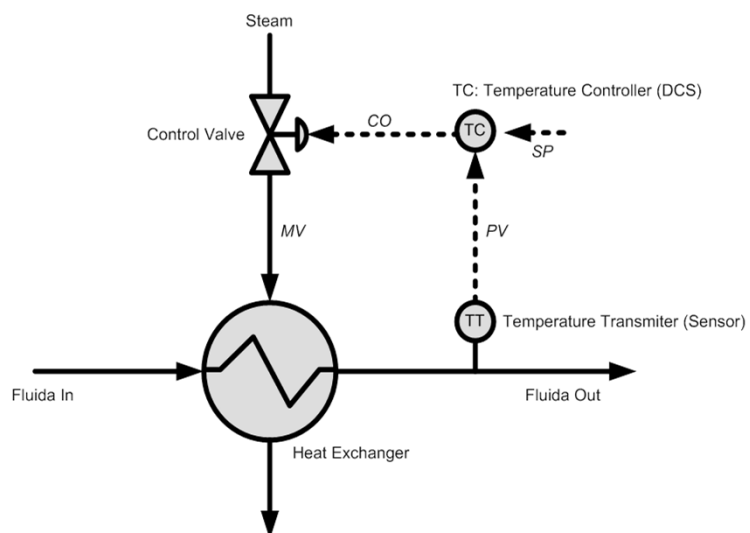


Contoh Aplikasi PLC sederhana

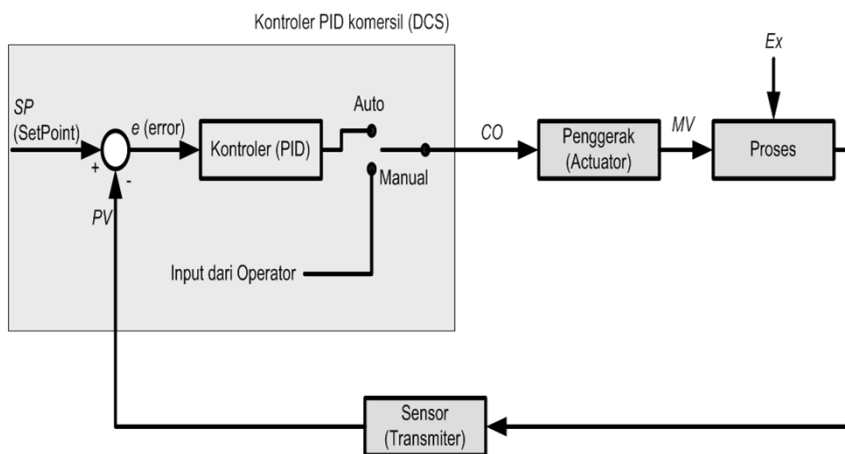


Keterangan
 RM: Relay motor pompa

Contoh Aplikasi DCS sederhana

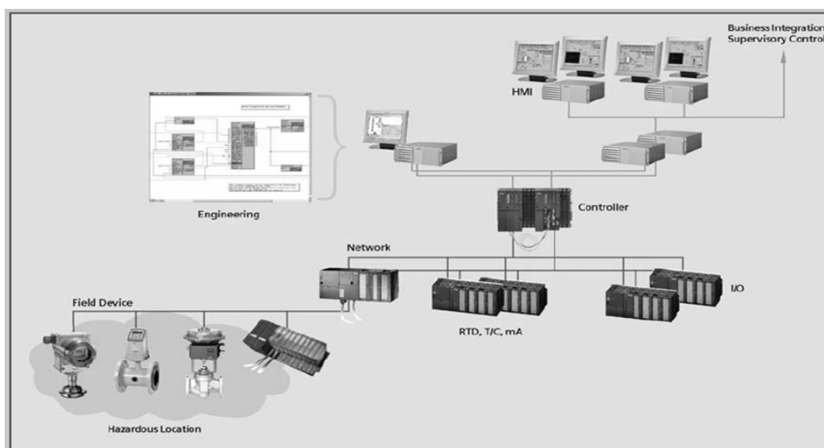


Contoh Aplikasi DCS sederhana



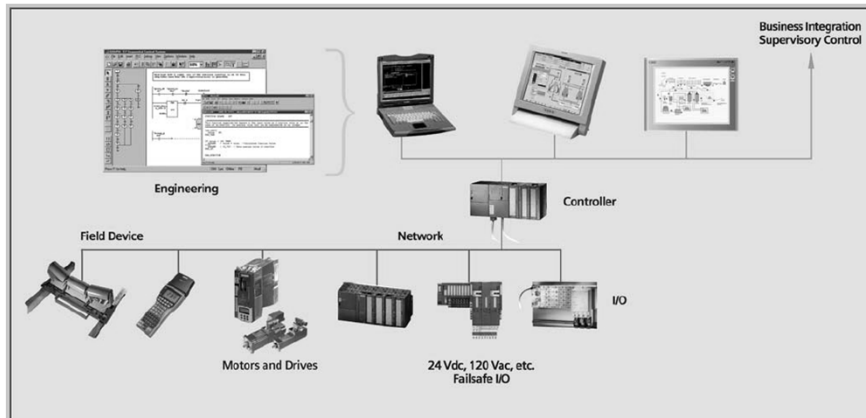
DCS vs PLC (cont.)

- Arsitektur Sistem DCS saat ini:



DCS vs PLC (cont.)

Arsitektur Sistem PLC saat ini:



Kesamaan Sistem DCS dan PLC berdasarkan Teknologi

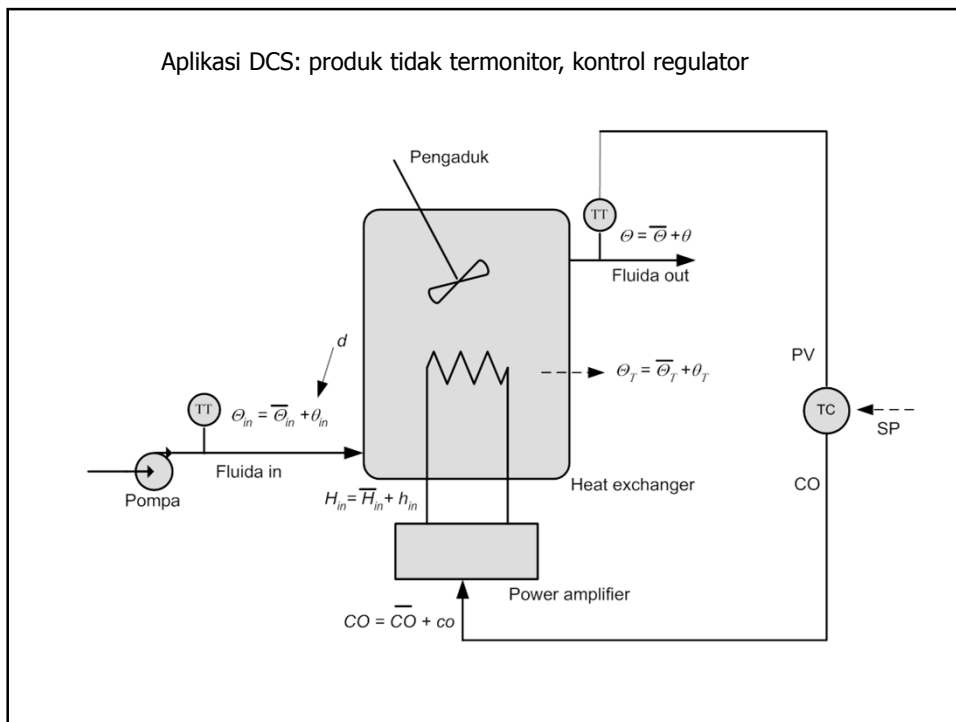
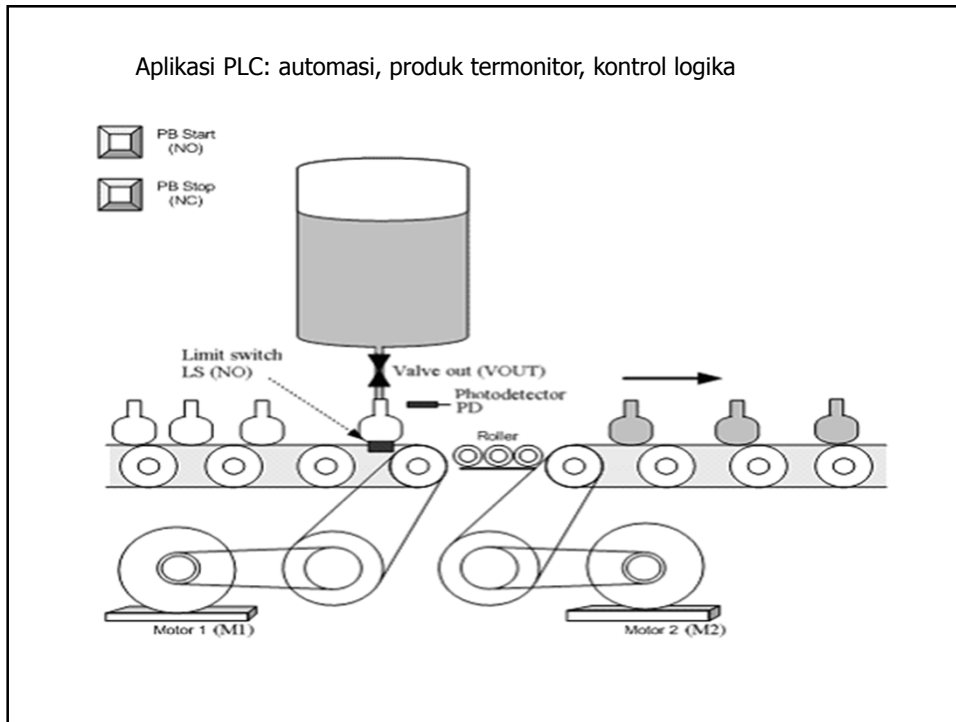
- Masing-masing memiliki komponen:
 - Perangkat field device: control valve, sensor,dll
 - Kontroler berbasis microprocessor
 - Kontrol Supervisi
 - Jaringan
 - Modul Input-output
 - Integrasi bisnis: Sistem database

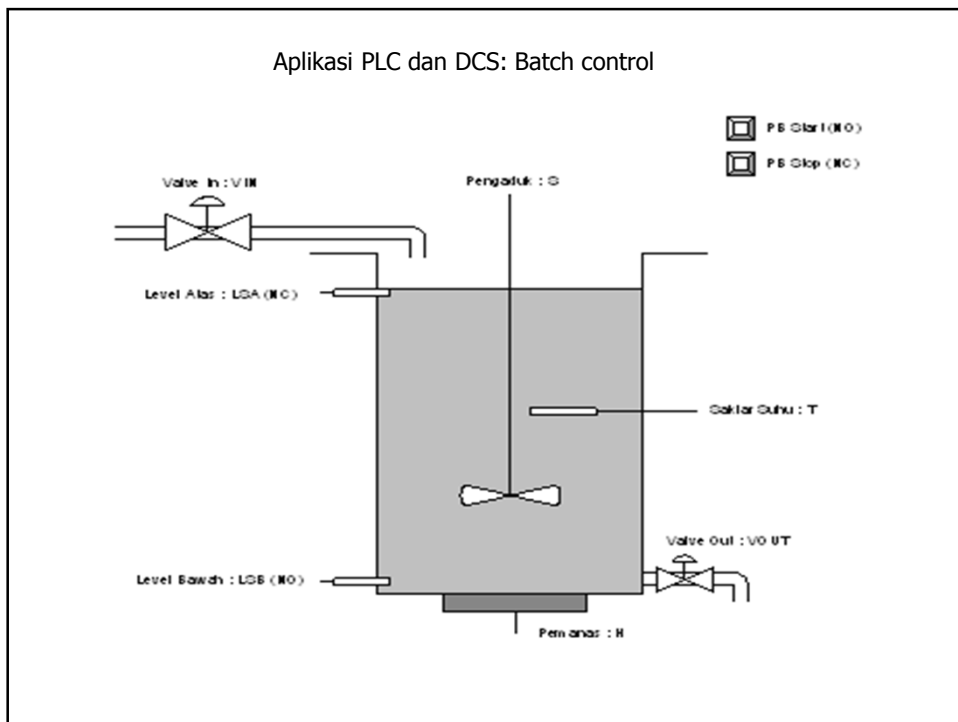
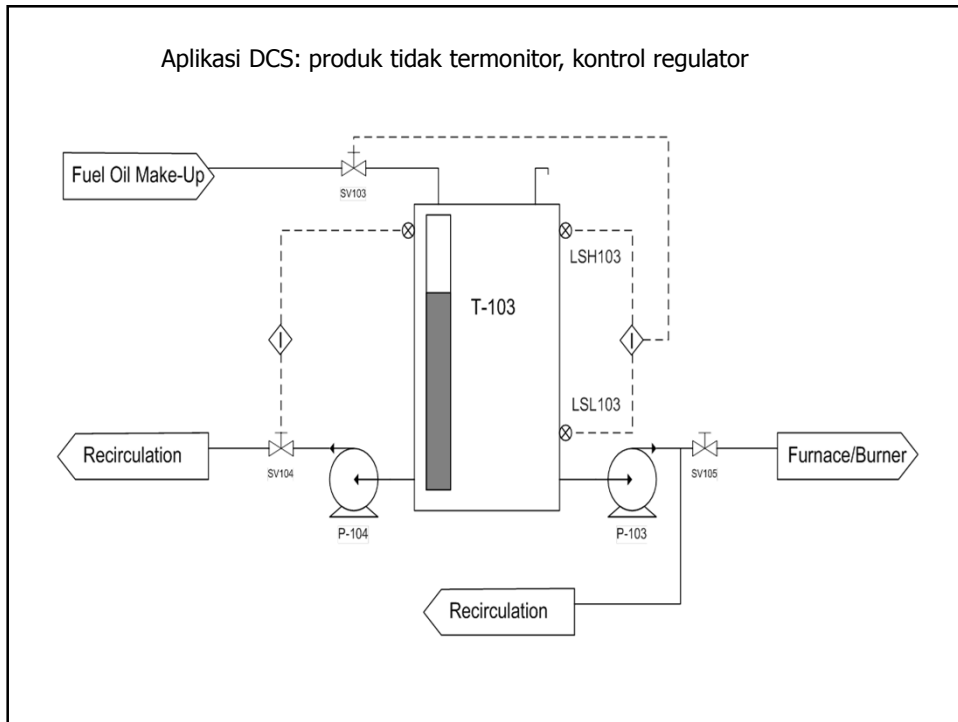
Penentuan (Strategi) Sistem Kontrol yang akan dipilih : DCS atau PLC?

- Apa yang diproduksi oleh perusahaan
- Bagaimana dengan nilai produk tersebut dan harga yang harus dibayar jika terjadi *downtime*
- Bagaimana kita meninjau “jantung” dari sistem
- Apa yang diperlukan oleh operator agar proses berjalan lancar
- Bagaimana performansi yang diharapkan

Apa yang diproduksi oleh perusahaan? Dan Bagaimana?

PLC	DCS
Tipikal produk: Barang (automasi manufacture dan perakitan)	Tipikal produk: Bahan (melibatkan kombinasi dan transformasi bahan mentah)
Proses produksi termonitor secara visual oleh operator	Proses produksi seringkali tidak terlihat oleh operator
Membutuhkan kontrol logika	Membutuhkan sistem kontrol regulator
Kontrol Batch sederhana: menghasilkan satu jenis produk, prosedur tetap, resep konstan -tidak pernah berubah	Kontrol Batch kompleks menghasilkan berbagai jenis produk, prosedur dapat berubah, resep variabel





Nilai produk dan harga yang harus dibayar jika terjadi *downtime*

PLC	DCS
Nilai individual produk relative murah	Nilai material yang akan diolah dan hasil produk relative mahal
Downtime hanya menyebabkan kehilangan produksi	Downtime tidak hanya menyebabkan kehilangan produksi tetapi dapat menyebabkan keadaan yang berbahaya
Downtime tidak menyebabkan kerusakan peralatan proses	Downtime umumnya menyebabkan kerusakan peralatan proses dan produk
Jika terjadi kerusakan, waktu pemulihan relative cepat	Jika terjadi kerusakan, waktu pemulihan relative lambat

Jantung sistem bagi operator

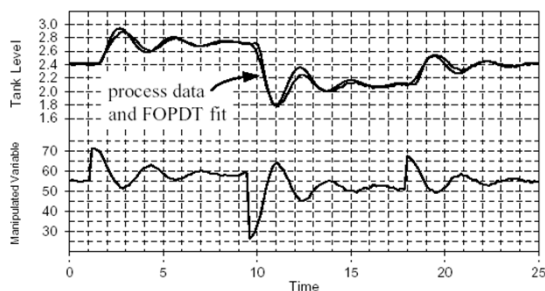
PLC	DCS
Kontroler	HMI (Human machine Interface)



Apa yang diperlukan oleh operator agar proses berjalan lancar

PLC	DCS
Tugas utama operator adalah mengatasi proses abnormal	Interaksi operator dan proses sangat ketat: operator harus dapat membuat keputusan dan secara terus menerus berinteraksi dengan proses (terkait dengan target)
Informasi status (ON/Off, Run/Stop) sangat kritis bagi operator	Trend sinyal analog pada HMI memberikan informasi kritis bagi operator: Apa yang sedang terjadi pada proses?
Alarm proses produksi abnormal adalah informasi kunci bagi operator	Managemen alarm adalah kunci keamanan operasi proses

Trend sinyal analog



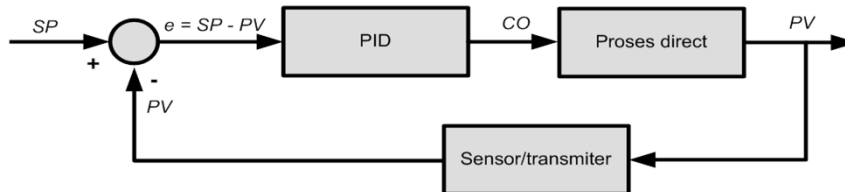
Gain (K) = 0.094, Time Constant (T1) = 1.61, Dead Time (TD) = 0.3837

Bagaimana performansi yang diharapkan

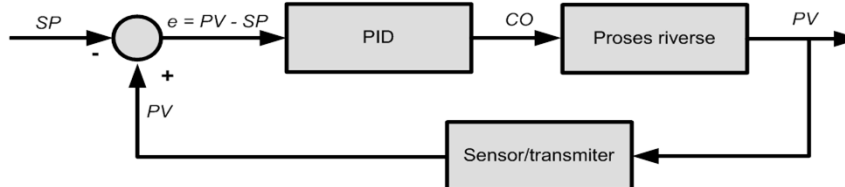
PLC	DCS
Eksekusi program kontrol relative cepat (10 ms)	Eksekusi program loop kontrol relative lambat (100-500 ms)
Sistem redudansi tidak selalu diperlukan	Sistem redudansi sangat penting
Untuk merubah konfigurasi sistem dapat dilakukan secara offline	Untuk merubah konfigurasi sistem harus dilakukan secara online
Sistem kontrol Analog: PID sederhana	Sistem kontrol Analog: sederhana sampai kompleks

Kontrol analog (regulator) pada PLC

- Single loop, simple PID:



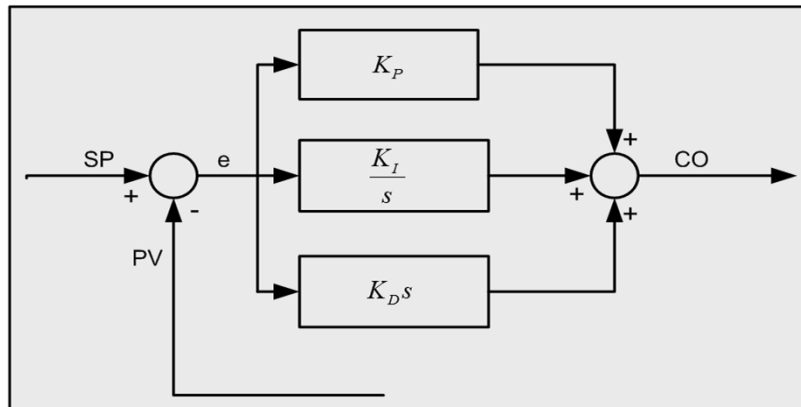
(a)



(b)

Kontrol analog (regulator) pada PLC

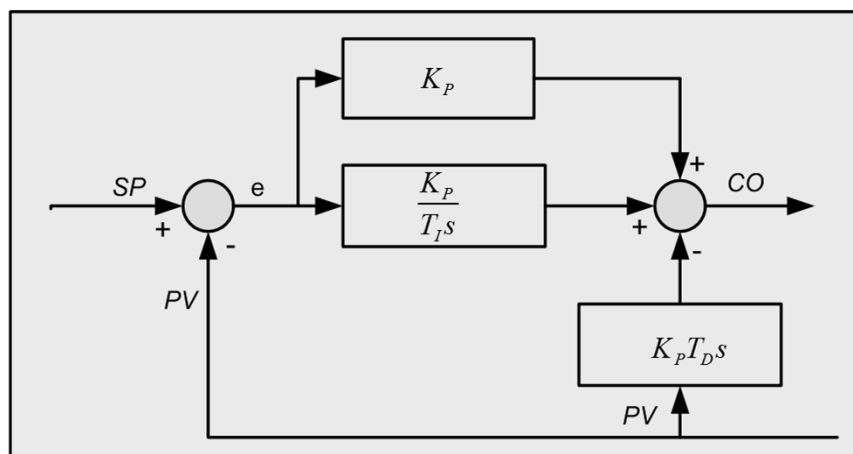
- PID Tipe A



Kontrol Analog (Regulatori) Pada DCS

- Advance PID

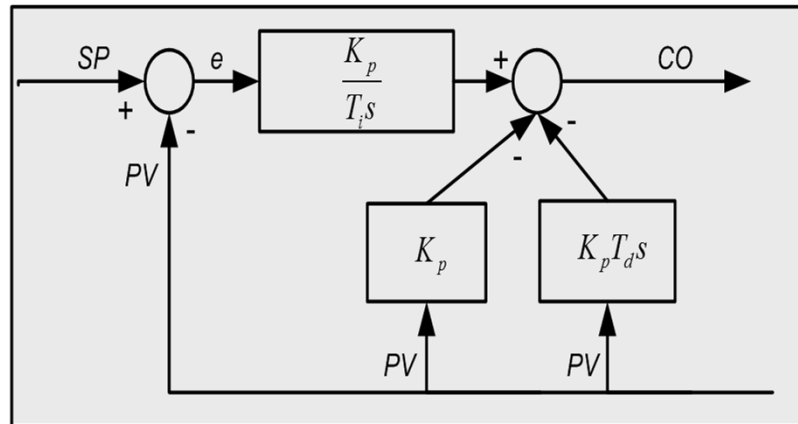
PID tipe B:



Kontrol Analog (Regulatori) Pada DCS

- Advance PID

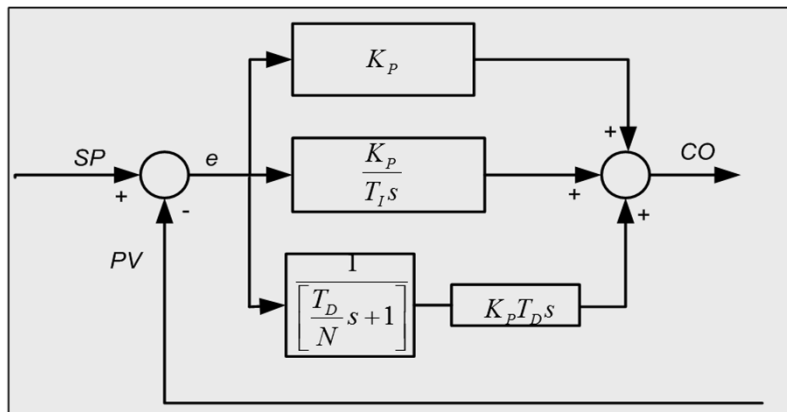
PID tipe C:



Kontrol Analog (Regulatori) Pada DCS

- Advance PID

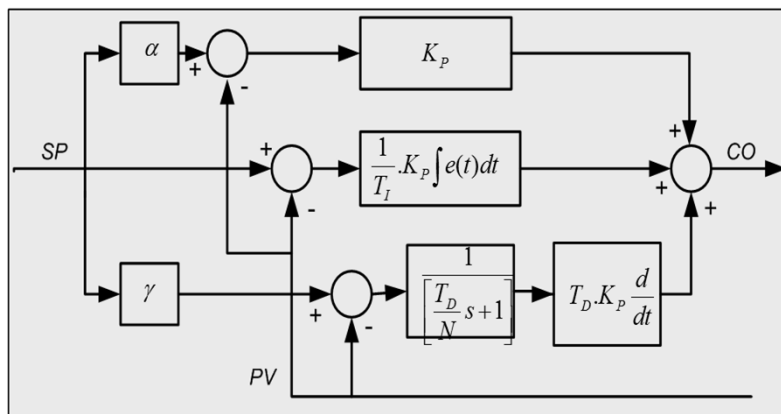
PIDF :



Kontrol Analog (Regulatori) Pada DCS

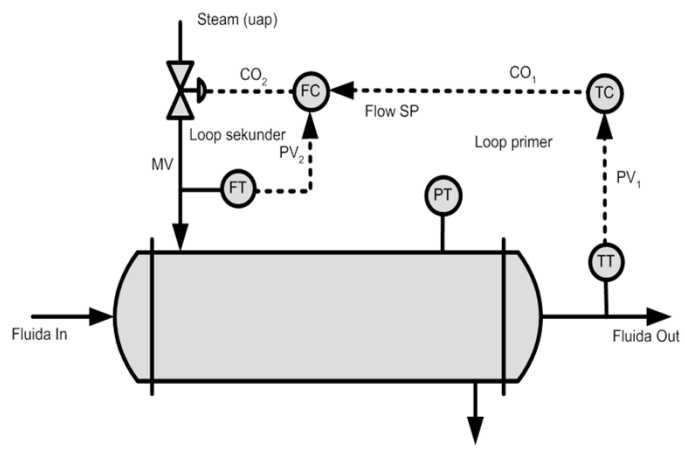
- Advance PID

PID standar ISA :



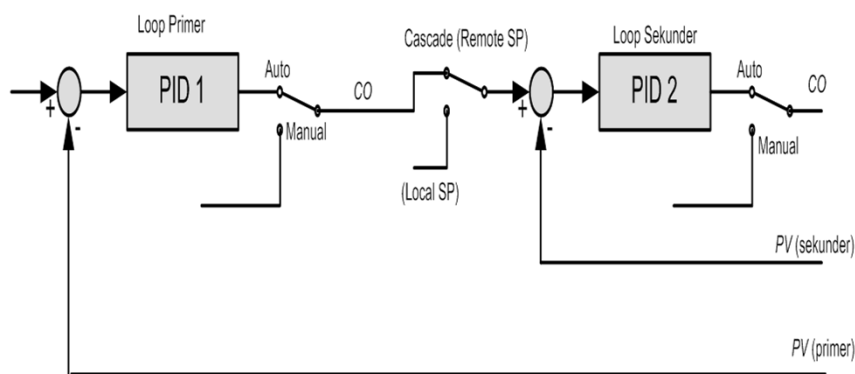
Kontrol Analog (Regulatori) Pada DCS

- Multiloop PID : cascade



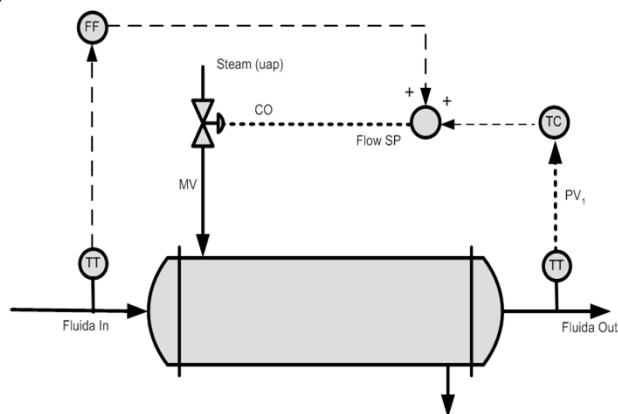
Kontrol Analog (Regulatori) Pada DCS

- Multiloop PID : cascade



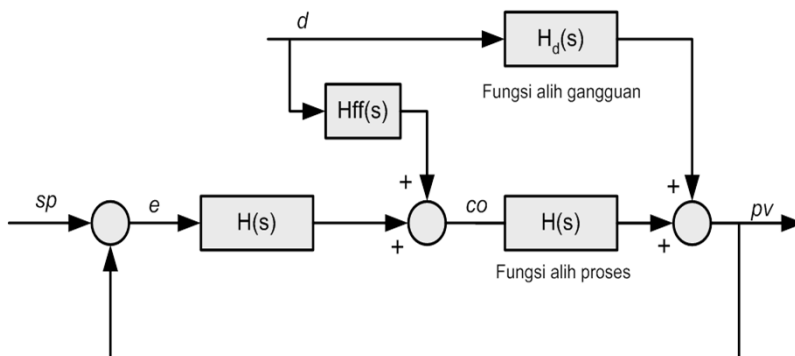
Kontrol analog (regulator) pada DCS

- Multiloop PID : Feedforward-feedback control, ratio, etc



Kontrol analog (regulator) pada DCS

- Multiloop PID : Feedforward-feedback control, ratio, etc



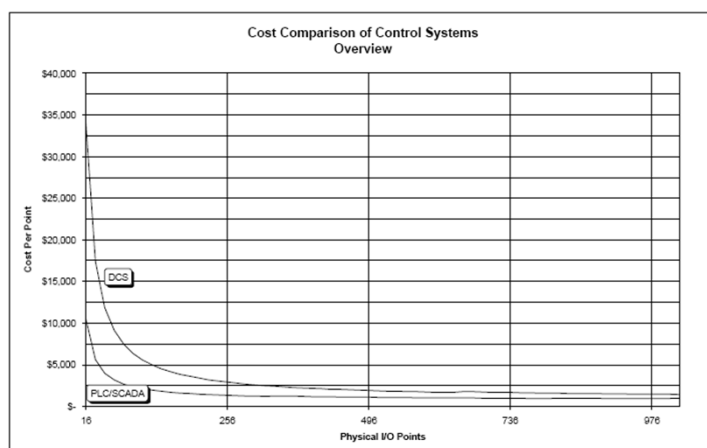
Perbedaan-perbedaan lainnya:

PLC	DCS
Perancangan sistem kontrol bersifat Bottom Up	Perancangan sistem kontrol bersifat Top -down
Program aplikasi: diagram ladder	Program aplikasi: blok fungsional
Rutin-rutin customisasi biasanya telah tersedia	Rutin-rutin umumnya bersifat kompleks
Training staff operator: less	Training staff/ operator :more (front up training)
Protokol komunikasi: Open	Protokol komunikasi: closed (proprietary)
Pemeliharaan, jika terjadi kerusakan: Operator	Pemeliharaan, jika terjadi kerusakan: vendor

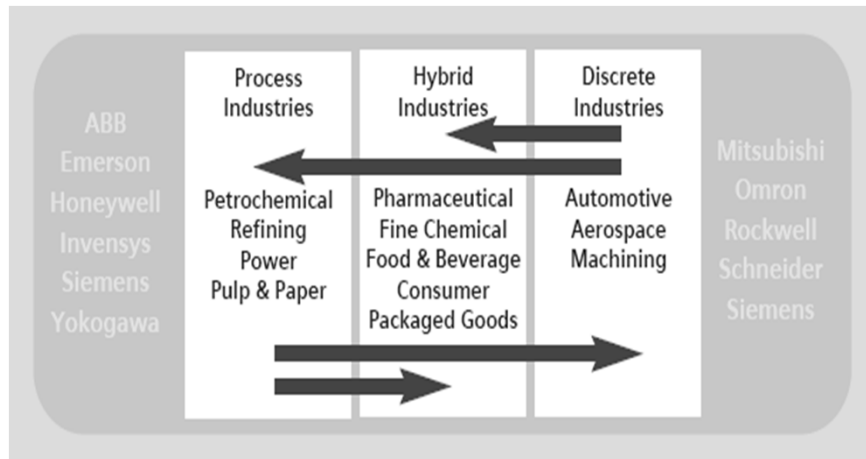
Isu-isu penting lain terkait DCS vs PLC

- Marketing:
Vendor PLC: PLC with DCS capability
Vendor DCS: DCS Controllers at PLC Prices
- Teknis:
PLC: “do it your selves”
DCS: “One-Stop Shop”

Perbandingan Cost instalasi DCS vs PLC berdasarkan ukuran plant

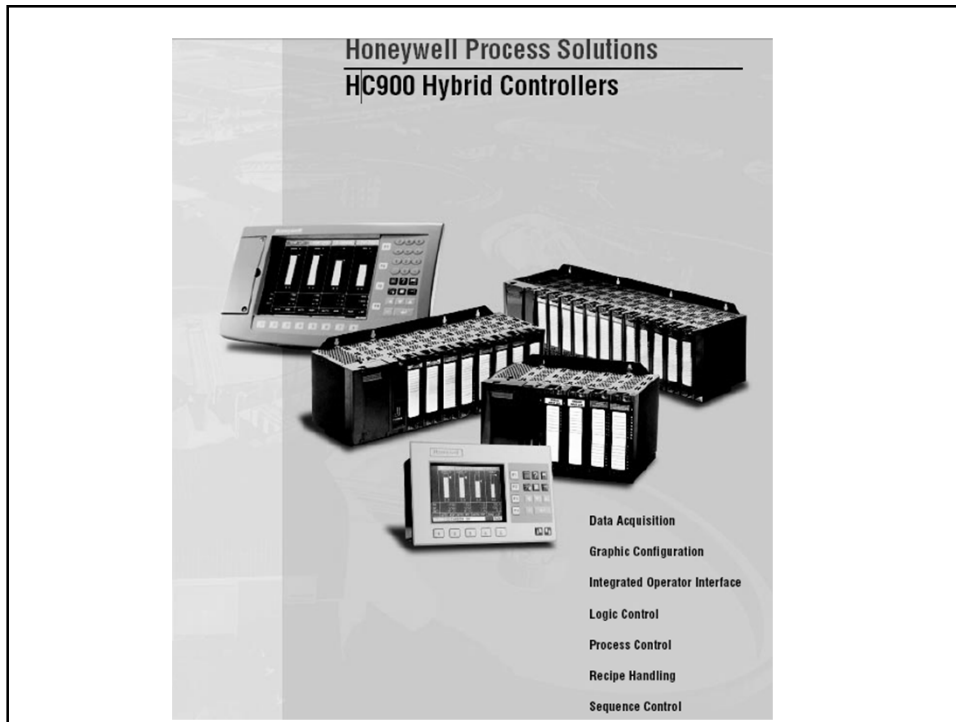


Migrasi Produk vendor DCS dan PLC



Sistem kontrol Hibrid

- Sistem kontrol yang menawarkan kemampuan gabungan antara fungsi kontrol diskret (wilayah PLC) dan continue (wilayah DCS)
- Contoh produk:
 - DeltaV (Fisher-Rosemount)
 - PlantScape (Honeywell)
 - Micro I/A series controller (Foxboro)
 - Siemens Simatic PCS7
 - Rockwell ProcessLogix
 - Centum CS 100 (Yokogawa)
- Area aplikasi: Umumnya ditemukan pada industri-industri farmasi, makanan, chemical, dll



The Next Technology for Process Control

- Personal Computer ?
ex: Labview (National instrument)

TERIMA KASIH