

372D4123

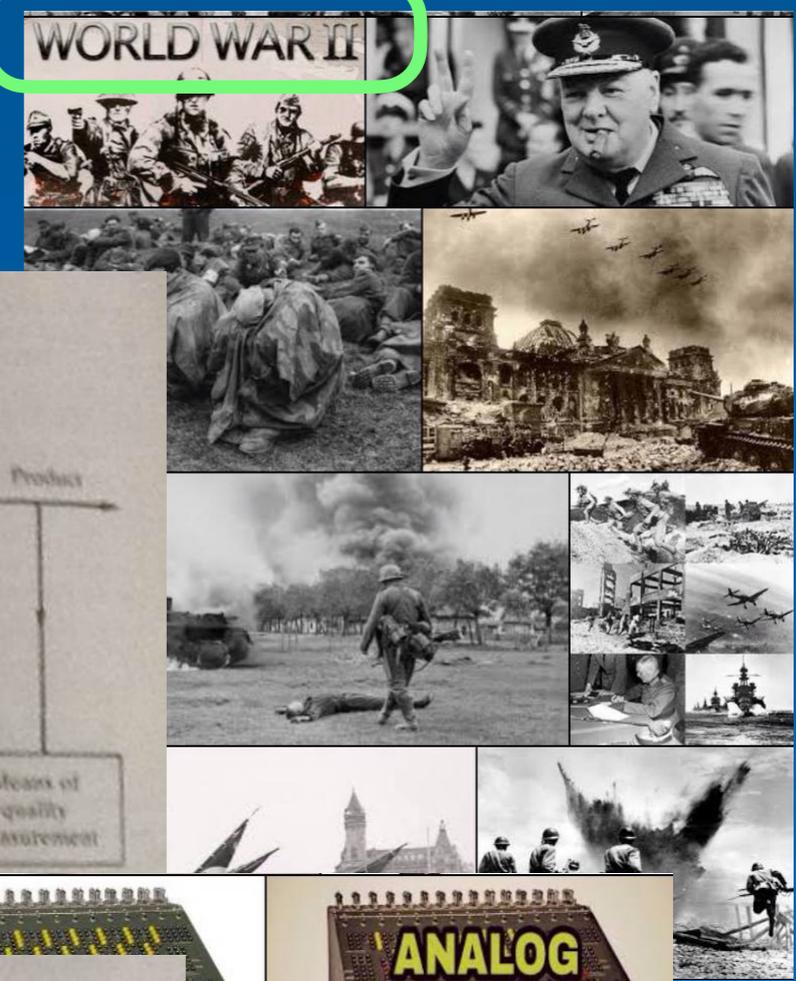
# SISTEM KENDALI DIGITAL (SKD) Sub-MODUL 1B Sejarah SKD

The collage contains several key diagrams and text elements:

- Top Left:** A block diagram of a digital control system. The error signal  $e(t)$  is sampled by an ADC, processed by a Computer, converted back to analog by a DAC ZOH, and sent to a Plant. The output  $y(t)$  is fed back to the summing junction. A Clock provides synchronization.
- Top Right:** A discrete-time block diagram showing a Controller, a hold element  $H$ , a plant, and a sampler  $S$ . The input is  $u[k]$  and the output is  $y[k]$ .
- Middle Left:** A detailed block diagram of a digital controller. It includes an A/D converter, a Difference Equation block, a DA and hold block, and a Plant. A Clock is used for sampling.
- Middle Right:** A block diagram titled 'Structure of a Digital Control System'. It shows a Reference Input entering a Computer, which outputs to a DAC. The DAC output goes to an Actuator and Process, which outputs to a Sensor. The Sensor output goes to an ADC, which feeds back into the Computer.
- Bottom Left:** A diagram of a direct digital control system for a heating process. It shows a Controller (C) connected to a Controlled Device (CD). A Sensor (S) measures the Controlled Medium (Air temperature). The system includes a Heating Coil, Heating Water Supply, Airflow, and Heating Water Return.
- Bottom Right:** Text titled 'Direct digital control systems & Software' listing topics: Introduction, DDC Structure, The position algorithm, and The velocity algorithm.

(versi kuliah DARLING = semi-DARing semi-LurING)  
Semester Akhir 2020-2021

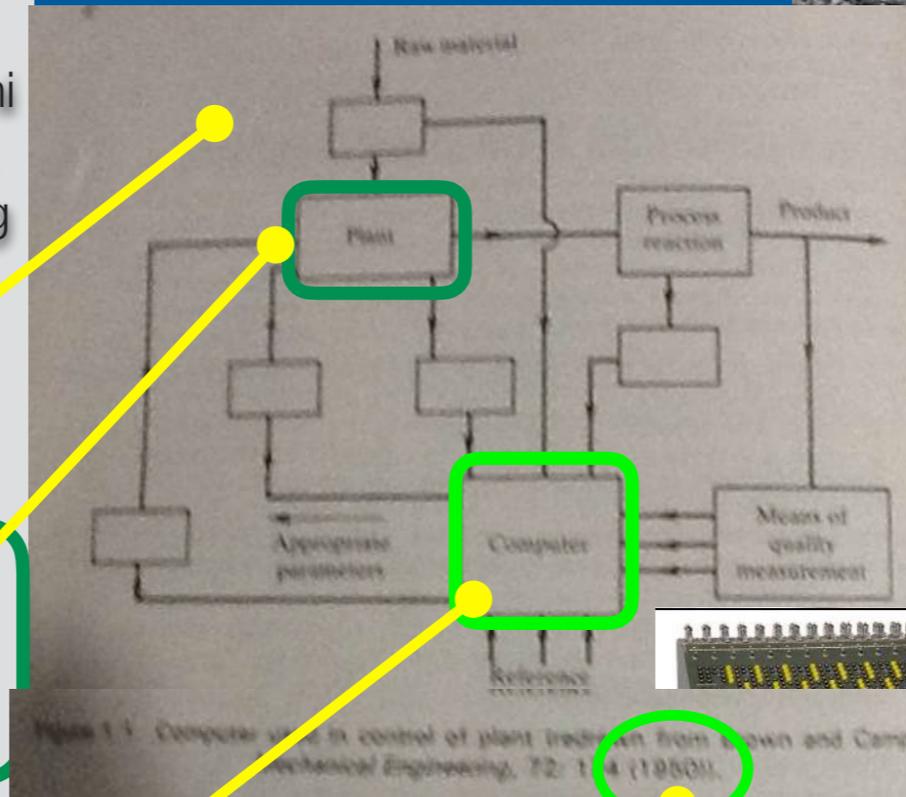
# AWAL MULA ASAL-MUASAL



Salah satu **HIKMAH** di balik peperangan besar seperti **PERANG DUNIA II (1939 - 1945)** adalah **KEMAJUAN SAINS** dan **TEKNOLOGI**, yang selama 6 tahun perang berlangsung telah melebihi sejarah kemajuan selama 600 tahun sebelumnya. Tidak semua inovasi teknologi pada jaman perang sempat di-aplikasi-kan untuk peperangan berlangsung, sehingga terpaksa mencari aplikasi pada masa damai. Salah satunya di antaranya adalah:

**Sistem (yang di)-Kendali-(kan oleh) Komputer (Computer-Controlled Systems)**

Yang dimaksud dengan "**Sistem**" dalam hal ini umumnya adalah **KENDALIAN PROSES (Process PLANT)** di industri manufaktur, sedangkan yang dimaksud dengan "**Komputer**" adalah **KOMPUTER ANALOG (Analog Computer)**, karena waktu itu **KOMPUTER DIGITAL** (seperti yang kita kenal sekarang) belum di-konsep-kan sebagai **PENGENDALI**.



**TEKNOLOGI**  
tahun  
**1950**

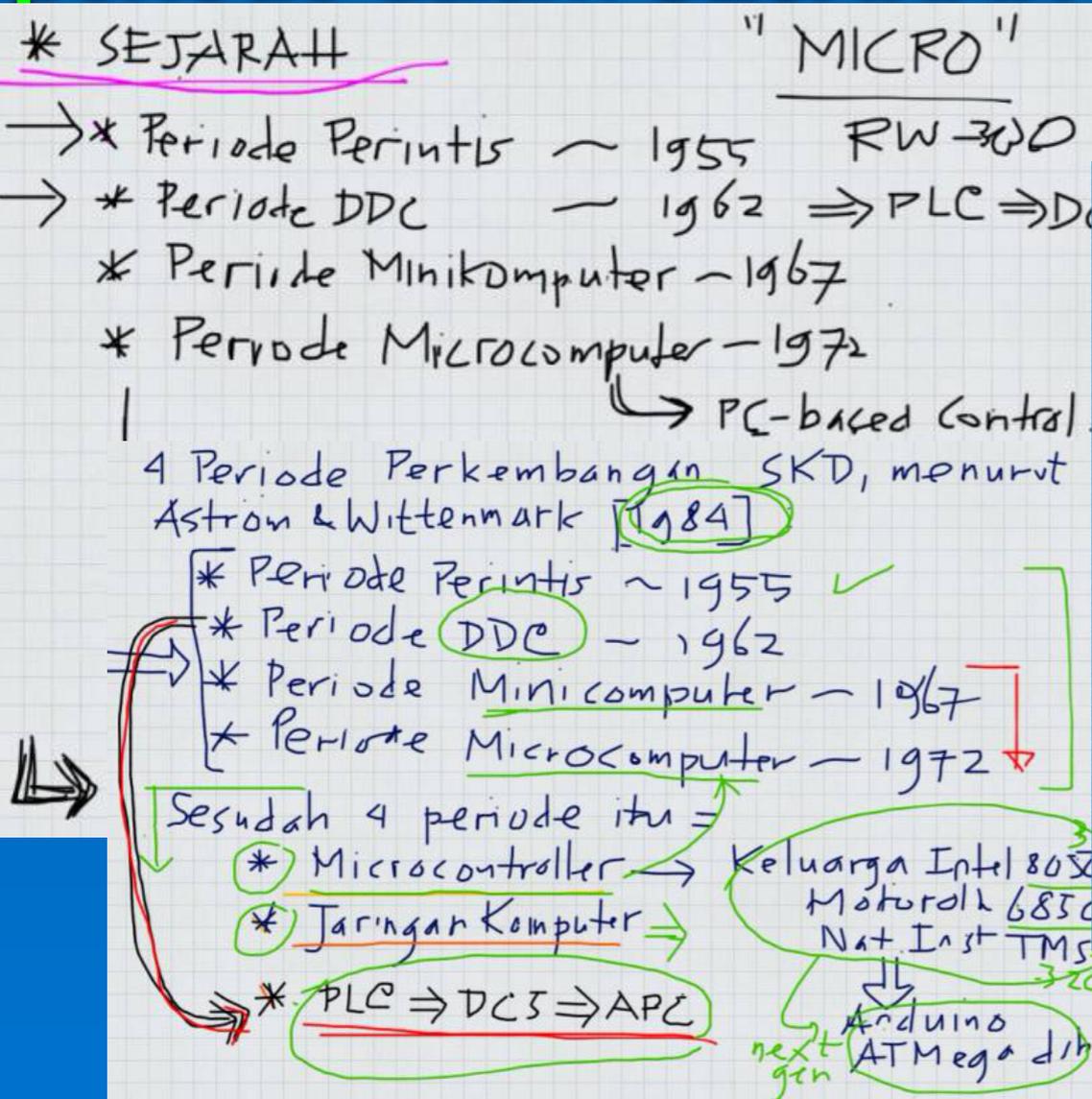
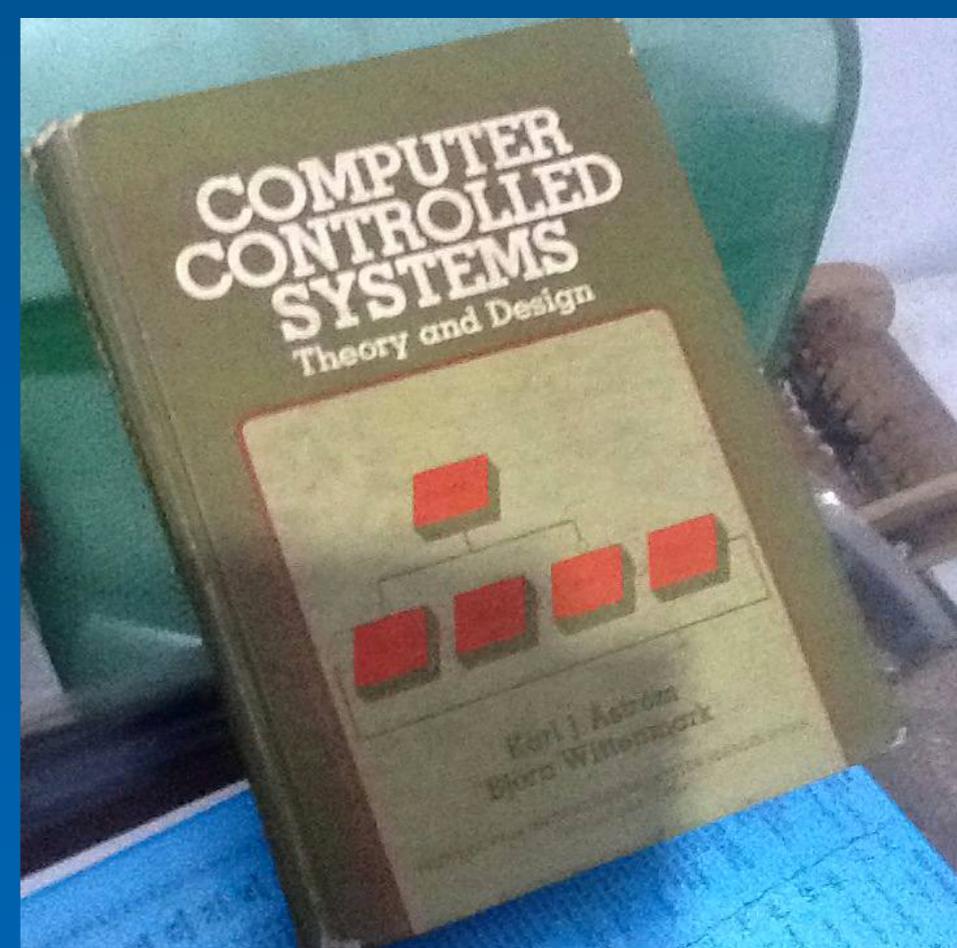


**TUGAS MANDIRI:** Bacalah **foto-copy-an** yang tersedia di **LSKI** !

# PERIODISASI SEJARAH SKD

Bacalah *foto-copy-an* yang tersedia di **LSKI** !

Menurut **Astrom and Wittermark [1984]** sampai era awal **1980-an**, telah dilalui sedikitnya **4 (empat) periode** dalam **SEJARAH SKD**:



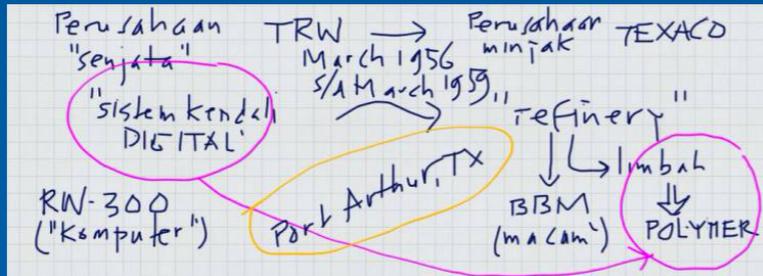
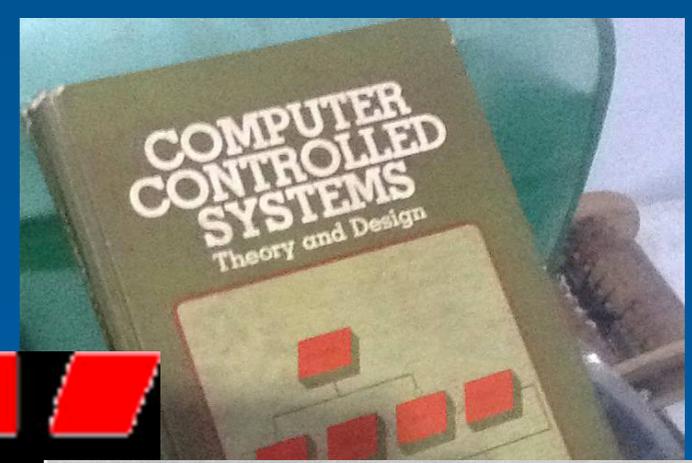
Setelah **4 (empat) periode** dalam **SEJARAH SKD** itu, berikutnya ada beberapa **perkembangan** yang berlangsung secara **PARALEL**:

- **Microcontroller**
- **Computer Network**
- Periode **DDC** ⇒ **PLC** ⇒ **DCS** ⇒ **APC**

**Next development: Nanotechnology**

# PERIODE PERINTIS ~ 1955

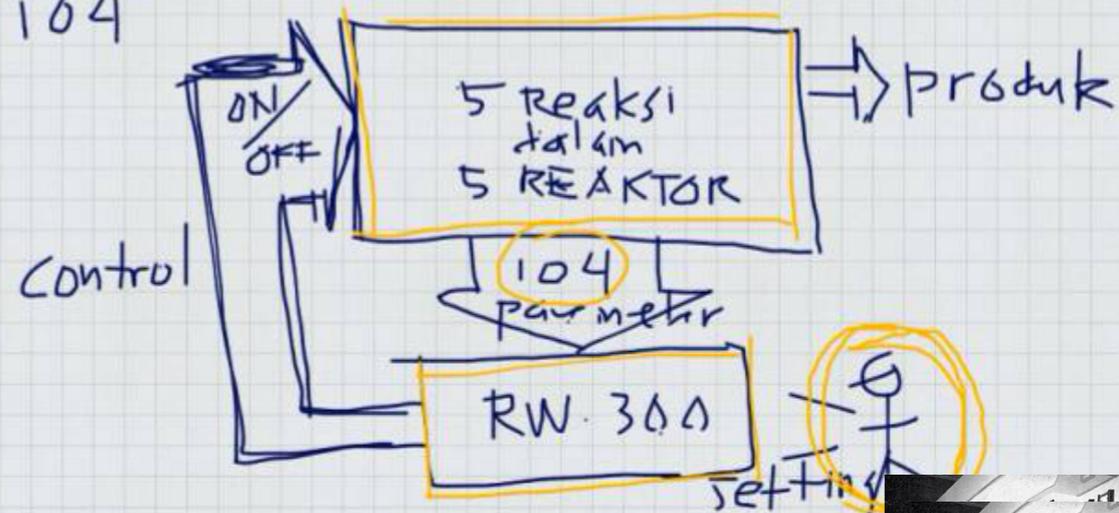
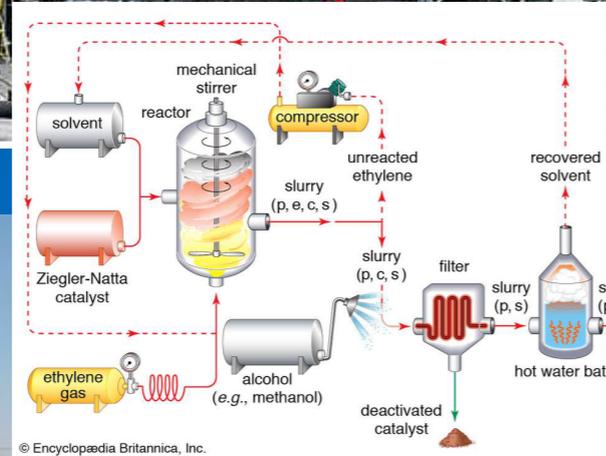
Bacalah **foto-copy-an** yang tersedia di **LSKI** !



Parameter yang dikendalikan:  
26 flow (kecepatan alir cairan/gas)  
72 temperatur  
3 pressure  
3 pencampuran  

---

104

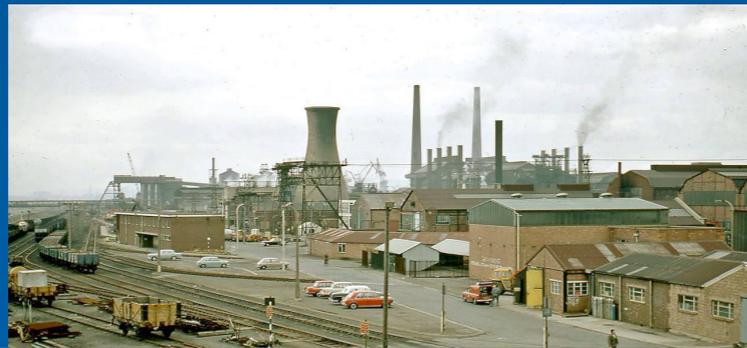


**WIRING: no programming!**



# PERIODE DDC ~ 1962

Bacalah *foto-copy-an* yang tersedia di **LSKI**



Final control element

Computer

DAC

Process

ADC

Measurement

Direct Digital Control (DDC)

Direct Digital Control (DDC): A Guide to Distributed Building Automation

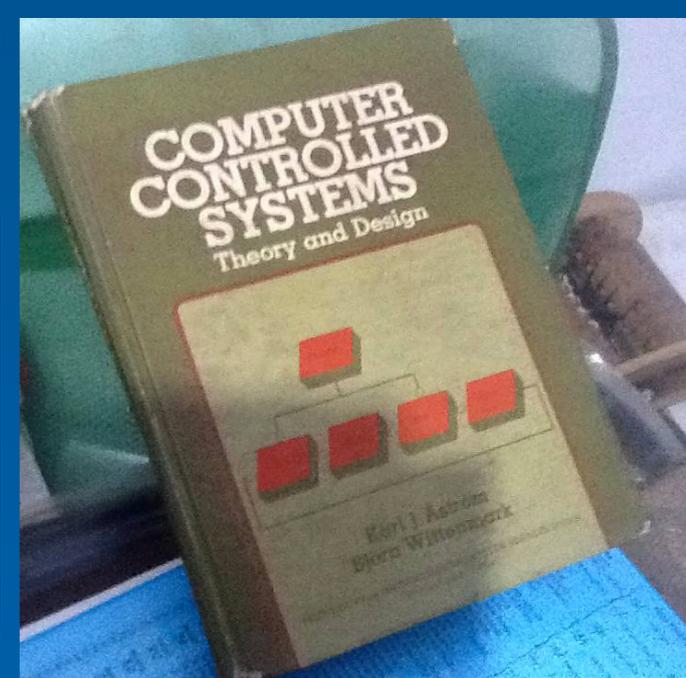
Direct Digital Control

meaning, definition, explanation...

Schneider

YOUR PAYBACK/ROI

15-20% COST SAVINGS IN NEW CONSTRUCTION



\* Direct Digital Control (DDC)

Inginis → ICI

1962

Ferranti Argus

224 measured variables

12g katup

MTBF = 1000h

PLC

DPS

APC

Advanced I/O Process Control

12g Katup di ICI

PROSES

Produk

224 Var

H/W TETAP

ON/OFF

Komputer Ferranti Argus

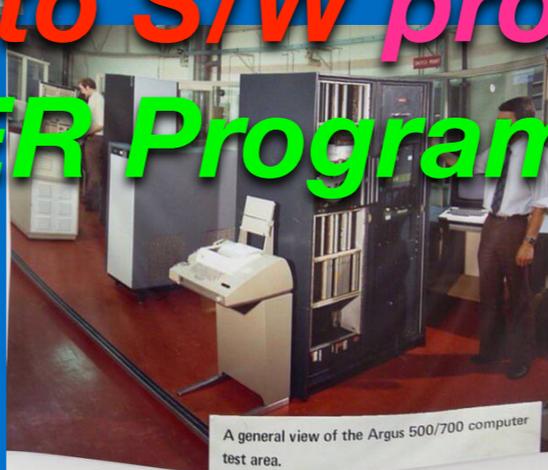
Program S/W storage

Ladder Program!



## introduction to S/W programming!

# LADDER Programming



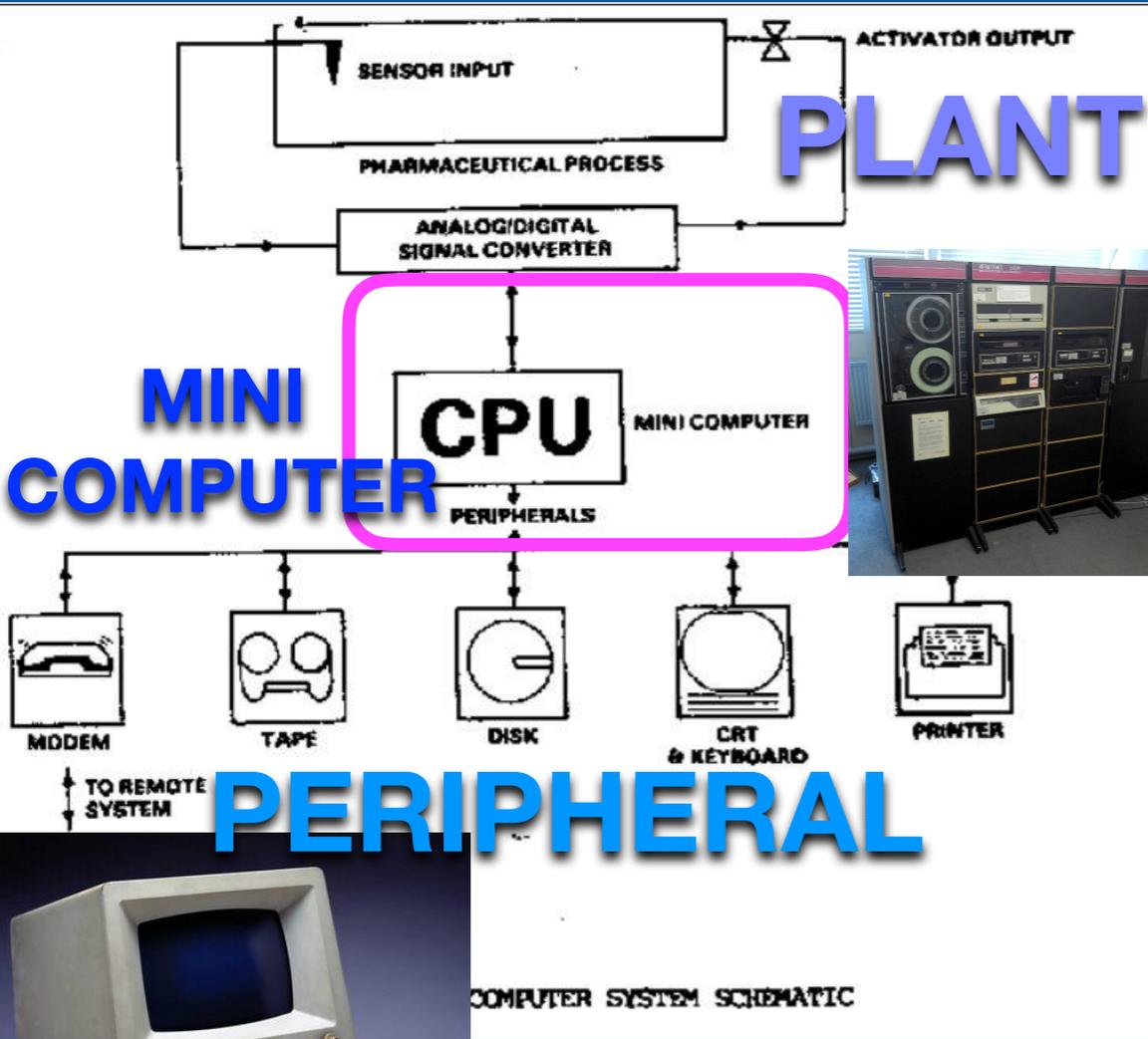
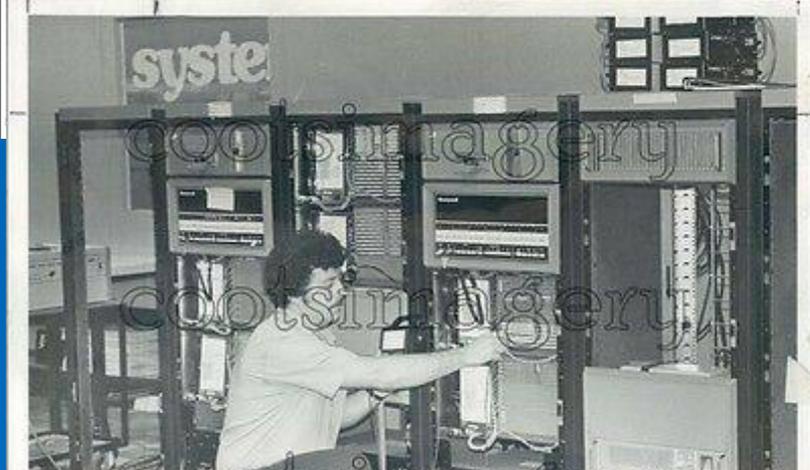
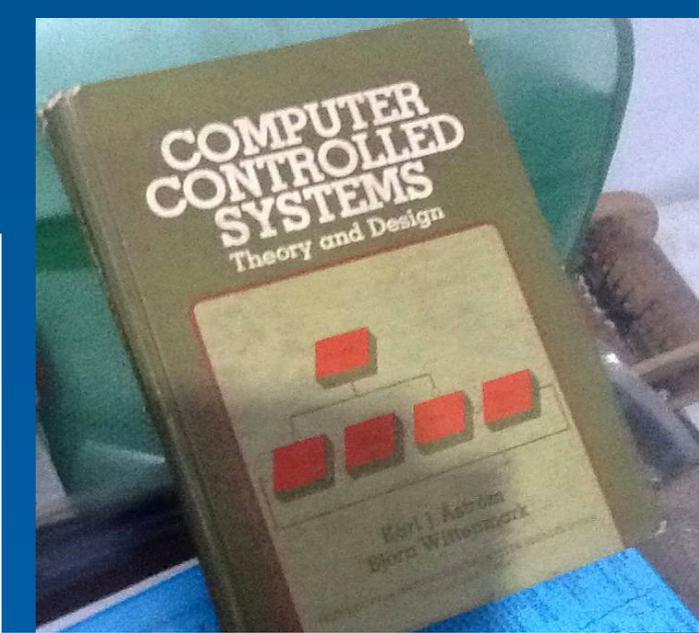
FERRANTI ARGUS

Process-Control Computer System

A general view of the Argus 500/700 computer test area.

# PERIODE Minicomputer ~ 1967

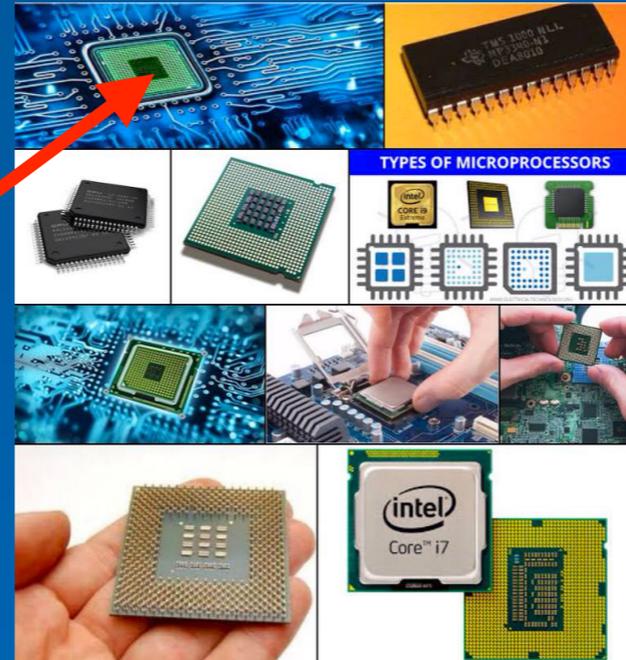
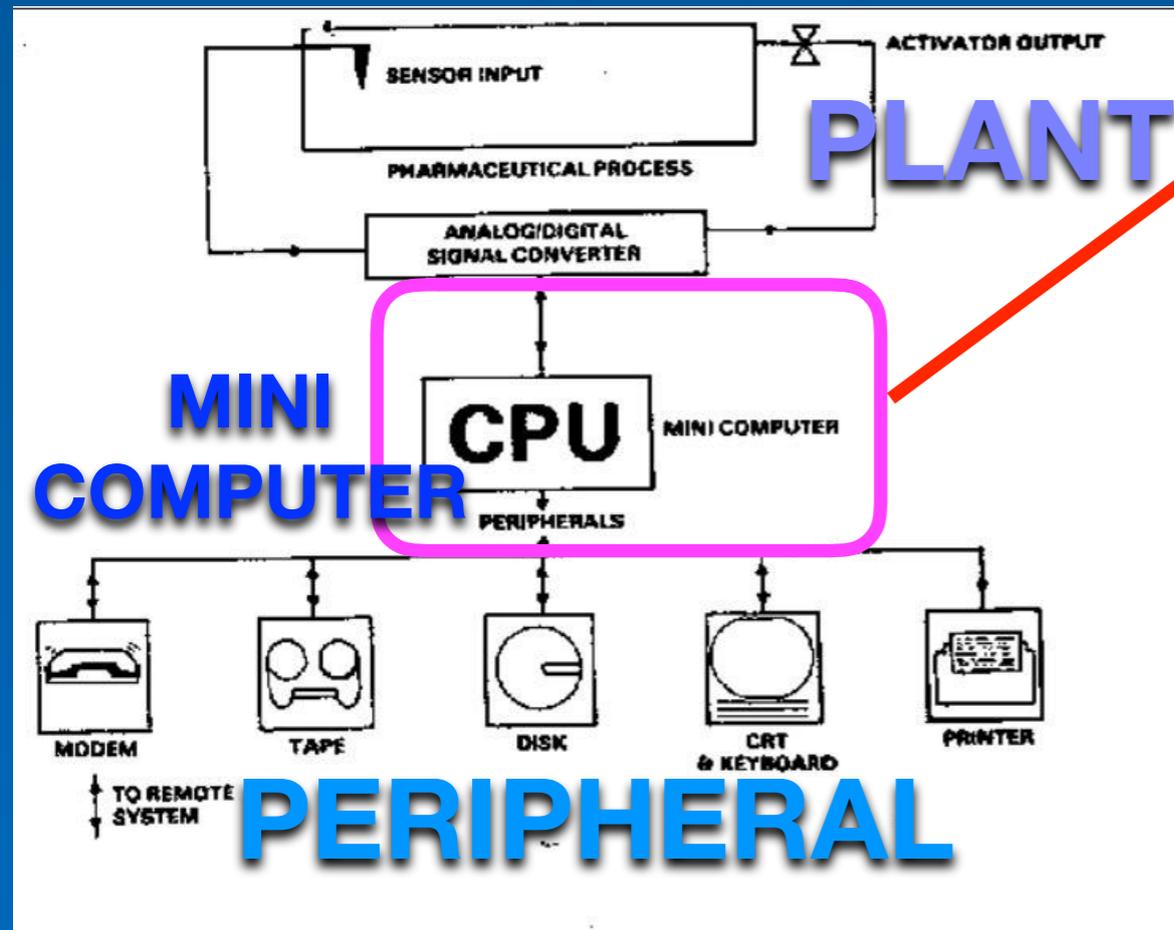
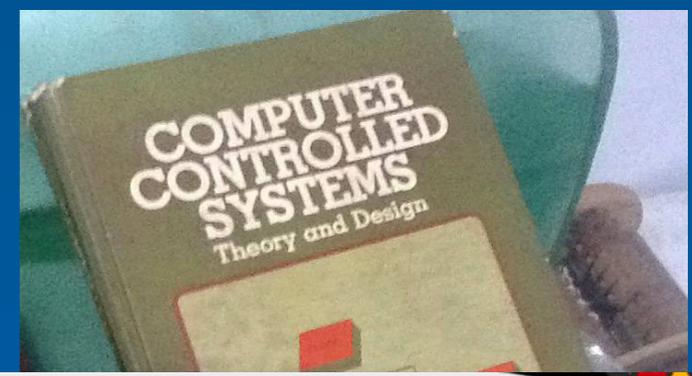
Bacalah *foto-copy-an* yang tersedia di **LSKI**!



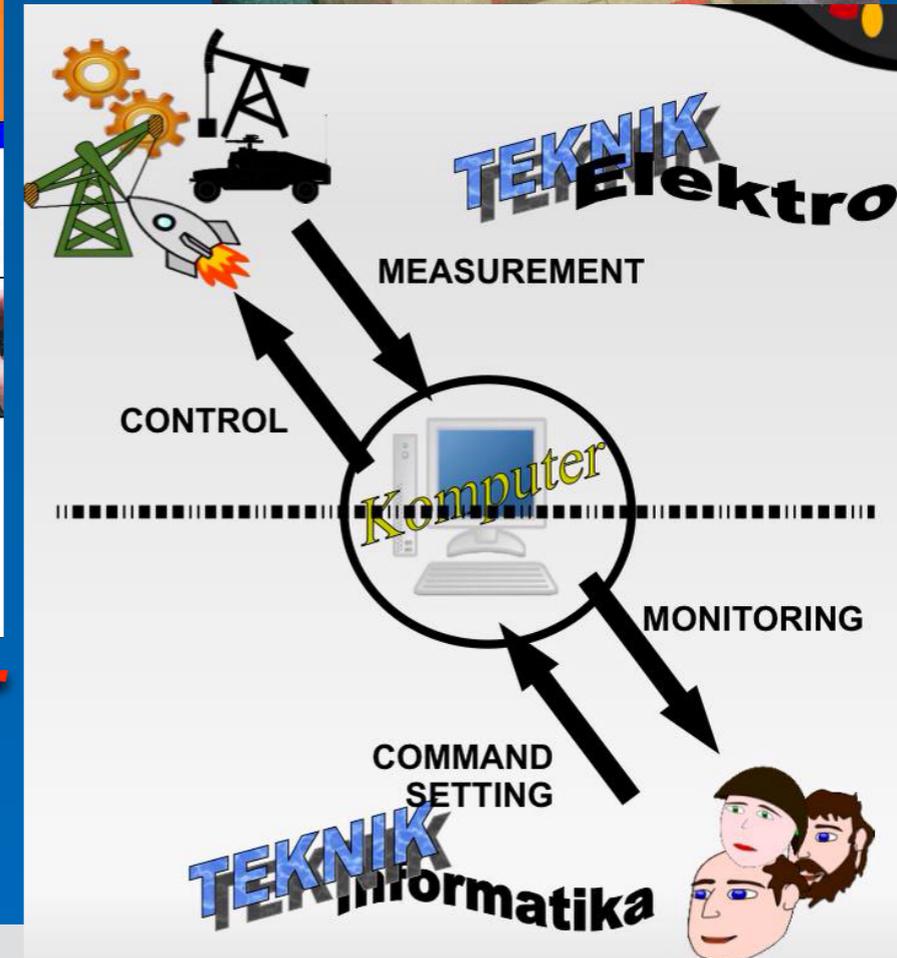
- **Minicomputer** adalah satu **GENERASI KOMPUTER** yang merupakan miniaturisasi dari generasi "**main-frame**" sebelumnya dengan mengintegrasikan komponen2 diskrit dalam **IC (Integrated Circuit)**. Manfaat utamanya sebagai mesin **PENGOLAH DATA (DATA PROCESSING)**. Manfaatnya sebagai **PENGENDALI DIGITAL** hanya karena kemudahan pemrogramannya, menggunakan **BAHASA MESIN** yang bisa dipanggil sebagai **sub-routine** dari bahasa pemrograman yang lebih tinggi seperti **FORTRAN**, dll.

# PERIODE Microcomputer ~ 1972

Bacalah *foto-copy-an* yang tersedia di **LSKI** !



**Microcontroller chips**



**Microcomputer** adalah **GENERASI KOMPUTER** setelah generasi **Minicomputer**, yaitu setelah sistem **CPU** (**Central Processing Unit**) dapat di-integrasikan menjadi sistem **MPU** (**Micro Processor Unit**) dalam satu **chip IC** (**Integrated Circuit**). Generasi inilah yang melahirkan **PC** (**Personal Computer**) - dan tentu saja melahirkan **SKD berbasis PC** - dalam berbagai bentuknya yang kita kenal sekarang. Dalam perkembangan selanjutnya, karena dalam **SKD berbasis PC** bagian **PERIPHERAL** yang berhubungan dengan manusia tidak terlalu diperlukan, maka keseluruhan **PENGENDALI DIGITAL** bisa di-integrasi-kan menjadi satu **chip** yang disebut **IC Microcontroller**.

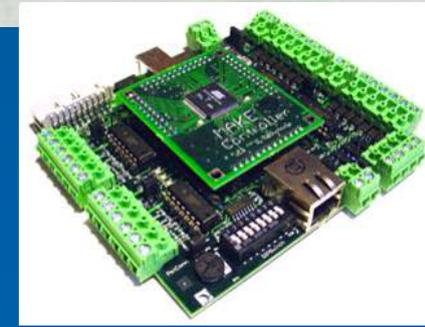
# Setelah PERIODE Microcomputer (1980-an)

Setelah **4** (**empat**) **periode** dalam **SEJARAH SKD** itu, yaitu setelah **Periode Microcomputer** yang melahirkan **Pengendali Digital Ber-basis PC**, berikutnya ada beberapa **perkembangan** yang berlangsung secara **PARALEL** sampai sekarang, yaitu:

- **Microcontroller**
- **Computer Network**
- Periode **DDC** => **PLC** => **DCS** => **APC**

*Kemudian masih **DITUNGGU** bagaimana perkembangannya  
Next development: **Nanotechnology***

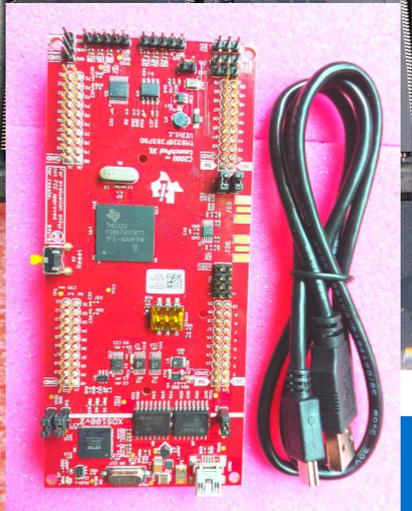
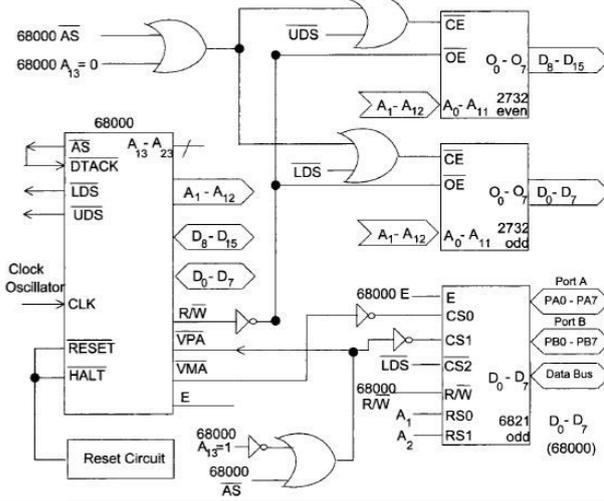
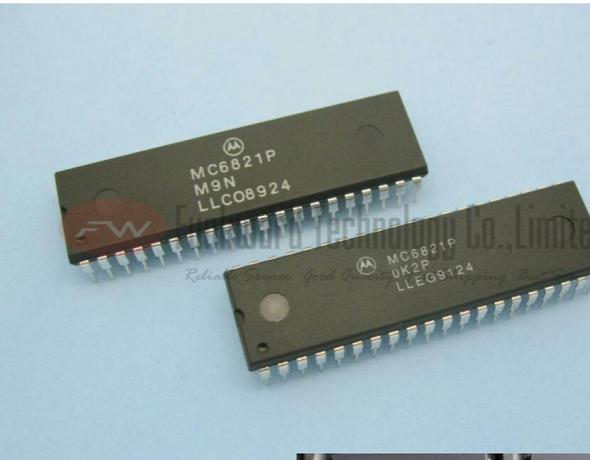
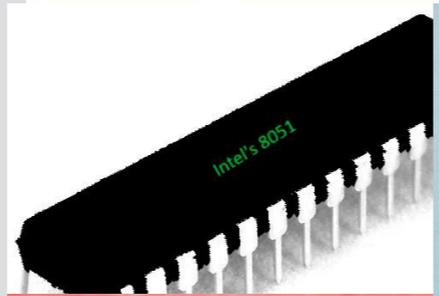
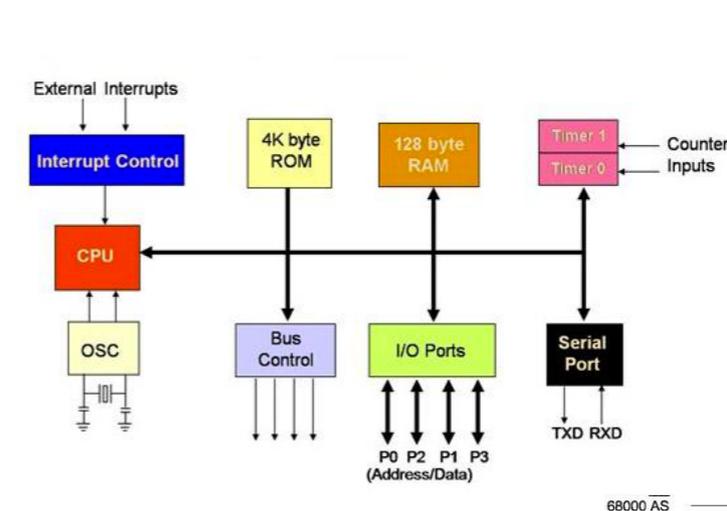
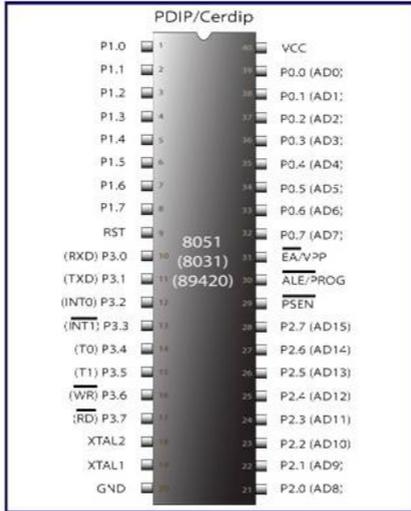
# MICROCONTROLLER



Sejarah **microcontroller** dimulai ketika pembuat **chip INTEL**, **MOTOROLA** dan **Texas Instruments** membuat “keluarga” **microcontroller chip** untuk membangun **Pengendali Digital Ber-basis Microcontroller**, antara lain, misalnya:

- **INTEL**: Keluarga **8051**
- **MOTOROLA**: Keluarga **6821**
- **Texas Instruments**: Keluarga **TMS320** (lebih banyak digunakan untuk aplikasi **Digital Signal Processing, DSP**)

Keluarga-keluarga ini adalah “nenek-moyang” **microcontroller** dari masa kini, seperti **AT Mega**, **ARDUINO** dan lain2.

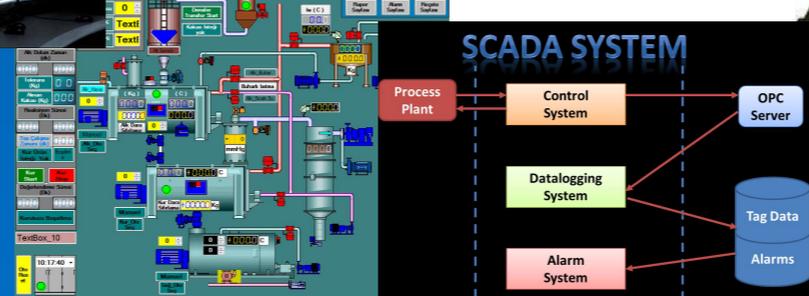
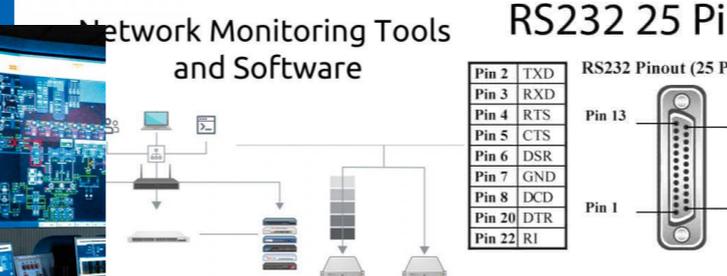
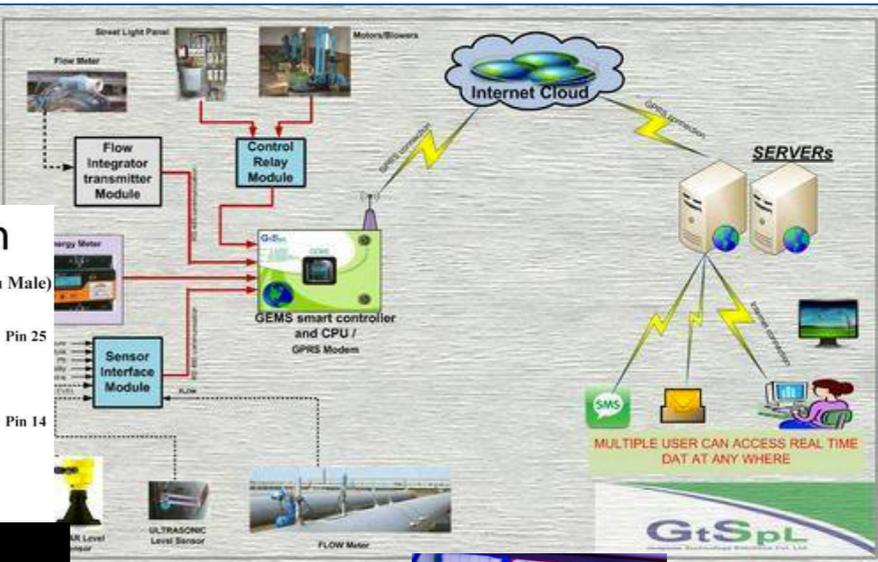
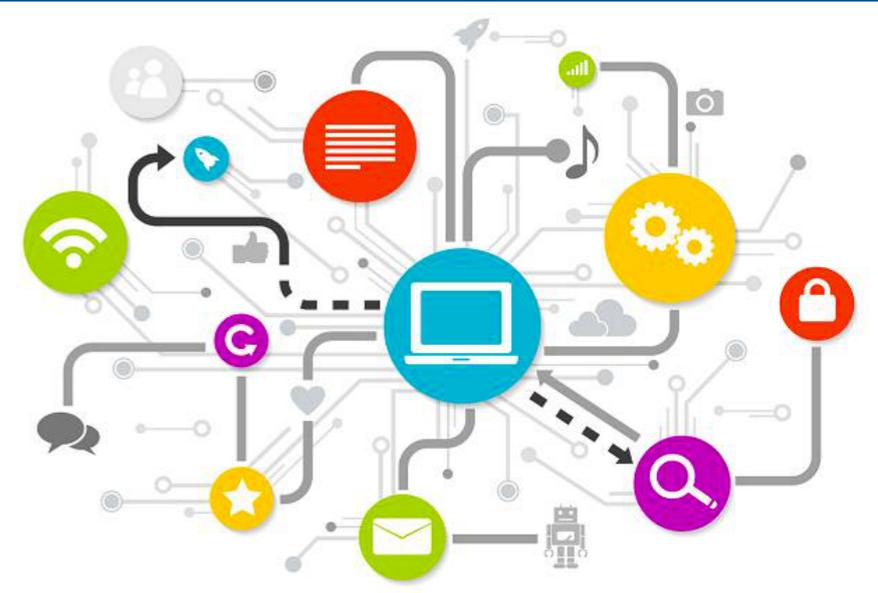
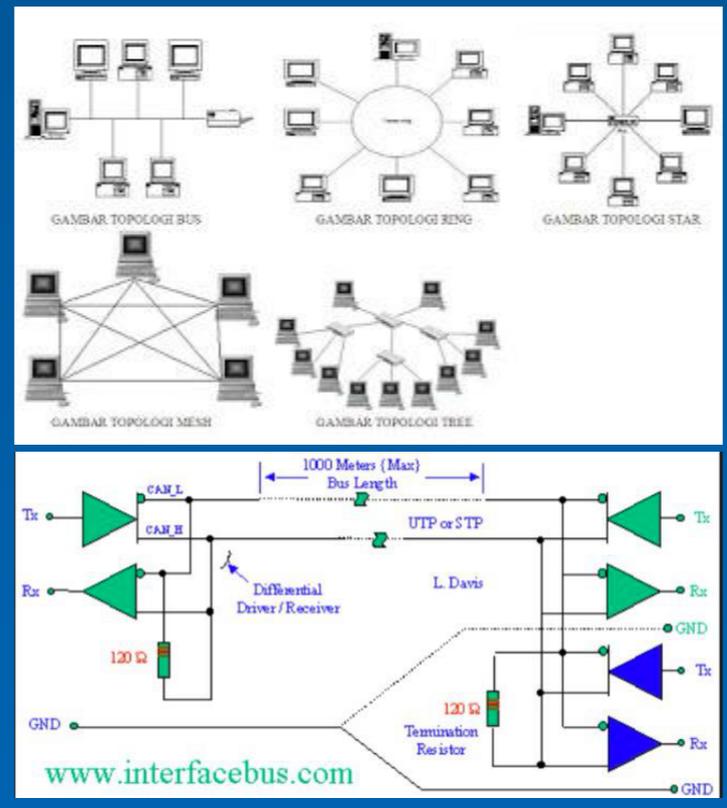


# SKD berbasis JARINGAN KOMPUTER

Perkembangan teknologi **JARINGAN KOMPUTER** (*Networking*) juga mempengaruhi pengembangan **SKD** yang berbasis jaringan, di antaranya seperti:

- **Web-based IMACS** (*Integrated Monitoring and Control Systems*)
- **Internet-based IMACS**
- **Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)**

Yang sangat menunjang perkembangan ini adalah perkembangan standar2 **interface-bus** seperti **HPIB**, **GPIB**, **RS-232**, **IEEE 488**, **ethernet** sampai ke **USB** yang sekarang populer, dan protokol2 komunikasi antar perangkat, yang sekarang hampir semuanya menggunakan **TCP/IP**

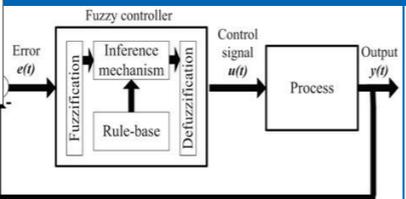
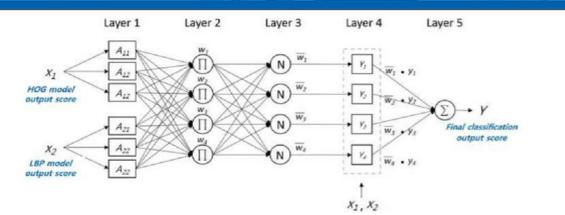
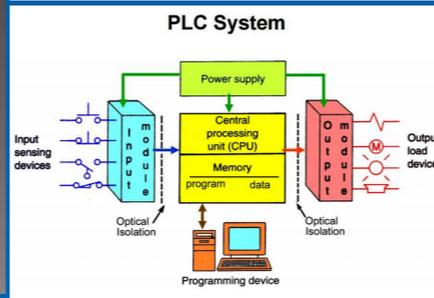
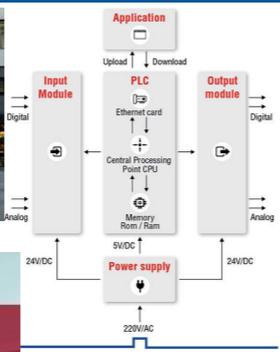


OSI seven-layer model	TCP/IP four-layer model
Application	Application
Presentation	
Session	Transport
Transport	
Network	Internet
Data-link	Network
Physical	

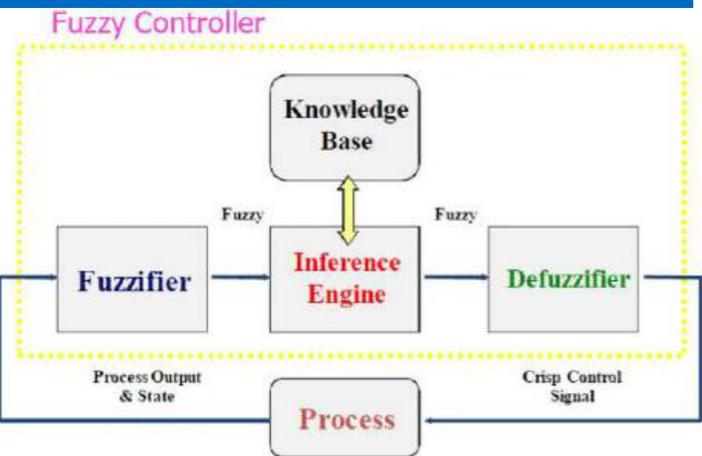
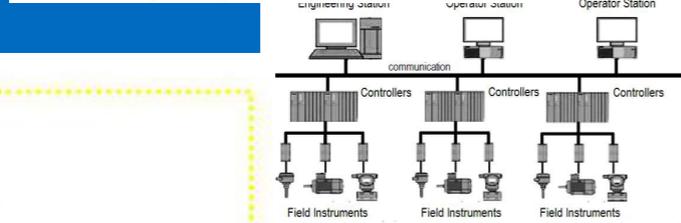
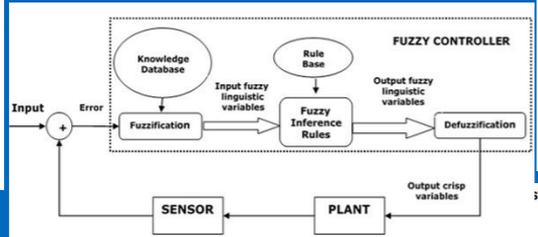
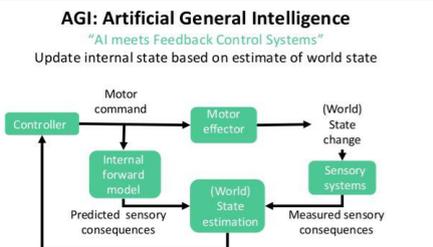
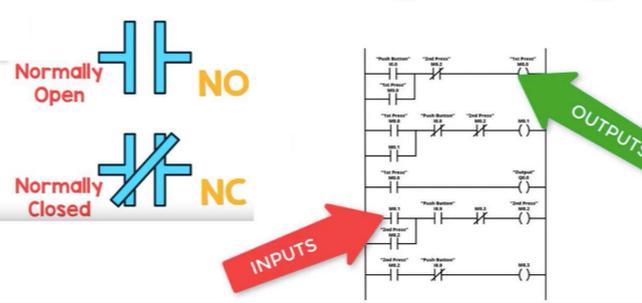
# Dedicated DIGITAL CONTROLLER



## Overview of DCS System



## PLC Ladder Programming



Dari periode **Direct Digital Control (DDC)** pada awal tahun 1960-an ketika perusahaan komputer **Ferranti-Argus** mengimplementasi-kan **SKD** di pabrik kimia **ICI** di Inggris, berkembang "**dedicated digital controller**" (pengendali digital yang dirancang **khusus** untuk aplikasi **SKD**), berurut berdasarkan perkembangannya:

- **PLC (Programmable Logic Controller)** yang merupakan pengembangan langsung dari **Direct Digital Control (DDC)**, yaitu pengendali logika (menghasilkan keputusan **ON** atau **OFF**) yang dapat diprogram (dengan pemrograman **LADDER**) mengikuti suatu **algoritma kendali (control algorithm)** tertentu.
- **DCS (Distributed Control Systems)**, integrasi dari beberapa **PLC (Programmable Logic Controller)** dalam suatu jaringan komputer dan komunikasi data.
- **APC (Advance Process Control), PLC** atau **DCS** yang menggunakan **Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence, AI)** di dalam implementasi **algoritma kendali**-nya.



# 3 (TIGA) BAGIAN MATERI KULIAH:

- **Bagian 1:** (Pekan 1 s/d 8 oleh RHZ)
- **Bagian 2:** (Pekan 9 s/d 16 oleh EJA)
- **Bagian 3:** Praktikum (INDIVIDU dan KELOMPOK)

# MODUL PEMBELAJARAN

- **Bagian 1:** (Pekan 1 s/d 8 oleh RHZ)

- **MODUL 0: PENGANTAR KULIAH**

- **MODUL 1 Sistem Kendali Digital (SKD)**

- **Sub-MODUL 1A: Pengenalan SKD**

- **Sub-MODUL 1B: Sejarah SKD**

(ada **fotocopy-an** bisa diambil di LSKI setiap Senin/Kamis)

- **MODUL 2: Pemodelan SKD**

- **MODUL 3: Dasar-Dasar Transformasi  $Z$**

- **MODUL 4: Model Nisbah Alih SKD**

TTS

PRAKTIKUM

UJIAN FINAL

# SELAMAT BELAJAR

## Semoga SUKSES meraih PRESTASI!

