



MODUL KULIAH
SISTEM KENDALI TERDISTRIBUSI
” KOMUNIKASI DATA PADA SISTEM DCS ”

Oleh :

Muhamad Ali, M.T

JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
TAHUN 2013

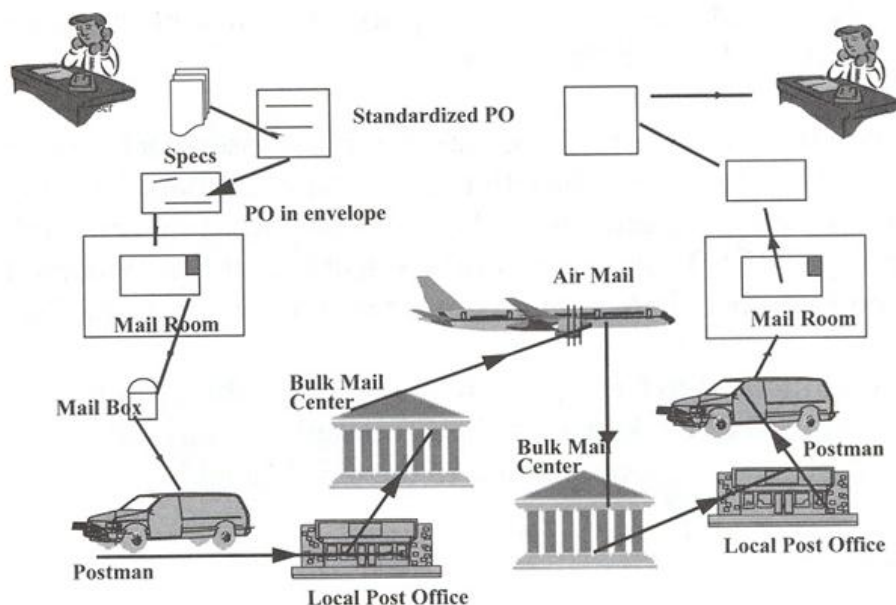
BAB VI

KOMUNIKASI DATA PADA DCS

A. Pengantar

Integrasi pada sistem kendali terdistribusi memerlukan mekanisme komunikasi antar sub sistem. Komunikasi data pada DCS dapat terjadi antara sensor yang berfungsi untuk mendeteksi kondisi di lapangan untuk mengirimkan data ke kontroller. Selanjutnya kontroller akan mengolah besaran yang diukur oleh sensor dan dikirim oleh transmitter untuk dibandingkan dengan set point yang diinginkan. Dari hasil pengolahan, kontroller akan mengirimkan sinyal ke aktuator guna melakukan manipulasi agar output menyesuaikan dengan set point. Komunikasi data juga dilakukan dari kontroler ke HMI (human machine interface) untuk menampilkan data pada layar komputer agar dapat dilihat oleh operator.

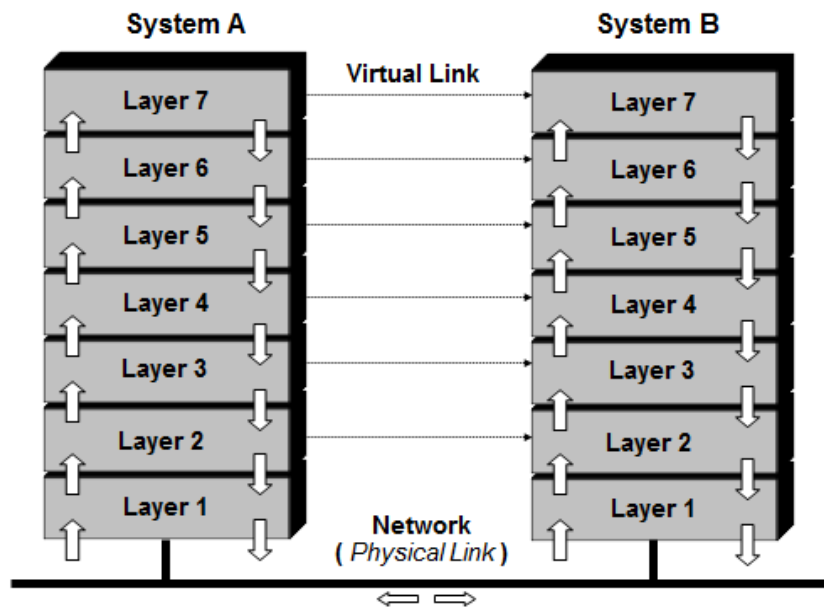
Komunikasi yang dibangun digunakan untuk komunikasi data antar sub sistem yang diintegrasikan. Komunikasi data pada DCS memerlukan media komunikasi yang sesuai baik melalui kabel maupun nirkabel. Berikut ini ilustrasi dari komunikasi data antara 2 orang dengan menggunakan surat.



Gambar analogi komunikasi data dengan surat

Gambar di atas menunjukkan urutan atau langkah-langkah yang harus ditempuh oleh seseorang untuk mengirim surat kepada rekannya dan demikian juga sebaliknya

rekannya menjawab surat yang dikirim oleh temannya. Komunikasi data pada sistem DCS menganut prinsip yang hampir sama dengan proses komunikasi data melalui surat di atas. Secara umum komunikasi data pada sistem kontrol menggunakan model komunikasi 7 layer seperti yang digambarkan di bawah ini.



Gambar hierarki komunikasi data

Gambar di atas menunjukkan bahwa Sistem A dan sistem B dapat berkomunikasi melalui tahapan-tahapan yang mirip dengan tahapan pada proses komunikasi data dengan surat. Pada gambar di atas komunikasi data disusun oleh 7 layer atau tingkat yang harus dilalui oleh sistem mulai dari layer 7 sampai dengan layer 1. Layer 7 merupakan layer yang dapat difahami oleh manusia sehingga sering disebut sebagai layer aplikasi. Sedangkan layer 1 merupakan layer fisik yang berupa kabel atau nirkabel.

B. Model Komunikasi Data OSI

Komunikasi data merupakan proses pengiriman dan penerimaan data dari satu sistem ke sistem lainnya. Untuk dapat mengirimkan data, pada suatu sistem perlu ditambahkan suatu peralatan khusus yang dikenal sebagai *network interface*. Ada berbagai jenis interface jaringan yang digunakan dalam komunikasi data antar sistem yang bergantung pada media fisik yang digunakan untuk mentransfer data tersebut. Hal lain yang perlu diperhatikan dalam komunikasi data yaitu pada suatu sistem tujuan transfer data mungkin terdapat lebih dari satu aplikasi yang menunggu

datangnya data. Data yang dikirim harus sampai ke aplikasi yang tepat, pada sistem yang tepat tanpa adanya kesalahan.

Untuk setiap problem komunikasi data, diciptakan solusi khusus berupa aturan-aturan untuk menangani problem tersebut. Untuk menangani semua masalah komunikasi data, keseluruhan aturan ini harus bekerja sama satu dengan lainnya. Sekumpulan aturan untuk mengatur proses pengiriman data ini disebut sebagai protocol komunikasi data. Protocol ini diimplementasikan dalam bentuk program komputer (software) yang terdapat pada komputer dan peralatan komunikasi data lainnya.

Pada tahun 1977 ISO (International Organization for Standardization) menetapkan OSI (Open Standard Interconnection) sebagai standar bagi komunikasi data, OSI adalah sebuah standar baku dan ia hanyalah sebuah model rujukan, jika kita misalkan suatu model adalah sebuah pertanyaan, maka protokol adalah jawabannya. Suatu protokol hanya dapat menjawab satu atau beberapa pertanyaan tertentu yang spesifik atau dengan kata lain suatu protokol hanya melayani suatu lingkup wilayah yang sangat terbatas. Sebuah protokol tentu saja tidak dapat menjawab semua pertanyaan yang diajukan oleh sebuah model, akan tetapi dengan menggabungkan berbagai macam protokol dalam sebuah protokol suite (misalnya TCP/IP) kita dapat menjawab seluruh pertanyaan yang diajukan oleh model yang ada.

OSI model dibuat dengan tujuan agar komunikasi data dapat berjalan melalui langkah-langkah yang jelas, langkah-langkah ini biasa disebut dengan nama “layer” dan Model OSI terdiri dari tujuh layer dengan pembagian tugas yang jelas, ke tujuh layer itu

1. Application Layer

Layer aplikasi adalah Layer paling tinggi dari model komunikasi data OSI. Seluruh layer yang berada dibawahnya bekerja untuk layer ini. Tugas dari application layer adalah sebagai antarmuka dengan aplikasi dengan fungsionalitas jaringan, mengatur bagaimana aplikasi dapat mengakses jaringan, dan kemudian membuat pesan-pesan kesalahan. Protokol yang berada dalam lapisan ini adalah HTTP, FTP, SMTP, NFS.

2. Presentation Layer

Layer presentasi berfungsi untuk mentranslasikan data yang hendak ditransmisikan oleh aplikasi ke dalam format yang dapat ditransmisikan melalui jaringan. Protokol yang berada dalam level ini adalah perangkat lunak redirektor (*redirector software*), seperti layanan *Workstation* (dalam windows NT) dan juga Network shell (semacam Virtual network komputing (VNC) atau Remote Dekstop Protokol (RDP).

3. Session Layer

Layer session berfungsi untuk mendefinisikan bagaimana koneksi dapat dibuat, dipelihara, atau dihancurkan. Selain itu, di level ini juga dilakukan resolusi nama.

4. Transport Layer

Layer transpor berfungsi untuk memecah data ke dalam paket-paket data serta memberikan nomor urut ke paket-paket tersebut sehingga dapat disusun kembali pada sisi tujuan setelah diterima. Selain itu, pada level ini juga membuat sebuah tanda bahwa paket diterima dengan sukses (*acknowledgement*), dan mentransmisikan ulang terhadap paket-paket yang hilang di tengah jalan.

5. Network Layer

Berfungsi untuk mendefinisikan alamat-alamat IP, membuat *header* untuk paket-paket, dan kemudian melakukan routing melalui *internetworking* dengan menggunakan router dan switch layer3.

6. Data Link Layer

Befungsi untuk menentukan bagaimana bit-bit data dikelompokkan menjadi format yang disebut sebagai *frame*. Selain itu, pada level ini terjadi koreksi kesalahan, *flow control*, pengalamatan perangkat keras seperti halnya Media Access Control Address (MAC Address), dan menentukan bagaimana perangkat-perangkat jaringan seperti hub, bridge, repeater, dan switch layer2 beroperasi. Spesifikasi IEEE 802, membagi *level* ini menjadi dua level anak, yaitu lapisan Logical Link Control (LLC) dan lapisan Media Access Control (MAC).

7. Physical

adalah Layer paling bawah dalam model OSI. Berfungsi untuk mendefinisikan media transmisi jaringan, metode pensinyalan, sinkronisasi bit, arsitektur jaringan (seperti halnya Ethernet atau Token Ring), topologi jaringan dan pengabelan. Selain itu, level ini juga mendefinisikan bagaimana Network Interface Card (NIC) dapat berinteraksi dengan media kabel atau radio.

Tanggung jawab setiap layer adalah menyediakan servis bagi layer di atasnya, layer yang berada di atas tidak perlu tahu tentang bagaimana data bisa sampai kesana atau apapun yang terjadi di layer di bawahnya. Ketujuh layer tersebut disusun berdasarkan lima prinsip yang harus diikuti untuk menentukan layer dalam komunikasi, yaitu :

- Layer dibuat jika ketika diperlukan pemisahan level yang secara teori diperlukan.
- Masing-masing layer memiliki fungsi yang jelas.
- Setiap fungsi dari masing-masing layer telah ditentukan agar sesuai dengan standart protokol secara internasional.
- Batas kedua layer telah ditentukan untuk mengurangi informasi menerobos antarmuka layer.
- Setiap layer ditentukan dengan jelas fungsinya, tetapi jumlah layer sebaiknya sekecil mungkin untuk menghindari arsitektur yang luas.

Tujuan OSI :

1. Koordinasi berbagai kegiatan.
2. Penyimpanan data.
3. Manajemen sumber dan proses.
4. Keandalan dan keamanan sistem pendukung perangkat lunak.
5. Membuat kerangka agar sistem / jaringan yang mengikutinya dapat saling berkomunikasi/ saling bertukar informasi, sehingga tidak tergantung merk dan model peralatan.
6. 3 layer pertama adalah interface antara terminal dan jaringan yang dipakai bersama, 4 layer selanjutnya adalah hubungan antara software.
7. Antar layer berlainan terdapat interface, layer yang sama terdapat protokol

Upper layers fokus pada aplikasi pengguna dan bagaimana file direpresentasikan di komputer. *Upper layers* berurusan dengan persoalan aplikasi dan pada umumnya diimplementasi hanya pada software.

Lower layers merupakan intisari komunikasi data melalui jaringan aktual. *Lower layers* mengendalikan persoalan transport data. Lapisan fisik dan lapisan data link diimplementasikan ke dalam hardware dan software. *Lower layers* yang lain pada umumnya hanya diimplementasikan dalam software.

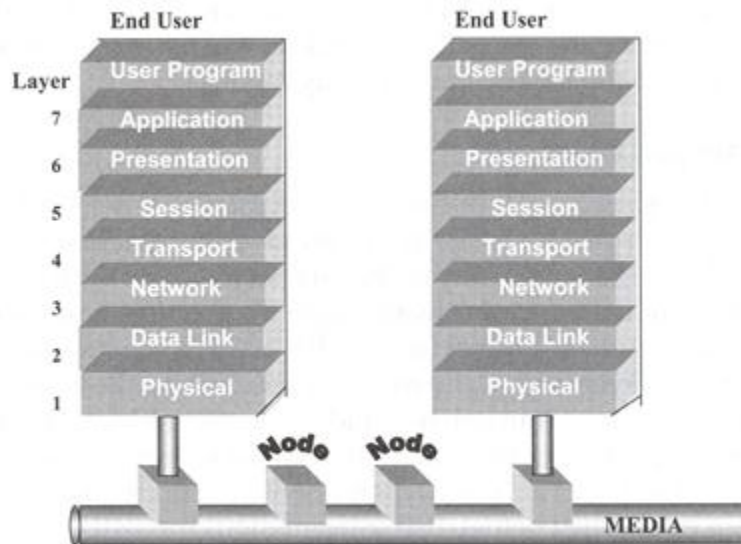
Bagaimana Model OSI Bekerja

Pembentukan paket dimulai dari layer teratas model OSI.

Application layer mengirimkan data ke presentation layer, di presentation layer data ditambahkan header dan atau tailer kemudian dikirim ke layer dibawahnya, pada layer dibawahnya pun demikian, data

ditambahkan header dan atau tailer kemudian dikirimkan ke layer dibawahnya lagi, terus demikian sampai ke physical layer. Di physical layer data dikirimkan melalui media transmisi ke host tujuan.

Di host tujuan paket data mengalir dengan arah sebaliknya, dari layer paling bawah ke layer paling atas. Protokol pada physical layer di host tujuan mengambil paket data dari media transmisi kemudian mengirimkannya ke data-link layer, data-link layer memeriksa data-link layer header yang ditambahkan host pengirim pada paket, jika host bukan yang dituju oleh paket tersebut maka paket itu akan di buang, tetapi jika host adalah yang dituju oleh paket tersebut maka paket akan dikirimkan ke network layer, proses ini terus berlanjut sampai ke application layer di host tujuan. Proses pengiriman paket dari layer ke layer ini disebut dengan “peer-layer communication”.



C. Protokol Komunikasi

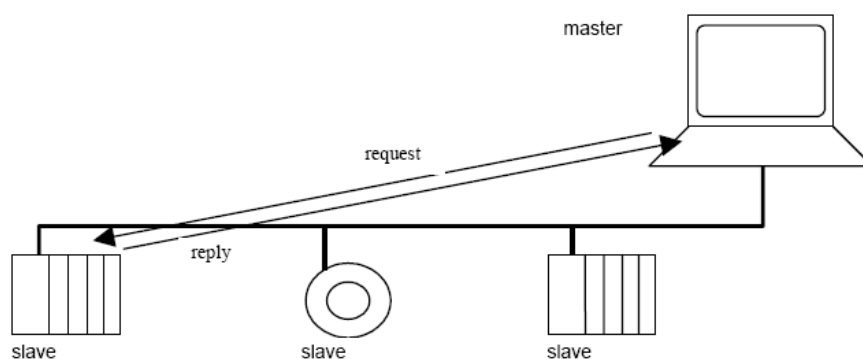
Komunikasi antara 2 sistem membutuhkan aturan-aturan yang difahami oleh kedua sistem tersebut. 2 orang yang melakukan komunikasi tentu mempunyai aturan yang sifahami oleh keduanya. Salah satu aturan yang digunakan adalah bahasa. Seseorang tidak akan dapat berkomunikasi jika tidak mengetahui bahasa atau aturan apa yang akan dikomunikasikan. Pada sistem kontrol DCS, diperlukan komunikasi antara sensor yang mendeteksi kondisi di plat untuk mengirimkan data kepada kontroler sehingga kontroler dapat menampilkan data field yang dikontrol secara real time dan dapat memerintahkan aksi kontrol untuk memanipulasi output agar mencapai nilai sesuai dengan set point. Oleh karena itu sistem DCS membutuhkan aturan-aturan yang difahami oleh masing-masing komponen sistem.

Aturan-aturan dalam berkomunikasi pada sebuah sistem disusun dalam sebuah protokol. Protokol merupakan suatu aturan atau standar atau tata cara berkomunikasi antar komponen (modul DCS, PLC, PC, field devices, dll) yang terkoneksi dalam sebuah jaringan. Pada DCS, masing-masing komponen saling berkomunikasi sehingga perlu diatur bagaimana cara komponen-komponen ini berkomunikasi dengan komponen lainnya. Masing-masing vendor atau pengembang DCS biasanya mengembangkan sendiri aturan-aturan atau protokol dalam komunikasinya sehingga memunculkan banyak protokol yang sudah distandarkan. Berikut ini adalah contoh dari beberapa protokol yang dikembangkan dan dipakai oleh produk-produk sistem kontrol DCS.

No.	Vendor	Protokol
1.	ABB	Profibus DP, PA, Infinet, MicroDCI, Microlink, dll
2.	Honeywell	Series C, Foundation Fieldbus, IPC, dll
3.	Modicon	Modbus
4.	Emerson	DeviceNet, Modbus, Profibus
5.	Foxboro/Invensys	Industrial ethernet, Foundation Fieldbus
6.	Yokogawa	Profibus, Modbus, industrial ethernet
7.	GE Fanuc	Modbus, Profibus, Interbus
8.	Omron	ComboBus, ControllerLink, SYsmac Bus, Sysmac Link
9.	Mitsubishi	Modbus, Profibus, DeviceNet

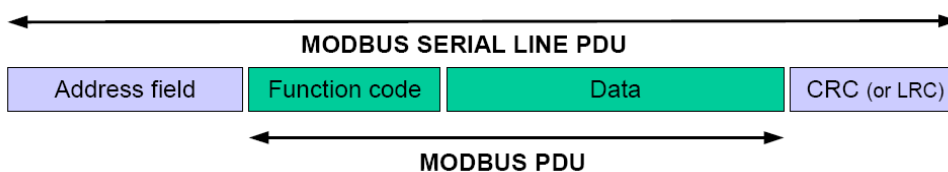
Protokol Modbus

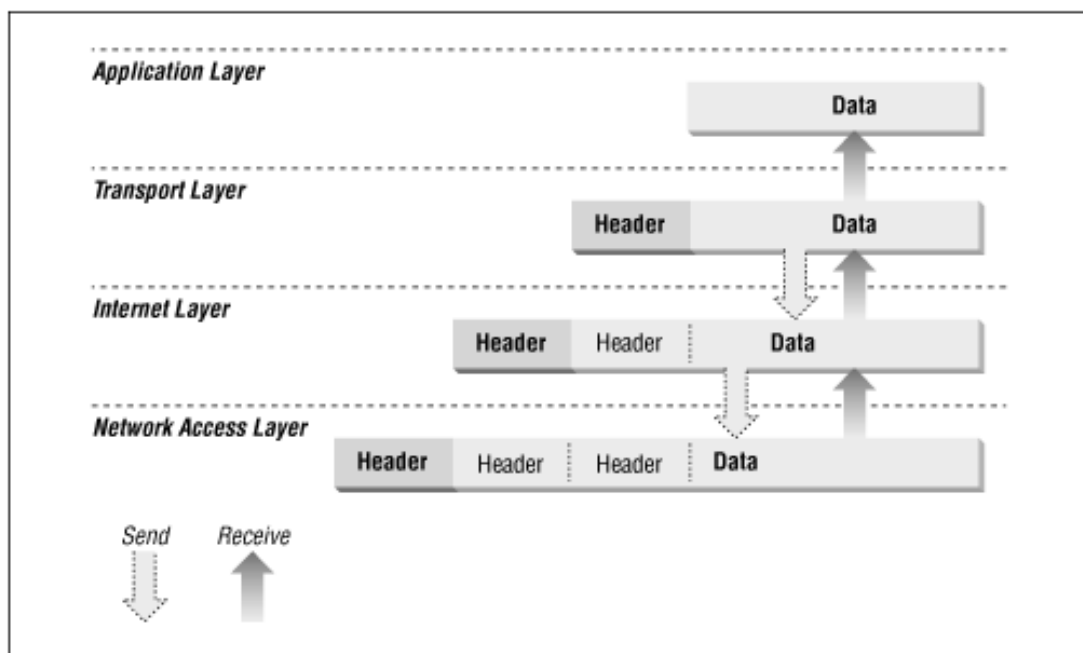
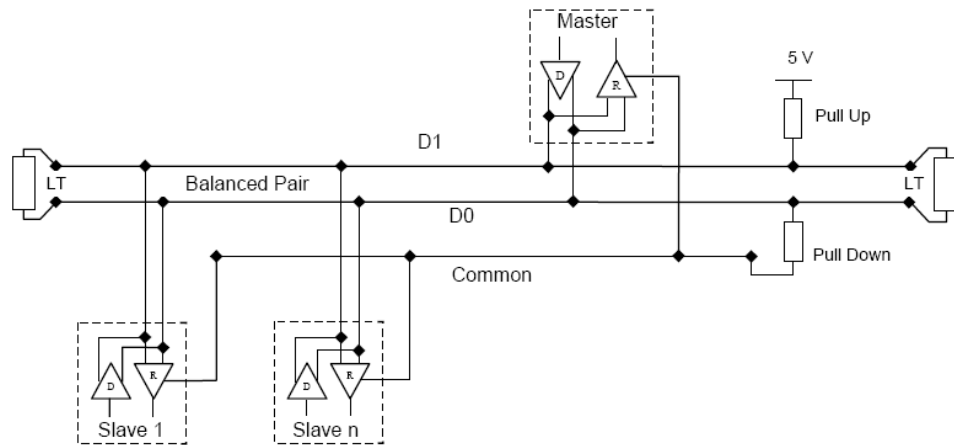
Protokol Modbus merupakan protokol komunikasi data antara device dalam sistem kontrol yang dikembangkan oleh Perusahaan Modicon Square D yang merupakan grup dari PT Schneider. Protokol Modbus pada jaringan kontrol terdiri dari sebuah Master dan slave. 1 master dapat dihubungkan dengan beberapa slave.



– Layer 3

- Developed by the Defense Department (USA) in the 1970s
- Using TCP/IP, Messages can be
 - Segmented





Kelebihan

- Open standard
- Free
- Language of the Internet
- Provides reliable data transmission and reception

Kekurangan

- Requires considerable overhead
- Has known security holes
- Not a real time system

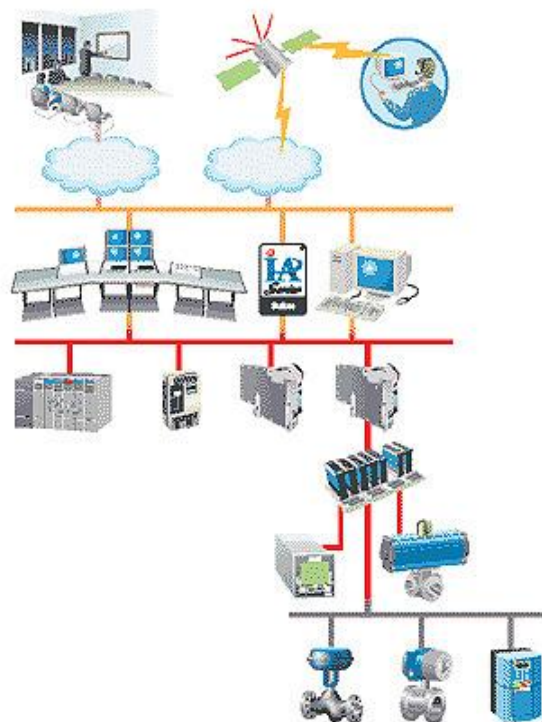
Fieldbus

Fieldbus merupakan salah satu protokol komunikasi yang sangat populer di dunia industri karena merupakan salah satu protokol yang banyak dipakai pada komunikasi sistem kendali terdistribusi saat ini. Protokol ini pertama kali dikembangkan Oleh Komite ISA SP50 yang merupakan suatu organisasi yang konsen terhadap peningkatan kualitas otomasi sistem kendali.

- Fieldbus foundation provides
 - Specifications
 - Support
 - Hardware
 - Software

Keunggulan Fieldbus

- low node costs
- Extremely reliable
- Simple to operate
- “real-time”



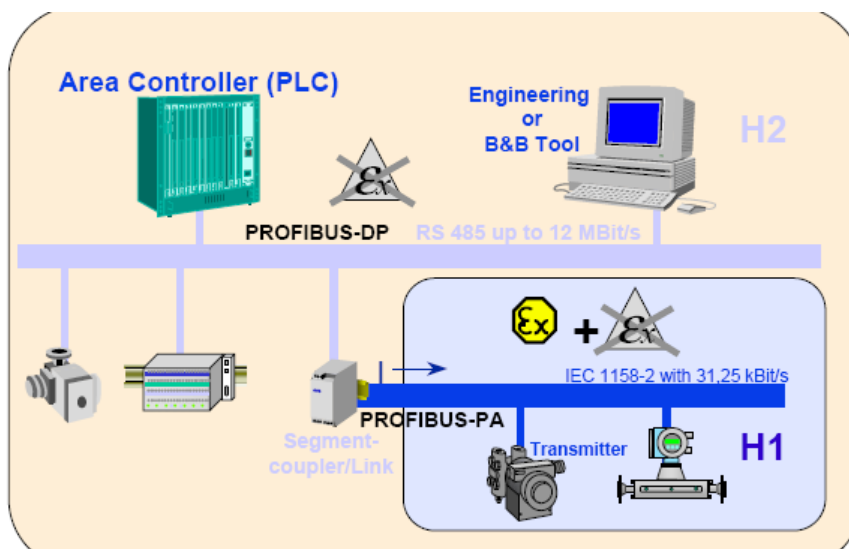
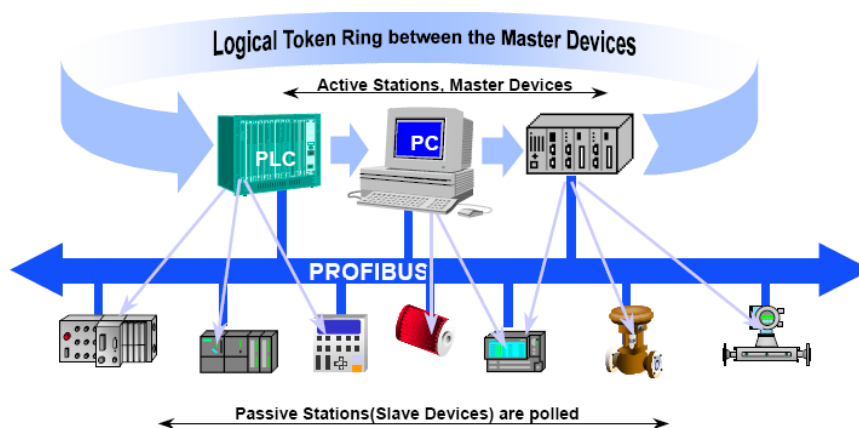
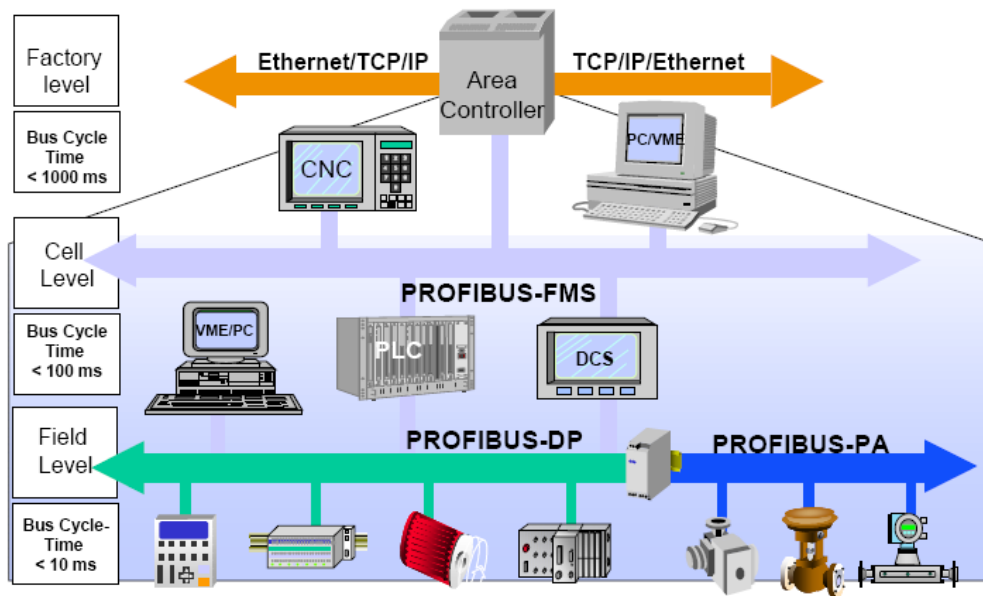
Profibus

PROFIBUS is the only field bus that can be used in equal measure in production automation and process automation and has since become a global market leader. Worldwide, over 20 million PROFIBUS devices are in use (as of 2007). **PROFIBUS** (Process Field Bus) is a standard for field bus communication in automation technology and was first promoted (1989) by BMBF (German department of education and research). It should not be confused with the [PROFINET](http://www.profinet.org) standard for industrial Ethernet

Type of Network	Device Bus, Process Control
Physical Media	Twisted pair, fiber
Network Topology	Bus
Device Addressing	DIP Switch or hardware/software
Governing Body	PROFIBUS&PROFINET International (PI)
Website	www.profibus.com

PROFIBUS DP (Decentralized Peripherals) is used to operate sensors and actuators via a centralized controller in production technology. The many standard diagnostic options, in particular, are focused on here. Other areas of use include the connection of "distributed intelligence", i.e. the networking of multiple controllers to one another (similar to PROFIBUS FMS). Data rates up to 12 Mbit/s on twisted pair cables and/or fiber optics are possible.

PROFIBUS PA (Process Automation) is used to monitor measuring equipment via a process control system in process engineering. This PROFIBUS variant is ideal for explosion-hazardous areas (Ex-zone 0 and 1). Here, a weak current flows through bus lines in an intrinsically safe circuit so that explosive sparks are not created, even if a malfunction occurs. The disadvantage of this variant is the slower data transmission rate of 31.25 kbit/s.



Device Net

DeviceNet merupakan protocol komunikasi yang digunakan pada industri yang bekerja secara otomatis yang menghubungkan antara peralatan sensor, transmitter dan peralatan kontrol terhubung dalam jaringan komunikasi. Protokol ini menggunakan CAN atau ([Controller Area Network](#)) sebagai tulang punggung teknologi (backbone technology) dan mendefinisikan layer aplikasi untuk mengcover sejumlah peralatan yang dikendalikan. Aplikasi yang menggunakan protocol ini mencakup pertukaran informasi (information exchange), safety devices, dan jaringan control peralatan Input/Output yang besar.

DeviceNet awalnya dikembangkan oleh Perusahaan Amerika yaitu [Allen-Bradley](#) (sekarang berganti nama menjadi [Rockwell Automation](#)). It is layered on top of the CAN (Controller Area Network) protocol, developed by Bosch

- Defines the Media, Physical, Data-Link, and Application layers of the ISO/OSI 7-layer model
- Incorporates trunkline topology with separate buses for signal and power (Typical configuration: two twisted pairs and a single shield)
- Baudrates defined: 125 kbit/s, 250 kbit/s, and 500 kbit/s
- Trunk length is inversely proportional to the speed, i.e. 500, 250 and 100 meters respectively
- A not-so new flat cable was added to the specification to allow the use of the quick-fix connector
- Up to 64 nodes on a single logical network. (Node addresses range from 0 - 63)
- Supports master/slave as well as peer-to-peer communication, although majority of the devices work in the master/slave configuration
- Allows multiple masters on a single logical network
- Network cable can supply device power along same cable as communication cable (Generally smaller devices such as photo-eyes, limit switches, and proximity switches).
- Networked devices can be simultaneously controlled and configured
- Engineered to withstand noisy environments

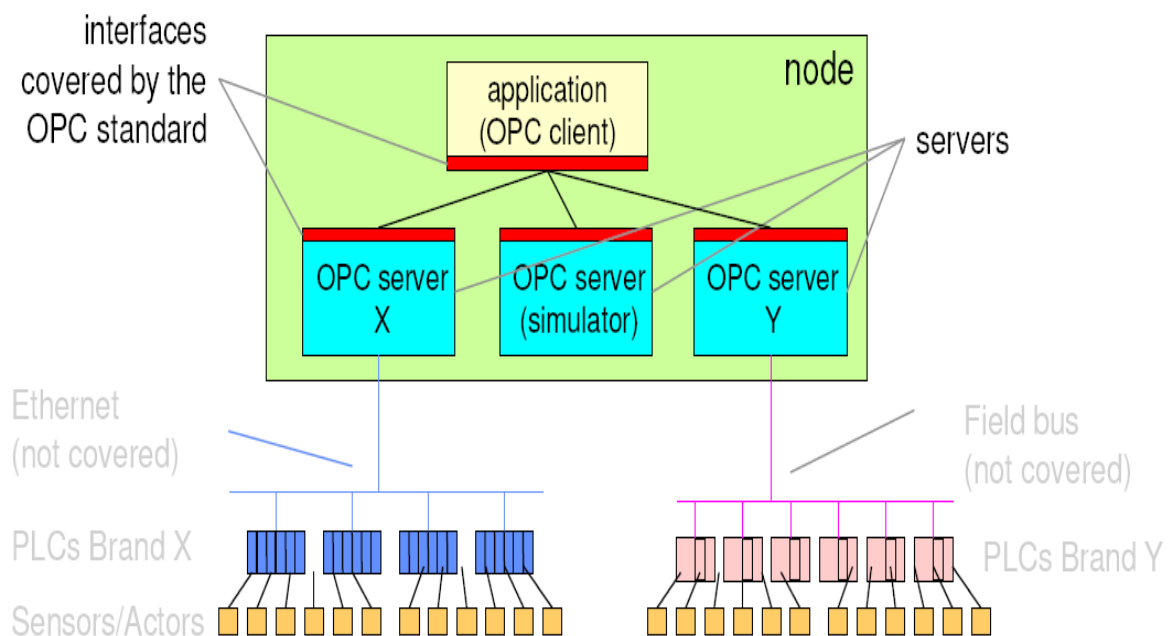
OPC (Open Control Protocol)

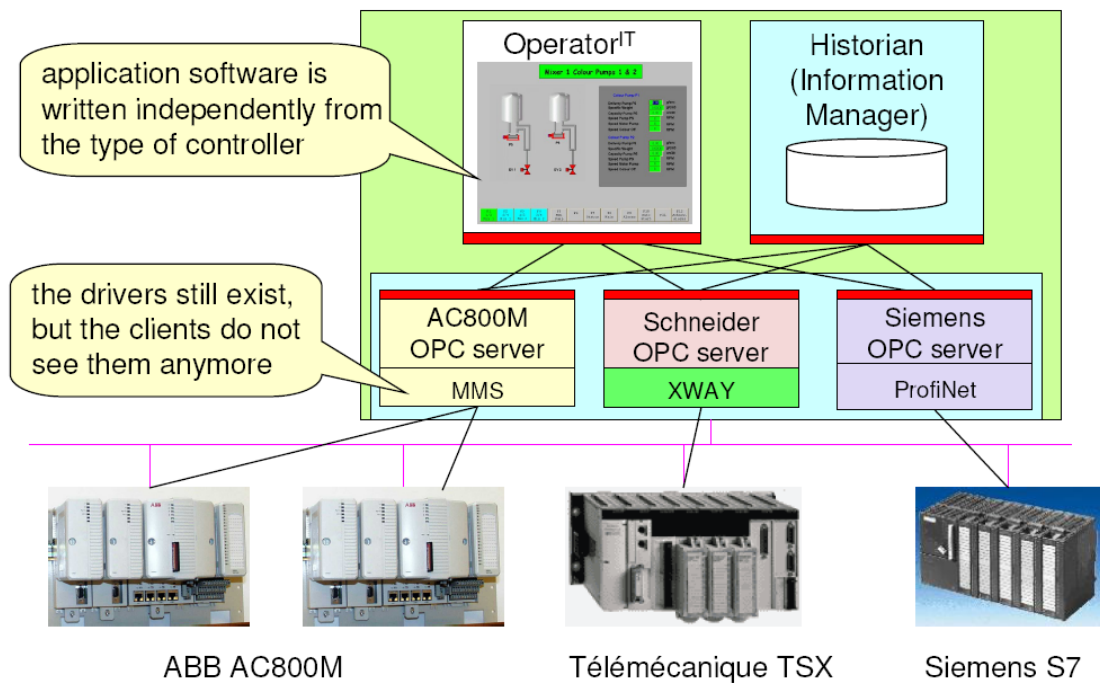
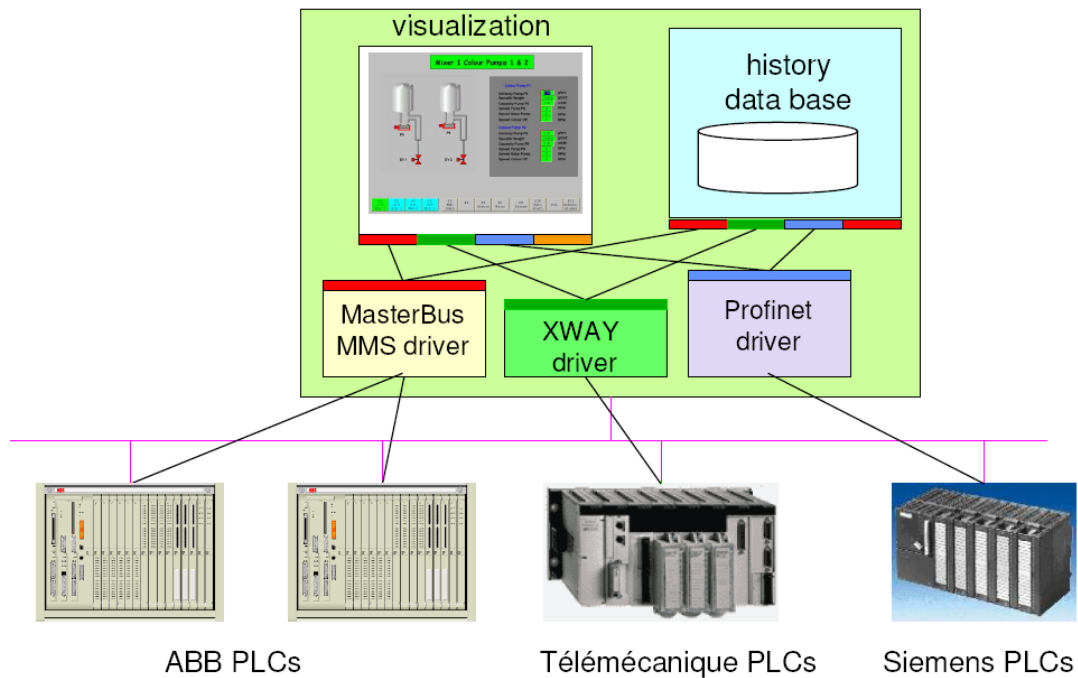
OPC yang awalnya merupakan kependekan dari OLE for Process Control dan sekarang ini lebih dikenal dengan istilah Open Process Control is merupakan sebuah standar industri yang dikembangkan oleh *OPC Foundation* yang menjelaskan tentang software antarmuka (interface) antara objek dan metode dalam mengumpulkan data yang diperoleh dari peralatan ukur di suatu fields dan selanjutnya dikirim ke server. Selanjutnya data-data proses produksi yang dikirim diolah oleh kontroler seperti PLC (programmable logic controllers), DCS dan sistem kendali lainnya.

Komponen Utama OPC

OPC sebagai suatu sistem terdiri dari beberapa komponen yang minimal terdiri dari tiga bagian yaitu:

- OPC-DA (Data-access)
- OPC-AE (Alarm and Events)
- OPC-HAD (Historical Data Access)





Highway Addressable Remote Transducer (HART)

HART merupakan kependekan dari “Highway addressable remote transducer” yaitu suatu standar komunikasi data yang banyak digunakan pada sistem kontrol terdistribusi. Sistem HART merupakan jembatan peralihan dari penggunaan komunikasi data secara analog menuju sistem komunikasi digital, sehingga kadang HART digolongkan dalam sistem analog dan terkadang juga dimasukkan dalam sistem komunikasi digital. Secara umum, sistem HART menggunakan pengawatan (wiring) dengan menggunakan standar arus dengan nilai 4-20mA. Super imposes the digital signal on the top of the analog one.

Fitur-fitur HART

- 35-40 data items Standard in every HART device
- Device Status & Diagnostic Alerts
- Process Variables & Units
- Loop Current & % Range
- Basic Configuration Parameters
- Manufacturer & Device Tag
- **Standard commands provide easy access**
- DDL not necessary (or desirable) to get this data
- **Increases control system integrity**
- Get early warning of device problems
- Use capability of multi-variable devices
- Automatically track and detect changes (mismatch) in Range or Engineering Units
- Validate PV and Loop Current values at control system against those from device

Keunggulan HART

HART sebagai sebuah sistem komunikasi data peralihan dari analog menuju digital mempunyai berbagai keunggulan yang diantaranya adalah Aman (Safe), Terjamin keandalannya (Secure), dan mempunyai tingkat ketersediaan yang tinggi (Available). Standar HART sudah diterima secara global oleh pabrikan yang bergelut dalam bidang instrumentasi dan kendali. Pengujian sistem komunikasi HART sudah

teruji dalam berbagai aplikasi di industri baik industri manufaktur, industri proses maupun industri minyak dan gas. Sistem HART juga didukung oleh banyak industry instrumentasi dan Kendali.

Menghemat Waktu dan Investasi

Install and commission devices in fraction of the time

Enhanced communications and diagnostics reduce maintenance & downtime

Low or no additional cost by many suppliers

Improves Plant Operation and Product Quality

Additional process variables and performance indicators

Continuous device status for early detection of warnings and errors

Digital capability ensures easy integration with plant networks

Protects Asset Investments

Compatible with existing instrumentation systems, equipment and people

Allows benefits to be achieved incrementally

No need to replace entire system

	OSI Layer	Function	HART
7	Application	Provides the User with Network Capable Applications	Provides the User with Network Capable Applications
6	Presentation	Converts Application Data Between Network and Local Machine Formats	
5	Session	Connection Management Services for Applications	
4	Transport	Provides Network Independent, Transparent Message Transfer	
3	Network	End to End Routing of Packets. Resolving Network Addresses	
2	Data Link	Establishes Data Packet Structure, Framing, Error Detection, Bus Arbitration	A Binary, Byte Oriented, Token Passing, Master / Slave Protocol.
1	Physical	Mechanical / Electrical Connection. Transmits Raw Bit Stream	Simultaneous Analog & Digital Signaling. Normal 4-20mA Copper Wiring

PENGAYAAN MATERI

Pelajari materi tentang topologi jaringan yang meliputi:

- Star Toplogy
- Bus Topology (Parallel Topology)
- Ring Topology
- Tree Topology
- Mixed Topology