

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Pengantar Sistem Kendali**

Sistem kendali adalah suatu sistem yang keluaran sistemnya dikendalikan pada suatu nilai tertentu atau untuk mengubah beberapa ketentuan yang telah ditetapkan oleh masukan ke sistem. Sebagai contoh adalah sebuah kendali suhu pada sistem pusat pemanasan di sebuah rumah, mempunyai masukan dari thermostat atau panel kendali yang telah ditentukan suhunya dan menghasilkan keluaran berupa suhu aktual. Suhu ini diatur dengan sistem kendali sehingga sesuai dengan nilai yang ditentukan oleh masukan pada sistem.

Sebuah model adalah sesuatu yang berfungsi untuk mengubah beberapa hubungan dari setting aktual menjadi bentuk lain dengan catatan peralihan hanya pada hubungan yang sesuai. Sebagai contoh adalah peta hanya menggunakan alih-hubungan termasuk jarak dan lokasi, bukan alih-hubungan polusi udara atau kebisingan sebuah negara.

Secara umum sistem kendali dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Dengan operator (manual) dan otomatis
- b. Jaringan tertutup (close loop) dan jaringan terbuka (open loop)

- c. Kontinu (analog) dan diskontinu (diskrit)
- d. Servo dan regulator
- e. Menurut sumber penggerak: elektris, pneumatis (udara, angin), hidrolis (cairan) dan mekanis.

## **1. Manual dan otomatis**

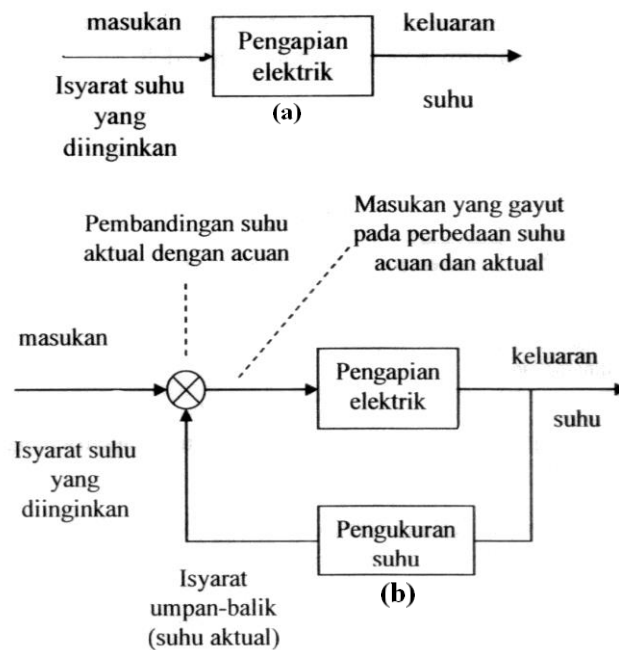
Pengontrolan secara manual adalah pengontrolan yang dilakukan oleh manusia yang bertindak sebagai operator, sedangkan pengontrolan secara otomatis adalah pengontrolan yang dilakukan oleh mesin-mesin/peralatan yang bekerja secara otomatis dan operasinya di bawah pengawasan manusia.

Pengontrolan secara manual banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari seperti pada penyetelan suara radio, televisi, pengaturan cahaya layar televisi, pengaturan aliran air melalui keran, pengaturan kecepatan kendaraan, dan lain-lain; sedangkan pengontrolan secara otomatis banyak ditemui dalam proses industri, pengendalian pesawat, pembangkit tenaga listrik dan lain-lain. Sebagai contoh adalah pengaturan aliran, temperature dan tekanan dengan menggunakan katup pengatur, pengontrolan suhu ruangan oleh thermostat, pengontrolan daya listrik oleh relay, circuit breaker (pemutus arus) dan lain-lain.

## **2. Jaringan terbuka dan tertutup**

Bentuk dasar sistem kendali dibagi menjadi dua bentuk yaitu sistem kendali kalang-terbuka dan sistem kendali kalang-tertutup. Pada sistem kalang-terbuka,

masukan sistem berbasis pengalaman untuk memberikan nilai keluaran yang diinginkan, dalam hal ini keluaran tidak dapat dimodifikasi untuk mengatasi perubahan kondisi. Sedangkan pada sistem kalang-tertutup sebuah isyarat dari keluaran diumpan-balikan ke masukan dan digunakan untuk mengubah masukan sehingga keluaran dipertahankan pada posisi ajeg dengan mengabaikan pada beberapa perubahan kondisi. Secara diagram kotak, perbedaan antara sistem kalang-terbuka dan sistem kalang-tertutup dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Sebuah contoh sistem kendali

(a) sistem kendali kalang-terbuka

(b) sistem kendali kalang-tertutup

(Sumber: Sri Ratna Sulistiyanti, FX. Arinto Setyawan. 2006)

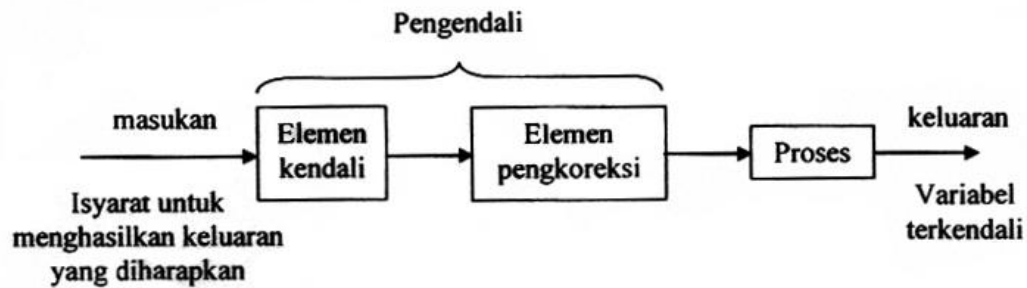
Sebuah sistem kalang-terbuka terdiri dari sejumlah subsistem dasar yang disusun seperti pada gambar 2, subsistem-subsistem tersebut adalah:

1. elemen kendali, elemen ini menentukan aksi yang akan dilakukan sebagai masukan sistem kendali
2. elemen pengoreksi, elemen ini menanggapi masukan dari elemen kendali dan mulai aksi untuk mengubah peubah yang dikendalikan untuk nilai acuan
3. proses, proses atau plant adalah sistem suatu variabel dikendalikan

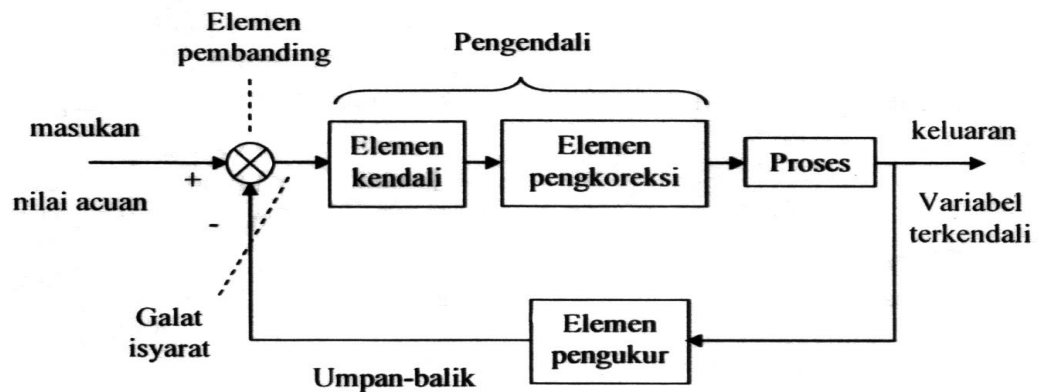
Sebuah sistem kalang-tertutup terdiri dari sejumlah subsistem dasar yang disusun seperti pada gambar 3, subsistem-subsistem tersebut adalah:

1. elemen pembanding, elemen ini membandingkan nilai variabel acuan yang dikendalikan dengan nilai yang dicapai dan menghasilkan sebuah galat isyarat yang mengindikasikan besar selisih antara nilai yang dicapai dengan nilai acuan
2. elemen kendali adalah elemen yang menentukan aksi yang harus dilakukan untuk mengatasi galat yang terjadi
3. elemen koreksi, elemen ini berfungsi untuk menghasilkan sebuah perubahan di dalam proses untuk menghilangkan galat dan sering pula disebut sebagai aktuator
4. elemen proses, proses atau plant adalah sistem dengan suatu peubah dikendalikan
5. elemen pengukuran, elemen ini menghasilkan sebuah isyarat yang berhubungan dengan kondisi peubah yang dikendalikan dan

memberikan isyarat umpan-balik ke elemen pembanding untuk menentukan aksi jika terjadi sebuah galat.



Gambar 2. Subsistem pada sebuah sistem kendali kalang-terbuka  
(Sumber: Sri Ratna Sulistiyanti FX. Arinto Setyawan. 2006)



Gambar 3. Subsistem pada sebuah sistem kendali kalang-tertutup  
(Sumber: Sri Ratna Sulistiyanti, FX. Arinto Setyawan. 2006)

### 3. Kontinu dan Diskontinu

#### a. Kontinu (analog)

Pengontrolan jenis ini dapat dibagi:

1. Kesebandingan (proporsional), P (control): dimana keluaran sebanding dengan penyimpangan (deviasi). Contohnya adalah pengontrolan uap melalui katup, transmitter tekanan.

2. Integral (I): Keluaran selalu berubah selama terjadi deviasi dan kecepatan perubahan keluaran tersebut sebanding dengan penyimpangan. Misalnya level cairan di dalam tangki, sistem tekanan gas. Karena keluaran yang selalu berubah ini, tipe ini disebut juga “proportional speed floating control”
3. Derivatif (D): Pengendali bentuk derivative mempunyai keluaran yang sebanding dengan galat  $e$  terhadap waktu
4. Kombinasi P, I, D.

Pengontrolan tipe integral dan derivatif jarang dipakai secara tersendiri, tetapi digabungkan dengan jenis proporsional untuk menghilangkan keragu-raguan jika jenis proporsional ini memerlukan karakteristik yang stabil. Dengan penggabungan akan diperoleh suatu sistem kontrol yang lebih stabil sehingga sensitivitas atau kecepatan responnya akan menjadi lebih besar.

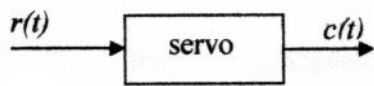
#### b. Digital (diskrit)

Pengontrolan ini dilakukan oleh komponen-komponen diskrit dan dapat dibagi atas:

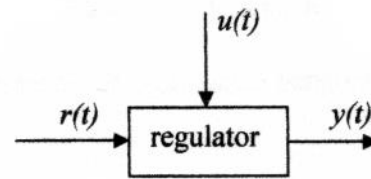
1. pengontrolan dengan dua posisi (bang-bang control), misalnya rele, thermostat, level, saklar ON-OFF. Jenis ini bersifat isolasi
2. posisi ganda, misalnya saklar pemilih (selector switch). Keuntungannya cenderung mengurangi isolasi

#### 4. Servo dan regulator

Servo merupakan sistem kendali yang berumpan balik dengan keluaran berupa posisi, kecepatan atau percepatan. Regulator merupakan bentuk lain dari servo. Perbedaan utama adalah bahwa pada regulator diberikan sinyal tambahan sehingga akan menghasilkan output yang berbeda dengan servo. Istilah regulator diperoleh dari pemakaiannya mula-mula, yaitu sebagai pengontrol kecepatan dan tegangan. Blok diagram (gambar 4 dan 5) berikut ini menunjukkan perbedaan antara servo dan regulator.



Gambar 4. Servo



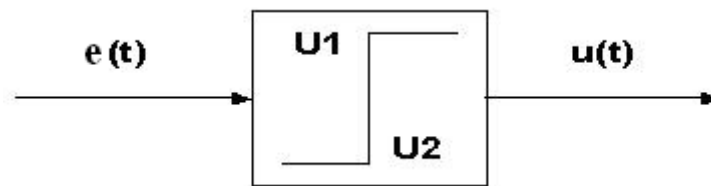
Gambar 5. Regulator

Secara garis besar, sistem kendali jika ditinjau dari ketelitian dan kestabilan sistem dapat dibagi atas dua bagian, yaitu :

1. Sistem kendali dengan menggunakan PID controller
2. Sistem kendali on-off

### Sistem Kendali On-off

Pada sistem kontrol ON-OFF, elemen pembangkit hanya memiliki dua posisi, yaitu ON dan OFF. Kontrol ON-OFF memiliki karakteristik sinyal keluaran dari kontroler  $u(t)$  tetap pada salah satu nilai maksimum atau minimum tergantung pada sinyal pembangkit kesalahan positif atau negatif. Diagram blok Sistem Kendali ON-OFF yang memiliki masukan  $e(t)$  dan keluaran  $u(t)$ , ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 6. Diagram Blok Sistem Kendali ON-OFF

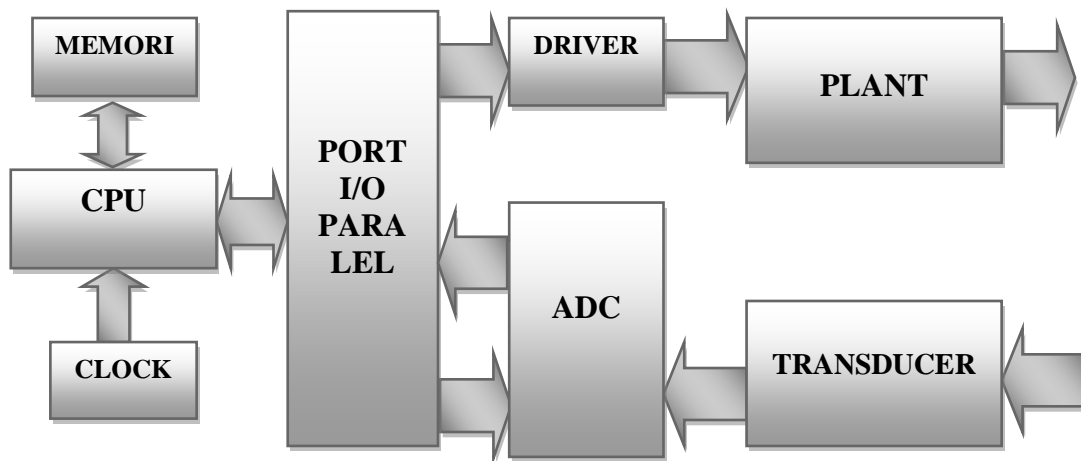
Aksi kontrol ON-OFF ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$u(t) = \begin{cases} U1, & e(t) > 0 \\ U2, & e(t) < 0 \end{cases}$$

Persamaan diatas memiliki nilai  $U1$  dan  $U2$  yang konstan. Nilai minimum  $U2$  dapat sebesar nol atau  $-U1$ . Pada sistem kontrol tertutup (close loop), sinyal  $e(t)$  merupakan sinyal kesalahan aktuasi (error) sebesar selisih antara sinyal input dengan sinyal umpan balik.



Mikroprosesor dapat digunakan sebagai pengendali sistem kendali on-off. Secara umum sistem kendali on-off berbasis mikroprosesor dapat digambarkan seperti blok sebagai berikut.



Gambar 7. Blok diagram kendali on-off berbasis mikroprosesor  
(Sumber: William Stallings. 1996)

Transduser digunakan untuk mengkonversi besaran tertentu menjadi tegangan yang umumnya berupa sinyal analog. Agar sinyal analog yang dihasilkan transduser ini dapat terbaca oleh mikroprosesor, maka ia harus diubah dahulu menjadi sinyal digital. Rangkaian elektronika yang dapat mengkonversi sinyal analog menjadi sinyal digital adalah ADC. Data yang telah dikonversi oleh ADC akan diolah lebih lanjut oleh mikroprosesor untuk meng"on"kan atau meng"off"kan plant kita. Adapun fungsi driver pada sistem kendali berbasis mikroprosesor adalah sebagai penguat untuk meng"on"kan atau meng"off"kan sistem yang umumnya mempunyai tegangan dan catu daya yang besar sehingga dapat dikendalikan oleh mikroprosesor yang mempunyai tegangan keluaran yang kecil (5V).

## **B. Arsitektur Sistem Komputer**

Komputer adalah sebuah entitas yang berinteraksi dengan cara tertentu dengan dunia (lingkungan luar). Secara umum seluruh kaitan (linkage)-nya dengan dunia luar dapat diklasifikasikan sebagai perangkat peripheral atau saluran komunikasi.

Terdapat 4 (empat) struktur utama komputer:

1. Central Processing Unit (CPU): Mengontrol operasi komputer dan membentuk fungsi-fungsi pengolahan datanya.
2. Memori utama: Menyimpan data
3. I/O: Memindahkan data antara komputer dengan lingkungan luarnya
4. System Interconnection: Beberapa mekanisme komunikasi antara CPU, memori utama, dan I/O

Adapun komponen-komponen struktur utama dari CPU:

1. Control Unit: Mengontrol operasi CPU dan pada gilirannya mengontrol komputer
2. Arithmetic and Logic Unit (ALU): Membentuk fungsi-fungsi pengolahan data komputer
3. Register: Sebagai penyimpan internal bagi CPU
4. CPU Interconnection: Sejumlah mekanisme komunikasi antara control unit, ALU, dan register-register

## 1. Struktur Interkoneksi

Sebuah komputer terdiri dari sekumpulan komponen-komponen atau modul-modul tiga jenis dasar (CPU, memori, dan I/O) yang saling berkomunikasi satu dengan yang lainnya. Akibatnya, sebuah komputer merupakan suatu jaringan dari modul-modul dasar. Dengan demikian, harus terdapat lintasan untuk menghubungkan berbagai modul tersebut. Kumpulan lintasan yang menghubungkan berbagai modul disebut struktur interkoneksi. Rancangan struktur ini akan tergantung pada pertukaran data yang harus dibuat antara modul-modul. Gambar 8 menjelaskan jenis pertukaran yang diperlukan dengan mengindikasikan bentuk-bentuk utama input dan output bagi masing-masing jenis modul:

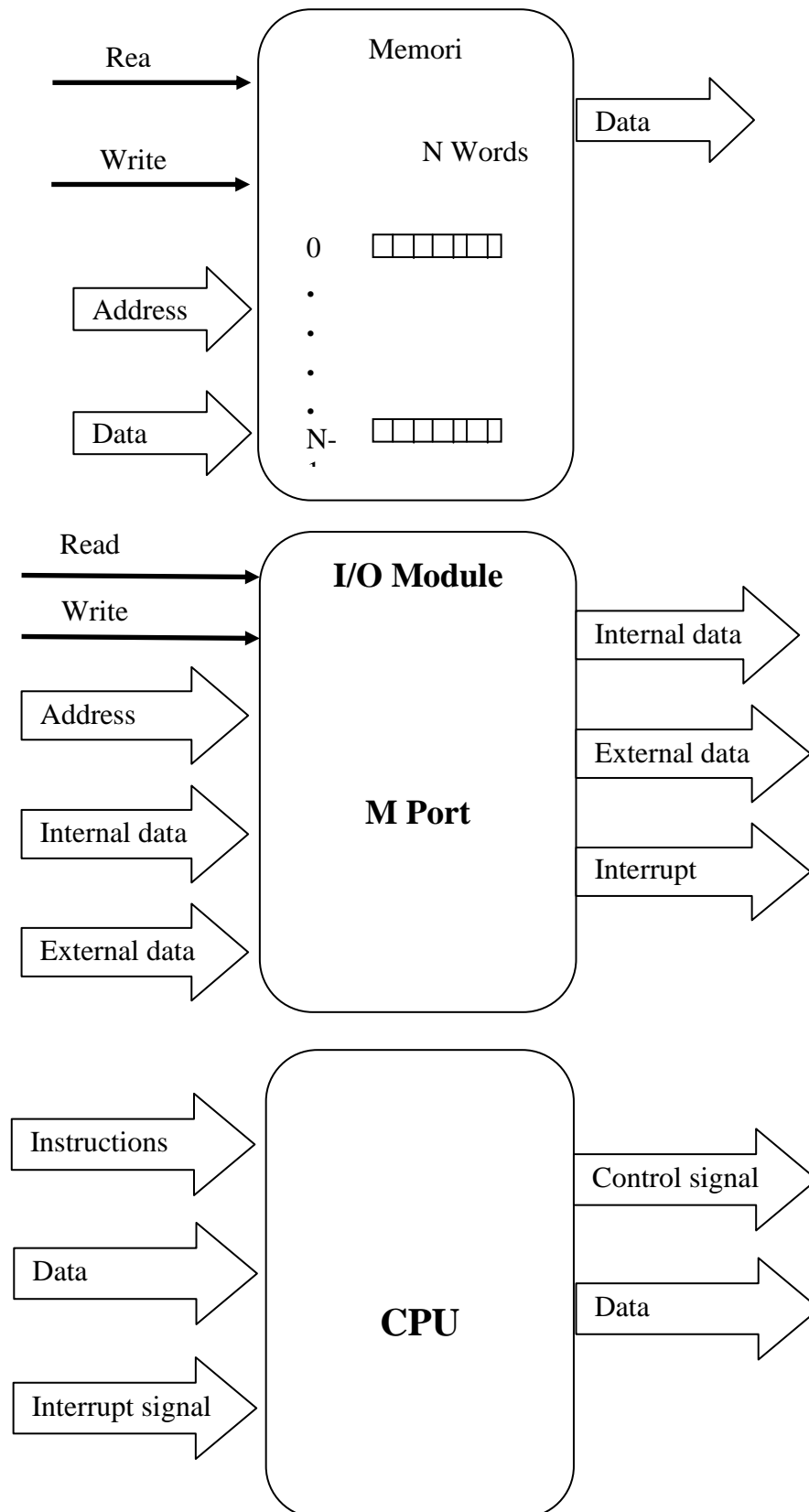
- Memori: Umumnya modul memori terdiri dari  $N$  word yang memiliki panjang yang sama. Masing-masing word diberi alamat numerik yang unik ( $0, 1, \dots, N - 1$ ). Sebuah word data dapat dibaca dari memori atau ditulis ke memori. Sifat operasinya ditandai dengan sinyal-sinyal kontrol Read dan Write. Lokasi bagi operasi dispesifikasikan oleh sebuah alamat.
- Modul I/O: Berdasarkan pandangan internal (sistem komputer), I/O berfungsi sama dengan memori. Terdapat dua buah operasi, baca dan tulis. Selain itu modul-modul I/O dapat mengontrol lebih dari satu perangkat eksternal. Kita dapat mengaitkan setiap interface ke perangkat eksternal sebagai sebuah port dan memberikan alamat yang unik (misalnya,  $0, 1, \dots, M-1$ ) ke masing-masing port tersebut. Disamping itu terdapat pula lintasan-lintasan data eksternal bagi input dan output data dengan suatu

perangkat eksternal. Terakhir, modul I/O dapat mengirimkan sinyal-sinyal ke interrupt ke CPU.

- CPU: CPU membaca instruksi dan data, menulis data setelah diolah, dan menggunakan sinyal-sinyal kontrol untuk mengontrol operasi sistem secara keseluruhan. CPU juga menerima sinyal-sinyal interrupt.

Data di atas mendefinisikan data yang akan dipertukarkan. Struktur interkoneksi harus mendukung jenis perpindahan berikut:

- Memori ke CPU: CPU membaca sebuah instruksi atau satuan data dari memori
- CPU ke memori: CPU menuliskan sebuah satuan data ke memori
- I/O ke CPU: CPU membaca data dari perangkat I/O melalui sebuah modul I/O
- CPU ke I/O: CPU mengirimkan data ke perangkat I/O
- I/O ke Memori atau dari Memori: Bagi kedua kasus ini, sebuah modul I/O diizinkan untuk saling bertukar data secara langsung dengan memori, yaitu tanpa melalui CPU dengan menggunakan direct memory access (DMA)



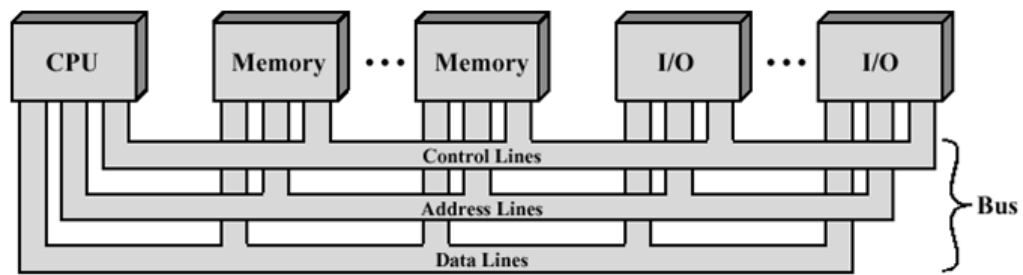
Gambar 8. Modul-modul komputer  
(Sumber: Albert Paul Malvino.1996)

## 2. Interkoneksi Bus

Bus merupakan lintasan komunikasi yang menghubungkan dua atau lebih perangkat. Karakteristik penting sebuah bus adalah bahwa bus merupakan media transmisi yang dapat digunakan bersama. Sejumlah perangkat yang terhubung ke bus, dan suatu signal yang ditransmisikan oleh salah satu perangkat ini dapat diterima oleh salah satu perangkat yang terhubung ke bus. Bila dua buah perangkat melakukan transmisi dalam waktu yang bersamaan, maka sinyal-sinyalnya akan bertumpang tindih dan menjadi rusak. Dengan demikian, hanya sebuah perangkat saja yang akan berhasil melakukan transmisi pada waktu tertentu.

Umumnya sebuah bus terdiri dari sejumlah lintasan komunikasi atau saluran. Masing-masing saluran dapat menstransmisikan signal yang menunjukkan biner 1 dan 0. Serangkaian digit biner dapat ditransmisikan melalui saluran tunggal. Dengan mengumpulkannya, beberapa saluran dari sebuah bus dapat digunakan menstransmisikan digit biner secara bersamaan (paralel). Misalnya sebuah satuan data 8-bit dapat ditransmisikan melalui bus delapan saluran.

Sistem komputer terdiri dari sejumlah bus yang berlainan yang menyediakan jalan antara dua buah komponen pada bermacam-macam tingkatan hierarki sistem komputer. Sebuah bus yang menghubungkan komponen-komponen utama komputer (CPU, memori, I/O) disebut bus sistem. Struktur interkoneksi komputer yang umum ditemukan didasarkan pada penggunaan satu bus sistem atau lebih.



Gambar 9. Pola interkoneksi bus  
(Sumber: Albert Paul Malvino.1996)

### 3. Struktur Bus

Biasanya sebuah bus sistem terdiri dari 50 hingga 100 saluran yang terpisah. Masing-masing saluran ditandai dengan arti dan fungsi khusus. Walaupun terdapat sejumlah rancangan bus yang berlainan, fungsi saluran bus dapat diklasifikasikan menjadi tiga (3) kelompok ( Gambar 9): data, alamat, dan saluran kontrol. Selain itu mungkin terdapat saluran distribusi daya yang memberikan kebutuhan daya bagi modul yang terhubung.

Saluran data memberikan lintasan bagi perpindahan data antara dua modul sistem. Saluran-saluran ini secara kolektif disebut bus data. Umumnya bus data terdiri dari 8, 16, 32 saluran, jumlah saluran dikaitkan dengan lebar bus data. Karena pada saat tertentu masing-masing saluran hanya dapat membawa 1 bit, maka jumlah saluran menentukan jumlah bit yang dapat dipindahkan pada suatu saat. Lebar bus data merupakan faktor penting dalam menentukan kinerja sistem secara keseluruhan. Misalnya, bila bus data lebarnya 8 bit, dan setiap instruksinya panjangnya 16 bit, maka CPU harus dua kali mengakses modul memori dalam setiap siklus instruksinya.

Saluran alamat digunakan untuk menandakan sumber atau tujuan data pada bus data. Misalnya CPU akan membaca sebuah word (8, 16, 32 bit) data dari memori, maka CPU akan menaruh alamat word yang dimaksudkan pada saluran alamat. Jelas, lebar bus alamat menentukan kapasitas memori maksimum sistem. Selain itu, umumnya saluran alamat juga dipakai untuk mengamati port-port I/O. Biasanya bit-bit berorde lebih tinggi dipakai untuk memilih lokasi memori atau port I/O pada modul. Misalnya pada bus 8-bit, alamat 01111111 dan di bawahnya dapat mereferensi lokasi-lokasi di dalam modul memori (modul 0) dengan 128 word memori, dan alamat 10000000 dan di atasnya berkaitan dengan perangkat-perangkat yang terhubung dengan sebuah modul I/O (modul 1).

Saluran kontrol digunakan untuk mengontrol akses ke saluran alamat dan penggunaan data dan saluran alamat. Karena data dan saluran alamat dipakai bersama oleh seluruh komponen, maka harus ada alat untuk mengontrol penggunaannya. Sinyal-sinyal kontrol melakukan transmisi baik perintah maupun informasi pewaktuan di antara modul-modul sistem. Sinyal-sinyal perintah menspesifikasikan operasi-operasi yang akan dibentuk. Umumnya saluran kontrol meliputi:

- Memory Write: Menyebabkan data pada bus akan dituliskan ke dalam lokasi alamat
- Memory Read: Menyebabkan data dari lokasi alamat ditempatkan pada bus
- I/O Write: Menyebabkan data pada bus di-output-kan ke port I/O yang beralamat



- I/O Read: Menyebabkan data dari port I/O yang beralamat ditempatkan pada bus
- Transfer ACK: Menunjukkan bahwa data telah diterima dari bus atau telah ditempatkan pada bus
- Bus request: menunjukkan bahwa modul memerlukan control bus
- Bus Grant: menunjukkan bahwa modul yang melakukan request telah diberi hak mengontrol bus
- Interrupt Request: menandakan bahwa sebuah interrupt ditangguhkan
- Interrupt ACK: memberitahukan bahwa interrupt yang ditangguhkan telah diketahui
- Clock: Digunakan untuk mensinkronkan operasi-operasi
- Reset: menginisialisasi seluruh modul

#### **4. Bus ISA**

Bus ISA (Industry Standard Architecture) adalah sebuah arsitektur bus dengan bus data selebar 8-bit yang diperkenalkan dalam IBM PC 5150 pada tanggal 12 Agustus 1981. Bus ISA diperbaharui dengan menambahkan bus data selebar menjadi 16-bit pada IBM PC/AT pada tahun 1984, sehingga jenis bus ISA yang beredar pun terbagi menjadi dua bagian, yakni ISA 16-bit dan ISA 8-bit. ISA merupakan bus dasar dan paling umum digunakan dalam komputer IBM PC hingga tahun 1995, sebelum akhirnya digantikan oleh bus PCI yang diluncurkan pada tahun 1992.

### **ISA 8-bit**

Bus ISA 8-bit merupakan varian dari bus ISA, dengan bus data selebar 8-bit, yang digunakan dalam IBM PC 5150 (model PC awal). Bus ini telah ditinggalkan pada sistem-sistem modern ke atas tapi sistem-sistem Intel 286/386 masih memilikinya. Kecepatan bus ini adalah 4.77 MHz (sama seperti halnya prosesor Intel 8088 dalam IBM PC), sebelum ditingkatkan menjadi 8.33 MHz pada IBM PC/AT. Karena memiliki bandwidth 8-bit, maka transfer rate maksimum yang dimilikinya hanyalah 4.77 Mbyte/detik atau 8.33 Mbyte/detik. Meskipun memiliki transfer rate yang lambat, bus ini termasuk mencukupi kebutuhan saat itu, karena bus-bus I/O semacam serial port, parallel port, kontrolir floppy disk, kontrolir keyboard dan lainnya sangat lambat. Slot ini memiliki 62 konektor.

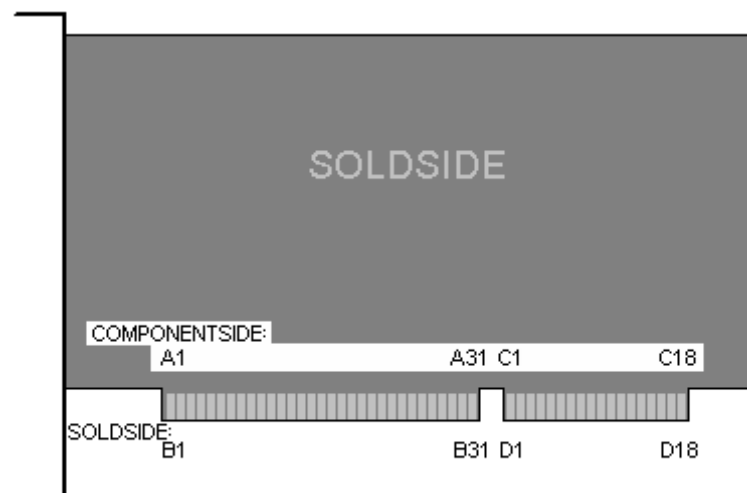
Meski desainnya sederhana, IBM tidak langsung mempublikasikan spesifikasinya saat diluncurkan tahun 1981, tetapi harus menunggu hingga tahun 1987, sehingga para manufaktur perangkat pendukung agak kerepotan membuat perangkat berbasis ISA 8-bit.

### **ISA 16-bit**

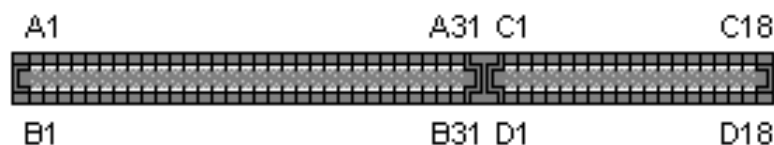
Bus ISA 16-bit adalah sebuah bus ISA yang memiliki bandwidth 16-bit, sehingga mengizinkan transfer rate dua kali lebih cepat dibandingkan dengan ISA 8-bit pada kecepatan yang sama. Bus ini diperkenalkan pada tahun 1984, ketika IBM merilis IBM PC/AT dengan mikroprosesor Intel 80286 di dalamnya. Mengapa IBM meningkatkan ISA menjadi 16 bit adalah karena Intel 80286 memiliki bus data yang memiliki lebar 16-bit, sehingga komunikasi antara prosesor, memori,

dan motherboard harus dilakukan dalam ordinal 16-bit. Meski prosesor ini dapat diinstalasikan di atas motherboard yang memiliki bus I/O dengan bandwidth 8-bit, hal ini dapat menyebabkan terjadinya *bottleneck* pada bus sistem yang bersangkutan.

Daripada membuat bus I/O yang baru, IBM ternyata hanya merombak sedikit saja dari desain ISA 8-bit yang lama, yakni dengan menambahkan konektor ekstensi 16-bit (yang menambahkan 36 konektor, sehingga menjadi 98 konektor), yang pertama kali diluncurkan pada Agustus tahun 1984, tahun yang sama saat IBM PC/AT diluncurkan. Ini juga menjadi sebab mengapa ISA 16-bit disebut sebagai AT-bus. Hal ini memang membuat interferensi dengan beberapa kartu ISA 8-bit, sehingga IBM pun meninggalkan desain ini, ke sebuah desain dimana dua slot tersebut digabung menjadi satu slot.



Gambar 10. Konfigurasi pin male kartu komputer  
(Sumber: <http://www.hardwarebook.info/ISA>)



Gambar 11. Konfigurasi pin female slot ISA 16-bit  
(Sumber: <http://www.hardwarebook.info/ISA>)

## PCI

PCI (kepanjangan dari bahasa Inggris: Peripheral Component Interconnect) adalah bus yang didesain untuk menangani beberapa perangkat keras. Standar bus PCI ini dikembangkan oleh konsorsium PCI Special Interest Group yang dibentuk oleh Intel Corporation dan beberapa perusahaan lainnya, pada tahun 1992. Tujuan dibentuknya bus ini adalah untuk menggantikan Bus ISA/EISA yang sebelumnya digunakan dalam komputer IBM PC atau kompatibelnya.

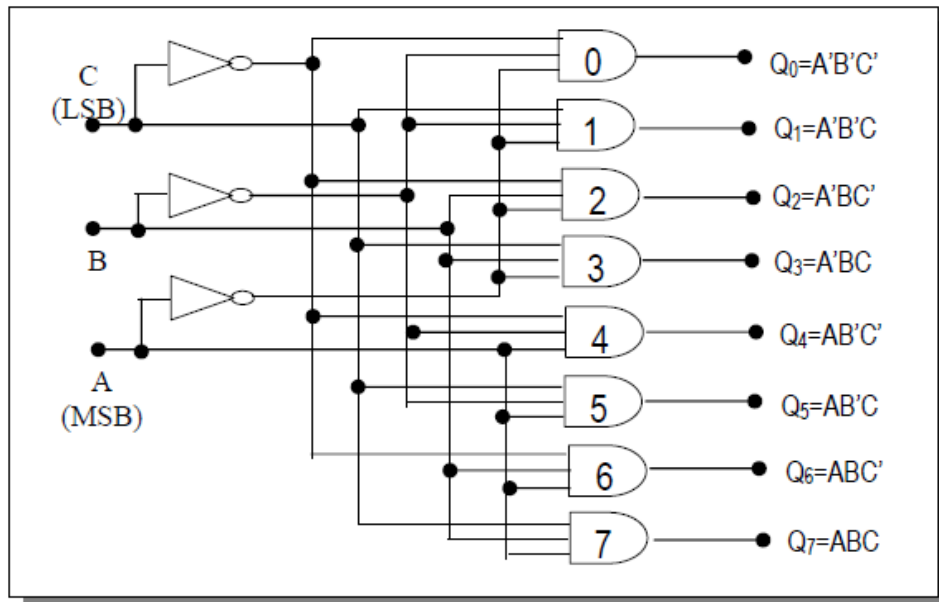
Komputer lama menggunakan slot ISA, yang merupakan bus yang lamban. Sejak kemunculannya sekitar tahun 1992, bus PCI masih digunakan sampai sekarang, hingga keluar versi terbarunya yaitu PCI Express (add-on).

### C. IC Decoder

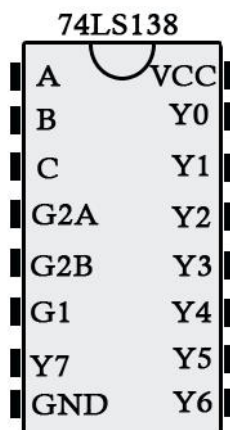
Sebuah *Decoder* adalah rangkaian logika yang menerima input-input biner dan mengaktifkan salah satu output-nya sesuai dengan urutan biner input-nya. Blok Diagram dari rangkaian *Decoder* diberikan pada gambar di bawah:



Berdasarkan output dari Tabel Kebenaran di atas, dibuat rangkaian *decoder* yang merupakan aplikasi dari gerbang AND, seperti ditunjukkan pada gambar di bawah.



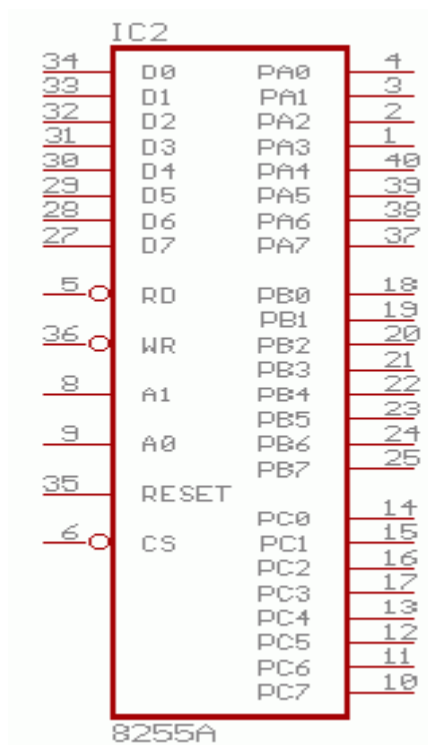
Gambar 13. Rangkaian *Decoder* 3x8  
(Sumber: <http://labdasar.ee.itb.ac.id>)



Gambar 14. Bentuk fisik 74LS138

#### D. PPI 8255 (Programmable Peripheral Interface)

PPI 8255 adalah IC yang dirancang untuk membuat port masukan dan keluaran paralel, IC ini mempunyai 24 bit I/O yang terorganisir menjadi 3 port 8 bit ( 24 jalur ) dengan nama Port A, Port B, dan Port C.



Gambar 15. Pin IC PPI 8255  
(Sumber: [http://opi.110mb.com/opihomepage/ppi\\_8255.htm](http://opi.110mb.com/opihomepage/ppi_8255.htm))

Konfigurasi dari 24 jalur I/O ini bisa digunakan untuk masukan, keluaran, ataupun bidirectional ( dua arah ). Pada I/O yang dikontrol secara software akan lebih mudah bila dibandingkan dengan pengontrolan secara hardware.

## 1. Deskripsi fungsi 8255

### a. Data bus buffer

Buffer bidirectional three state ini digunakan untuk antar muka 8255 ke sistem bus data, data dikirim dan diterima oleh buffer berdasarkan eksekusi input atau output dari CPU. Kata kontrol dan status informasi juga dikirimkan melalui buffer data bus.

### b. Read/Write dan kontrol logik.

Fungsi dari blok ini adalah untuk mengatur semua pengiriman baik internal maupun eksternal dari data dan kata kontrol. Blok ini menerima input dari alamat CPU dan bus kontrol dan selanjutnya blok ini mengirimkan perintah ke kedua group kontrol.

### c. Chip Select

Chip Select, logika low pada pin input ini maka komunikasi antara 8255 dan CPU akan enable.

### d. Read

Read, logika low pada pin input ini maka 8255 akan mengirimkan data atau status informasi ke CPU pada bus data.

### e. Write

Logika low pada pin input ini maka CPU dapat menulis data atau kata kontrol ke 8255



f. A0 dan A1

Port select 0 dan port select 1, sinyal input ini berhubungan dengan input RD dan WR, mengontrol pemilihan satu dari tiga port atau register kontrol pin tersebut umumnya dihubungkan ke least significant bus dari bus address (A0 dan A1)

g. Reset

Logika high pada pin input ini akan menyebabkan reset pada register kontrol dan semua port (A,B,C) akan berfungsi dalam mode input.

h. Port A,B dan C

8255 terdiri dari tiga buah port 8 bit (A,B dan C). semuanya dapat dikonfigurasi dalam berbagai variasi fungsi bergantung pada sistem software yang diberikan.

Port A (PA0-PA7). 8 bit data Output latch buffer dan 8 bit data input latch.

Port B (PB0-PB7). 8 bit data Output latch buffer dan 8 bit data input latch.

Port C (PC0-PC7). 8 bit data Output latch buffer dan 8 bit data input latch.

Tiap 4 bit port terdiri dari 4 bit latch dan dapat digunakan untuk sinyal output kontrol dan sinyal input status.

Tabel 2. Operasi dasar PPI 8255

<b>A1</b>	<b>A0</b>	<b>RD</b>	<b>WR</b>	<b>CS</b>	<b>Operasi Read/Write</b>
0	0	0	1	0	Port A --> Data Bus
0	1	0	1	0	Port B --> Data Bus
1	0	0	1	0	Port C --> Data Bus
0	0	1	0	0	Data Bus --> Port A
0	1	1	0	0	Data Bus --> Port B
1	1	1	0	0	Data Bus --> Port C
x	x	x	x	1	Data Bus --> Three State
1	1	0	1	0	Illegal Condition
x	x	1	1	0	Data Bus --> Three State

## 2. Group Control

Group control dibagi menjadi 2 group, yaitu group A dan group B. Group tersebut menerima Read/Write Control.

Group Control A digunakan :

- a. Mengatur port A yang bias disetting sebagai input/output latch buffer
- b. Mengatur 4 upper bit (C4..C7), port C sebagai input buffer atau output latch/buffer jika bekerja pada mode 0.
- c. Mengatur 4 upper bit (C4..C7), port C sebagai control group A jika bekerja pada mode 1 atau 2.

Group Control B digunakan :

- a. Mengatur port B yang bisa disetting sebagai input/output latch buffer
- b. Mengatur 4 lower bit (C0..C3), port C sebagai input buffer atau output latch/ buffer jika bekerja pada mode 0
- c. Mengatur 4 lower bit (C0..C3), port C sebagai control group B jika bekerja pada mode 1 atau 2

### 3. Mode/Protokol komunikasi

Transfer data pada PPI 8255 dibagai menjadi 3 protokol komunikasi:

#### 1. Mode 0 (Simple protocol)/Basic input-output

Transfer data yang tidak memerlukan sinyal khusus yang menandakan apakah telah terjadi transfer data atau belum. Semua Port I/O dipakai sebagai Input dan Output. Tidak diperlukan sinyal “ Handshake “. Data langsung ditulis atau dibaca dari port yang bersangkutan.

Fungsi dasar dari 8255 mode 0 adalah :

- Dua Port-8 bit (Port A & B) serta 2 Port - 4 bit (Port c).
- Setiap Port dapat dipakai sebagai input atau output.
- Output di-latch (ditahan); input tidak di-latch (ditahan).
- Menyediakan 16 kombinasi konfigurasi input/output pada mode ini.

#### 2. Mode 1 (Single handshaking protocol)/Strobed input-output

Metode pentransferan data parallel dimana data tidak siap setiap saat. Untuk memberikan tanda dari/ke mikroprosesor, maka PPI akan memberi sinyal “strobe” yang menyatakan data telah siap dikirim/diterima. Sebagai penyalur data I/O dari

atau ke port yang dimaksud yang berhubungan dengan sinyal strobe (sinyal kontrol) memakai aturan “Handshake”. Port A dan Port B dipakai untuk jalur transfer data. Port C untuk menghasilkan atau menerima sinyal “Handshake” tersebut.

Definisi fungsional dari mode 1 adalah :

- 2 kelompok sinyal kontrol dengan Handshake.
- Tiap kelompok terdiri dari satu buah port data 8 bit (port A atau B) dan satu buah port kontrol/data 4 bit.
- Port data-8 bit dapat digunakan sebagai input ataupun output. Keduanya dapat di- latch.
- 4 Port lainnya (4 bit) dipakai untuk port kontrol/status dari port data 8 bit.

1 bit lagi dipakai untuk port data input/output. Transfer data semacam ini bisa kita lihat pada printer. Cara kerjanya sebagai berikut:

Mikroprosesor mengeluarkan sinyal strobe ke printer seolah-olah memberitahukan ini ‘ada data untukmu, terimalah’. Jika printer telah menerima data maka printer memberikan sinyal acknowledge ke mikroprosesor, seolah-olah memberitahukan ‘data sudah saya terima’.

### 3. Mode 2 (Double handshaking protocol)/Bi-directional bus

Metode pentransferan data parallel yang menggunakan data handshaking, dimana mikroprosesor dan PPI akan saling berkomunikasi dengan memberi sinyal yang menyatakan bahwa data telah siap dikirim dan data telah diterima. Mode ini setiap data port membutuhkan 5 sinyal kontrol sehingga hanya kontrol grup A

yang terdapat pada mode ini. Fungsinya mirip dengan mode 1, hanya arah datanya Bidirectional (Dua arah).

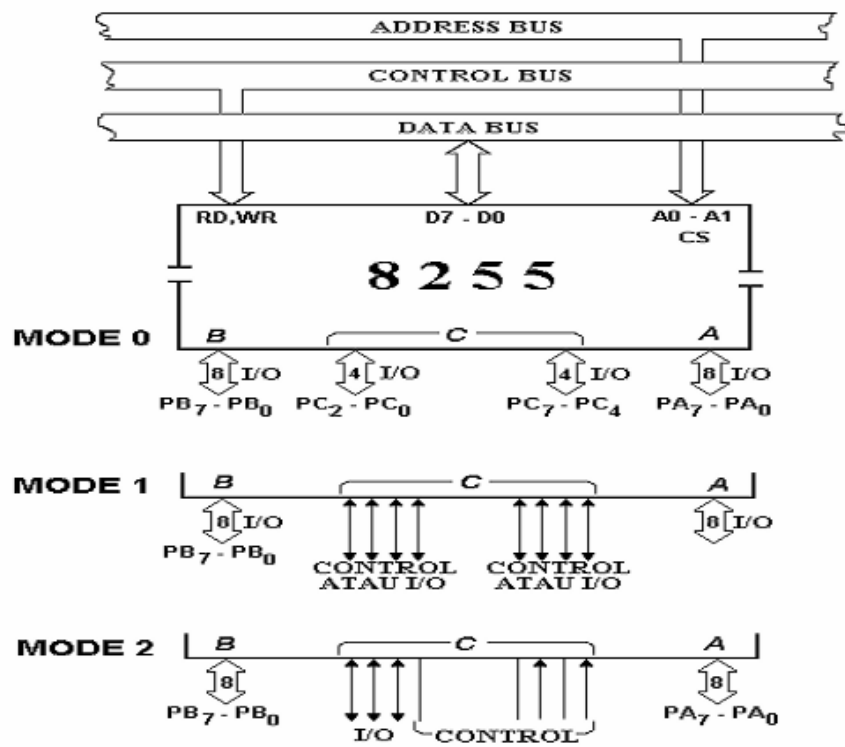
Fungsi dasar dari mode 2 :

- Digunakan hanya dalam grup A.
- Sebuah port bus 8 bit Bidirectional (port A) dan 5 bit port kontrol (port c).
- Data input dan output di-latch.

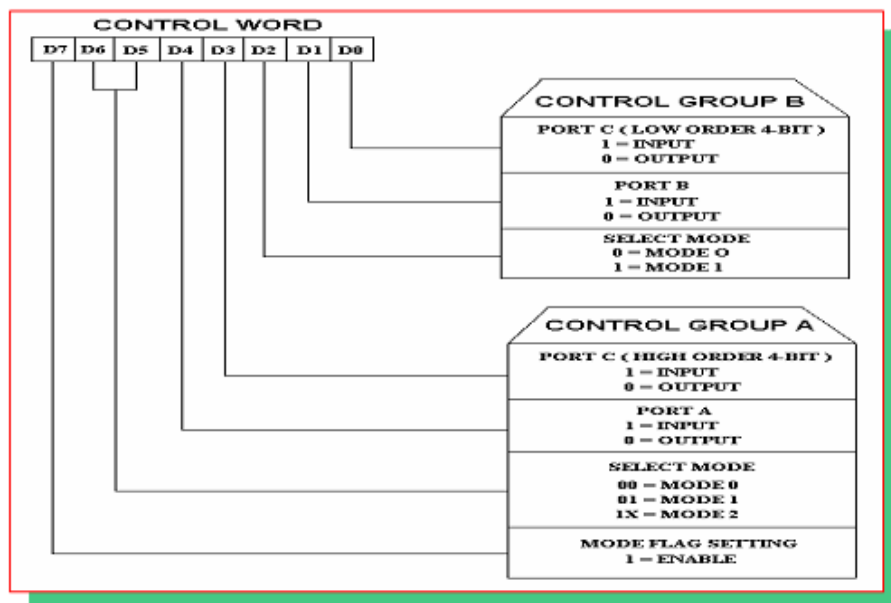
Transfer data semacam ini menggunakan aturan sebagai berikut:

Mikroprosesor sebagai pengirim mengeluarkan sinyal strobe low seolah-olah mengatakan ke printer 'anda siap dikirim data?' Jika printer siap maka printer sebagai penerima data mengeluarkan sinyal acknowledge high seolah-olah mengatakan ke mikroprosesor 'ya saya siap!' Setelah ada persetujuan, mikroprosesor mengeluarkan sinyal strobe high diikuti dengan pengiriman data seolah-olah mengatakan 'ini data untukmu!' Jika data telah ditransfer printer mengeluarkan sinyal acknowledge low seolah-olah mengatakan 'data sudah siap di terima'.

Terdapat 2 format control word register, yaitu format definisi mode (mode definition format) dan format set/reset bit (bit set/reset bit format). Perbedaan kedua format tersebut adalah pada MSB control word register (D7). Format definisi mode apabila D7 bernilai 1 dan format set/reset bit apabila D7 bernilai 0. Format definisi mode digunakan untuk mendefinisikan mode pengoperasian port PPI. Format set/reset bit digunakan untuk memberikan nilai low atau high pada bit-bit port C.



Gambar 16. Group Control PPI 8255  
 (Sumber: [http://opi.110mb.com/opihomepage/ppi\\_8255.htm](http://opi.110mb.com/opihomepage/ppi_8255.htm))



Gambar 17. Diagram Control Word  
 (Sumber: [http://opi.110mb.com/opihomepage/ppi\\_8255.htm](http://opi.110mb.com/opihomepage/ppi_8255.htm))

Control Word Port digunakan untuk inisialisasi awal yang menentukan PPI 8255 bekerja pada mode 0, 1, 2 dan menentukan port-port mana saja yang digunakan sebagai input dan output serta sebagai sinyal kontrol.

#### **4. Set/Reset Bit**

Pada PPI 8255 terdapat port untuk set dan reset sebuah bit, dimana jika terjadi Set atau Reset hanya salah satu port pada Port C.

Contoh:

1. Jika Port C saat ini datanya adalah FFH (1111 1111), jika kita akan mereset Port C5 (PC5) maka port C hasilnya adalah EFH (1101 1111).
2. Jika Port C saat ini datanya adalah 1FH (0001 1111), jika kita akan me-set Port C7 (PC7) maka Port C hasilnya adalah 9FH (1001 1111).