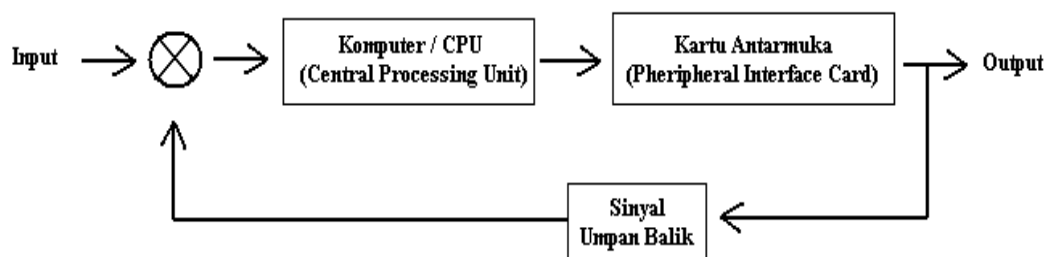


Sistem pengendali loop tertutup adalah sistem pengendali yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung terhadap aksi pengendaliannya.² Ciri dari sistem pengendali tertutup adalah adanya sinyal umpan balik. Sinyal umpan balik merupakan sinyal keluaran atau suatu fungsi keluaran dan turunannya, yang diumpankan ke elemen kendali untuk memperkecil kesalahan dan membuat keluaran sistem mendekati harga yang diinginkan. Sinyal umpan balik adalah piranti yang sengaja disediakan untuk mendeteksi sinyal output alat terkendali. Piranti umpan balik dalam berbagai aplikasi praktis berupa sensor yang peka terhadap sinyal keluaran dari alat terkendali. Gambar 2.2 menunjukkan diagram blok untuk sistem kendali tertutup.



Gambar 2.2 Sistem Pengendali Tertutup.

2.2 Bahasa Delphi

Bahasa Delphi merupakan bahasa pemrograman yang dapat diatur sedemikian rupa sehingga dapat bekerja sama dengan piranti lain sehingga membentuk suatu sistem pengendali. Bahasa Delphi mempunyai *form* dan *editor* program untuk membuat program. Dengan menggabungkan *form* dan *editor* program, Delphi dapat digunakan sebagai *software* yang berisi urutan perintah untuk mengendalikan suatu alat terkendali.

² *Ibid*, hal.9

Dalam pemrograman Delphi mempunyai bagian struktur program yang penting.³ Bagian-bagian dari struktur program Delphi adalah :

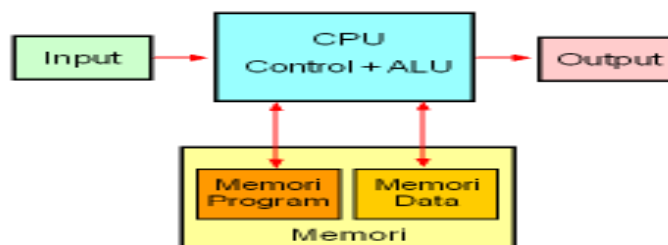
1. *Header unit*, yaitu header yang dinyatakan dengan kata *unit* dan diikuti oleh nama unit yang terletak pada bagian paling atas program pada baris pertama. Bagian *interface* berisi kata-kata *Uses*, *Type*, dan *Var*.
2. *Interface*, yaitu bagian yang dipakai untuk mendeklarasikan *variable*, *type*, *prosedur* dan lain-lain.
3. *Uses*, yaitu bagian yang menyatakan *library* yang perlu dikompilasi menjadi *file executable* terakhir.
4. *Type*, yaitu bagian yang terdiri dari deklarasi tipe. Type ini dapat digunakan untuk mendeklarasikan *variable*.
5. *Private*, yaitu bagian yang hanya dikenal di dalam modul yang bersangkutan.
6. *Public*, yaitu bagian deklarasi yang dapat diakses dari unit luar.
7. *Published*, yaitu property yang bersifat *published* yang ditampilkan pada *object inspector*.
8. *Protected*, yaitu komponen, *field*, *method* dan *property* dengan sifat yang dapat diakses oleh *descendant*.
9. *Var*, yaitu bagian yang dipakai untuk mendeklarasikan *variable* dan *variable object*.

³ *Ibid*, hal.13

10. *Implementation*, yaitu berisi *function* dan *procedure* untuk pengontrol *event handler*.

2.3 Personal Komputer

Komputer merupakan suatu alat yang dapat dijadikan sebagai pusat pengendali yang menjadi otak pengendalian dan mempunyai kemampuan yang serbaguna.⁴ Analogi dengan manusia, komputer juga mempunyai bagian-bagian yang mempunyai fungsi berbeda-beda. Susunan letak dan hubungan antar bagian-bagian hingga membentuk tubuh komputer disebut sebagai arsitektur komputer. Atau dengan kata lain arsitektur komputer merupakan pengorganisasian bagian-bagian fungsional sebuah komputer. Gambar 2.3 menunjukkan diagram blok sistem komputer pribadi. Pada prinsipnya sebuah sistem komputer terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:



Gambar 2.3 Diagram Blok sistem komputer pribadi.

1. CPU
2. Memori
3. Perangkat Input/output

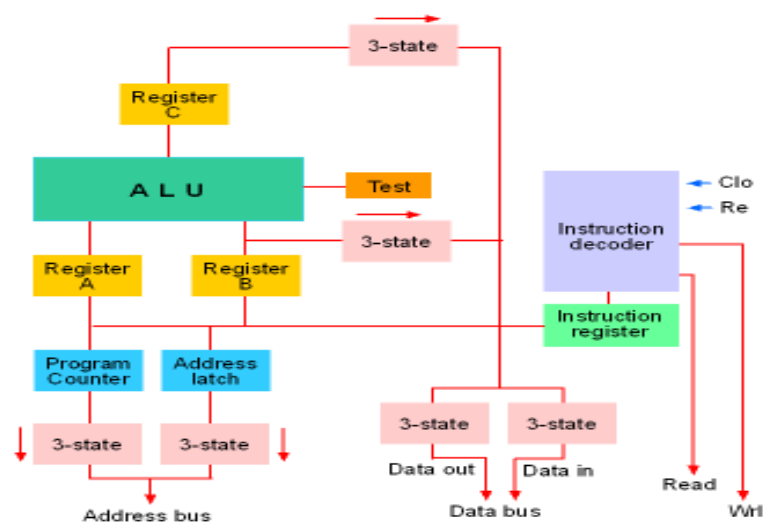
Sistem komputer ini baru akan bekerja apabila ada program komputer yang berisi instruksi yang memerintahkan CPU.

⁴ *Ibid*, hal.16

2.3.1. CPU (*Central Prosessing Unit*)

CPU merupakan bagian fungsional yang utama dari sebuah sistem komputer, dapat dikatakan bahwa CPU merupakan otak dari sebuah komputer. Di dalam CPU inilah semua kerja komputer dilakukan. Hal-hal yang dilakukan CPU adalah :

1. Membaca, mengkodekan dan mengeksekusi instruksi program.
2. Mengirim data dari dan ke memori, serta dari dan ke bagian *input/output*.
3. Merespon interupsi dari luar.
4. Menyediakan *clock* dan sinyal kontrol kepada sistem.



Gambar 2.4 Diagram Blok ALU.

Dalam melakukan hal-hal di atas, jelas CPU perlu menyimpan data untuk sementara waktu. CPU perlu mengingat lokasi instruksi terakhir sehingga CPU akan dapat mengambil instruksi berikutnya. CPU perlu menyimpan instruksi dan data untuk sementara waktu pada saat instruksi sedang dieksekusi. Dengan kata lain, CPU memerlukan memori internal

berukuran kecil yang disebut Register. Gambar 2.4 menunjukkan diagram blok ALU.

Arithmetic and Logic Unit (ALU) berfungsi membentuk operasi-operasi aritmatika dan logik terhadap data. Unit aritmetika dan logika melaksanakan operasi aritmetika dan logika untuk data yang melaluinya. Fungsi utama unit pengendali adalah mengambil, mendekode (menafsirkan kode/sandi) dan melaksanakan urutan instruksi sebuah program yang tersimpan dalam memori. Program menetapkan urutan langkah yang harus dilakukan oleh komputer. Data yang terdapat dalam memori diproses oleh ALU. Register menyimpan data sementara dari hasil operasi ALU. Control unit menghasilkan sinyal, yang akan mengontrol operasi ALU, dan pemindahan data ke ALU atau dari ALU.

2.3.2. Memori

Adalah bagian fungsional komputer yang berfungsi untuk menyimpan program dan data.

1. RAM (*Random Access Memori*)

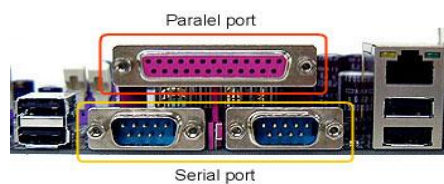
Adalah memori yang dapat dibaca atau ditulisi. Data dalam sebuah RAM bersifat volatile, artinya data akan terhapus bila catu daya dihilangkan. Karena sifat RAM yang volatile, maka program komputer tidak tersimpan di RAM. RAM hanya digunakan untuk menyimpan data sementara, yang tidak begitu vital saat aliran daya terputus.

2. ROM (*Read Only Memori*)

Adalah memori yang hanya dapat dibaca. Data yang tersimpan dalam ROM bersifat non-volatile, artinya data tidak akan terhapus meskipun catu daya terputus, maka ROM dipergunakan untuk menyimpan program. Ada beberapa tipe ROM, diantaranya ROM murni, PROM, dan EPROM. PROM (*Programmable ROM*) adalah ROM yang dapat diprogram sendiri oleh pemakai.

2.3.3. Perangkat Input/Output

Untuk melakukan hubungan dengan piranti di luar sistem komputer membutuhkan perantara I/O. Perangkat I/O sebagai jembatan penghubung antara mikrokomputer dengan piranti diluar. Sistem dapat menerima data dari mikrokomputer dan dapat pula memberi data ke mikrokomputer. Gambar 2.5 menunjukkan perangkat input/output.



Gambar 2.5 Perangkat Input/Output.

Ada dua macam perantara I/O, yaitu piranti untuk hubungan serial (*UART-universal asynchronous receiver-transmitter*) dan piranti untuk hubungan paralel (*PtO-parallel input output*).

2.3.4. Slot

Slot adalah bagian dalam sebuah sistem komputer yang sangat umum dan selalu tersedia. Slot berguna sebagai tempat untuk meletakkan atau memasang peralatan tambahan bagi komputer. Slot menurut kebutuhan dan kemampuannya telah dibeda-bedakan, disesuaikan dengan kebutuhan dari sistem itu sendiri.

Masing-masing slot dibedakan menurut bentuk, kecepatan, dan fasilitas yang dimilikinya. Setiap slot yang tersedia dalam sebuah *motherboard* akan mempengaruhi harga dan kinerja dari sistem itu sendiri.

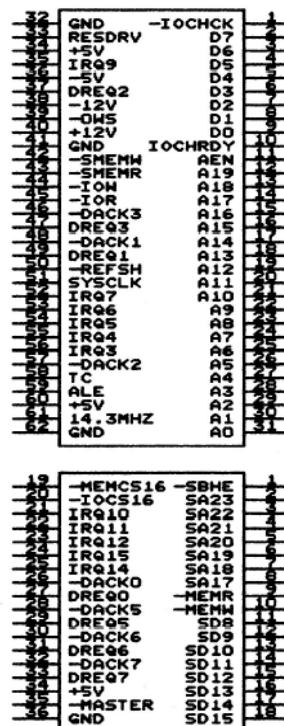
Berikut ini adalah macam-macam slot yang dikenal dalam sistem komputer :

1. ISA (*Industry Standard Architecture*)
2. EISA (*Enhanced Industry Standard Architecture*)
3. MCA (*Micro Channel Architecture*)
4. VESA (*Video Electronics Standard Association*)
5. PCMCIA (*Personal Computer Memori Card International Association*)

2.4 Slot ISA

ISA (*Industry Standard Architecture*) adalah sebuah bus PC/AT (16 bit) yang beroperasi pada 8,33 MHz. Slot ISA merupakan bagian dari slot yang terdapat pada *motherboard* komputer atau biasa dikenal dengan slot ekspansi (suatu tempat yang terdapat pada *motherboard* yang berfungsi untuk

menghubungkan komputer dengan interface atau peralatan lainnya), misalnya dipakai untuk Card Interface Monitor, Card Interface I/O, Network Interface Card pada jaringan dan sebagainya.⁵ Komputer tersusun atas beberapa komponen penting seperti CPU, memori, dan perangkat I/O. Sistem bus adalah penghubung bagi keseluruhan komponen komputer dalam menjalankan tugasnya. Kumpulan lintasan atau saluran berbagai modul disebut struktur interkoneksi. Rancangan struktur interkoneksi sangat bergantung pada jenis dan karakteristik pertukaran datanya. Secara umum fungsi saluran bus dikategorikan dalam tiga bagian, yaitu saluran data, saluran alamat dan saluran kontrol. Gambar 2.6 menunjukkan konfigurasi pin slot ISA.



Gambar 2.6 Konfigurasi Pin Slot ISA.

⁵ Widodo Budiharto, *12 Proyek Sistem Akuisisi Data*, Penerbit : Elex Media Komputindo, Jakarta, hal.83

Sinyal untuk masing-masing pin pada slot ISA tersebut dapat dilihat pada gambar 2.6. Dari gambar 2.6 di atas dapat dilihat adanya beberapa pin yang sama, yakni dari *power supply* (catu daya), yaitu ground, +5, -5 Volt, juga +12, -12 Volt. Untuk IRQ, tidak semua jalur IRQ dihubungkan dengan slot ISA; yakni IRQ0, IRQ1, IRQ2, IRQ8, dan IRQ13: 1RQ tidak dijumpai di slot ISA.

Berikut ini nama sinyal ISA beserta deskripsi singkatnya. Penulisan diurutkan menurut abjad.

1. +5, -5, +12 dan -12 Volt: *Power Supply*.
2. AEN : Address ENable. Muncul jika *DMAC* mengontrol bus. AEN akan mencegah piranti I/O merespon instruksi I/O selama transfer DMA.
3. BALE : Bus Address Latch Enable. Pada saat sinyal BALE turun, maka alamat yang ditunjukkan SA adalah valid. Saat ini piranti memori juga mengunci (*latch*) bus LA.
4. BCLK : Bus CLoCK. Frekuensi clock antara 4,77 hingga 12 MHz.
5. DACK_x : DMA ACKnowledge. Aktif rendah, x adalah 0 hingga 3 dan 5 hingga 7, sesuai dengan DRQ 0 s.d 3, 5 s.d 7.
6. DRQ_x : DMA ReQuest. Digunakan oleh piranti I/O untuk meminta layanan DMA. DRQ 0-3 adalah 8 bit; dan DRQ 5 s.d 7 16 bit. DRQ 4 digunakan oleh motherboard. Sinyal DRQ akan ditahan tinggi hingga DACK aktif. Prioritasnya berurutan tinggi ke rendah : DRQ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

7. IOCS16 : I/O Size 16. Jika bernilai rendah, maka transfer berlangsung dengan 1 *wait state*.
8. I/O CH CK : Channel Check. royal rendah *Non Maskable Interrupt*, NMI. Menginterupsi CPU jika ada parity error pada piranti atau jalur I/O.
9. I/O CH RDY : CHannel ReaDY. Diset rendah (minimum 2,5 μ detik) oleh piranti I/O (atau memori) untuk memperpanjang siklus I/O (atau baca/tulis memori).
10. IOR : I/O Read. sinyal aktif rendah yang memerintahkan piranti I/O untuk men-drive data ke bus data yakni SDO-SD15.
11. IOW : I/O Write; sinyal aktif rendah yang memerintahkan piranti I/O untuk membaca data yang ada dibus data.
12. IRQx : Interrupt ReQuest. Aktif jika bernilai tinggi dan ditahan tinggi hingga CPU menjawabnya dengan sinyal Acknowledge. Prioritas tertinggi. IRQ 9 s.d 12 (IRQ 9 tertinggi) dan kemudian IRQ 14 s.d 15. Prioritas berikut IRQ 3 s.d 7 (IRQ 7 terendah). IRQ diatas 10 hanya terdapat pada slot AT (16 bit).
13. LApp : Latchable Address. Memungkinkan untuk mengakses alamat hingga 16 MByte. Valid jika BALE bernilai tinggi.
14. MASTER : 16 bit master. Sinyal aktif rendah yang dibangkitkan oleh bus master ISA, digunakan bersama dengan DRQ dari CPU pada saluran I/O untuk mengontrol sistem: alamat, data, dan jalur. Sinyal ini aktif rendah dan tidak boleh melebihi 15 μ detik.

15. MEMCS16 : Memori Chip Select 16, aktif rendah untuk menunjukkan data yang sedang ditransfer adalah 1 wait-state serta siklus data memori 16 bit.
16. MEMR : Memori Read. Sinyal aktif rendah yang memerintahkan memori untuk *men-drive* data ke bus data; SDO s.d SD15. Sinyal ini aktif di semua siklus
17. MEMW : Memori Write. Sinyal aktif rendah yang memerintahkan memori untuk menyimpan data yang ada di bus data. Sinyal ini aktif di semua siklus tulis memori.
18. NOWS : NO Wait State. Untuk memperkecil wait-state sehingga siklus bus lebih singkat karena wait-state tidak dimunculkan. Karena berlawanan dengan CH RDY maka kedua sinyal tersebut tidak akan pernah muncul bersamaan.
19. OSC : OSCilator. Pada frekuensi 14,31818 MHz. Bisa diturunkan (dengan pembagi) untuk mendapatkan frekuensi yang sesuai.
20. REFRESH : Refresh. Sinyal aktif rendah untuk menunjukkan sedang melaksanakan refresh memori.
21. RESET : Sinyal rendah saat computer sedang dinyalakan. Mengesetnya ke rendah berarti me-reset sistem.
22. SA0 s.d SA19 : Sistem Address Lines. Alamat sistem dari bit 0 hingga bit 19, dikunci saat sinyal BALE turun.

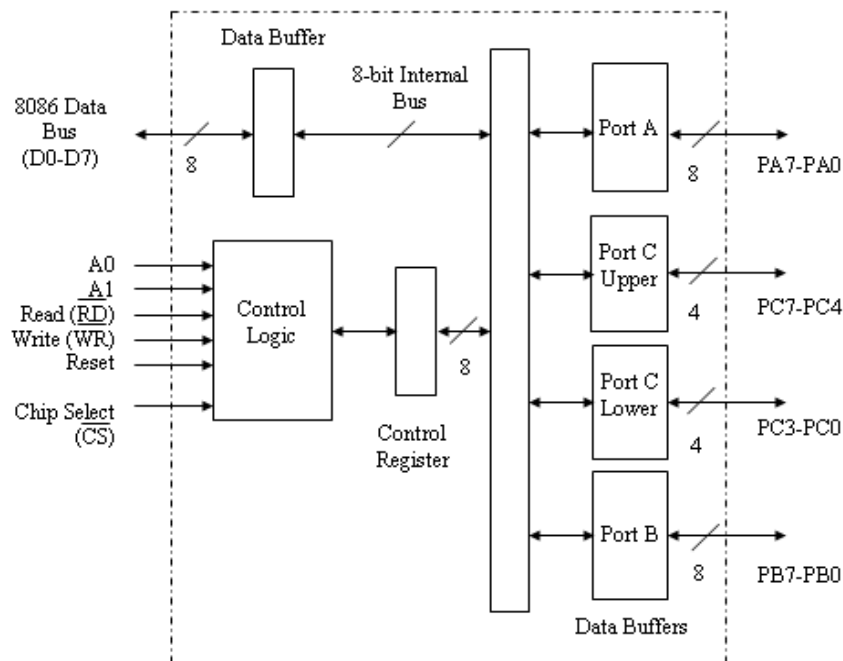
23. SBHE : Sistem Bus High Enable. Menunjukkan transfer 16 bit di data bus SD8 s.d SD18. Bisa juga menunjukkan transfer 8 bit menggunakan setengah data bus (jika alamatnya ganjil).
24. SD0 s.d SD16 : Sistem Data lines. Jalur 16 bit digunakan untuk transfer antara CPU, memori, dan piranti I/O.
25. SMEMR : Sistem Memori Read command line. Menunjukkan pembacaan memori di alamat di bawah 1 MB awal. Sinyal aktif rendah yang memerintahkan memori untuk *men-drive* data ke bus data SD0 s.d SD15.
26. SMEMW : Sistem Memori Write command line. Menunjukkan penulisan ke memori di alamat 1 MB bawah. Sinyal ini aktif rendah untuk memerintahkan memori agar menyimpan data yang ada di bus data SD0 s.d SD15.
27. T/C : Terminal Count Memberitahu CPU bahwa transfer data DMA yang terakhir sudah selesai.

2.5 Interface Peripheral

2.5.1. Pengertian PPI 8255

PPI (*Programmable Pheripheral Interface*) 8255 adalah sebuah IC yang dirancang khusus untuk keperluan antarmuka (*interface*) pada sistem komputer. Rangkaian *interface* berfungsi sebagai antarmuka untuk keperluan kendali elektronik yang menghubungkan komputer dengan rangkaian luar (*peripheral*) seperti dengan *keyboard*, *mouse*, layar monitor, *printer* dan lain-

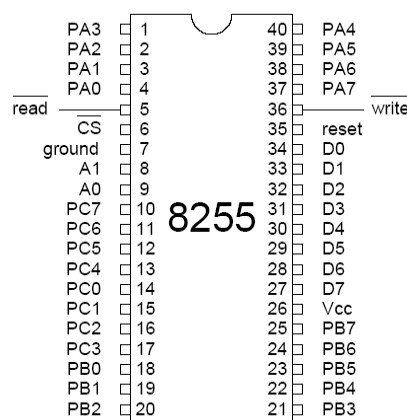
lainnya. PPI 8255 merupakan satu contoh antarmuka yang dapat diprogram untuk keperluan tertentu. Gambar 2.7 menunjukkan blok diagram PPI 8255.



Gambar 2.7 Blok diagram PPI 8255.

2.5.2. Fungsi Masing-masing Pin PPI 8255

Gambar 2.8 menunjukkan tata letak pin PPI 8255.



Gambar 2.8 Tata letak pin PPI 8255.

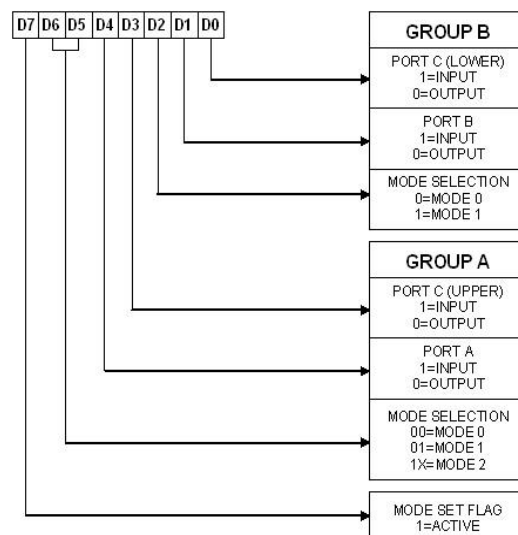
Masing-masing pin yang ada di dalam PPI 8255 mempunyai maksud dan tujuan yang berbeda.⁶ Fungsi dari pin PPI 8255 dapat dijelaskan sebagai berikut :

Data Bus Buffer D0 s.d D7 (*Bidirectional*), data bus buffer 8 bit digunakan untuk menghubungkan IC 8255 dengan sistem bus komputer. Maksudnya adalah dengan mengatur pin D0 s.d D7 berarti komputer dapat memberikan pengaturan fungsi pada masing masing port A, B dan C. Apakah akan digunakan sebagai masukan ataukah sebagai keluaran. Pin D0 s.d D7 terdiri atas 8 buah kaki (pin). Berikut fungsi dari masing-masing kaki PPI 8255 :

1. Fungsi D7 adalah untuk mengaktifkan pin data, agar bisa di pergunakan. D7 akan aktif apabila di beri logika "1". Fungsi D6-D5 adalah sebagai pemilih mode yang akan di pergunakan. Yakni mode 0, atau mode1, atau mode 2. Baiknya digunakan mode 0 karena tidak ada (*hand shaking*) jabat tangan dalam penggunaannya. Untuk memilih mode 0 maka pada pin D6 D5 = 00 Mode 0 akan mengontrol GROUP A saja. Pin D4 berguna untuk memerintah port A apakah berguna sebagai input atau output. D3 berguna untuk memerintah port C upper (pin C4-C7) apakah berguna sebagai input atau output. Kedua pin di atas akan berguna sebagai input apabila di beri logika 1 dan sebagai output apabila di beri logika 0. Pin D2 berguna sebagai pengaturan mode yang akan digunakan oleh

⁶ Muhammad Supriadi, Pemrograman IC PPI 8255 Menggunakan Delphi, Penerbit : ANDI Yogyakarta, hal.28

GROUP B. Pada saat pin D2 di beri logika 1 maka mode yang di gunakan adalah mode 1 dan apabila di beri logika 0 maka mode yang di pilih adalah mode 0. Pin D1 berguna untuk memerintah port B apakah berguna sebagai input atau output. Pin D0 berguna untuk memerintah port C lower (pin C3-C0) apakah berguna sebagai input atau output. Kedua pin di atas akan berguna sebagai input apabila di beri logika 1 dan sebagai output apabila di beri logika 0. Gambar 2.9 menunjukkan format kata kendali PPI 8255.



Gambar 2.9 Format kata kendali PPI 8255.

2. *Read, Write dan Control Logic*, fungsi blok ini adalah untuk mengatur semua pengiriman data internal maupun eksternal serta status *control word*. Menerima input data dari CPU *address* dan *control bus*.
3. *Chip Select (CS)*, sebagai pin masukan yang akan mengaktifkan (*enable*) IC 8255 sehingga proses *read-write* antara PPI 8255 dengan CPU dapat berlangsung bila pin ini aktif (*aktif low*).

4. *Read (RD)*, pin (*RD*) *aktif low*, artinya PPI mengirim data/informasi status ke CPU dalam data bus untuk memerintahkan CPU untuk membaca data dari input IC 8255.
5. *Write (WR)*, pin (*WR*) *aktif low*, berarti memungkinkan untuk CPU menuliskan/mengirimkan data ke dalam PPI 8255.
6. A0 dan A1, berfungsi untuk mengendalikan pemilihan tujuan register/bus data komputer dengan salah satu *port* dari ketiga port control pada PPI 8255.
7. *Reset*, pin *Reset aktif low* untuk *clear* atau membersihkan register kontrol dan seluruh *Port* (A, B dan C) diset kedalam mode input.
8. VCC adalah yang harus diberi catu daya 5 Volt supaya IC PPI 8255 dapat berfungsi. Catu daya ini dapat dibuat sendiri, terpisah dari komputer.
9. *Port A (PA0 s.d PA7)*, terdiri dari 8 bit yaitu bit 0 sampai bit 7. Port A dapat dijadikan *port input/output* secara bersamaan menjadi satu kesatuan dan tidak dapat dipisahkan untuk masing-masing bit menjadi *port input/output* secara bersamaan.
10. *Port B (PB0 s.d PB7)*, terdiri dari 8 bit yaitu bit 0 sampai bit 7. Port B dapat dijadikan *port input/output* secara bersamaan menjadi satu kesatuan dan tidak dapat dipisahkan untuk masing-masing bit menjadi *port input/output* secara bersamaan.
11. *Port C (PC0 s.d PC3)*, Untuk port C terdapat perbedaan dengan port A dan port B karena port C dapat dipisahkan menjadi dua yaitu port

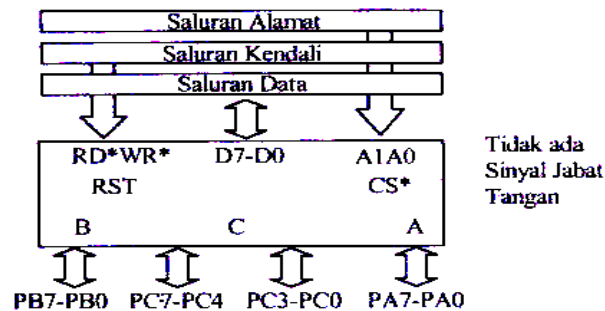
C bawah (PC0 s.d PC3) dan port C atas (PC4 s.d PC7). PC0 s.d PC3 adalah 4 bit port C yang dapat diatur sebagai port input atau port output. Sedangkan PC4 s.d PC7 adalah 4 bit port C yang dapat diatur sebagai port input atau port output. Port C dapat dipisahkan menjadi 2 nibel yang dapat difungsikan secara berbeda. Walaupun demikian 2 nibel ini juga dapat difungsikan secara bersamaan, baik sebagai masukan semua dari bit 0 sampai bit 7 dan dapat dijadikan keluaran dari bit 0 sampai bit 7.

2.5.3. Mode Kerja PPI 8255

Ada tiga mode operasi yang dapat dipilih oleh sistem perangkat lunak untuk mengoperasikan PPI 8255 yaitu:

1. Mode 0 - Basic Input/Output

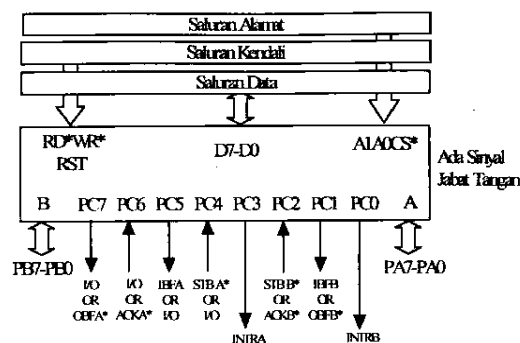
Mode 0 digunakan untuk input/output sederhana langsung ke port I/O. Peralatan luar yang dihubungkan selalu siap untuk mengirimkan/menerima data, sehingga mode ini tidak tergantung pada waktu. Semua port A, B dan C bisa bekerja pada mode 0. Port-port PPI 8255 hanya bisa digunakan sebagai port input atau port output dari sistem mikroprosesor. Port A dan port B masing-masing dapat digunakan sebagai 8 bit masukan saja atau 8 bit keluaran saja. Sedangkan port C dapat digunakan sebagai empat (4) bit masukan atau empat (4) bit keluaran seperti port A dan port B. Gambar 2.10 menunjukkan bagan operasi PPI 8255 mode 0.



Gambar 2.10 Bagan operasi PPI 8255 Mode 0.

2. Mode 1 - Strobe Input/Output

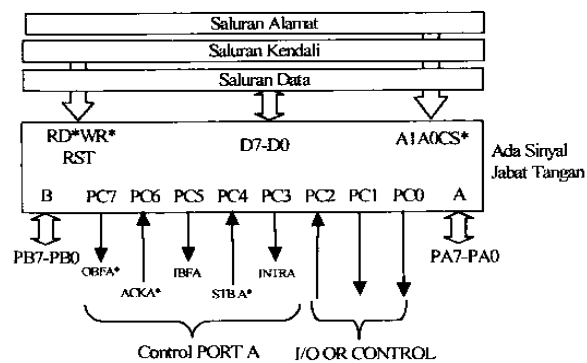
Mode 1 digunakan untuk peralatan luar yang mempunyai data valid pada saat-saat tertentu, sehingga diperlukan sinyal-sinyal pemicu (strobe) pada I/O agar data segera dapat dikirim, sehingga mode 1 tergantung pada waktu. Pada mode 1 port A dan port B bisa ditentukan sebagai port masukan atau keluaran data, sedangkan port C berfungsi sebagai pembawa sinyal status. Transfer data mode 1 merupakan sinyal terprogram bersyarat. Gambar 2.11 menunjukkan bagan operasi PPI 8255 mode 1.



Gambar 2.11 Bagan operasi PPI 8255 Mode 1.

3. Mode 2 - Bidirectional Bus

Mode 2 mampu mengirim/menerima data dalam dua arah (bidirectional handshake data transfer). Mode 2 menyebabkan port A bisa berfungsi sebagai masukan sekaligus keluaran yang dilengkapi dengan sinyal jabat tangan 5 bit dari port C sebagai kontrol port A. Mode 2 tidak tersedia untuk port B. Gambar 2.12 menunjukkan bagan operasi PPI 8255 Mode 2.



Gambar 2.12 Bagan operasi PPI 8255 Mode 2.

Tabel 2.1 Dasar Operasi PPI 8255

A1	A0	RD	WR	CS	Operasi Input (baca)
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
1	1	0	1	0	Control Word -> Data Bus
Operasi Output (tuliskan)					
0	0	1	0	0	Data Bus -> Port A
0	1	1	0	0	Data Bus -> Port B
1	0	1	0	0	Data Bus -> Port C
1	1	1	0	0	Data Bus -> Control
Fungsi Salah					
X	X	X	X	1	Data Bus -> 3 State
X	X	1	1	0	Data Bus -> 3 State

Proses pembacaan dan penulisan data dari dan ke PPI 8255 dapat dilakukan dengan program. Salah satu register yang akan dituju dari

ketiga port dan register kontrol ditentukan dengan kombinasi penyemat A0 dan A1. Tabel 2.1 di atas menyatakan format operasi dasar pembacaan atau penulisan dan pengalamatan dari 3 port I/O dan register kendali PPI 8255.

2.5.4. Kontrol Group A dan Group B PPI 8255

Konfigurasi fungsional setiap port diprogram oleh sistem perangkat lunak, yaitu melalui output CPU (control word) ke PPI 8255. Control word berisikan mode, bit set, bit reset. *Control Word* merupakan suatu proses inisialisasi konfigurasi fungsional dari PPI 8255.

Setiap blok kontrol (Group A dan Group B) menerima perintah dari kontrol logika read/write, menerima kontrol word dari bus data untuk keperluan perintah pada setiap port. Kontrol group A adalah port A dan Port C upper (C7-C4) dan kontrol group B adalah port B dan port C lower (C3-C0), sedangkan register kontrol hanya dapat dioperasi untuk output (operasi write) Port A, B dan C.

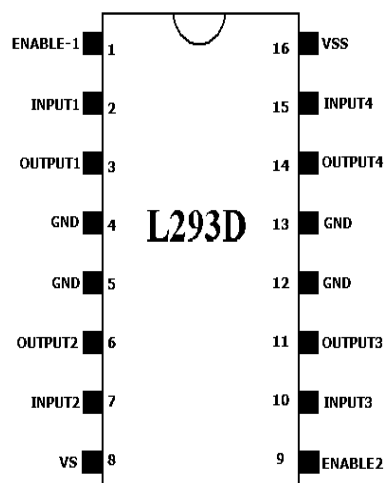
1. Port A. Output 8 bit data latch/buffer dan input 8 bit data latch.
2. Port B. Input/output 8 bit data latch/buffer dan input 8 bit data buffer.
3. Port C. Output 8 bit data latch/buffer dan input 8 bit data buffer.

Port A, B dan C dapat dibagi atas dua port (setiap port 4 bit data latch) yang digunakan secara bersama dengan port A dan port B untuk mengontrol sinyal output dan status sinyal input.

2.6 Driver Motor

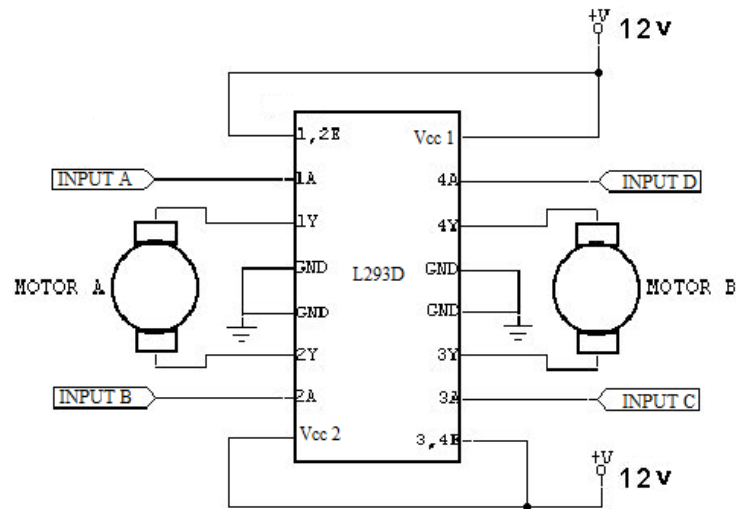
2.6.1. IC L293 D

IC L293D adalah suatu bentuk rangkaian daya tinggi terintegrasi yang mampu melayani 2 buah beban dengan arus nominal 600 mA hingga maksimum 1,2 A. Satu buah IC L293D dapat mengendalikan dua buah motor DC secara bersamaan.⁷ Dari keempat channel inputnya didesain untuk dapat menerima masukan level logika TTL. IC L293D biasa dipakai sebagai *driver relay*, motor DC, motor stepper maupun pengganti transistor sebagai saklar dengan kecepatan *switching* mencapai 5 kHz. Driver tersebut berupa dua pasang rangkaian hibridge yang masing-masing dikendalikan oleh enable 1 dan enable 2. Konfigurasi pin ICL293D tersebut dapat dilihat lebih jelas pada gambar 2.13. Gambar 2.14 menunjukkan rangkaian IC L293D dan tabel 2.2 menunjukkan cara kerja IC L293D.



Gambar 2.13 Konfigurasi Pin IC L293D.

⁷ Sandy Halim. ST, *Merancang Mobile Robot Pembawa Objek Menggunakan OOPic-R*, Penerbit : Elex Media Komputindo Jakarta, hal.69



Gambar 2.14 Rangkaian IC L293D.

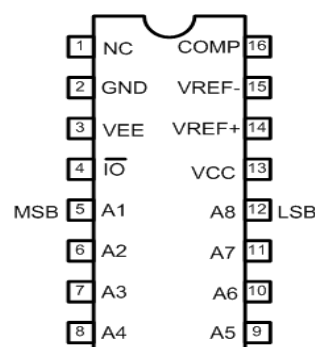
Tabel 2.2 Kerja IC L293D

Kondisi Motor	IN A	IN B	1 Y	2 Y
Stop	Low	Low	0 V	0 V
Clockwise	Low	High	0 V	+12 V
Anti clockwise	High	Low	+12 V	0 V
Stop	High	High	0 V	0 V

Apabila pada INPUT A diberikan logika 1 dan pada INPUT B diberikan logika 0, maka motor A akan berputar kebalikan arah jarum jam. Dan sebaliknya jika INPUT A diberikan logika 0 dan INPUT B diberikan logika 1, maka motor A akan berputar searah jarum jam. Apabila pada INPUT A dan INPUT B diberikan nilai logika yang sama maka motor A akan berhenti. Cara kerja tersebut diatas juga berlaku pada rangkaian motor B.

2.6.2. IC DAC 0808

DAC0808 merupakan salah satu contoh konverter Digital to Analog. IC DAC 0808 digunakan secara luas dalam beberapa aplikasi. IC DAC 0808 menerapkan metode tangga R-2R 8 bit yang dilengkapi dengan sumber arus acuan dan delapan buah transistor saklar untuk mengarahkan arus biner. Pada prinsipnya R-2R terdiri dari 8 saklar elektronik yang dikendalikan oleh kondisi logika setiap bit masukan, jaringan tangga 2-2R (2-2R ladder network), rangkaian bias dan rangkaian tegangan referensi.⁸ Suatu tegangan dan hambatan eksternal dipergunakan untuk mengatur arus acuan pada nilai yang lazim berlaku yaitu 2 mA. IC DAC0808 mempunyai waktu pemantapan 150ns dan ketelitian relatif . Konfigurasi pin ditunjukkan seperti pada gambar 2.15 dengan penjelasan sebagai berikut. Pin 1 tidak dipakai (NC singkatan dari *no connection*). Pin 2 adalah penghubung ke ground. Pin 3 harus dipasang pada -12V. Pin 4 adalah saluran balik dari ground, yang sifatnya sebagai output pembalik. Pin 5 s/d 12 merukan 8 bit masukan data. Pin 13 harus dipasang pada catu daya +5V.

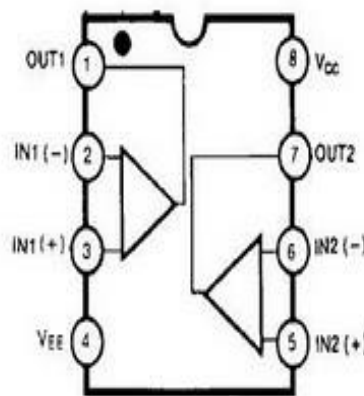


Gambar 2.15 Konfigurasi Pin IC DAC 0808.

⁸ Iswanto, ST. *Antarmuka Port Paralel dan Port Serial dengan Delphi 6 Compatible Sistem Operasi Windows*, Penerbit : Gava Media Yogyakarta, hal.96

2.6.3. Penguat Op-Amp LM 353

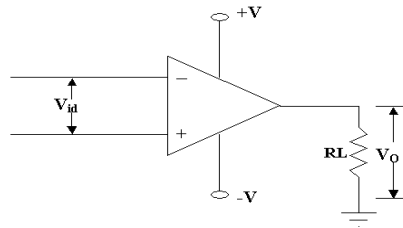
Penguat khusus yang disebut *op-Amp* mempunyai sifat-sifat impedansi masukan tinggi, impedansi keluaran rendah, dan penguatan tegangan yang dapat diubah dan dapat diatur dengan resistor luar.⁹ Penguat *Op-Amp* LM 353 adalah IC penguat operasional yang terdiri dari 2 buah penguat Op-amp yang biasa disebut *dual operational amplifier*. Gambar 2.16 menunjukkan konfigurasi pin IC LM 353.



Gambar 2.16 Konfigurasi pin IC LM 353.

Penguat operasional (Op Amp) adalah suatu rangkaian terintegrasi yang berisi beberapa tingkat dan konfigurasi penguat diferensial. Penguat operasional memiliki dua masukan dan satu keluaran serta memiliki penguatan DC yang tinggi. Untuk dapat bekerja dengan baik, penguat operasional memerlukan tegangan catu yang simetris yaitu tegangan yang berharga positif (+V) dan tegangan yang berharga negatif (-V) terhadap tanah (*ground*). Gambar 2.17 menunjukkan simbol dari penguat operasional.

⁹ Roger L. Tokheim, *Elektronika Digital (edisi kedua)*, Penerbit ERLANGGA Jakarta, hal.331

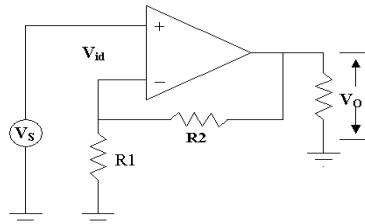


Gambar 2.17 Simbol Penguat Operasional.

Penguat operasional banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena beberapa keunggulan yang dimilikinya, seperti penguatan yang tinggi, impedansi masukan yang tinggi, impedansi keluaran yang rendah dan lain sebagainya. Berikut ini adalah karakteristik dari Op Amp ideal :

1. Penguatan tegangan loop terbuka (*open-loop voltage gain*) $A_{VOL} = \infty$
2. Tegangan offset keluaran (*output offset voltage*) $V_{OO} = 0$
3. Hambatan masukan (*input resistance*) $R_I = \infty$
4. Hambatan keluaran (*output resistance*) $R_O = 0$
5. Lebar pita (*band width*) $BW = \infty$
6. Waktu tanggapan (*respon time*) = 0 detik.
7. Karakteristik tidak berubah dengan suhu.

Kondisi ideal tersebut hanya merupakan kondisi teoritis tidak mungkin dapat dicapai dalam kondisi praktis. Tetapi para pembuat Op Amp berusaha untuk membuat Op Amp yang memiliki karakteristik mendekati kondisi-kondisi di atas. Karena itu sebuah Op Amp yang baik harus memiliki karakteristik yang mendekati kondisi ideal. Berikut ini akan dijelaskan satu persatu tentang kondisi-kondisi ideal dari Op Amp.



Gambar 2.18 Penguat Non Inverting.

Gambar 2.18 adalah gambar sebuah penguat non inverting. Penguat tersebut dinamakan penguat noninverting karena masukan dari penguat tersebut adalah masukan noninverting dari Op Amp. Sinyal keluaran penguat jenis ini sefasa dengan sinyal keluarannya. Adapun besar penguatan dari penguat ini dapat dihitung dengan rumus:

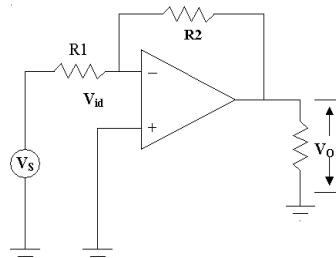
$$A_v = (R1+R2)/R1$$

$$A_v = 1 + R2/R1$$

Sehingga :

$$V_o = 1 + (R2/R1) V_{id}$$

Selain penguat noninverting, terdapat pula konfigurasi penguat inverting. Dari penamaannya, maka dapat diketahui bahwa sinyal masukan dari penguat jenis ini diterapkan pada masukan inverting dari Op Amp, yaitu masukan dengan tanda “-“. Sinyal masukan dari penguat inverting berbeda fasa sebesar 180° dengan sinyal keluarannya. Jadi jika ada masukan positif, maka keluarannya adalah negatif. Gambar 2.19 menunjukkan skema dari penguat inverting.



Gambar 2.19 Penguat Inverting.

Penguatan dari penguat pada gambar 2.19 dihitung dengan rumus:

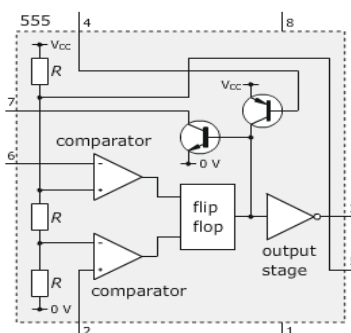
$$A_v = - R_2/R_1$$

Sehingga:

$$V_o = - (R_2/R_1) V_{id}$$

2.6.4. IC 555

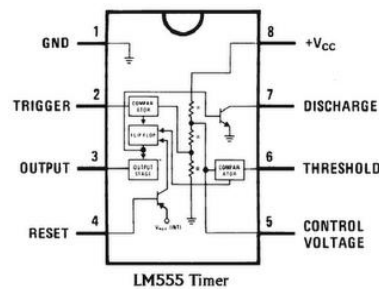
IC 555 adalah IC yang digunakan untuk membangkitkan clock signal atau biasa disebut dengan *clock generator*.¹⁰ IC 555 merupakan IC yang didalamnya terdapat berbagai komponen-komponen elektronika yang terintegrasi didalam 1 chip, IC 555 terdiri dari komparator dan flip-flop yang direalisasikan oleh banyak transistor. Gambar 2.20 menunjukkan rangkaian dalam IC 555.



Gambar 2.20 Rangkaian Dalam IC 555.

¹⁰ Wahana Komputer, *Aplikasi Cerdas Menggunakan Delphi*, Penerbit : ANDI Yogyakarta, hal.156

Dimana terdapat 2 buah komparator, sebuah flip-flop, 2 buah transistor, dan 3 buah resistor yang besarnya sama dan tersusun secara seri, dan terdapat 8 buah pin. Gambar 2.21 menunjukkan konfigurasi pin IC 555. Tabel 2.3 menunjukkan fungsi masing-masing pin IC 555.



Gambar 2.21 Konfigurasi Pin IC 555.

Tabel 2.3 Fungsi masing-masing Pin IC 555

No.	Nama	Kegunaan
1	GND	GrouND (0V)
2	TR	TRigger (penyulut), pulsa negatif pendek pada pin ini menyulut pewaktuan
3	Q	Output (keluaran), Selama pewaktuan, keluaran berada pada +VCC
4	R	Reset , interval pewaktuan dapat disela dengan memberikan pulsa reset 0V
5	CV	Control Voltage memungkinkan untuk mengakses pembagi tegangan internal ($2/3 V_{CC}$)
6	THR	THReshold menentukan akhir pewaktuan (pewaktuan berakhir $V_{thr} < 2/3 V_{CC}$)
7	DIS	DIScharge disambungkan ke kondensator, dan waktu pembuangan muatan kondensator menentukan interval pewaktuan.
8	V+	positive supply Voltage tegangan catu positif yang harus diantara The 3 dan 15 V

Fungsi dari IC 555 bermacam-macam, karena dapat menghasilkan sinyal pendetak/sinyal kotak. Diantaranya adalah sebagai clock untuk jam digital, lampu LED, menyalakan 7-segment dan dengan lebih dalam lagi dapat

memberikan PWM (*pulse width modulation*) yang mengatur frekuensi sinyal logika high untuk mengatur *duty cycle* yang diinginkan.

2.7 Objek Kendali

2.7.1. Motor Servo

Motor servo adalah motor DC kualitas tinggi yang memenuhi syarat untuk digunakan pada aplikasi servo seperti *closed control loop*.¹¹ Motor servo terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.

Motor servo biasanya hanya bergerak mencapai sudut tertentu saja dan tidak kontinu seperti motor DC maupun motor stepper. Walau demikian, untuk beberapa keperluan tertentu, motor servo dapat dimodifikasi agar bergerak kontinu. Pada robot, motor servo sering digunakan untuk bagian kaki, lengan atau bagian-bagian lain yang mempunyai gerakan terbatas dan membutuhkan torsi cukup besar.

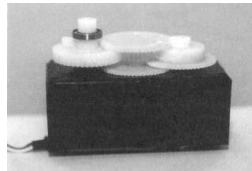
Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. Bentuk motor servo tampak pada gambar 2.22.

¹¹ Widodo Budiharto, *Membuat Sendiri Robot Cerdas*, Penerbit : Elex Media Komputindo, hal.7



Gambar 2.22 Motor Servo.

Motor Servo merupakan sebuah motor DC yang memiliki rangkaian control elektronik dan internal gear untuk mengendalikan pergerakan dan sudut angularnya. Sistem Mekanik Motor Servo tampak pada gambar 2.23.



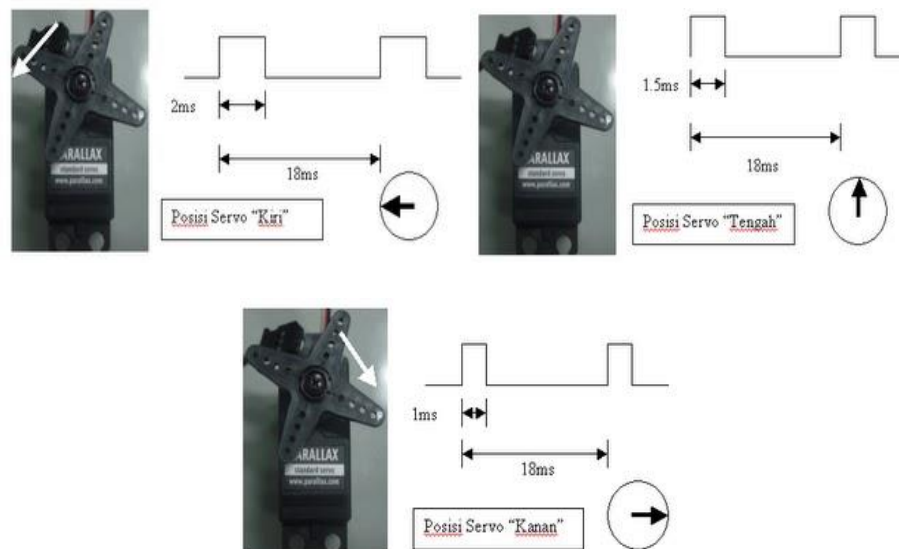
Gambar 2.23 Sistem Mekanik Motor Servo.

Motor servo adalah motor yang berputar lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh rate putarannya yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang kuat karena internal gearnya.

Jenis-jenis motor servo adalah sebagai berikut :

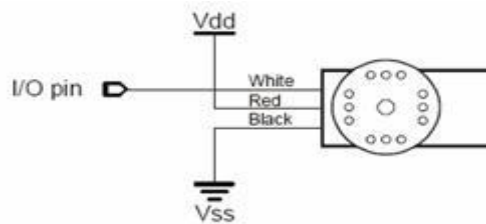
1. Motor Servo Standar 180° . Motor servo jenis standar hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180° .
2. Motor Servo Continuous 360° . Motor servo jenis continuous mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu).

Mode pensinyalan motor servo tampak pada gambar 2.25.



Gambar 2.24 Pensinyalan Motor Servo.

Pada gambar 2.24 motor servo akan bekerja secara baik jika pada bagian pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50Hz. Dimana pada saat sinyal dengan frekuensi 50Hz tersebut dicapai pada kondisi T ON *duty cycle* 1.5ms, maka rotor dari motor akan berhenti tepat di tengah-tengah (sudut 90° / netral). Pada saat T ON *duty cycle* dari sinyal yang diberikan kurang dari 1.5 ms, maka rotor akan berputar ke arah kiri dengan membentuk sudut yang besarnya linier terhadap besarnya T ON *duty cycle*, dan akan bertahan diposisi tersebut. Dan sebaliknya, jika T ON *duty cycle* dari sinyal yang diberikan lebih dari 1.5ms, maka rotor akan berputar ke arah kanan dengan membentuk sudut yang linier pula terhadap besarnya T ON *duty cycle*, dan bertahan diposisi tersebut. Motor servo memiliki 3 jalur kabel yaitu power, ground, dan control. Gambar 2.25 menunjukkan pin dan pengkabelan motor servo.



Gambar 2.25 Pin dan Pengkabelan Motor Servo.

2.7.2. Motor DC

Motor DC adalah suatu mesin listrik yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik dimana tenaga gerak berupa putaran rotor.¹² Sebuah motor DC sederhana dibangun dengan menempatkan kawat yang dialiri arus di dalam medan magnet, kawat yang membentuk loop ditempatkan sedemikian rupa diantara dua buah magnet permanen. Bila arus mengalir pada kawat, arus akan menghasilkan medan magnet sendiri yang arahnya berubah-ubah terhadap arah medan magnet permanen sehingga menimbulkan putaran.

Untuk membalik arah putaran motor DC dapat dilakukan dengan membalik arah arus jangkar. Pada penelitian ini motor DC yang digunakan adalah motor DC magnet permanen, bergerakanya motor ini dapat dikendalikan oleh suatu rangkaian yang mempunyai dua masukan sehingga motor ini dapat merubah arah putarannya secara bergantian.

¹² Achmad Firmansyah, *Aplikasi Programmable Logic Controller (PLC) Pada Pengendalian Tangan Robot dan 4 Conveyor*, Tugas Akhir Program Studi DIII Teknik Elektronika Universitas Negeri Jakarta, 2005, hal.17