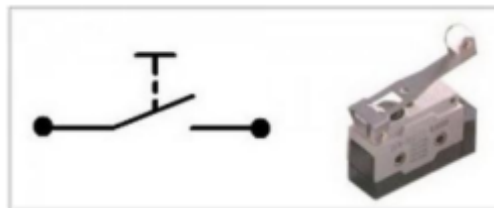


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Limit Switch*

Limit switch merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja *Limit switch* sama seperti saklar *Push ON* yaitu hanya akan menghubungkan pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah di tentukan dan akan memutuskan saat katup tidak ditekan. *Limit switch* termasuk dalam kategori sensor mekanis yaitu sensor yang akan memberikan perubahan elektrik saat terjadi perubahan mekanik pada sensor tersebut. Penerapan dari *limit switch* adalah sebagai sensor posisi suatu benda (objek) yang bergerak.



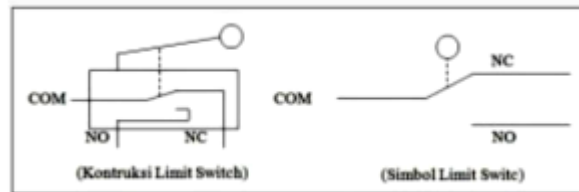
Gambar 2.1 Simbol dan Bentuk *Limit Switch*

(sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/komponen/limit-switch-dan-saklar-push-on>)

Limit switch umumnya digunakan untuk :

- a. Memutuskan dan menghubungkan rangkaian menggunakan objek atau benda lain.
- b. Menghidupkan daya yang besar, dengan sarana yang kecil.
- c. Sebagai sensor posisi atau kondisi suatu objek.

Prinsip kerja *limit switch* diaktifkan dengan penekanan pada tombolnya pada batas/daerah yang telah ditentukan sebetulnya sehingga terjadi pemutusan atau penghubungan rangkaian tersebut. *Limit switch* memiliki 2 kontak yaitu *NO (Normally Open)* dan kontak *NC (Normally Close)* dimana salah satu kontak akan aktif jika tombolnya tertekan. Konstruksi dan symbol *limit switch* dapat dilihat seperti gambar berikut.



Gambar 2.2 Konstruksi dan Simbol *Limit switch*

(sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/komponen/limit-switch-dan-saklar-push-on/>)

2.2 Mikrokontroler ATmega 8535

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang dapat mengontrol peralatan elektronik. Mikrokontroler AVR ATmega 8535 merupakan mikrokontroler berbasis arsitektur *RISC* (*Reduced Instruction Set Computing*) 8 bit. Berbeda dengan mikrokontroler keluarga 8051 yang mempunyai arsitektur *CISC* (*Complex Instruction Set Computing*). Sebuah mikrokontroler ATmega 8535 sudah terdapat mikroprosesor, memori, antarmuka I/O yang cukup lengkap, dan ADC yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang spesifik sehingga penggunaan komponen eksternal dapat dikurangi. Selain itu, mikrokontroler ATmega 8535 didesain menggunakan arsitektur *Harvard*, dimana ruang dan jalur bus bagi memori program dipisahkan dengan memori data. Memori program diakses dengan *single-level pipelining*, dimana ketika sebuah instruksi dijalankan, instruksi lain berikutnya akan di-*prefetch* dari memori program.

(Wardhana, Lingga.2006.Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535. Yogyakarta: ANDI Publisher)

2.2.1 Arsitektur mikrokontroler ATMEGA8535

Mikrokontroler AVR ATMEGA8535 merupakan mikrokontroler 8 bit dengan konsumsi daya rendah produksi ATMEL, yang memiliki beberapa fitur istimewa antara lain :

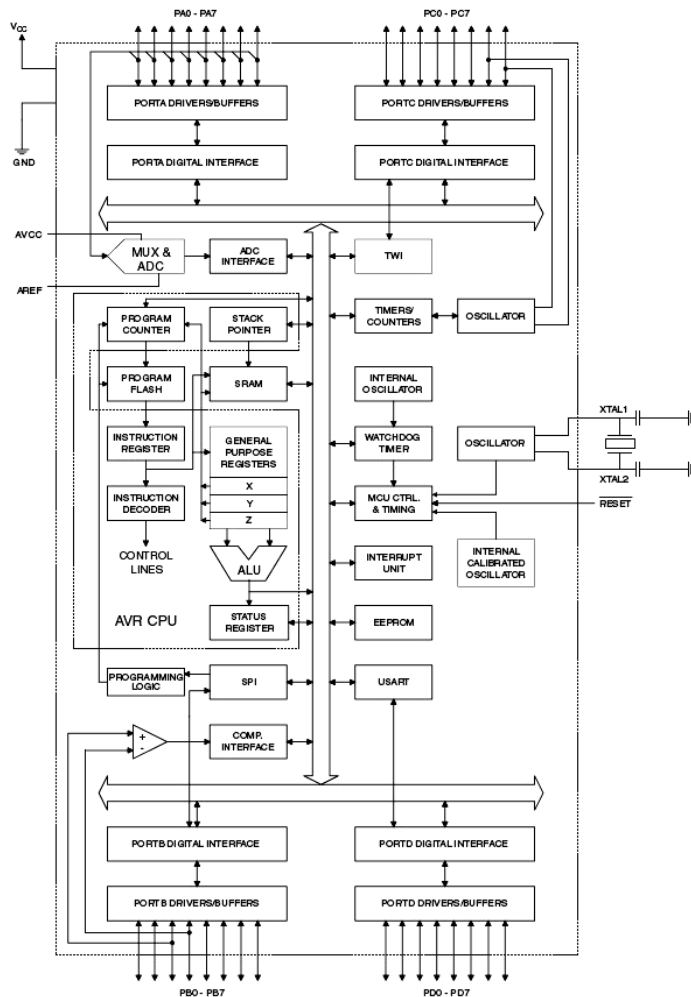
- a. Arsitektur *RISC* (*Reduce Instruction Set Computer*).
- b. *CPU* yang terdiri atas 32 register.
- c. 16 *MIPS* (*Mega Instruction per Second*) pada 16 MHZ.



- d. 8 *Kbyte In-System Programmable Flas* (10000 siklus hapus/tulis)
- e. 512 *bytes SRAM*
- f. 512 *byte In- System Programmable EEPROM* (100.000 siklus hapus/tulis).
- g. Dua 8 bit *timer/counter* dengan *Prescale* terpisah.
- h. Satu 16 bit *timer/counter* dengan *Prescale* terpisah yang dapat digunakan untuk mode *compare*, dan mode *capture*.
- i. 4 saluran PWM, 8 terminal, 10 bit ADC.
- j. *Analog comparator* dalam chip
- k. *Serial UART* terprogram
- l. Antarmuka *comparator* dalam chip
- m. *Mode power down* dan catu rendah senggang.
- n. Sumber *interupsi internal* dan *eksternal*
- o. Saluran I/O sebanyak 32 buah yaitu *Porta, Portb, Portc, Portd*.

Mikrokontroler AVR ATMEGA8535 adalah mikrokontroler handal yang dapat memberikan solusi biaya rendah dan fleksibilitas tinggi pada banyak aplikasi kendali.

2.2.2 Arsitektur Mikrokontroler ATmega 8535



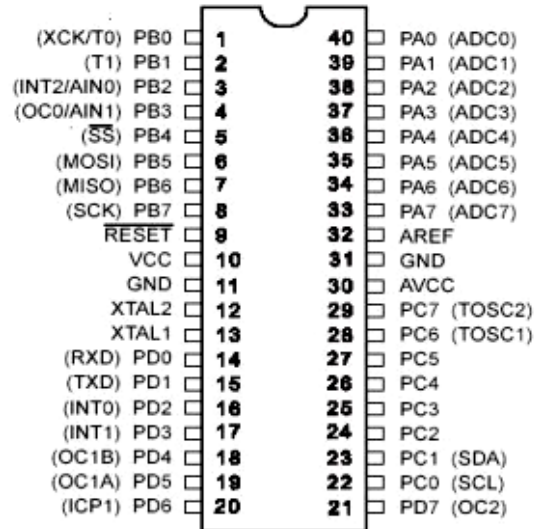
Gambar 2.3 Blok Diagram Fungsional ATmega 8535

(sumber : Mikrokontroler belajar AVR Mulai dari Nol)

Sistem *CISC* terkenal dengan banyak *Instruction set*, mode pengalamatan yang banyak, format instruksi dan ukuran yang banyak, instruksi yang berbeda dieksekusi dalam jumlah siklus yang berbeda.

Sistem dengan *RISC* pada *AVR* mengurangi hampir semuanya, yaitu meliputi jumlah instruksi, mode pengalamatan, dan format. Hampir semua instruksi mempunyai ukuran yang sama yaitu 16 bit. Sebagian besar instruksi dieksekusi dalam

satu siklus *CPU*. Konfigurasi pin-pin mikrokontroler AT-MEGA8535 di perlihatkan di bawah :



Gambar 2.4 Konfigurasi Pin ATMEGA8535

(sumber : Mikrokontroler belajar AVR Mulai dari Nol)

Penjelasan dari masing-masing pin adalah sebagai berikut:

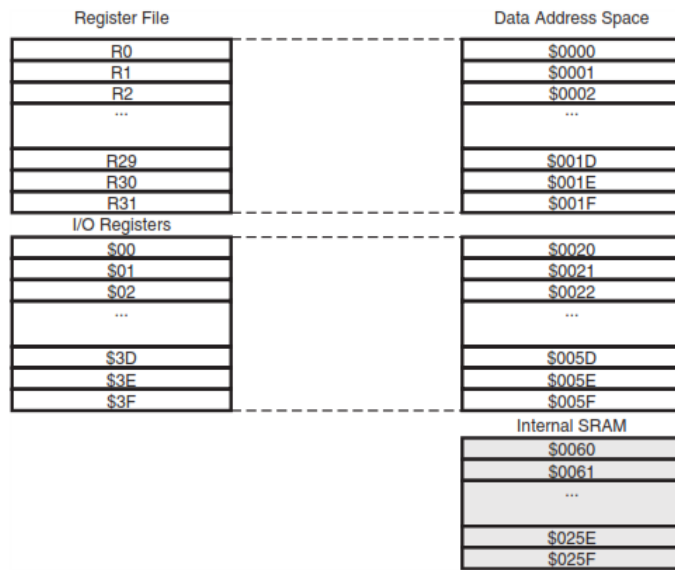
- VCC* merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catudaya.
- GND* merupakan pin *ground*.
- Port A (PA7... PA0) merupakan terminal masukan analog menuju *A/D Converter*. Port ini juga berfungsi sebagai Port I/O 8 bit dua arah (*bidirectional*), jika *A/D Converter* tidak diaktifkan.
- Port B (PB7... PB0) merupakan Port I/O bit dua arah (*bidirectional*) dengan *resistor pull-up internal*. Port B juga dapat berfungsi sebagai terminal khusus yaitu *Timer/Counter, komparator analog, dan SPI*.
- Port C (PC7... PC0) merupakan Port I/O 8 bit dua arah (*bidirectional*) dengan *resistor pull-up internal*. Port C juga dapat berfungsi sebagai terminal khusus yaitu *komparator analog, dan Timer Oscilator*.

- f. PortD (PD7... PD0) adalah merupakan port I/O 8 bit dua arah (*bidirectional*) dengan *resistor pull-up internal*. Port D juga dapat berfungsi sebagai terminal khusus yaitu *komparator analog interupsi eksternal*, dan komunikasi *serial*.
- g. *Reset* merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroler.
- h. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *Clock Eksternal*.
- i. *AVCC* merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
- j. *AREFF* merupakan pin tegangan referensi ADC.

2.2.3 Peta Memori

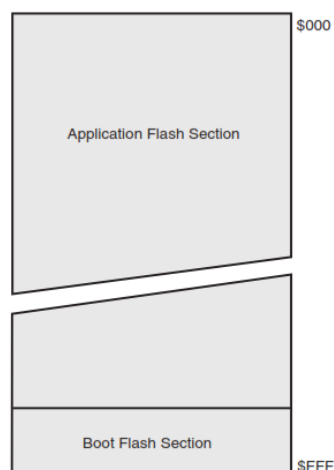
AVR ATMega8535 memiliki ruang pengalamatan memori data dan memori program terpisah. Memori data terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 buah *register* umum, 64 buah *register I/O* , dan 512 *byte SRAM internal*.

Register keperluan umum menempati *space* data pada alamat terbawah, yaitu \$00 sampai \$1F. sementara itu, register khusus untuk menangani I/O dan kontrol terhadap mikrokontroler menempati 64 alamat berikutnya, yaitu mulai dari \$20 hingga \$5F. register tersebut merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai peripheral mikrokontroler, seperti kontrol register ,timer/counter, fungsi-fungsi I/O dan sebagainya. Alamat memori berikutnya digunakan untuk *SRAM* 512 byte, yaitu pada lokasi \$60 sampai dengan \$25F. konfigurasi memori data ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.5 Konfigurasi Memori Data AVR ATmega8535
(sumber : Mikrokontroler belajar AVR Mulai dari Nol)

Memori program yang terletak dalam *Flash PEROM* tersusun dalam *word* atau 2 byte karena setiap instruksi memiliki 16-bit atau 32-bit. AVR ATmega8535 memiliki 4kbyte X16-bit *Flash PEROM* dengan alamat mulai dari \$000 sampai \$FFF. AVR tersebut memiliki 12-bit *Program Counter (PC)* sehingga mampu mengamati isi Flash.



Gambar 2.6 Memori Program AVR ATMEGA8535
(sumber : Mikrokontroler belajar AVR Mulai dari Nol)

2.2.4 Sistem Interupsi

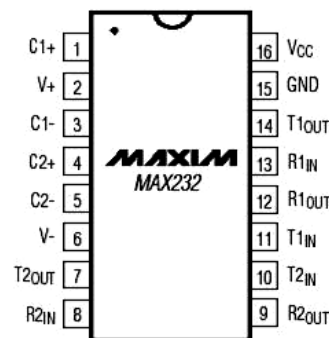
Intrupsi adalah kondisi yang membuat CPU berhenti dari rutinitas yang sedang dikerjakan (rutin mengerjakan rutin lain/rutin *interupsi*). AVR ATmega8535 memiliki 21 sumber interupsi yang ditunjukkan pada tabel di bawah.

Tabel 2.1 Sumber interupsi pada AVR ATmega8535

<i>Vector No.</i>	<i>Program Address</i>	<i>Source</i>	<i>Interrupt definition</i>
1	0x000 ⁽¹⁾	<i>RESET</i>	<i>External pin, Power on Reset, Brown-out reset and watchdog reset</i>
2	0x001	<i>INT0</i>	<i>External interrupt Request 0</i>
3	0x002	<i>INT1</i>	<i>External interrupt request 1</i>
4	0x003	<i>TIMER2 COMP</i>	<i>Timer/counter2 compare match</i>
5	0x004	<i>TIMER1 OVF</i>	<i>Timer/counter2 overflow</i>
6	0x005	<i>TIMER1 CAPT</i>	<i>Timer/couner1 capture event</i>
7	0x006	<i>TIMER1 COMPA</i>	<i>Timer/counter1 compare match A</i>
8	0x007	<i>TIMER1 COMPB</i>	<i>Timer/counter1 compare match B</i>
9	0x008	<i>TIMER1 OVF</i>	<i>Timer/counter1 overflow</i>
10	0x009	<i>TIMERO OVF</i>	<i>Timer/counter0 overflow</i>
11	0x00A	<i>SPI,STC</i>	<i>Serial transfer complete</i>
12	0x00B	<i>USART,RXC</i>	<i>USART,Rx Complete</i>
13	0x00C	<i>USART,UDRE</i>	<i>USART data Register Empty</i>
14	0x00D	<i>USART,TXC</i>	<i>USART , Tx complete</i>
15	0x00E	<i>ADC</i>	<i>ADC Conversion complete</i>
16	0x00F	<i>EE_RDY</i>	<i>EEPROM Ready</i>
17	0x010	<i>ANA_COMP</i>	<i>Analog Comparator</i>
18	0x011	<i>TWI</i>	<i>Two-Wire Serial Interface</i>
19	0x012	<i>INT2</i>	<i>External Interrupt Request 2</i>
20	0x013	<i>TIMERO COMP</i>	<i>Timer/counter Compare Match</i>
21	0x014	<i>SPM_RDY</i>	<i>Store Program Memory Ready</i>

2.3 IC MAX 232

IC MAX 232 merupakan salah satu jenis IC rangkaian antar muka dual RS-232 *transmitter / receiver* yang memenuhi semua spesifikasi standar EIA-232- E. IC MAX 232 hanya membutuhkan power supply 5V (*single power supply*) sebagai catu. IC MAX232 berfungsi untuk merubah level tegangan pada COM1 menjadi level tegangan TTL / CMOS. IC MAX 232 terdiri atas tiga bagian yaitu *dual charge-pump voltage converter*, *driver RS 232*, dan *receiver RS 232*.



Gambar 2.7 Konfigurasi Pin IC MAX 232

(sumber : <http://zaada.co.id/ngooprek/?p=495>)

2.3.1 Dual Charge-Pump Voltage Converter

IC MAX232 memiliki dua *charge-pump* internal yang berfungsi untuk mengkonversi tegangan +5V menjadi $\pm 10V$ (tanpa beban) untuk operasi driver RS232. Konverter pertama menggunakan kapasitor C1 untuk menggandakan tegangan input +5V menjadi +10V saat C3 berada pada output V+. Konverter kedua menggunakan kapasitor C2 untuk merubah +10V menjadi -10V saat C4 berada pada output V-.

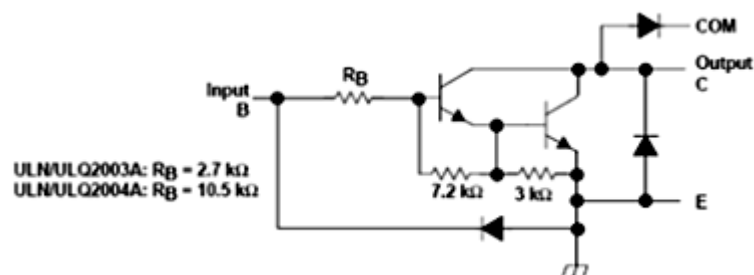
- Driver RS232 Output ayunan tegangan (*voltage swing*) driver typical adalah $\pm 8V$. Nilai ini terjadi saat driver dibebani dengan beban nominal *receiver* RS232 sebesar $5k\Omega$ atau $V_{CC} = 5V$. Input pada driver yang tidak digunakan bisa dibiarkan tidak terhubung kemana – mana. Hal ini dapat terjadi karena dalam kaki input driver IC MAX232 terdapat resistor pull-up sebesar $400k\Omega$

yang terhubung ke Vcc. Resistor pull-up mengakibatkan output driver yang tidak terpakai menjadi low karena semua output driver diinversikan.

- b. Receiver RS232 EIA mendefinisikan level tegangan lebih dari 3V sebagai logic 0, berdasarkan hal tersebut semua receiver diinversikan. Input receiver dapat menahan tegangan input sampai dengan $\pm 25V$ dan menyiapkan resistor terminasi input dengan nilai nominal 5k. Nilai input receiver hysteresis typical adalah 0,5V dengan nilai minimum 0,2V, dan nilai delay propagasi typicalnya adalah 600ns.

2.4 IC ULN 2003

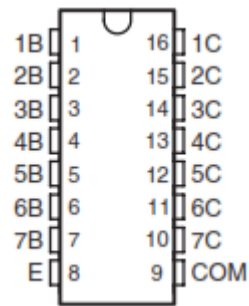
ULN 2003 adalah sebuah IC dengan ciri memiliki 7-bit input, tegangan maksimum 50 volt dan arus 500 mA. IC ini termasuk jenis TTL. Di dalam IC ini terdapat transistor darlington. Transistor darlington merupakan 2 buah transistor yang dirangkai dengan konfigurasi khusus untuk mendapatkan penguatan ganda sehingga dapat menghasilkan penguatan arus yang besar.



Gambar 2.8 Rangkaian darlington ULN 2003

(sumber : www.ti.com/uln20803a.pdf)

IC ULN 2003 merupakan IC yang mempunyai 16 buah pin, pin ini berfungsi sebagai input, output dan pin untuk catu daya. Catu daya ini terdiri dari catu daya (+) dan *ground*. IC ULN 2003 biasa digunakan sebagai driver motor stepper maupun driver relay.



Gambar 2.9 Konfigurasi Pin IC ULN 2003

(sumber : www.ti.com/uln20803a.pdf)

2.5 Motor Stepper

Motor stepper adalah suatu motor listrik sinkron yang mengubah data pulsa digital ke rotasi mekanik dan 1 putaran penuhnya terbagi dalam banyak langkah (*step*). Banyak rotasi yang dilakukan sebanding dengan pulsa digital yang diberikan dan kecepatan putaran sebanding dengan frekuensi pulsa digital tersebut. Motor stepper dapat di atur posisi sudutnya dengan teliti tanpa ada mekanisme umpan balik (*open-loop controller*) selama motor stepper tersebut dikendalikan dengan hati-hati.

Rumus menghitung waktu motor stepper bergerak adalah :

$$\frac{n \text{ pulsa}}{\text{jumlah } h \text{ phase}} \times T_{on} + T_{off}.$$

Di mana n = pulsa yang diberikan ke motor stepper

$$T_{on} = \text{Pulsa High}$$

$$T_{off} = \text{Pulsa Low}$$



Gambar 2.10 Motor stepper

(sumber : Buku Mikrokontroler belajar AVR Mulai dari Nol)

Beberapa karakteristik motor stepper antara lain :

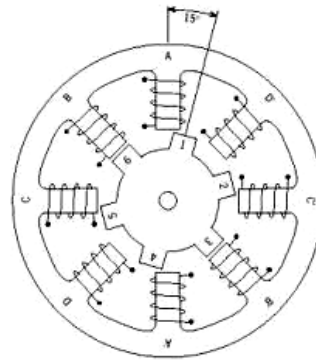
1. Motor stepper adalah perangkat dengan tenaga tetap (*constant power device*)
2. Kecepatan motor stepper sebanding terbalik dengan torsi yang dihasilkan, semakin cepat putarnya semakin kecil torsinya.
3. Kurva torsi motor stepper bisa diperluas dengan menggunakan perangkat pembatas arus dan meningkatkan tegangan kendalinya.
4. Motor stepper menghasilkan getaran lebih besar dibandingkan tipe motor lainnya.
5. Getaran yang dihasilkan bisa buruk untuk kecepatan tertentu dan menyebabkan kehilangan torsi atau kehilangan arah (posisi) sehingga membutuhkan metode tertentu untuk mengurangi getaran tersebut.
6. Motor stepper dengan banyak phase menghasilkan pergerakan yang lebih halus dibandingkan dengan motor dengan sedikit phase.

Berdasarkan karakteristik tersebut maka beberapa motor stepper dalam suatu sistem tertentu ditambahkan umpan balik berupa *encoder* atau *resolver*, hal ini bertujuan agar motor stepper dapat dikendalikan dengan kecepatan dan torsi maksimal serta mengetahui posisi motor stepper dengan tepat.

2.5.1 Tipe-tipe Motor Stepper

a. Motor Stepper Tipe *Variable Reluctance* (VR)

Motor stepper jenis ini telah lama ada dan merupakan jenis motor yang secara struktural paling mudah untuk dipahami. Motor ini terdiri atas sebuah rotor besi lunak dengan beberapa gerigi dan sebuah lilitan stator. Ketika lilitan stator diberi energi dengan arus DC, kutub-kutubnya menjadi termagnetasi. Perputaran terjadi ketika gigi-gigi rotor tertarik oleh kutub-kutub stator.

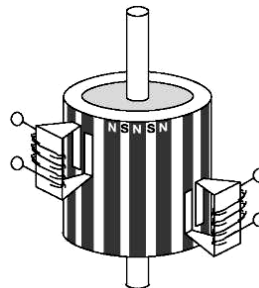


Gambar 2.11 Stepper Tipe *Variable Reluctance* (VR)

(sumber : <http://lpfilkom.freesevers.com/referens/stepper.htm>)

b. Motor Stepper Tipe *Permanent Magnet* (PM)

Motor stepper jenis ini memiliki rotor yang berbentuk seperti kaleng bundar (tin can) yang terdiri atas lapisan magnet permanen yang diselang-seling dengan kutub yang berlawanan. Dengan adanya magnet permanen, maka intensitas fluks magnet dalam motor ini akan meningkat sehingga dapat menghasilkan torsi yang lebih besar. Motor jenis ini biasanya memiliki resolusi langkah (step) yang rendah yaitu antara $7,5^\circ$ hingga 15° per langkah atau 48 hingga 24 langkah setiap putarannya.



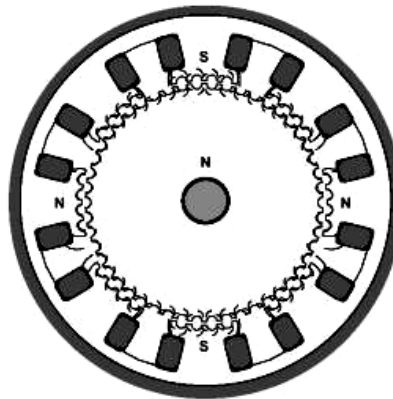
Gambar 2.12 Motor Stepper Tipe *Permanent Magnet* (PM)

(sumber : <http://lpfilkom.freesevers.com/referens/stepper.htm>)

c. Motor Stepper Tipe *Hybrid* (HB)

Motor stepper tipe hibrid memiliki struktur yang merupakan kombinasi dari kedua tipe motor stepper sebelumnya. Motor stepper tipe hibrid memiliki gigi seperti pada motor tipe VR dan juga memiliki magnet permanen yang tersusun secara aksial pada batang porosnya seperti motor tipe

PM. Motor tipe ini paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena kinerja lebih baik. Motor tipe hibrid dapat menghasilkan resolusi langkah yang tinggi yaitu antara $3,6^\circ$ hingga $0,9^\circ$ per langkah atau 100-400 langkah setiap putarannya.



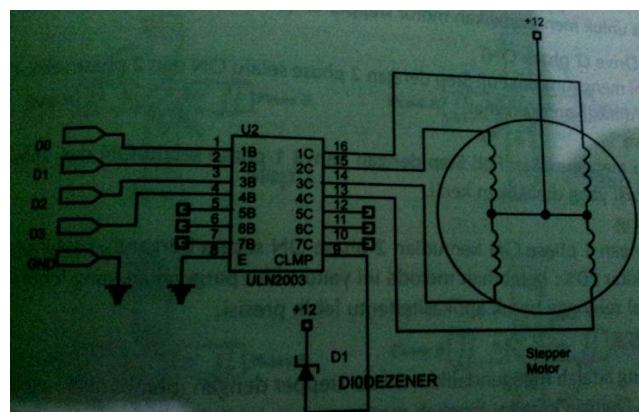
Gambar 2.13 Motor Stepper Tipe *Hybrid* (HB)

(sumber : <http://lpfilkom.freesevers.com/referens/stepper.htm>)

2.5.2 Jenis-jenis Motor Stepper

Motor stepper ada 2 jenis berdasarkan lilitanya yaitu motor stepper unipolar dan motor stepper bipolar.

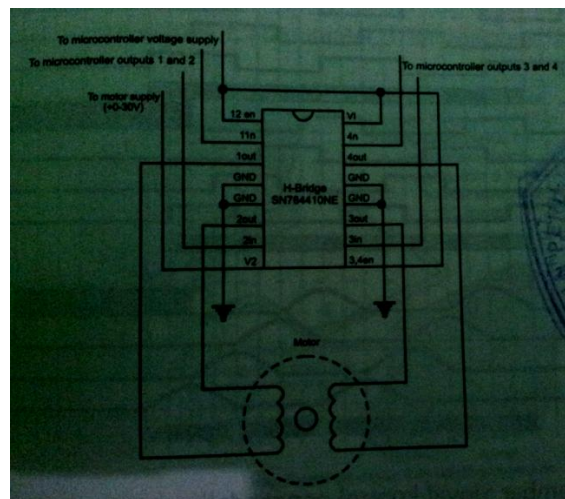
- Motor stepper unipolar memiliki 2 pengawasan setiap phase dan memiliki common. Jika kedua common pada setiap phase terhubung secara internal maka hanya terdapat 5 buah terminal. Unipolar menggunakan logika kontrol yang sederhana.



Gambar 2.14 Motor stepper Unipolar 5 terminal

(sumber : Buku Mikrokontroler belajar AVR Mulai dari Nol)

- b. Motor stepper Bipolar memiliki 1 pengawasan setiap phasanya, dengan total dua buah phase dan tidak memiliki common. Bipolar menggunakan logika kontrol dan rangkaian pengendalian yang lebih rumit, biasanya menggunakan rangkaian H-Bridge. Pengawatan pada Bipolar lebih baik dibandingkan Unipolar untuk berat yang sama, karena bentuk fisik pengawatannya. Dibandingkan bipolar, Unipolar menggunakan banyak kabel 2 kali lipat untuk luas bidang yang sama tetapi hanya digunakan separuhnya saja pada satu waktu dan menghasilkan efisiensi 50% (kira-kira mencapai 70% pada torsi output yang ada).



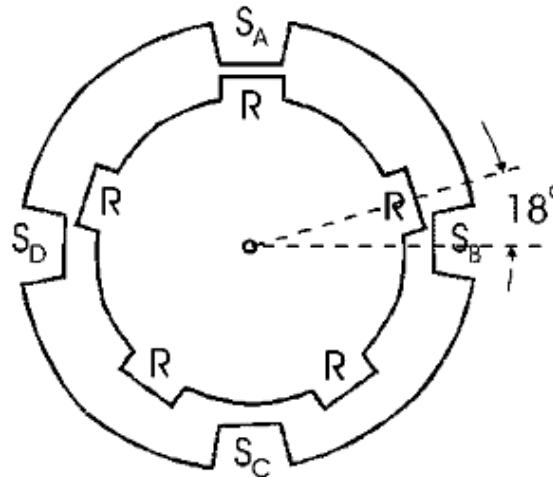
Gambar 2.15 Motor Stepper Bipolar

(sumber : Buku Mikrokontroler belajar AVR Mulai dari Nol)

2.5.3 Prinsip kerja Motor Stepper

Meskipun pada saat ini terdapat berbagai jenis motor stepper di pasaran, namun pada dasarnya mereka memiliki prinsip kerja yang sama. Seperti halnya pada motor induksi, motor stepper memiliki bagian-bagian utama berupa stator magnet permanen, dan lilitan kawat pada rotor. Hal yang membedakan motor stepper dari motor induksi biasa adalah motor stepper memiliki beberapa lilitan pada rotor, yang jumlahnya ditunjukkan oleh jumlah bit motor stepper tersebut dan juga menunjukkan besar derajat pada setiap langkah

putaran. Pada motor stepper empat bit terdapat empat lilitan yang menentukan gerakan rotor.



Gambar 2.16 Prinsip kerja Motor Stepper

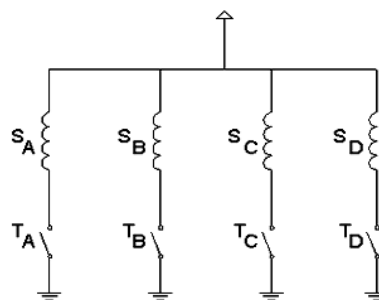
(sumber : <http://lpfilkom.freeservers.com/referens/stepper.htm>)

Jika suatu lilitan induktor dengan arah tertentu dialiri arus listrik searah, akan timbul medan magnet berkutub utara-selatan pada ujung-ujung inti besinya. Medan magnet pada keempat lilitan stator motor stepper S_A , S_B , S_C , dan S_D , dapat diaktifkan masing-masing. Pengaktifan medan magnet pada satu lilitan stator akan menarik ujung rotor R untuk mensejajarkan dirinya dengan stator penarik. Dimisalkan gambar di atas menunjukkan kondisi awal suatu motor stepper, dimana salah satu ujung rotor R sedang sejajar dengan lilitan stator S_A . Jika dalam keadaan tersebut aktivitas pemberian arus dipindahkan ke lilitan S_B , maka ujung rotor R yang terdekat dengan S_B akan segera mensejajarkan diri dengan S_B . Berarti, rotor akan berputar searah jarum jam sejauh 18° . Sebaliknya, jika dari kondisi awal lilitan pada stator S_D yang diaktifkan, maka rotor akan berputar berlawanan dengan arah jarum jam sejauh 18° , hingga ujung rotor yang terdekat menjadi sejajar dengan S_D . Jadi, untuk memutar rotor sejauh 360° searah jarum jam, diperlukan 20 langkah aktivasi ($360^\circ = 20 \times 18^\circ$), yaitu $S_B, S_C, S_D, S_A, S_B, \dots$ dst.

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa jika lilitan stator diaktifkan satu persatu secara bergiliran, maka stator akan berputar sejauh 18° /langkah. Namun, besarnya sudut putar ini bisa diperkecil lagi dengan menambahkan kombinasi berupa aktivasi dua lilitan stator. Sebagai contoh, dari kondisi awal pada gambar di atas, jika lilitan stator S_A dan S_B diaktifkan, maka rotor akan bergerak searah jarum jam sebesar 9° (*half step*). Jika keadaan terakhir dilanjutkan lagi dengan mengaktifkan lilitan stator S_B , maka putaran akan berlanjut sejauh 9° lagi. Putaran sebesar 9° berikutnya, dapat dilakukan dengan mengaktifkan lilitan stator S_B dan S_C , dan demikian seterusnya. Cara ini dapat dilakukan untuk memperhalus sudut putar motor stepper. Disamping cara tersebut, penghalusan putaran dapat juga dilakukan dengan menggunakan roda gigi atau roda bertali, yang dapat memperkecil derajat putar dalam setiap langkahnya.

2.5.4 Prinsip pengendalian Motor Stepper

Pada gambar dan tabel berikut ini dapat dilihat prinsip pengendalian motor stepper. Jika seluruh saklar dalam keadaan terbuka (OFF alias berkondisi 0), maka motor berada dalam keadaan diam. Jika saklar ditutup dan dibuka secara bergiliran sebagai berikut, T_A , T_B , T_C , T_D , maka motor akan bergerak sejauh 4 langkah ($4 \times 18^\circ$) searah jarum jam. Sebaliknya, motor akan bergerak sejauh 4 langkah berlawanan dengan arah jarum jam, jika saklar ditutup dan dibuka menurut urutan T_D , T_C , T_B , T_A .



Gambar 2.17 Prinsip Pengendalian Motor Stepper

(sumber : <http://lpfilkom.freesevers.com/referens/stepper.htm>)

Tabel 2.2 Gerakan Motor Stepper

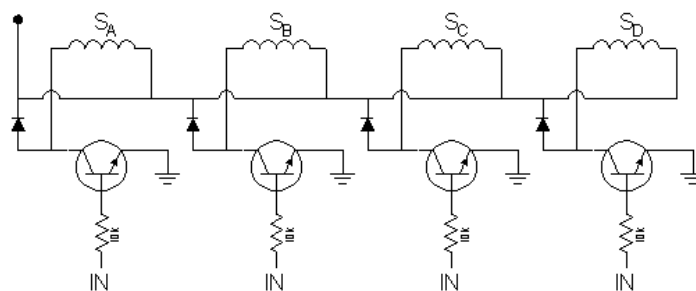
Sa	Sb	Sc	Sd	Gerakan
0	0	0	0	X
1	0	0	0	CW
0	1	0	0	CW
0	0	1	0	CW
0	0	0	1	CW
1	0	0	0	CCW
0	0	0	1	CCW
0	0	1	0	CCW
1	1	0	0	CCW

Catatan :

CW : Clock Wise (Searah jarum Jam)

CCW : Counter Clock Wise (Berlawanan dengan arah jarum jam)

Agar bisa dikendalikan secara elektronik (termasuk pengendalian melalui komputer), posisi saklar dapat diganti dengan rangkaian yang terdiri atas transistor, dioda, dan resistor.

**Gambar 2.18** Pengendalian Motor Stepper(sumber : <http://lpfilkom.freeservers.com/referens/stepper.htm>)

Pada rangkaian di atas, transistor digunakan sebagai saklar. Jika satu transistor mendapatkan arus bias pada basisnya (yang telah diperkecil oleh resistor 10 k), transistor langsung memasuki kondisi saturasi, sehingga timbul kesan seolah-olah kaki kolektor dan emitor terkontak langsung. Hal ini menyebabkan arus dari VCC dapat

mengalir melalui lilitan menuju ground. Arus bias pada jalur IN di sini bisa berasal ,misalnya, dari port paralel suatu komputer.

Sebaliknya, jika transistor tidak mendapat bias, hubungan antara kaki kolektor dan emitor akan "terputus", sehingga arus tidak bisa mengalir melalui lilitan menuju ground.

Umumnya motor stepper membutuhkan daya yang cukup besar. Untuk mengendalikan motor stepper dengan spesifikasi arus 1,2 A dan tegangan 5 V / fasa dapat digunakan transistor bertipe BD 677, yang merupakan transistor *Darlington* bertipe NPN yang dikemas dalam satu transistor. Penggunaan transistor *Darlington* ini dimaksudkan agar pasokan daya dan *switching* dapat berlangsung dengan cepat.

Dalam rangkaian diatas, dioda berfungsi untuk membuang energi dalam bentuk medan listrik yang timbul pada lilitan ketika tidak aktif (mati / *OFF*), sehingga kerusakan transistor dapat dicegah. Untuk rangkaian di atas, dapat digunakan dioda bertipe IN4002.

2.6 Motor Stepper 28BYJ-48

Motor Stepper kecil yang cocok untuk banyak aplikasi, motor stepper 28BYJ-48 merupakan motor stepper unipolar, motor stepper ini bekerja dengan tegangan 5 Volt *DC*, mempunyai 4 buah phase untuk menggerakkan motor, resistansi *DC* adalah 50 Ohm \pm 7%.



Gambar 2.19 Motor Stepper 28BYJ-48

2.7 Komunikasi Serial

2.7.1 Definisi Komunikasi Serial

Komunikasi pada umumnya mempunyai port serial dan port paralel. Serial port dibagi menjadi dua kelompok, yaitu komunikasi serial RS-232 yang menggunakan port tatau terminal DB-9 dan komunikasi serial dengan menggunakan terminal Universal Serial Bus (USB).

Komunikasi serial adalah komunikasi yang pengiriman datanya per-bit secara berurutan dan bergantian. Komunikasi ini mempunyai suatu kelebihan yaitu hanya membutuhkan satu jalur dan kabel yang sedikit dibandingkan dengan komunikasi paralel. Pada prinsipnya, komunikasi serial merupakan komunikasi dimana pengiriman data dilakukan per bit sehingga lebih lambat dibandingkan komunikasi paralel, atau dengan kata lain komunikasi serial merupakan salah satu metode komunikasi data dimana hanya satu bit data yang dikirimkan melalui seuntai kabel pada suatu waktu tertentu.

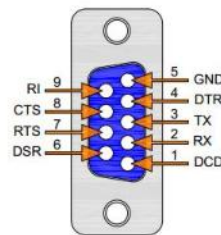
a. Pararel Port

Paralel port dapat mengirim dan menerima data 8-bit secara bersamaan melalui 8 jalur kebl melalui terminal paralel port DB-25. Bila menggunakan paralel port ini maka data yang ditransfer dengan cepat, akan tetapi kabel data yang dibutuhkan cukup banyak dan jarak atau panjang kabel yang digunakan untuk komunikasi paralel tidak dapat jauh.

b. Serial Port

Serial port adalah salah satu jenis antarmuka standar tertua. Serial port merupakan jenis komputer antarmuka yang sesuai dengan standar RS-232. Mereka adalah 9-pin konektor yang menyampaikan informasi, masuk atau keluar, satu byte pada suatu waktu. Setiap byte dipecah menjadi serangkaian delapan bit, maka terdapat istilah port serial. Serial port berbeda dari 25-pin paralel mentransmisikan satu byte pada suatu waktu dengan

menggunakan delapan kawat sejajar yang masing-masing membawa satu bit. Dengan data bepergian secara paralel, kecepatan transfer lebih besar. Port paralel dapat mendukung transfer data hingga 100 kilobyte per detik, sedangkan port serial hanya dapat mendukung 115 kilobit per detik (kbps). Kemudian teknologi ditingkatkan sehingga dapat mendorong kecepatan port serial menjadi 460 kbps. Di penelitian ini, penulis menggunakan jenis serial port konektor 9 pin (DB 9) untuk menghubungkan komunikasi serial mikrokontroler ATmega8535 dengan laptop. Konektor DB9 hanya ada 3 pin yang digunakan yaitu pin kirim, pin terima, dan *ground*.



Gambar 2.20 Konektor DB-9

Tabel 2.3 Konfigurasi Pin DB-9

Nomor Pin	Nama Sinyal	<i>Direction</i>	Keterangan
1	<i>DCD</i>	<i>IN</i>	<i>Receiver Line Signal Direct</i>
2	<i>RXD</i>	<i>IN</i>	<i>Receive Data</i>
3	<i>TXD</i>	<i>OUT</i>	<i>Transmit Data</i>
4	<i>DTR</i>	<i>OUT</i>	<i>Data Terminal Ready</i>
5	<i>GND</i>	-	<i>Ground</i>
6	<i>DSR</i>	<i>IN</i>	<i>Data Set Ready</i>
7	<i>RST</i>	<i>OUT</i>	<i>Request to Send</i>
8	<i>CTS</i>	<i>IN</i>	<i>Clear to Send</i>
9	<i>RI</i>	<i>IN</i>	<i>Ring Indicator</i>

Keterangan mengenai saluran RS-232 pada konektor DB9 adalah sebagai berikut:

- a. *Received Line Signal Detect*, dengan saluran ini *DCE* memberitahukan ke *DTE* bahwa terminal masukan ada data masukan.
- b. *Reveived Data*, digunakan *DTE* menerima data dari *DCE*.
- c. *Transmite Data*, digunakan *DTE* mengirimkan data ke *DCE*.
- d. *Data Terminal Ready*, pada saluran ini *DTE* memberitahukan kesiapan sinyalnya.
- e. *Signal Ground*, saluran *Ground*.
- f. *Ring Indicator*, pada saluran ini *DCE* memberitahukan ke *DTE* bahwa stasiun menghendaki hubungan dengannya.
- g. *Clear to Send*, dengan saluran ini *DCE* memberitahukan ke *DTE* boleh mengirimkan data.
- h. *Request to Send*, dengan saluran ini *DCE* diminta mengirimkan data oleh *DTE*.
- i. *DTE Ready*, sinyal aktif pada saluran ini menunjukkan bahwa *DCE*

2.7.2 AT Command

Menurut Cahyo Rossy (2006:157) “AT-Command merupakan standar command yang digunakan oleh computer untuk berkomunikasi dengan modem/phone modem. AT berasal dari kata “Attention”. Dengan menggunakan AT-command, dapat diperoleh informasi mengenai modem, melakukan setting pada modem, mengirim SMS dan menerima SMS (untuk GSM modem), dan sebagainya.”

Dalam program SMS Server yang akan dibuat nanti, tidak semua perintah AT digunakan. Kita hanya menggunakan beberapa perintah AT.

Tabel 2.4 Perintah AT *Command*

AT Command	Keterangan
AT	Mengecek apakah Handphone telah terhubung
AT+CMGF	Untuk menetapkan format mode dari terminal
AT+CSCS	Untuk menetapkan jenis encoding
AT+CNMI	Untuk mendeteksi pesan SMS baru masuk secara otomatis
AT+CMGL	Membuka daftar SMS yang ada pada SIM Card
AT+CMGS	Mengirim pesan
AT+CMGR	Membaca pesan SMS
AT+CMGD	Menghapus pesanSMS
AT+CGMI	Mengecek merk HP
AT+CGMM	Mengecek Seri HP
AT+CGMR	Mengecek Versi Keluaran HP
AT+CBC	Mengecek baterai
AT+CSQ	Mengecek Kualitas Sinyal
AT+CCLK	Mengecek Jam (waktu) pada HP
AT+CALM=<n>	Mengecek Suara/dering HP saat di Telepon (ada Telepon Masuk). 'n' adalah angka yang menunjukkan jenis dering, 0= bordering, 1 dan 2 = Silent (Diam)
AT^SCID	Mengecek ID SIM Card
AT+CGSN	Mengecek Nomor IMEI
AT+CLIP=1	Menampilkan nomor telepon pemanggil
AT+CLCC	Menampilkan nomor telepon yang sedang memanggil
AT+COPN	Menampilkan Nama Semua Operator di dunia
AT+COPS	Menampilkan nama operator dari SIM card

	yang digunakan
AT+CPBR=<n>	embaca nomor telepon yang disimpan pada buku telepon (SIM Card). 'n' adalah nomor urut penyimpanan.
AT+CPMS=<md>	Mengatur Memori dari HP. 'md' adalah memori yang digunakan. ME = memori HP, SM = Memori SIM Card
ATE1	Mengatur ECHO
ATV1	Mengatur input dan output berupa naskah

2.7.3 Kode ASCII

ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) merupakan suatu standar internasional dalam kode huruf dan simbol seperti Hex dan Unicode, tetapi ASCII lebih bersifat universal. Kode ASCII selalu digunakan untuk menunjukkan teks.

Kode ASCII sebenarnya memiliki komposisi bilangan biner sebanyak 8 bit, dimulai dari 00000000 sampai 11111111. Total kombinasi yang dihasilkan berjumlah 256, dimulai dari kode 0 hingga 255 dalam bilangan desimal. Nilai dari 0 sampai 127 desimal merupakan kode ASCII tambahan (*Extended ASCII Codes*). Tabel berikut berisi karakter ASCII. Dalam sistem operasi Windows dan MS-DOS, pengguna dapat menggunakan karakter ASCII dengan menekan tombol Alt+ [nomor nilai ANSI atau decimal]. Sebagai contoh, tekan kombinasi tombol Alt+65 untuk karakter huruf latin "A" capital. Tabel dibawah ini menunjukkan daftar kode ASCII standar (*ASCII Codes*) yang dimulai dari nilai 0 sampai 127 desimal.

Tabel 2.5 Kode ASCII *Standart*

Character Name	Char	code	Decim al	Binary	Hex
Null	NUL	Ctrl @	0	00000000	00
Start Of Heading	SOH	Ctrl A	1	00000001	01
Start of Text	STX	Ctrl B	2	00000010	02
End of Text	ETX	Ctrl C	3	00000011	03
End of Transmit	EOT	Ctrl D	4	00000100	04
Enquiry	ENQ	Ctrl E	5	00000101	05
Acknowledge	ACK	Ctrl F	6	00000110	06
Bell	BEL	Ctrl G	7	00000111	07
Back Space	BS	Ctrl H	8	00001000	08
Horizontal Tab	TAB	Ctrl I	9	00001001	09
Line Feed	LF	Ctrl J	10	00001010	0A
Vertical Tab	VT	Ctrl K	11	00001011	0B
Form Feed	FF	Ctrl L	12	00001100	0C
Carriage Return	CR	Ctrl M	13	00001101	0D
Shift Out	SO	Ctrl N	14	00001110	0E
Shift In	SI	Ctrl O	15	00001111	0F
Data Line Escape	DLE	Ctrl P	16	00010000	10
Device Control 1	DC1	Ctrl Q	17	00010001	11
Device Control 2	DC2	Ctrl R	18	00010010	12
Device Control 3	DC3	Ctrl S	19	00010011	13
Device Control 4	DC4	Ctrl T	20	00010100	14
Negative Acknowledge	NAK	Ctrl U	21	00010101	15
Synchronous Idle	SYN	Ctrl V	22	00010110	16
End of Transmit Block	ETB	Ctrl W	23	00010111	17
Cancel	CAN	Ctrl X	24	00011000	18



End of Medium	EM	Ctrl Y	25	00011001	19
Substitute	SUB	Ctrl Z	26	00011010	1A
Escape	ESC	Ctrl [	27	00011011	1B
File Separator	FS	Ctrl \	28	00011100	1C
Group Separator	GS	Ctrl]	29	00011101	1D
Record Separator	RS	Ctrl ^	30	00011110	1E
Unit Separator	US	Ctrl _	31	00011111	1F
Space			32	00100000	20
Exclamation Point	!	Shift 1	33	00100001	21
Double Quote	“	Shift ‘	34	00100010	22
Pound/Number Sign	#	Shift 3	35	00100011	23
Dollar Sign	\$	Shift 4	36	00100100	24
Percent Sign	%	Shift 5	37	00100101	25
Ampersand	&	Shift 7	38	00100110	26
Single Quote	‘	‘	39	00100111	27
Left Parenthesis	(	Shift 9	40	00101000	28
Right Parenthesis	)	Shift 0	41	00101001	29
Asterisk	*	Shift 8	42	00101010	2A
Plus Sign	+	Shift =	43	00101011	2B
Comma	,	,	44	00101100	2C
Hyphen / Minus Sign	-	-	45	00101101	2D
Period	.	.	46	00101110	2E
Forward Slash	/	/	47	00101111	2F
Zero Digit	0	0	48	00110000	30
One Digit	1	1	49	00110001	31
Two Digit	2	2	50	00110010	32
Three Digit	3	3	51	00110011	33



Four Digit	4	4	52	00110100	34
Five Digit	5	5	53	00110101	35
Six Digit	6	6	54	00110110	36
Seven Digit	7	7	55	00110111	37
Eight Digit	8	8	56	00111000	38
Nine Digit	9	9	57	00111001	39
Colon	:	Shift ;	58	00111010	3A
Semicolon	;	;	59	00111011	3B
Less-Than Sign	<	Shift ,	60	00111100	3C
Equals Sign	=	=	61	00111101	3D
Greater-Than Sign	>	Shift .	62	00111110	3E
Question Mark	?	Shift /	63	00111111	3F
At Sign	@	Shift 2	64	01000000	40
Capital A	A	Shift A	65	01000001	41
Capital B	B	Shift B	66	01000010	42
Capital C	C	Shift C	67	01000011	43
Capital D	D	Shift D	68	01000100	44
Capital E	E	Shift E	69	01000101	45
Capital F	F	Shift F	70	01000110	46
Capital G	G	Shift G	71	01000111	47
Capital H	H	Shift H	72	01001000	48
Capital I	I	Shift I	73	01001001	49
Capital J	J	Shift J	74	01001010	4A
Capital K	K	Shift K	75	01001011	4B
Capital L	L	Shift L	76	01001100	4C
Capital M	M	Shift M	77	01001101	4D
Capital N	N	Shift N	78	01001110	4E
Capital O	O	Shift O	79	01001111	4F
Capital P	P	Shift P	80	01010000	50



Capital Q	Q	Shift Q	81	01010001	51
Capital R	R	Shift R	82	01010010	52
Capital S	S	Shift S	83	01010011	53
Capital T	T	Shift T	84	01010100	54
Capital U	U	Shift U	85	01010101	55
Capital V	V	Shift V	86	01010110	56
Capital W	W	Shift W	87	01010111	57
Capital X	X	Shift X	88	01011000	58
Capital Y	Y	Shift Y	89	01011001	59
Capital Z	Z	Shift Z	90	01011010	5A
Left Bracket	[	[	91	01011011	5B
Backward Slash	\	\	92	01011100	5C
Right Bracket	]	]	93	01011101	5D
Caret	^	Shift 6	94	01011110	5E
Underscore	_	Shift -	95	01011111	5F
Back Quote	`	`	96	01100000	60
Lower-case A	a	A	97	01100001	61
Lower-case B	b	B	98	01100010	62
Lower-case C	c	C	99	01100011	63
Lower-case D	d	D	100	01100100	64
Lower-case E	e	E	101	01100101	65
Lower-case F	f	F	102	01100110	66
Lower-case G	g	G	103	01100111	67
Lower-case H	h	H	104	01101000	68
Lower-case I	i	I	105	01101001	69
Lower-case J	j	J	106	01101010	6A
Lower-case K	k	K	107	01101011	6B
Lower-case L	l	L	108	01101100	6C
Lower-case M	m	M	109	01101101	6D
Lower-case N	n	N	110	01101110	6E

Lower-case O	o	O	111	01101111	6F
Lower-case P	p	P	112	01110000	70
Lower-case Q	q	Q	113	01110001	71
Lower-case R	r	R	114	01110010	72
Lower-case S	s	S	115	01110011	73
Lower-case T	t	T	116	01110100	74
Lower-case U	u	U	117	01110101	75
Lower-case V	v	V	118	01110110	76
Lower-case W	w	W	119	01110111	77
Lower-case X	x	X	120	01111000	78
Lower-case Y	y	Y	121	01111001	79
Lower-case Z	z	Z	122	01111010	7A
Left Brace	{	Shift [	123	01111011	7B
Vertical Bar	|	Shift \	124	01111100	7C
Right Brace	}	Shift]	125	01111101	7D
Tilde	~	Shift `	126	01111110	7E
Delta	D		127	01111111	7F

2.8 Modem Wavecom

Wavecom adalah pabrikan asal Perancis (bermarkas di kota Issy-les-Moulineaux, Perancis) yaitu Wavecom.SA yang berdiri sejak 1993 bermula sebagai biro konsultan teknologi dan sistim jaringan nirkabel GSM, dan pada

1996 Wavecom mulai membuat desain daripada modul wireless GSM pertamanya dan diresmikan pada 1997, bentuk modul GSM pertama berbasis GSM dan pengkodean khusus yang disebut AT-command.

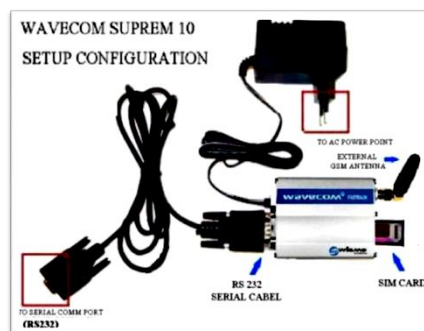
Modem Wavecom Fastrack ini di Indonesia cukup dikenal digunakan pada industri bisnis rumahan dan bahkan skala besar – mulai dari fungsi untuk kirim SMS massal hingga fungsi sebagai penggerak perangkat

elektronik. Beberapa fungsi kegunaan modem ini di masyarakat adalah antara lain:

1. SMS Broadcast application
2. SMS Quiz application
3. SMS Polling
4. SMS auto-reply
5. M2M integration
6. Aplikasi Server Pulsa
7. Telemetry
8. Payment Point Data
9. PPOB

Adapun kelebihan dari modem wavecom dibandingkan dengan modem GSM sebagai berikut :

- a. Wavecom tidak gampang panas dibanding Modem GSM/HP
- b. Pengiriman SMS yang lebih cepat dibanding Modem GSM/HP (1000 s/d 1200 SMS per jam)
- c. Support AT Command, bisa cek sisa pulsa, cek point, pemakaian terakhir dll.
- d. Tidak semua Modem GSM/HP support AT Command
- e. Tidak memakai baterai sehingga lebih praktis digunakan
- f. Dan masih banyak lainnya



Gambar 2.21 Modem Wavecom

2.9 SMS Gateway

SMS adalah suatu fasilitas untuk mengirim dan menerima suatu pesan singkat berupa teks melalui perangkat nirkabel, yaitu perangkat komunikasi telepon selular, dalam hal ini perangkat nirkabel yang digunakan adalah telepon selular. Selain itu SMS merupakan metode store dan forward sehingga keuntungan yang didapat adalah pada saat telepon selular penerima tidak dapat dijangkau, dalam arti tidak aktif atau diluar service area, penerima tetap dapat menerima SMS-nya apabila telepon selular tersebut sudah aktif kembali. SMS menyediakan mekanisme untuk mengirimkan pesan singkat dari dan menuju media - media wireless dengan menggunakan sebuah *Short Messaging Service Center (SMSC)*, yang bertindak sebagai sistem yang berfungsi menyimpan dan mengirimkan kembali pesan - pesan singkat. Jaringan wireless menyediakan mekanisme untuk menemukan station yang dituju dan mengirimkan pesan singkat antara SMSC dengan wireless station. SMS mendukung banyak mekanisme input sehingga memungkinkan adanya interkoneksi dengan berbagai sumber dan tujuan pengiriman pesan yang berbeda.

2.9.1 Mekanisme Store And Forward Pada SMS

SMS adalah data tipe *asynchronous message* yang pengiriman datanya dilakukan dengan mekanisme protokol store and forward. Hal ini berarti bahwa pengirim dan penerima SMS tidak perlu berada dalam status berhubungan (*connected/ online*) satu sama lain ketika akan saling bertukar pesan SMS. Pengiriman pesan SMS secara store and forward berarti pengirim pesan SMS menuliskan pesan dan nomor telepon tujuan dan kemudian mengirimkannya (store) ke server SMS (SMS-Center) yang kemudian bertanggung jawab untuk mengirimkan pesan tersebut (*forward*) ke nomor telepon tujuan. Keuntungan mekanisme store and forward pada SMS adalah, penerima tidak perlu dalam status online ketika ada pengirim yang bermaksud mengirimkan pesan kepadanya, karena pesan akan dikirim oleh pengirim ke SMSC yang kemudian dapat menunggu

untuk meneruskan pesan tersebut ke penerima ketika ia siap dan dalam status online di lain waktu.

Ketika pesan SMS telah terkirim dan diterima oleh SMSC, pengirim akan menerima pesan singkat (konfirmasi) bahwa pesan telah terkirim (*message sent*). Hal-hal inilah yang menjadi kelebihan SMS dan populer sebagai layanan praktis dari sistem telekomunikasi bergerak.

2.10 Hukum Ohm

Hukum Ohm adalah suatu pernyataan bahwa besar arus listrik yang mengalir melalui sebuah penghantar selalu berbanding lurus dengan beda potensial yang diterapkan kepadanya. Sebuah benda penghantar dikatakan mematuhi hukum Ohm apabila nilai resistansinya tidak bergantung terhadap besar dan polaritas beda potensial yang dikenakan kepadanya. Walaupun pernyataan ini tidak selalu berlaku untuk semua jenis penghantar, namun istilah "hukum" tetap digunakan dengan alasan sejarah.

Secara matematis hukum Ohm diekspresikan dengan persamaan:

$$V = I \times R$$

Dimana :

- I adalah arus listrik yang mengalir pada suatu penghantar dalam satuan Ampere.
- V adalah tegangan listrik yang terdapat pada kedua ujung penghantar dalam satuan volt.
- R adalah nilai hambatan listrik (resistansi) yang terdapat pada suatu penghantar dalam satuan ohm.