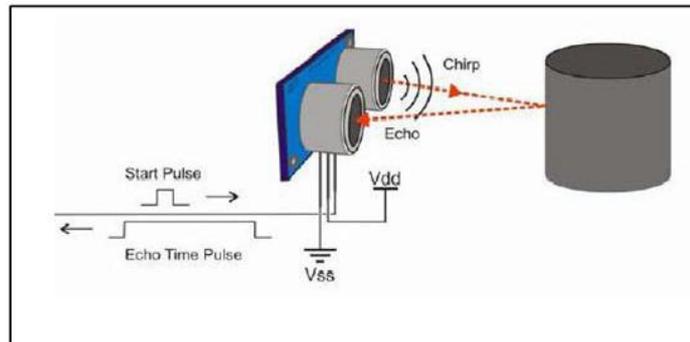


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik. Pada sensor ini gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah benda yang disebut *piezoelektrik*. *Piezoelektrik* ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut.



**Gambar 2.1** Sensor Ultrasonik

(Sumber : [www.google.com/ilustrasi sensor ultrasonic.pdf.com](http://www.google.com/ilustrasi%20sensor%20ultrasonic.pdf.com), diakses tanggal 1 Mei 2015 pukul 20.30 WIB)

Sensor ultrasonik secara umum digunakan pada aplikasi pengukuran jarak. Alat ini secara umum memancarkan gelombang suara ultrasonik menuju suatu target yang memantulkan balik gelombang kearah sensor. Kemudian mengukur waktu yang diperlukan untuk pemancaran gelombang sampai kembali ke sensor dan menghitung jarak dengan menggunakan kecepatan suara.

Rangkaian penyusun sensor ultrasonik terdiri dari *transmitter*, *receiver*, dan komparator. Selain itu, gelombang ultrasonik dibangkitkan oleh sebuah kristal tipis bersifat *piezoelektrik*. Bagian – bagian dari sensor ultrasonik adalah sebagai berikut :



### 1. *Piezoelektrik*

Peralatan *piezoelektrik* secara langsung mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Tegangan *input* yang digunakan menyebabkan bagian keramik meregang dan memancarkan gelombang ultrasonik. Tipe operasi transmisi elemen *piezoelektrik* sekitar frekuensi 32 kHz. Efisiensi lebih baik, jika frekuensi osilator diatur pada frekuensi resonansi *piezoelektrik* dengan sensitifitas dan efisiensi paling baik. Jika rangkaian pengukur beroperasi pada mode pulsa elemen *piezoelektrik* yang sama dapat digunakan sebagai *transmitter* dan *receiver*.

### 2. *Transmitter*

*Transmitter* adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi sebesar 40 kHz yang dibangkitkan dari sebuah osilator. Untuk menghasilkan frekuensi 40 kHz, harus dibuat sebuah rangkaian osilator dan keluaran dari osilator dilanjutkan menuju penguat sinyal. Besarnya frekuensi ditentukan oleh komponen kalang RLC / Kristal tergantung dari desain osilator yang digunakan. Penguat sinyal akan memberikan sebuah sinyal listrik yang diumpankan ke *piezoelektrik* dan terjadi reaksi mekanik sehingga bergetar dan memancarkan gelombang yang sesuai dengan besar frekuensi pada osilator.

### 3. *Receiver*

*Receiver* terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan *piezoelektrik*, yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari *transmitter* yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (*Line Of Sight*) dari *transmitter*. Oleh karena bahan *piezoelektrik* memiliki reaksi yang *reversible*, elemen keramik akan membangkitkan tegangan listrik pada saat gelombang datang dengan frekuensi yang resonan dan akan menggetarkan bahan *piezoelektrik* tersebut.

---



### 2.1.1 Sensor Ultrasonik SRF04

SRF04 adalah sensor non-kontak pengukur jarak menggunakan ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini adalah *transmitter* mengirimkan seberkas gelombang ultrasonik, lalu diukur waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek. Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek, sehingga jarak sensor dengan objek dapat ditentukan persamaan :

$$s = \frac{v \times t}{2}$$

Keterangan :

s = jarak (meter)

v = kecepatan suara (344 m/detik)

t = waktu tempuh (detik)

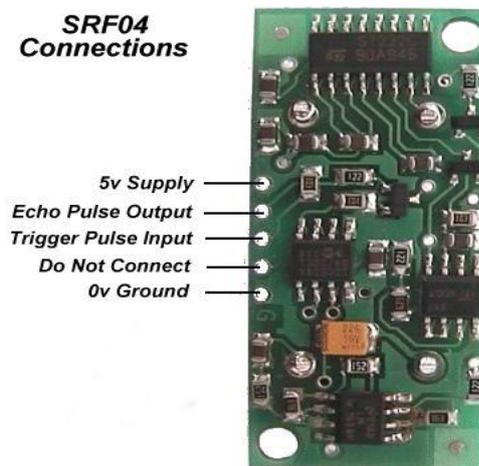
SRF04 dapat mengukur jarak dalam rentang antara 3 cm – 3 m dengan *output* panjang pulsa yang sebanding dengan jarak objek. Sensor ini hanya memerlukan 2 pin I/O untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, yaitu *TRIGGER* dan *ECHO*. Untuk mengaktifkan SRF04 mikrokontroler mengirimkan pulsa positif melalui pin *TRIGGER* minimal 10  $\mu$ s, selanjutnya SRF04 akan mengirimkan pulsa positif melalui pin *ECHO* selama 100  $\mu$ s hingga 18 ms, yang sebanding dengan jarak objek. Dibandingkan dengan sensor ultrasonik lain, seperti PING, SRF04 mempunyai kemampuan yang setara, yaitu rentang pengukuran antara 3 cm – 3 m dan *output* yang sama yaitu panjang pulsa. Meski cara pengoperasiannya mirip, namun kedua sensor tersebut berbea jumlah pin I/O – nya, yaitu 2 untuk SRF04 dan 1 untuk PING. Dibawah ini spesifikasi dari sensor ultrasonik srf04 :

Spesifikasi dari sensor ultrasonik SRF04 adalah sebagai berikut :

- a. Dimensi : 24mm (P) x 20mm (L) x 17mm (T).
  - b. Tegangan : 5 VDC
  - c. Konsumsi Arus : 30 mA (rata-rata), 50 mA (max)
  - d. Frekuensi Suara : 40 kHz
  - e. Jangkauan : 3 cm – 3 m
-



- f. Sensitivitas : Mampu mendeteksi objek dengan diameter 3 cm pada jarak  $> 2$  m
- g. Input Trigger : 10 mS min. Pulsa Level TTL
- h. Pulsa Echo : Sinyal level TTL Positif, Lebar berbanding proporsional dengan jarak yang dideteksi



**Gambar 2.2** Konfigurasi Pin Sensor Ultrasonik SRF04

(Sumber :<http://www.robot-electronics.co.uk/htm/srf04tech.htm> diakses tanggal 1 Mei 2015 pukul 20.30 WIB)

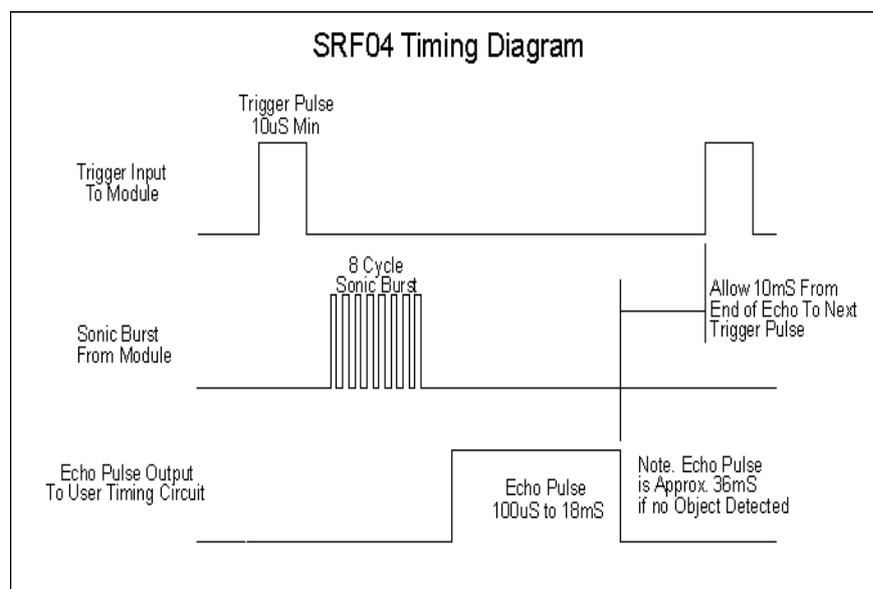
Sensor ultrasonik srf04 ini memiliki Dari gambar diatas dapat dijelaskan fungsi dari masing – masing koneksi sensor ultrasonik SRF04 sebagai berikut:

- a. *5V supply* : sebagai tegangan *supply* yang nantinya dihubungkan ke *power supply* 5V.
  - b. *Echo Pulse Output* : sebagai pin *output* yang nantinya dihubungkan ke mikrokontroller sehingga mikrokontroller dapat membaca pulsa yang dihasilkan sensor.
  - c. *Trigger Pulse Input* : sebagai pin *input* yang nantinya dihubungkan ke mikrokontroller untuk mendapatkan pulsa dari mikrokontroller.
  - d. *0V Ground* : sebagai pertanahan atau *grounding*.
-



### 2.1.2 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik SRF04

Prinsip kerja SRF04 adalah *transmitter* memancarkan seberkas sinyal ultrasonik (40KHz) yang berbentuk pulsa, kemudian jika di depan SRF04 ada objek padat maka *receiver* akan menerima pantulan sinyal ultrasonik tersebut. *Receiver* akan membaca lebar pulsa (dalam bentuk PWM) yang dipantulkan objek dan selisih waktu pemancaran. Dengan pengukuran tersebut, jarak objek di depan sensor dapat diketahui. Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar 2.3 di bawah ini:



**Gambar 2.3** Timing Diagram Sensor Utrasonik SRF04

(Sumber :<http://www.robot-electronics.co.uk/html/srf04tech.htm>)

Dari gambar diatas untuk memperoleh pulsa dari sensor maka terlebih dahulu pin *trigger* dan *echo* dihubungkan ke mikrokontroler. Untuk memulai pengukuran jarak, mikro akan mengeluarkan *output high* pada pin *trigger* selama minimal  $10\mu\text{S}$ , sinyal *high* yang masuk tadi akan membuat SRF04 ini mengeluarkan suara ultrasonik. Kemudian ketika bunyi yang dipantulkan kembali ke sensor SRF04, bunyi tadi akan diterima dan membuat keluaran sinyal *high* pada pin *echo* yang kemudian menjadi inputan pada mikrokontroler. SRF04 akan memberikan pulsa  $100\mu\text{s}$  -  $18\text{ms}$  pada outputnya tergantung pada informasi jarak pantulan objek yang diterima. Lamanya sinyal *high* dari *echo* inilah yang digunakan untuk menghitung jarak antara sensor SRF04 dengan benda yang

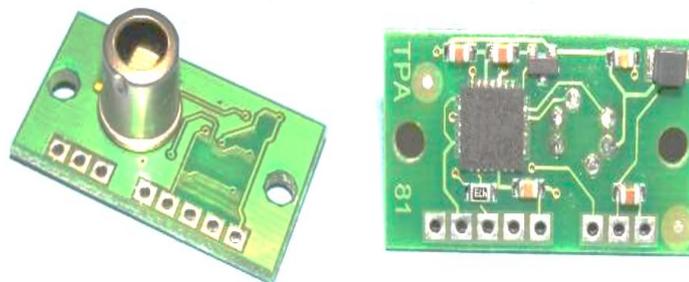


memantulkan bunyi yang berada di depan sensor ini.

Untuk menghitung lamanya sinyal *high* yang diterima mikrokontroler dari pin *echo*, maka digunakan fasilitas *timer* yang ada pada masing-masing mikrokontroler. Ketika ada perubahan dari *low* ke *high* dari pin *echo* maka akan mengaktifkan *timer*, dan ketika ada perubahan dari *high* ke *low* dari pin *echo* maka akan mematikan *timer*. Setelah itu yang diperlukan adalah mengkonversi nilai *timer* dari yang satuannya dalam detik, menjadi ke dalam satuan jarak (*inch/cm*).

## 2.2 *Sensor Thermal Array TPA81*

*Sensor Thermal Array TPA 81* adalah sensor yang membaca radiasi panas. TPA81 dapat mendeteksi sinar infra merah dengan panjang gelombang  $2\mu\text{m}$ - $22\mu\text{m}$ . Panjang gelombang ini dihasilkan oleh benda-benda yang panas. Oleh karena yang dideteksi adalah radiasi panasnya saja, maka TPA81 dapat mengukur suhu tanpa harus menyentuh sumber panas. Sebagai gambaran, TPA81 dapat mendeteksi suhu api lilin dalam jarak 2 meter tanpa terpengaruh cahaya ruangan.

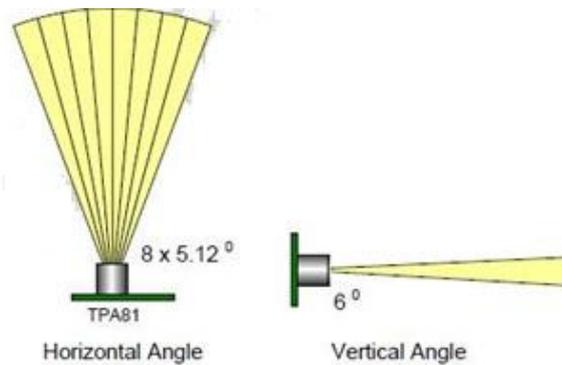


**Gambar 2.4** *Module Sensor Thermal Array TPA 81*

(Sumber : <http://www.robot-electronics.co.uk/htm/tpa81tech.htm> diakses tanggal 28 April 2015 pukul 19.38 WIB).

TPA81 dapat mendeteksi suhu pada 8 titik sekaligus. Karena didalam TPA81 terdapat 8 buah sensor *thermopile* yang masing-masing memiliki sudut pandang (*Field of View*)  $5.12^{\circ}$  terhadap sumbu *horizontal* dan  $6^{\circ}$  terhadap sumbu *vertikal*. Jadi total sudut pandangnya adalah  $41^{\circ}$  dengan  $6^{\circ}$ .

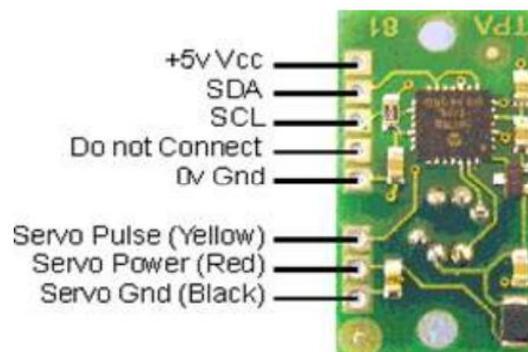
---



**Gambar 2.5** Sudut Sensor *Thermal Array TPA 81*

(Sumber : <https://hendawan.wordpress.com/2009/02/10/thermal-array-tpa81/> diakses tanggal 26 April 2015 pukul 21.11 WIB).

Jalur komunikasi data TPA81 menggunakan teknologi I2C (Inter Integrated Circuit) yang menggunakan dua kabel saja yaitu SDA untuk jalur data dan SCK untuk jalur clock. Jika dihubungkan dengan mikrokontroler, TPA81 dapat dipasang paralel sebanyak 8 buah tanpa menambah jalur komunikasi. Anda hanya perlu menambahkan resistor pull-up 1K8 pada jalur SDA dan SCK. Selain dapat mengeluarkan data suhu, TPA81 dapat juga mengendalikan sebuah motor servo.



**Gambar 2.6** Konfigurasi Pin TPA81

(Sumber : <https://hendawan.wordpress.com/2009/02/10/thermal-array-tpa81/> diakses tanggal 26 April 2015 pukul 21.11 WIB).



Di dalam TPA81 terdapat 10 buah register yang dapat dibaca maupun di tulis yang terdapat pada tabel 2.1 dibawah ini, yaitu :

Tabel 2.1 Register Data TPA81

<i>Register</i>	<i>Read</i>	<i>Write</i>
0	<i>Software Revision</i>	<i>Command Register</i>
1	<i>Ambient Temperature <sup>0</sup>C</i>	<i>Servo Range</i>
2	<i>Pixel 1 Temperature <sup>0</sup>C</i>	N/A
3	<i>Pixel 2 Temperature <sup>0</sup>C</i>	N/A
4	<i>Pixel 3 Temperature <sup>0</sup>C</i>	N/A
5	<i>Pixel 4 Temperature <sup>0</sup>C</i>	N/A
6	<i>Pixel 5 Temperature <sup>0</sup>C</i>	N/A
7	<i>Pixel 6 Temperature <sup>0</sup>C</i>	N/A
8	<i>Pixel 7 Temperature <sup>0</sup>C</i>	N/A
9	<i>Pixel 8 Temperature <sup>0</sup>C</i>	N/A

Hanya *register* 0 dan 1 yang dapat ditulisi. *Register* 0 adalah *command register* yang digunakan untuk mengatur posisi servo dan untuk mengubah *address* PA81. *Register* ini tidak bisa dibaca. Membaca *register* 0 akan menghasilkan pembacaan *Software Revision*. Menulisi *register* 1 akan mengatur range servo. Membaca *register* 1 akan membaca suhu *ambient*. Ada 9 suhu yang bisa dibaca, semuanya dalam derajat Celcius (<sup>0</sup>C). *Register* 1 menyimpan suhu *ambient* yang dibaca sensor. *Register* 2-9 adalah 8 *pixel* suhu. Pembacaan suhu akan akurat setelah 40 mS sensor mengarah pada posisi baru.

### 2.3 Mikrokontroller Keluarga AVR

Mikrokontroller AVR merupakan keluarga mikrokontroller atmel yang dibuat berdasarkan *architecture* RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) terbaru untuk meningkatkan kecepatan, ukuran program dan penggunaan catu daya. AVR telah berhasil menggabungkan *fast access register file* dan *single cycle instruction* dengan 32 register x 8 bit. Dengan 32 register AVR dapat mengeksekusi beberapa instruksi sekali jalan (*single cycle*), hal inilah yang

---



membuat AVR relatif lebih cepat bila dibandingkan dengan mikrokontroler 8 bit lainnya. Enam dari 32 *register* yang ada dapat digunakan sebagai *indirect address register pointer* 16 bit untuk pengalamatan *data space*, yang memungkinkan penghitungan alamat yang efisien. AVR mempunyai kecepatan dari 0 – 16 Mhz bahkan AVR yang telah ditambahkan beberapa alat dapat mencapai kecepatan 20 Mhz. AVR merupakan mikrokontroler yang sangat *powerful* dan efisien dalam *addressing code* karena AVR dapat mengakses program memori dan data memori.

AVR secara umum terbagi dua jenis yaitu *high – voltage* dan *low – voltage performance* untuk varian ATMega tersebut perbedaan dapat dilihat pada akhiran nomor seri setiap AVR seperti tipe ATMega 8535 dan ATMega 8535L. Setiap tipe yang berakhiran L merupakan versi *low – voltage* dari AVR yang artinya AVR tersebut dapat bekerja pada tegangan 2,7 V. Untuk seri ATTiny sendiri juga terdapat dua jenis varian misalnya pada ATTiny 2313 dan ATTiny 2313V, pada tipe yang berakhiran V berarti *very low voltage* yaitu dapat beroperasi pada tegangan dibawah 2,7 V. Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas yaitu keluarga ATTiny, keluarga AT90xx, keluarga ATMega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing – masing kelas adalah memori, perangkat, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan hampir sama.

### **2.3.1 Mikrokontroler ATMega8535**

Mikrokontroler ATMega8535 adalah mikrokontroler CMOS 8 *bit* daya rendah berbasis arsitektur RISC. Semua intruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bit *word*) dan sebagian besar intruksi dieksekusi dalam satu siklus intruksi *clock*. , ATMega8535 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz, hal ini membuat ATMega8535 dapat bekerja dengan kecepatan tinggi walaupun dengan penggunaan daya rendah. Mikrokontroler ATMega8535 memiliki beberapa fitur atau spesifikasi yang menjadikannya sebuah solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan.

Mikrokontroler AVR ATMega8535 merupakan salah satu dari keluarga AVR. Mikrokontroler AVR ATMega8535 memiliki fitur yang cukup lengkap.

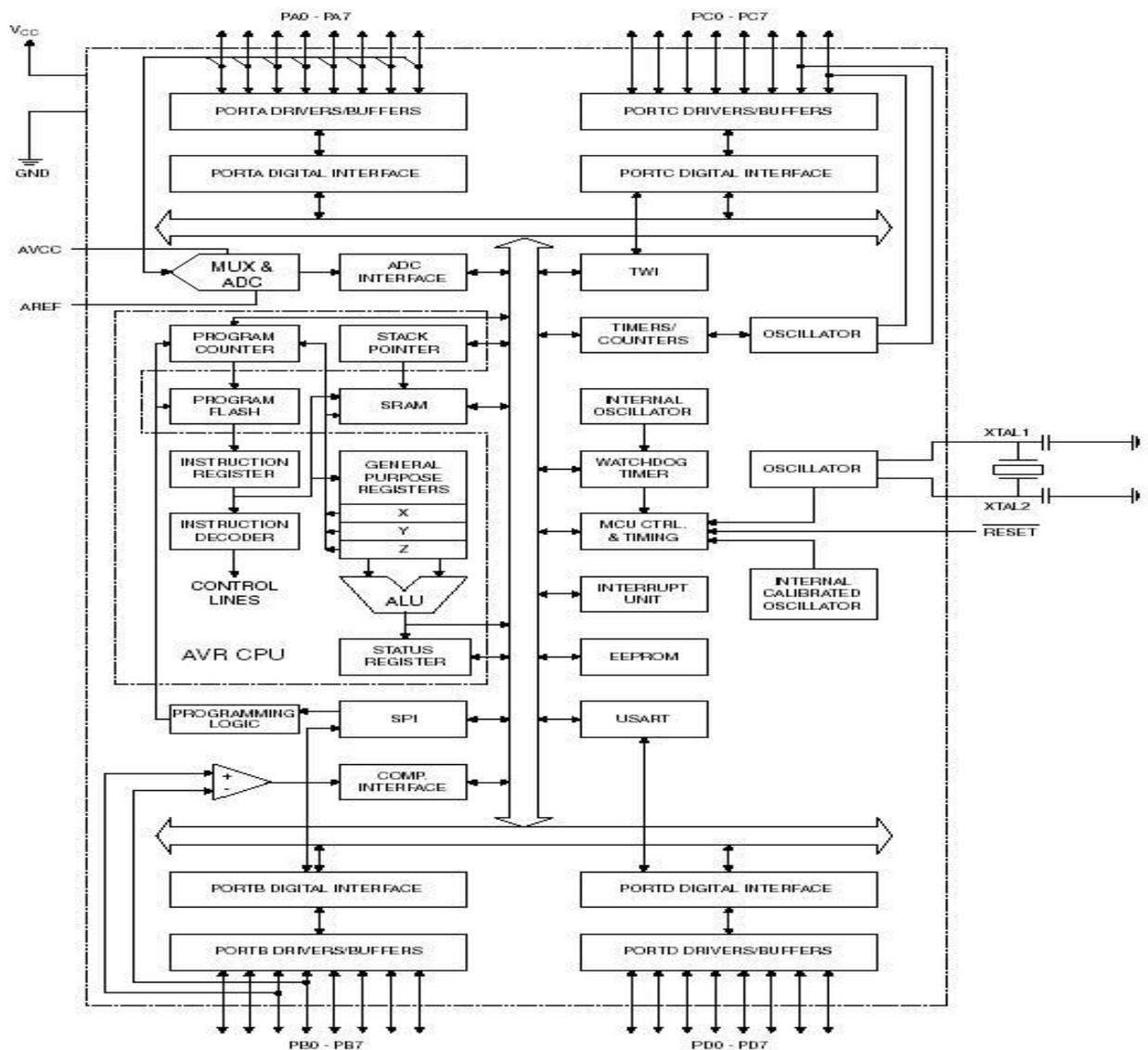
---



Mikrokontroler AVR ATmega8535 telah dilengkapi dengan ADC *internal*, EEPROM *internal*, Timer/Counter, PWM, analog comparator, dll.

### 2.3.1.1 Arsitektur Atmega8535

Secara umum arsitektur mikrokontroler Atmega8535 dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut:



**Gambar 2.7** Blok Diagram Fungsional ATmega8535

(Sumber : Sumardi, Belajar AVR Mulai dari Nol, hal. 8)



Dari gambar blok diagram diatas dapat dilihat bahwa ATMega8535 memiliki bagian – bagian sebagai berikut :

- a. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *port A*, *port B*, *port C*, dan *port D*.
- b. Kecepatan maksimal 16 MHz.
- c. ADC (*Analog to Digital Converter*) 10 bit sebanyak 8 *channel*.

ADC ATMega8535 memiliki konfigurasi pewaktuan, tegangan referensi, mode operasi, dan kemampuan filter yang amat fleksibel.

- d. Tiga buah *timer/counter* dengan kemampuan pembanding.

Tiga buah *timer/counter* ini dapat diatur dalam mode yang berbeda secara individu dan tidak saling mempengaruhi satu sama lain. Selain itu, *timer/counter* juga dapat difungsikan sebagai sumber interupsi. Masing – masing *timer/counter* ini memiliki *register* tertentu yang digunakan untuk mengatur mode dan cara kerjanya.

- e. CPU yang terdiri dari 32 buah *register*.

32 buah *register* ini dapat diakses sebagai bagian dari memori RAM atau dapat diakses sebagai I/O.

- f. *Watchdog timer* dengan osilator *internal*.

- g. SRAM sebesar 512 *byte*.

- h. Memori *flash* sebesar 8 Kb dengan kemampuan *Read While Write*.

- i. Unit interupsi *internal* dan *eksternal*.

- j. Port antarmuka SPI.

*Serial Peripheral Interface* (SPI) merupakan salah satu mode komunikasi *serial synchronous* kecepatan tinggi yang dimiliki oleh ATMega8535.

- k. EEPROM sebesar 512 *byte* yang dapat diprogram saat operasi.

Memori EEPROM hanya dapat diakses dengan menggunakan *register – register I/O* yaitu *register EEPROM Address*, *register EEPROM Data*, dan *register EEPROM Control*. Untuk mengakses memori EEPROM ini diperlakukan seperti mengakses data *eksternal*, sehingga waktu eksekusinya relatif lebih lama bila dibandingkan dengan mengakses data dari SRAM.

- l. Antarmuka komparator analog.
-

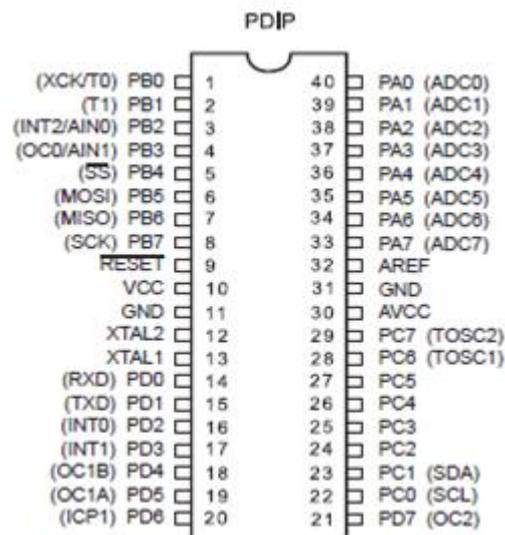


m. Port USART untuk komunikasi serial.

*Asynchronous Serial Receiver and Transmitter (USART)* merupakan komunikasi yang memiliki fleksibilitas tinggi yang dapat digunakan untuk melakukan transfer data baik antar mikrokontroller maupun dengan modul – modul *eksternal* termasuk yang memiliki fitur UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*).

### 2.3.1.2 Konfigurasi Pin dan Fungsi Masing – Masing Pin ATmega8535

Konfigurasi pin ATmega8535 dengan kemasan 40 pin DIP (*Dual Inline Package*) dapat dilihat pada gambar 2.8.



**Gambar 2.8** Konfigurasi Pin ATmega8535

(Sumber : Sumardi, Belajar AVR Mulai dari Nol, hal. 9)

Dari gambar diatas dapat dijelaskan fungsi dari masing – masing pin ATmega8535 sebagai berikut:

1. VCC berfungsi sebagai masukan catu daya sebesar +5V.
  2. GND berfungsi sebagai pertanahan atau *grounding*.
  3. *Port A (Port A7 – Port A0)* merupakan pin *input/output* dua arah dan pin masukan ADC, seperti yang dapat dilihat dalam tabel 2.2:
-

Tabel 2.2 Fungsi Pin Pada *Port A*

Pin	Keterangan
PA.7	ADC7 (ADC <i>Input Channel</i> 7)
PA.6	ADC6 (ADC <i>Input Channel</i> 6)
PA.5	ADC5 (ADC <i>Input Channel</i> 5)
PA.4	ADC4 (ADC <i>Input Channel</i> 4)
PA.3	ADC3 (ADC <i>Input Channel</i> 3)
PA.2	ADC2 (ADC <i>Input Channel</i> 2)
PA.1	ADC1 (ADC <i>Input Channel</i> 1)
PA.0	ADC0 (ADC <i>Input Channel</i> 0)

4. *Port B (Port B7 – Port B0)* merupakan pin *input/output* dua arah dan memiliki fungsi khusus, seperti yang dapat dilihat dalam tabel 2.3:

Tabel 2.3 Fungsi Pin Pada *Port B*

Pin	Keterangan
PB.7	SCK (SPI <i>Bus Serial Clock</i> )
PB.6	VISO (SPI <i>Bus Master Input/Slave Output</i> )
PB.5	VOSI (SPI <i>Bus Master Output/Slave Input</i> )
PB.4	SS (SPI <i>Slave Select Input</i> )
PB.3	AIN1 (Analog <i>Comparator Negative Input</i> ) OCC (Timer/Counter0 <i>Output Compare Match Output</i> )
PB.2	AIN0 (Analog <i>Comparator Positive Input</i> ) INT2 (External <i>Interrupt2 Input</i> )
PB.1	T1 (Timer/Counter1 <i>External Counter Input</i> )
PB.0	T0 (Timer/Counter0 <i>External Counter Input</i> ) XCK (JSART <i>External Clock Input/Output</i> )



5. *Port C (Port C7 – Port C0)* berfungsi sebagai *port I/O* dua arah. Fungsi lain port ini seperti yang dapat dilihat dalam tabel 2.4:

Tabel 2.4 Fungsi Pin Pada *Port C*

Pin	Keterangan
PC.7	TOSC2 ( <i>Timer Oscillator Pin2</i> )
PC.6	TOSC1 ( <i>Timer Oscillator Pin1</i> )
PC.5	<i>Input/Output</i>
PC.4	<i>Input/Output</i>
PC.3	<i>Input/Output</i>
PC.2	<i>Input/Output</i>
PC.1	SDA ( <i>Two – Wire Serial Bus Data Input/Output Line</i> )
PC.0	SCL ( <i>Two – Wire Serial Bus Clock Line</i> )

6. *Port D (Port D7 – Port D0)* berfungsi sebagai *port I/O* dua arah. Port PD0 dan PD1 juga berfungsi sebagai RXD dan TXD, yang dipergunakan untuk komunikasi serial. Fungsi lain port ini selengkapnya dapat dilihat dalam tabel 2.5 :

Tabel 2.5 Fungsi Pin Pada *Port D*

Pin	Keterangan
PD.7	OC2 ( <i>Timer/Counter Output Compare Match Output</i> )
PD.6	ICP ( <i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i> )
PD.5	OC1A ( <i>Timer/Counter1 Output Compare A Match Output</i> )
PD.4	OC1B ( <i>Timer/Counter1 Output Compare B Match Output</i> )
PD.3	INT1 ( <i>External Interrupt 1 Input</i> )
PD.2	INT0 ( <i>External Interrupt 0 Input</i> )
PD.1	TXD ( <i>USART Output Pin</i> )
PD.0	RXD ( <i>USART Input Pin</i> )

7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me – *reset* mikrokontroler.  
 8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock eksternal*.
-



9. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
10. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

### **2.3.1.3 Konstruksi Memori ATmega8535**

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki 3 jenis memori, yaitu memori program, memori data dan memori EEPROM. Ketiganya memiliki ruang sendiri dan terpisah.

- a. Memori program ATmega8535 memiliki kapasitas memori program sebesar 8 Kbyte yang terpetakan dari alamat 0000h – 0FFFh dimana masing-masing alamat memiliki lebar data 16 bit. Memori program ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian program *boot* dan bagian program aplikasi.
- b. Memori data ATmega8535 memiliki kapasitas memori data sebesar 608 byte yang terbagi menjadi 3 bagian yaitu register serba guna, register I/O dan SRAM. ATmega8535 memiliki 32 byte register serba guna, 64 byte register I/O yang dapat diakses sebagai bagian dari memori RAM (menggunakan instruksi LD atau ST) atau dapat juga diakses sebagai I/O (menggunakan instruksi IN atau OUT), dan 512 byte digunakan untuk memori data SRAM.
- c. Memori EEPROM ATmega8535 memiliki memori EEPROM sebesar 512 byte yang terpisah dari memori program maupun memori data. Memori EEPROM ini hanya dapat diakses dengan menggunakan register-register I/O yaitu register EEPROM *Address*, register EEPROM *Data*, dan register EEPROM *Control*. Untuk mengakses memori EEPROM ini diperlakukan seperti mengakses data eksternal, sehingga waktu eksekusinya relatif lebih lama bila dibandingkan dengan mengakses data dari SRAM.

## **2.4 Motor Dc**

Motor DC adalah suatu motor yang mengubah energi listrik searah menjadi mekanis yang berupa tenaga penggerak torsi. Motor DC digunakan dimana kontrol kecepatan dan ketepatan torsi diperlukan untuk memenuhi

---

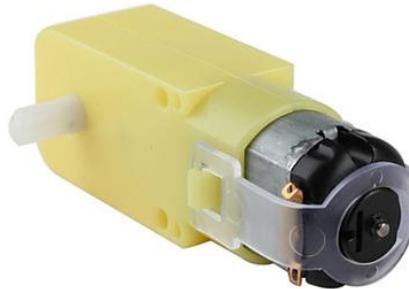
---



kebutuhan. Bagian motor yang paling penting adalah rotor dan stator. Bagian rotor adalah bagian yang berputar dari suatu motor DC seperti lilitan jangkar, jangkar, koutator, tali, isolator, poros, bantalan dan kipas. Bagian stator adalah badan motor, sikat-sikat dan inti kutub magnet. Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar sebagai berikut.

Bagian atau Komponen Utama Motor DC

- Kutub medan, motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.
- *Current Elektromagnet* atau Dinamo, dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.
- Komutator, komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.



**Gambar 2.9** Motor DC

(sumber : [http://www.miniinthebox.com/id/smart-car-tt-motor-dc-geared-motor\\_p381437.html](http://www.miniinthebox.com/id/smart-car-tt-motor-dc-geared-motor_p381437.html) diakses tanggal 28 April 2015 pukul 21.15 wib)

#### **2.4.1 Prinsip Kerja Motor DC**

Motor DC mempunyai bagian yang mantap (stator) yang berupa magnet permanen dan bagian yang bergerak (rotor) yang berupa koil atau gulungan kawat tembaga. Dimana setiap ujungnya tersambung dengan komutator. Komutator

---



dihubungkan dengan kutub positif (+) dan kutub negatif (-) dari catu daya.

Arus listrik dari kutub positif akan masuk melalui komutator, kemudian berjalan mengikuti gulungan kawat sebelumnya, akhirnya masuk ke kutub negatif catu daya. Karena adanya medan elektromagnetik maka motor akan berputar.

Karena putaran rotor, arus listrik di dalam kawat akan berjalan bolak-balik karena jika arus lewat pada suatu konduktor, timbul medan magnet di sekitar konduktor. Arah medan magnet ditentukan oleh arah aliran arus pada konduktor, maka rotor akan selalu berputar terus menerus selama arus listrik tetap mengalir di dalam kawat.

## **2.5 Driver Motor DC**

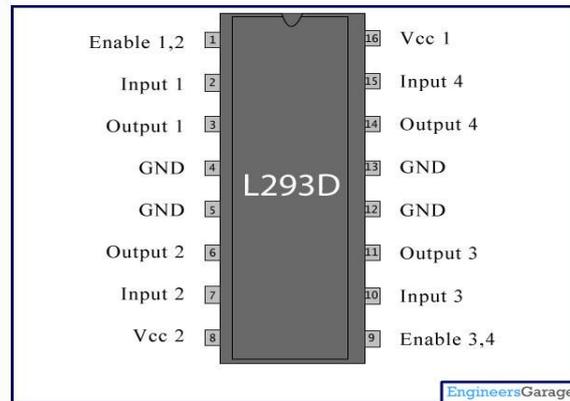
Driver motor merupakan suatu rangkaian khusus yang memiliki fungsi untuk mengatur arah ataupun kecepatan pada motor DC. Adapun macam-macam jenis driver yang dapat digunakan untuk mengatur arah dan kecepatan motor DC yaitu IC L293D:

### **2.5.1 IC L293 D**

IC L293D adalah IC yang didesain khusus sebagai *driver* motor DC dan dapat dikendalikan dengan rangkaian TTL maupun mikrokontroler. Motor DC yang dikontrol dengan *driver* IC L293D dapat dihubungkan ke *ground* maupun ke sumber tegangan positif karena di dalam driver L293D sistem driver yang digunakan adalah *totem pool*. Dalam 1 unit chip IC L293D terdiri dari 4 buah *driver* motor dc yang berdiri sendiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus 1 Ampere tiap drivernya. Sehingga dapat digunakan untuk membuat *driver* H-bridge untuk 2 buah motor DC.

---

---



Gambar 2.10 Konfigurasi Pin L293D

Tabel 2.6 Fungsi Pin L293D

Pin No.	Function	Name
1.	<i>Enable pin for Motor 1; active high</i>	<i>Enable 1,2</i>
2.	<i>Input 1 for Motor 1</i>	<i>Input 1</i>
3.	<i>Output 1 for Motor 1</i>	<i>Output 1</i>
4.	<i>Ground (0V)</i>	<i>Ground</i>
5.	<i>Ground (0V)</i>	<i>Ground</i>
6.	<i>Output 2 for Motor 1</i>	<i>Output 2</i>
7.	<i>Input 2 for Motor 1</i>	<i>Input 2</i>
8.	<i>Supply voltage for Motors; 9-12V (up to 36V)</i>	<i>Vcc<sub>2</sub></i>
9.	<i>Enable pin for Motor 2; active high</i>	<i>Enable 3,4</i>
10.	<i>Input 1 for Motor 1</i>	<i>Input 3</i>
11.	<i>Output 1 for Motor 1</i>	<i>Output 3</i>
12.	<i>Ground (0V)</i>	<i>Ground</i>
13.	<i>Ground (0V)</i>	<i>Ground</i>
14.	<i>Output 2 for Motor 1</i>	<i>Output 4</i>
15.	<i>Input 2 for Motor 1</i>	<i>Input 4</i>
16.	<i>Supply voltage; 5V (up to 36V)</i>	<i>Vcc<sub>1</sub></i>



## 2.6 Modem Wavecom

Wavecom adalah pabrikan asal Perancis (bermarkas di kota Issy-les-Moulineaux, Perancis) yaitu wavecom.SA yang berdiri sejak 1003 bermula sebagai biro konsultan teknologi dan sistem 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. Sulit mencari referensi module tipe apa yang pertama dibuat oleh Wavecom SA, namun bisa dicarikan beberapa module yang familiar ditelinga pengguna wavecom Indonesia.



**Gambar 2.11** Modem Wavecom Fastrack Type M1306B

(Sumber: <http://datakreasi.co.id/?wpsc-product=modem-wavecom-single-m1306b-q2406b-usb-gsm> diakses tanggal 29 April 2015 pukul 21.30 WIB)

Mulai dirilisnya wavecom fastrack sureme 10/20, wavecom ternyata sudah berganti pemilik yaitu Sierra Wireless bermarkas di Canada dan pada januari 2010 seluruh kepentingan Wavecom diakuisisi penuh ke Sierra Wireless ini termasuk penggantian nama Fastrack menjadi FXT dan tipe – tipe baru yang sebenarnya masih berplatform sama dengan pendahulunya.

Modem Wavecom M1306B P2303 USB GSM adalah modem untuk kebutuhan server pulsa dan sms gateway. Para pengusaha server pulsa dan sms gateway menggunakan tipe modem M1306B Q2406B, M1306B Q2403A dan lain – lain. Tetapi kami memberikan tipe alternatif modem baru yaitu Modem Wavecom M1306B P2303. Modem menggunakan chipset P2303 dan bukan

---



merupakan chipset keluaran baru. Modem tipe chipset ini direkomendasikan untuk penggunaan SMS dan dial.

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
10. dsb.

Kelebihan menggunakan Modem Wavecom Fastrack ketimbang Modem GSM/HP :

- 1) Wavecom jauh lebih stabil dibanding Modem GSM/HP
- 2) Wavecom tidak gampang panas dibanding Modem GSM/HP
- 3) Pengiriman SMS yang lebih cepat dibanding Modem GSM/HP (1000 s/d 1200 SMS per jam)
- 4) Support AT Command, bisa cek sisa pulsa, cek point, cek pemakaian terakhir, dll
- 5) Tidak semua Modem GSM/HP support AT Command
- 6) Tidak memakai baterai sehingga lebih praktis digunakan
- 7) Dan masih banyak lainnya

### **2.6.1 Komunikasi Serial Modem Wavecom**

Komunikasi serial merupakan komunikasi data dengan pengiriman data secara satu per satu pada waktu tertentu. Sehingga komunikasi data serial hanya menggunakan dua kabel yaitu kabel data untuk pengiriman yang disebut *transmit* (TX) dan kabel data untuk penerimaan yang disebut *receive* (RX). Kelebihan dari komunikasi serial adalah jarak pengiriman dan penerimaan dapat dilakukan dalam

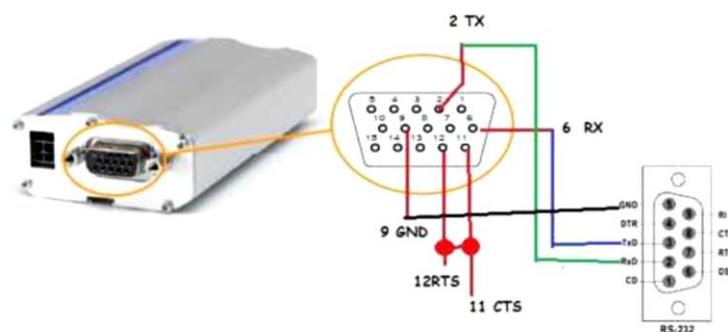
---



jarak yang cukup jauh dibandingkan dengan komunikasi paralel tetapi kekurangannya kecepatannya lebih lambat dibandingkan komunikasi paralel.

Dikenal dua cara komunikasi data secara serial, yaitu komunikasi data secara sinkron dan komunikasi data secara asinkron. Pada komunikasi data serial sinkron, *clock* dikirimkan bersama – sama dengan data serial, sedangkan komunikasi data serial asinkron, *clock* tidak dikirimkan bersama data serial, tetapi dibangkitkan secara sendiri – sendiri baik pada sisi pengirim (*transmitter*) maupun pada sisi penerima (*receiver*).

Dalam Tugas Akhir ini komunikasi antara modem wavecom dengan mikrokontroler yang digunakan adalah komunikasi serial secara asinkron yang bersifat *full – duplex*, artinya port serial bisa mengirim dan menerima pada waktu yang bersamaan. Perangkat yang digunakan yaitu kabel komunikasi serial RS232 yang biasa digunakan untuk menghubungkan periferan *eksternal* seperti modem dengan komputer modem memiliki level tegangan yang berbeda dengan level tegangan TTL ataupun RS232, tetapi untuk kompatibilitas modem agar bisa terkoneksi dengan PC guna berbagai keperluan maka disediakan kabel data yang *compatible* dengan standar RS232 sebagai *interface* untuk koneksi ke PC, untuk konfigurasi *port* data modem yang digunakan yaitu wavecom m1306b diperlihatkan pada gambar 2.14. Dengan alasan inilah maka digunakan komunikasi serial standar RS232 sebagai dasar *interface* antara modem dengan mikrokontroler pada alat.



**Gambar 2.12** Konfigurasi Port Data Modem Wavecom M1306B

(Sumber: <http://datakreasi.co.id/?wpsc-product=modem-wavecom-single-m1306b-q2406b-usb-gsm> diakses tanggal 29 April 2015 pukul 21.30 WIB)



## 2.7 LCD

LCD atau *Liquid Crystal Display* sekarang semakin banyak digunakan, dari yang berukuran kecil, seperti LCD pada sebuah MP3 *player*, sampai yang berukuran besar seperti monitor PC atau televisi. Warna yang dapat ditampilkan bisa bermacam-macam, dari yang 1 warna (*monokrom*) sampai yang 65.000 warna. LCD sangat berbeda dengan *display 7 segmen* atau *display dot matriks*. Untuk menyalakan LCD diperlukan sinyal khusus (gelombang AC). Oleh karena itu, diperlukan sebuah IC *driver* yang khusus juga.

Dalam modul LCD (*Liquid Cristal Display*) terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Cristal Display*). Mikrokontroler pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan *register*. Memori yang digunakan mikrokontroler *internal* LCD adalah :

1. DDRAM (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
2. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
3. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (*Liquid Cristal Display*) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

*Register control* yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah.

1. *Register* perintah yaitu *register* yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (*Liquid Cristal Display*) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dibaca pada saat pembacaan data.
-



2. *Register* data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada *register* akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.



**Gambar 2.13** LCD 16x2

(Sumber : <http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/lcd-liquid-cristal-display/> diakses tanggal 27 April 2015 pukul 21.00 WIB)

Umumnya, sebuah LCD karakter akan mempunyai 14 pin untuk mengendalikannya. Pin - pin terdiri atas 2 pin catu daya (Vcc dan Vss), 1 pin untuk mengatur *contrast* LCD (Vee), 3 pin kendali (RS, R/W dan E), 8 pin data (DB0 - DB7). Pada LCD yang mempunyai *back light*, disediakan 2 pin untuk memberikan tegangan ke dioda *back light* (disimbolkan dengan A dan K). Tabel 2.7 memperlihatkan pin-pin LCD dan fungsinya.

Tabel 2.7 Fungsi Pin Pada LCD

No.	Nama	Fungsi	Keterangan
1.	Vss	Catu daya (0 V atau GND)	
2.	Vcc	Catu daya +5 V	
3.	Vee	Tegangan LCD	
4.	RS	<i>Register Select</i> , untuk mengirim perintah ( <i>Input</i> )	“0” memilih <i>register</i> perintah “1” <i>register</i> data
5.	R/W	<i>Read/Write</i> , Pin untuk pengendali baca atau tulis ( <i>Input</i> )	“0” ditulis “1” baca, dalam banyak aplikasi tidak ada proses pembacaan data dari LCD , sehingga R/W bisa langsung

---



			dihubungkan ke GND
6.	E	<i>Enable</i> , untuk mengaktifkan LCD untuk memulai operasi baca tulis	Pulsa: Rendah-Tinggi Rendah
7.	DB0 - DB7	<i>Bus data (Input/Output)</i>	Pada operasi 4 bit hanya DB4 – DB7 yang digunakan, yang lain dihubungkan ke GND. DB7 dapat digunakan sebagai bit status sibuk ( <i>busy flag</i> )

---



---