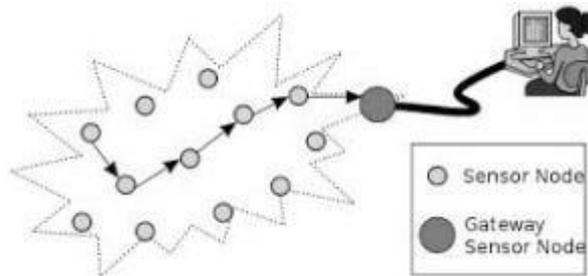


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian *Wireless Sensor Network*

Jaringan Sensor Nirkabel atau dalam banyak literatur disebut Wireless Sensor Network (WSN) adalah sebuah jaringan yang menghubungkan perangkat-perangkat seperti sensor node, router dan sink node. Perangkat ini terhubung secara ad-hoc dan mendukung komunikasi multi-hop. Istilah ad-hoc merujuk pada kemampuan perangkat untuk berkomunikasi satu sama lain secara langsung tanpa memerlukan infrastruktur jaringan seperti router atau akses point. Sedangkan multi-hop yaitu istilah yang merujuk pada komunikasi beberapa perangkat yang melibatkan perangkat antara (*intermediate*), multi-hop melibatkan perangkat antara seperti router untuk meneruskan sebuah paket dari satu node ke node lain dalam jaringan. Konsep sederhana terlihat pada gambar berikut :



Gambar 2.1 Konsep Sederhana *Wireless Sensor Network*

Sumber: <https://botanmeasure.wordpress.com/2015/08/19/pengertian-wireless-sensor-network/>

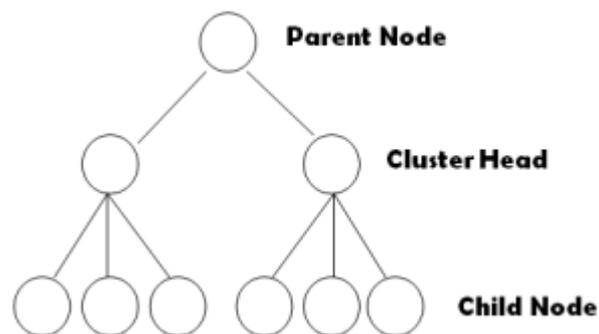
Banyak aplikasi yang bisa dilakukan menggunakan jaringan sensor nirkabel, misalnya pengumpulan data kondisi lingkungan, security monitoring, dan node tracking scenarios. Sebuah aplikasi pengumpulan data lingkungan kanonik adalah salah satu penelitian dimana ilmuwan ingin mengumpulkan pembacaan beberapa sensor dari satu set poin dalam suatu lingkungan selama periode waktu tertentu untuk mendeteksi tren dan saling ketergantungan. Para ilmuwan ini ingin

mengumpulkan data dari ratusan titik yang tersebar di seluruh daerah dan kemudian menganalisis data secara offline.

Peningkatan jumlah aplikasi Wireless Sensor Network membutuhkan delay jaringan yang rendah. Penelitian saat ini di bidang WSN terutama terkonsentrasi pada bagaimana mengoptimalkan efisiensi energi dengan kurang memperhatikan masalah delay jaringan. Beberapa rancangan WSN baru ditargetkan pada aplikasi yang memerlukan delay transfer data yang rendah dan keandalan yang tinggi. WSN termasuk jaringan transfer data multihop dengan delay rendah dan hemat energi. Usianya bisa mencapai beberapa tahun dengan baterai kecil. Node-node saling berkomunikasi menggunakan biaya dan daya yang rendah pada frekuensi radio.

### 2.1.1 Arsitektur WSN

Terdapat dua macam topologi wireless sensor network, yaitu tipe kluster dan tipe flat. Topologi jaringan kluster pada gambar 1. Pada topologi ini, node-node sensor diatur dalam susunan secara hierarki sehingga terdapat tiga macam node, yaitu child node, cluster head, dan parent node. Cluster head berfungsi sebagai pengatur beberapa child node dalam aplikasinya. Beberapa cluster head menjadi anggota dari sebuah parent node.

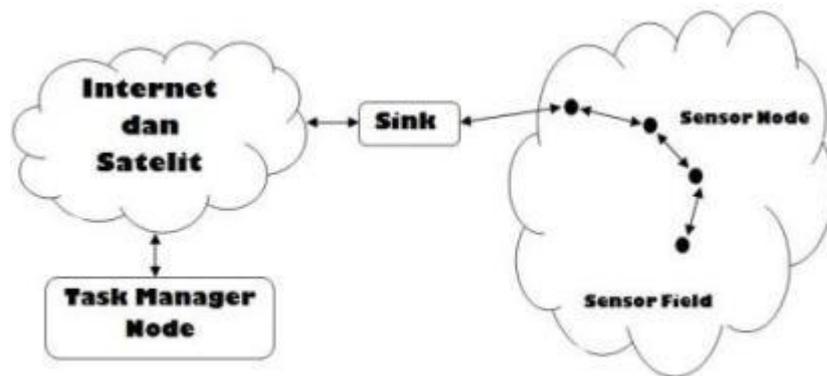


Gambar 2.2 Topologi Jaringan Kluster

Sumber: <https://botanmeasure.wordpress.com/2015/08/19/pengertian-wireless-sensor-network/>

Sedangkan untuk topologi jaringan flat, dapat dilihat pada gambar 2, hanya terdapat dua macam node secara fungsional, yaitu sensor/source node dan sink

node. Semua sensor node dalam sistem mengirim data ke satu tujuan akhir, yaitu sink node. Proses pertukaran data dilakukan secara nirkabel. Frekuensi yang dipilih adalah salah satu alokasi frekuensi bebas pada ISM Bands. Alokasi frekuensi ISM lain yang tersedia adalah 315, 868, 915, dan 2400 MHz.

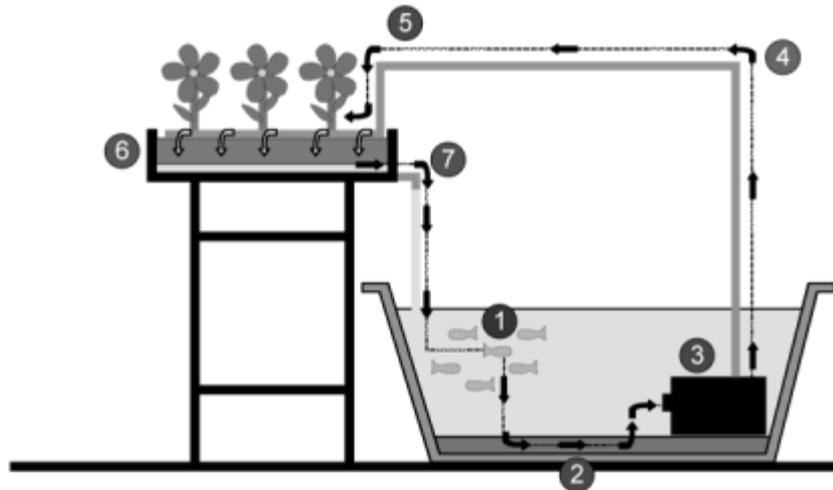


Gambar 2.3 Topologi Jaringan Flat

Sumber: <https://botanmeasure.wordpress.com/2015/08/19/pengertian-wireless-sensor-network/>

## 2.2 Pengertian *Aquaponic*

Akuaponik adalah sistem pertanian berkelanjutan yang mengkombinasikan akuakultur dan hidroponik dalam lingkungan yang bersifat simbiotik. Dalam akuakultur yang normal, ekskresi dari hewan yang dipelihara akan terakumulasi di air dan meningkatkan toksisitas air jika tidak dibuang. Dalam akuaponik, ekskresi hewan diberikan kepada tanaman agar dipecah menjadi nitrat dan nitrit melalui proses alami, dan dimanfaatkan oleh tanaman sebagai nutrisi. Air kemudian bersirkulasi kembali ke sistem akuakultur. Karena sistem hidroponik dan akuakultur sangat beragam bentuknya maka sistem akuaponik pun menjadi sangat beragam dalam hal ukuran, kerumitan, tipe makhluk hidup yang ditumbuhkan, dan sebagainya.



Gambar 2.4 Sistem Akuaponik

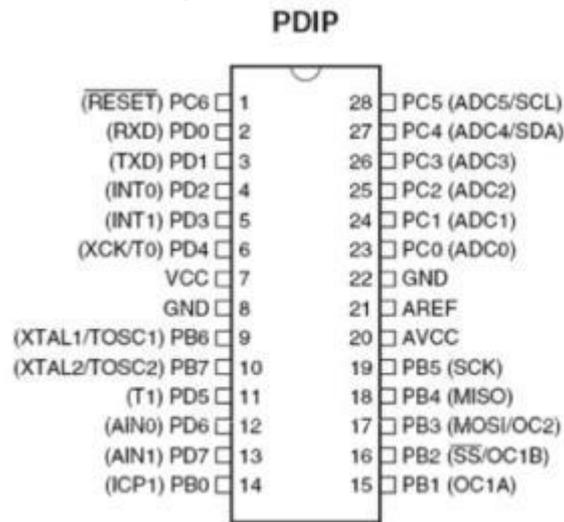
Sumber: <https://fadliberiman.files.wordpress.com/2012/01/sistem-akuaponik.png?w=624&h=371>

### 2.3 Mikrokontroler AVR ATMEGA8

AVR merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang di dalamnya terdapat berbagai macam fungsi. Perbedaannya pada mikro yang pada umumnya digunakan seperti MCS51 adalah pada AVR tidak perlu menggunakan *oscillator* eksternal karena di dalamnya sudah terdapat internal *oscillator*. Selain itu kelebihan dari AVR adalah memiliki *Power-On Reset*, yaitu tidak perlu ada tombol reset dari luar karena cukup hanya dengan mematikan *supply*, maka secara otomatis AVR akan melakukan *reset*. Untuk beberapa jenis AVR terdapat beberapa fungsi khusus seperti ADC, EEPROM sekitar 128 *byte* sampai dengan 512 *byte*.

AVR ATmega8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berarsitektur AVR RISC yang memiliki 8 kilo byte *in-System Programmable Flash*. Mikrokontroler dengan konsumsi maksimum 16MIPS pada frekuensi 16 MHz. Jika dibandingkan dengan ATmega8L perbedaannya hanya terletak pada besarnya tegangan yang diperlukan untuk bekerja. Untuk ATmega8 tipe L, mikrokontroler ini dapat bekerja dengan tegangan antara 2,7 – 5,5 V sedangkan untuk ATmega8 hanya dapat bekerja pada tegangan antara 4,5 – 5,5 V.

### 2.3.1 Konfigurasi Pin ATmega8



Gambar 2.5 Konfigurasi Pin ATmega8

ATmega8 memiliki 28 Pin, yang masing-masing pin nya memiliki fungsi yang berbeda-beda baik sebagai port maupun fungsi yang lainnya. Berikut akan dijelaskan fungsi dari masing-masing kaki ATmega8.

a. VCC

Merupakan supply tegangan digital.

b. GND

Merupakan ground untuk semua komponen yang membutuhkan grounding.

c. Port B (PB7...PB0)

Didalam Port B terdapat XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2. Jumlah Port B adalah 8 buah pin, mulai dari pin B.0 sampai dengan B.7. Tiap pin dapat digunakan sebagai input maupun output. Port B merupakan sebuah 8-bit *bi-directional* I/O dengan internal pull-up resistor. Sebagai input, pin-pin yang terdapat pada port B yang secara eksternal diturunkan, maka akan mengeluarkan arus jika *pull-up* resistor diaktifkan. Khusus PB6 dapat digunakan sebagai input kristal (*inverting oscillator amplifier*) dan input ke rangkaian clock internal, bergantung pada pengaturan *Fuse bit* yang digunakan untuk memilih sumber clock. Sedangkan untuk PB7 dapat digunakan sebagai output kristal (*output oscillator amplifier*) bergantung pada pengaturan *Fuse bit* yang digunakan untuk memilih sumber clock. Jika sumber clock yang dipilih

dari *oscillator internal*, PB7 dan PB6 dapat digunakan sebagai I/O atau jika menggunakan *Asynchronous Timer/Counter2* maka PB6 dan PB7 (TOSC2 dan TOSC1) digunakan untuk saluran input timer.

d. Port C (PC5...PC0)

Port C merupakan sebuah *7-bit bi-directional I/O port* yang di dalam masing-masing pin terdapat *pull-up* resistor. Jumlah pin nya hanya 7 buah mulai dari pin C.0 sampai dengan pin C.6. Sebagai keluaran/output port C memiliki karakteristik yang sama dalam hal menyerap arus (*sink*) ataupun mengeluarkan arus (*source*).

e. RESET/PC6

Jika RSTDISBL *Fuse* diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin I/O. Pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin-pin yang terdapat pada port C lainnya. Namun jika RSTDISBL *Fuse* tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai input reset. Dan jika level tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi reset meskipun clocknya tidak bekerja.

f. Port D (PD7...PD0)

Port D merupakan *8-bit bi-directional I/O* dengan internal *pull-up* resistor. Fungsi dari port ini sama dengan port-port yang lain. Hanya saja pada port ini tidak terdapat kegunaan-kegunaan yang lain. Pada port ini hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan I/O.

g. AVcc

Pin ini berfungsi sebagai supply tegangan untuk ADC. Untuk pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena pin ini digunakan untuk analog saja. Bahkan jika ADC pada AVR tidak digunakan tetap saja disarankan untuk menghubungkannya secara terpisah dengan VCC. Jika ADC digunakan, maka AVcc harus dihubungkan ke VCC melalui low pass filter.

h. AREF

Merupakan pin referensi jika menggunakan ADC.

Pada AVR status register mengandung beberapa informasi mengenai hasil dari kebanyakan hasil eksekusi instruksi aritmatik. Informasi ini digunakan untuk

altering arus program sebagai kegunaan untuk meningkatkan performa pengoperasian. Register ini di update setelah operasi ALU (*Arithmetic Logic Unit*) hal tersebut seperti yang tertulis dalam *datasheet* khususnya pada bagian Instruction Set Reference. Dalam hal ini untuk beberapa kasus dapat membuang penggunaan kebutuhan instruksi perbandingan yang telah didedikasikan serta dapat menghasilkan peningkatan dalam hal kecepatan dan kode yang lebih sederhana dan singkat. Register ini tidak secara otomatis tersimpan ketika memasuki sebuah rutin interupsi dan juga ketika menjalankan sebuah perintah setelah kembali dari interupsi. Namun hal tersebut harus dilakukan melalui software.

i. Bit 7(I)

Merupakan bit *Global Interrupt Enable*. Bit ini harus di-set agar semua perintah interupsi dapat dijalankan. Untuk perintah interupsi individual akan di jelaskan pada bagian yang lain. Jika bit ini di reset, maka semua perintah interupsi baik yang individual maupun yang secara umum akan di abaikan. Bit ini akan dibersihkan atau cleared oleh hardware setelah sebuah interupsi di jalankan dan akan di set kembali oleh perintah RETI. Bit ini juga dapat di set dan di reset melalui aplikasi dan intruksi SEI dan CLI.

j. Bit 6(T)

Merupakan *bit Copy Storage*. Instruksi bit *Copy Instructions* BLD (*Bit Load*) and BST (*Bit Store*) menggunakan bit ini sebagai asal atau tujuan untuk bit yang telah dioperasikan. Sebuah bit dari sebuah register dalam Register File dapat disalin ke dalam bit ini dengan menggunakan instruksi BST, dan sebuah bit di dalam bit ini dapat disalin ke dalam bit di dalam register pada Register File dengan menggunakan perintah BLD.

k. Bit 5(H)

Merupakan *bit Half Carry Flag*. Bit ini menandakan sebuah *Half Carry* dalam beberapa operasi aritmatika. Bit ini berfungsi dalam aritmatika BCD.

l. Bit 4(S)

Merupakan *Sign bit*. Bit ini selalu merupakan sebuah eksklusif di antara *Negative Flag (N)* dan *two's Complement Overflow Flag (V)*.

m. Bit 3(V)

Merupakan bit *Two's Complement Overflow Flag*. Bit ini menyediakan fungsi aritmatika dua komplemen.

n. Bit 2(N)

Merupakan bit *Negative Flag*. Bit ini mengindikasikan sebuah hasil negatif di dalam sebuah fungsi logika atau aritmatika.

o. Bit 1(Z)

Merupakan bit *Zero Flag*. Bit ini mengindikasikan sebuah hasil nol "0" dalam sebuah fungsi aritmatika atau logika.

p. Bit 0(C)

Merupakan bit *Carry Flag*. Bit ini mengindikasikan sebuah Carry atau sisa dalam sebuah aritmatika atau logika.

## 2.4 Modul 3DR V1.6

3DR V1.6 adalah modul komunikasi wireless. 3DR V1.6 bekerja pada frekuensi 418 MHz sampai 455 MHz (UHF).

Spesifikasi dari 3DR V1.6 ini adalah:

- a. 100 mW daya keluaran maksimum (adjustable)
- b. 117 dBm menerima sensitivitas
- c. Berdasarkan modul HM-TRP HopeRF
- d. Konektor RP-SMA
- e. Komunikasi 2-way full-duplex melalui adaptif TDM
- f. Interface UART
- g. Transparan serial link
- h. Pembatasan protokol MAVLink
- i. Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)
- j. Siklus tugas yang dapat dikonfigurasi
- k. Koreksi kesalahan mengoreksi hingga 25% kesalahan bit
- l. Firmware SIK sumber terbuka
- m. Dikonfigurasi melalui Perencana Misi Perencana & APM

Fitur – fitur:

- a. Modul udara dan ground yang dapat dipertukarkan
- b. 915 atau 433 mHz
- c. Port micro-USB
- d. 6-posisi konektor DF13
- e. Tegangan suplai: 3,7-6 VDC (dari USB atau DF13)
- f. Transmit current: 100 mA pada 30 dBm
- g. Menerima arus: 25 mA
- h. Interface serial: 3,3 V UART



Gambar 2.6 Modul 3DR V1.6

Sumber: <https://3dr.com/wp-content/uploads/2013/10/3DR-Radio-V2-doc1.pdf>

### **2.5 Real Time Clock (RTC) DS1307**

RTC (Real time clock) adalah jam elektronik berupa chip yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga/menyimpan data waktu tersebut secara real time. Karena jam tersebut bekerja real time, maka setelah proses hitung waktu dilakukan output datanya langsung disimpan atau dikirim ke device lain melalui sistem antarmuka.

Chip RTC sering dijumpai pada motherboard PC (biasanya terletak dekat chip BIOS). Semua komputer menggunakan RTC karena berfungsi menyimpan informasi jam terkini dari komputer yang bersangkutan. RTC dilengkapi dengan baterai sebagai pensuplai daya pada chip, sehingga jam akan tetap up-to-date walaupun komputer dimatikan. RTC dinilai cukup akurat sebagai pewaktu (timer) karena menggunakan osilator kristal.

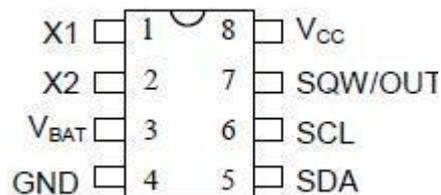
Banyak contoh chip RTC yang ada di pasaran seperti DS12C887, DS1307, DS1302, DS3234.



Gambar 2.7 RTC DS1307

Sumber: <http://ferballcompany.blogspot.co.id/2012/04/apa-itu-satu-rtc.html>

Salah satu chip RTC yang mudah digunakan adalah DS1307. Pin out chip seperti gambar di bawah.



Gambar 2.8 Pin RTC DS1307

Sumber: <http://ferballcompany.blogspot.co.id/2012/04/apa-itu-satu-rtc.html>

DS1307 memiliki akurasi (kadaluarsa) hingga tahun 2100. Sistem RTC DS1307 memerlukan baterai eksternal 3 volt yang terhubung ke pin Vbat dan ground. Pin X1 dan X2 dihubungkan dengan kristal osilator 32,768 KHz. Sedangkan pin SCL, SDA, dan SQW/OUT dipull-up dengan resistor (nilainya 1k s.d 10k) ke vcc.

## 2.6 ATTINY85

ATtiny25/45/85 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berdaya rendah berdasarkan arsitektur RISC yang disempurnakan AVR. Dengan menjalankan instruksi yang kuat dalam satu siklus clock, ATtiny25/45/85 mencapai throughput mendekati 1 MIPS per MHz memungkinkan perancang sistem mengoptimalkan konsumsi daya dibandingkan kecepatan pemrosesan.

Fitur – fitur yang terdapat di dalam ATTINY85

- a. Performa Tinggi, Low Power AVR Mikrokontroler 8-Bit
- b. Arsitektur RISC Lanjutan
  - 120 Petunjuk Kuat - Eksekusi Siklus Jam Tunggal
  - 32 x 8 General Purpose Work Register
  - Operasi Statis Penuh
- c. Memori Program dan Data Non-volatile
  - 2/4/8K Byte Program Flash Programmable Flash Memory
- d. Daya Tahan: 10.000 Write / Erase Cycles
  - 128/256/512 Byte In-System Programmable EEPROM
- e. Daya Tahan: 100.000 Write / Erase Cycles
  - 128/256/512 Bytes Internal SRAM
  - Pemrograman Kunci untuk Pemrograman Sendiri
  - Program Flash dan Keamanan Data EEPROM
- f. Fitur Periferal
  - 8-bit Timer / Counter dengan Prescaler dan Two PWM Channels
  - 8-bit High Speed Timer / Counter dengan Separator Prescaler
- g. 2 Output PWM Frekuensi Tinggi dengan Output Terpisah Bandingkan Register
- h. Programmable Dead Time Generator
  - USI - Universal Serial Interface dengan Start Condition Detector
  - ADC 10 bit
- i. 4 Single Ended Channels
- j. 2 Differential ADC Channel Pairs dengan Programmable Gain (1x, 20x)
- k. Pengukuran Suhu
  - Programmable Watchdog Timer dengan Separated On-chip Oscillator
  - On-chip Analog komparator
- l. Fitur Mikrokontroler Khusus
  - debugWIRE On-chip Debug System
  - In-System Programmable via SPI Port
  - Sumber Interupsi Eksternal dan Internal
  - Low Power Idle, Pengurangan Noise ADC, dan Mode Power-down

- Enhanced Power-on Reset Circuit
- Sirkuit Deteksi Brown yang dapat diprogram
- Oscillator Kalibrasi Internal

m. I / O dan Paket

- Enam Jalur I / O yang Dapat Diprogram
- 8-pin PDIP, 8-pin SOIC, 20-pad QFN / MLF, dan 8-pin TSSOP (hanya ATtiny45 / V)

n. Tegangan Operasi

- 1.8 - 5.5V untuk ATtiny25V / 45V / 85V
- 2.7 - 5.5V untuk ATtiny25 / 45/85

o. Kelas kecepatan

- ATtiny25V / 45V / 85V: 0 - 4 MHz @ 1.8 - 5.5V, 0 - 10 MHz @ 2.7 - 5.5V
- ATtiny25 / 45/85: 0 - 10 MHz @ 2.7 - 5.5V, 0 - 20 MHz @ 4.5 - 5.5V

p. Rentang Suhu Industri

q. Konsumsi Daya Rendah

- Mode Aktif: 1 MHz, 1.8V: 300  $\mu$ A
- Mode Power-down: 0,1  $\mu$ A pada 1,8V



Gambar 2.9 Konfigurasi Pin ATtiny85

### 2.6.1 Deskripsi Pin

1. VCC

Tegangan supply

2. GND

Ground.

3. Port B (PB5: PB0)

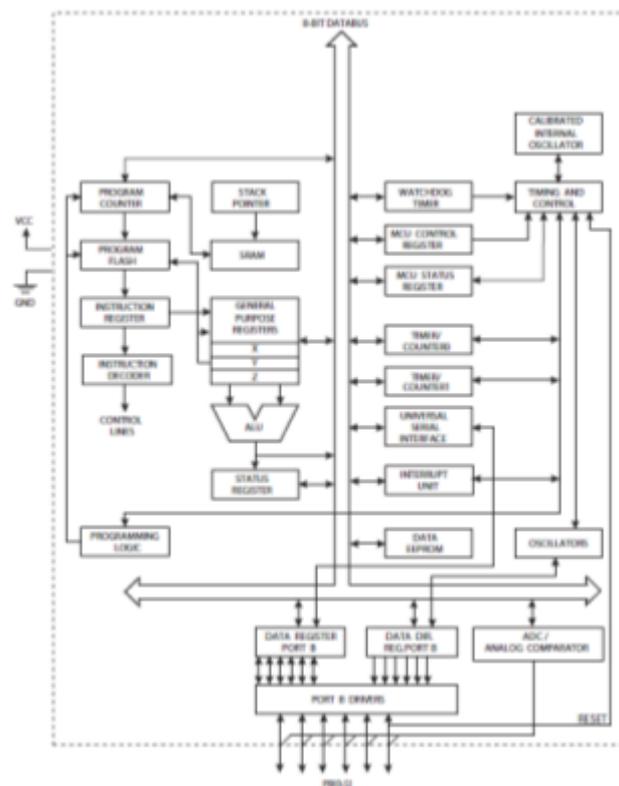
Port B adalah port I / O dua arah dua arah dengan resistor pull-up internal (dipilih untuk setiap bit). Penyangga keluaran Port B memiliki karakteristik drive simetris dengan sink dan kemampuan sumber yang tinggi. Sebagai

masukannya, pin Port B yang ditarik secara eksternal akan rendah sumber arus jika resistor pull-up diaktifkan. Pin Port B diberi tri-menyalakan saat kondisi reset menjadi aktif, meski jam tidak menyala. Port B juga melayani fungsi berbagai fitur khusus ATtiny25 / 45/85 seperti yang tercantum dalam "Alternate Functions of Port B" pada halaman 60. Pada ATtiny25, port I / O yang diprogram PB3 dan PB4 (pin 2 dan 3) dipertukarkan dengan Mode Kompatibilitas ATtiny15 untuk mendukung kompatibilitas ke belakang dengan ATtiny15.

#### 4. RESET

Setelah masukan tingkat rendah pada pin ini lebih lama dari panjang pulsa minimum akan menghasilkan reset, bahkan jika jam tidak menyala dan asalkan pin reset belum dinonaktifkan. Panjang pulsa minimum diberikan. Pulsa yang lebih pendek tidak dijamin menghasilkan reset. Pin reset juga bisa digunakan sebagai pin I / O (lemah).

#### 2.6.2 Blok Diagram



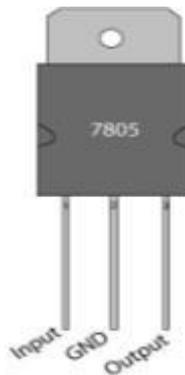
Gambar 2.10 Blok Diagram ATtiny85

Inti AVR menggabungkan seperangkat instruksi yang kaya dengan 32 register kerja umum. Semua 32 register langsung terhubung ke Arithmetic Logic Unit (ALU), memungkinkan dua register independen diakses dalam satu instruksi tunggal dieksekusi dalam satu siklus clock. Arsitektur yang dihasilkan lebih efisien saat berprestasi Throughput sampai sepuluh kali lebih cepat daripada mikrokontroler CISC konvensional. ATtiny25 / 45/85 menyediakan beberapa fitur berikut: 2/4 / 8K byte In-System Programmable Flash, 128/256/512 Byte EEPROM, 128/256/256 byte SRAM, 6 jalur I / O umum, 32 register kerja umum, satu 8-bit Timer / Counter dengan mode compare, satu 8-bit high speed Timer / Counter, Universal Serial Interface, Internal dan External Interrupts, ADC dengan kanal 4 kanal, 10-bit, Timer Watchdog yang dapat diprogram dengan Oscillator internal, dan tiga mode penghematan daya perangkat yang dapat dipilih. Mode idle menghentikan CPU saat membiarkan SRAM, Timer / Counter, ADC, Analog Comparator, dan Interrupt system agar tetap berfungsi. Mode Power-down menyimpan isi register, Nonaktifkan semua fungsi chip sampai ke Interrupt atau Hardware Reset berikutnya. Mode Pengurang Kebisingan ADC menghentikan CPU dan semua modul I / O kecuali ADC, untuk meminimalkan kebisingan switching selama konversi ADC. Perangkat ini diproduksi dengan menggunakan teknologi memori non-volatile kepadatan Atmel yang tinggi. On-chip ISP Flash Memungkinkan memori Program diprogram ulang In-System melalui antarmuka serial SPI, secara konvensional. Pemrogram memori non-volatile atau dengan kode boot On-chip yang berjalan pada inti AVR. AVR ATtiny25/45/85 didukung dengan seperangkat alat pengembangan program dan sistem lengkap termasuk: C Compilers, Perakit Makro, Program Debugger / Simulator dan alat evaluasi.

## **2.7 IC Regulator**

Rangkaian regulator voltase rangkaian tegangan tetap terintegrasi ini dirancang untuk berbagai aplikasi. Aplikasi ini termasuk peraturan on-card untuk menghilangkan masalah kebisingan dan distribusi yang terkait dengan peraturan satu titik. Masing-masing regulator ini bisa menghasilkan 1,5 A arus keluaran. Fitur pengekangan arus balik dan thermal-shutdown internal pada dasarnya

membuat mereka kebal terhadap kelebihan beban. Selain digunakan sebagai regulator tegangan tetap, perangkat ini dapat digunakan dengan komponen eksternal untuk mendapatkan voltase output dan arus yang dapat diatur, dan juga dapat digunakan sebagai elemen power-pass pada regulator presisi.



Gambar 2.11 Konfigurasi Pin IC LM7805

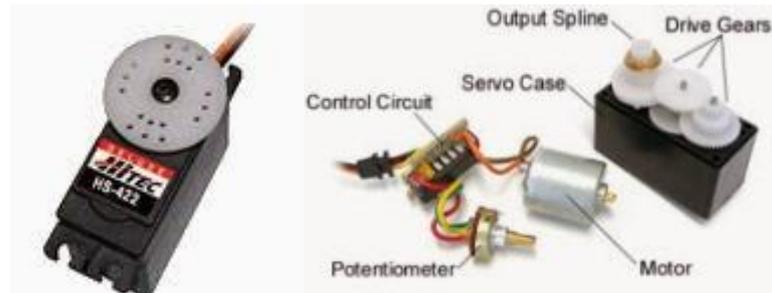
## 2.8 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan sederhananya begini, posisi poros output akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol input akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya mengenai sistem kontrol loop tertutup, perhatikan contoh sederhana beberapa aplikasi lain dari sistem

kontrol loop tertutup, seperti penyetelan suhu pada AC, kulkas, setrika dan lain sebagainya.

Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya.



Gambar 2.12 Motor Servo

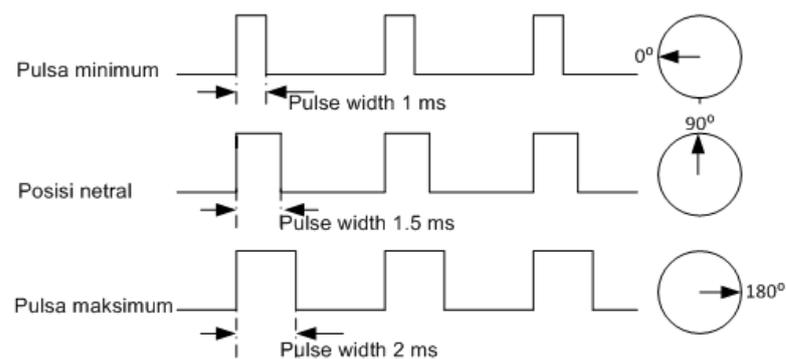
Sumber: <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.co.id/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>

Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang terdapat di pasaran, yaitu motor servo rotation  $180^{\circ}$  dan servo rotation continuous.

- Motor servo standard (servo rotation  $180^{\circ}$ ) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya  $90^{\circ}$  ke arah kanan dan  $90^{\circ}$  ke arah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau  $180^{\circ}$ .
- Motor servo rotation continuous merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo standard, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.

## Prinsip Kerja Motor Servo

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (Pulse Wide Modulation / PWM) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut  $90^{\circ}$ . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi  $0^{\circ}$  atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi  $180^{\circ}$  atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini.



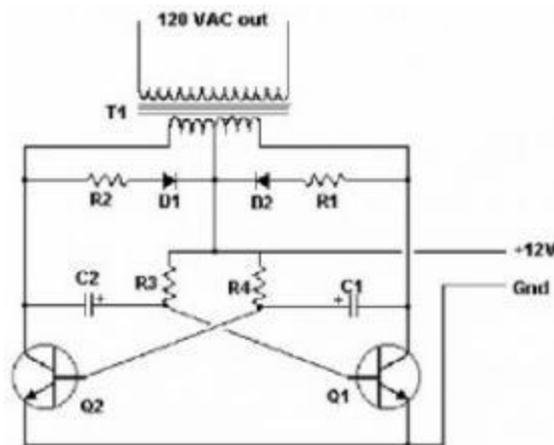
Gambar 2.13 Lebar Pulsa

Sumber: <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.co.id/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>

Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (rating torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

## 2.9 DC TO AC

Inverter adalah perangkat elektronika yang dipergunakan untuk mengubah tegangan DC (*Direct Current*) menjadi tegangan AC (*Alternating Current*). Output suatu inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (*sine wave*), gelombang kotak (*square wave*) dan sinus modifikasi (*sine wave modified*). Sumber tegangan input inverter dapat menggunakan battery, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Inverter dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC membutuhkan suatu penaik tegangan berupa *step up transformer*. Contoh rangkaian dasar inverter yang sederhana dapat dilihat pada gambar berikut.



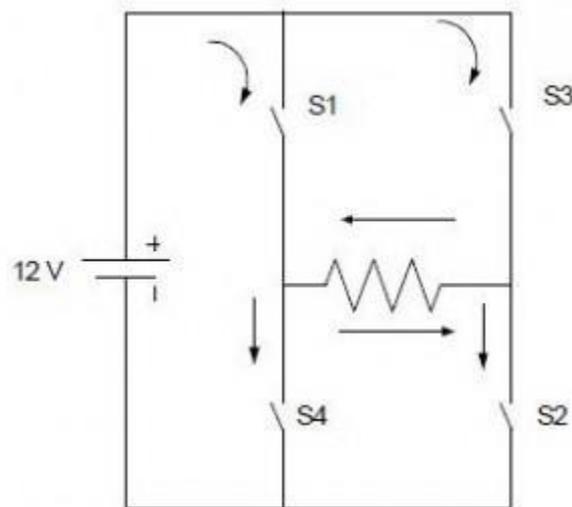
Gambar 2.14 Rangkaian Inverting Sederhana

### 2.9.1 Jenis – Jenis Inverter DC Ke AC

1. Berdasarkan jumlah fasa output inverter dapat dibedakan dalam :
  - **Inverter 1 fasa**, yaitu inverter dengan output 1 fasa.
  - **Inferter 2 fasa**, yaitu inverter dengan output 3 fasa.
2. Inverter juga dapat dibedakan dengan cara pengaturan tegangannya, yaitu:
  - Voltage Fed Inverter (VFI) yaitu inverter dengan tegangan input yang diatur konstan.
  - Current Fed Inverter (CFI) yaitu inverter dengan arus input yang diatur konstan.

- Variable dc linked inverter yaitu inverter dengan tegangan input yang dapat diatur.
3. Berdasarkan bentuk gelombang outputnya inverter dapat dibedakan menjadi:
- Sine wave inverter, yaitu inverter yang memiliki tegangan output dengan bentuk gelombang sinus murni. Inverter jenis ini dapat memberikan supply tegangan ke beban (Induktor) atau motor listrik dengan efisiensi daya yang baik.
  - Sine wave modified inverter, yaitu inverter dengan tegangan output berbentuk gelombang kotak yang dimodifikasi sehingga menyerupai gelombang sinus. Inverter jenis ini memiliki efisiensi daya yang rendah apabila digunakan untuk mensupply beban induktif atau motor listrik.
  - Square wave inverter, yaitu inverter dengan output berbentuk gelombang kotak, inverter jenis ini tidak dapat digunakan untuk mensupply tegangan ke beban induktif atau motor listrik. (Sumber: Texas Instrument.2013.<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2587.pdf>).

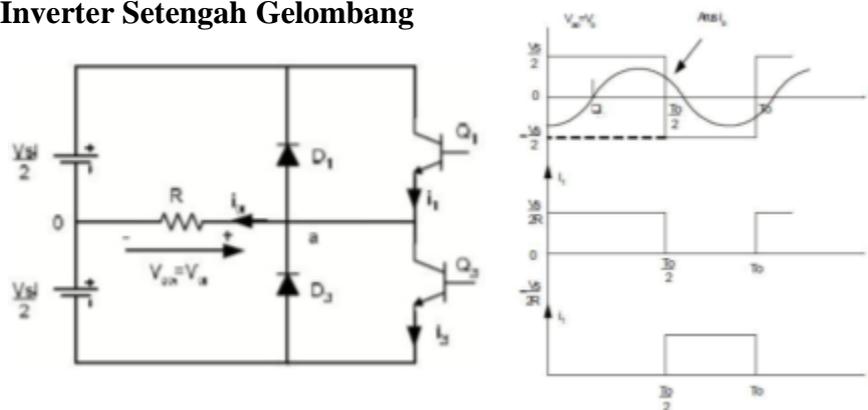
### 2.9.2 Prinsip Kerja Inverter



Gambar 2.15 Prinsip Kerja Rangkaian Inverter

Prinsip kerja inverter dapat dijelaskan dengan menggunakan 4 sakelar seperti ditunjukkan pada di atas. Bila sakelar S1 dan S2 dalam kondisi on maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kiri ke kanan, jika yang hidup adalah sakelar S3 dan S4 maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kanan ke kiri. Inverter biasanya menggunakan rangkaian modulasi lebar pulsa (pulse width modulation – PWM) dalam proses conversi tegangan DC menjadi tegangan AC.

### 1. Inverter Setengah Gelombang



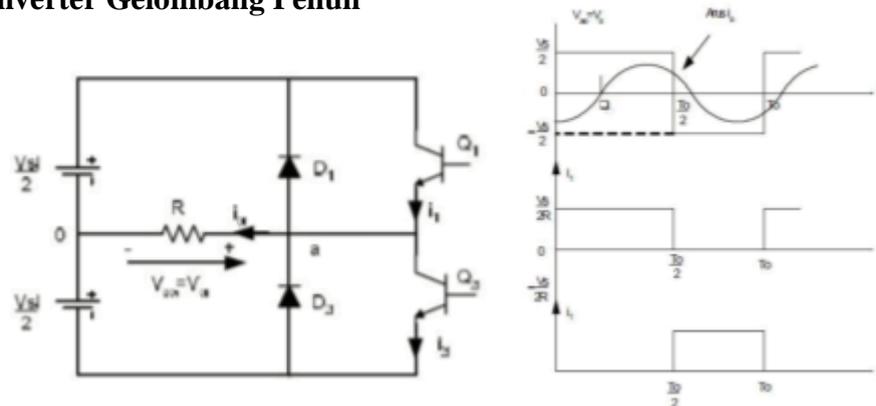
Gambar 2.16 Rangkaian Inverting Setengah Gelombang

Prinsip kerja dari inverter satu fasa dapat dijelaskan dengan gambar di atas. Ketika transistor Q1 yang hidup untuk waktu  $T_0/2$ , tegangan pada beban  $V_0$  sebesar  $V_s/2$ . Jika transistor Q2 hanya hidup untuk  $T_0/2$ ,  $V_s/2$  akan melewati beban. Q1 dan Q2 dirancang untuk bekerja saling bergantian. Pada gambar di atas juga menunjukkan bentuk gelombang untuk tegangan keluaran dan arus transistor dengan beban resistif. Inverter jenis ini membutuhkan dua sumber DC (sumber tegangan DC simetris), dan ketika transistor off tegangan balik pada  $V_s$  menjadi  $V_s/2$ , yaitu :

$$V_o = \frac{V_s}{2}$$

$$V_{eff} = \frac{2V_s}{\sqrt{2\pi}} = 0,45 \cdot V_s$$

## 2. Inverter Gelombang Penuh



Gambar 2.17 Rangkaian Inverting Gelombang Penuh

Rangkaian dasar inverter gelombang penuh dan bentuk gelombang output dengan beban resistif ditunjukkan pada gambar diatas. Ketika transistor  $Q_1$  dan  $Q_2$  bekerja (ON), tegangan  $V_s$  akan mengalir ke beban tetapi  $Q_3$  dan  $Q_4$  tidak bekerja (OFF). Selanjutnya, transistor  $Q_3$  dan  $Q_4$  bekerja (ON) sedangkan  $Q_1$  dan  $Q_2$  tidak bekerja (OFF), maka pada beban akan timbul tegangan  $-V_s$ .

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam memilih inverter DC ke AC diantaranya adalah:

1. Kapasitas beban yang akan disupply oleh inverter dalam Watt, usahakan memilih inverter yang beban kerjanya mendekati dengan beban yang hendak kita gunakan agar efisiensi kerjanya maksimal.
2. Sumber tegangan input inverter yang akan digunakan, input DC 12 Volt atau 24 Volt.

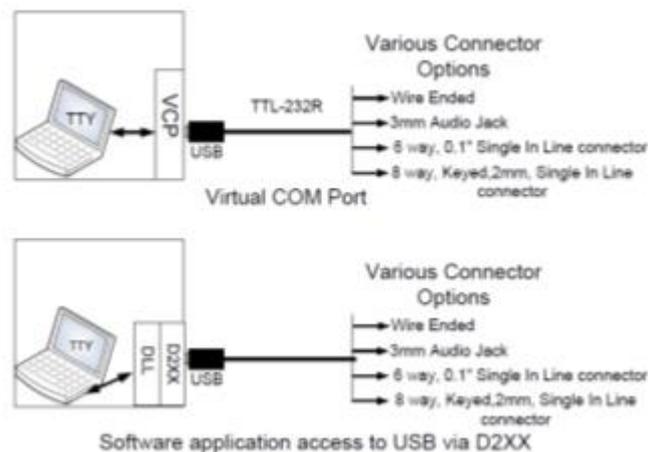
Bentuk gelombang output inverter, Sinewave ataupun square wave untuk tegangan output AC inverter. Hal ini berkaitan dengan kesesuaian dan efisiensi inverter DC ke AC tersebut. (Sumber: Texas Instrument.2013. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2587.pdf>)

### 2.10 USB to Serial

Kabel TTL-232R adalah rangkaian kabel converter UART USB to TTL yang menggabungkan FT232RQ FTDI USB ke perangkat interface IC serial UART yang menangani semua USB pensinyalan dan protocol. Kabel menyediakan cara

cepat dan mudah untuk menghubungkan perangkat serial level TTL ke interface USB.

Setiap kabel TTL-232R berisi papan sirkuit elektronik internal kecil, dengan menggunakan FT232R, yang dienkapsulasi ke ujung kabel penghubung. Kabel ujung lainnya dilengkapi dengan berbagai macam konektor yang berbeda.



Gambar 2.18 Penggunaan Kabel TTL-232R

(Sumber: Datasheet DS TTL 232R cable)

## 2.11 LCD 16x2

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

LCD 16x2 merupakan LCD yang memiliki 2 baris dimana setiap barisnya dapat memuat 16 karakter. LCD inilah yang sering digunakan sebagai display data sederhana untuk data yang tidak panjang (tidak banyak jumlahnya), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.17. LCD ini mudah dihubungkan dengan mikrokontroler. Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik.



Gambar 2.19 LCD 16x2

(Sumber: Datasheet JHD 162A)

LCD 16x2 memiliki 16 pin konektor yang di definisikan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Fungsi pin LCD 16x2

Pin	Nama Pin	Fungsi
1	VSS	Ground voltage
2	VCC	+5 Volt
3	VEE	Contrast voltage
4	RS	Register Select 0 = Instruction Register 1 = Data Register
5	R/W	Enable 0 = Write Mode 1 = Read Mode
6	E	Enable 0 = Write Mode 1 = Read Mode
7	DB0	Data bit ke - 0 (LSB)
8	DB1	Data bit ke - 1
9	DB2	Data bit ke - 2
10	DB3	Data bit ke - 3
11	DB4	Data bit ke - 4
12	DB5	Data bit ke - 5
13	DB6	Data bit ke - 6
14	DB7	Data bit ke - 7
15	BPL	Ground voltage
16	GND	Ground voltage