

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor

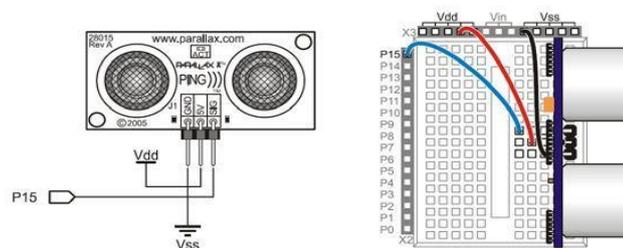
Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Variabel keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut Transduser. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

2.1.1 Sensor Ultrasonik

Sensor jarak ultrasonik ping adalah sensor 40 khz produksi parallax yang banyak digunakan untuk aplikasi atau kontes robot cerdas. Kelebihan sensor ini adalah hanya membutuhkan 1 sinyal (SIG) selain jalur 5 v dan ground. Perhatikan gambar dibawah ini :



Gambar 2.1 Sensor jarak ultrasonik Ping

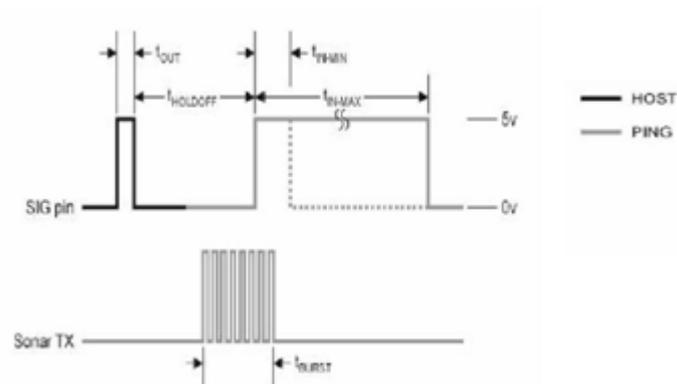


Gambar 2.2 Instalasi sensor ping

Sensor PING mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 KHz) selama $t = 200 \mu\text{s}$ kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor PING memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroller pengendali (pulsa trigger dengan tout min 2 μs).

Spesifikasi sensor ini :

1. Kisaran pengukuran 3cm-3m.
2. Input trigger –positive TTL pulse, 2 μs min., 5 μs tipikal.
3. Echo hold off 750 μs dari fall of trigger pulse.
4. Delay before next measurement 200 μs .
5. Burst indicator LED menampilkan aktifitas sensor.



Gambar 2.3 Diagram Waktu Sensor Ping

Keterangan :

$$t_{out} = 2 \mu\text{s (min)}. 5 \mu\text{s typical}$$

$$t_{holdoff} = 350 \mu\text{s}$$

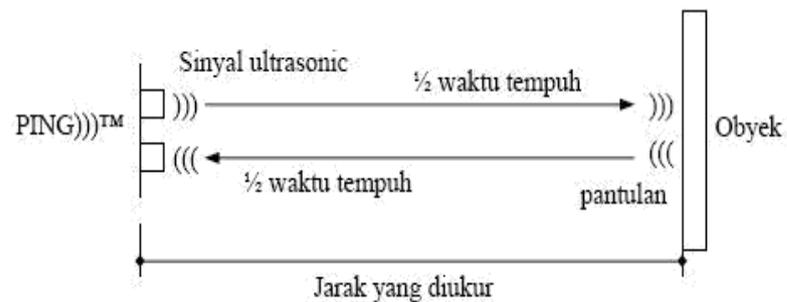
$$t_{burst} = 200 \mu\text{s @40kHz}$$

$$t_{in min} = 115 \mu\text{s}$$

$$t_{in\ max} = 18,5\ ms$$

Sensor Ping mendeteksi jarak obyek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40 kHz) selama t_{BURST} (200 μ s) kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor Ping memancarkan gelombang ultrasonik sesuai dengan kontrol dari mikrokontroler pengendali (pulsa *trigger* dengan t_{OUT} min. 2 μ s). Gelombang ultrasonik ini melalui udara dengan kecepatan 344 meter per detik, mengenai obyek dan memantul kembali ke sensor.

Ping mengeluarkan pulsa *output high* pada pin SIG setelah memancarkan gelombang ultrasonik dan setelah gelombang pantulan terdeteksi Ping akan membuat *output low* pada pin SIG. Lebar pulsa High (t_{IN}) akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2x jarak ukur dengan obyek. Maka jarak yang diukur adalah $[(t_{IN}\ s \times 344\ m/s) \div 2]$ meter.



Gambar 2.4 Jarak Ukur Sensor Ping

2.1.2 Sensor Warna (TCS3200)

Modul sensor pendeteksi warna (*color sensor module*) ini menggunakan IC TAOS/AMS **TCS3200** RGB Sensor Chip. TCS3200 dapat mendeteksi dan mengukur spektrum cahaya (baca: warna) pada panjang gelombang yang terlihat mata. Contoh aplikasi penggunaan sensor ini: penyortiran berdasar warna, sensor untuk kalibrasi cahaya lingkungan (sangat berguna dalam dunia fotografi), pemindai warna, penyocokan warna, dsb.

Chip TCS3200 memiliki matriks pendeteksi cahaya (*silicon photodiode array*) 8x8 piksel berukuran mikro dengan empat macam penyaring warna (filter merah, hijau, biru, dan *clear*/ tanpa filter) yang disusun berselangan. Sebuah osilator terpadu akan membangkitkan gelombang persegi (*square-wave, 50% duty cycle*) yang proporsional terhadap intensitas dari warna terpilih.



Gambar 2.5. Modul Sensor Warna

2.1.1.1 Spesifikasi & Fitur modul sensor TCS3200

1. Rentang tegangan catu daya: 2,7 Volt ~ 5,5 Volt DC
2. Konversi intensitas cahaya ke frekuensi beresolusi ringgi (antara 2 Hz hingga 500 kHz pada skala penuh)
3. Skala frekuensi keluaran skala dapat diprogram (lihat tabel untuk pin S0 dan S1 di bagian konfigurasi pin)
4. Fitur moda siaga (*power-down energy saving mode*)
5. Berakurasi tinggi (marjin kesalahan non-linear tipikal hanya 0,2% pada 50 kHz)
6. Stabilitas tinggi (koefisien suhu 200 ppm/°C)
7. Dapat berkomunikasi langsung dengan MCU / Arduino
8. Dilengkapi dengan 4 LED (warna putih) untuk mengkompensasi cahaya lingkungan (*ambience light*)
9. V_{CC} : Catu daya, 3,3 ~ 5 VDC

10. GND: hubungkan dengan *ground rail*

11. S0, S1: Masukan untuk memilih penskalaan frekuensi (*output frequency scaling, f₀*), sbb.

S0	S1	Deskripsi
L	L	<i>Power Down</i> (nonaktifkan)
L	H	$f_0 = 2\%$
H	L	$f_0 = 20\%$
H	H	$f_0 = 100\%$

12. S2, S3: Masukan untuk memilih filter warna yang aktif untuk dipindai, sbb.:

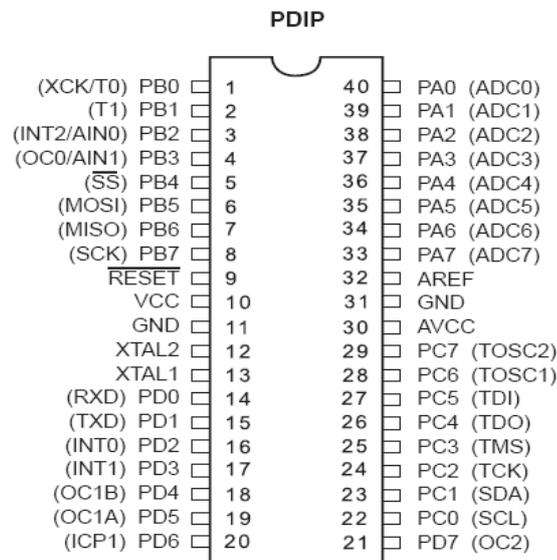
S2	S3	Tipe Photodiode
L	L	Merah(<i>Red</i>)
L	H	Biru(<i>Blue</i>)
H	L	Tanpa Filter (<i>Clear</i>)
H	H	Hijau(<i>Green</i>)

13. EO: *Enable Output*, mengaktifkan pemindai (*Active LOW*)

14. OUT: Pin keluaran berupa frekuensi (*squarewave with 50% duty cycle*)

2.2 Mikrokontroler AVR ATmega 32L

Mikrokontroler merupakan suatu *device* yang didalamnya sudah terintegrasi dengan I/O Port, RAM, ROM, sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan kontrol. Mikrokontroler AVR ATmega 32L merupakan *low power* CMOS Mikrokontroler 8-bit yang dikembangkan oleh Atmel dengan arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*) sehingga dapat mencapai *throughput* eksekusi instruksi 1 MIPS (*Million Instruction Per Second*). Mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas yaitu kelas ATtiny, kelas AT90xx, keluarga ATmega, dan kelas AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, *speed*, operasi tegangan, dan fungsinya sedangkan dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan bisa dikatakan hampir sama.



Gambar 2.6 Konfigurasi Pin Mikrokontroler AVR ATmega 32L

Penjelasan konfigurasi pin pada mikrokontroler AVR ATmega 32L secara umum:

1. Pin 1 sampai 8 (*Port B*) merupakan *port parallel* 8 bit dua arah (*bidirectional*), yang dapat digunakan untuk *general purpose* dan *special feature*
2. Pin 9 (*Reset*) jika terdapat minimum *pulse* pada saat *active low*
3. Pin 10 (VCC) dihubungkan ke Vcc (2,7 – 5,5 Volt)
4. Pin 11 dan 31 (GND) dihubungkan ke Vss atau *Ground*
5. Pin 12 (XTAL 2) adalah pin masukan ke rangkaian osilator *internal*. Sebuah osilator kristal atau sumber osilator luar dapat digunakan.
6. Pin 13 (XTAL 1) adalah pin keluaran ke rangkaian osilator *internal*. Pin ini dipakai bila menggunakan osilator kristal.
7. Pin 14 sampai 21 (*Port D*) adalah 8-bit dua arah (*bi-directional I/O port* dengan *internal pull-up resistors*) digunakan untuk *general purpose* dan *special feature*.
8. Pin 22 sampai 29 (*Port C*) adalah 8-bit dua arah (*bi-directional I/O port* dengan *internal pull-up resistors*) digunakan untuk *general purpose* dan *special feature*.
9. Pin 30 adalah Avcc pin penyuplai daya untuk *port A* dan A/D *converter* dan dihubungkan ke Vcc. Jika ADC digunakan maka pin ini dihubungkan ke Vcc.
10. Pin 32 adalah A REF pin yang berfungsi sebagai referensi untuk pin analog jika A/D *Converter* digunakan.

11. Pin 33 sampai 40 (*Port A*) adalah 8-bit dua arah (*bi-directional I/O*) *port* dengan *internal pull-up resistors* digunakan untuk *general purpose*.

Penjelasan konfigurasi pin pada mikrokontroler AVR ATmega 32L yang mempunyai fungsi khusus yaitu:

1. Pin 33 sampai 40 (*Port A*) dapat digunakan sebagai,

Tabel 2.1 Tabel Fungsi Khusus *Port A*

PA0	<i>Input ADC PA0</i>
PA1	<i>Input ADC PA1</i>
PA2	<i>Input ADC PA2</i>
PA3	<i>Input ADC PA3</i>
PA4	<i>Input ADC PA4</i>
PA5	<i>Input ADC PA5</i>
PA6	<i>Input ADC PA6</i>
PA7	<i>Input ADC PA7</i>

2. Pin 1 sampai 8 (*Port B*) dapat digunakan sebagai,

Tabel 2.2 Tabel Fungsi Khusus *Port B*

PB7	SCK (<i>SPI Bus Serial Clock</i>)
PB6	MISO (<i>SPI Bus Master Input/Slave Output</i>)
PB5	MOSI (<i>SPI Bus Master Output/Slave Input</i>)
PB4	SS (<i>SPI Slave Select Input</i>)

	AIN1 (<i>Analog Comparator Negative Input</i>), OC0 (<i>Timer/Counter0 Output Compare Match Output</i>)
	AIN0 (<i>Analog Comparator Positive Input</i>), INT2 (<i>External Interrupt 2 Input</i>)
PB1	T1 (<i>Timer/Counter1 External Counter Input</i>)
	T0 (<i>Timer/Counter0 External Counter Input</i>), XCK (<i>USART External Clock Input/Output</i>)

3. Pin 22 sampai 29 (*Port C*) dapat digunakan sebagai,

Tabel 2.3 Tabel Fungsi Khusus *Port C*

PC7	TOSC2 (<i>Timer Oscillator Pin 2</i>)
PC6	TOSC1 (<i>Timer Oscillator Pin 1</i>)
PC5	TDI (<i>JTAG Test Data In</i>)
PC4	TDO (<i>JTAG Test Data Out</i>)
PC3	TMS (<i>JTAG Test Mode Select</i>)
PC2	TCK (<i>JTAG Test Clock</i>)
	SDA (<i>Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line</i>)
PC0	SCL (<i>Two-wire Serial Bus Clock Line</i>)

4. Pin 14 sampai 21 (*Port D*) dapat digunakan sebagai,

Tabel 2.4 Tabel Fungsi Khusus *Port D*

PD7	OC2 (<i>Timer/Counter2 Output Compare Match Output</i>)
PD6	ICP1 (<i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i>)
	OC1A (<i>Timer/Counter1 Output Compare A Match Output</i>)
	OC1B (<i>Timer/Counter1 Output Compare B Match Output</i>)
PD3	INT1 (<i>External Interrupt 1 Input</i>)
PD2	INT0 (<i>External Interrupt 0 Input</i>)
PD1	TXD (<i>USART Output Pin</i>)
PD0	RXD (<i>USART Input Pin</i>)

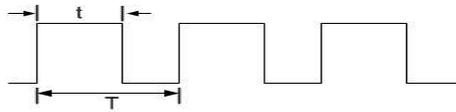
Keistimewaan yang terdapat pada Mikrokontroler AVR ATmega 32L :

1. 8-bit CPU sebagai pusat pengendalian aplikasi
2. Mempunyai 131 instruksi yang sebagian besar dieksekusi dalam 1 *cycle*
3. 32 *register* umum yang terhubung dengan ALU (*Arithmetic Logic Unit*)
4. Kemampuan memproses instruksi sampai 8 MIPS (*million instruction per second*)
5. Memiliki 32 Kbyte untuk *Flash* dalam untuk menyimpan program dan dapat ditulis ulang hingga 10.000 kali

6. Memiliki 1024 Bytes EEPROM dengan *endurance* : 100,000 *Write/Erase Cycles*
7. Memiliki 2 KByte Internal SRAM (*Static Random Access Memory*) digunakan untuk menyimpan sementara data dari program *flash*
8. ADC (*Analog To Digital Converter*) internal dengan resolusi 10 bit sebanyak 8 *channel*
9. 32 jalur I/O (*Input/Output*) yang terpisah dalam empat *port* yaitu A, *port* B, *port* C, dan *port* D
10. 16 bit *timer/counter* dan 8 bit *timer/counter*
11. *Full Duplex Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART)*
12. RTC (*Real Time Clock*) dengan osilator terpisah
13. SPI (*Serial Peripheral Interface*) untuk komunikasi serial yang memiliki kecepatan yang relatif tinggi pada jarak dekat
14. Enam pilihan mode *sleep* menghemat penggunaan daya listrik
15. *Watchdog timer* yang dapat diprogram dengan osilator internal
16. Dapat beroperasi pada tegangan 2,7 – 5,5 V
17. Konsumsi daya :
 - 1.1mA ketika aktif
 - 0.35mA ketika *Idle*
 - *Power-down* < 1 μ A

2.3 *Pulse Width Modulation (PWM)*

PWM adalah salah satu cara mengatur kecepatan motor dc dengan menggunakan sumber tegangan dc yang tetap, yaitu dengan men-switch secara cepat antara kondisi ONN dan OFF pada frekuensi tertentu. Untuk mendapatkan perputaran yang halus biasanya frekuensi yang dipakai adalah 1KHz atau lebih. Kondisi ON (logika high) sebagai lebar puulsa yang akan diatur adalah t , dan periode sinyal adalah T , dimana:



Gambar 2.7 Sinyal PWM.

Rasio perbandingan antara kondisi ON dengan periode sinyal disebut sebagai duty cycle, dinyatakan dengan:

$$duty\ cycle = \frac{t}{T} \times 100\%$$

Besar *presentase duty cycle* dengan kecepatan motor adalah berbanding lurus, dimana semakin besar duty cycle maka arus rata-rata yang melalui motor juga semakin besar sehingga motor akan semakin cepat. Demikian pula semakin kecil duty cycle maka arus rata-rata yang melalui motor juga kecil sehingga motor akan bergerak lambat.

2.4 **Motor Servo**

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor

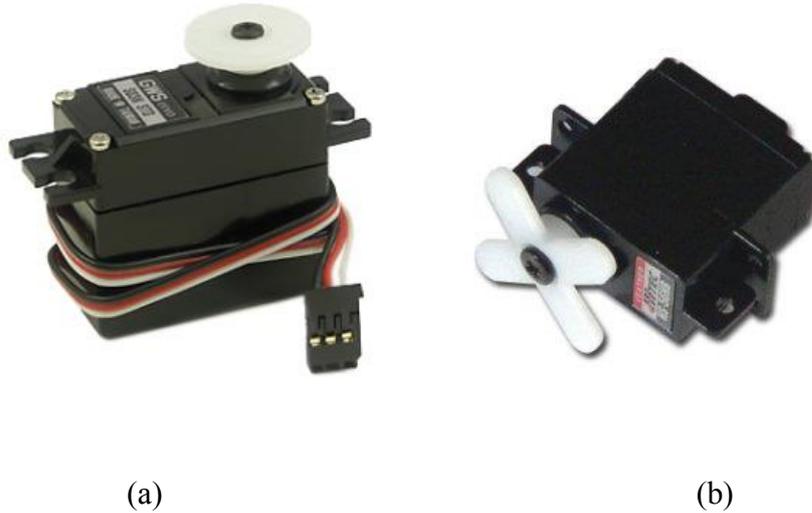
servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.

Karena motor DC servo merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, maka magnet permanent motor DC servolah yang mengubah energi listrik ke dalam energi mekanik melalui interaksi dari dua medan magnet. Salah satu medan dihasilkan oleh magnet permanent dan yang satunya dihasilkan oleh arus yang mengalir dalam kumparan motor. Resultan dari dua medan magnet tersebut menghasilkan torsi yang membangkitkan putaran motor tersebut. Saat motor berputar, arus pada kumparan motor menghasilkan torsi yang nilainya konstan.

Secara umum terdapat 2 jenis motor servo. Yaitu motor servo standar dan motor servo Continuous. Servo motor tipe standar hanya mampu berputar 180 derajat. Motor servo standar sering dipakai pada sistem robotika misalnya untuk membuat “ Robot Arm” (Robot Lengan). sedangkan Servo motor continuous dapat berputar sebesar 360 derajat. motor servo Continuous sering dipakai untuk Mobile Robot. Pada badan servo tertulis tipe servo yang bersangkutan

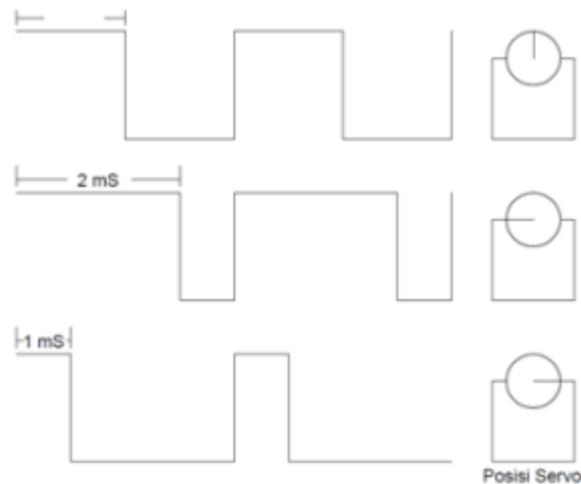
Motor servo merupakan sebuah motor dc kecil yang diberi sistem gear dan potensiometer sehingga dia dapat menempatkan “horn” servo pada posisi yang dikehendaki. Karena motor ini menggunakan sistem close loop sehingga posisi “horn” yang dikehendaki bisa dipertahankan. “Horn” pada servo ada dua jenis.

Yaitu Horn “X” dan Horn berbentuk bulat (seperti pada gambar di bawah).



Gambar 2.8. Motor Servo (a) dengan horn bulat; (b) dengan horn X

Pengendalian gerakan batang motor servo dapat dilakukan dengan menggunakan metode PWM. (*Pulse Width Modulation*). Teknik ini menggunakan system lebar pulsa untuk mengemudikan putaran motor. Sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Tampak pada gambar dengan pulsa 1.5 mS pada periode selebar 2 mS maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam.



Gambar 2.9 Posisi servo berdasarkan lebar pulsa

Untuk menggerakkan motor servo ke kanan atau ke kiri, tergantung dari nilai delay yang kita berikan. Untuk membuat servo pada posisi center, berikan pulsa 1.5ms. Untuk memutar servo ke kanan, berikan pulsa $\leq 1.3\text{ms}$, dan pulsa $\geq 1.7\text{ms}$ untuk berputar ke kiri dengan delay 20ms.

2.5 LCD

Liquid Crystal Display (LCD) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Crystal 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 Crystal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang.

Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan *sandwich* memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan. Gambar tampilan Lcd dapat dilihat pada gambar 2.10 dibawah ini.



Gambar 2.10 LCD
(Sumber : <http://www.seeedstudio.com>)