

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (*chip*). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa Port masukan maupun keluaran, dan beberapa peripheral seperti pencacah/ pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi, salah satu Mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard Bahasa C digunakan untuk pemrograman berbagai jenis perangkat, termasuk mikrokontroler AVR. Bahasa ini sudah merupakan high Level language, dimana memudahkan programmer menggunakan algoritmanya. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 6 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, MegaAVR, TinyAVR, AVR XMEGA, AVR 32 UC3, AVR32 AP7 (Nugraha: 2010).

Pada dasarnya yang membedakan kelas mikrokontroler adalah memori, peripheral, dan fiturnya seperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal mikrokontroler AT-Mega 16 terdiri atas beberapa unit fungsionalnya *Aritmetic and Logical Unit* (ALU), himpunan register kerja, register dan dekoder intruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan

mikroprosesor, mikrokontroler menyediakan memori dalam serpih yang sama dengan prosesornya (*in chip*) (Wicaksono, putut: 2014).

Beberapa keistimewaan dari AVR AT-Mega 16 antara lain:

1. Advanced RISC Architecture:

- 130 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution.
- 32 x 8 General Purpose Fully Static Operation.
- On-chip 2-Cycle Multiplier.
- Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz.

2. Nonvolatile Prgram and Data memoris:

- 8K Bytes of In-System Self-programmable Flash.
- Optional Boot Code Section with Independent Lock bits.
- 512 Bytes Internal SRAM.
- 512 Bytes Internal SRAM.
- Programming Lock for Software Security.

3. Peripheral Features:

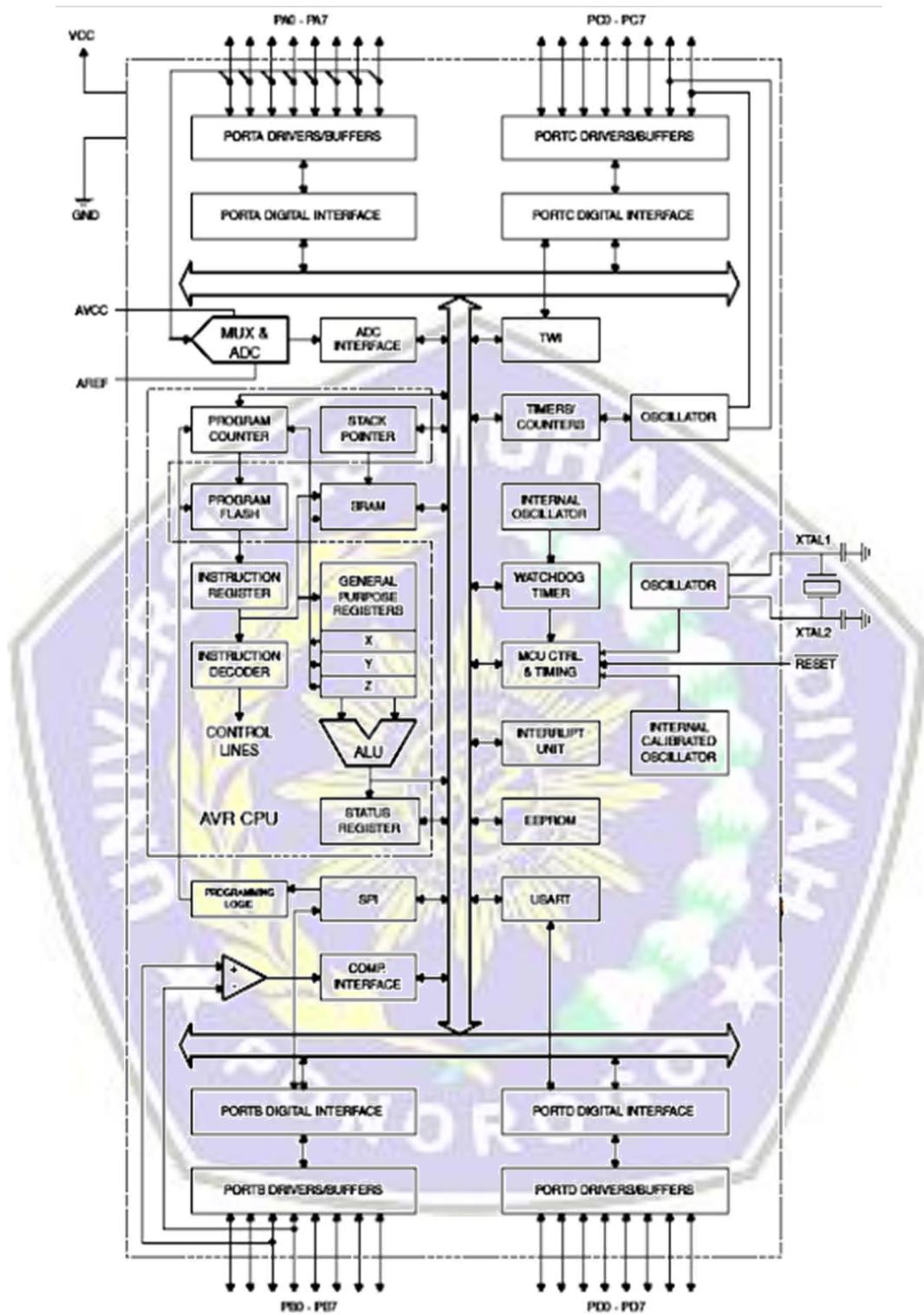
- Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare.
- One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescalers and Compare.
- Real Time Counter with Separate Oscillator
- 8-channel, 10-bit ADC.
- Four PWM Channels.
- Programmable Serial USART.
- Special Microcontroller Featuers

4. Konsumsi daya pada 1 MHz, 3V, 25°C for ATMega 16L:

- Aktif: 1.1 mA.

- Mode Power-down: < 1A
5. Fitur-fitur Mikrokontroler khusus:
- Reset saat Power-on dan Deteksi Brown-out yang bisa diprogram.
 - Internal Calibrated RC Oscillator.
 - Sumber int erupsi Ekst ernal dan n INt ernal.
 - Enam mode sleep: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and.
6. I/O and Package:
- 32 Pogrammable I/O Lines.
 - 40-pin PDIP, 44-lead PLCC, and 44-pad MLF.
7. Operating Voltages:
- 2.7 – 5.5V for AT-Mega 16L.
 - 4.5 – 5.5V for AT-Mega 16.

Dengan keistimewaan diatas pembuatan alat dengan mikrokontroler AT-Mega 16 menjadi sangat sederhana dan tidak memerlukan IC tambahan yang banyak. Sehingga mikrokontroler AT-Mega 16 mempunyai keistimewaan dari segi perangkat keras. Keistimewaan lain dari AT-Mega 16 adanya fasilitas pemograman melalui downloader ISP, pada port AT-Mega 16 terdapat pin MISO, MOSI, SCK, RESET yang bisa digunakan untuk memasukan Program kedalam mikrokontroler. Adapun diagram blok mikrokontroler AT-Mega 16 ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram Blok Mikrokontroler AT-Mega 16

1. Deskripsi Pin

Mikrokontroler AT-Mega 16 mempunyai 40 kaki, 32 kaki diantaranya adalah kaki untuk keperluan port paralel. Satu port paralel terdiri dari 8 kaki, dengan demikian 32 kaki tersebut membentuk 4 buah port paralel yang masing-masing dikenal sebagai Port-0, Port-1, Port-2, dan Port-3. Nomor dari masing-masing kaki dari port paralel mulai dari 0 sampai 7. Jalur atau kaki pertama Port-0 disebut sebagai P0.0 dan jalur terakhir untuk port-0 adalah P0.7. Letak dari setiap port diperlihatkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram Pin Mikrokontroler AT-Mega 16

Arsitektur AT-Mega 16, mikrokontroler ini menggunakan arsitektur *Harvard* yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*). Secara garis besar mikrokontroler AT-Mega 16 terdiri dari 40 pin:

- a. VCC (pin10): merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
- b. GND (pin11 dan pin31): merupakan pin ground.
- c. Port A (pin33 – pin40): berfungsi sebagai masukan analog ke ADC internal pada mikrokontroler AT-Mega 16 selain itu juga berfungsi sebagai I/O dua arah 8 bit, jika ADC nya tidak digunakan. Pada setiap port menyediakan resistor pull up internal yang dapat difungsikan pada setiap bit.
- d. Port B (pin1 – pin8): berfungsi sebagai I/O dua arah 8 bit. Pada setiap port menyediakan resistor pull up internal yang dapat difungsikan pada setiap bit.

Tabel 2.1 Fungsi Alternatif pada Port B

Kaki Port	Fungsi Alternatif
Port B.7 (pin 8)	SCK (SPI Bus Serial Clock)
Port B.6 (pin 7)	MISO (SPI Bus Master output/slave input)
Port B.5 (pin 6)	MOSI (SPI Bus Master output/slave input)
Port B.4 (pin 5)	SS (SPI Slave Select Input)
Port B.3 (pin 4)	AIN 1 (Analog Comparator Negative Input) OC0 (timer/ Counter 0 Output Compare Match Output)
Port B.2 (pin 3)	AIN 0 (Analog Comparator Positive Input) INT2 (Eksternal Interrupt 2 Input)
Port B.1 (pin 2)	T1 (Timer Counter 1 Eksternal Counter Input)
Port B.0 (pin 1)	T0 T1 (Timer/ Counter 0 eksternal counter input) XCK (USART Eksternal Clock Input/ output)

- e. Port C (pin22 – pin29): berfungsi sebagai I/O dua arah 8 bit. Pada setiap port menyediakan resistor pull up internal yang dapat difungsikan pada setiap bit. Port C juga berfungsi sebagai antar muka JTAG.

Tabel 2.2 Fungsi Alternatif pada Port C

Kaki Port	Fungsi Alternatif
Port C.7 (pin 29)	TOSC2 (Timer Oscillator pin 2)
Port C.6 (pin 28)	TOSC1 (Timer Oscillator pin 1)
Port C.5 (pin 27)	TDI (JTAG Test Data In)
Port C.4 (pin 26)	TDO (JTAG Test Data Out)
Port C.3 (pin 25)	TMS (JTAG Test Mode Select)
Port C.2 (pin 24)	TCK (JTAG Test Clock)
Port C.1 (pin 23)	SDA (Two Wire Serial Bus Data Input/ Output Line)
Port C.0 (pin 22)	SCL (Two Wire Serial Bus Line)

- f. Port D (pin 14 – pin21): berfungsi sebagai I/O dua arah 8 bit. Pada setiap port menyediakan resistor pull up internal yang dapat difungsikan pada setiap bit.
- g. Reset (pin9): merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler pada program awal yang dibuat.
- h. XTAL1 (pin13): merupakan pin masukan clock eksternal.
- i. XTAL2 (pin12): merupakan pin masukan clock eksternal
- j. AVCC (pin30): merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
- k. AREF (pin32): merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

2. Struktur Memori

a. Flash Memori

AT-Mega 16 memiliki 16K byte flash memori dengan lebar 16 atau 32 bit. Kapasitas memori itu sendiri terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian boot program dan bagian aplikasi program flash memori memiliki kemampuan mencapai 10.000 write dan erase.

b. Memori SRAM

Penempatan memori data yang lebih rendah dari 1120 menunjukkan register I/O memori, dan data SRAM. 96 alamat memori pertama untuk file register dan memori I/O, dan 1024 alamat memori berikutnya untuk data internal SRAM. Lima mode pengalamatan berdeda pada data memori yaitu direct, indirect, indirect displacement, indirect pre-decrement, dan direct post-increment. Pada file register, mode indirect mulai dari register R26-R31. Pengalamatan mode direct mencapai keseluruhan kapasitas data. Pengalamatan indirect displacement mencapai 63 alamat dimulai dari register x atau y. Ketika menggunakan mode pengalamatan indirect dengan

pre-decrement dan post-increment register x,y, dan z akan di-directment. Pada AT-Mega 16 memiliki 32 register, 64 register I/O dan 1024 data internal SRAM yang dapat mengakses semua mode pengalamatan. Seperti gambar 2.3 berikut :



Gambar 2.3 Memori Data Mikrokontroler AT-Mega 16

c. Memori EEPROM

Intruksi pada mikrokontroler AT-Mega 16 memori program dieksekusi dengan pipelining single level. Selagi sebuah instruksi sedang dikerjakan, intruksi berikutnya diambil dari memori program. EEPROM adalah satu dari tiga tipe memori pada AVR (dua lainnya adalah SRAM dan flash). Pada EEPROM AT-Mega 16 memiliki memori sebesar 512 byte dengan daya tahan 100.000 siklus *write/read*. Sifat EEPROM, tetap dapat menyimpan data saat tidak ada suplai dan dapat diubah saat program berjalan.

Register pada memori EEPROM:

Bit 15 Res:Reserved Bits

Bit ini sebagai bit bank pada AT-Mega 16 dan akan selalu membaca.

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
	-	-	-	-	EEAR11	EEAR10	EEAR9	EEAR8	EEARH
	EEAR7	EEAR6	EEAR5	EEAR4	EEAR3	EEAR2	EEAR1	EEAR0	EEARL
	7	6	5	4	3	2	1	0	
Read/Write	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W	
	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	X	X	X	X	
	X	X	X	X	X	X	X	X	

Gambar 2.4 Bit Bank EEPROM AT-Mega 16

Bit 8..0” EEAR8..0:

EEPROM data bit ini sebagai alamat EEPROM.

Bit 7..0” EEDR7..0:

EEPROM data bit ini sebagai data EEPROM.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	MSB							LSB	EEDR
Read/Write	R/W								
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.5 Bit Data EEPROM AT-Mega 16

Bit 7..4” *Res:Reserved Bits*

Bit-bit ini terdapat pada register kontrol.

Bit ini sebagai *Enable Interrupt Ready* pada EEPROM.

Bit 1, bit ini sebagai *write enable* pada EEPROM.

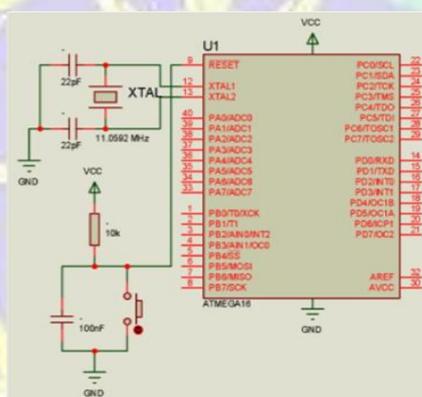
Bit 0, bit ini sebagai *read enable* pada EEPROM.

3. Timer/Counter

Timer /counter adalah suatu peripheral yang tertanam didalam mikrokontroler yang berfungsi pewaktu. Dengan peripheral ini pengguna mikrokontroler dapat dengan mudah menentukan kapan suatu perintah dijalankan (delay), tentu saja fungsi sebagai oscillator, PWM, ADC, dan lainnya.

4. Minimum Sistem Mikrokontroler AT-Mega 16

Minimum sistem mikrokontroler AT-Mega 16 merupakan suatu rangkaian minimal dari mikrokontroler untuk bisa beroperasi. Sistem ini nantiya dihubungkan dengan beberapa komponen untuk menjalankan sebuah fungsi tertentu. Mikrokontroler AT-Mega 16 terdiri dari 40 port, 32 I/O (port A 8 pin, portB 8 pin, portC 8 pin, dan portD 8 pin), dan diantaranya terdapat pin agar dapat mengaktifkan kinerja mikrokontroler. Pin tersebut dimulai dari pin VCC, pin GND, pin Reset, pin XTAL1 dan XTAL2. Terdapat 2 rangkian pendukung reset dan rangkaian XTAL (clock/ pewatu) agar mikrokontroler dapat maksimal bekerja.



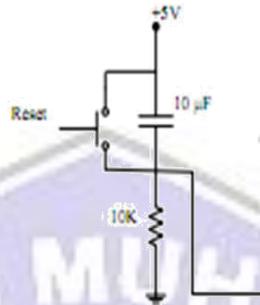
Gambar 2.7 Sistem Minimum AT-Mega 16

Dilihat dari gambar 2.7 minimum sistem AT-Mega 16 terdapat 2 rangkaian pendukung agar mikrokontroler dapat berfungsi secara maksimal. Rangkaian tersebut adalah rangkaian RESET dan CLOCK/osilator.

a. Rangkaian Reset

Rangkaian reset sama fungsinya dengan rangkaian reset pada komputer. Fungsi reset pada mikrokontroler bergerak pada awal program. Penggunaan reset pada mikrokontroler opsional, bisa dipakai atau tidak sesuai

penggunaan. Rangkaian RESET terbentuk oleh komponen R dan C yang sudah baku. Nilai R yang digunakan adalah 10k ohm dan 10 μ f dari pin keluaran tersebut masuk ke pin RESET mikrokontroler AT-Mega 16.

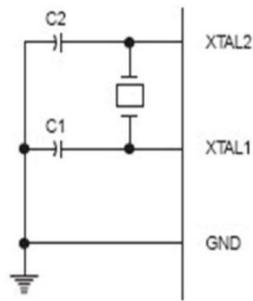


Gambar 2.8 Rangkaian Reset

b. Rangkaian Clock/osilator

Osilator didalam mikrokontroler digunakan sebagai pembangkit pulsa clock, atau detak, karena mikrokontroler merupakan mesin sinkron, yang semua derap mesinya diatur oleh pulsa clock. Osilator yang rangkaian ada didalam mikrokontroler ini memerlukan tank circuit atau rangkaian resonator yang ditempatkan diluar chip.

Kristal adalah resonator mekanik yang bergetar menstabilkan getaran elektronis, kristal stabil karena memiliki 'inersia' yang relatif besar. Setiap pemrosesan data pada mikrokontroler sangat dipengaruhi pada clock yang aktif pada mikrokontroler. Rangkaian CLOCK terbentuk dari dua capasitor 22pf yang salah satu kakinya masuk ke GND, dan criystal 11.059200 masuk pada pin XTAL1 dan XTAL2 mikrokontroler AT-Mega 16.



Gambar 2.9 Rangkaian Clock/ Osilator

c. ISP

Minimum sistem mikrokontroler dibuat untuk di program. Prinsipnya mikrokontroler dapat di program secara paralel ataupun seri. Pemrograman mikrokontroler secara seri atau lebih dikenal dengan ISP tidak memerlukan banyak jalur data dan sangat diminati karena memudahkan programing dalam mengisi dan menghapus program pada mikrokontroler. Untuk membuat jalur downloader ISP cukup menggunakan pin MISO, MOSI, SCK, RESET, dan GND.

B. Sensor IC LM35 DZ

Komponen utama yang digunakan pada rangkaian sensor suhu ini adalah sebuah sensor berbentuk IC (*Integrated Circuit*) dengan tipe LM35DZ. LM35DZ ini adalah sebuah sensor suhu yang keluarannya sudah dalam celcius yang memiliki kemampuan penginderaan suhu dari 00 °C sampai 1000 °C. IC LM35DZ ini akan mengkonversikan besaran suhu menjadi besaran tegangan. Dimana IC LM35DZ ini akan mengeluarkan tegangan pada kaki 2 sebagai output sebesar 10mV untuk setiap kenaikan suhu sebesar 10 °C.



Gambar 2.12 Skematik Rangkaian LCD 16x2 Karakter

Untuk menampilkan sistem kerja alat biasanya dipakai LCD tipe M1632, LCD tipe ini memiliki 2 baris dimana setiap baris memuat 16 karakter. Selain sangat mudah dioperasikan, kebutuhan daya LCD ini sangat rendah. Untuk rangkaian interfacing, LCD tidak banyak memerlukan komponen pendukung. Hanya diperlukan satu resistor variable untuk memberikan tegangan kontras pada matriks LCD. Untuk menampilkan karakter atau string ke LCD sangat mudah karena di dukung pustaka yang telah di sediakan oleh software AVR, salah satunya adalah Code Vision AVR dengan fasilitas library lcd.h. intruksi yang disediakan oleh library lcd.h meliputi:

1. Unsigned char lcd_read_byte (unsigned char addr), Intruksi ini untuk membaca karakter dari RAM LCD.

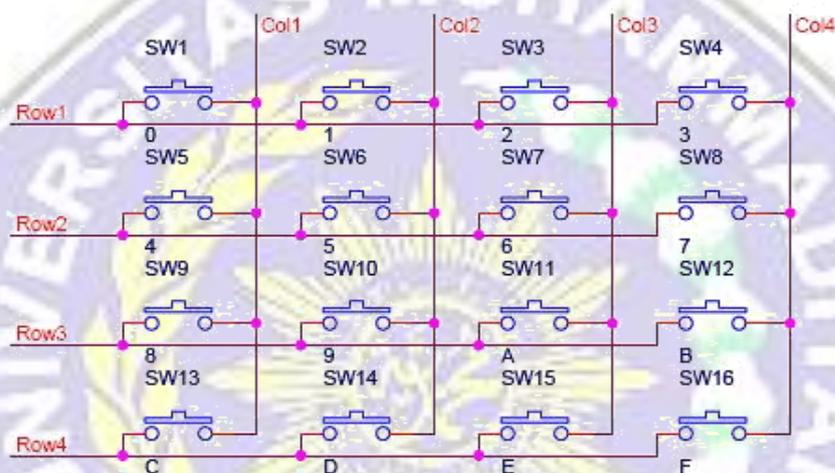
2. Lcd_clear (void), Intruksi ini akan menghapus tampilan LCD dan menempatkan kursor di kolom 0 baris 0.
3. Lcd_gotoxy (unsigned char x,unsigned char y), Intruksi ini menyeting posisi kursor pada kolom x dan baris y.
4. Lcd_putchar (char c), Intruksi ini berfungsi untuk menampilkan karakter c pada kursor saat itu.
5. Lcd_putsf (char flash*str), Intruksi ini berfungsi untuk menampilkan string pada posisi kursor saat itu.
6. Lcd_puts (char*str), Intruksi ini berfungsi untuk menampilkan string yang sebelumnya di simpan di SRAM.

Tabel 2.3 Fungsi dan Konfigurasi Pin LCD 16x2 Karakter

Pin	Nama	Fungsi
1	VSS	Ground
2	VCC	+5V
3	VEE	LCD Contras Voltage
4	RS	Register Select 0: Register instruksi 1: Register Data
5	R/W	Read / wirte, untuk memilih mode tulis atau baca 0 = mode tulis 1 = mode baca
6	E	Enable 0 = enable 1 = disable
7	DB0	Data bit 0 (LSB)
8	DB1	Data bit 1
9	DB2	Data bit 2
10	DB3	Data bit 3
11	DB4	Data bit 4
12	DB5	Data bit 5
13	DB6	Data bit 6
14	DB7	Data bit 7 (MSB)
15	BPL	Back plane light
16	GND	GND

D. Matrik Keypad 4x4

Keypad adalah bagian penting dari suatu perangkat elektronika yang membutuhkan interaksi manusia. Keypad berfungsi sebagai interface antara perangkat (mesin) elektronik dengan manusia atau dikenal dengan istilah HMI (*Human Machine Interface*). Pada dasarnya keypad adalah sejumlah tombol yang disusun sedemikian rupa sehingga membentuk susunan tombol angka dan beberapa menu lainnya (Suyanto: 2015).



Gambar 2.13 Konstruksi Matrix Keypad 4x4

Konstruksi matrix keypad 4×4 diatas cukup sederhana, yaitu terdiri dari 4 baris dan 4 kolom dengan keypad berupa saklar push buton yang diletakan disetiap persilangan kolom dan barisnya. Rangkaian matrix keypad diatas terdiri dari 16 saklar push buton dengan konfigurasi 4 baris dan 4 kolom. 8 line yang terdiri dari 4 baris dan 4 kolom tersebut dihubungkan dengan port mikrokontroler 8 bit. Sisi baris dari matrix keypad ditandai dengan nama Row1, Row2, Row3 dan Row4 kemudian sisi kolom ditandai dengan nama Col1, Col2, Col3 dan Col4. Sisi input atau output dari matrix keypad 4×4 ini tidak mengikat, dapat dikonfigurasi

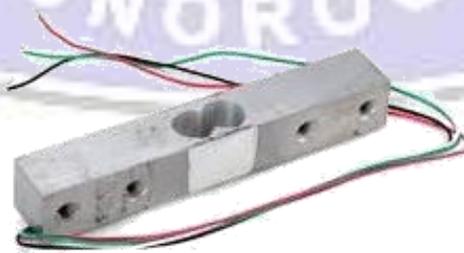
kolom sebagai input dan baris sebagai output atau sebaliknya tergantung programernya.



Gambar 2.14 Bentuk Fisik Matrix Keypad 4x4

E. Sensor Berat

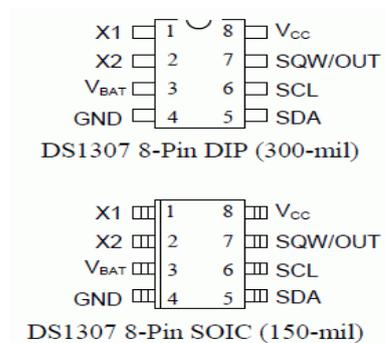
Sensor berat (*load cell*) 5kg merupakan sensor timbangan digital yang bekerja secara mekanis yang terdiri dari konduktor, Strain gauge, dan wheatstone bridge. Load cell menggunakan prinsip kerja yang memanfaatkan *strain gauge* sebagai pengindra (sensor). Strain gauge-nya adalah *tranduser* pasif yang merubah suatu pergeseran mekanis menjadi perubahan tekanan. Perubahan ini kemudian di ukur dengan jembatan *Wheatstone* dimana tegangan keluarannya dijadikan referensi beban yang di terima *Load cell* (Rudi Nuryanto: 2015).



Gambar 2.15 Bentuk Fisik Sensor Berat (*Load Cell*) 5kg

F. RTC

RTC (*Real Time Clock*) merupakan chip dengan konsumsi daya rendah. Chip tersebut mempunyai kode binary (BCD), jam/kalender, 56 byte NV SRAM dan komunikasi antarmuka menggunakan serial two wire. RTC menyediakan data dalam bentuk detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, tahun dan informasi yang dapat diprogram. Pada Gambar 2 memperlihatkan konfigurasi dari pin-pin dari RTC (Zulfikar, Zulhelmi, Khairul Amri: 2016).



Gambar 2.16 Diagram Pin RTC DS1307

Fungsi dari Pin DS1307 adalah :

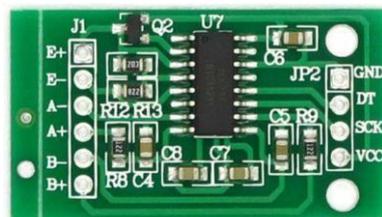
1. VCC digunakan sebagai input dari catu daya 3 volt atau 5 volt.
2. Pin X1, X2 merupakan pin untuk membuat kristal bekerja dengan frekuensi 32.768 kHz.
3. VBAT digunakan sebagai catu daya cadangan ketika arus listrik dari PLN padam.
4. GND merupakan negatif dari catu daya
5. SDA digunakan untuk komunikasi serial data antarmuka
6. SCL adalah serial clock
7. SQW/OUT merupakan sinyal keluaran gelombang kotak terprogram (programmable Square Wave).



Gambar 2.17 Bentuk Fisik RTC (*Real Time Clock*)

G. Modul HX711

Hx711 merupakan modul timbangan yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan resistansi yang terbaca dalam perubahan dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul ini memiliki struktur yang sederhana, mudah digunakan, hasilnya stabil dan reliabel, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat (Rudi Nuryanto: 2015).



Gambar 2.18 Bentuk Fisik Modul HX711

H. *Hairdryer*

Hairdryer adalah perangkat elektromekanis yang dirancang untuk untuk mempercepat penguapan air. Pada *Hairdryer* terdapat bagaian bagian yaitu: (Abdul Fatah: 2010).

1. Motor berfungsi sebagai memutar kipas.
2. Thermostat berfungsi sebagai pengaman panas, thermostat ini akan mematikan elemen pemanas bila panas pada elemen pemanas berlebihan. dan akan bekerja kembali bila temperatur pada elemen pemanas sudah turun hal ini terus berlanjut.
3. Elemen Pemanas berfungsi sebagai penghasil panas.
4. Saklar, saklar ini terdiri dari 2 sakla yaitu saklar on/off yang berfungsi sebagai menjalankan motor dan elemen pemanas. Skalar pengatur panas berfungsi sebagai menghubungkan dan mematikan elemen pemanas.
5. Kipas berfungsi sebagai yang mengeluarkan panas pada hairdryer. dengan kipas ini maka panas akan keluar.



Gambar 2.19 Bentuk Fisik *Hairdryer*