

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Solar Cell

Photovoltaic adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. Photovoltaic biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek photovoltaic. Solar cell mulai populer akhir-akhir ini, selain mulai menipisnya cadangan energi fosil dan isu global warming. energi yang dihasilkan juga sangat murah karena sumber energi (matahari) bisa didapatkan secara gratis.

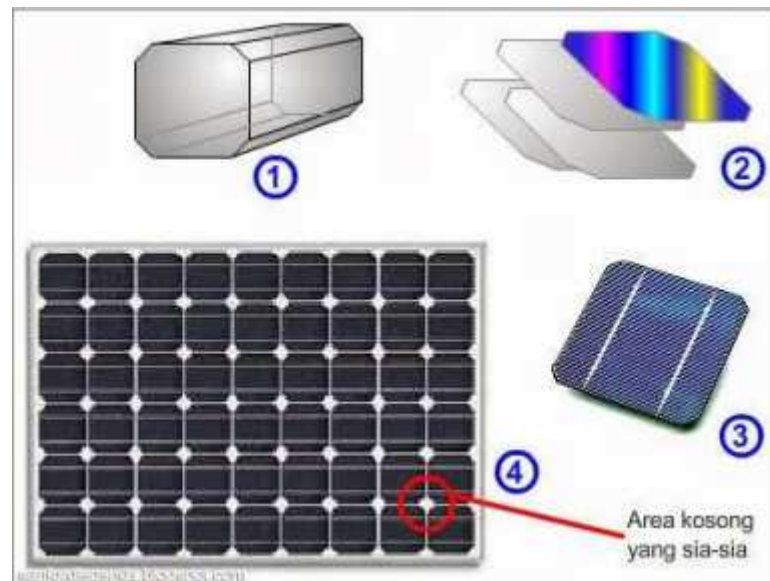
2.1.1 Jenis-Jenis Panel Surya

Berdasarkan jenis bahan dalam pembuatannya panel surya dibagi menjadi empat jenis yaitu monokristal, polikristal, amorphous dan compound atau gallium arsenide.

2.1.1.1 Monokristal

Sel surya yang terdiri atas p-n junction monokristal silikon atau yang disebut juga monocrystalline photovoltaic, mempunyai kemurnian yang tinggi yaitu 99,999%. Efisiensi sel fotovoltaik jenis silikon monokristal mempunyai efisiensi konversi yang cukup tinggi yaitu sekitar 15 sampai 20%.

Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan. Sel surya jenis ini jika disusun membentuk solar modul (panel surya) akan menyisakan banyak ruangan yang kosong karena sel surya seperti ini umumnya berbentuk segi enam atau bulat, sehingga memiliki tingkat kerapatannya yang rendah. Bisa saja produsen membuat bentuk persegi dengan proses pemotongan tetapi kerugian proses produksi tentu menjadi lebih besar dan menjadikan harga jauh lebih mahal lagi. Seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Monokristal

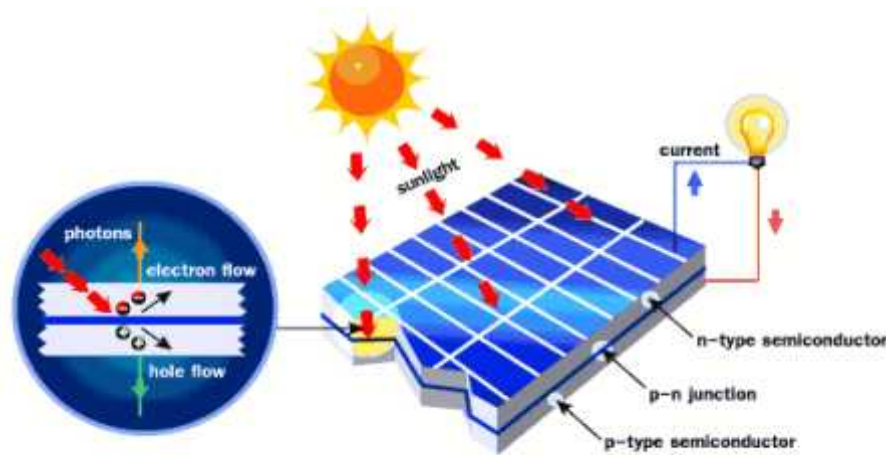
Keterangan gambar:

1. Batangan kristal silikon murni.
2. Irisan kristal silikon yang sangat tipis.
3. Sebuah sel surya monokristal yang sudah jadi.
4. Sebuah solar cell monokristal yang berisi susunan sel surya monokristal. Nampak area kosong yang tidak tertutup karena bentuk sel surya jenis ini. (Sanford. 2011)

2.1.2 Prinsip Kerja Solar Cell

Pembangkit listrik tenaga surya itu konsepnya sederhana yaitu mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Cahaya matahari merupakan salah satu bentuk energi dari sumber daya alam. Sumber daya alam matahari ini sudah banyak digunakan untuk mensuplai daya listrik di satelit komunikasi melalui solar cell. Solar cell ini dapat menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang tidak terbatas langsung diambil dari matahari, tanpa ada bagian yang berputar dan tidak memerlukan bahan bakar. Sehingga sistem solar cell sering dikatakan bersih dan ramah lingkungan. Panel solar cell merupakan modul yang terdiri beberapa solar cell yang digabung dalam hubungkan seri dan paralel tergantung ukuran dan kapasitas yang diperlukan. Yang sering digunakan adalah modul solar cell 20

watt. Modul solar cell itu menghasilkan energi listrik yang proporsional dengan luas permukaan panel yang terkena sinar matahari. Solar cell terbuat dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari solar cell. Solar cell pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Tiap solar cell biasanya menghasilkan tegangan 0,5 volt. Solar cell merupakan elemen aktif (Semikonduktor) yang memanfaatkan efek photovoltaic untuk merubah energi surya menjadi energi listrik. Berikut adalah diagram kerja solar cell pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram Kerja Solar Cell

Sel surya dapat dianalogikan sebagai divais dengan dua terminal atau sambungan, dimana saat kondisi gelap atau tidak cukup cahaya berfungsi seperti dioda, dan saat disinari dengan cahaya matahari dapat menghasilkan tegangan. Ketika disinari, umumnya satu sel surya komersial menghasilkan tegangan dc sebesar 0,5 sampai 1 volt, dan arus short-circuit dalam skala milliampere per cm². Besar tegangan dan arus ini tidak cukup untuk berbagai aplikasi, sehingga umumnya sejumlah sel surya disusun secara seri membentuk modul surya. Satu modul surya biasanya terdiri dari 28-36 sel surya, dan total menghasilkan tegangan dc sebesar 12 V dalam kondisi penyinaran standar (Air Mass 1.5). Modul surya tersebut bisa digabungkan secara paralel atau seri untuk memperbesar total tegangan dan arus outputnya sesuai dengan daya yang dibutuhkan untuk aplikasi tertentu. (Wilman. 2013)

2.2 Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah komponen di dalam sistem PLTS berfungsi sebagai pengatur arus listrik (*Current Regulator*) baik terhadap arus yang masuk dari panel PV maupun arus beban keluar / digunakan. Bekerja untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan (*Over Charge*), Ini mengatur tegangan dan arus dari panel surya ke baterai.

Sebagian besar Solar PV 12 Volt menghasilkan tegangan keluar (V-Out) sekitar 16 sampai 20 Volt DC, jadi jika tidak ada peraturan, baterai akan rusak dari pengisian tegangan yang berlebihan yang umumnya baterai 12 Volt membutuhkan tegangan pengisian (*Charge*) sekitar 13-14,8 volt (Tegantung Tipe *Battery*) untuk dapat terisi penuh.



Gambar 2.3 Solar Charge Controller

Fungsi dan fitur Solar Charge Controller:

1. Saat tegangan pengisian di baterai telah mencapai keadaan penuh, maka controller akan menghentikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai untuk mencegah over charge,.. dengan demikian ketahanan baterai akan jauh lebih tahan lama. Di dalam kondisi ini, listrik yang tersupply dari panel surya akan langsung terdistribusi ke beban / peralatan listrik dalam jumlah tertentu sesuai dengan konsumsi daya peralatan listrik.
2. Saat voltase di baterai dalam keadaan hampir kosong, maka controller berfungsi menghentikan pengambilan arus listrik dari baterai oleh beban / peralatan listrik. Dalam kondisi voltase tertentu (umumnya sekitar 10% sisa voltase di baterai) , maka pemutusan arus beban dilakukan oleh

controller. Hal ini menjaga baterai dan mencegah kerusakan pada sel – sel baterai. Pada kebanyakan model controller, indikator lampu akan menyala dengan warna tertentu (umumnya berwarna merah atau kuning) yang menunjukkan bahwa baterai dalam proses charging. Dalam kondisi ini, bila sisa arus di baterai kosong (dibawah 10%), maka pengambilan arus listrik dari baterai akan diputus oleh controller, maka peralatan listrik / beban tidak dapat beroperasi.

3. Pada controller tipe – tipe tertentu dilengkapi dengan digital meter dengan indikator yang lebih lengkap, untuk memonitor berbagai macam kondisi yang terjadi pada sistem PLTS dapat terdeteksi dengan baik.

2.2.1 Charging Mode Solar Charge Controller

Dalam charging mode, umumnya baterai diisi dengan metoda *three stage charging*:

- Fase bulk: baterai akan di-charge sesuai dengan tegangan setup (bulk – antara 13.4 – 14.8 Volt) dan arus diambil secara maksimum dari panel surya. Pada saat baterai sudah pada tegangan setup (bulk) dimulailah fase absorption.
- Fase absorption: pada fase ini, tegangan baterai akan dijaga sesuai dengan tegangan bulk, sampai solar charge controller timer (umumnya satu jam) tercapai, arus yang dialirkan menurun sampai tercapai kapasitas dari baterai.
- Fase float: baterai akan dijaga pada tegangan float setting (umumnya 13.4 – 13.7 Volt). Beban yang terhubung ke baterai dapat menggunakan arus maksimum dari panel surya / solar cell pada stage ini.

2.2.2 Sensor Temperatur Baterai

Untuk solar charge controller yang dilengkapi dengan sensor temperatur baterai. Tegangan charging disesuaikan dengan temperatur dari baterai. Dengan sensor ini didapatkan optimum dari charging dan juga optimum dari usia baterai. Apabila solar charge controller tidak memiliki sensor temperatur baterai, maka

tegangan charging perlu diatur, disesuaikan dengan temperatur lingkungan dan jenis baterai.

2.2.3 Mode Operation Solar Charge Controller

Pada mode ini, baterai akan melayani beban. Apabila ada over-discharge maupun over-load, maka baterai akan dilepaskan dari beban. Hal ini berguna untuk mencegah kerusakan dari baterai. (Sefto. 2014)

2.3 Pengenalan Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah chip yang berfungsi sebagai pengontrol atau pengendali rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program di dalamnya. (Widodo, 2007)

Mikrokontroler tidak dapat bekerja bila tanpa program. Program tersebut memberikan intruksi kepada mikrokontroler apa yang harus dikerjakan. Mikrokontroler yang sudah bekerja dengan satu program, tidak dapat bekerja lagi jika program diganti. Dengan mikrokontroler ini memudahkan desainer untuk merancang suatu fungsi tertentu, karena kerja mikrokontroler ini dapat diprogram sesuai dengan kemauan. Dan yang lebih mudah lagi mikrokontroler ini merupakan suatu *device* yang merupakan penggabungan beberapa *device* yaitu (RAM), internal *electrical erasable programmable read only memory* (EEPROM) sebagai program memori dan I/O port, sehingga tidak memerlukan I/O untuk penyimpanan data karena semua media tersebut telah ada di dalam chip mikrokontroler tersebut. Hanya bila diperlukan fasilitas tersebut dapat ditambah di luar chip.

Seperti kita ketahui produksi MCS51 Atmel terbagi menjadi dua macam, yang berkaki 40 setara dengan 8051 yang asli, bedanya mikrokontroler Atmel berisikan Flash PEROM dengan kapasitas berlainan. AT89C51 mempunyai Flash PEROM dengan kapasitas 2 Kilobyte, AT9C52 4 Kilobyte, AT89C53 12 Kilobyte, AT89C55 dan AT89C8252 20 Kilobyte, dan AT89S52 berisikan 8 Kilobyte Flash PEROM dan 2 Kilobyte EEPROM. Sedangkan untuk yang berkaki 20 adalah MCS51 yang disederhanakan, penyederhanaan ini dimaksudkan untuk

membentuk mikrokontroler yang bentuk fisiknya sekecil mungkin tapi mempunyai kemampuan yang sama. (Agfianto Eko Putra, 2004)

Mikrokontroler bisa dikelompokkan dalam satu keluarga, masing-masing mikrokontroler memiliki spesifikasi tersendiri namun compatible atau cocok dalam pemrogramannya. Misalnya keluarga MCS51 yang diproduksi ATMEL seperti AT89C51, AT89C52 dan AT89X051.

Keluarga mikrokontroler dibagi menjadi:

1. Keluarga MCS51
2. Keluarga MCS68HC05
3. Keluarga MC68HC11
4. Keluarga AVR
5. Keluarga PIC 8

Pada pembuatan alat kali ini penulis menggunakan mikrokontroler jenis AVR yaitu AVR ATMega8535. (Wahyudin, 2007)

2.3.1 Mikrokontroler AVR ATMega8535

Mikrokontroler merupakan keseluruhan sistem komputer yang dikemas sebuah chip di mana di dalamnya sudah terdapat mikroprosesor, I/O pendukung, memori bahkan ADC (*Analog Digital Converter*) yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang spesifik. Berbeda dengan mikroprosesor yang berfungsi sebagai pemroses data. (Widodo, 2007)

Mengapa menggunakan AVR ATMega8535 yaitu karena AVR ATMega merupakan IC CMOS 8-bit yang memiliki daya rendah dalam pengoperasiannya. ATMega8535 dapat mengeksekusi satu instruksi dalam sebuah siklus *clock*, dan dapat mencapai 1 MIPS per MHz sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan daya rendah dengan kecepatan tinggi dan juga sudah terdapat ADC di dalamnya.

Mikrokontroler dapat disebut sebagai “*one chip solution*” karena terdiri:

1. CPU (*Central Processing Unit*)
2. RAM (*Random Access Memory*)
3. EPROM/PROM/ROM (*Erasable Programmable Read Only Memory*)
4. I/O (*Input/Output*) – serial dan paralel

5. *Timer Interupt Controller*

Mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) memiliki arsitektur 8 bit, di mana semua intruksi dikemas dalam kode 16-bit (26-bit word) dan sebagian besar intruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus *clock* atau dikenal dengan teknologi RIS (*Reduced Instruction Set Computing*), berbeda dengan instruksi MCS52 yang membutuhkan 2 siklus *clock* atau dikenal dengan teknologi CISC (*Complex instruction Set Computing*).

Secara umum, AVR dapat dikelompokkan ke dalam 4 kelas, yaitu keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing adalah kelas memori, *peripheral* dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama. (Lingga Wardana, 2006)

2.3.2 Sistem Mikrokontroler ATmega8535

ATmega8535 merupakan IC CMOS 8-bit yang memiliki daya rendah dalam pengoperasiannya dan berbasis pada arsitektur RISC AVR. ATmega8535 dapat mengeksekusi satu instruksi dalam sebuah siklus *clock* dan dapat mencapai 1 MIPS per MHz, sehingga para perancang dapat mengoptimalkan penggunaan daya rendah dengan kecepatan yang tinggi.

Fitur-fitur yang terdapat pada ATmega8535:

- a. 8 Kbyte *in-system programmable flash* dengan kemampuan membaca-ketika menulis
- b. 512 byte EEPROM
EEPROM yaitu *electrically erasable programmable ROM* jenis EPROM yang dapat diprogram dan dihapus dengan tegangan listrik, volume chip memori EEPROM terdapat program bios dengan spesifikasi khusus EEPROM menggunakan teknologi MNOS metal nitride MOS dengan kecepatan akses 1 mikrodetik per instruksinya.
- c. 512 byte SRAM
- d. 32 *general purpose I/O*
- e. 32 *general purpose register*

- f. 3 buah timer/counter dengan mode compare
- g. *Interrupt* eksternal dan internal
- h. USART yang dapat diprogram
- i. Antarmuka serial *Two-wire* dengan orientasi byte
- j. 8-channel ADC 10 bit
- k. *Watchdog timer* yang dapat diprogram dengan osilator internal
- l. Sebuah serial non SPI
- m. 6 buah mode power saving yang dapat dipilih dengan software.

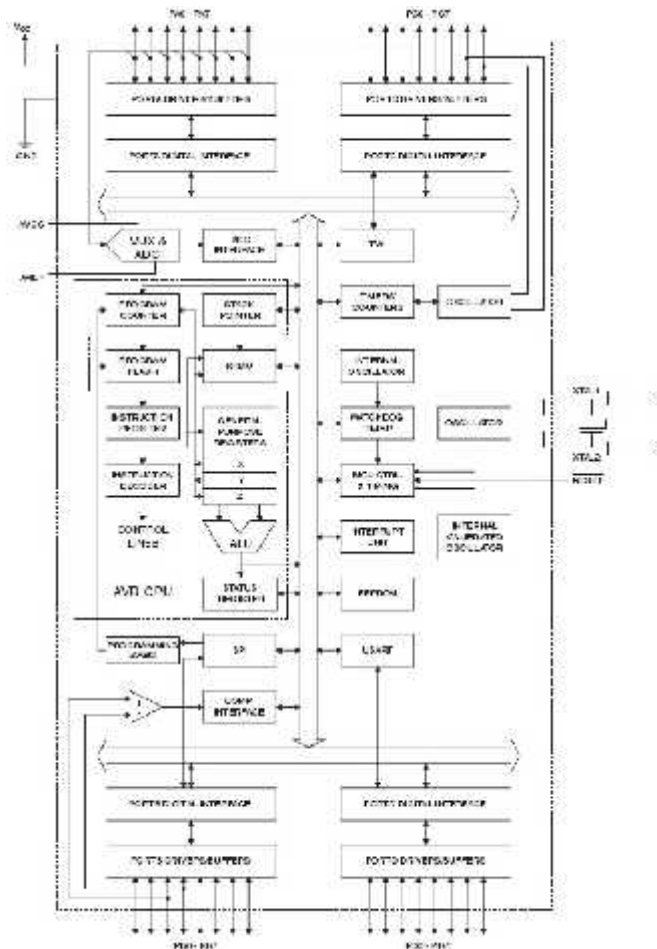
2.3.3 Diagram Blok ATmega8535

Pada diagram blok ATmega8535 digambarkan 3 *general purpose working register* yang dihubungkan secara langsung dengan *Arithmetic Logical Unit* (ALU). Sehingga dimungkinkan dua register yang berbeda dapat diakses dalam satu siklus *clock*.

Dari gambar dapat dilihat bahwa ATmega8535 memiliki bagian sebagai berikut:

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu port A, port B, port C, dan port D
2. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran
3. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan
4. CPU yang terdiri atas 32 buah register
5. *Watchdog Timer* dengan osilator internal
6. SRAM sebesar 512 byte
7. *Memory Flash* sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*
8. Unit interupsi internal dan eksternal
9. Port antarmuka SPI
10. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi
11. Antarmuka komparator analog
12. Port USART untuk komunikasi serial

Berikut ini gambar diagram blok ATmega8535:



Gambar 2.4 Diagram Blok ATmega8535

2.3.4 Fitur ATmega8535

Menurut (Lingga Wardana, 2006) fitur-fitur dari ATmega8535 adalah sebagai berikut:

1. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 26 MHz
2. Kapabilitas memori flash 8 kb
3. SRAM sebesar 512 byte
4. EEPROM (*Electrical EPROM*) sebesar 512 byte
5. ADC internal 20 bit sebanyak 8 channel
6. Portal komunitas serial (USART) dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps
7. 6 buah mode *sleep/power saving* yang dapat dipilih dengan software

2.3.5 Konfigurasi Pin ATmega8535

Menurut (Didin Wahyudin, 2007) secara fungsional, konfigurasi pin-pin ATmega8535 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. VCC

Merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya 5V.

2. GND

Merupakan pin *ground* yang berfungsi menetralkan arus

3. Port A (PA.0 ... PA.7)

Merupakan pin I/O 8 bit *bidirectional* dan pin analog ke ADC. Pin pada *Port A* dapat menyediakan resistor *pull-up* internal (dipilih untuk setiap bit).

4. Port B (PB.0 ... PB.7)

Merupakan pin I/O 8 bit *bidirectional* dengan resistor *pull-up* internal (dipilih untuk setiap bit) dan pin fungsi khusus, yaitu *Timer/Counter*, komparator analog dan SPI (*Serial Peripheral Interface*).

5. Port C (PC.0 ... PC.7)

Merupakan pin I/O 8 bit *bidirectional* dengan resistor *pull-up* internal (dipilih untuk setiap bit) dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, *Interrupt* eksternal dan *Timer Osilator*.

6. Port D (PD.0 ... PD.7)

Merupakan pin I/O 8 bit *bidirectional* dengan resistor *pull-up* internal (dipilih untuk setiap bit) dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, *interrupt* eksternal dan komunikasi serial.

7. RESET

Merupakan pin yang digunakan untuk meng-*clear*/mengembalikan semua registrasi I/O ke nilai awalnya.

8. XTAL 1

Merupakan pin *input* dari penguat *osilator inverting* dan *input* pada rangkaian operasi *clock internal*.

9. XTAL 2

Merupakan pin *output* dari penguat *osilator inverting*.

10. AVCC

Merupakan pin masukan untuk tegangan ADC.

11. AREF

Merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

2.3.6 Fungsi Alternatif Port-Port ATmega8535

Selain berfungsi sebagai port I/O *bidirectional* 8 bit, masing-masing port ATmega8535 memiliki fungsi lain, yaitu sebagai berikut:

1. Fungsi Alternatif Port A

Merupakan 8-bit directional port I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan internal *pull-up* resistor (dapat diatur per bit). Output buffer Port A dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. *Data Direction Register* port A (DDRA) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port A digunakan. Bit-bit DDRA diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port A yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, kedelapan pin port A juga digunakan untuk masukan sinyal analog bagi A/D converter.

2. Fungsi Alternatif Port B

Merupakan 8-bit directional port I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan internal *pull-up* resistor (dapat diatur per bit). Output buffer Port B dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. *Data Direction Register* port B (DDRB) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port B digunakan. Bit-bit DDRB diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port B yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Pin-pin port B juga memiliki untuk fungsi-fungsi alternatif khusus seperti yang dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 2.1 Fungsi Alternatif Port B

Port	Fungsi Khusus
PB0	T0 = timer/counter 0 external counter input
PB1	T1 = timer/counter 0 external counter input
PB2	AIN0 = analog comparator positive input
PB3	AIN1 = analog comparator negative input
PB4	SS = SPI slave select input
PB5	MOSI = SPI bus master output/slave input
PB6	MISO = SPI bus master input/slave output
PB7	SCK = SPI bus serial clock

3. Fungsi Alternatif Port C

Merupakan 8-bit directional port I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan internal *pull-up* resistor (dapat diatur per bit). Output buffer Port C dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. *Data Direction Register* port C (DDRC) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port C digunakan. Bit-bit DDRC diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port C yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, dua pin port C (PC6 dan PC7) juga memiliki fungsi alternatif sebagai osilator untuk timer/counter 2.

4. Fungsi Alternatif Port D

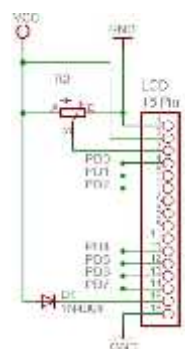
Merupakan 8-bit directional port I/O. Setiap pinnya dapat menyediakan internal *pull-up* resistor (dapat diatur per bit). Output buffer Port D dapat memberi arus 20 mA dan dapat mengendalikan display LED secara langsung. *Data Direction Register* port D (DDRD) harus disetting terlebih dahulu sebelum Port D digunakan. Bit-bit DDRD diisi 0 jika ingin memfungsikan pin-pin port D yang bersesuaian sebagai input, atau diisi 1 jika sebagai output. Selain itu, pin-pin port D juga memiliki untuk fungsi-fungsi alternatif khusus seperti yang dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 2.2 Fungsi Alternatif Port D

Port	Fungsi Khusus
PD0	RDX (UART input line)
PD1	TDX (UART output line)
PD2	INT0 (external interrupt 0 input)
PD3	INT1 (external interrupt 1 input)
PD4	OC1B (Timer/Counter1 output compareB match output)
PD5	OC1A (Timer/Counter1 output compareA match output)
PD6	ICP (Timer/Counter1 input capture pin)
PD7	OC2 (Timer/Counter2 output compare match output)

2.4 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah satu bagian dari modul peraga yang menampilkan karakter yang diinginkan. Untuk dapat mengontrol tampilan ini diperlukan karakter generator yaitu bentuk-bentuk karakter yang dapat ditampilkan, urutan dan posisi karakter yang ditampilkan dan pergantian ke display harus disimpan dan digabungkan di RAM. Semua pengontrol tampilan ini telah dibentuk dalam satu IC. LCD merupakan output yang akan menampilkan suatu tulisan dimana dalam rangkaian LCD ini terdiri dari 14 kaki, kaki 1 adalah GND, sedangkan kaki 2 adalah VCC dan kaki 4, 6, 11, 12, 14 dihubungkan ke P1 pada mikrokontroler, sedangkan kaki 7, 8, 9, 10 diabaikan. Di kaki 2, 3 dipasang trimpot 10 K di mana trimpot ini berfungsi untuk mengatur kontras display pada LCD.



Gambar 2.5 Rangkaian LCD

LCD yang digunakan adalah M1632 yang terdiri dari 2 baris, 16 kolom dimulai dari baris 1 paling atas dan kolom 0 paling kiri. Sebelum menampilkan karakter pada LCD, maka harus mengikuti prosedur sebagai berikut.

Inisialisasi terdiri dari:

1. *Display Clear*

0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
RS	R/-W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

Instruksi ini akan menghapus semua display dan mengembalikan kursor ke posisi awal (alamat 0).

2. *Cursor Home*

0	0	0	0	0	0	0	0	1	X
RS	R/-W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

Instruksi ini mengembalikan kursor ke posisi awal (alamat 0).

3. *Entry Mode Set*

0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S
RS	R/-W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

Instruksi ini mengatur arah pergerakan kursor dan apakah display akan digeser.

- a. Jika I/D = 1 alamat akan dinaikan dan kursor bergerak ke kanan
- b. Jika I/D = 0 alamat akan diturunkan dan kursor bergerak ke kiri
- c. Jika S = 1, semua display akan digeser, tetapi posisi kursor tidak berubah
- d. Jika S = 1 dan I/D = 1, display akan digeser ke kiri
- e. Jika S = 1 dan I/D = 0, display akan digeser ke kanan
- f. Jika S = 0, display tidak akan digeser

4. *Display On/Off Control*

0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
RS	R/-W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

- a. D = 1, display akan ditampilkan
- b. D = 0, display tidak ditampilkan

- c. $C = 1$, kursor akan ditampilkan
- d. $C = 0$, kursor tidak ditampilkan
- e. $B = 1$, karakter tempat posisi kursor berkedip
- f. $B = 0$, karakter tempat posisi kursor tidak berkedip

5. *Cursor/Display Shift*

0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*
RS	R/-W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

Instruksi ini akan menggerakkan kursor dan menggeser display tanpa mengubah RAM.

S/C	R/L	Operasi
0	0	Posisi kursor digeser ke kiri
0	1	Posisi kursor digeser ke kanan
1	0	Seluruh display digeser ke kiri dengan kursornya
1	1	Seluruh display digeser ke kanan dengan kursornya

6. *Function Set*

0	0	0	0	1	DL	1	*	*	*
RS	R/-W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

- a. $DL = 1$, panjang data diatur 8 bit
- b. $DL = 0$, panjang data 4 bit (D7-D4)



Gambar 2.6 LCD

Tabel 2.3 Konfigurasi pin pada LCD

No	Nama Pin	Deskripsi	Hubungan ke Port Mikrokontroler
1	GND	0V	PD0
2	VCC	+5V	PD1
3	VEE	Tegangan Kontras LCD	Keluaran Trimpot
4	RS	Register select, 0 = register perintah, 1 = register data	PD6
5	R/W	1 = read, 0 = write	Ground
6	E	Logika 1 setiap kali pengiriman atau pembacaan data	PD7
7	D0	Data Bus 0	
8	D1	Data Bus 1	
9	D2	Data Bus 2	
10	D3	Data Bus 3	
11	D4	Data Bus 4	PC4
12	D5	Data Bus 5	PC5
13	D6	Data Bus 6	PC6
14	D7	Data Bus 7	PC7
15	Anoda	Tegangan positif backlight	PC0
16	Katoda	Tegangan negatif backlight	PC1

2.4.1 Fungsi Kaki-Kaki pada LCD

1. Kaki 1 (GND) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan +5 Volt yang merupakan tegangan untuk sumber daya dari HD44780 (khusus untuk modul M1632 keluaran hitachi, kaki ini adalah VCC).
2. Kaki 2 (VCC) : Kaki ini berhubungan dengan tegangan 0 volt (ground) dan modul LCD (khusus untuk modul M1632 keluaran hitachi, kaki ini adalah GND).
3. Kaki 3 (VEE) : Tegangan pengatur kontras LCD, kaki ini terhubung pada V5. Kontras mencapai nilai maksimum pada saat kondisi kaki ini pada tegangan 0 volt.

4. Kaki 4 (RS) : Register Select, kaki pemilih register yang akan diakses. Untuk akses ke register data, logika dari kaki ini adalah 1 dan untuk akses ke register perintah, logika dari kaki ini adalah 0.
5. Kaki 5 (R/W) : Logika 1 pada kaki ini menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode pembacaan dan logika 0 menunjukkan bahwa modul LCD sedang pada mode penulisan. Untuk aplikasi yang tidak memerlukan pembacaan data pada modul LCD, kaki ini dapat dihubungkan langsung ke ground.
6. Kaki 6 (E) : *Enable Clock* LCD, kaki ini mengaktifkan clock LCD. Logika 1 pada kaki ini diberikan pada saat penulisan atau pembacaan data.
7. Kaki 7-14 (D0-D7) : Data bus, kedelapan kaki modul LCD ini adalah bagian dimana aliran data sebanyak 4 bit atau 8 bit mengalir saat proses penulisan maupun pembacaan data.
8. Kaki 15 (Anoda) : Berfungsi untuk tegangan positif dari backlight modul LCD sekitar 4,5 volt (hanya terdapat untuk M1632 yang memiliki backlight).
9. Kaki 16 (Katoda) : Tegangan negatif backlight modul LCD sebesar 0 volt (hanya untuk M1632 yang memiliki backlight). (Wahyudin, 2007)

2.5 CodeVision AVR

CodeVision AVR pada dasarnya merupakan perangkat lunak pemrograman mikrokontroler keluarga AVR berbasis bahasa C. Ada tiga komponen penting yang telah diintegrasikan dalam perangkat lunak ini: *Compiler C*, IDE, dan program *generator*. *CodeVision AVR* dilengkapi dengan *source code editor*, *compiler*, *linker* dan dapat memanggil Atmel AVR studio dengan debuggernya (Andrianto, 2007).

Berdasarkan spesifikasi yang dikeluarkan oleh perusahaan pengembangnya, *compiler C* yang digunakan hampir mengimplementasikan semua komponen standar yang ada pada bahasa C standar ANSI (seperti struktur program, jenis tipe data, jenis operator, dan *library* fungsi standar berikut

penamaannya). Tetapi walaupun demikian, dibandingkan bahasa C untuk aplikasi komputer, *compiler C* untuk mikrokontroler ini memiliki sedikit perbedaan yang disesuaikan dengan arsitektur AVR tempat program C tersebut ditanamkan (*embedded*). Khusus untuk *library* fungsi, disamping *library* standar (seperti fungsi-fungsi matematik, manipulasi *string*, pengaksesan memori dan sebagainya), *CodeVision AVR* juga menyediakan fungsi-fungsi tambahan yang sangat bermanfaat dalam pemrograman antarmuka AVR dengan perangkat luar yang umum digunakan dalam aplikasi kontrol. Beberapa fungsi *library* yang penting diantaranya adalah fungsi-fungsi untuk pengaksesan LCD, komunikasi I2C, IC RTC (*Real Time Clock*), SPI (*Serial Peripheral Interface*) dan lain sebagainya. Untuk memudahkan pengembangan program aplikasi, *CodeVision AVR* juga dilengkapi IDE yang sangat *user friendly*. Selain menu-menu pilihan yang umum dijumpai pada setiap perangkat lunak berbasis *Windows*, *CodeVision AVR* ini telah mengintegrasikan perangkat lunak berbasis *downloader* yang bersifat *In System Programmer* yang dapat digunakan untuk mentransfer kode mesin hasil kompilasi ke dalam sistem memori mikrokontroler AVR yang sedang diprogram.

CodeVision AVR juga menyediakan sebuah fitur yang dinamakan dengan *Code Generator* atau *CodeWizard AVR*. Secara praktis, fitur ini sangat bermanfaat membentuk sebuah kerangka program (*template*), dan juga memberi kemudahan bagi *programmer* dalam peng-inisialisasian register-register yang terdapat pada mikrokontroler AVR yang sedang diprogram. Dinamakan *Code Generator*, karena perangkat lunak *CodeVision* ini akan membangkitkan kode-kode program secara otomatis setelah fase inisialisasi pada jendela *CodeWizardAVR* selesai dilakukan. Secara teknis, penggunaan fitur ini pada dasarnya hampir sama dengan *application wizard* pada bahasa-bahasa pemrograman visual untuk komputer (seperti Visual C, Borland Delphi, dan sebagainya).

2.6 Battery Laptop

Battery adalah salah satu alat yang mampu mengubah energi kimia yang terdapat di dalam bahan aktifnya secara langsung menjadi energi listrik dengan jalan reaksi elektro kimia. Jenis reaksi ini terjadi pada saat pemindahan sejumlah

elektron dari suatu materi ke materi lain. Dalam suatu reaksi yang ini elektro kimia, pemindahan elektron-elektron ini akan terjadi secara langsung hanya bila ada panas.

Battery laptop merupakan baterai dengan jenis *rechargeable batteries*, artinya *battery* yang dapat diisi ulang jika telah habis atau berkurang arus listriknya. *Battery* laptop saat ini merupakan baterai dengan jenis Lithium-ion. dimana baterai jenis ini mempunyai beberapa kelebihan diantaranya mampu menyimpan daya lebih besar, mempunyai *life cycle* yang lebih lama dan lebih ramah lingkungan bila dibandingkan dengan baterai NiCd misalnya. (Ade Anwar Romli, 2013)

2.7 Flowchart

2.7.1 Pengertian *Flowchart*

Menurut (Hartono, 2012) *Flowchart* atau Diagram Alir adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur dari suatu program. *Flowchart* menolong *analyst* dan *programmer* untuk memecahkan masalah ke dalam segmen-segmen yang lebih kecil dan menolong dalam menganalisis alternatif-alternatif lain dalam pengoperasian. *Flowchart* biasanya mempermudah penyelesaian suatu masalah khususnya masalah yang perstudi pelajari dan dievaluasi lebih lanjut. *Flowchart* adalah bentuk gambar/diagram yang mempunyai aliran satu atau dua arah secara sekuensial. *Flowchart* digunakan untuk merepresentasikan maupun mendesain program. Oleh karena itu *flowchart* harus bisa merepresentasikan komponen-komponen dalam bahasa pemrograman.

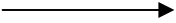
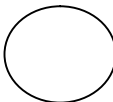

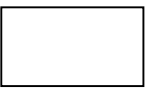

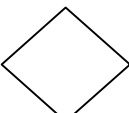
2.7.2 Pedoman Menggambar *Flowchart*

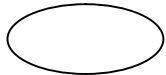


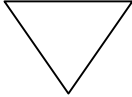
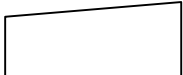
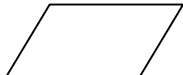
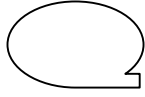
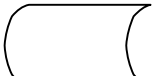


Pedoman dalam menggambar suatu *Flowchart* atau bagan alir, analisis system atau pemrograman sebagai berikut;

- a. Bagan alir sebaiknya digambar dari atas ke bawah dan mulai dari bagian kiri dari suatu halaman.
- b. Kegiatan di dalam bagan alir harus ditunjukkan dengan jelas.

- c. Harus ditunjukkan dari mana kegiatan akan dimulai dan dimana akan berakhirnya.
- d. Masing-masing kegiatan di dalam bagan alir sebaiknya digunakan suatu kata yang mewakili suatu pekerjaan, misalnya; “persiapkan” dokumen “hitung” gaji.
- e. Masing-masing kegiatan di dalam bagan alir harus di dalam urutan yang semestinya.
- f. Kegiatan yang terpotong dan akan disambung ketempat lain harus ditunjukkan dengan jelas menggunakan symbol penghubung.
- g. Gunakanlah simbol-simbol bagan alir yang standar.

Tabel 2.4 Simbol-Simbol *Flowchart*

No	Simbol	Keterangan
1		Simbol arus / <i>flow</i> , yaitu menyatakan jalannya arus suatu proses
2		Simbol <i>connector</i> , berfungsi menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang sama
3		Simbol <i>offline connector</i> , menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman berbeda
4		Simbol <i>process</i> , yaitu menyatakan suatu tindakan (proses) yang dilakukan oleh komputer
5		Simbol manual, yaitu menyatakan suatu tindakan (proses) yang tidak dilakukan oleh komputer
6		Simbol <i>decision</i> , yaitu menunjukkan suatu kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban : ya atau tidak

No	Simbol	Keterangan
7		Simbol terminal, yaitu menyatakan permulaan atau akhir suatu program
8		Simbol <i>predefined process</i> , yaitu menyatakan penyediaan tempat penyimpanan suatu pengolahan untuk memberi harga awal
9		Simbol keying operation, menyatakan segala jenis operasi yang diproses dengan menggunakan suatu mesin yang mempunyai keyboard
10		Simbol <i>offline-storage</i> , menunjukkan bahwa data dalam simbol ini akan disimpan ke suatu media tertentu
11		Simbol manual <i>input</i> , memasukkan data secara manual dengan menggunakan <i>online keyboard</i>
12		Simbol <i>input/output</i> , menyatakan proses <i>input</i> atau <i>output</i> tanpa tergantung jenis peralatannya
13		Simbol <i>magnetic tape</i> , menyatakan <i>input</i> berasal dari pita magnetis atau <i>output</i> disimpan ke dalam pita magnetis
14		Simbol <i>disk storage</i> , menyatakan <i>input</i> berasal dari disk atau <i>output</i> disimpan ke dalam <i>disk</i>
15		Simbol <i>document</i> , mencetak keluaran dalam bentuk dokumen (melalui printer)
16		Simbol <i>punched card</i> , menyatakan <i>input</i> berasal dari kartu atau <i>output</i> ditulis ke kartu.