

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Keramba menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia) adalah “keranjang atau kotak dari bilah bambu untuk membudidayakan ikan di sungai (danau, bendungan)” serta “keranjang pengangkut atau tempat ikan, berbentuk lonjong, terbuat dari anyaman bambu dengan kerangka kayu berlapis supaya kedap terhadap air” (*kbbi.web.id*). Berdasarkan keterangan diatas dapat diartikan keramba adalah suatu tempat permanen yang terbuat bambu ataupun kayu yang digunakan untuk membudidayakan ikan di sungai, danau, bendungan ataupun laut. Contoh gambar keramba seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.1



Gambar 2.1 Budidaya Ikan Menggunakan Keramba

Terdapat beberapa kelebihan budidaya ikan menggunakan keramba dibandingkan dengan penangkapan secara konvensional semisal menjaring atau memancing. Pertama pembudidaya dapat menentukan jenis ikan yang akan dikembangbiakkan sesuai dengan musimnya. Kedua, hasil ikan yang diperoleh lebih pasti bila dibandingkan dengan penangkapan secara konvensional yang bergantung pada cuaca dan pasang surut air. Kelebihan yang ketiga yaitu kualitas dan kuantitas ikan yang diperoleh dapat ditentukan oleh pembudidaya. Oleh

karena itu budidaya ikan menggunakan keramba dinilai lebih menguntungkan bagi sebagian besar nelayan.

Pengetahuan yang mendukung perencanaan dan realisasi alat meliputi *solar cell*, *accu*, *cuk converter*, mikrokontroler ATmega16, sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR), sensor *Light Depending Resistor* (LDR), *automatic charge* dan *Liquid Crystal Display* (LCD).

2.1 *Solar Cell*

Besar daya radiasi matahari diluar atmosfer sebesar 1.373 W/m^2 dan sebagian energi radiasi itu dipantulkan dan dipendar oleh atmosfer bumi sehingga energi maksimal yang sampai pada bumi sebesar 1000 W/m^2 . *Solar cell* atau panel surya merupakan alat yang terdiri atas sel surya yang dapat memanfaatkan sumber cahaya matahari untuk dirubah menjadi listrik. Energi listrik itulah digunakan berbagai macam keperluan sehari-hari, seperti menghidupkan lampu, pompa air, alat-alat komunikasi dan sebagainya. *Solar cell* adalah salah satu sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi.



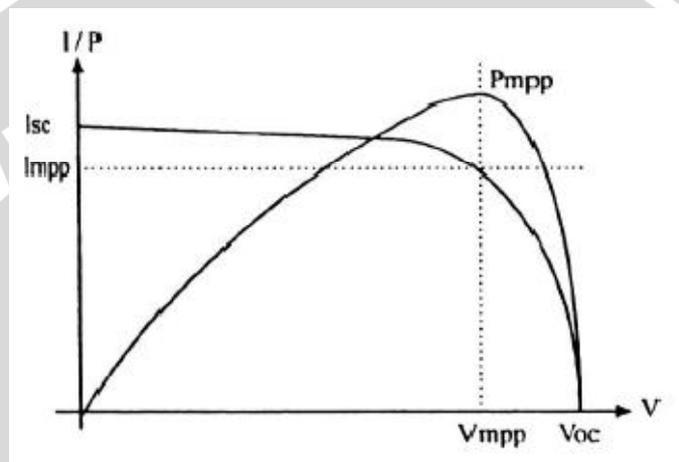
Gambar 2.2 *Solar Cell* 50WP

Sumber : <http://www.ev-power.eu/Solar-Panels>

Beberapa macam tipe semikonduktor yang sering digunakan sebagai bahan pembuat sel surya adalah sebagai berikut :

- Sel *monocrystalline Si*
- Sel *polycrystalline Si*
- Sel *Amorphouse Si*

Sel surya dapat beroperasi sesuai dengan kurva karakteristik Arus-Tegangan, seperti dalam Gambar 2.3. Dalam kurva ini terdapat 2 titik penting yaitu *Open Circuit Voltage* (V_{oc}) dan *Short Circuit Current* (I_{sc}). *Open Circuit Voltage* (V_{oc}) merupakan tegangan maksimal yang dapat dicapai panel surya pada saat tidak ada arus. Daya pada saat V_{oc} dan I_{sc} adalah 0 watt. *Short Circuit Current* (I_{sc}) adalah arus keluaran maksimal panel surya pada kondisi tidak ada resistansi. *Short circuit current* dapat diukur dengan menghubungkan singkat terminal positif dan negatif modul panel surya.



Gambar 2.3 Kurva P-V dan I-V Solar Cell
Sumber: Strong, Steven J. The Solar Electric House

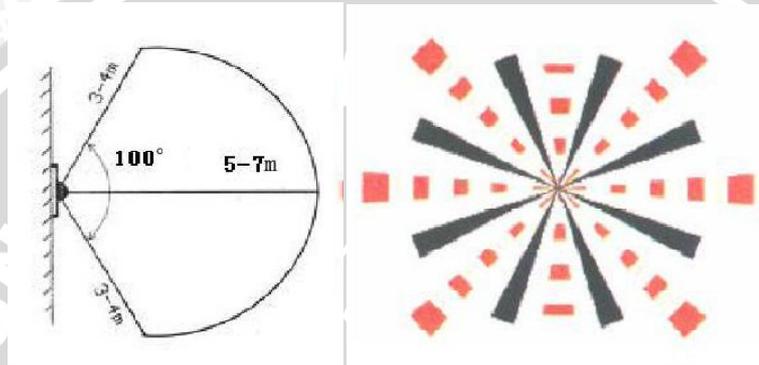
2.2 *Passive Infra Red (PIR)*

Salah satu sensor yang banyak digunakan untuk mendeteksi gerakan manusia yaitu sensor PIR yang aktif ketika terjadi perubahan panas tubuh dan memberikan keluaran berlogika tinggi. Sensor PIR didesain dan dirancang hanya mendeteksi pancaran inframerah dengan panjang gelombang 8-14 mikrometer sedangkan diluar panjang gelombang tersebut tidak akan terdeteksi. Manusia memiliki suhu badan yang menghasilkan pancaran inframerah dengan panjang gelombang antara 9-10 mikrometer.

Sensor PIR hanya akan mengeluarkan logika 0 dan 1 dengan jarak deteksi sejauh 20 kaki atau sekitar 6 meter, tergantung pada kondisi sekitar. Logika 0 (0V) saat sensor tidak mendeteksi adanya pancaran inframerah dan 1 ($\pm 3,3V$) saat sensor mendeteksi inframerah. Bentuk dan jarak jangkauan sensor *passive infrared receiver* masing-masing ditunjukkan dalam Gambar. 2.4 dan 2.5



Gambar 2.4 Sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR)
Sumber : Yurianto, 2011:41



Gambar 2.5 Jarak dan Sudut Deteksi Sensor PIR
Sumber : Yurianto, 2011:53

2.3 Mikrokontroler ATmega16

ATMega16 merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Mikrokontroler ini dalam satu siklus waktu mampu mengeksekusi instruksi hingga 1 MIPS per MHz. Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. ATMega16 mempunyai 32 register *general-purpose*, *timer/counter*, *interrupt* internal dan eksternal, *serial UART*, *programmable watchdog timer*, dan *mode power saving*.

Pin Layout Mikrokontroler ATMega16 ditunjukkan dalam Gambar 2.6.

(XCK/T0) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(INT2/AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(OC0/AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(\overline{SS}) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RXD) PD0	14	27	PC5
(TXD) PD1	15	26	PC4
(INT0) PD2	16	25	PC3
(INT1) PD3	17	24	PC2
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP1) PD6	20	21	PD7 (OC2)

Gambar 2.6 Pin Layout ATmega16

Sumber: Atmel, 2006:2

Beberapa keistimewaan AVR ATmega16 antara lain:

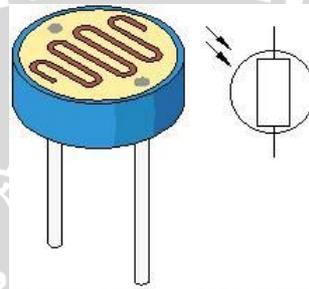
- 1) Kecepatan Tinggi, Mikrokontroler AVR 8-bit RISC daya kecil
- 2) Arsitektur *Advanced RISC*
 - Mampu mengenali 130 macam instruksi dengan sistem *Single-clock Execution*
 - Register 32×8
 - Mode operasi statis
 - Dapat mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 MHz
 - *On-chip 2-cycle Multiplier*
- 3) Kemampuan 10.000 siklus baca dan tulis

2.4 *Light Dependent Resistor (LDR)*

Light dependent resistor (LDR) adalah jenis resistor yang mempunyai kepekaan pada perubahan intensitas cahaya. Jika intensitas cahaya yang mengenai LDR berubah maka nilai resistansi LDR juga akan berubah. LDR dibuat menggunakan semikonduktor (CdS, Ga dan Si) beresistansi tinggi. Jika cahaya yang mengenainya memiliki frekuensi yang cukup tinggi, foton yang diserap oleh semikonduktor akan menyebabkan elektron memiliki energi yang cukup untuk

meloncat ke pita konduksi. Elektron bebas yang dihasilkan (dan pasangan lubangnya) akan mengalirkan listrik, sehingga menurunkan resistansinya.

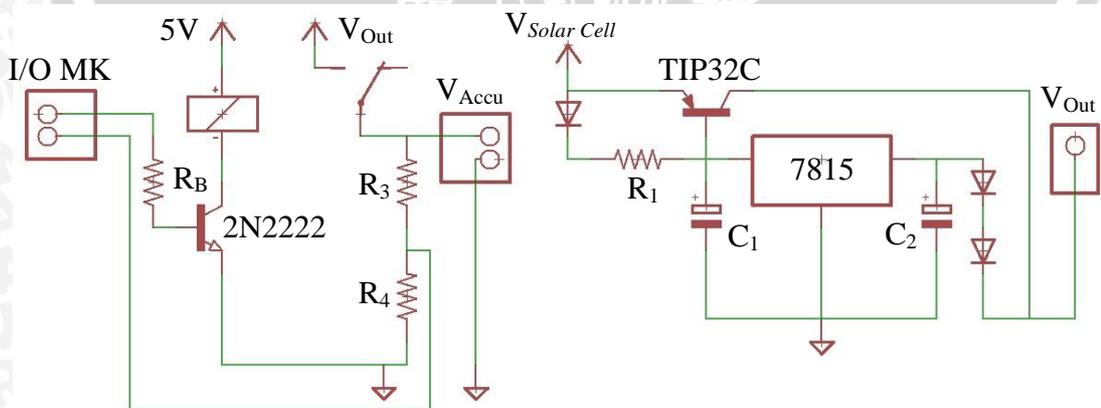
Perubahan nilai resistansi LDR berbanding terbalik dengan perubahan intensitas cahaya tetapi juga bisa sebaliknya, tergantung oleh jenis LDR yang digunakan. Untuk LDR yang mempunyai perbandingan terbalik dengan perubahan nilai resistansi, maka kenaikan intensitas cahaya di sekitar LDR akan mengakibatkan nilai resistansi berkurang. Perubahan nilai resistansi disebabkan oleh kenaikan jumlah elektron dalam LDR, sehingga LDR tersebut akan lebih konduktif. Dalam perancangan ini LDR difungsikan sebagai sensor cahaya untuk menentukan lampu menyala secara otomatis pada malam hari.



Gambar 2.7 Sensor *Light depending Resistor* (LDR)
 Sumber : www.reuk.co.uk

2.5 Rangkaian *Charging Accu*

Rangkaian *charging* berfungsi untuk mengisi kembali energi pada *accu* 12V. Rangkaian ini akan bekerja ketika level tegangan *accu* terdeteksi dibawah 85% atau pada level tegangan berkisar sebesar 10,2V. Gambar 2.8. menunjukkan skema rangkaian *charging accu*.



Gambar 2.8 Rangkaian *Charging Accu*
 Sumber : Perancangan

Nilai-nilai resistor R_{P1} dan R_{P2} yang terhubung ke PIN ADC pada mikrokontroler dapat dianalisis berdasarkan Persamaan (2-1) dan (2-2).

$$(R_{P1} + R_{P2}) = \frac{V_{accu}}{I_{accu}} \quad (2-1)$$

$$V_{ADC} = \frac{R_{P2} \cdot V_{accu}}{R_{P1} + R_{P2}} \quad (2-2)$$

Nilai resistor R_B yang terhubung pada PIN I/O mikrokontroler dapat dianalisis berdasarkan nilai tegangan inpu basis (V_{BB}), tegangan basis dan emitor transistor (V_{BE}), dan arus basis transistor yang dinyatakan dalam Persamaan (2-3).

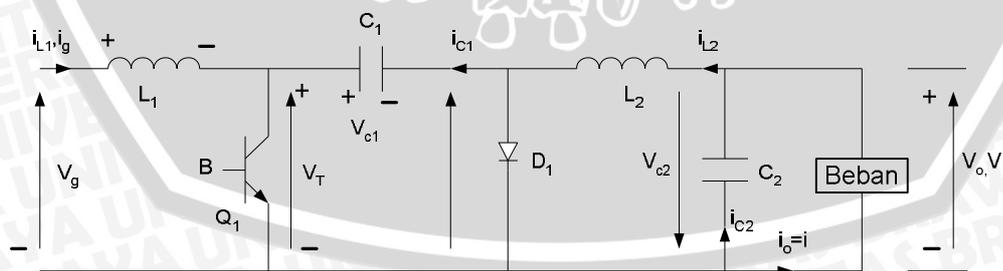
$$R_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{I_B} \quad (2-3)$$

Arus keluaran *charger* dapat dianalisis berdasarkan besar penguatan transistor dan arus keluaran 7815 dalam Persamaan (2-4).

$$I_{CHARGE} = (1 + \beta) I_{REG} - \beta \frac{V_{EB}}{R_1} \quad (2-4)$$

2.6 Rangkaian *Cuk converter*

Regulator *cuk* atau *cuk converter* merupakan konverter yang menghasilkan tegangan keluaran lebih kecil ataupun lebih besar dibandingkan dengan tegangan masukan, akan tetapi polaritas tegangan keluaran berlawanan terhadap tegangan masukan. Dalam penelitian ini *cuk converter* digunakan sebagai penstabil tegangan yang dibutuhkan LED yakni berkisar antara 10V. Gambar 2.9 menjelaskan rangkaian *cuk converter*



Gambar 2.9 Rangkaian *Cuk Converter*

Sumber : Design And Simulation Photovoltaic Water Pumping System, 2005:34

Operasi rangkaian *cuk converter* terbagi menjadi dua kondisi, kondisi pertama terjadi saat mosfet Q_1 bekerja pada mode *on* (saklar menutup) pada saat $t=t_1$. Arus yang melalui induktor akan naik dan kapasitor melepaskan tegangan (*discharge*) sehingga kondisi dioda D_1 off karena dibias mundur (*reverse bias*). Kapasitor C_1 yang melepaskan energinya (*discharge*) dan mengisi C_2 , beban dan L_2 . Analisis node rangkaian *cuk converter* pada saat saklar menutup adalah sebagai berikut

Node 1

$$-V_S + V_{L1} = 0$$

$$V_S = V_{L1} = L_1 \frac{\Delta I_1}{t_1}$$

$$t_1 = \frac{\Delta I_1 \cdot L_1}{V_S} \quad (2-5)$$

$$\Delta I_1 = \frac{t_1 \cdot V_S}{L_1} \quad (2-6)$$

Node 2

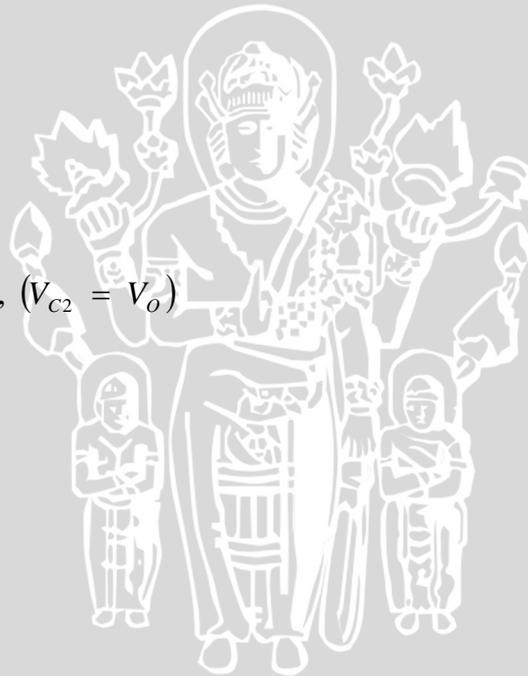
$$V_{C2} + V_{L2} - V_{C1} = 0, (V_{C2} = V_o)$$

$$V_{L2} = V_{C1} - V_o$$

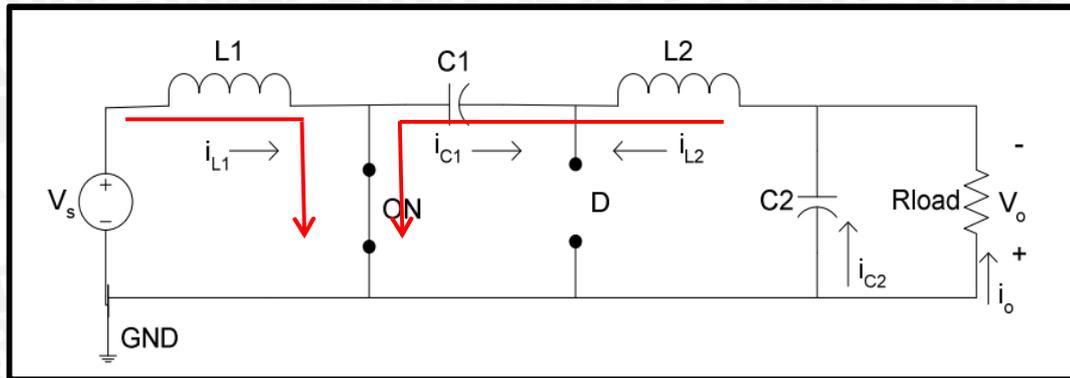
$$L_2 \frac{\Delta I_2}{t_1} = V_{C1} - V_o$$

$$t_1 = \frac{\Delta I_2 \cdot L_2}{V_{C1} - V_o} \quad (2-7)$$

$$\Delta I_2 = \frac{V_{C1} - V_o}{L_2} \cdot t_1 \quad (2-8)$$



Gambar 2.10 menunjukkan rangkaian *cuk converter* ketika saklar menutup.



Gambar 2.10 Rangkaian *Cuk Converter* Ketika Saklar Menutup
Sumber : Design And Simulation Photovoltaic Water Pumping System, 2005:35

Kondisi kedua terjadi saat mosfet Q_1 bekerja pada mode *off* (saklar terbuka) pada saat $t=t_2$. Kapasitor C_1 akan mengisi energi (*charge*) dari supply input sedangkan energi yang tersimpan pada L_2 dialirkan menuju ke kapasitor C_2 dan ke beban. Analisis node pada saat saklar terbuka adalah sebagai berikut

Node 1

$$-V_s + V_{L1} + V_{C1} = 0$$

$$L_1 \frac{\Delta I_1}{t_2} = V_s - V_{C1}$$

$$t_2 = \frac{\Delta I_1 \cdot L_1}{V_s - V_s} \quad (2-9)$$

$$\Delta I_1 = \frac{V_s - V_{C1}}{L_1} \cdot t_2 \quad (2-10)$$

Node 2

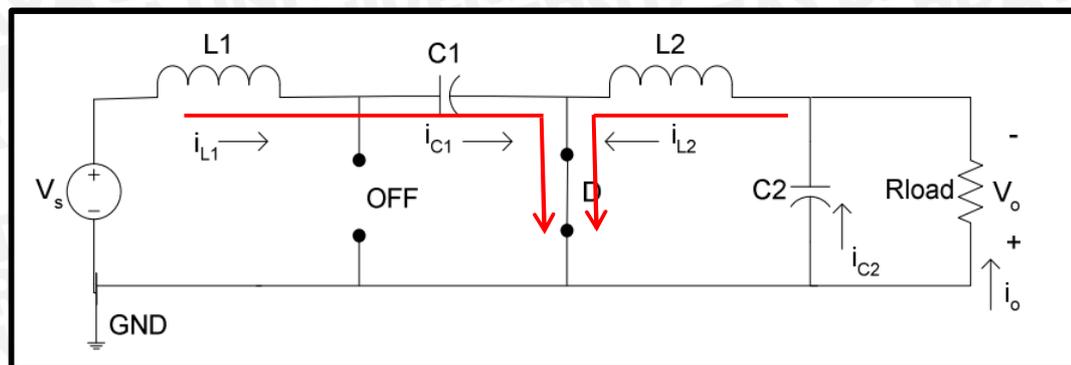
$$V_{C2} + V_{L2} = 0, (V_{C2} = V_o)$$

$$L_2 \frac{\Delta I_2}{t_2} = -V_o$$

$$t_2 = -\frac{\Delta I_2 \cdot L_2}{V_o} \quad (2-11)$$

$$\Delta I_2 = -\frac{V_o \cdot t_2}{L_2} \quad (2-12)$$

Gambar 2.11 menunjukkan rangkaian *cuk converter* ketika saklar membuka.



Gambar 2.11 Rangkaian *Cuk converter* Ketika Saklar Membuka

Sumber : Design And Simulation Photovoltaic Water Pumping System, 2005:35

Substitusi persamaan (2-6) dan (2-10) dengan asumsi $t_1 = DT$ dan $t_2 = (1-D)T$, maka didapatkan persamaan V_{C1} terhadap V_s sebagai berikut

$$\begin{aligned} \frac{t_1 \cdot V_s}{L_1} &= \frac{V_s - V_{C1}}{L_1} \cdot t_2 \\ V_{C1} &= \frac{V_s (t_2 - t_1)}{t_2} \\ &= \frac{V_s (1 - 2D)}{1 - D} \end{aligned} \quad (2-13)$$

Selanjutnya substitusi persamaan (2-8) dan (2-12), maka didapatkan persamaan V_{C1} terhadap V_o sebagai berikut

$$\begin{aligned} \frac{V_{C1} - V_o}{L_2} \cdot t_1 &= -\frac{V_o \cdot t_2}{L_2} \\ V_{C1} &= \frac{V_o \cdot t_1 - V_o \cdot t_2}{t_1} \\ &= \frac{-V_o (1 - 2D)}{D} \end{aligned} \quad (2-14)$$

Persamaan (2-13) dan (2-14) didapatkan persamaan sebagai berikut

$$V_o = -\frac{D}{1 - D} \cdot V_s \quad (2-15)$$

Berdasarkan persamaan (2-15) diketahui bahwa polaritas tegangan keluaran terbalik terhadap tegangan masukan. Jika diasumsikan sistem ideal sehingga daya masukan sama dengan daya keluaran, maka

$$P_s = P_o \rightarrow V_s \cdot I_s = V_o \cdot I_o$$

$$V_s \cdot I_s = -\frac{V_s \cdot D}{1 - D} \cdot I_o$$

$$I_s = -\frac{I_o \cdot D}{1 - D} \quad (2-16)$$

Dengan $T = t_1 + t_2 = 1/f$, maka persamaan ΔI_1 dapat diperoleh melalui persamaan (2-5) dan (2-9)

$$\frac{1}{f} = T = t_1 + t_2 = \frac{\Delta I_1 \cdot L_1}{V_s} + \frac{\Delta I_1 \cdot L_1}{V_s - V_o}$$

$$\Delta I_1 = \frac{V_s \cdot D}{L_1 \cdot f} \quad (2-17)$$

Persamaan ΔI_2 diperoleh melalui persamaan (2-7) dan (2-11)

$$\frac{1}{f} = T = t_1 + t_2 = \frac{\Delta I_2 \cdot L_2}{V_{C1} - V_o} - \frac{\Delta I_2 \cdot L_2}{V_o}$$

$$\Delta I_2 = -\frac{V_o (1 - D)}{L_2 \cdot f} = \frac{V_s \cdot D}{L_2 \cdot f} \quad (2-18)$$

Ketika saklar off atau pada saat $t_2 = (1-D)T$, kapasitor C_1 mengisi muatan dengan rata-rata arus pengisian muatan pada C_1 adalah $I_{C1} = I_s$. Ripple tegangan C_1 adalah

$$\Delta V_{C1} = \frac{1}{C_1} \int_0^{t_2} I_{C1} \cdot dt = \frac{1}{C_1} \int_0^{t_2} I_s \cdot dt = \left. \frac{I_s \cdot t}{C_1} \right|_0^{t_2} = \frac{I_s \cdot t_2}{C_1}$$

$$\Delta V_{C1} = \frac{I_s (1 - D) T}{C_1} = \frac{I_s (1 - D)}{C_1 \cdot f} \quad (2-19)$$

Susbtitusi persamaan (2-16) dengan persamaan (2-19)

$$\Delta V_{C1} = \frac{I_s (1 - D)}{C_1 \cdot f}$$

$$\Delta V_{C1} = \frac{\left(-\frac{I_o \cdot D}{1 - D}\right)(1 - D)}{C_1 \cdot f}$$

$$\Delta V_{C1} = -\frac{I_o \cdot D}{C_1 \cdot f} \quad (2-20)$$

Jika arus keluaran merupakan hasil tegangan keluaran dibagi dengan beban

$$I_o = -\frac{V_o}{R} \quad (2-21)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2-20) dengan persamaan (2-21) didapatkan

$$\Delta V_{C1} = \frac{V_o \cdot D}{C_1 \cdot f \cdot R} \quad (2-22)$$

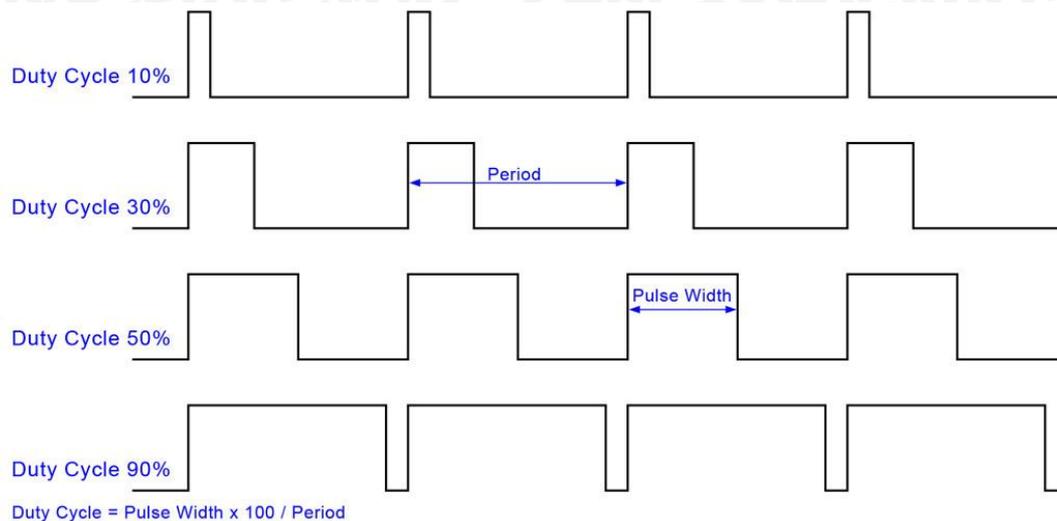
Jika ripple arus beban ΔI_o diabaikan, sehingga arus dapat diasumsikan $\Delta I_{L2} = \Delta I_{C2}$. Rata-rata arus pengisian C_2 pada saat $T/2$ adalah $I_{C2} = \Delta I_2/4$ dan rata-rata ripple tegangan pada C_2 yaitu

$$\Delta V_{C2} = \frac{1}{C_2} \int_0^{T/2} I_{C2} \cdot dt = \frac{1}{C_2} \cdot \frac{\Delta I_2}{4} \cdot t \Big|_0^{T/2} = \frac{1}{C_2} \cdot \frac{\Delta I_2}{4} \cdot \frac{T}{2}$$

$$\Delta V_{C2} = \frac{\Delta I_2}{8fC_2} = \frac{V_s \cdot D}{8f^2 L_2 C_2} \quad (2-23)$$

2.7 Pulse Width Modulation (PWM)

PWM merupakan sebuah mekanisme untuk membangkitkan sinyal keluaran yang periodenya berulang antara *high* dan *low*, dengan durasi *high* dan *low* dapat dikontrol sesuai penggunaan. *Duty cycle* merupakan prosentase periode sinyal *high* dan periode sinyal, prosentase *duty cycle* akan berbanding lurus dengan tegangan rata-rata yang dihasilkan.



Gambar 2.12 Sinyal PWM dengan Variasi Nilai *Duty cycle*
 Sumber : Triandini, 2013:13

Duty cycle sebuah gelombang didefinisikan sebagai :

$$D = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \quad (2-24)$$

Tegangan keluaran dapat diubah-ubah secara langsung dengan mengubah nilai T_{on} . Apabila T_{on} adalah 0, V_{out} juga akan 0. Apabila T_{on} adalah T_{total} maka V_{out} adalah V_{in} atau nilai tegangan maksimum.

PWM bekerja sebagai *switching power* suplai untuk mengontrol *on* dan *off* dengan mengatur *duty cycle*. Pengaturan *duty cycle* pada PWM menggunakan mikrokontroler.

2.8 *Accu*

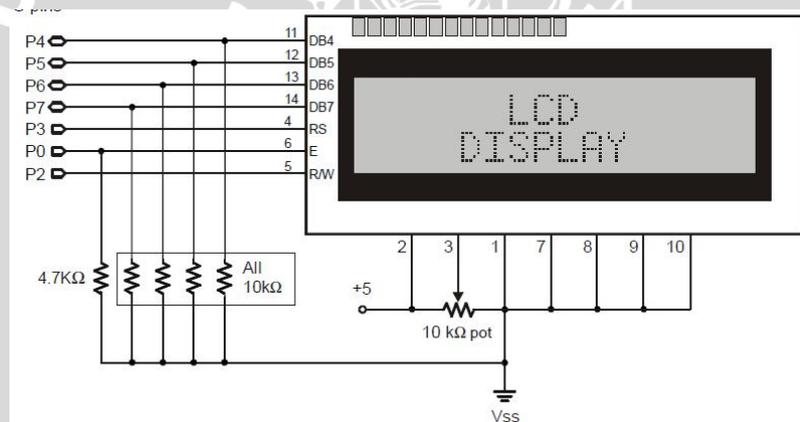
Accu atau yang biasa disebut akumulator adalah sebuah tempat penyimpanan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. Di dalam standar internasional setiap satu *cell* akumulator memiliki tegangan sebesar 2 volt, sehingga *accu* 12 volt memiliki 6 *cell* sedangkan *accu* 24 volt memiliki 12 *cell*. Dalam penelitian ini, energi yang dihasilkan *solar cell* akan disimpan dalam suatu tempat penyimpanan energi supaya dapat digunakan apabila dibutuhkan menggunakan *accu* yang disesuaikan dengan kebutuhan beban dan lama penggunaan. Pemilihan *accu* dikarenakan mudah dalam perawatan serta memiliki kapasitas arus yang lebih besar dibandingkan dengan baterai.



Gambar 2.13 Bentuk Fisik Accu
Sumber : www.yuasabattery.co.id

2.9 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk menampilkan karakter baik berupa karakter angka, huruf, atau karakter lainnya, sehingga tampilan tersebut dapat dilihat secara visual. bentuk fisik LCD Karakter 2x16 ditunjukkan dalam Gambar 2.14.



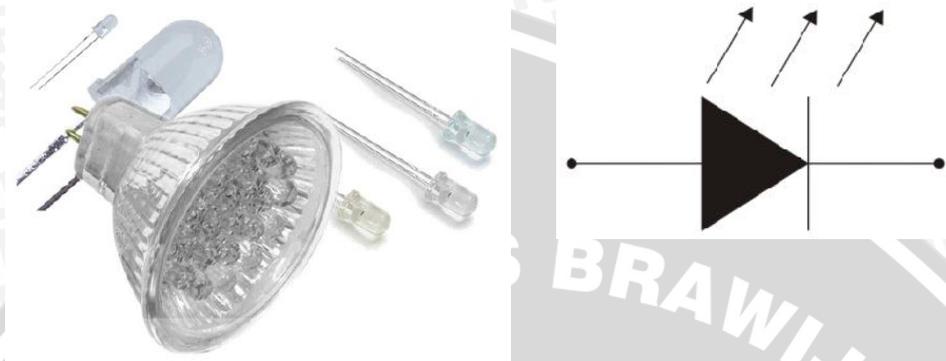
Gambar 2.14 LCD Karakter 2x16
Sumber: Parallax 2x16 Parallel LCD, 2005 : 2

2.10 Light Emitting Diode (LED)

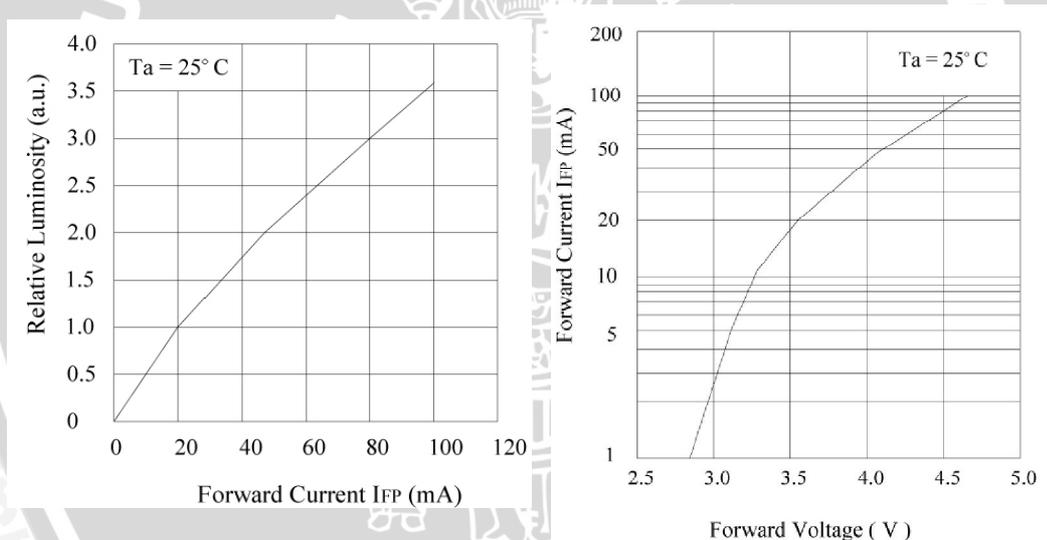
Light emitting diode (LED) merupakan jenis dioda semikonduktor yang dapat mengeluarkan energi cahaya ketika diberikan tegangan. Ketika sebuah dioda sedang mengalirkan elektron, terjadi pelepasan energi yang umumnya berbentuk emisi panas dan cahaya. LED merupakan dioda yang dirancang untuk melepaskan sejumlah banyak foton, sehingga dapat mengeluarkan cahaya.

Bila suatu diode diberi prategangan maju, elektron-elektron bebas akan bergabung kembali dengan lubang-lubang di sekitar persambungan. Ketika meluruh dari tingkat energi lebih tinggi ke tingkat energi lebih rendah elektron-

elektron bebas tersebut akan mengeluarkan energinya dalam bentuk radiasi. Dalam diode penyearah, hampir seluruh energi ini dilepaskan dalam bentuk panas. Dalam LED, sebagian selisih energi ini dilepaskan sebagai radiasi cahaya.



Gambar 2.15 Lampu dan Simbol LED
 Sumber : Seling, 2002: 2



Gambar 2.16 Kurva L-I dan I-V pada *Superwhite* LED
 Sumber : Mobicon Electronic Components datasheet : 3