

## BAB IV

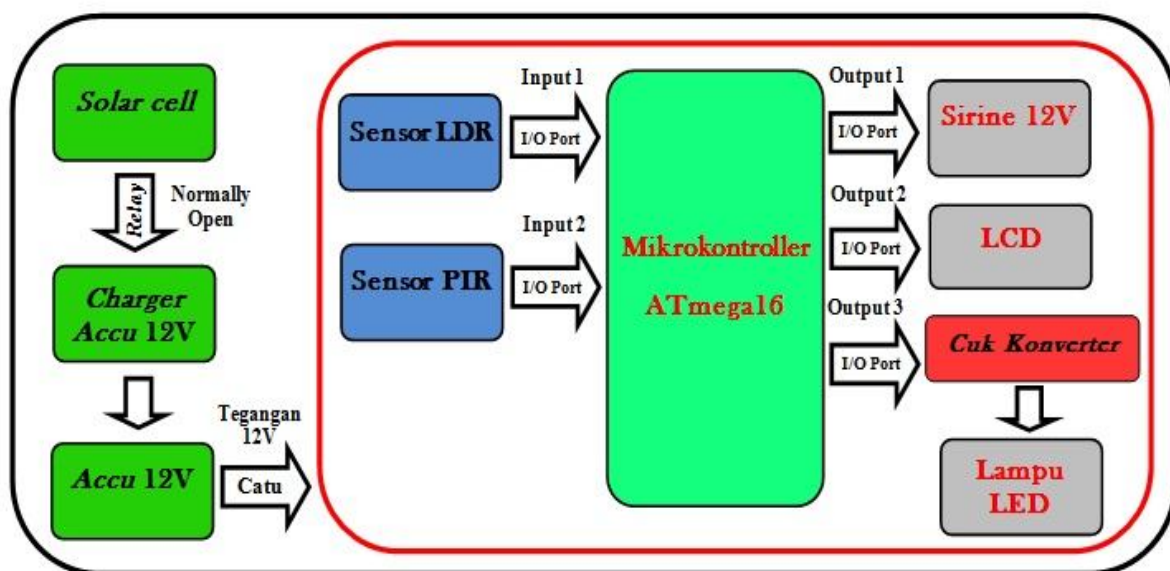
### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Perancangan otomatisasi penerangan dan *motion detector* ini dilakukan secara bertahap sehingga akan memudahkan dalam analisis pada setiap bloknnya maupun secara keseluruhan. Perancangan ini terdiri atas :

- 1) Perancangan sistem
- 2) Perancangan perangkat keras (rangkaian *power supply*, rangkaian *charging*, rangkaian *driver*, rangkaian mikrokontroler, rangkaian *cuk converter*, dan rangkaian lampu LED)
- 3) Perancangan perangkat lunak (*software*) yang terdiri atas program utama, subprogram pembacaan sensor PIR dan kontrol sirine, subprogram pembacaan sensor LDR, subprogram pembacaan *accu*, subprogram kontrol PWM dan subprogram kontrol *charging*.

#### 4.1 Perancangan Sistem

Perancangan otomatisasi penerangan dan *motion detector* secara umum dibagi menjadi dua sistem utama, yaitu blok catu daya dan blok mikrokontroler yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1.

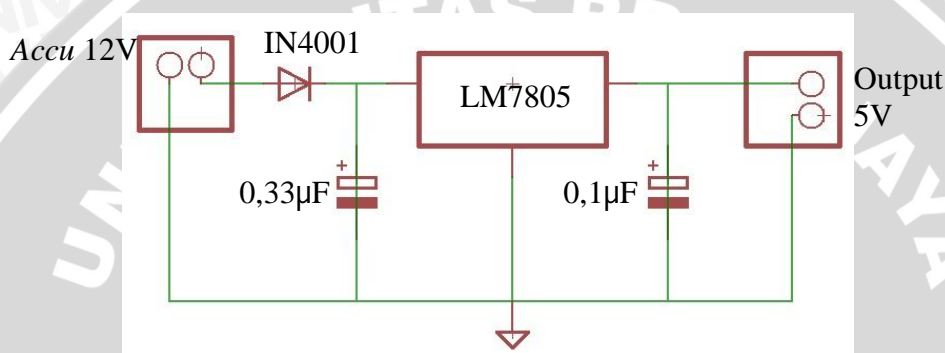


Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem Sistem Penerangan dan *Motion Detector*

## 4.2 Perancangan Perangkat Keras

### 4.2.1 Perancangan Rangkaian Catu Daya

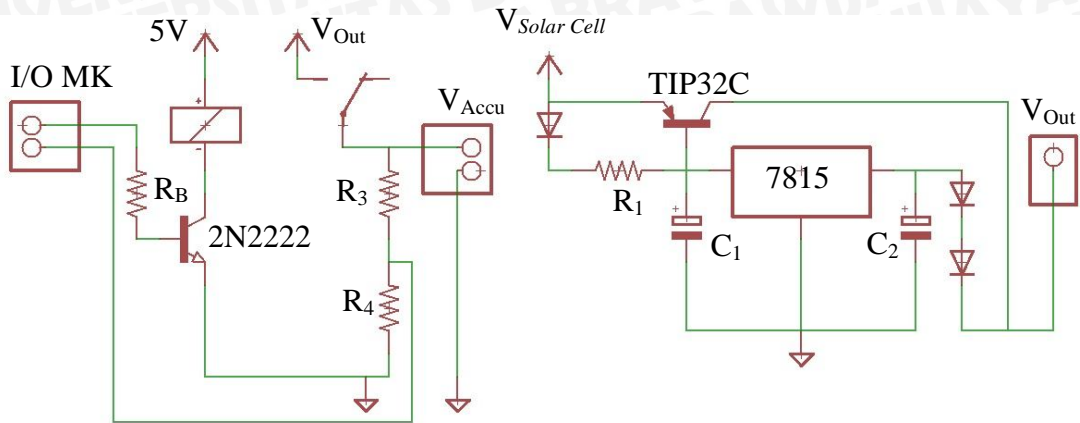
Untuk memperoleh tegangan DC 5V untuk menjalankan *optocoupler* dan catu mikrokontroler, maka keluaran tegangan *accu* diubah menggunakan rangkaian *Fixed Output Regulator* LM7805. Berdasarkan datasheet, tegangan masukan minimum yang dibutuhkan regulator LM7805 agar bekerja dengan baik yaitu sebesar 7V dan tegangan masukan maksimum sebesar 20V. Sehingga tegangan *accu* yang digunakan dalam perancangan ini sebesar 12V masih dalam batas aman. Gambar 4.2 menunjukkan skema rangkaian catu daya 5V



Gambar 4.2 Rangkaian Catu Daya LM7805

### 4.2.2 Perancangan Rangkaian *Charging Accu*

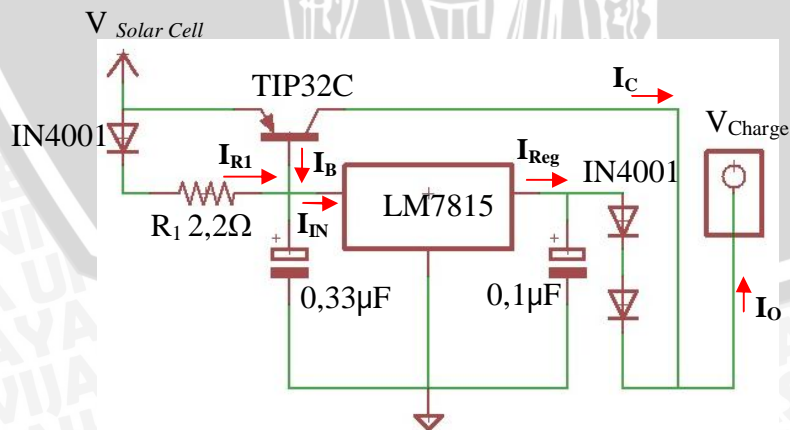
Pada perancangan ini diinginkan rangkaian *charging* akan secara otomatis bekerja ketika nilai tegangan *accu* sebesar 85% atau sekitar 10,2V ke tegangan semula yaitu 12V. Sedangkan untuk spesifikasi *accu* terdiri atas 6 *cell* dengan tiap *cell* memiliki tegangan sebesar 2V sehingga kapasitas maksimum sebesar 12V dengan arus 7Ah (akan habis ketika digunakan oleh beban yang membutuhkan arus 5A selama satu jam). Idealnya pada saat proses pengisian keluaran rangkaian *charging* lebih besar dari nilai maksimal *accu*. Skema rangkaian *charging* ditunjukkan dalam Gambar 4.3



Gambar 4.3 Rangkaian Charging Accu

Secara umum rangkaian *charging* terdiri atas 3 bagian yaitu rangkaian *charging* 7815, *driver relay* dan pembagi tegangan *accu*. Fungsi rangkaian *charging* 7815 yaitu untuk memberi suplai tegangan pada *accu* pada saat kapasitasnya mencapai level 85%. *Driver relay* berfungsi untuk mengaktifkan *relay* sesuai kondisi yang diberikan oleh PORT mikrokontroler. Pembagi tegangan berfungsi sebagai pengubah level tegangan *accu* (0-12V) ke level tegangan TTL (0-5V) sebagai sinyal masukan mikrokontroler.

Suplai tegangan dijaga di atas nilai kapasitas maksimal *accu* yakni sebesar 13,8V sehingga tiap cell dengan arus *charging* maksimal 1,5A. Nilai tegangan sebesar 13,8V dapat diperoleh melalui pengurangan tegangan 2 diode masing-masing sebesar  $\pm 0,6V$  sehingga  $V_{CHARGE} = 15V - 1,2V = 13,8V$ . Skema rangkaian *charging* 7815 ditunjukkan dalam Gambar 4.4



Gambar 4.4 Rangkaian Charging LM7815



Pada perancangan rangkaian ini arus maksimal ( $I_O$ ) yang dapat dilewatkan adalah 1A. Dibutuhkan arus lebih dari 1,5A agar waktu proses charging pada *accu* tidak terlalu lama sehingga diperlukan transistor untuk penguatan arus. Transistor yang digunakan adalah transistor jenis PNP dengan tipe TIP32C dengan spesifikasi:

- $B$  ( $H_{fe}$ ) : 50
- $V_{EB}$  : 1,8V
- $I_{C \text{ Max}}$  : 3A

Hubungan arus keluaran 7815, nilai  $R_1$ ,  $V_{EB}$  dan penguatan transistor, maka nilai  $I_O$  dapat dicari berdasarkan persamaan

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

$$I_O = I_{REG} + I_C = \beta \cdot I_B + I_C$$

$$I_B = I_{IN} - I_{R1}$$

$$\text{Jika } I_{IN} = I_{Reg}, \text{ maka } I_B = I_{Reg} - I_{R1}$$

$$I_{R1} = \frac{V_{EB}}{R_1}$$

$$I_B = I_{Reg} - \frac{V_{EB}}{R_1}$$

$$I_O = \beta \left( I_{Reg} - \frac{V_{EB}}{R_1} \right) + I_{Reg}$$

$$I_O = (1 + \beta) I_{Reg} - \beta \frac{V_{EB}}{R_1} \quad (4-1)$$

Melalui Persamaan (4-1) diketahui bahwa besar arus yang bisa dilewatkan pada rangkaian ini tergantung pada  $\beta$  dan  $V_{EB}$  transistor dan juga  $I_O$  maksimum regulator. Jika diinginkan arus maksimum yang dilewatkan sebesar 1,5A, maka nilai  $R_1$  yang harus dipasang dapat diketahui berdasarkan Persamaan (4-1)

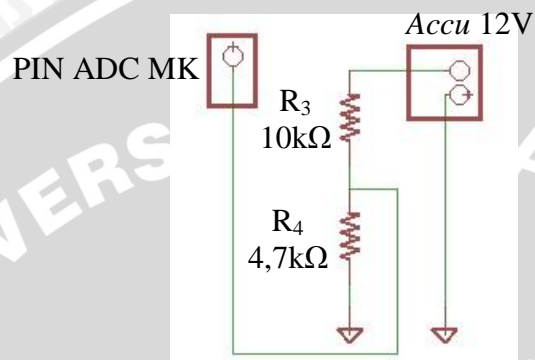
$$1,5 \text{ A} = (1 + 50) 1 \text{ A} - 50 \frac{1,8 \text{ V}}{R_1}$$

$$\frac{90 \text{ V}}{R_1} = 51 \text{ A} - 1,5 \text{ A}$$

$$R_1 = \frac{90 \text{ V}}{49,5 \text{ A}} = 1,82 \Omega \approx 2 \Omega$$

Nilai  $R_1$  yang digunakan adalah  $1,82\Omega$ , karena nilai tersebut tidak ada di pasaran maka dapat diganti dengan 2 resistor  $1\Omega$  yang disusun seri.

Tegangan yang dapat diolah oleh mikrokontroller adalah 0-5V, sedangkan tegangan *accu* berkisar antara 0-12V. Diperlukan sebuah rangkaian pembagi tegangan yang dapat mengubah tegangan *accu* ke level tegangan 0-5V yang selanjutnya dicacah oleh pin ADC mikrokontroller. Gambar 4.5 menunjukkan skema rangkaian pembagi tegangan *accu*



Gambar 4.5 Rangkaian Pembagi Tegangan *Accu*

Berdasarkan hubungan pembagi tegangan, nilai tegangan yang masuk ke Pin ADC mikrokontroller dapat diperoleh berdasarkan Persamaan (4-2)

$$V_{ADC} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot V_{Accu} \quad (4-2)$$

$$5V = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot 15V$$

Nilai arus yang diinginkan melewati rangkaian pembagi tegangan sebesar 1mA, nilai arus tersebut dapat dihitung berdasarkan persamaan

$$I_{PT} = \frac{V_{Accu}}{R_3 + R_4} \quad (4-3)$$

$$1mA = \frac{15V}{R_3 + R_4}$$

$$R_3 + R_4 = \frac{15V}{1mA}$$

$$R_3 + R_4 = 15k\Omega \quad (4-4)$$

Nilai  $R_3$  dan  $R_4$  dapat diperoleh melalui substitusi Persamaan (4-3) dengan Persamaan (4-4)

$$5 \text{ V} = \frac{R_4}{15 \text{ k}\Omega} \cdot 15 \text{ V}$$

$$R_4 = \frac{5 \text{ V} \cdot 15 \text{ k}\Omega}{15 \text{ V}}$$

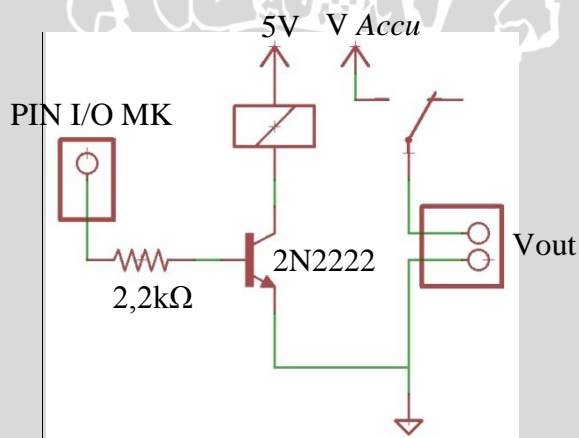
$$= 5 \text{ k}\Omega \approx 4,7 \text{ k}\Omega$$

Jadi nilai  $R_4$  yang digunakan adalah  $4,7 \text{ k}\Omega$  sedangkan nilai  $R_3$  yang digunakan adalah  $10 \text{ k}\Omega$ .

Saat proses *charging*, mikrokontroller akan mengeluarkan logika *high* ( $5 \text{ V}$ ) pada port I/O yang dituju. Tegangan tersebut akan memicu *driver relay* yang terhubung dengan transistor untuk memindahkan *coil relay* sehingga menghubungkan  $V_{\text{Charge}}$  dengan *accu*.

#### 4.2.3 Perancangan Driver Relay

Dalam perancangan *driver relay* digunakan *relay* tipe HRS4H-S-DC5V yang memiliki satu *coil*. *Relay* ini bekerja pada tegangan  $5 \text{ V}$  dan memiliki resistansi *coil* sebesar  $70 \Omega$ . Rangkaian *driver relay* ditunjukkan dalam Gambar 4.6



Gambar 4.6 Rangkaian *Driver Relay*

Karena keluaran tegangan high level ( $V_{\text{OH}}$ ) minimum mikrokontroller sebesar  $4,2 \text{ V}$  tidak mencukupi untuk mengaktifkan *relay*, maka digunakan transistor 2N2222 sebagai penghubung antara keluaran mikrokontroller dengan *relay*. Spesifikasi transistor 2N2222 berdasarkan *datasheet* yakni

- $I_{\text{C Max}} = 800 \text{ mA}$



- $V_{CE \text{ Saturasi}} = 400\text{mV}$
- $V_{BE} = 1,3\text{V}$
- $h_{fe} = 75$

Nilai arus kolektor ( $I_C$ ) yang mengalir pada kaki kolektor transistor 2N2222 pada saat kondisi saturasi.

$$\begin{aligned} V_{CC} &= I_C \cdot R_{Coil} + V_{CE} \\ 5\text{V} &= I_C \cdot 70\Omega + 0,4\text{V} \\ I_C &= \frac{5\text{V} - 0,4\text{V}}{70\Omega} \\ &= 65,71\text{mA} \end{aligned}$$

Nilai ini masih dibawah nilai arus maskimal pada kolektor sebesar 800mA. Nilai arus basis ( $I_B$ ) yang mengalir pada kaki basis transistor 2N2222 dapat dihitung berdasarkan persamaan

$$I_B = \frac{I_C}{h_{fe}} \quad (4-5)$$

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{65,71\text{mA}}{75} \\ &= 0,87\text{mA} \end{aligned}$$

Nilai  $R_B$  dapat dihitung berdasarkan hubungan antara keluaran bias maju transistor ( $V_{BB}$ ), arus bias ( $I_B$ ) dan  $V_{BE}$  dengan persamaan

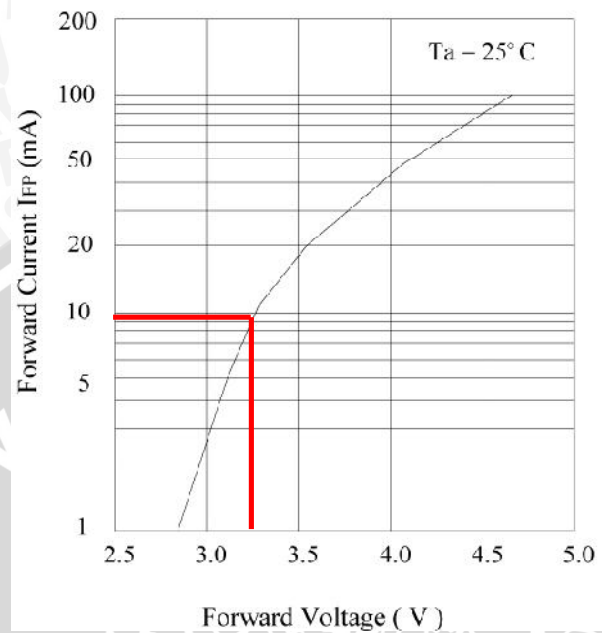
$$\begin{aligned} V_{BB} &= I_B \cdot R_B + V_{BE} \\ 4,2\text{V} &= 1,23\text{mA} \cdot R_B + 1,3\text{V} \\ R_B &= \frac{4,2\text{V} - 1,3\text{V}}{0,87\text{mA}} \\ &= 3,3\text{k}\Omega \end{aligned}$$

#### 4.2.4 Perancangan Lampu LED

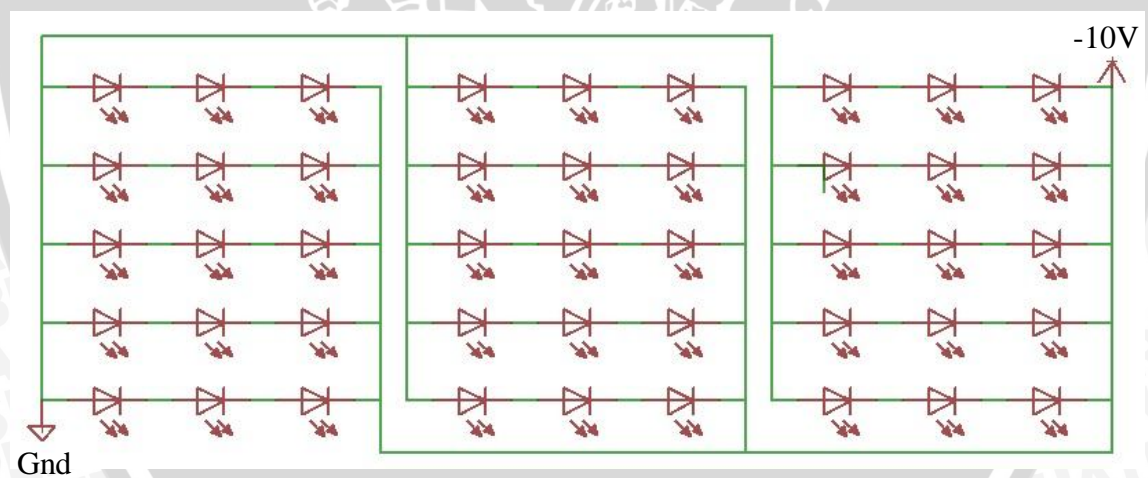
Penerangan yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan *Light Emitting Diode* (LED) 5mm jenis *superwhite* dengan jumlah 45 buah yang dipasang dalam satu tiang. Sesuai dengan grafik arus terhadap tegangan, LED superbright dapat menyala pada saat diberi tegangan 2,7V-4,5V. Namun, dalam perancangan kali ini digunakan tegangan sebesar 3,3V dengan jumlah arus yang dibutuhkan sebesar  $\pm 9\text{mA}$ .

Penyusunan lampu LED tiap tiang tersusun atas 15 rangkaian paralel yang masing-masing terdapat 3 buah LED yang disusun secara seri. Penyusunan

tersebut dikarenakan catu yang digunakan berasal dari *accu* 12V, sedangkan catu untuk lampu LED diinginkan sebesar 10V (3 x 3,33V) yang terlebih dahulu distabilkan oleh rangkaian *cuk converter*.



Gambar 4.7 Grafik Arus terhadap Tegangan LED *Superwhite*



Gambar 4.8 Skema Rangkaian Lampu LED

Jumlah arus yang dibutuhkan tiap susunan LED seri yaitu  $I_{\text{Seri}} = I_{\text{LED}} = 9\text{mA}$ , sehingga arus total lampu LED dalam satu tiang yaitu

$$\begin{aligned}
 I_{\text{Total}} &= 15 \cdot I_{\text{Seri}} \\
 &= 15 \cdot 9\text{mA} \\
 &= 135\text{mA}
 \end{aligned}$$



Beban lampu LED dalam satu tiang adalah

$$10 \text{ V} = I_{Total} \cdot R_{Total}$$

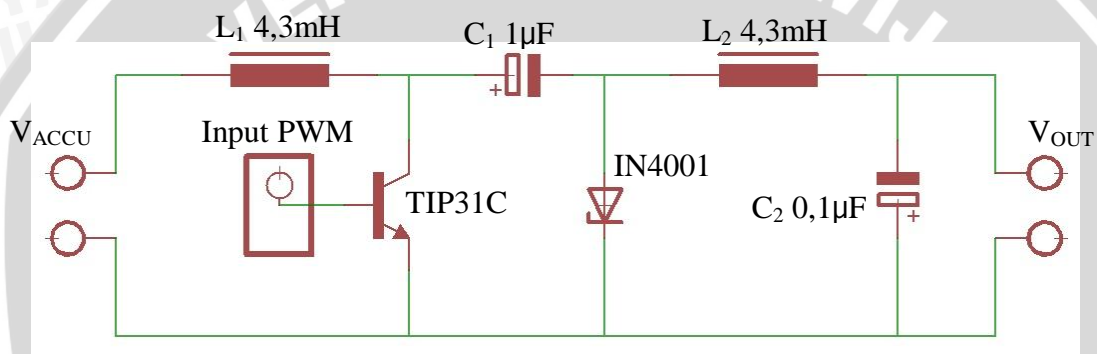
$$R_{Total} = \frac{10 \text{ V}}{135 \text{ mA}}$$

$$= 74 \Omega$$

#### 4.2.5 Perancangan Rangkaian *Cuk converter*

##### 4.2.5.1 Perhitungan Induktor dan Kapasitor *Cuk converter*

*Cuk converter* merupakan rangkaian yang dapat menaikkan atau menurunkan keluaran terhadap tegangan masukan sesuai dengan kebutuhan. Rangkaian *Cuk converter* terdiri atas 2 kapasitor ( $C_1$  dan  $C_2$ ) dan 2 buah induktor ( $L_1$  dan  $L_2$ ). Rangkaian *cuk converter* ditunjukkan dalam Gambar 4.9



Gambar 4.9 Skema Rangkaian *Cuk converter*

##### Perhitungan Induktor

Nilai *duty cycle* ( $D$ ) dapat diperoleh berdasarkan Persamaan (2-15) dengan tegangan masukan sebesar 12V dan tegangan keluaran yang diinginkan sebesar 10V

$$V_o = -\frac{D}{1-D} \cdot V_s$$

$$-10 \text{ V} = -\frac{D}{1-D} \cdot 12 \text{ V}$$

$$D = \frac{10}{22} = 0,45$$

Nilai induktor ditentukan dengan perubahan arus induktor tidak lebih dari 5% arus induktor rata-rata. Arus induktor rata-rata yang melewati  $L_1$  sebesar 0,5A dan ripple arus diinginkan sebesar 5%, maka perubahan arus induktor dapat dihitung dengan persamaan

$$\Delta I_1 = 0,05 \cdot I_{L1} = 0,05 \cdot 0,5 \text{ A} = 0,025 \text{ A}$$

Berdasarkan Persamaan (2.16) didapatkan nilai  $L_1$  sebesar

$$\Delta I_1 = \frac{V_s \cdot D}{L_1 \cdot f}$$

$$L_1 = \frac{V_s \cdot D}{\Delta I_1 \cdot f}$$

$$L_1 = \frac{12 \cdot 0,45}{0,025 \cdot 50 \cdot 10^3} = 4,32 \text{ mH}$$

Diinginkan arus induktor rata-rata yang melewati  $L_2$  sebesar 500 mA dan ripple arus diinginkan sebesar 5%, maka perubahan arus induktor pada  $L_2$  dapat dihitung dengan persamaan

$$\Delta I_2 = 0,05 \cdot I_{L2} = 0,05 \cdot 0,5 \text{ A} = 0,025 \text{ A}$$

Melalui Persamaan (2.17) didapatkan nilai  $L_2$  sebesar

$$\Delta I_2 = \frac{V_s \cdot D}{L_2 \cdot f}$$

$$L_2 = \frac{V_s \cdot D}{\Delta I_2 \cdot f}$$

$$L_2 = \frac{12 \cdot 0,45}{0,025 \cdot 50 \cdot 10^3} = 4,32 \text{ mH}$$

### Perhitungan Kapasitor

Tegangan rata-rata yang melewati kapasitor  $C_1$  sebesar

$$V_{C1} = V_{IN} + V_{Out} = 12 \text{ V} + 10 \text{ V} = 22 \text{ V}$$

Diinginkan ripple tegangan pada kapasitor  $C_1$  tidak lebih dari 5% sehingga nilai ripple tegangan maksimumnya sebesar

$$\Delta V_{C1} = 0,05 \cdot V_{C1} = 0,05 \cdot 22 \text{ V} = 1,1 \text{ V}$$

Nilai  $R_{Total}$  ke dua lampu LED sebesar  $33,3\Omega$ . Nilai  $C_1$  dapat dihitung menggunakan Persamaan (2-22)

$$\Delta V_{C1} = \frac{V_o \cdot D}{C_1 f R}$$

$$C_1 = \frac{V_o \cdot D}{\Delta V_{C1} f R}$$

$$C_1 = \frac{10 \text{ V} \cdot 0,45}{1,1 \text{ V} \cdot 50 \cdot 10^3 \cdot 74} = 1,17 \mu\text{F} \approx 1 \mu\text{F}$$

Nilai  $C_2$  dapat diperoleh berdasarkan Persamaan (2-23)

$$\Delta V_{C2} = \frac{V_S \cdot D}{8 f^2 L_2 C_2}$$

$$C_2 = \frac{V_S \cdot D}{8 f^2 L_2 \Delta V_{C2}} = \frac{V_S \cdot D}{8 f^2 L_2 \frac{\Delta V_o}{V_o}}$$

$$C_2 = \frac{12 \text{ V} \cdot 0,45}{8 (50 \cdot 10^3)^2 (4,32 \cdot 10^{-3}) 0,05} = 0,12 \mu\text{F} \approx 0,1 \mu\text{F}$$

Setelah melalui rangkaian komparator, sinyal PWM kemudian diteruskan ke transistor sebagai saklar *on/off* pada rangkaian *cuk converter*. Jenis transistor yang digunakan adalah TIP31C dengan spesifikasi

- $V_{BE}$  : 1,8V
- $I_{C \text{ Max}}$  : 3A
- $I_{B \text{ Max}}$  : 1A

TIP31C digunakan karena memiliki  $I_C$  yang cukup besar untuk melewati arus *cuk converter* sebesar 0,5A. Untuk aplikasi pengontrol PWM, transistor selalu dikondisikan dalam keadaan saturasi atau *cut off*-nya, hal ini dimaksudkan agar tidak terlalu banyak daya yang terbuang dalam transistor itu sendiri.

Untuk transistor TIP31C syarat agar komponen dalam kondisi *cut off* adalah ketika  $V_B < V_{BE}$ . Dengan  $V_{BE}$  TIP31C adalah 1,8V, maka  $V_B$  *cut off* yang digunakan adalah 0V. Sedangkan syarat agar transistor NPN dalam kondisi aktif saturasi adalah ketika  $V_B > V_{BE}$ . Nilai  $V_B$  yang digunakan adalah keluaran PWM pin ORCR1A pada mikrokontroler.

#### 4.2.5.2 PWM Cuk Converter

Gelombang PWM yang dihasilkan oleh mikrokontroler merupakan fitur 16bit *Timer/Counter 1* yang dioperasikan *FastCorrect PWM mode*. Frekuensi yang dibutuhkan 50.000Hz dengan komponen *crystal* yang terpasang pada



mikrokontroler sebesar 16MHz serta menggunakan *prescaller* (N) sebesar 1. Berdasarkan *datasheet* ATmega16 nilai TOP pada mode *FastCorrect PWM* berdasarkan persamaan:

$$(TOP+1) = \frac{f_{clkI/O}}{N \cdot f_{PWM}} \quad (4-6)$$

$$(TOP+1) = \frac{16 \cdot 10^6}{1 \cdot 50 \cdot 10^3}$$

$$TOP = 319$$

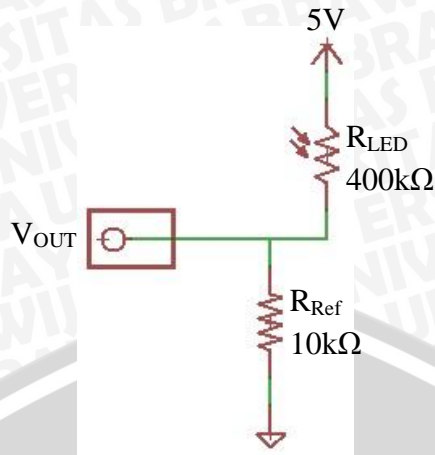
Nilai *dutycycle* dipengaruhi oleh nilai TOP. Semakin kecil nilai resolusi *duty cycle* tiap bit, maka semakin akurat nilai *duty cycle* dalam bentuk digital. Besar *range* OCR1A sama dengan nilai TOP, sehingga resolusi perubahan *duty cycle* setiap bit sebagai berikut :

$$resolusi_{duty\ cycle} = \frac{100\%}{319} = 0,313\% / bit$$

Nilai diatas menunjukkan bahwa dalam kenaikan 1 bit maka nilai *duty cycle* akan naik sebesar 0.313%.

#### 4.2.6 Perancangan Antarmuka Sensor

Sensor *Light depending Resistor* (LDR) merupakan unit masukan yang memberikan masukan berupa data analog intensitas cahaya ke mikrokontroler. Sensor yang digunakan berukuran diameter 10mm dengan  $R_{MAX}$  sebesar 400k $\Omega$ , dan nilai tersebut akan semakin kecil ketika intensitas cahaya bertambah (berbanding terbalik). Karena keluaran sensor LDR berupa hambatan (Ohm), maka diperlukan rangkaian pengkondisi sinyal yang mengubah nilai hambatan menjadi tegangan agar dapat diolah oleh mikrokontroler. Gambar 4.10 menunjukkan skema rangkaian pengkondisi sinyal sensor LDR



Gambar 4.10 Rangkaian Antarmuka Sensor LDR

Nilai tegangan yang dibaca oleh mikrokontroler akan berubah sesuai dengan perubahan resistansi pada LDR (R<sub>LDR</sub>) sesuai dengan Tabel 4.1

Tabel 4.1 Perubahan Nilai Resistansi LDR dan Tegangan Terhadap Waktu

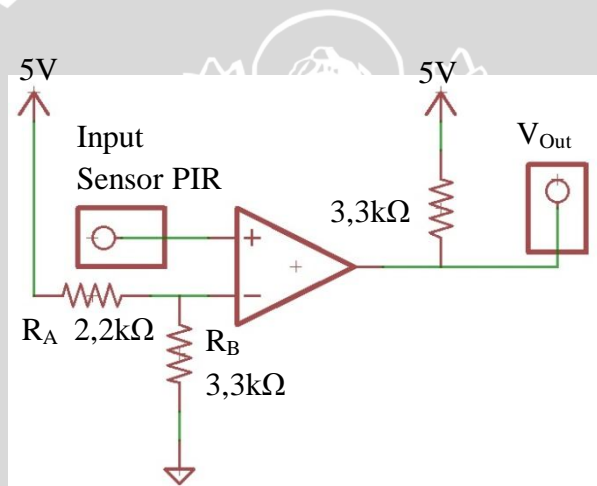
Waktu	Resistansi LDR (kΩ)	Tegangan (Volt)	Nilai ADC
04.00	217	0,22	11,22
05.00	1,8	4,23	215,73
06.00	0,25	4,87	248,37
07.00	0,09	4,95	252,45
08.00	0,065	4,96	252,96
09.00	0,061	4,96	252,96
10.00	0,058	4,971	253,52
11.00	0,057	4,971	253,52
12.00	0,055	4,972	253,57
13.00	0,059	4,97	253,47
14.00	0,063	4,96	252,96
15.00	0,24	4,88	248,88
16.00	0,4	4,81	245,31
17.00	2	4,16	212,16
18.00	131	0,35	17,85
19.00	208	0,23	11,73

$$V_{OUT} = \frac{R_{Ref}}{R_{Ref} + R_{LDR}} \cdot V_{CC} \quad (4-7)$$

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat ditentukan *setpoint* pada saat lampu LED menyala, lampu LED mati serta rangkaian *charging* mulai bekerja masing-masing ketika tegangan keluaran LDR 0,35V, 4,23V dan 4,96V.

Sensor *Passive Infra Red* (PIR) merupakan unit masukan yang memberikan berupa data digital suatu gerakan. Seperti yang telah dijelaskan dalam tinjauan pustaka, keluaran sensor ini berkisar 0V pada saat tidak terdeteksi gerakan dan 3,3V pada saat mendeteksi gerakan, oleh karena itu dibutuhkan rangkaian komparator yang dapat mengubah ke level tegangan 0-5V.

Dalam perancangan ini, IC LM393 digunakan sebagai IC komparator yang memiliki spesifikasi catu tegangan 2-36V dan 2 PIN masukan komparator. Sesuai dengan datasheet LM393, skema rangkaian *basic comparator* ditunjukkan dalam Gambar 4.11



Gambar 4.11 Rangkaian Antarmuka Sensor PIR

$$V_{Ref} = \frac{R_B}{R_B + R_A} \cdot V_{CC} \quad (4-8)$$

$$3 \text{ V} = \frac{R_B}{R_B + 2,2 \text{ k}\Omega} \cdot 5 \text{ V}$$

$$R_B = \frac{2,2 \text{ k}\Omega \cdot 3 \text{ V}}{2 \text{ V}} = 3,3 \text{ k}\Omega$$

Berdasarkan hasil rangkaian komparator diatas didapatkan, apabila  $V_{Input} > V_{Ref}$  maka  $V_{Out} = 5V$ , sedangkan jika  $V_{Input} < V_{Ref}$  maka  $V_{Out} = 0V$ . Hal ini telah sesuai dengan level tegangan yang diinginkan oleh mikrokontroller.

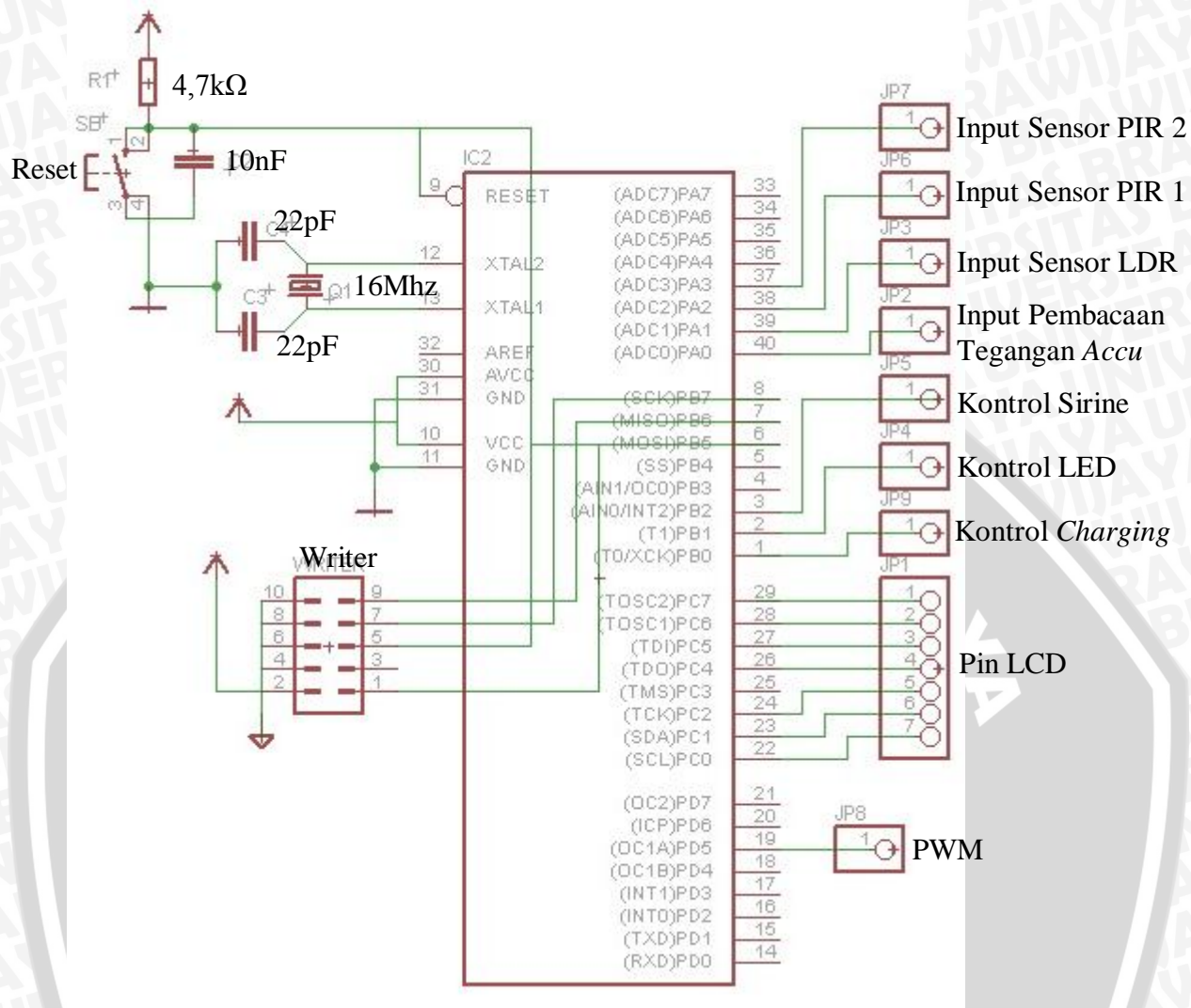


#### 4.2.7 Pereancangan Minimum Sistem Mikrokontroller

Keseluruhan sistem otomatisasi penerangan dan *motion detector* ini dikontrol oleh mikrokontroller ATmega16. Pin-pin pada mikrokontroller kemudian dihubungkan langsung dengan masukan data sensor maupun *driver*. Pin-pin yang digunakan dalam perancangan rangkaian mikrokontroller yaitu pin A, pin C dan pin D. Penjelasan lebih rinci dijelaskan sebagai berikut :

- 1) PIN A.0 : sebagai masukan nilai tegangan *accu*
- 2) PIN A.1 : sebagai masukan sensor LDR
- 3) PIN A.2 dan A.3 : sebagai masukan sensor PIR
- 4) PORT B.0 : sebagai sinyal kontrol *charging accu*
- 5) PORT B.1 : sebagai sinyal kontrol lampu LED
- 6) PORT B.2 : sebagai sinyal kontrol sirine
- 7) PORT C : sebagai sinyal data LCD
- 8) PORT D.5 : sebagai sinyal PWM kontrol *cuk converter*

Mikrokontroller menggunakan kristal eksternal sebesar 16MHz yang dihubungkan dengan kapasitor sebesar 22pF sesuai yang tertera pada datasheet ATmega16. Mode *reset* pada minimum sistem ATmega16 disusun menggunakan resistor dan kapasitor yang dihubungkan dengan pin *Reset* pada mikrokontroller. Gambar 4.12 menunjukkan skema minimum sistem mikrokontroller ATmega16



Gambar 4.12 Konfigurasi Pin Minimum Sistem ATmega16

#### 4.2.8 Perancangan Rangkaian *Display LCD*

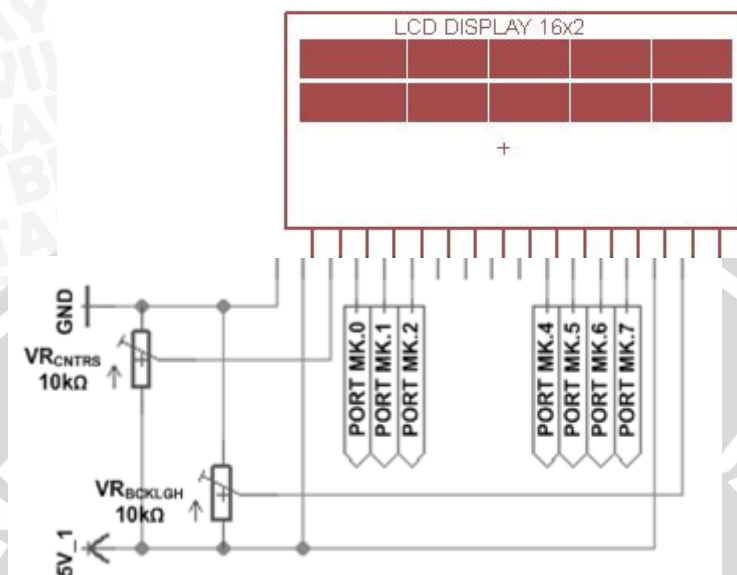
Pada perancangan sistem ini menggunakan LCD modul AV1624 yang merupakan sebuah modul LCD dot matriks yang membutuhkan daya kecil. LCD modul AV1624 dilengkapi dengan tingkat kontras yang tinggi dan dapat diatur kecerahannya. Spesifikasi LCD modul AV1624

- 1) Memiliki 16 karakter dengan 2 baris tampilan yang terdiri atas 5x7 dot matriks ditambah dengan kursor
- 2) Catu daya yang dibutuhkan sebesar 5V
- 3) *Automatic reset* saat dinyalakan
- 4) 80x8 *display* RAM (max 80 karakter)
- 5) Menggunakan 4 bit data dan 3 bit kontrol



#### 6) Adjustable contrast dan backlight

Skema rangkaian koneksi LCD modul AV1624 dengan mikrokontroller ditunjukkan dalam Gambar 4.13



Gambar 4.13 Skema Rangkaian *Display* LCD

Dalam perancangan ini diinginkan agar kontras dan *backlight* LCD dapat diatur, maka dipasangkan sebuah resistor variabel pada masing-masing pin kontras dan *backlight* sebagai pengatur tegangan.

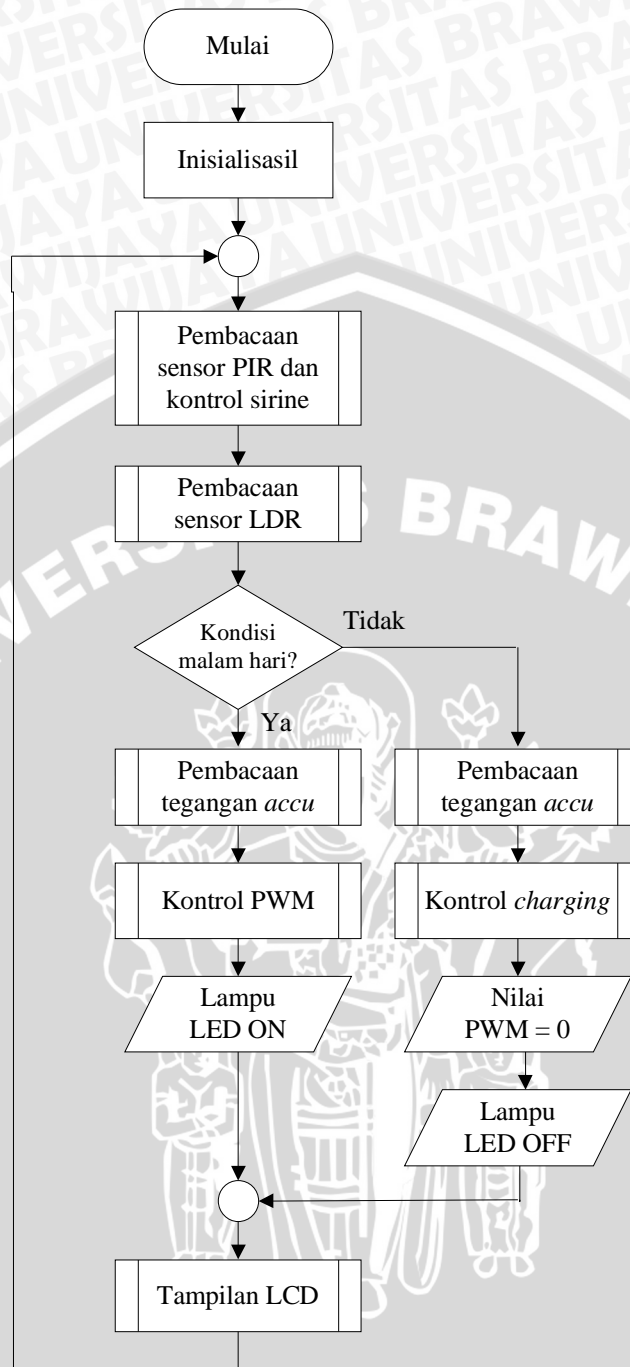
### 4.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan program perangkat lunak terdiri atas program utama, subprogram pembacaan tegangan *accu*, subprogram kontrol *charging*, subprogram pembacaan sensor PIR, subprogram pembacaan sensor LDR, subprogram kontrol PWM *cuk converter* dan subprogram tampilan LCD

#### 4.3.1 Program Utama

Tujuan program utama adalah mengatur urutan kerja sistem yang diwujudkan dengan melalui algoritma, sehingga sistem mampu menjalankan fungsinya dengan baik. Secara umum tugas yang harus dikerjakan oleh program utama meliputi pengambilan data sensor *passive infrared receiver* (PIR), pengambilan data sensor LDR secara kontinu, serta pengambilan data tegangan *accu*. Data hasil pembacaan ini kemudian menjadi acuan sirine dan lampu LED akan menyala. Algoritma program utama ditunjukkan dalam Gambar 4.14



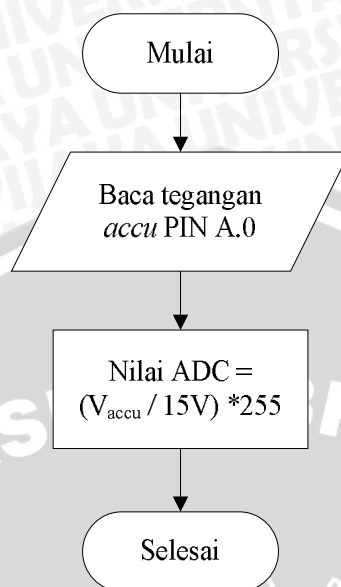


Gambar 4.14 Diagram Alir Program Utama

### 4.3.2 Subprogram Pembacaan Tegangan Accu

Hasil pembacaan tegangan pada *accu* melalui rangkaian pembagi tegangan berkisar antara 0-5V yang mewakili tegangan *accu* sebesar 0-12V. Data tersebut kemudian diubah menjadi bentuk digital menggunakan fitur ADC yang ada pada

mikrokontroller ATmega16. Resolusi yang digunakan adalah 8 bit, sehingga data ADC *accu* berada dalam range 0-255.



Gambar 4.15 Diagram Alir Subprogram Pembacaan Tegangan *Accu*

Range besaran hasil konversi ADC ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

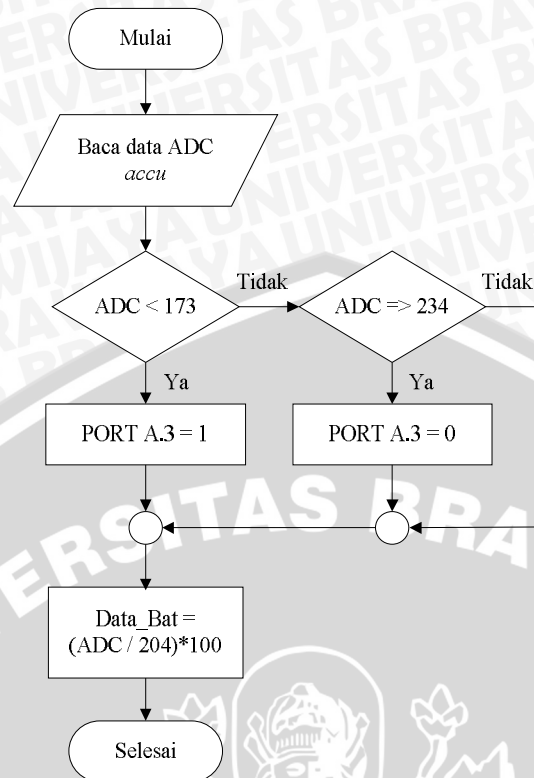
Tabel 4.2 Range Hasil Konversi ADC

$V_{ACCU}$ (Volt)	Keluaran Pembagi Tegangan (volt)	Data ADC (integer)	Data ADC (%)
Range 0-15V	$V_{OUT} = \frac{4,7k\Omega}{4,7k\Omega + 10k\Omega} \cdot V_{ACCU}$ Range data : 0-5V	$ADC = \frac{V_{OUT}}{5V} \cdot 255$ Range data : 0-255	$ADC = \frac{V_{OUT}}{204} \cdot 100\%$ Range data : 0-125%

### 4.3.3 Subprogram Kontrol *Charging*

Kontrol terhadap *charging accu* dilakukan ketika level tegangan *accu* dibawah 10,2V atau 86%. Jika nilai variabel ADC *Accu* kurang dari 173 (representasi 10,2V) maka mikrokontroller akan mengaktifkan charger untuk mengisi kembali energi *accu* dengan mmeberikan logika 1 pada PIN A.3. proses *charging* akan berhenti ketika data ADC *Accu* mencapai 234 (representasi 13,8V).

Gambar 4.16 menunjukkan diagram alir subprogram kontrol *charging*



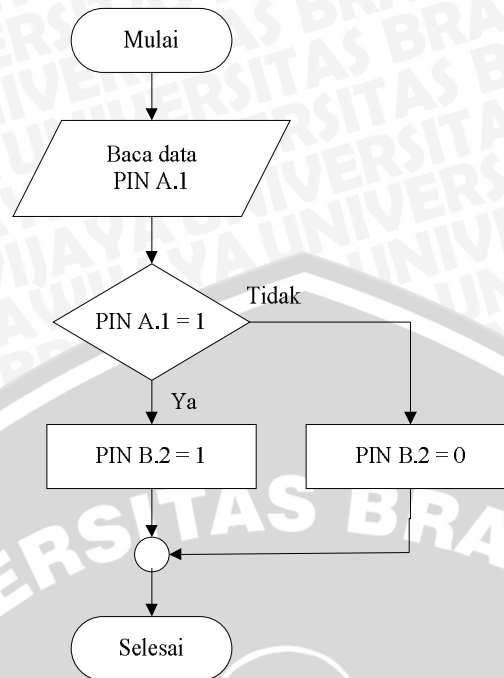
Gambar 4.16 Diagram Alir Subprogram Kontrol Charging

Setelah data ADC 8 bit masuk ke variabel ADC *Accu* mikrokontroler, maka proses dilanjutkan dengan mengkonversi ADC *Accu* ke dalam persen (%) dimana nilai tersebut dikalikan dengan 100% lalu dibagi 204 (representasi 12V). *Data\_Bat* merepresentasikan level tegangan *accu* 0 hingga 12 V yang dinyatakan dalam persentase bilangan 0 hingga 100%.

#### 4.3.4 Subprogram Pembacaan Sensor PIR dan Kontrol Sirine

Data yang diperoleh sensor PIR adalah data digital perpindahan panas tubuh yang direpresentasikan oleh tegangan 3,3V. Hasil pembacaan sensor kemudian disesuaikan dengan  $V_{IL}$  mikrokontroler menggunakan rangkaian komparator sehingga level tegangan berkisar antara 0-5V sebagai masukan pada PIN A.1. Jika PIN A.1 = 1 (logika *high*) maka mikrokontroler akan mengirimkan sinyal kontrol pada PIN A.5 = 1 untuk membunyikan sirine. Sedangkan pada saat PIN A.1 = 0 maka sinyal kontrol PIN A.5 berlogika 0 (*low*).

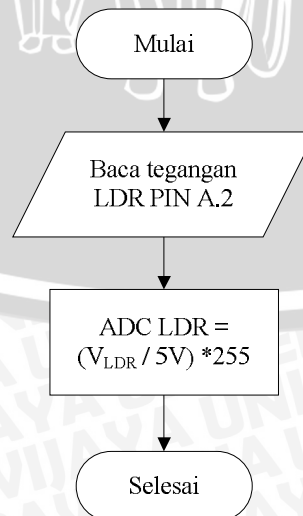




Gambar 4.17 Diagram Alir Subprogram Pembacaan Sensor PIR dan Kontrol Sirine

### 4.3.5 Subprogram Pembacaan Sensor LDR

Data yang diperoleh sensor LDR adalah nilai resistansi yang berubah sesuai dengan intensitas cahaya. Data tersebut kemudian diubah ke level tegangan TTL (0-5V) menggunakan rangkaian pengkondisi sinyal dan dicacah ke bentuk digital menggunakan fitur ADC yang ada pada mikrokontroller. Resolusi yang digunakan adalah 8 bit, sehingga data ADC LDR berada dalam range 0-255. Diagram alir subprogram pembacaan sensor LDR ditunjukkan dalam Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Diagram Alir Subprogram Pembacaan Sensor LDR

#### 4.3.6 Subprogram Kontrol PWM Cuk Converter

Tegangan yang diperlukan untuk mencatu ke dua lampu LED sebesar 10V, sehingga diperlukan tegangan konstan yang disupply oleh *cuk converter* ketika nilai tegangan *accu* berada diatas atau dibawah 10V. Nilai *duty cycle* dapat ditentukan secara otomatis oleh mikrokontroller mengacu pada Persamaan (2-15) dan memasukkan nilai parameter ADC *Accu* yang dikeluarkan melalui pin ORC1A. Nilai ADC tegangan keluaran 10V adalah  $(10/15)*255 = 170$ .

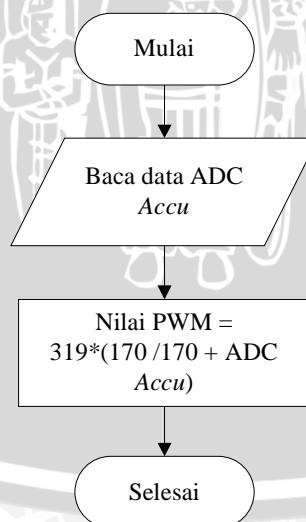
$$V_o = -\frac{D}{1-D} \cdot V_s$$

$$ADC_{Output} = -\frac{D}{1-D} \cdot ADC_{Accu} \quad (4-9)$$

$$170 = -\frac{D}{1-D} \cdot ADC_{Accu}$$

$$D = \frac{170}{170 + ADC_{Accu}} \quad (4-10)$$

Persamaan (4-9) kemudian dimasukkan ke mikrokontroller sehingga diperoleh tegangan konstan pada keluaran *cuk converter*. Gambar 4.19 menunjukkan diagram alir subprogram kontrol PWM

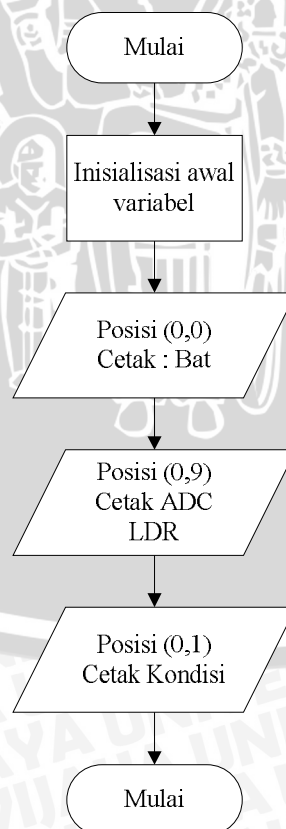


Gambar 4.19 Diagram Alir Subprogram Kontrol PWM Cuk Converter

### 4.3.7 Subprogram *Display* LCD

Subprogram *display* LCD berfungsi mengatur tampilan data sensor pada tiap baris LCD 2X16 karakter. Data yang ditampilkan pada LCD 2X16 karakter adalah variabel Bat, variabel Kondisi serta variabel ADC LDR. Variabel Bat ditampilkan pada koordinat x dan y (0,0) LCD, variabel ADC LDR ditampilkan pada koordinat x dan y (0,9) LCD, sedangkan variabel kondisi ditampilkan pada koordinat x dan y (1,0) LCD.

Algoritma subprogram *display* LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.20. Algoritma subprogram *display* LCD diawali dengan inisialisasi awal variabel yang ada pada program. Sebelum data ditampilkan ke LCD, karakter yang ada pada layar LCD perlu dibersihkan terlebih dahulu melalui perintah *lcd\_clear()* dan *pointer* pada LCD perlu diarahkan terlebih dahulu ke koordinat yang dituju melalui perintah *lcd\_gotoxy(x, y)*, dimana *x* adalah kolom LCD dan *y* adalah baris LCD. Data variabel hasil pembacaan sensor ditampilkan ke LCD 2X16 karakter dimana baris 1 diisi oleh variabel Bat (%) dan nilai ADC LDR, baris 2 diisi oleh variabel Kondisi yang mewakili kondisi sekitar dalam keadaan gelap atau terang.



Gambar 4.20 Diagram Alir Subprogram *Display* LCD