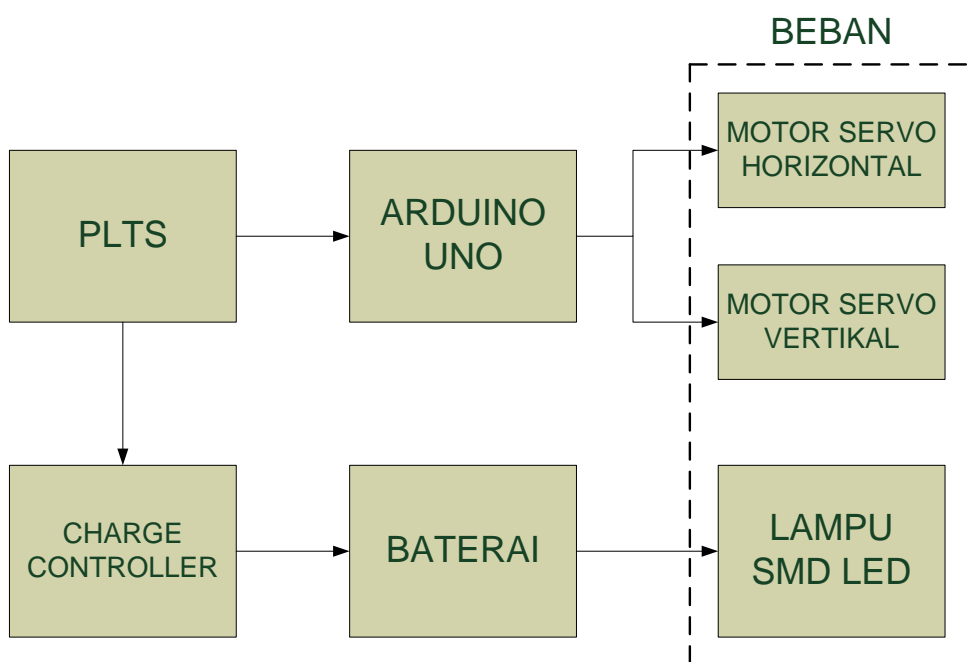


BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Diagram Blok Sistem

Pada blok diagram solar tracker terdiri dari blok PLTS yang terdiri dari panel surya dan sensor cahaya (LDR), pengolah data mikrokontroler arduino uno, motor servo horisontal, motor servo vertikal, *charge controller*, baterai dan lampu led smd.



Gambar 3.1 Blok Diagram

Prinsip kerja sistem masing – masing sub blok sebagai berikut:

1. PLTS yang terdiri dari panel surya, 4 (empat) buah sensor cahaya (LDR) yang memiliki fungsi masing – masing yaitu sebagai berikut :
 - a) Panel surya suatu alat penerima cahaya surya dan merubahnya menjadi energi listrik

- b) Sensor cahaya (LDR) merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk memberikan sinyal arah posisi cahaya sebagai masukan pada arduino.
2. Arduino Uno mengolah masukan data dari sensor cahaya (LDR) mengolahnya dan mengirimkan *signal* kontrol pada motor servo untuk menggerakkan solar panel ke arah datangnya cahaya.
 3. Motor Servo Horizontal menggerakkan solar panel ke arah timur ke barat.
 4. Motor Servo Vertikal menggerakkan solar panel mengikuti arah terbit sampai terbenamnya matahari.
 5. *Charger Controller* sebagai pengontrol pengisian baterai agar tidak *over charge*
 6. Baterai sebagai penyimpan energi listrik dari solar panel.
 7. Lampu led smd sebagai beban penerangan.

3.2 Perancangan Perangkat Keras

3.2.1 Perancangan PLTS

3.2.1.1 Perancangan Solar Panel

Pada perancangan ini dipilih kapasitas solar panel dengan menghitung beban yang digunakan berdasarkan tabel 3.2

Tabel 3.1 Kebutuhan Daya

Beban	Jumlah	Daya (Watt)	Waktu (Hour)	Total Daya (Watt Hour)
Lampu LED SMD	2	4	13	104
Motor Servo	2	10,8	8	86,4
Arduino Uno	1	0,0024	24	0,0576
Total				190,458

Dari tabel kebutuhan daya dapat dihitung kapasitas solar panel dengan asumsi solar panel terkena matahari 5 jam sebagai berikut:

$$WP = Total\ daya \div Waktu\ penerimaan\ matahari \dots (3.1)$$

$$WP = 190,458 \div 5$$

$$WP = 30,09$$

Dengan dikalikan minimal daya otonomi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

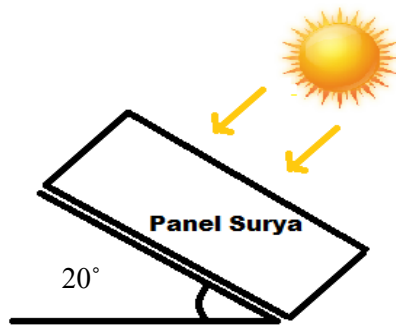
$$WP_{total} = 1,5 \times WP \dots (3.2)$$

$$WP_{total} = 1,5 \times 30,09$$

$$WP_{total} = 45,135$$

Dari perhitungan tersebut maka dipilih solar panel dengan kapasitas 50 WP karena solar panel berkapasitas 45,135 WP tidak ada dipasaran untuk menunjang kebutuhan daya yang diperlukan.

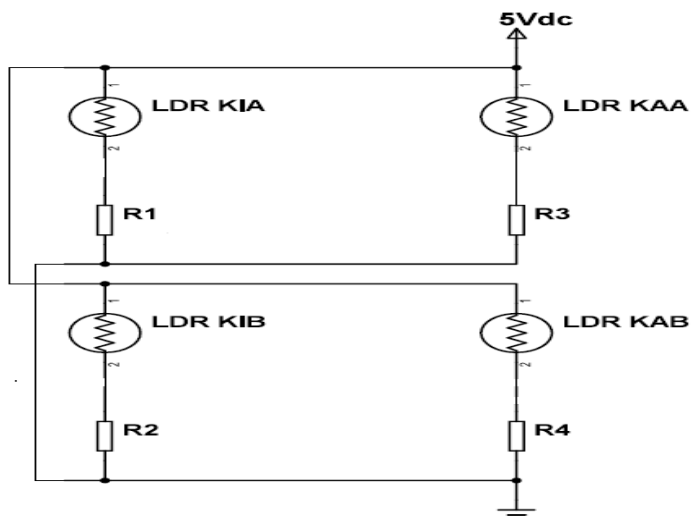
Pada perancangan ini juga ditentukan sudut kemiringan pemasangan solar panel yang bertujuan untuk membuat solar panel menerima intensitas cahaya tinggi. Posisi sudut kemiringan solar panel berpengaruh terhadap intensitas cahaya yang diterima. Menurut penelitian dari S. Tamini, W. Indrasari, dan B. H. Iswanto tahun 2016 menyatakan “bahwa daya listrik panel surya terlihat maksimal pada sudut $0^\circ - 30^\circ$ dan menurun pada sudut $45^\circ - 60^\circ$. Hal ini disebabkan karena pada sudut $0^\circ - 30^\circ$ panel surya mendapatkan berkas cahaya yang maksimal”.



Gambar 3.2 Sudut kemiringan solar panel

3.2.1. 2 Perancangan Rangkaian Sensor Cahaya

Rangkaian ini menggunakan 4 buah sensor cahaya (LDR) dan 4 buah resistor. Salah satu masing-masing kaki LDR dihubungkan dengan *suplay* 5 Vdc dan kaki satunya dihubungkan seri dengan resistor. Kaki resistor satunya dihubungkan dengan *ground*. Gambar skema rangkaian sensor dapat dilihat seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Skema Rangkaian LDR

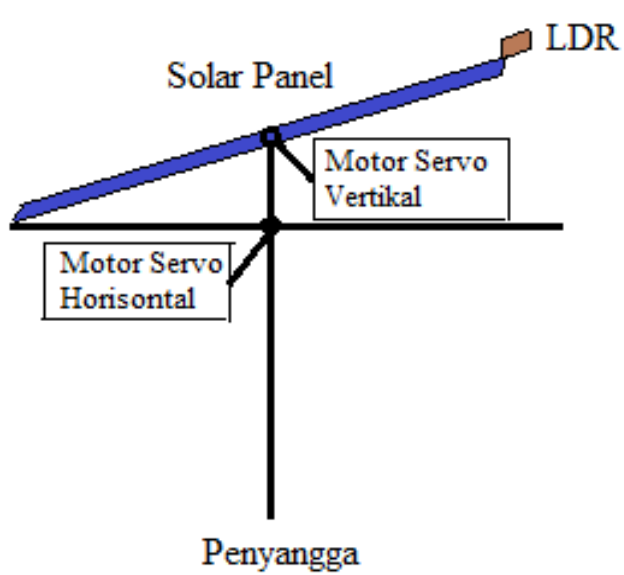
Resistansi LDR nilainya berubah-ubah sesuai dengan cahaya yang diterima saat menerima cahaya yang terang nilai resistansi menjadi 400 ohm dan sebaliknya jika menerima cahaya yang sedikit nilai resistansinya menjadi 9 Kohm. Arus maksimal yang dapat dilewati LDR yaitu 75 mA. Resistor R1, R2, R3, dan R4 yang dipasang nilainya sama. Besar nilai resistor tersebut dipilih 10 Kohm untuk pengaman agar LDR tidak dilewati arus yang melebihi arus maksimal LDR. Besar arus yang dilewati LDR dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$I = \frac{V_{dc}}{R} \quad \dots (3.3)$$

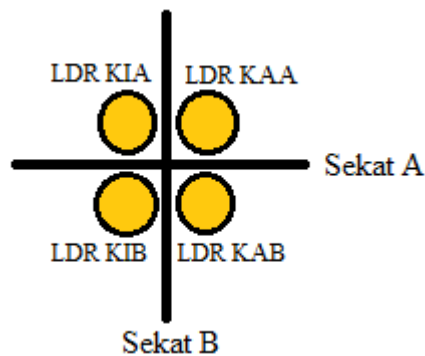
$$I = \frac{5 V_{dc}}{10 \times 10^{-3}}$$

$$I = 5000 A \text{ atau } 50 mA$$

Pada perancangan alat ini dipasang LDR dibagian atas solar panel. Diantara LDR dipasang sekat yang fungsinya untuk memfokuskan arah datangnya cahaya dengan memanfaatkan area bayangan pada keempat sensor. Sekat yang dipasang terbuat dari bahan karbon gelap dengan ketebalan 1 mm dan ketinggian 50 mm. Letak sensor LDR ditunjukkan pada gambar 3.4 dan posisi pemasangan sekat ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.4 Letak LDR Dilihat Dari Samping



Gambar 3.5 Posisi Pemasangan Sekat

Keterangan Gambar:

LDR KIA : LDR Kiri Atas

LDR KAA : LDR Kanan Atas

LDR KIB : LDR Kiri Bawah

LDR KAB : LDR Kanan Bawah

Intensitas cahaya yang diterima sensor membentuk nilai resistansi yang berubah-ubah sehingga tegangan dc yang dihasilkan juga berubah-ubah. Besar tegangan dc yang dihasilkan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$V_{OUT\ KIA} = \frac{R_{LDR\ KIA}}{R_{LDR\ KIA}+R1} \times V_{CC} \quad \dots (3.4)$$

$$V_{OUT\ KIB} = \frac{R_{LDR\ KIB}}{R_{LDR\ KIB}+R2} \times V_{CC} \quad \dots (3.5)$$

$$V_{OUT\ KAA} = \frac{R_{LDR\ KAA}}{R_{LDR\ KAA}+R3} \times V_{CC} \quad \dots (3.6)$$

$$V_{OUT\ KAB} = \frac{R_{LDR\ KAB}}{R_{LDR\ KAB}+R4} \times V_{CC} \quad \dots (3.7)$$

Keterangan :

$R_{LDR\ KIA}$: Resistansi LDR Kiri Atas

$R_{LDR\ KIB}$: Resistansi LDR Kiri Bawah

$R_{LDR\ KAA}$: Resistansi LDR Kanan Atas

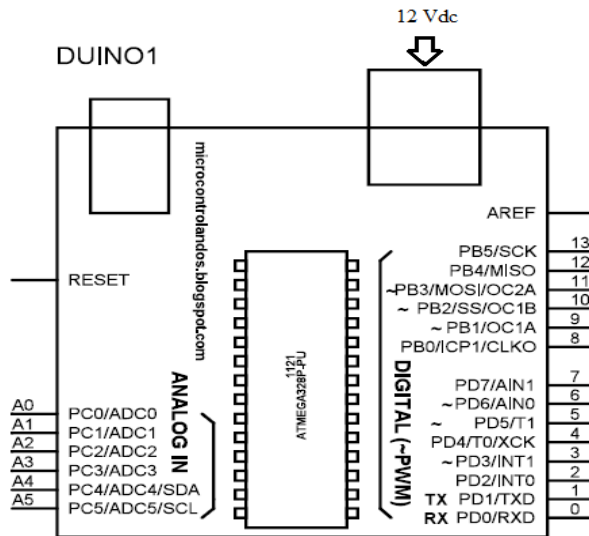
$R_{LDR\ KAB}$: Resistansi LDR Kanan Bawah

Nilai tegangan terbesar yang dihasilkan diartikan sebagai indikator arah datangnya cahaya matahari. Data ini diproses oleh arduino uno untuk mengaktifkan motor servo menggerakkan solar panel ke arah datangnya cahaya matahari tersebut.

3.2.2 Perancangan Rangkaian Arduino

Arduino Uno dapat diaktifkan dengan memberi *power suplay* melalui koneksi USB, atau dari *power suplay* eksternal yang dihubungkan pada *jack power*. Pada *jack power* Arduino uno dapat di *suplay* dengan tegangan 6 Vdc – 20 Vdc. Namun, tegangan yang baik untuk mensuplay Arduino uno yaitu diantara 7 Vdc - 12 Vdc. Pada perancangan tugas akhir ini pilih tegangan 12 Vdc untuk *power suplay* Arduino uno. Pada pin masukan analog A0-A3 dihubungkan dengan LDR dan pada analog I/O pin

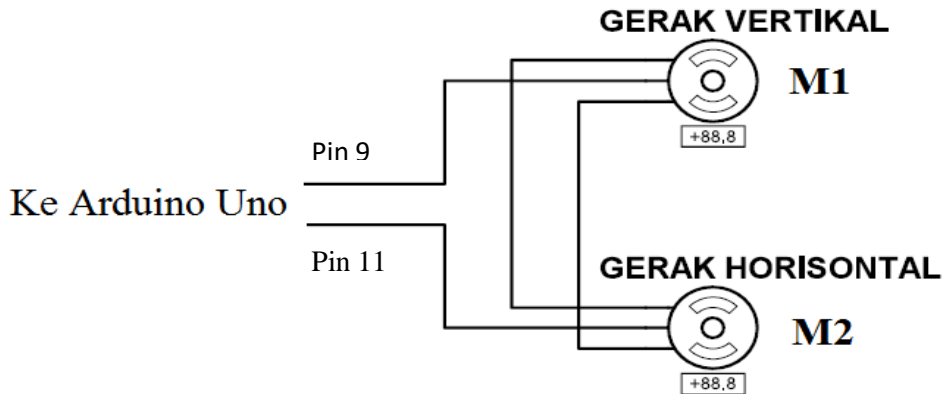
9 dihubungkan dengan motor servo vertikal, pin 10 dihubungkan dengan motor servo horisontal.



Gambar 3.6 Skema Rangkaian Arduino Uno

3.2.3 Perancangan Rangkaian Motor Servo

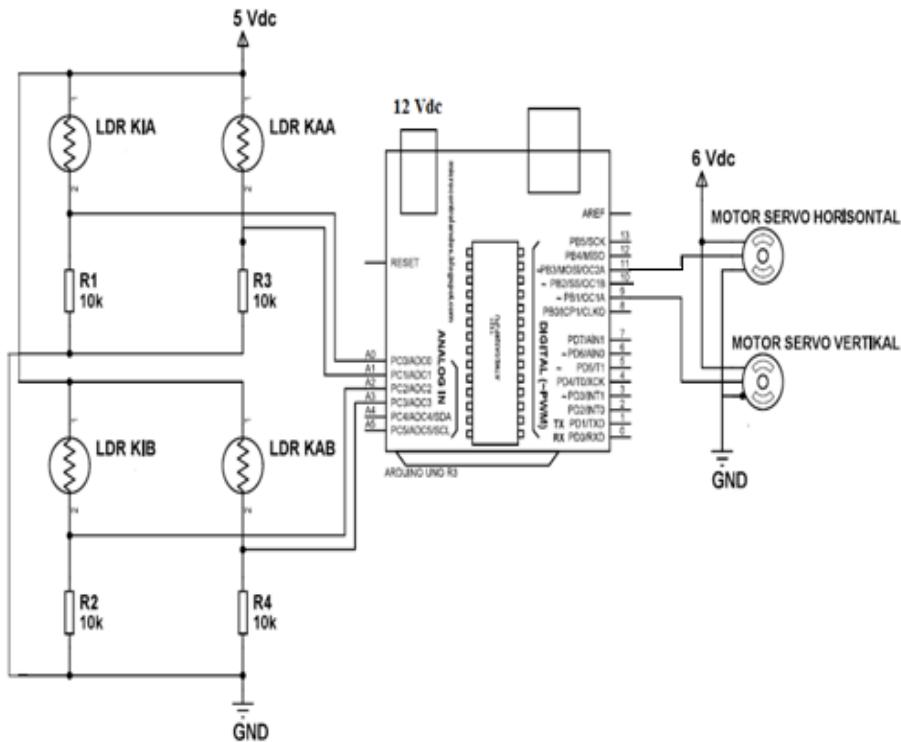
Pada perancangan alat ini digunakan 2 buah motor servo tipe MG 996R. Dimana untuk M1 untuk menggerakan solar panel secara horisontal menghadap posisi timur, sedangkan M2 menggerakan solar panel secara vertikal untuk mengikuti arah matahari terbit dari timur sampai barat. Skema rangkaian motor dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Skema Rangkaian Motor Servo

3.2.4 Perancangan Rangkaian Solar Tracker

Solar tracker ini menggunakan 4 buah sensor cahaya (LDR) dan 2 buah motor servo yaitu M1 dan M2. Dimana motor servo M1 untuk menggerakkan solar panel secara horisontal menghadap ke arah timur, sedangkan motor servo M2 menggerakkan solar panel secara vertikal untuk mengikuti arah matahari terbit dari timur ke barat. Perancangan ini menggunakan arduino uno sebagai pengolah data. Pada posisi awal solar panel akan membentuk sudut 20° terhadap sumbu x negatif dimana sudut tersebut akan berubah-ubah sampai 20° terhadap sumbu x positif mengikuti pergerakan matahari. Skema rangkaian solar tracker dapat dilihat pada gambar 3.8.

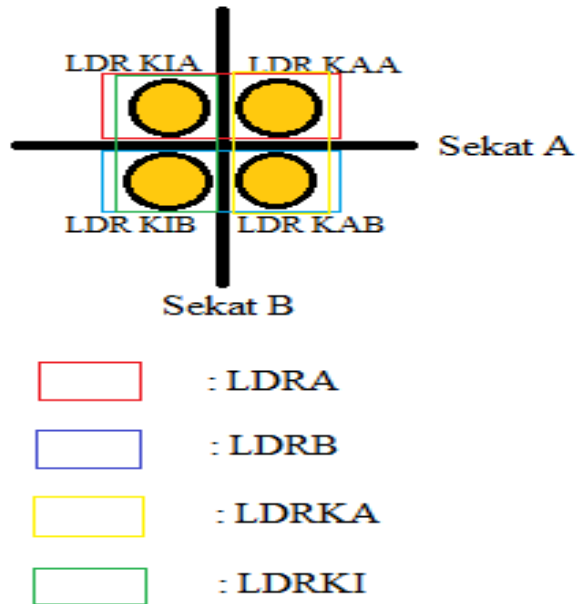


Gambar 3.8 Skema Rangkaian Solar Tracker

Salah satu kaki masing-masing LDR dihubungkan dengan *suplay* 5 Vdc, sedangkan kaki satunya dihubungkan seri dengan resistor dan di pararel dengan masukan analog A0 - A3 pada arduino uno. Kaki resistor satunya dihubungkan dengan *ground*. Arduino uno diberi tegangan eksternal 12 Vdc untuk mengaktifkannya. Motor servo horisontal dihubungkan pada keluaran arduino uno pin 11 dan motor servo vertikal dihubungkan pada pin 9. Dipilihnya pin 9 dan pin 11 karena pada pin keluaran ini dapat memberikan signal PWM (Pulse Width Modulation) yang berfungsi untuk menggerakkan motor.

Pada perancangan ini juga ditentukan grup sensor untuk membandingkan tegangan keluaran sensor. Nilai tegangan terbesar yang dihasilkan diartikan sebagai indikator arah datangnya cahaya matahari,

sehingga akan menggerakkan motor servo ke arah tersebut. Pergerakan motor servo diprogram seperti yang diuraikan pada tabel 3.1.



Gambar 3.9 Penentuan Grup Sensor

Keterangan gambar:

LDRA = Group LDR Atas

LDRB = Group LDR Bawah

LDRKA = Group LDR Kanan

LDRKI = Group LDR Kiri

$$LDRA = VoutKIA + VoutKAA \quad \dots (3.8)$$

$$LDRB = Vout KIB + VoutKAB \quad \dots (3.9)$$

$$LDRKA = VoutKAA + VoutKAB \quad \dots (3.10)$$

$$LDRKI = VoutKIA + VoutKIB \quad \dots (3.11)$$

Tabel 3.2 Sistem Gerak Motor Servo

Kondisi Tegangan Keluaran LDR	Gerak Motor Servo Horisontal	Gerak Motor Servo Vertikal
LDRKI > LDRKA	Ke kiri Sejauh 1°	Diam
LDRKI < LDRKA	Ke Kanan sejauh 1°	Diam
LDRKI = LDRKA	Diam	Diam
LDRA > LDRB	Diam	Ke bawah sejauh 1°
LDRA < LDRB	Diam	Ke atas sejauh 1°
LDRA = LDRB	Diam	Diam

Jika tegangan LDRKI lebih besar dari tegangan LDRKA, maka motor M_1 akan aktif menggerakkan solar panel ke kiri, sebaliknya jika tegangan LDRKI lebih kecil dari tegangan LDRKA, maka motor M_1 akan aktif menggerakkan solar panel ke kanan. Jika kedua tegangan dari LDRKI dan LDRKA sama, maka motor M_1 akan diam mempertahankan posisinya.

Jika tegangan LDRA lebih besar dari tegangan LDRB, maka motor M_2 akan aktif mengerakan solar panel ke atas, sebaliknya jika tegangan LDRA lebih kecil dari tegangan LDRB, maka motor M_2 akan aktif menggerakkan solar panel ke bawah. Jika kedua tegangan dari LDRA dan LDRB sama, maka motor M_2 akan diam mempertahankan posisinya.

3.2.5 Perancangan Solar Charge Controller

Solar charge controler merupakan perangkat yang sangat penting dalam pembangkit listrik tenaga surya. Karena perangkat ini berfungsi untuk mengkontrol pengisian batreai agar tidak *overcharge* sehingga batrai yang digunakan menjadi lebih awet. *Charge controller* ini juga berfungsi sebagai penyetabil tegangan untuk mengisi batreai 12 volt pada tegangan 14 - 14,7 volt. Pada tugas akhir ini telah ditentukan solar panel kapasitas 50 WP dengan *short circuit current* (I_{sc}) 3.04A maka dipilih *solar charge controler* dengan kapasitas 10 A.

3.2.6 Perancangan Batrai

Kapasitas batrai sangat penting ditentukan agar batrai dapat mencatu beban dengan waktu yang dibutuhkan. Dari tabel 3.1 diketahui beban yang dibutuhkan 190,458 *watt hour* maka dapat dihitung besar arus listrik yang dibutuhkan dengan persamaan berikut.

$$I = \frac{W}{V} \quad \dots (3.12)$$

$$I = \frac{190,458}{12}$$

$$I = 19,1 \text{ A}$$

Keterangan:

I = Arus listrik

W = Beban yang dibutuhkan

V = Tegangan batrai

Kapasitas batrai dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Kapasitas Baterai} = \frac{\text{Total beban} \times \text{hari}}{\text{DoD} \times \text{Tegangan yang diperlukan}} \quad \dots (3.13)$$

$$\text{Kapasitas batrai} = \frac{190,458 \times 1}{0,8 \times 12}$$

$$\text{Kapasitas Baterai} = 19,8 \text{ dibulatkan } 20$$

Jumlah baterai dari teganganya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{\text{Tegangan yang dibutuhkan}}{\text{Tegangan baterai}} \quad \dots (3.13)$$

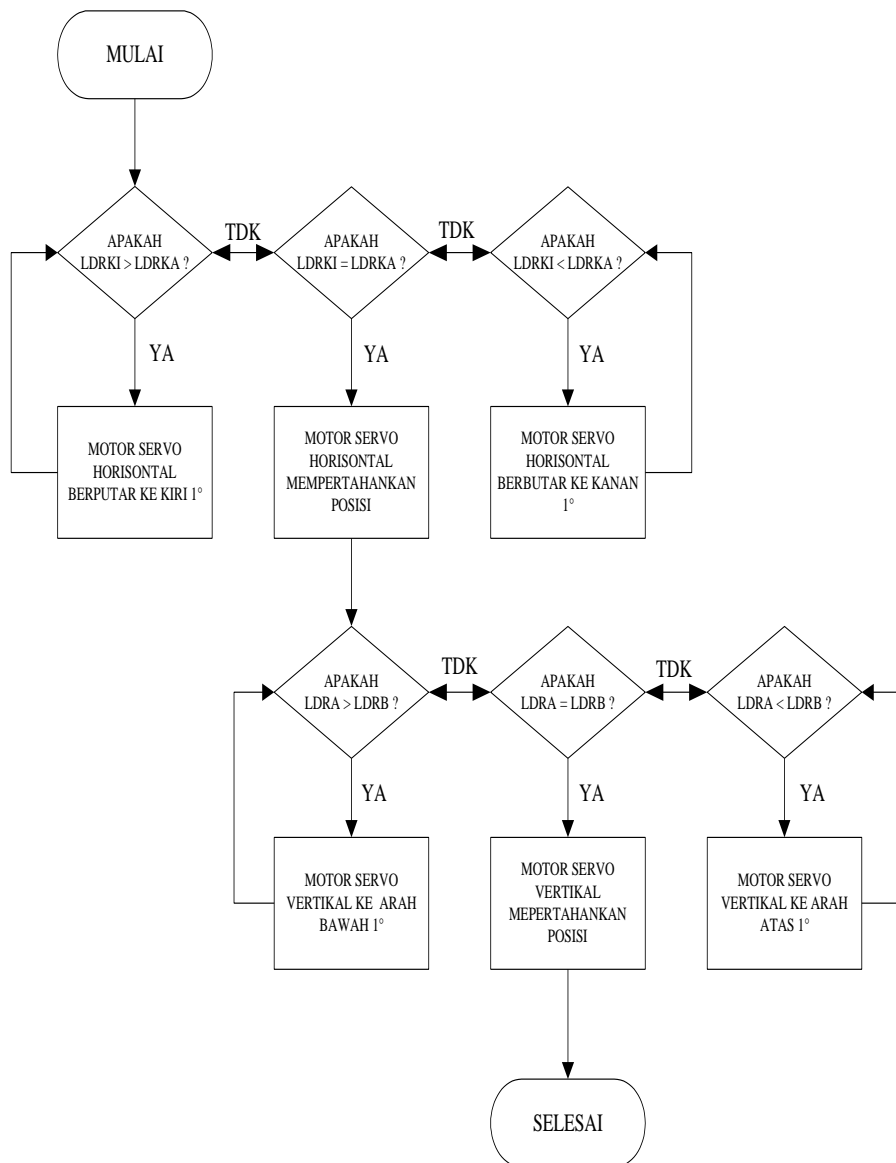
$$\text{Jumlah baterai} = \frac{12 \text{ Vdc}}{12 \text{ Vdc}}$$

$$\text{Jumlah baterai} = 1$$

Dari perhitungan tersebut maka dibutuhkan baterai 1 buah dengan kapasitas 12 volt 20 Ah untuk mencatu beban.

3.3 Perancangan Rangkaian Perangkat Lunak Alat Solar Tracker Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Perancangan perangkat lunak ini menggunakan bahasa pemrograman C yang sudah disederhanakan dengan tahapan seperti pada



Gambar 3.10 Flow chart Solar Tracker

