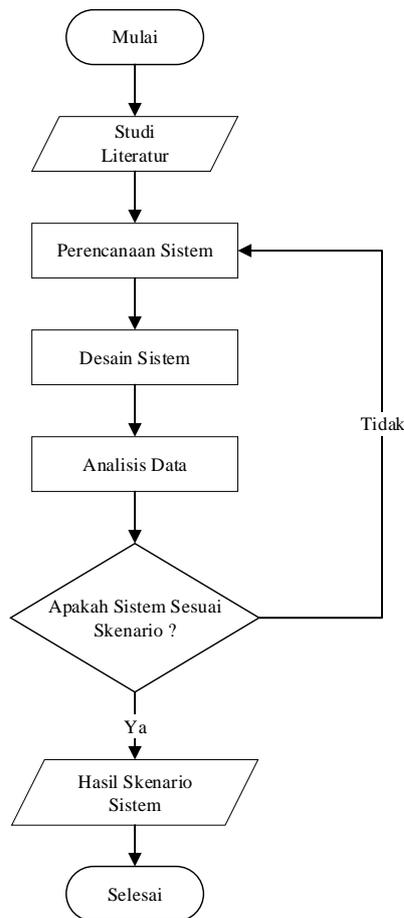


## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Secara Umum

Penelitian ini metodologi yang di pakai adalah seperti yang di gambarkan pada flowchart, dengan melakukan metodologi seperti yang di gambarkan diharapkan penelitian dapat memenuhi hasil yang di inginkan



**Gambar 3. 1** Garis Besar Metodologi Penelitian

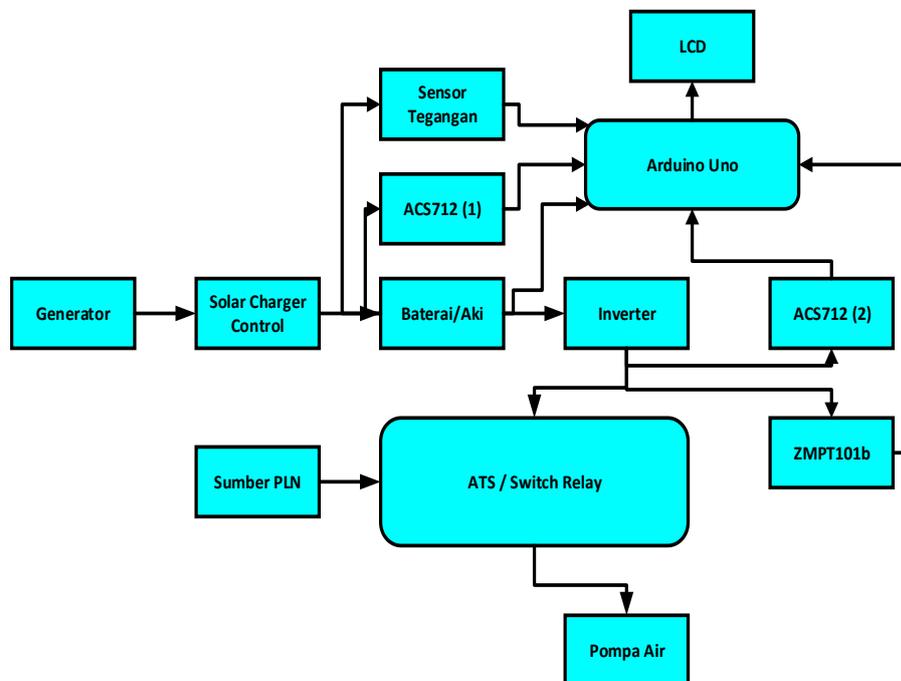
### 3.2 Studi Literatur

Tahapan ini yang perlu dilakukan adalah mengumpulkan referensi dan dasar teori yang diambil dari jurnal, internet, dan buku-buku yang berhubungan dengan elemen-elemen yang dipakai dalam penelitian ini. Berikut literatur-literatur yang dipelajari antara lain sebagai berikut:

1. Generator
2. Solar Charger Controll
3. Inverter
4. Transfer Switch Relay
5. Pompa Air
6. Baterai
7. Arduino
8. ACS712
9. Sensor Tegangan
10. ZMPT101b
11. LCD

### 3.3 Perancangan Sistem

Setelah memahami literatur yang tersedia, maka bisa dimulai dengan membuat perancangan rangkaian secara mekanik maupun elektronika. Gambaran umum mengenai yang akan dirancang bisa dilihat pada Gambar 3.2 blok diagram berikut ini:



**Gambar 3. 2** Blok Diagram Sistem

Prinsip kerja menurut blok diagram pada Gambar 3.2 :

- Generator sebagai pembangkit listrik yang akan menghasilkan sumber tegangan.
- *Solar Charger Control* bekerja untuk mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian – karena baterai sudah penuh dan kelebihan voltase dari generator).
- Baterai bekerja untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai pompa air.
- *Inverter* bekerja untuk merubah/mengkonversikan tegangan searah/DC ke tegangan bolak-balik/AC dengan besar tegangan dan frekuensi yang diinginkan.
- *ATS (Automatic Transfer Switch)* bekerja untuk memindahkan koneksi antara sumber tegangan listrik satu dengan sumber tegangan listrik lainnya secara otomatis.
- Sumber PLN bekerja untuk mensuplai pompa air.
- Pompa Air untuk memindahkan air dari kolam kembali lagi ke kolam, dan juga untuk menjaga oksigen ikan.
- Arduino dapat memprogram untuk mengendalikan sensor arus, sensor tegangan kemudian data ditampilkan di LCD.
- ACS712 bekerja untuk mendeteksi besar arus yang mengalir lewat blok terminal.
- Sensor Tegangan bekerja untuk mengukur tegangan input pada baterai.
- ZMPT101b bekerja untuk mengukur tegangan output pada inverter.
- LCD untuk menampilkan data yang sudah terukur oleh sensor.

### 3.3.1 Studi Beban

Studi beban dilakukan pada Pompa Air Kolam Ikan. Waktu menyala *traffic light* merah-kuning-hijau dalam sehari selama 9 jam. Beban

yang digunakan pada perancangan tugas akhir ini terdiri dari satu pompa air kolam ikan. Untuk pencarian daya pada beban adalah sebagai berikut:

- Pompa air kolam ikan setiap saat nyala dalam waktu 9 jam sebanyak 1 buah Pompa air yang terdiri dari:

- a. 1 Pompa air kolam ikan nyala sebanyak 1 buah =  $(1 \times 1) \times 60 \text{ Watt}$   

$$= 60 \text{ Watt}$$

Jadi total daya dalam waktu 9 jam = 60 Watt

Untuk daya total beban yang digunakan pada perancangan ini dapat dilihat pada tabel 3.1 profil beban dibawah ini:

**Tabel 3. 1** Profil beban selama sehari

No	Jenis	Daya (W)	Lama nyala (jam)	Total
1.	Pompa Air selama 9 jam	60 Watt	9 jam	540 Wh
Etot (Total beban)				540 Wh

### 3.3.1.1 Ukuran dan spesifikasi baterai.

Pada perancangan tugas akhir ini untuk ukuran baterai menggunakan standar IEEE Std 1013-2007 tentang ukuran baterai yang merupakan rujukan dari standar IEEE Std 1562-2007. Baterai yang digunakan pada sistem Rancang bangun alat pembangkit listrik ini harus mampu melayani beban selama waktu yang ditentukan. Untuk itu diperlukan perhitungan untuk menentukan ukuran dan spesifikasi baterai. Adapun tahapan yang akan dilalui dalam menentukan ukuran dan spesifikasi baterai sebagai berikut:

- a. Tegangan sistem

Tegangan sistem yang dipakai adalah 12 VDC pada battery.

- b. Waktu otonomi

Waktu otonomi adalah waktu yang diperlukan oleh sistem rancang bangun alat pembangkit listrik untuk melayani beban tanpa masukan energi dari

generator dan tanpa melalui MDOD maximum baterai. Dalam perancang sistem rancang bangun alat pembangkit listrik pada tugas akhir ini waktu otonomi yang digunakan adalah selama 1 hari.

- b. *Maximum depth of discharge* (MDOD) adalah besarnya muatan yang ditarik (*discharge*) ketika baterai terisi penuh pada kecepatan *discharge* yang dipilih. Secara umum MDOD dinyatakan dalam bentuk persentase dari kapasitas baterai, misalnya; penarikan 20 Ah dari baterai yang memiliki kapasitas 100 Ah menghasilkan *discharge* 20%. Pada tugas akhir ini MDOD yang dipilih sebesar 80 % sesuai dengan contoh pada standar IEEE Std 1013-2007, artinya sistem mengizinkan baterai untuk dikosongkan hingga menyisakan 20% muatan didalam baterai. Jika kondisi itu terjadi, maka baterai tidak akan melayani beban sebelum di isi muatan kembali.
- c. Design load Ah (Ah)

Satuan energi (dalam Wh) dikonversikan menjadi Ah yang sesuai dengan satuan kapasitas baterai. Beban yang digunakan dalam perancangan sebesar 144 Wh. Jadi total beban harian yang harus dilayani oleh baterai adalah sebagai berikut:

$$\text{Ah} = \frac{\text{beban harian}}{\text{tegangan operasi DC}}$$

$$\text{Ah} = \frac{144 \text{ Wh}}{12 \text{ VDC}}$$

$$\text{Ah} = 12 \text{ Ah}$$

- e. Kapasitas baterai

1. Kapasitas baterai = waktu otonomi x total beban harian  
= 1 x 540 Ah  
= 540 Ah

2. *Maximum allowable depth of discharge* (MDOD)

MDOD yang digunakan sebesar 80% sesuai dengan standar IEEE Std 1013-2007.

3. Kapasitas MDOD = kapasitas baterai ÷ MDOD

$$= 144 \text{ AH} \div 80\%$$

$$= 180 \text{ Ah}$$

4. Maximum daily depth of discharge (MDDOD) = 20%

5. Kapasitas MDDOD = total beban harian  $\div$  20%

$$= 144 \text{ Ah} \div 20\%$$

$$= 720 \text{ Ah}$$

6. Persen dari kapasitas pada end of life (EOL) = 80%

7. Kapasitas yang disesuaikan untuk EOL = 144 Ah  $\div$  80%

$$= 180 \text{ Ah}$$

8. *Number of strings in parallel*

*Number of strings in parallel* adalah jumlah percabangan baterai yang dihubungkan secara paralel. Untuk menentukan jumlah percabangan baterai yang dihubungkan secara paralel perlu diketahui spesifikasi baterai yang akan digunakan. Baterai yang digunakan adalah Aki Kering NS60 GS 12 V 12 Ah dengan spesifikasi sebagai berikut:

**Tabel 3. 2** Data Spesifikasi teknis baterai

Model	NS60
Weight	3 kg
Dimensions	23.7 x 12.7 x 20 cm
Voltage	12V
Capacity	12 Ah

Setelah spesifikasi baterai ditentukan, maka untuk menentukan *Number of strings in parallel* (NoSP) dengan cara sebagai berikut:

$$\text{NoSP} = \frac{\text{Kapasitas baterai yang dibutuhkan}}{\text{Kapasitas (manufacture)}}$$

$$= \frac{720 \text{ Ah}}{180 \text{ Ah}}$$

$$= 4 \text{ Ah}$$

$$= 4 \text{ Ah}$$

9. Number of cell/block in series

Number of cell/block in series adalah jumlah baterai yang terhubung secara seri di setiap percabangan.

$$\begin{aligned} \text{Number of cell in series} &= \frac{\text{Tegangan operasi}}{\text{Tegangan baterai yang dipilih}} \\ &= \frac{12 \text{ VDC}}{12 \text{ VDC}} = 1 \end{aligned}$$

10. Capacity of battery bank at nominal discharge rate

Capacity of battery bank at nominal discharge rate adalah kapasitas baterai yang dihasilkan setelah perancangan. Hasil akhir kapasitas baterai dalam perancangan tugas akhir ini adalah:

$$\begin{aligned} C_{100} (\text{design}) &= \text{kapasitas baterai yang digunakan} \times \text{NoSp} \\ &= 12 \text{ Ah} \times 15 \\ &= 180 \text{ Ah} \end{aligned}$$



Gambar 3. 3 MS12-12

3.3.1.2 Ukuran dan spesifikasi SCC

Solar Charge Control (SCC) adalah pengontrol yang bekerja dari sistem pengisian generator ke baterai, jika baterai sudah terisi penuh maka SCC akan memutus arus dari generator. Disamping itu SCC juga berfungsi mengontrol baterai kalau tegangan baterai turun drop / turun secara otomatis SCC memberi perintah ke generator untuk mengisi ulang baterai. Jadi baterai yang terpasang pada SCC akan di kontrol 24 jam sehingga baterai aman dan tidak mudah rusak.

Dalam menentukan spesifikasi SCC harus mengikuti beberapa tahapan, antara lain :

a. *100 h rate capacity of selected cell/block*: *100 h rate capacity of selected cell/block* adalah kapasitas yang tertera pada manufacture baterai. Pada pemilihan spesifikasi baterai sebelumnya kapasitas yang dipilih adalah 12 Ah.

b. *100 h rate capacity of battery bank*

*100 h rate capacity of battery bank* disimbolkan dengan C100 adalah total kapasitas baterai yang digunakan dalam sistem rancang bangun pembangkit listrik. Pada penentuan spesifikasi baterai sebelumnya bahwa total kapasitas baterai sudah diketahui yaitu pada *Capacity of battery (Design)* sebesar 180 Ah.

c. *100 h charge rate for battery bank*

*1000 h charge rate for battery bank* disimbolkan dengan I100, adalah arus maksimum yang dihasilkan oleh battery charge regulator ( satuan dalam A).

$$\begin{aligned}
 I100 &= \frac{100 \text{ h rate capacity for battery bank}}{100} \\
 &= \frac{180 \text{ Ah}}{100} \\
 &= 1.8 \text{ A}
 \end{aligned}$$

d. Setelah didapatkan hasil untuk besarnya arus maksimum yang dihasilkan oleh SCC sebesar 6,75 A, maka pada tugas akhir ini SCC yang digunakan sebesar 30 A sesuai dengan data spesifikasi SCC 30 A – 12V DC yang ada beredar dipasaran. Adapun spesifikasinya dapat dilihat pada tabel 3.4:

**Tabel 3. 3** Spesifikasi SCC 30 A - 12V DC

Tegangan Keluar	12 VDC
Konsumsi Daya	10 mA ( Standbay)
Arus Keluar	30 A ( Max )
Posisi Matikan Charge Battery	14.40 V

Posisi Mengisi Ulang Battery	13.00 V
Matikan Tegangan Load (Shutdown)	10.70 V
USB Output	5 V / 3 A
Temperature	-35°C~+60°C
Bentuk	Persegi Panjang
Ukuran	133.5 x 70 x 35 mm

*Solar Charge Control* ini dilengkapi sistim proteksi yaitu:

Pemasangan kabel positif dan negatif ke terminal input *solar cell* terbalik display digital tidak akan tampil / menyala, pemasangan kabel positif dan negatif ke terminal input *solar cell* benar maka display digital akan tampil tulisan, Pemasangan kabel positif dan negatif ke terminal input *battery* terbalik display digital akan tampil tulisan eror (pertanda salah pasang kabel positif dan negatif baterai, indikator led Fault menyala), pemasangan kabel positif dan negatif terjadi hubungan arus pendek / *short circuit* maka sekering pengaman akan putus, dan jika beban lebih dari 30 A maka sekering pengaman akan putus. Bentuk SCC 30 A – 12V DC dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini:



**Gambar 3. 4** SCC 30 A – 12V DC

### 3.3.1.3 Ukuran dan spesifikasi generator

Tujuan penentuan spesifikasi generator adalah supaya nantinya generator mampu mengisi energi ke baterai yang nantinya bisa digunakan untuk disalurkan ke beban sesuai dengan waktu otonomi yang telah ditentukan. Dalam

menentukan spesifikasi generator perlu diketahui tahapan yang akan dilalui, adapun tahapannya meliputi:

a. Penentuan spesifikasi generator (*Selected module*)

Pada tugas akhir ini akan menggunakan generator dengan spesifikasi sebagai berikut :

**Tabel 3. 4** Data Spesifikasi Generator goso F50-12V

Model	Generator goso F50-12V
Frame Type	Black
Tegangan Output	12 V
Power (W)	10 Watt
Resistansi	10,5 0.5
Ketahanan	> 3000 jam
Noise	< 55 dB
Resistansi Insulasi	10 M
Maksimum Tekanan	0.6 Mpa

Bentuk dari Generator goso F50-12V dapat dilihat pada gambar 3.5.



**Gambar 3. 5** Generator goso F50-12V

**A. Perhitungan Waktu Pengisian Aki dengan Generator**

Untuk menghitung waktu pengisian Aki ada beberapa hal yang harus diperhatikan adala sebagai berikut. Diketahui :

1. Voltase Aki : 12 Volt.
2. Daya Generator : 10 Watt

3. Kapasitas Aki : 12 Ah

Lama waktu pengisian yang dibutuhkan ??

Mencari Ampere dari Generator :

$I_g = \text{Aampere Generator}$

$I = P/V$

$I_g = 10/12 = 0,83 \text{ Ampere}$

$T = \text{Kapasitas Aki} / I_g$

$T = 12\text{Ah} / 0,83 = 14.45 \text{ Jam}$

Kesimpulan :

Lama Pengisian aki selama 9 jam itu 6% dari pengisian 100% (54 jam).

**A. Perhitungan berapa lama aki dapat mem-*backup* beban :**

Motor : 60 Watt

Aki : 12 ah, 12 Volt

Rumus dasar :

**$P = V \times I$**

**$V = P/I$**

**$I = P/V$**

dimana,

$I = \text{Kuat Arus (Ampere)}$

$P = \text{Daya (Watt)}$

$V = \text{Tegangan (Volt)}$

Diketahui :

Beban : 60 Watt.

Aki yang digunakan : 12 V/12 Ah.

Maka didapat :

$$I = 60 \text{ W} / 12 \text{ V} = 5 \text{ Ampere}$$

$$\text{Waktu pemakaian} = 12 \text{ Ah} / 5 \text{ A} = 2.4 \text{ jam} - \text{dieffisiensi Aki sebesar } 20 \%$$

$$= 2.4 \text{ jam} - 1,8 \text{ jam}$$

$$= 0.6 \text{ Jam}$$

Kesimpulan :

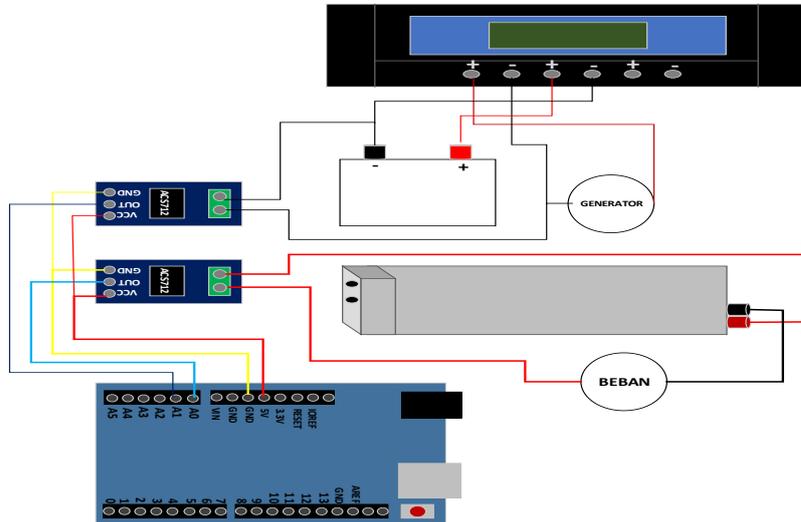
Lama ketahanan aki ditentukan oleh besarnya Kapasitas Ampere aki dan berapa watt beban.

### **3.4 Perancangan Hardware**

Kebutuhan akan perangkat elektronik akan meningkat di tiap tahunnya, dan akan terus mengalami perkembangan yang sangat pesat. Dalam perancangan dan pembuatan alat rancang bangun sistem pembangkit listrik tenaga air untuk memanfaatkan energi aliran pompa di kolam ikan menggunakan beberapa perangkat elektronik diantaranya generator, baterai aki, pompa air, *switch relay*, *solar charger control*, *inverter*, arduino, ACS712, sensor tegangan, ZMPT101b, lcd.

### 3.4.1 Perancangan Rangkaian

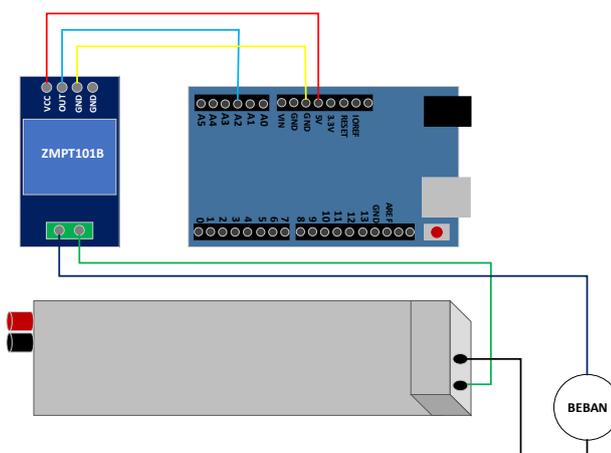
#### 3.4.1.1 Rangkaian Sensor ACS712



**Gambar 3. 6** Rangkaian ACS712

Pada gambar 3.3 diatas dapat dilihat sensor arus ACS712 memiliki 5 pin, 2 pin terhubung dengan sumber tegangan VAC dan 3 pin terhubung dengan arduino. Tiga pin sensor arus yang terhubung dengan arduino adalah pin Vcc, pin out, dan pin ground. Pin Vcc terhubung dengan pin +5V pada arduino, pin out terhubung dengan pin analog A0 dan A1 pada arduino, dan pin ground sensor terhubung pada pin ground arduino.

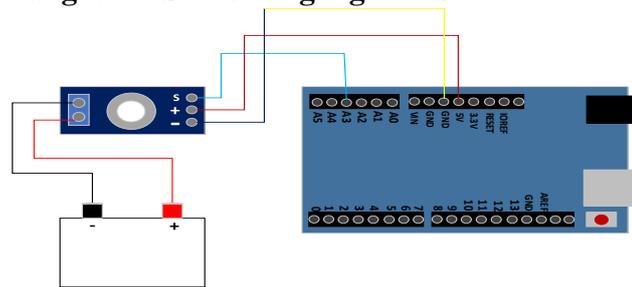
#### 3.4.1.2 Rangkaian ZMPT101B



**Gambar 3. 7** Rangkaian Sensor Tegangan AC ZMPT101B

Pada gambar 3.4 diatas dapat dilihat sensor tegangan memiliki 6 pin, 2 pin terhubung dengan sumber tegangan VAC dan 4 pin terhubung dengan arduino. Tiga pin sensor tegangan yang terhubung dengan arduino adalah pin Vcc, pin out, dan pin ground. Pin Vcc terhubung dengan pin +5V pada arduino, pin out terhubung dengan pin analog A2 pada arduino, dan pin ground sensor terhubung pada pin ground arduino.

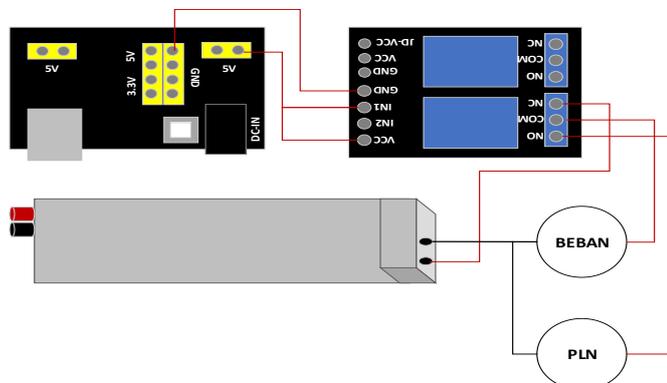
### 3.4.1.3 Rangkaian Sensor Tegangan DC



**Gambar 3. 8** Rangkaian Sensor Tegangan DC

Pada gambar 3.5 diatas dapat dilihat sensor tegangan memiliki 5 pin, 2 pin terhubung dengan sumber tegangan VDC Baterai dan 3 pin terhubung dengan arduino. Tiga pin sensor tegangan yang terhubung dengan arduino adalah pin Vcc, pin out, dan pin ground. Pin Vcc terhubung dengan pin +5V pada arduino, pin out terhubung dengan pin analog A3 pada arduino, dan pin ground sensor terhubung pada pin ground arduino.

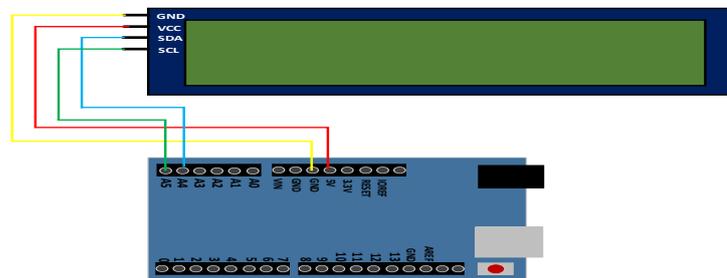
### 3.4.1.4 Rangkaian Driver Relay (ATS)



**Gambar 3. 9** Rangkaian Driver Relay

Pada gambar 3.6 diatas dapat dilihat driver relay memiliki 12 pin dan 2 channel, 3 pin terhubung dengan sumber tegangan VAC PLN, Inverter dan beban, 3 pin terhubung dengan power supply. Empat pin driver relay yang terhubung dengan power supply adalah pin Vcc, pin in1, dan pin ground. Pin Vcc terhubung dengan pin +5V pada power supply, pin in1 terhubung dengan pin +5V power supply, dan pin ground sensor terhubung pada pin ground power supply.

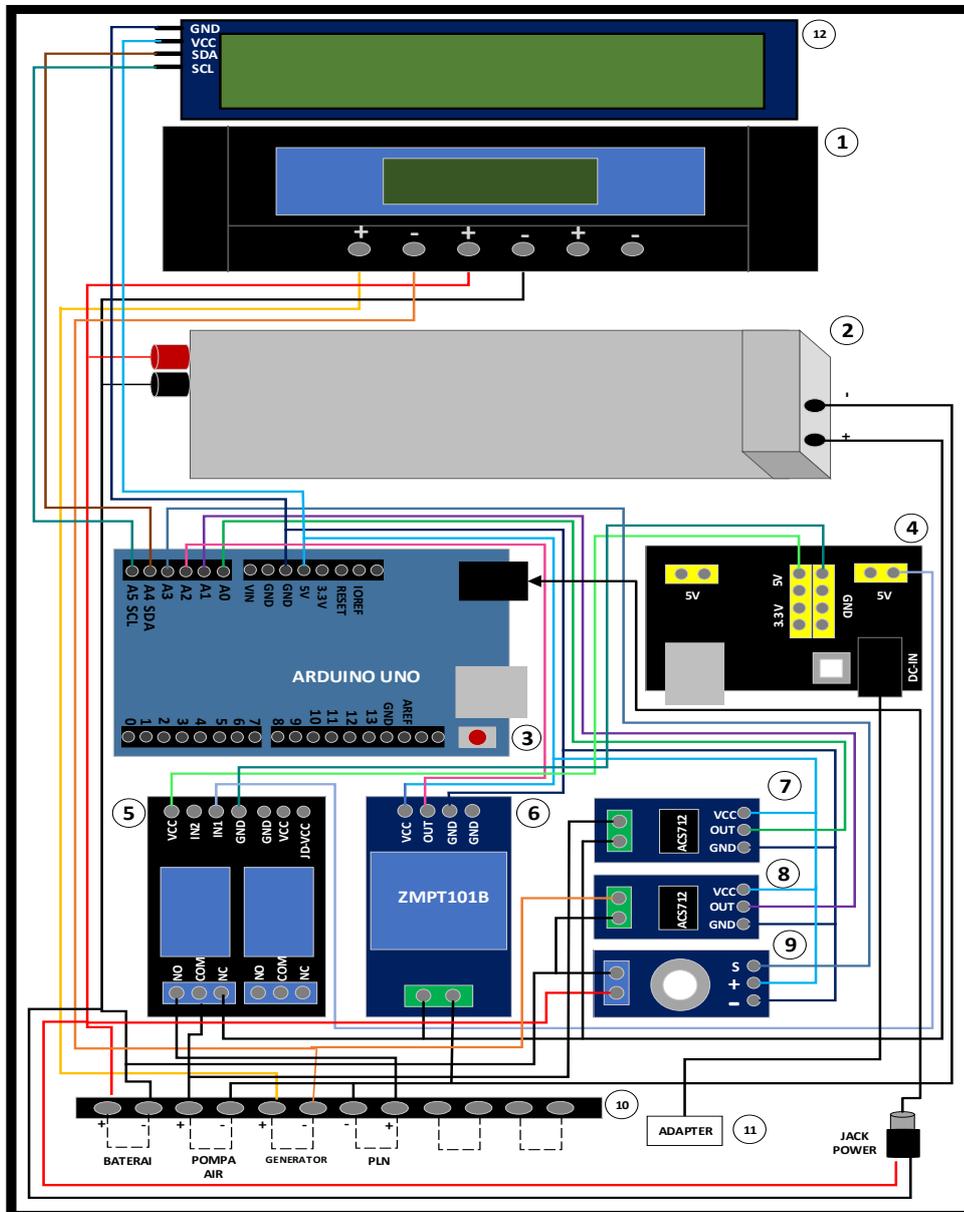
### 3.4.1.5 Rangkaian LCD 20x4 IC2



**Gambar 3. 10** Rangkaian LCD 20x4 IC2

Pada gambar 3.7 diatas dapat dilihat LCD 20x40 IC2 memiliki 4 pin, 4 pin terhubung dengan arduino. Empat pin LCD 20x40 IC2 yang terhubung dengan arduino adalah pin Vcc, pin SDA, pin SCL dan pin ground. Pin Vcc terhubung dengan pin +5V pada arduino, pin SDA terhubung dengan pin analog A4 pada arduino, pin SCL terhubung dengan pin analog A5 pada arduino, dan pin ground LCD terhubung pada pin ground arduino.

### 3.4.1.6 Rangkaian Alat Monitoring Daya Lengkap



**Gambar 2. 13** Rangkaian Alat Monitoring Daya Lengkap

Keterangan :

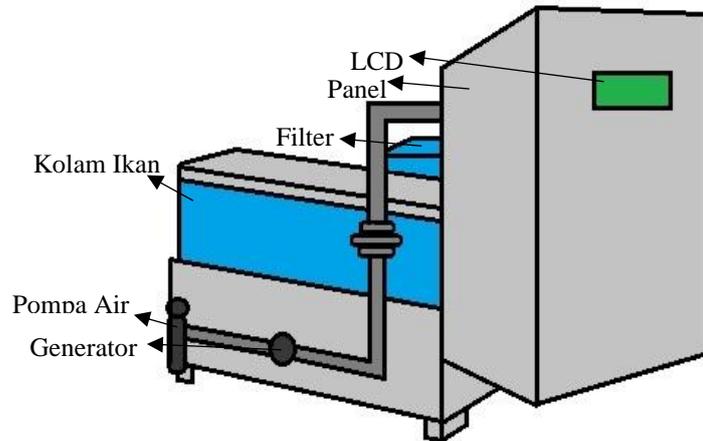
- 1) Solar Charge Control
- 2) Inverter 500 Watt
- 3) Arduino Uno
- 4) Power Supply 5 Volt

- 5) Driver Relay / ATS
- 6) Sensor Tegangan AC ZMPT101b
- 7) ACS712 (Mengukur Arus Inverter)
- 8) ACS712 (mengukur Arus Baterai)
- 9) Sensor Tegangan DC
- 10) Terminal Krustin
- 11) Adapter (Mensuplai Power Supply)
- 12) Liquid Crystal Digital (LCD)

#### **3.4.2 Perangkat Mekanik**

Perancangan *hardware* alat rancang bangun sistem pembangkit listrik tenaga air untuk memanfaatkan energi aliran pompa di kolam ikan secara keseluruhan memiliki berbagai macam elemen pendukung seperti:

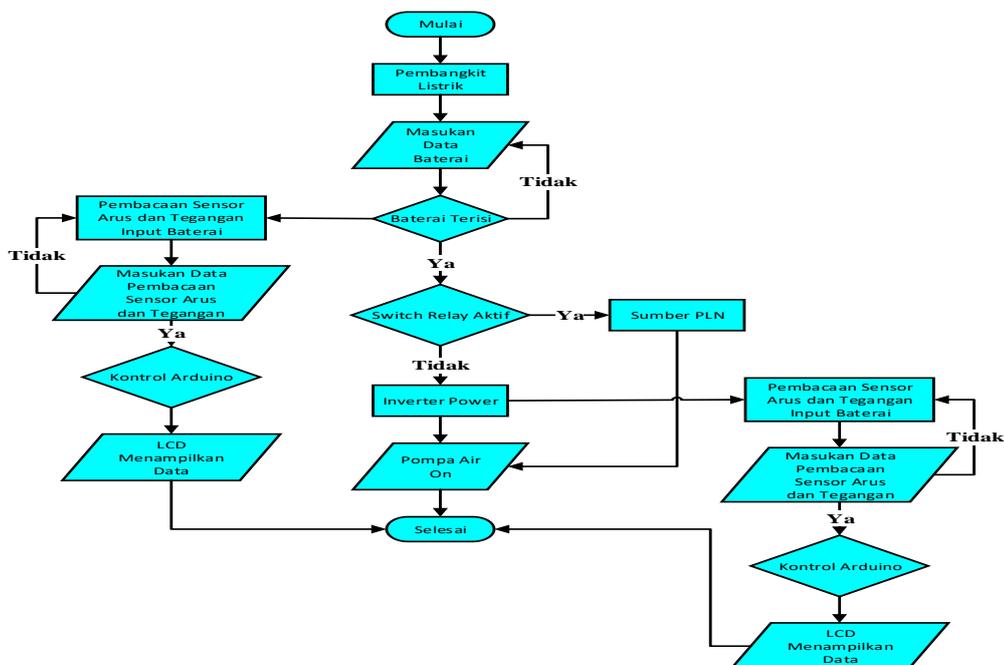
1. Panel
2. Pipa pompa air
3. Kolam ikan
4. Generator Turbin



**Gambar 3. 11** Desain Perangkat Mekanik

### 3.5 Perancangan Software

Perancangan software disini adalah alur cara kerja alat yang digambarkan dalam flowchart, yang di gambarkan pada gambar 3.12 dalam flowchart yang di jelaskan dalam gambar 3.12 memiliki 2 kondisi kemungkinan yaitu di implementasikan dalam switch relay yang nantinya terdapat pada sumber PLN dan sumber baterai.



**Gambar 3. 12** Sistem Flowchart Pembangkit Listrik Menggunakan Generator

### 3.6 Pengujian Alat

Tahap ini kegiatan yang perlu dilakukan adalah melakukan pengujian terhadap Pembangkit Listrik apakah sudah bisa memberikan sumber tegangan pada baterai kemudian apakah switch relay dapat bekerja otomatis ketika sumber dari PLN terputus apakah bisa langsung berpindah ke sumber baterai. Kemudian berapa lama ketahanan baterai ketika menjalankan pompa air ketika tidak ada sumber dari PLN. Tahapan pengujian alat ada beberapa tahapan yaitu sebagai berikut.

Pengujian keseluruhan dilakukan untuk mengetahui performa pembangkit listrik tenaga air untuk memanfaatkan energi aliran pompa air di Indonesia. Pengujian keseluruhan menggunakan *hydro* (air), generator DC magnet permanen sebagai pengubah energi dari turbin *cross flow* menjadi energi listrik berupa tegangan (*volt*), luarannya distabilkan oleh *Baterai Charger Control* dan digunakan untuk mengisi baterai dengan kapasitas 12 *volt*, tegangan *output* yang dihasilkan oleh *Baterai Charger Control* adalah 12 *volt* DC yang selanjutnya akan diubah menjadi tegangan AC melalui inverter.

#### A. Pengujian Sistem

Tabel 3. 5 Pengujian Sistem

Komponen	Tidak Normal	Normal	Kondisi
Generator			
Baterai Charger Control			
Baterai			
Inverter			
Transfer Switch Relay			

**Catatan :** Berilah tanda  $\checkmark$  pada kolom Tidak Normal jika fungsi komponen tidak normal, dan berilah tanda  $\checkmark$  pada kolom Tidak Normal jika

fungsi komponen Normal.

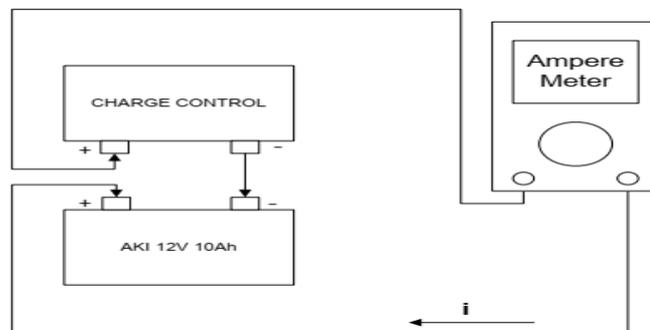
Pengujian alat ini difokuskan pada pengujian system Pembangkit Listrik apakah system sudah berjalan sesuai dengan perencanaan system atau tidak, sehingga diperlukan tahapan pengujian dalam 5 skenario yang sudah di buat.

### 1) Pengujian Generator 12 Volt DC 10 Watt

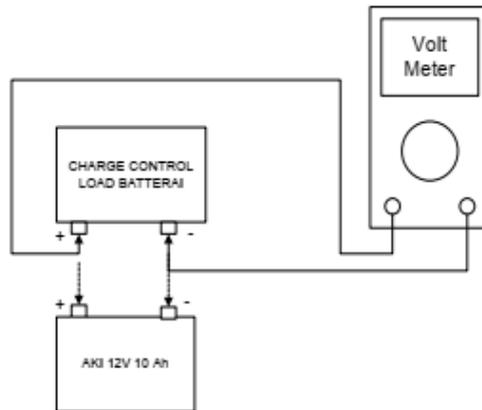
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan *output* maksimal yang dihasilkan generator DC sehingga *Baterai Charger Control* dapat bekerja dengan baik dengan tegangan kerja yaitu 13 volt DC. Semakin tinggi kecepatan aliran air, maka tegangan *output* yang dihasilkan oleh generator DC akan semakin besar. Tegangan *output* minimal adalah 11.2 volt DC dan tegangan *output* maksimal adalah 13 volt DC.

### 2) Pengujian *Baterai Charger Control* 12 A 12 V 24 V

Pada pengujian dan pembahasan *Baterai Charger Control* ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama pengisian kapasitas baterai dengan menentukan berapa besar arus dan tegangan yang diberikan dalam pengisian kapasitas baterai. Pengujian ini tegangan diberikan sebesar 13 Volt karena biasanya di set 110% -115% dari nominal tegangan aki dan arus yang diberikan mengikuti besarnya arus yang bersumber dari pembangkit listrik tenaga air. Untuk hasil pengujian pengisian baterai dapat dilihat pada Gambar 3.13 dan Gambar 3.14 dibawah ini.



**Gambar 3. 13** Blok diagram pengujian arus pengisian menggunakan alat ukur



**Gambar 3. 14** Blok diagram pengujian tegangan pengisian menggunakan alat ukur

### 3) Pengujian Baterai 12 Volt 10 Ah

Pengujian disini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu pengisian untuk baterai dengan kapasitas 12 V 12 AH, dan pengamatan dilakukan setiap 30 menit untuk memback up beban pompa. Hasil Pengujian nanti dapat dilihat pada Tabel 3.3.

**Tabel 3. 6** Hasil Pengukuran Lama Pemakaian Baterai 12 V 12 Ah dengan Beban 100 Watt

Jam	Tegangan (Volt)	Arus (Amper)	Daya (Watt)

### 4) Pengujian Inverter 12 V 500 Watt

#### ➤ Pengujian Inverter tanpa beban

Pengujian inverter tanpa beban ini dilakukan dengan menghubungkan baterai dan rangkaian tanpa menghubungkan dengan beban. Setiap satu jam akan dilakukan pengukuran pada

baterai dan pada terminal kuningan. Hasil pengujian rangkaian inverter tanpa beban nanti dapat dilihat pada table 3.4.

**Tabel 3. 7** Data Pengukuran tegangan baterai dan terminal kuningan tanpa beban

No	Waktu (Jam)	Pengukuran Tegangan (Volt)	
		Vin Inverter	Vout Inverter
1			
2			
3			
4			
5			
6			

➤ Pengujian inverter dengan beban

Untuk pengujian inverter menggunakan beban. Beban dihubungkan dengan inverter, selanjutnya setiap 5 menit dilakukan pengukuran pada baterai dan pada terminal kuningan. Hasil pengujian rangkaian inverter dengan beban nanti dapat dilihat pada Tabel 3.5.

**Tabel 3. 8** Data pengujian inverter dengan beban

No	Waktu (Menit)	Pengukuran Tegangan (Volt)		Beban
		Vin Inverter	Vout Inverter	
1				
2				
3				
4				
5				
6				

#### 5) Pengujian Switch Relay 5 VDC 220 VAC

Pengujian relay ini dilakukan untuk mengetahui apakah *relay* bekerja sesuai dengan yang ditentukan. Output dari adapter akan diteruskan ke relay melalui sebuah transistor, Transistor didalam rangkaian relay berfungsi sebagai switch dan digunakan untuk mencegah *kick back* atau tegangan balik yang sangat besar saat *relay* dimatikan. Dengan memanfaatkan karakteristik transistor emitor, pada kondisi saturasi (jenuh) dan keadaan cut-off (mati) maka transistor dapat dijadikan saklar dengan pemutus dan menyambungannya berupa tegangan pada basisnya.

Pada rangkaian relay jika output dari mikrokontroler sebesar 0 volt, maka relay pada rangkaian ini kondisi saklar pada kondisi terbuka dan lampu berada pada posisi mati.

Sebaliknya jika output dari adapter sebesar 5 volt maka transistor akan berfungsi sebagai saklar posisi on maka *relay* pada rangkaian akan berada pada kondisi on sehingga beban akan menyala.

#### 6) Pengujian Sensor Arus ACS712

Pengujian rangkaian sensor arus menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, LCD dan alat ukur *Amperemeter*. Langkah pengujian dilakukan dengan memprogram mikrokontroler Arduino Uno untuk memproses nilai analog yang dibaca sensor arus, dimana nilai analog tersebut dikonversi sehingga menampilkan nilai arus pada layar LCD. Nilai arus yang ditampilkan LCD kemudian dibandingkan dengan nilai arus yang ditampilkan *Amperemeter*. Perbandingan hasil pengujian sensor arus dengan alat ukur *Amperemeter* dapat dilihat pada Tabel 3.6. Dari Tabel 3.6 di atas dapat dilihat terdapat perbedaan antara pembacaan nilai arus antara sensor arus dan alat ukur *Amperemeter*. Dimana perbedaan tersebut terjadi karena perbedaan sensitifitas pembacaan antara sensor arus dan alat ukur *Amperemeter*.

**Tabel 3. 9** Perbandingan hasil pengujian sensor arus dengan amperemeter

NO	Sumber	Beban (R)	Hasil Pengukuran	
			Sensor	Amperemeter
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Rumus :

Mencari Arus :

$$I = V / R$$

$$I = 12 / 10$$

$$I = 1.2 \text{ Ampere}$$

Maka hasilnya adalah 1.2 A

Mencari Tegangan :

$$V = I \times R$$

$$V = 1.2 \times 10$$

$$V = 12 \text{ Volt}$$

Maka nilainya adalah 12Volt.

Mencari Resistansi :

$$R = V / I$$

$$R = 12 / 1.2$$

$$R = 10 \text{ Ohm}$$

Maka nilai Resistansinya adalah 10 Ohm

### 7) Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian rangkaian sensor tegangan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, LCD dan *Voltmeter*. Pengujian dilakukan dengan memprogram mikrokontroler.

**Tabel 3. 10** Perbandingan Hasil Pengujian sensor tegangan dengan voltmeter

NO	Sumber	Hasil Pengukuran	
		Sensor	Amperemeter
1			
2			
3			
4			
5			
6			

untuk memproses nilai analog yang dibaca sensor tegangan, dimana nilai analog tersebut dikonversi untuk me-nampilkan nilai tegangan pada layar LCD. Nilai tegangan yang ditampilkan pada LCD kemudian dibandingkan dengan nilai tegangan yang dibaca menggunakan alat ukur *Voltmeter*. Perbandingan hasil pengujian sensor tegangan dengan alat ukur *voltmeter* dapat dilihat pada Tabel 2. Dari Tabel 2 di atas dapat dilihat terdapat perbedaan antara pembacaan nilai tegangan antara sensor tegangan dan alat ukur *Voltmeter*. Dimana perbedaan tersebut terjadi karena perbedaan sensitifitas pembacaan antara sensor tegangan dan alat ukur voltmeter.

Rumus :

Mencari Arus :

$$I = V / R$$

$$I = 12 / 10$$

$$I = 1.2 \text{ Ampere}$$

Maka hasilnya adalah 1.2 A

Mencari Tegangan :

$$V = I \times R$$

$$V = 1.2 \times 10$$

$$V = 12 \text{ Volt}$$

Maka nilainya adalah 12Volt.

Mencari Resistansi :

$$R = V / I$$

$$R = 12 / 1.2$$

$$R = 10 \text{ Ohm}$$

Maka nilai Resistansinya adalah 10 Ohm

#### 8) Pengujian ZMPT101b

Pengujian sensor ZMPT101B dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran sensor ZMPT101B kemudian mencatat data digital keluaran yang ditampilkan pada multimeter serta mencatat nilai ADC yang tertampil pada serial monitor Arduino IDE. Tegangan terukur hasil perhitungan nilai ADC kemudian dibandingkan dengan tegangan yang diukur multimeter.

**Tabel 3. 11** Perbandingan hasil pengujian sensor ZMPT101b dengan voltmeter

NO	Nilai ADC	Tegangan Multimeter (Volt)	Tegangan Hasil Perhitungan (volt)	Penyimpangan
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Berdasarkan hasil pengujian sensor ZMPT101B nanti didapatkan penyimpangan rata-rata pembacaan sensor tegangan. Penyimpangan tersebut disebabkan karena nilai tegangan yang masuk ke pin A4 masih terdapat *ripple* (riak) tegangan. Riak tegangan tersebut mempengaruhi

nilai ADC yang terbaca oleh mikrokontroler, sehingga pembacaan nilai tegangan AC menjadi kurang presisi.

#### 9) Pengujian LCD 20x4

Penggunaan LCD 20X4 bertujuan untuk menghemat pemakaian pin pada arduino uno atmega328P. Saat melakukan pengujian kinerja LCD 20 x 4 terlebih dahulu dilakukan pengecekan tegangan input pada LCD apakah sudah sesuai 5V atau jauh dari batas nilai toleransi. Karena ketika nilai tegangan yang masuk pada LCD tidak sesuai atau jauh dari batas toleransi 5V maka kinerja dari LCD tidak akan maksimal nantinya.

**Tabel 3. 12** Hasil Pengujian Tegangan LCD 20x4

NO	Pengujian	Tegangan terukur (V)
1		

Selanjutnya dilakukan coding untuk mengetahui alamat yang digunakan pada LCD dan I2C. Setelah meng-upload coding lalu membuka tab tool pada software Arduino IDE 1.8.4, atau dapat dilakukan menggunakan shortcut ctrl + shift + m, akan tampil alamat dari I2C dan LCD tersebut di serial monitor. Setelah melakukan pengecekan alamat LCD dan I2C, kemudian dilakukan tahapan pengujian LCD. Berdasarkan pemograman maka hasil pengujian LCD yang menampilkan karakter sesuai dengan program yang telah dibuat.