

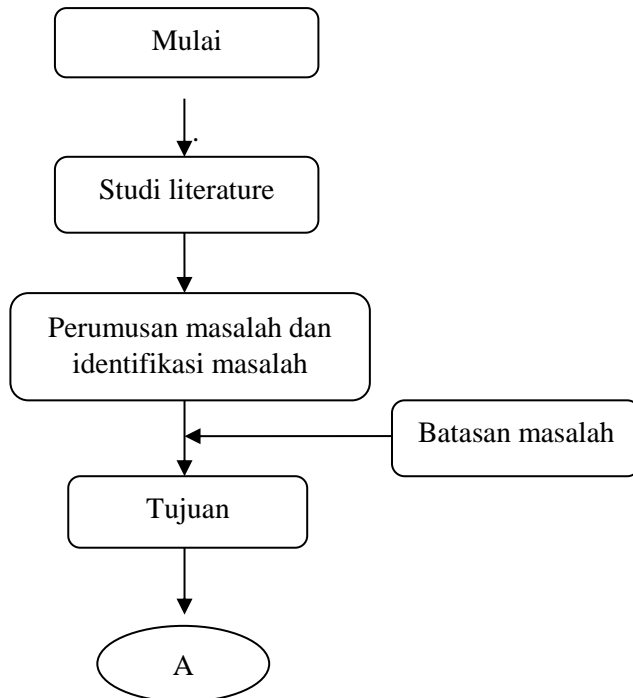
**BAB III**  
**PERANCANGAN ALAT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *HIBRYD***  
**PIEZOELETRIK DAN SOLAR CELL**

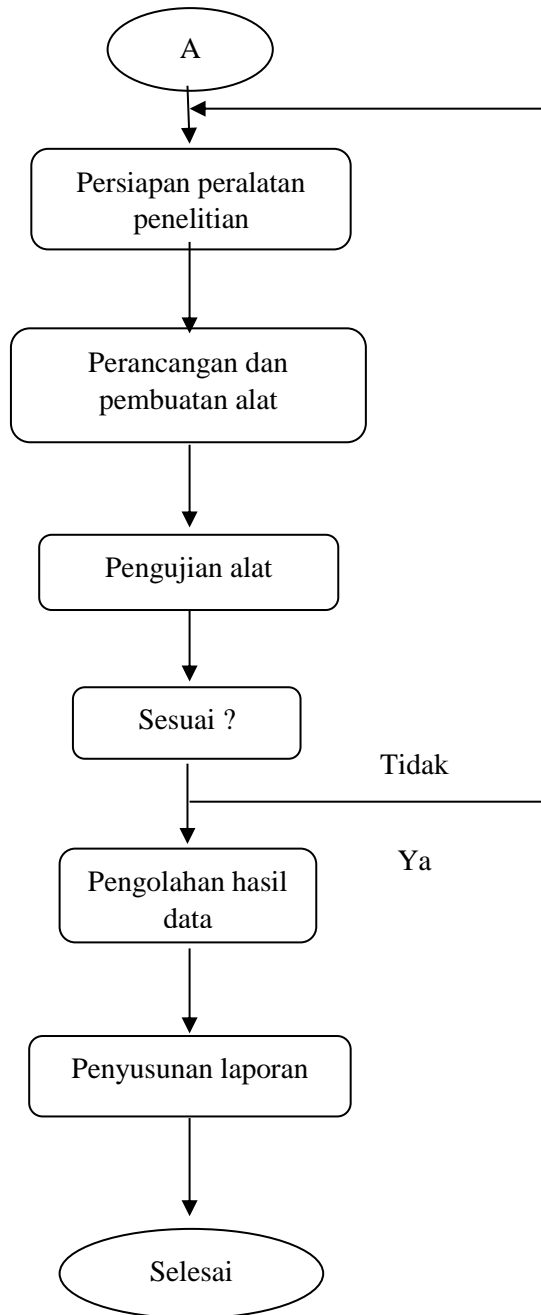
**3.1 Perencanaan dan Perancangan Alat**

Dalam bab ini akan menjelaskan mengenai perencanaan dan rangkaian sistem alat mulai dari perencanaan, penghitungan secara real dan perancangan sesuai target yang di tentukan

**3.2 Diagram Alir**

Langkah kerja dalam penelitian ini mencakup perencanaan pembangkit hibryd tenaga piezoelektrik dan surya hingga analisis data.





Gambar 3.1 Diagram Alir

Ada 3 metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Studi pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan membaca literature yang berkaitan pada penelitian ini dapat dipertanggung jawaban kebenarannya.

2. Pembuatan alat

Pada perancangan ini dilakukan suatu perancangan perangkat yang dibuat dengan baik sesuai konsep yang telah direncanakan.

3. Pengamatan langsung

Metode observasi disini dilakukan guna mengamati hasil darirancangan secara langsung sebagai mana fungsinya dan melakukan analisa.

### 3.3 Deskripsi Sistem

*Hybrid* piezoelektrik dan solar cell adalah penggabungan 2 dari pembangkit energi baru terbarukan yang terdiri dari sistem energi gerak menjadi listrik dan energi panas menjadi listrik. Energi *Hybrid* perlu adanya sistem pendukung yang bersifat menyimpan dan mengubah dari arus DC ke arus AC agar bisa dimanfaatkan katika malam hari seb

agar penerangan lampu di taman, selain alat – alat pendukung ada beberapa komponen antara lain :

1. Sistem Kantiveler

Terdiri dari beberapa lapis plat, spons, dan di atasnya ada batu – batuan sebagai pijat rematik, sistem ini sebagai pengubah gaya mekanik yang dihasilkan dari pijakan terapi rematik lalu dirubah menjadi energi listrik.

2. Piezoelektrik

Sebagai pengubah energi mekanik menjadi listrik dan terdiri dari beberapa ukuran, diantaranya 20mm, 27mm, 35mm, dan 41mm.

3. Diode Rectifier

Merupakan suatu rangkaian alat listrik untuk mengubah arus listrik bolak – balik (AC) menjadi arus searah (DC) yang berfungsi untuk memberikan tegangan DC .

#### 4. Panel Surya

Suatu papan yang dilapisi element – element khusus yang bertujuan agar bisa menghasilkan arus listrik saat terkena pancaran sinar matahari.

#### 5. *Control Charger*

Komponen ini berfungsi untuk mengatur besarnya listrik yang dihasilkan oleh pembangkit *Hybrid* agar penyimpanan batterai tidak terjadi *overcharger*.

#### 6. Kabel

Merupakan alat penghantar arus untuk listrik.

#### 7. Accumulator ( Battery)

Sebagai penyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh pembangkit yang bebas perawatan, batteray dapat bertahan antara 2 – 3 tahun tergantung type dan merk nya, dan untuk kapasitasnya bisa memilih sesuai kebutuhan.

### 3.4 Perencanaan Sistem

Besar kecil energi listrik yang dihasilkan sangat tergantung pada banyaknya beban yang menginjak batu terapi rematik dan pancaran sinar matahari, Untuk itu perlu perencanaan penghitungan secara detail yang baik dan akurat untuk sitem yang akan dibuat.

Perencanaannya meliputi :

1. Besarnya daya yang terpasang, dan berapa besar daya (beban) yang dikonsumsi dalam kurun waktu pemakaian per hari ( kWh ).
2. Besarnya daya yang dihasilkan oleh pembangkit *Hybrid* dengan asumsi penyimpanan dalam kurun waktu 12 jam. Dalam hal ini memperhitungkan ukuran tekanan ( piezoelektrik ) dan daya yang dihasilkan solar cell.
3. Memperhitungkan penggabungan ( *Hybrid* ) untuk 2 pembangkit piezoelektrik dan solar cell secara detail.
4. Berapa kapasitas battrey yang dibutuhkan tergantung kepada beban dan penggunaan battrey.

### 3.5 Perencanaan Pembangkit Tenaga Surya

Langkah – langkah perancangan teknologi PV adalah sebagai berikut:

1. Mencari total beban pemakaian per- hari. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Beban pemakaian (Wh)} = \text{Daya (W)} \times \text{lama pemakaian (h)}$$

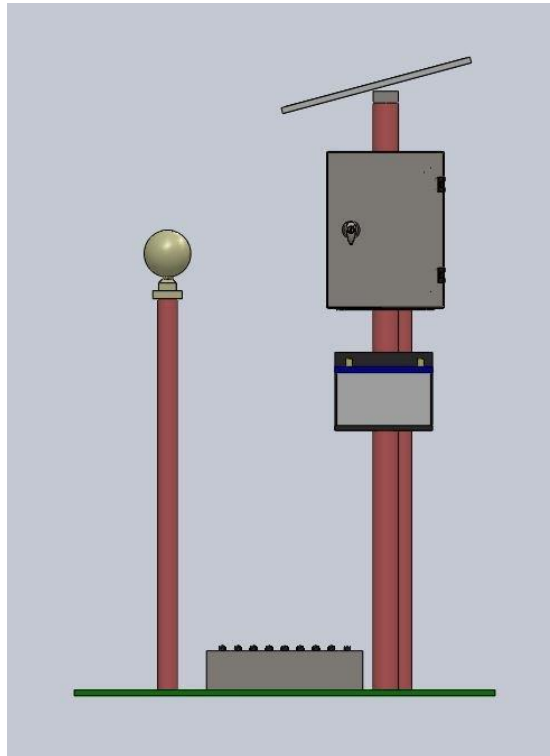
2. Menentukan ukuran kapasitas modul surya sesuai

$$\text{Kapasitas modul surya} = \frac{\text{Total beban pemakaian harian}}{\text{dxInsolasi surya harian}}$$

Insolasi surya harian adalah ketersediaan energy surya rata – rata di Indonesia 4,8 kWh/m<sup>2</sup>.

3. Menentukan kapasitas baterai. Rumus yang digunakan adalah :

$$\text{Kapasitas baterai (Ah)} = \frac{\text{Total kebutuhan energi harian}}{\text{tegangan sistem}}$$



Gambar 3.2 Rancangan Panel Surya

### 3.6 Perhitungan Beban

#### 3.6.1 Beban total lampu taman

Langkah awal dalam perencanaan sistem *Hybrid* piezoelektrik dan solar cell ini adalah menentukan beban total dalam kurun waktu 12 jam.

Tabel 3.1 Data beban total pada lampu LED

Beban	Daya	Jumlah	Daya total	Lama pemakaian	Energi
	(W)		(W)	Jam	(Wh)
Lampu LED	20	2	40	12	480
Total Energi					480

#### 3.6.2 Kapasitas Inverter

Kapasitas inverter yang dipilih harus lebih besar dari spesifikasi daya beban total. Maka dari itu dipilih inverter dengan kapasitas 1000Watt dengan tegangan input 12 Volt dan tegangan keluaran 220 VAC dan frekuensi 50/60 Hz.

#### 3.6.3 Kapasitas Battrey

Satuan energi dalam (Wh) dalam kapasitas battrey harus bisa mensuplai beban dari energi yang sudah terencana yaitu 12 jam sehingga kapasitas battrey dalam (Ah) terhitung sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas Battery} = \frac{W_{total}}{V_{battery}}$$

$$= \frac{480}{12} = 40 \text{ Ah}$$

Rugi – rugi dan factor safety harus ditambahkan pada pembebanan sebagai pengganti rugi – rugi system dan untuk faktor keamanan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas battery + rugi \& safety factor} &= I \text{ tot beban} \times 1,20 \\ &= 40 \text{ Ah} \times 1,2 \\ &= 48 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Karena di pasaran tidak ada battrey dengan kapasitas 48 Ah, maka dipilih battrey dengan kapasitas yang lebih besar yaitu 50 Ah 12 V untuk keandalan sistem.

#### 3.6.4 Kapasitas Control Charger

Dalam satu hari beban menyala selama 12 jam maka dalam stu hari battrey memiliki waktu charger seama 12 jam, diketahui kapasitas battrey 50 Ah. Arus pengisian battrey dapat dihitung dengan hitungan :

$$\text{Arus pengisian} = \frac{\text{Kapasitas Solar cell}}{\text{Tegangan Aki}}$$

$$\text{Arus Pengisian} = \frac{100}{12} = 8,3 \text{ A}$$

Tegangan pengisian battrey dapat dihitung dengan hitungan :

$$\text{Tegangan pengisian} = 1,15 \times \text{tegangan battrey}$$

$$\begin{aligned}\text{Tegangan pengisian} &= 1,15 \times 12 \\ &= 13,8 \text{ V}\end{aligned}$$

Maka charger controller harus memiliki spesifikasi tegangan pengisian sebesar 13,8 V dan arus pengisian 5,83 Ampere. Kapasitas charger controller yang ada dipasaran tidak ada yang 5,83 ampere, maka dari itu di ambil kapasitas yang lebih tinggi yaitu 10 Ampere.

### 3.6.5 Kapasitas Daya Piezoelektrik

Pada frekuensi masukan yang rendah hubungan antara gaya yang diberikan pada elemen keramik piezoelektrik dan medan listrik yang dihasilkan element adalah :

$$\text{Efek elektrik : } V = \frac{g_{31}T}{\text{diameter}}$$

$$P = d^{31} \times ue \times f \times \frac{g_{31}T}{\text{diameter}}$$

$$ue = YA$$



Dimana :

$Y = \text{Young's Modulus}$

$T = \text{Stress } \frac{N}{m^2}$

$P = \text{electrical power (Watt)}$

$T = \frac{F}{A}$

$F = m \times g$

$g = 10m/s^2$

Dari hasil pengamatan didapat massa rata – rata berat badan adalah 70 kg, sehingga  $F(\text{berat}) = m \times g = 70 \times 10 = 700 \text{ N}$ .

Gaya berat ini di transfer dari pijakan rematik pada piezoelektrik tranduser melalui balok kantiveler dengan frekuensi 1000 Hz. Piezoelektrik yang digunakan berdiamter 20mm sehingga dapat

$$A = A = \pi \times r^2 = 3,14 \times 10^2 = 314 \times 100 = 314mm^2 = 314 \times 10^{-6}m^2$$

$$T \frac{F}{A} = \frac{700}{314} \times 10^6 = 2,2 \times 10^6$$

Dari tabel data di ambil nilai  $Y = 5 \times 10^9 \text{ N/m}^2$

$$d_{31} = 9 \times 10^{-18}$$

$$g^{31} = 162 \times 10^{-3}$$

Sehingga:  $ue = YA = 5 \times 314 \times 10^9 \times 10^{-6} = 1570 \times 10^3$

$$\begin{aligned} P &= d_{31} \times ue \times f \times \frac{g_{31}T}{\text{diameter}} \\ &= \frac{9 \times 10^{-12} \times 1570 \times 10^3 \times 10^3 \times 162 \times 10^{-3} \times 2,2 \times 10^6}{20 \times 10^{-3}} \\ &= 251,7966 \text{ mW} = 0,25W \end{aligned}$$

Tabel 3.2 Data spesifikasi piezoelektrik

Sym bol	Parameter		PVDF	Copolymer	Units
t	Thickness		9,28,52,110	<1 to 1200	um (micron, $10^{-6}$ )
d <sub>31</sub>	Piezo strain Constans		23	11	$10^{-12}$
d <sub>33</sub>			-33	-38	$\frac{m/m}{V/m}$ or $\frac{C/m}{N/m^2}$
g <sub>31</sub>	Piezo Stress Constans		216	162	$10^{-3}$
g <sub>33</sub>			-330	-542	$\frac{m/m}{V/m}$ or $\frac{C/m}{N/m^2}$
k <sub>31</sub>	Electro mechanical conpling Factor		12%	20%	
k <sub>1</sub>			14%	25-29%	
C	Capacitance		360 for 28	68 for 100	pF/cm <sup>2</sup> @1KHz
Y	Young's modulus		2-4	3-5	$10^9 = N/m^2$
V <sub>n</sub>	Speed of sound	Strech thickness	1.5	2.3	$10^3 m/s$
			2.2	2.4	
P	Piezoelektrik coeficient		30	40	$10^6 C/m^2 \text{ } ^\circ K$
$\epsilon$	Permittivity		106-113	65-75	$10^{-12} F/m$
$\epsilon/\epsilon_n$	Relative permittivity		12-13	7-8	
$\rho_m$	Mass density		1.78	1.82	$10^3 kg/m$
$\rho_e$	Volume resistivity		$>10^{13}$	$>10^{14}$	Ohm meter
R	Surface metallization resistivity		<3.0	<3.0	Ohms/square for NiA
R			0.1	0.1	
$\tan \delta_1$	Loss tangent		0.02	0.015	@1KHZ
	Yield Strength		45-55	20-30	$10^6 N/m$ (stretch axis)
	Temperature range		-40 to 80...100	-40 to 115..145	$^\circ C$
	Water absorption		<0.02	<0.02	%H <sub>2</sub> O
	Maximum operating		750 (30)	750 (30)	V/mil(V/ $\mu m$ ) <sub>3</sub> DC
	Breakdown voltage		2000 (80)	2000 (08)	V/mil(V/ $\mu m$ ) <sub>3</sub>

Tabel 3.3 Spesifikasi piezoelektrik yang di gunakan

Spesifikasi	
Model	PZ-HTCY100A28AD
Type	Keramik
Frekuensi	50 Hz
Size	20mm
Weight	3gr
Output	Sensor Analog

### 3.6.6 Kapasitas Solar Cell

Untuk mencari total kapasitas solar cell (Wh) yang dipakai adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas solar cell} &= \frac{\text{total beban pemakaian harian}}{\text{insolasi surya harian}} \\
 &= \frac{480}{4.8 \text{ kwh}/m^2} \\
 &= 100Wp
 \end{aligned}$$

### 3.6.7 Box Panel

Box panel ini yang akan digunakan sebagai tempat penyimpanan komponen – komponen dengan ukuran P x L x T ( 600 mm x 400mm x 200mm ). Dimana nantinya dalam segi tata letak akan kami sesuaikan dengan jangkauan dan aman dari lingkungan sekitar serta mudah dalam hal maintenance jika terjadi trouble pada komponen.

### **3.7 Perancangan Sistem**

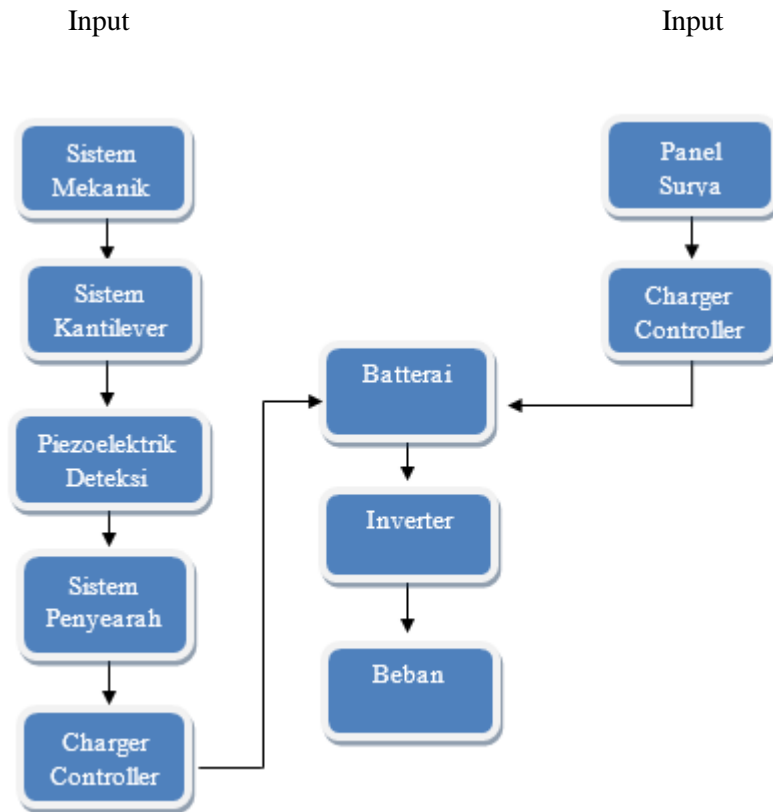
#### **3.7.1 Prinsip Kerja Hybrid**

Pembangkit listrik tenaga hibryd piezoelektrik dan solar cell disini merupakan salah satu energy terbarukan yang mana bekerja dengan memanfaatkan getaran dan matahari guna menghasilkan listrik,

Sesuai rencana sistem yang digunakan sebagai berikut :

1. Sensor piezoelektrik mendapat tekanan dari beban pijakan
2. Setelah sensor piezoelektrik mendapat tekanan dari beban pijakan yang kemudian dikonfersikan oleh sistem harvesting menjadi listrik dengan output tegangan DC.
3. Solar cell mendapat pancaran sinar matahari.
4. Setelah solar cell mendapat pancaran sinar matahari dan menghasilkan output dengan tegangan DC.
5. Setelah kedua pembangkit menghasilkan tegangan DC maka output arus dan tegangan DC di setarakan lalu di alirkan ke kontrol charger untuk mengisi battery, kontrol charger sendiri berfungsi sebagai pengatur arus dari kedua pembangkit untuk mengisi battery.
6. Dari battery sebelum di alirkan ke beban tegangan AC, arus di alirkan ke sebuah inverter untuk dikonversikan dari DC to AC.

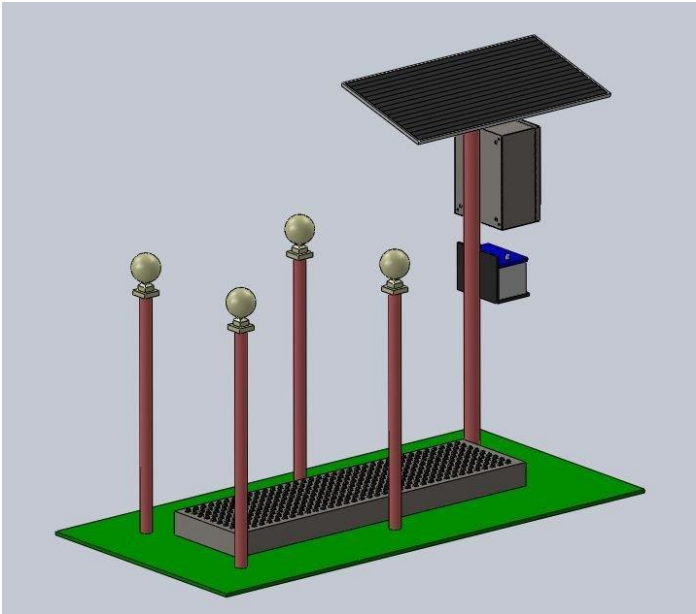
### 3.8 Diagram Blok Sistem Hybrid



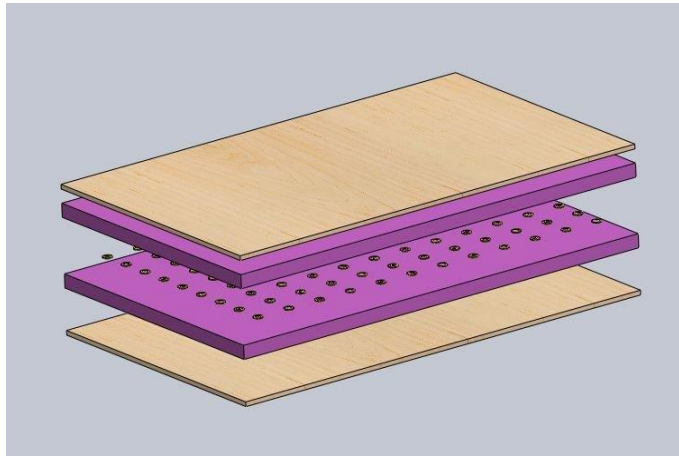
Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem *Hybrid*

**3.9 Perencanaan Pembangunan**

**3.9.1 Design Piezoelektrik dan Panel Surya**

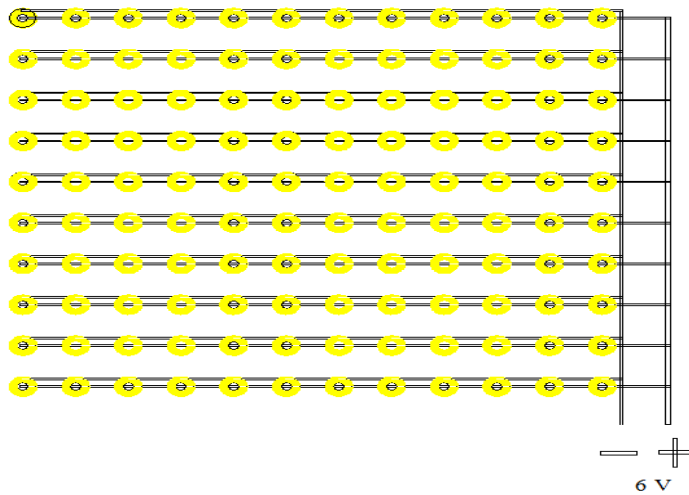


Gambar 3.4 Design piezoelektrik dan panel surya



Gambar 3.5 Design Rangkaian Piezoelektrik

### 3.9.2 Rangkaian Piezoelektrik



Gambar 3.6 Design rangkaian Seri dan Paralel Piezoelektrik

### 3.10 Charger Control



Gambar 3.7 Charger Control

Charge Controller adalah peralatan yang digunakan untuk mengatur arus searah dari sumber pada baterai. Alat ini juga dapat mengatur over charging dan kelebihan voltase.

Tabel 3.4 Spesifikasi *Control charge*

Model	SC2430C
Batt voltage	12 V
Charger Current	10 A
Discharge Current	10 A
Max Solar Input	< 50 V
Float Charge	13.7 V ( Adjustable )
Discharge stop	10.7 V ( Adjustable )
Discharge reconnect	12.6 V
USB	5 V/2 A
Self – consume	<10 mA
Dimensi	133*85*35mm/180g



### 3.11 Inverter

Disini Inverter berfungsi merubah tegangan DC Accu menuju tegangan AC yang kemudian dihubungkan ke beban.



Gambar 3.8 Inverter

Tabel 3.5 Spesifikasi Inverter

Output Voltage	220 VAC
Output Frequency	50 Hz +/-2Hz
Output USB	DC 0.5 V / 0.5 A Max
Output Waveform	Modified Sine Wave
Input Voltage Range	10.0 – 15.0 VDC
Low Battery Alarm	10.4 – 11.0 V
Low battery Shutdown Point	9.7 – 10.3 V
High Battery Shutdown Point	14.5 – 15.5 V
Battery Drain With no AC Load	<0.3 A
Peak Efficiency	>95%
Dimensi	13x5.5x9.5 cm

### 3.12 Battrey



Gambar 3.9 Accumulator

Dalam pembuatan alat kami menggunakan Accu berkapasitas 60 Ah guna menyimpan daya yang dihasilkan dari pembangkit Piezoelektrik dan solar cell yang berupa tegangan DC kemudian di konversikan dengan Inverter ke AC yang kemudian digunakan ke beban.

### 3.13 Multitester

AVO meter disini merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur tegangan ataupun arus yang dihasilkan oleh Piezoelektrik dan Sollar Cell.



Gambar 3.10 AVO meter

### 3.14 Sollar Cell

Pada sollar cell kami menggunakan sollar cell 100 WP dengan spesifikasi sebagai berikut :



Gambar 3.11 Sollar Cell

Tabel 3.6 Spesifikasi Sollar Cell

Type	Photovoltaic Module (Mono)
Rated Maximum Power	100 W
Cell Efficiency	16.93%
Power Tolerance	±3%
Open Circuit Voltage (Voc)	21.8 V
Max. Power Voltage (Vmp)	17.8V
Number of bypass diode	2
Short Circuit Current (Isc)	6.05A
Max. Power Circuit Current (Imp)	5.62A
Max. System Voltage	1000V DC
Max. Series Fuse Rating	12 A
Weight	7.0 Kgs
Operating temperature	-4 <sup>0</sup> C to + 85 <sup>0</sup> C
Dimension	*970*33mm

**“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”**