

BAB III METODOLOGI PELAKSANAAN

Perancangan sistem dilakukan sebagai Langkah awal, sebelum alat siap direalisasikan untuk memastikan sistem dapat berjalan sesuai dengan fungsinya dan menganalisa kebutuhan untuk membuat alat tersebut. Perancangan sistem yang dilakukan meliputi analisa perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

3.1 Waktu dan Lokasi Pelaksanaan

Dalam pembuatan pembangkit listrik tenaga surya portable ini akan dilakukan di kampus politeknik negeri Cilacap. Dalam pembuatan mekanik untuk alat ini dilakukan di gedung elektronika ruang bengkel listrik. Ruang bengkel listrik tersedia beberapa alat yang di khususkan untuk pembuatan mekanik mekanik berat. Ruang bengkel listrik menyediakan peralatan seperti las listrik, gerinda, bor listrik, dan juga alat pembengkok logam. Pekerjaan instalasi dilakukan di ruangan instalasi listrik, pekerjaan modifikasi pompa air dilakukan di ruangan mesin listrik, dan pekerjaan memprogram Arduino akan dilakukan di laboratorium komputer.

3.2 Analisa Kebutuhan

3.2.2 Analisa Kebutuhan Alat

Pada pembuatan tugas akhir ini terdapat alat-alat yang akan digunakan untuk mengerjakannya dapat dilihat pada Tabel 3.1, yaitu sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Alat Yang Digunakan dalam pembuatan Tugas Akhir

Alat	Qty	Fungsi
Kunci Pas dan Ring ukuran 10 dan 12	1 Pcs	Mempermudah untuk mengencangkan dan mengendorkan baut dan mur
Obeng (+)	1 Pcs	Untuk mengencangkan dan melepas sekrup (+)
Obeng (-)	1 Pcs	Untuk mengencangkan dan melepas sekrup (-)
Tespen	1 Pcs	Untuk memastikan arus pada penghantar
Tang potong	1 Pcs	Untuk memotong dan mengelupas kabel

Alat	Qty	Fungsi
Tang Kombinasi	1 Pcs	Untuk menyambungkan atau melilit kabel
Multitester	1 Pcs	Untuk mengukur tegangan AC maupun DC
Clamp Meter	1 Pcs	Untuk mengukur arus AC maupun DC
Mesin las	1 Pcs	Untuk menggabungkan besi kerangka
Bor listrik	1 Pcs	Untuk melubangi atau membuat lubang
Gerinda tangan	1 Pcs	Untuk memotong dan menghaluskan logam atau besi
Solder	1 Pcs	Untuk melelehkan timah
Roll meter	1 Pcs	Untuk mengukur jarak atau panjang
Penggaris siku	1 Pcs	Untuk membuat kerangka agar 90°
Magnet las	1 Pcs	Untuk menyatukan atau menempelkan kerangka agar tidak bergerak

3.2.3 Analisa Kebutuhan Bahan

Pada pembuatan tugas akhir ini terdapat bahan-bahan yang dibutuhkan untuk mengerjakannya dapat dilihat pada Tabel 3.2, yaitu sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Bahan Yang Digunakan dalam pembuatan Tugas Akhir

Nama	Qty	Fungsi
Besi siku 3 × 3 cm	6 Btg	Sebagai kerangka dari PLTS <i>portable</i> .
Besi hollow 3 × 3 cm	1 Btg	Sebagai kerangka dari PLTS <i>portable</i> .
Engsel kuping 22 mm	8 Pcs	Untuk membuka dan menutup panel surya
Engsel Kuping 25 mm	2 Pcs	Untuk membuka dan menutup panel surya
Baut dan mur ukuran 12	15 Pcs	Untuk menggabungkan kerangka dengan roda

Nama	Qty	Fungsi
Baut dan mur ukuran 10	24 Pcs	Untuk menggabungkan panel surya dan kerangka
Seng galvanish ukuran 90 × 4 meter	1 Pcs	Sebagai penutup kerangka PLTS <i>portable</i>
Seng galvanish ukuran 120 × 2 meter	1 Pcs	Sebagai penutup kerangka PLTS <i>portable</i>
Paku rivet	70 Pcs	Untuk merekatkan seng galvanish dengan kerangka
Roda <i>trolly</i>	4 Pcs	Untuk memudahkan perpindahan PLTS <i>portable</i>
Cat besi	1 Kg	Sebagai pelindung korosi
Dempul	2 Pcs	Sebagai penutup rongga maupun
Kunci gembok	2 Pcs	Sebagai pengunci untuk panel box dan rangkaian baterai
Panel Surya 100 Wp <i>monocrystaline</i>	1 Pcs	Untuk merubah energi matahari menjadi energi listrik
Baterai (Akumulator) 12 V 100 Ah	1 Pcs	Untuk menyimpan dan mengeluarkan daya dengan cepat
Inverter merk Luminous NXG 1500 VA	1 Pcs	Sebagai pengendali pengisian baterai menggunakan teknologi ABCC (<i>Adaptive Battery Charge Controller</i>) Untuk merubah tegangan Direct current (DC) menjadi Alternating Current (AC)
DC Watt Meter PZEM-015	1 Pcs	Untuk mengukur tegangan, arus, daya, kapasitas baterai, dan waktu berjalannya.
AC Watt Meter PZEM-022	1 Pcs	Untuk mengukur tegangan, arus, daya, dan frekuensi
<i>Miniature Circuit Breaker (MCB) AC</i>	1 Pcs	Sebagai proteksi beban yang berlebihan juga dapat untuk menyambungkan dan memutuskan arus listrik AC

Nama	Qty	Fungsi
<i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB) DC	1 Pcs	Sebagai proteksi beban yang berlebihan juga dapat untuk menyambungkan dan memutuskan arus listrik DC
Panel Box	1 Pcs	Sebagai tempat untuk menempatkan dan mengamankan komponen listrik
Arduino Uno	1 Pcs	Sebagai mikrokontroler untuk memonitoring debit air.
Sensor Tegangan	1 Pcs	Untuk tegangan DC yang berada di baterai
Buzzer	1 Pcs	Untuk memberitau pada saat baterai habis
Pompa air	1 Pcs	Untuk mengalirkan air dari suatu tempat ketempat lainnya.
Kabel NYAF 1 × 2,5 mm	1 Meter	Untuk menghantarkan arus listrik
Kabel NYAF 1 × 1,5 mm	3 Meter	Untuk menghantarkan arus listrik
Kabel NYMHY 2 × 2,5 mm	1,5 Meter	Untuk menghantarkan arus listrik
Kabel PV 2 × 4 mm	5 Meter	Untuk menghantarkan arus listrik

3.2.4 Analisa Kebutuhan Panel Surya

Penentuan kebutuhan panel surya sangat bergantung pada jumlah energi listrik (Wh) yang digunakan serta durasi panel surya mendapatkan paparan sinar matahari per hari. Pada penelitian ini beban yang digunakan yaitu pompa air yang memiliki daya 125 W dengan estimasi penggunaan 4 jam dalam sehari. Nilai insolasi harian rata-rata adalah 4,5 kwh/m². Berikut adalah perhitungan yang digunakan untuk menentukan kebutuhan panel surya :

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan daya listrik} &= \text{Daya beban} \times \text{estimasi waktu penggunaan} \\
 &= 125 \text{ W} \times 4 \text{ jam} \\
 &= 500 \text{ Wh atau } 0,5 \text{ Kwh}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{panel surya}} &= \frac{ET}{\text{Insolasi matahari}} \times 1,1 \\
 &= \frac{0,5 \text{ Kwh}}{4,5 \text{ Kwh/m}^2} \times 1,1 \\
 &= 122 \text{ Wp}
 \end{aligned}$$

Nilai tersebut perlu ditambahkan 25% sebagai rugi-rugi panel surya, sehingga nilai daya puncak yang dibutuhkan setelah ditambahkan rugi-rugi panel surya, yaitu :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{total}} &= P_{\text{panel surya}} \times 25\% \\
 &= 122 + (122 \times 25\%) \\
 &= 152,5 \text{ Wp dibulatkan menjadi } 160 \text{ Wp}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas daya yang dibutuhkan untuk penggunaan pompa 125 W selama 4 jam adalah 160 Wp, sedangkan panel surya yang digunakan sebesar 600 Wp. Hal tersebut dikarenakan sebagai tindakan pencegahan pada saat di tempat pengungsian banyak yang membutuhkan energi listrik, dan juga untuk mempercepat proses pengisian baterai.

3.2.5 Analisa Kebutuhan Baterai

Penentuan kebutuhan baterai sangat bergantung pada jumlah energi listrik (Wh) yang digunakan beban. Baterai digunakan untuk menyimpan energi listrik dari panel surya dan untuk mengaktivasi pompa 125 W dengan estimasi penggunaan 4 jam. Berikut ini adalah perhitungan kebutuhan baterai, yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan enrgi baterai} &= \text{Kebutuhan daya listrik} \times \text{hari otoritas} \\
 &= 500 \text{ Wh} \times 2 \text{ hari} \\
 &= 1 \text{ Kwh}
 \end{aligned}$$

dimana hari otoritas merupakan dimana hari tersebut tidak ada sinar matahari yang menyebabkan tidak ada pengisian dari panel surya.

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Baterai (Ah)} &= \frac{ET}{V_s} \\
 &= \frac{1 \text{ Kwh}}{24 \text{ V}} \\
 &= 41,6 \text{ Ah}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan *deep off discharge* (DOD) baterai adalah 80 % jadi :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan baterai} &= \text{Ah} / 80\% \\ &= 41,6 / 80 \% \\ &= 52 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Dari perhitungan kebutuhan baterai diatas untuk pompa air 125 watt selama 4 jam dibutuhkan baterai dengan kapasitas 52 Ah, dan kebutuhan baterai dengan DOD 80 %, maka untuk perancangan alat menggunakan 2 baterai dengan kapasitas 100 Ah sebanyak 2 unit yang dihubungkan secara seri sebagai input inverter 24 V, dengan demikian baterai yang digunakan adalah 24 V 100 Ah sebagai tindakan pencegahan ditempat pengungsian banyak yang membutuhkan energi listrik.

3.2.6 Analisa Kebutuhan Inverter

Dalam menentukan kebutuhan inverter untuk keperluan beban yang menggunakan tegangan AC sangat penting. Oleh karena itu, perlu diperhitungkan dalam penggunaan inverter sebagai berikut :

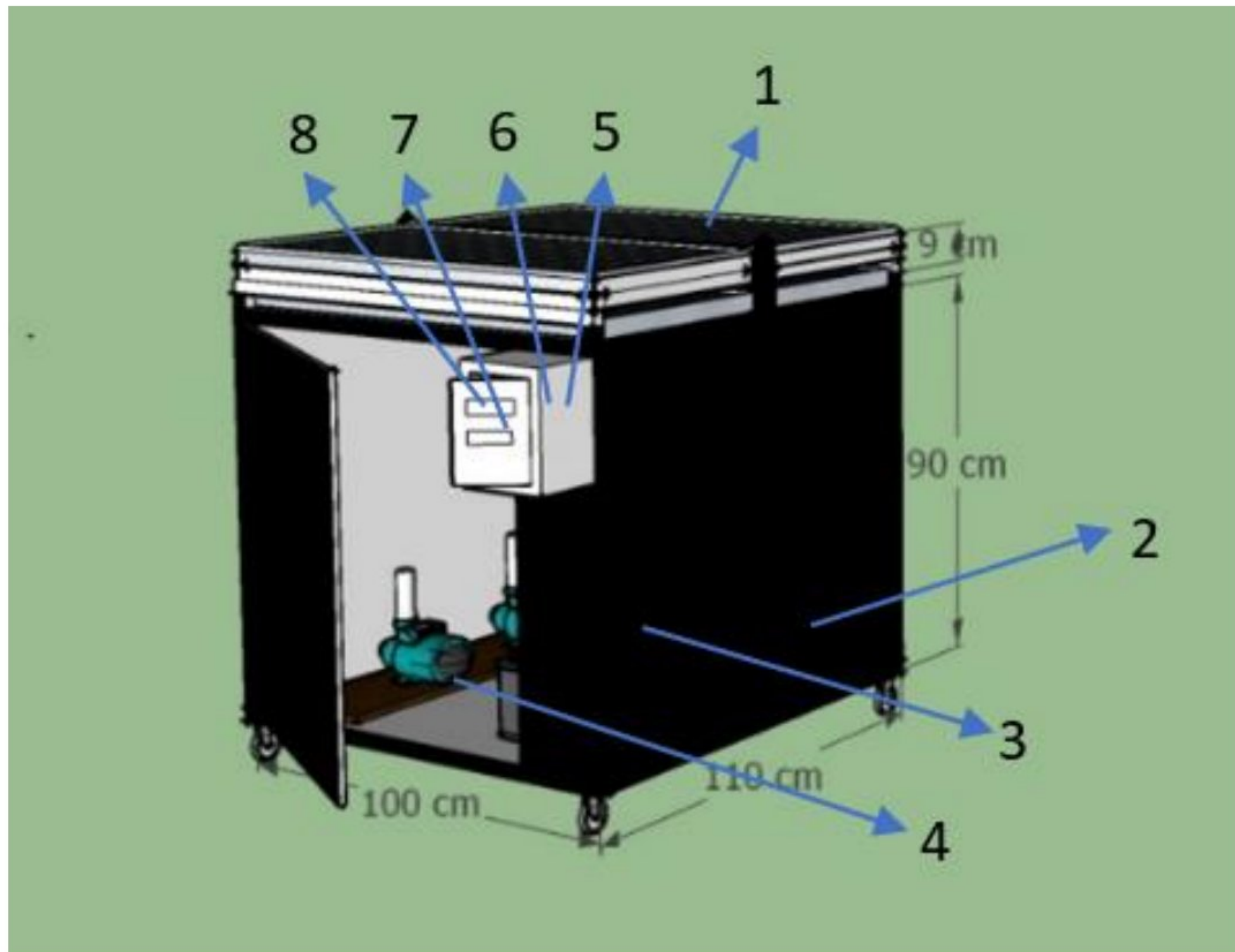
$$\begin{aligned} W \text{ maks} + (25\% \times W_{\text{maks}}) &= 125 \text{ Wp} + (0,25 \times 125 \text{ Wp}) \\ &= 125 \text{ Wp} + 31,25 \\ &= 156, 25 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Dari perhitungan kebutuhan inverter dapat disimpulkan penggunaan inverter bisa memakai 200 watt, akan tetapi untuk perencanaan rancang bangun saya menggunakan inverter 1500 VA dengan pertimbangan saat realisasi alat bisa digunakan untuk kebutuhan beban lain.

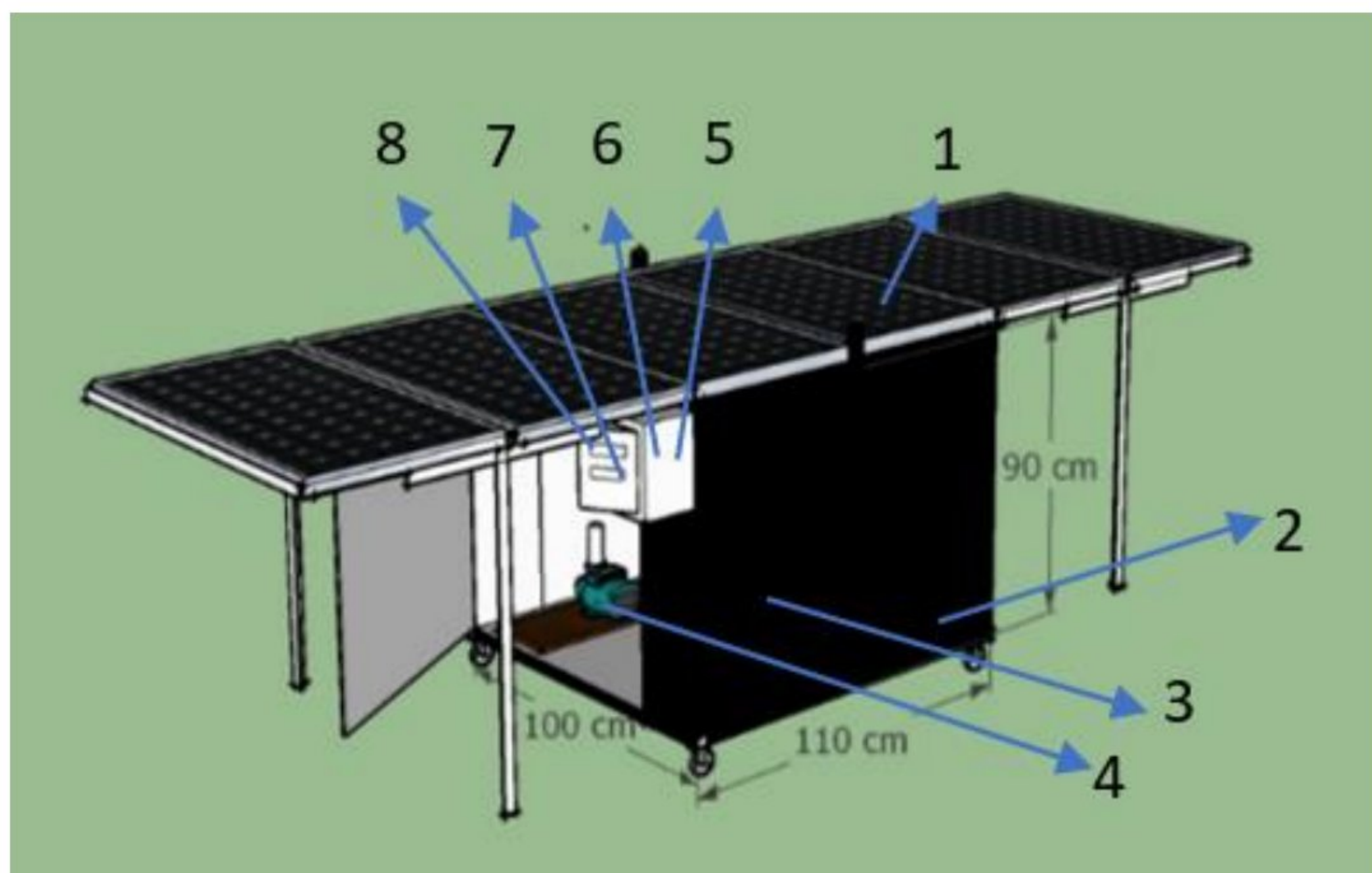
3.3 Perancangan Sistem

3.3.1 Sistem Alat Keseluruhan

Perancangan ini meliputi perancangan desain mekanik alat yang dibuat. Bahan dasar yang digunakan adalah besi siku ukuran 3×3 cm, besi *hollow* ukuran 3×3 cm, roda *trolly*, dan seng galvanish. Perancangan alat ini didesain dengan ukuran panjang 1,1 m, lebar 1 m, dan tinggi 90 cm. Seng galvanish digunakan sebagai *cover body* alat untuk menutupi kerangka yang dibuat. Perancangan desain mekanik ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Sistem Alat Keseluruhan Pada Posisi Tertutup



Gambar 3. 2 Sistem Alat Keseluruhan Pada Posisi Terbuka

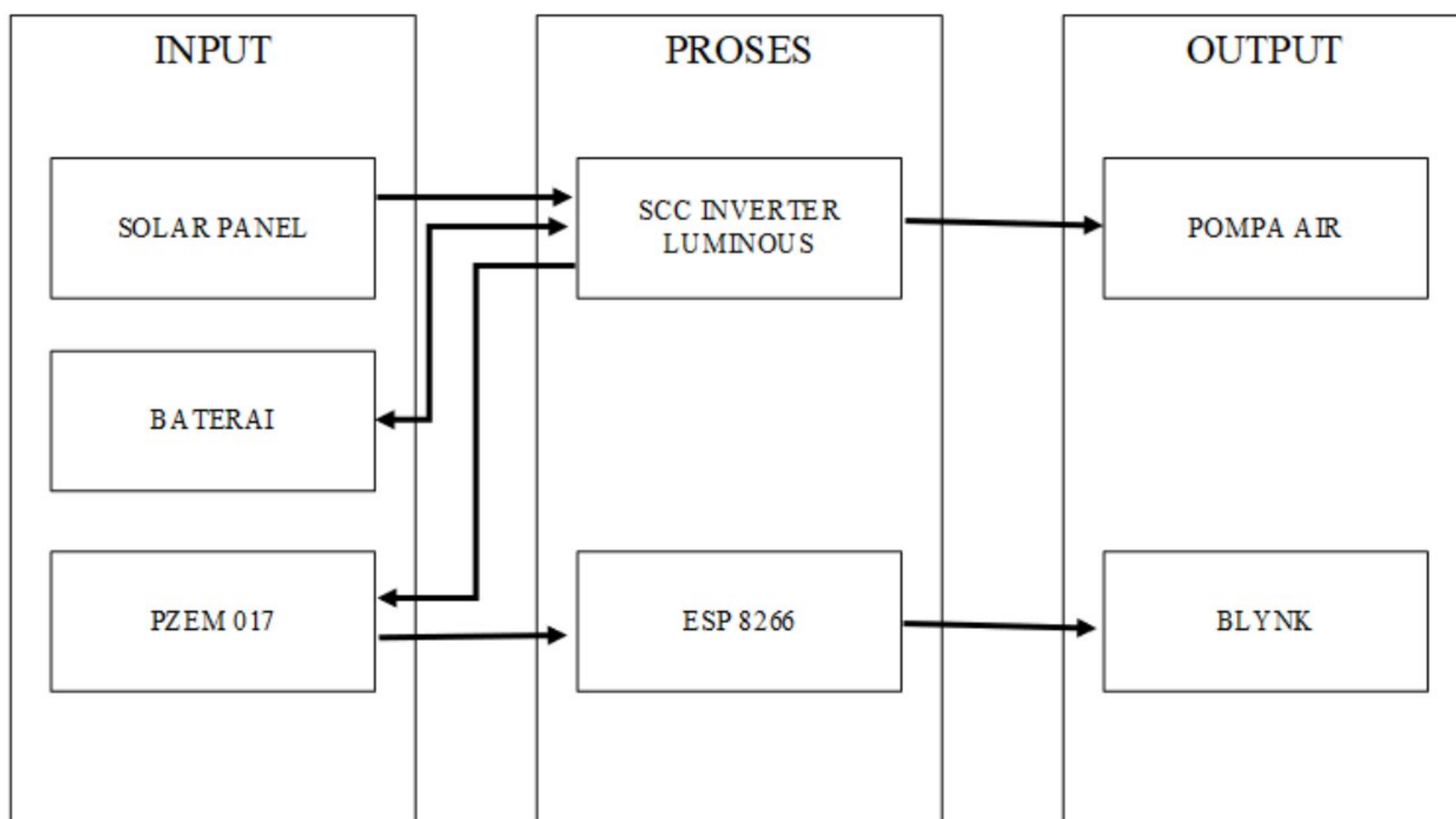
Keterangan :

1. Panel Surya
2. Baterai (Akumulator)
3. Sensor Tegangan dan Buzzer.

4. Pompa Air
5. MCB AC
6. MCB DC
7. DC Watt Meter PZEM-015
8. AC Watt Meter PZEM-022

3.3.2 Blok Diagram

Perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya *portable* secara garis besar dapat dijelaskan melalui gambar 3.3 Seperti berikut ini.



Gambar 3. 3 Blok Diagram

1. Bagian Input

Panel surya bekerja mulai pada saat adanya cahaya matahari yang akan diserap dan menghasilkan tegangan searah (DC), kemudian diteruskan ke inverter merk luminous yang mempunyai fitur teknologi ABCC (Adaptive Battery Charging Control) yang dapat mengendalikan pengecasan baterai sesuai dengan kondisi dan kebutuhan baterai. Selanjutnya energi listrik tersebut akan disimpan dalam baterai berkapasitas 100 Ah yang dirangkai seri menjadi 24 V 100 Ah. Baterai tersebut juga dapat menyuplai energi listrik ke inverter. Kemudian output 220 V inverter digunakan untuk mensuplai Arduino ESP8266 sehingga sensor PZEM 017 dapat membaca arus dan tegangan pengisian.

2. Bagian Proses

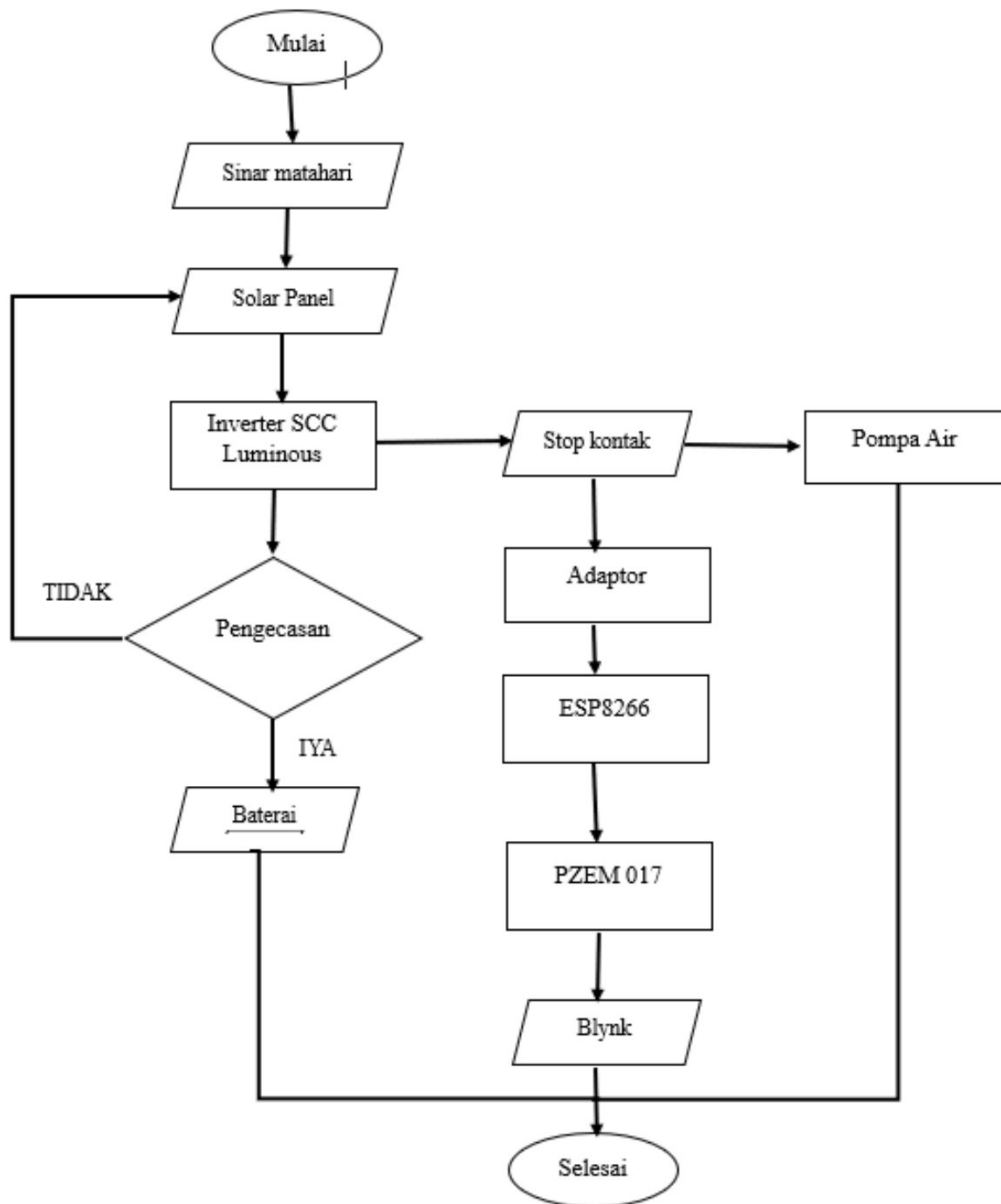
Pada Bagian ini inverter akan mengubah tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC) yang kemudian akan digunakan oleh beban yang membutuhkan tegangan AC 220 V seperti pompa air, dan lain lain. DC Watt Meter PZEM-017 akan digunakan untuk pengambilan data berupa tegangan, arus pengisian baterai menggunakan panel surya. Arduino ESP8266 mengolah data dari sensor PZEM 017 kemudiandihubungkan dengan internet, maka data dari ESP8266 ditampilkan dalam aplikasi blynk.

3. Bagian Output

Data dari DC Watt Meter PZEM-017 akan ditampilkan pada aplikasi blynk. Selain itu, tegangan AC 220 V yang dihasilkan inverter diteruskan ke stopkontak untuk digunakan pompa air dan peralatan listrik lainnya yang dibutuhkan pada tempat pengungsian bencana alam.

3.3.3 Flowchart Sistem

Flowchat ini menjelaskan bahwa alat memiliki sistem kerja sebagai berikut. Panel surya akan mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik yang selanjutnya proses pengisian akan dikendalikan oleh inverter dengan teknologi ABCC (Adaptive Battery Charging Control) yang dapat mengendalikan pengecasan baterai sesuai dengan kondisi dan kebutuhan baterai. Baterai yang digunakan yaitu baterai 12 V 100 AH yang dirangkai seri menjadi 24 V 100 AH yang digunakan sebagai input dari inverter. Selain itu, inverter tersebut juga digunakan untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC untuk menghidupkan pompa air atau peralatan listrik lainnya ditempat pengungsian bencana alam. Beban yang digunakan adalah pompa air, Sistem monitoring menggunakan sensor PZEM 017 yang dihubungkan dengan arduino ESP8266. Arduino ESP8266 yang digunakan mendapat sumber dari adapter dimana adapter mengubah tegangan 220 V menjadi 9 V. Kemudian data sensor PZEM 017 akan di tunjukan oleh aplikasi blynk. Flowchart sistem yang dibuat dapat dilihat pada gambar 3.4 dibawah ini.

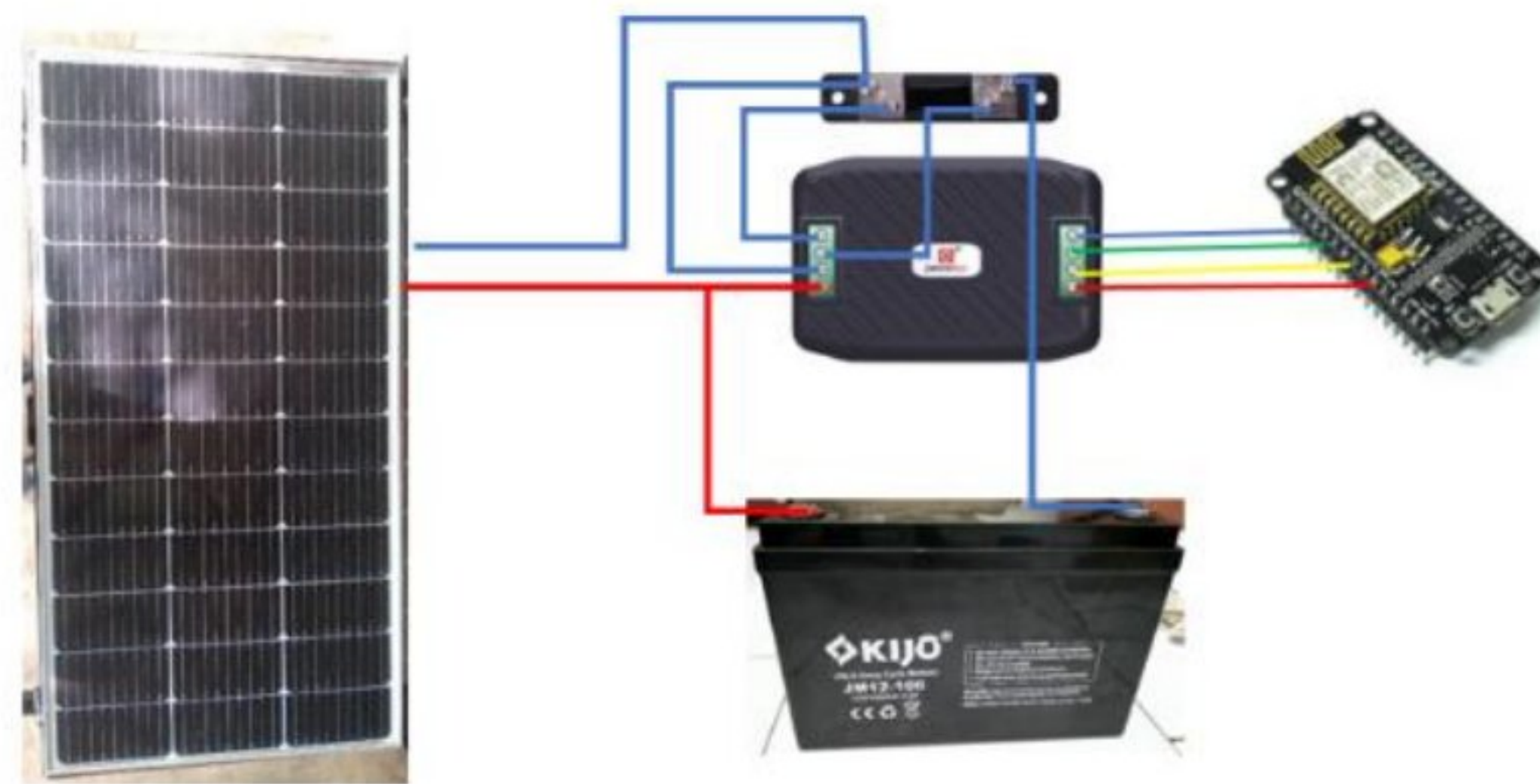


Gambar 3. 4 Flowchart Sistem

3.3.4 Perancangan Rangkaian

3.3.4.1 Perancangan Rangkaian Sensor PZEM-017

Perancangan rangkaian Sensor PZEM-017 dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Rangkaian Sensor PZEM-017

Rangkaian Sensor PZEM-017 ini dirangkai dengan baterai dan inverter untuk membaca tegangan panel surya dan arus yang melewati resistor shunt. Rangkaian ini berfungsi untuk membaca dan menampilkan tegangan, arus, daya, dan kondisi pada pengisian baterai pada blynk untuk mengetahui seberapa besar arus dan tegangan pengecasan solar panel ke baterai.

3.4 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan untuk mengetahui kinerja dari PLTS *portable* dengan menggunakan sistem IoT. Hal ini bertujuan untuk memantau PLTS *portable* dari jarak jauh. Tempat pengambilan data dilakukan di halaman gedung jurusan elektronika Politeknik Negeri Cilacap. Beban yang digunakan adalah pompa air 125 Watt. Waktu pengambilan data dimulai pada jam 09.00-15.00 WIB. Dari data-data tersebut digunakan untuk mengetahui kinerja PLTS *portable* dengan menggunakan sistem IoT.

3.4.1 Pengambilan Data Nilai Sensor

Pengambilan data nilai sensor merupakan kegiatan yang dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran antara alat ukur dengan pembacaan sensor. Hal ini bertujuan agar hasil pengukuran dapat menghasilkan nilai pengukuran yang akurasi/tepat. Dalam tugas akhir ini

dilakukan beberapa pengujian diantaranya, pengujian nilai tegangan, arus, daya, kondisi baterai, frekuensi, dan power faktor. Rumus untuk perhitungan nilai *error* dapat dilihat dibawah ini

$$X = \frac{\text{Nilai Pembanding (alat ukur)} - \text{Nilai Pengukuran Sensor}}{\text{Nilai Pembanding (alat ukur)}} \times 100\% \dots\dots(3)$$

3.4.2 Pengambilan Data Sensor PZEM-017

Pengambilan data nilai Sensor PZEM-017 dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan Sensor PZEM-017 dengan pembacaan digital multimeter pada keluaran panel surya. Hasil pengujian Sensor PZEM-017 disajikan dalam bentuk tabel yang terdiri dari banyaknya pengujian meliputi hasil Sensor PZEM-017 tegangan dan arus dengan hasil pengukuran multi tester, dan nilai *error* yang didapat.