

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

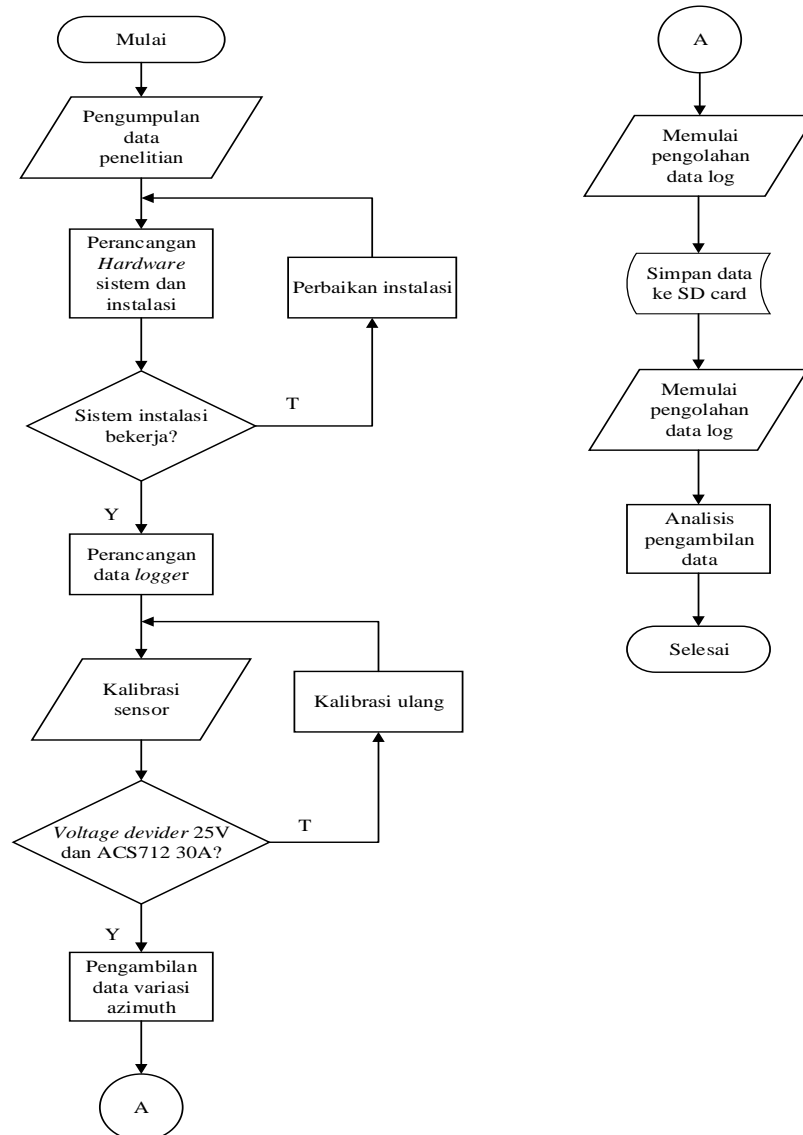
3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian ini adalah acuan pedoman yang penting untuk diketahui dan dibuat agar melakukan proses pengambilan data dan analisis data sesuai dengan alur yang sudah dirancang supaya tidak keluar batas perancangan penelitian dari tujuan. Pembahasan penelitian ini mengenai pengujian posisi sudut azimut (θ) *solar panel* ini dipasang sistem *flexible* panel surya dengan kapasitas masing-masing 50 *Wattpeak* dengan jumlah 4 *solar panel* dan menggunakan metode data *logger* sebagai sistem pemantauan secara *real time* dan penangkapan radiasi matahari menggunakan pyranometer MS-601F, antara lain:

1. Studi literatur terhadap permasalahan terhadap penelitian.
2. Identifikasi masalah dengan melakukan perumusan latar belakang yang kemudian menghasilkan sebuah perkiraan yang mampu diselesaikan.
3. Melakukan penentuan parameter terhadap alat perancangan sebagai data yang diperlukan untuk mencapai tujuan terhadap penelitian ini.
4. Mengidentifikasi sistem dan untuk analisis data penelitian.
5. Melakukan tahap pengambilan data penelitian.
6. Melakukan konversi data pengambilan terhadap sistem analisa yang digunakan dan menganalisa hasil pengujian penelitian.
7. Menarik kesimpulan untuk pengujian sudut azimut terhadap model *flexible solar panel* dengan parameter yang digunakan.

3.2 Flowchart Penelitian

Penelitian yang dilakukan dengan berbagai tahapan dan target yang ingin dicapai untuk memperoleh tujuan yang diharapkan maka perlu ada tahapan langkah-langkah penelitian pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Flowchart Penelitian*

Berdasarkan Gambar 3.1 menjelaskan rincian alur penelitian sebagai berikut:

1. Pengumpulan data penelitian panel surya sistem adalah suatu aktifitas yang bertujuan untuk mengumpulkan berbagai teori-teori dari referensi yang berkaitan dengan penelitian yang kemudian dipelajari dan diimplementasikan.
2. Perancangan *Hardware* bertujuan untuk mengimplementasikan sistem instalasi panel surya maupun desain perancangan alat, instalasi yang digunakan dalam hal ini adalah sistem paralel kemudian dalam panel box terdapat MCB DC, fuse DC, terminal blok dan, *solar charge controller*.

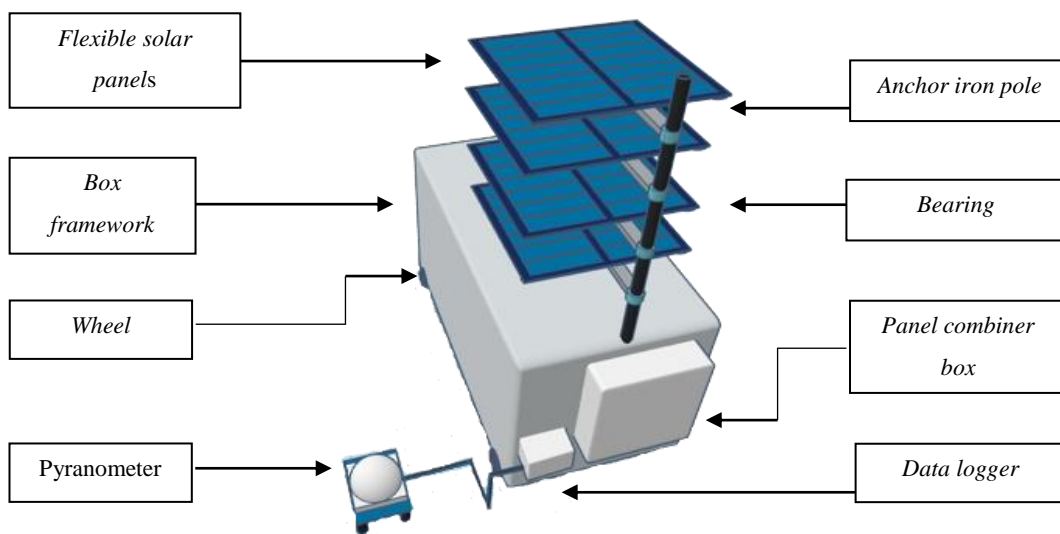
3. Pengujian panel sistem dilakukan *commisioning* menggunakan multimeter dan alat ukur lainnya, hal ini bertujuan untuk, dalam sistem ini tidak terintegrasi dengan baik maka dilakukan pemeliharaan secara berkala.
4. Perancangan sistem akuisisi data otomatis dilakukan dengan merancang data *logger* yang digunakan dalam pengambilan data secara *real ltime*, data *logger* ini dilengkapi sensor yang terintegrasi seperti sensor ACS712 dan tegangan, adapun komponen yang mendukung data *logger* ini seperti DHT AM2302, RTC DS3231, SD *Card modul*, resistor 10k, terminal blok, arduino IDE.
5. Kalibrasi sensor bertujuan untuk mengoptimalkan sensor ataupun komponen yang digunakan untuk pengambilan data supaya data yang diolah dalam mikrokontroller mendapatkan hasil yang akurat, untuk kalibrasi ini dalam bentuk algoritma menggunakan *software* arduino IDE sebagai kalibrasi sensor.
6. Akurasi sensor dari ACS712 dan *voltage divider* merupakan hal yang sangat utama dikarenakan dalam kalibrasi sensor ini harus benar tidak ada kesalahan yang dihasilkan dalam pengukuran, ACS712 dalam penelitian ini menggunakan 30A artinya arus yang dicapai maksimal batas limit mencapai 30A dan untuk *voltage divider* menggunakan 25 V dengan batas optimal tegangan yang dihasilkan 25 V dari panel surya, dari kedua sensor yang terintegrasi diimplementasikan secara aktualiasi di lapangan dengan perintah algoritma yang dirancang, jika dari sensor ACS712 dan *voltage divider* ini mengalami *error* atau *failed to compile* maka dilakukan *re-calibrate* sehingga berhasil mencapai titik akurasi yang baik.
7. Pengaturan variasi *azimuth* dalam hal ini memiliki 4 panel yang diatur dengan berbagai derajat *azimuth*.
8. Pengolahan data *logger* ini dilakukan pada saat semua sistem instalasi panel dan data *logger* sudah berhasil digunakan. Pengambilan data di lapangan FT dengan waktu 7 hari.
9. Sistem pengambilan data ini disimpan dalam SD *Card modul* yang digunakan pada penelitian ini sebagai *row data* atau *data collection*. Kemudian hasil data yang dikumpulkan dalam SD *Card module* diolah

menggunakan Originlab *graphical User Interface* (GUI) sebagai plot grafik dan parameter yang sudah ditentukan.

10. Tahapan terakhir dilakukan nya analisis pengambilan data dengan bertujuan untuk memberikan hasil dan analisa yang didapat dengan data yang sudah terkumpul dan sebagai salah satu jejak penelitian dalam bidang *renewable energy*.

3.3 Perancangan Desain Alat

Perancangan desain alat penelitian ini dapat ditunjukkan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Perancangan Desain Alat

Gambar 3.2 menunjukkan bahwa panel yang digunakan dalam penelitian dengan model *flexible monocrystalline* yang dirangkai secara paralel dengan kapasitas masing-masing panel 50 WP diatur sudut *azimuth* agar pengambilan data bisa dilaksanakan. Tiang ancord dengan tinggi 1 meter dari permukaan box utama sebagai fungsi untuk pondasi pergerakan dari panel surya, tiang ini dirancang agar panel surya bisa ditutup bagian bawah pada saat tidak digunakan dan jika ingin digunakan kembali, maka tiang diangkat agar permukaan panel menjadi posisi horizontal. Kerangka box dengan kerangka besi siku L yang berlubang dengan tinggi 85 cm, panjang 120 cm dan lebar 70 cm pada masing-masing sisi box utama ini dipasang triplek melampin agar terhindar dari debu dan

panas matahari. *Bearing* pada tiang ancord berfungsi sebagai arah pergerakan 360° memutar secara horizontal. Salah satu wilayah bagian *bearing* terdapat 2 *bearing* yang dipasangkan plat besi tipis dengan teknik pengelasan pada besi. Roda pada bagian sisi bawah sebagai salah satu titik tumpuan pada kerangka box utama, terdapat 4 titik yang dipasang roda agar bisa bergerak bebas melaju diberbagai titik lokasi serta roda dilengkapi fitur pengunci agar alat *standby* pada posisi. Panel MDP dipasang kerangka box penelitian, panel instalasi ini sesuai dengan fungsinya ialah tempat *combiner box* dari komponen yang diperlukan. Pyranometer MS-601F digunakan sebagai alat penangkapan radiasi global yang jatuh pada permukaan *glass dome* pyranometer.

3.4 *Hardware dan Software*

Penelitian ini didukung dengan adanya penggunaan secara *Hardware* dan *software* sebagai salah satu penunjang penelitian dengan harapan penelitian ini berhasil seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 *Hardware dan Software*

Parameter	Spesifikasi
<i>Model</i>	1200W
<i>Conversion efficiency</i>	60%
<i>Input voltage</i>	12 V
<i>Low voltage range</i>	<10,5 V
<i>High voltage range</i>	15 V
<i>Output voltage</i>	230 V ± 10%
<i>Output frequency</i>	50 Hz + 3%
<i>Output waveform</i>	<i>Modified Sine Wave</i>
<i>Dimension</i>	150 x 93 x 55
<i>Weight</i>	500 mg

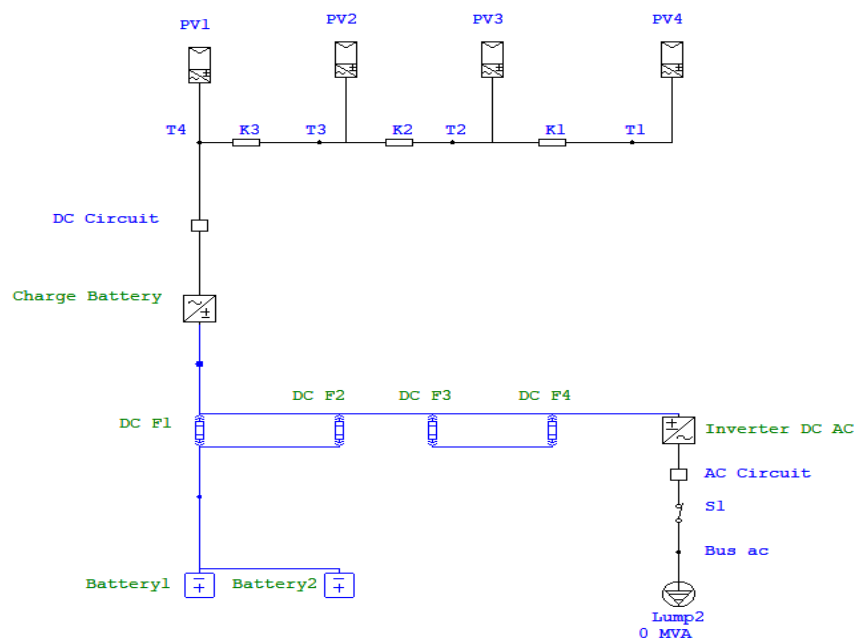
Berdasarkan Tabel 3.1 penelitian ini diperlukannya berbagai komponen perangkat keras sebagai bentuk *hardware* yang nyata dan difungsikan. Perangkat keras dapat digunakan dengan keadaan baik jika terkalibrasi dengan baik, kemudian dari perangkat lunak ini sebagai pendukung pembuatan rangkaian *single diagram* dan rancangan bentuk alat penelitian.

3.5 *Perancangan Sistem Photovoltaic*

Perancangan sistem data *logger* otomatis menggunakan beberapa komponen yang dirancang menjadi satu bagian sistem dengan berbagai instrumen meliputi perancangan *microcontroller*, rangkaian *input* dan *output*. Perangkat keras ini dirancang untuk dapat membantu dan *monitor* sistem pembangkit listrik tenaga surya.

3.5.1 Rangkaian Sistem Panel Surya

Single diagram MDP bertujuan untuk merealisasikan fungsi dari sistem panel surya dengan komponen yang terhubung agar penelitian dapat dilakukan dengan baik dan benar. Berikut instalasi *diagram* dari sistem panel surya menggunakan *Electrical Transient Analysis Program* (ETAP) ditunjukkan pada Gambar 3.3.



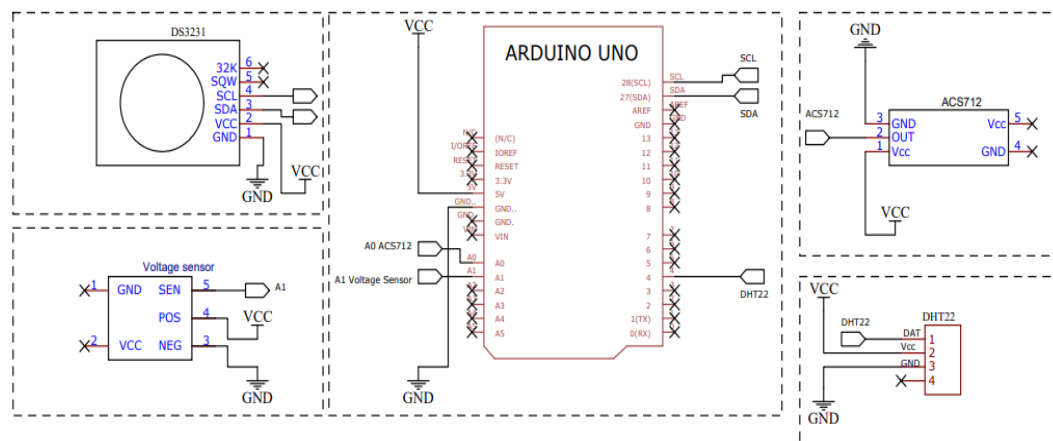
Gambar 3.3 Rangkaian Sistem Panel Surya

Gambar 3.3 menunjukkan sistem rangkaian panel surya di dalam panel box yang dilengkapi komponen pembatas dan pemutus aliran listrik, sehingga diperlukan komponen seperti MCB AC, MCB DC, dan Fuse DC. Perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya ini adalah pada saat radiasi matahari menyinari permukaan sel surya *photovoltaic* yang mampu menghasilkan arus dari tahap konversi energi dengan menggunakan kabel *connector photovoltaic* dengan

jenis MC4 untuk standarisasi kabel panel surya, besar energi dari keluaran panel surya berbeda dengan sel surya yang terintegrasi dalam panel surya tersebut dan penangkapan cahaya matahari yang sampai pada permukaan panel surya.

3.5.2 Rangkaian *Input Data Logger*

Rangkaian *input* dari perancangan sistem data *logger* otomatis untuk *monitoring photovoltaic* dengan waktu presisi dan berkelanjutan maka dapat ditunjukkan pada Gambar 3.4.

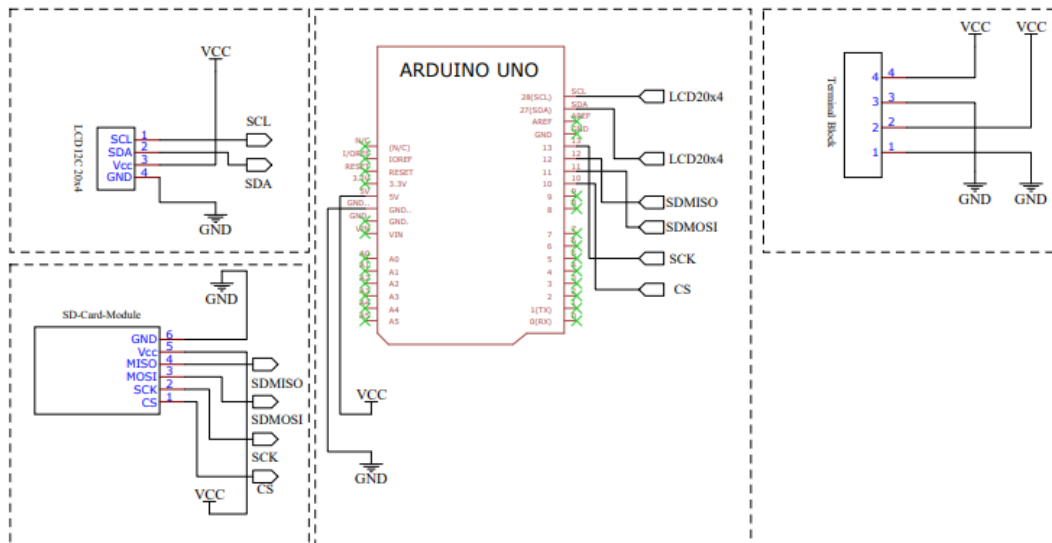


Gambar 3.4 Rangkaian *Input Data Logger*

Berdasarkan Gambar 3.4 dengan adanya perancangan sistem ini dapat dilakukan perekaman data secara otomatis dan *real time* dengan terintegrasi dari beberapa sensor yang diperlukan algoritma pemrograman pada *software* arduino IDE. Dalam perancangan ini terdapat sensor ACS712 sebagai penghitung atau perantara antara arus DC langsung dari panel surya dan mikrokontroler arduino, sensor tegangan dengan batas maksimal 25 V yang artinya dalam pengkodisian pendeteksian tegangan batas maksimal 25 V, DHT AM2302 sebagai pembacaan suhu dan *humidity* Lingkungan, serta DS3231 sebagai *real time clock function*.

3.5.3 Rangkaian *Output Data Logger*

Rangkaian *output* dari perancangan sistem data otomatis data *logger photovoltaic* dapat ditunjukkan pada Gambar 3.5.

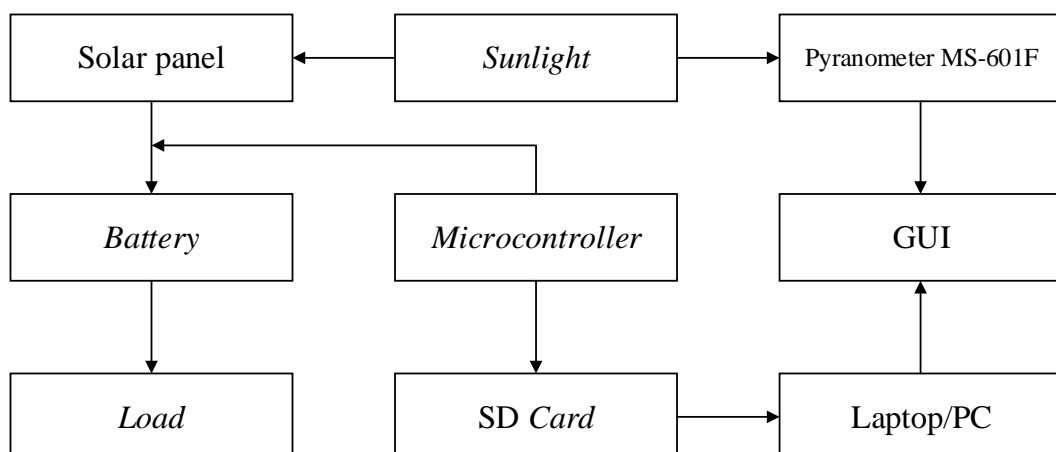


Gambar 3.5 Rangkaian *Output Data Logger*

Berdasarkan Gambar 3.5 perancangan rangkaian sistem *output* dari data *logger photovoltaic*, dengan adanya perancangan sistem ini dapat dilakukan monitor data secara *real time* dengan terintegrasi dari beberapa keluaran yang diterima dari rangkaian *input*.

3.6 Blok *Diagram* Penelitian

Tahap ini adalah suatu rancangan *diagram* blok sistem *photovoltaic* dan data *logger* sebagai salah satu *instalation* PV sehingga dapat bekerja sesuai dengan harapan dapat ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Blok *Diagram* Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.6 menjelaskan bahwa sebagai berikut:

1. Panel surya yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe *flexible monocrystalline* sebanyak jumlah empat panel dengan spesifikasi panel surya P_{\max} 50 W, $I_{p\max}$ 6,2 A, $V_{p\max}$ 8 V, I_{sc} 6,6 A, dan V_{oc} 8.8 V yang dirangkai secara paralel.
2. *Solar Charge Controler* PWM adalah komponen *charge accu* sumber didapatkan dari proses *photovoltaic* panel surya dalam penelitian ini menggunakan *solar charge controller* dengan spesifikasi *rated voltage* 12 V 24 V, *rated current* 20 A.
3. *Power inverter* sebagai suatu pengubah tegangan yang dihasilkan dari panel surya, tegangan *input* dari panel surya DC (*Direct Current*) selanjutnya diubah oleh *inverter* menjadi AC (*Alternating Current*) dalam penelitian ini digunakan *inverter* dengan spesifikasi 1200 W model MSW, *hight voltage range* 15 V kemudian digunakan beban AC.
4. Komponen *solar charge controller* yang terintegrasi dengan baterai VRLA dengan kapasitas 12 V 20 Ah sebanyak 2 buah baterai dirangkai secara paralel.
5. Pyranometer MS-601F sebagai pengukuran radiasi matahari digunakan dalam pengujian panas matahari dan aplikasi dalam aplikasi *photovoltaic* dan dalam data yang tepat.
6. *Microcontroller* yang digunakan adalah arduino uno dengan dilengkapi sensor ACS712, *voltage sensor*, RTC DS3231, Sensor DHT22, dan LCD 20×4 I2C. Bidang ini dikhususkan sebagai salah satu *monitoring* otomatis yang dapat mendeteksi tegangan, arus, suhu, dan kelembapan lalu kemudian hasil pendataan otomatis disimpan dalam SD Card.
7. Hasil pendataan yang diambil dilakukannya pengolahan data dengan menggunakan *software Grapchical User Interface (GUI)* sebagai visualisasi grafik penelitian.

3.7 Komponen Penelitian

Komponen yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hal utama yang berpengaruh dalam sistem maupun hasil sebagai berikut:

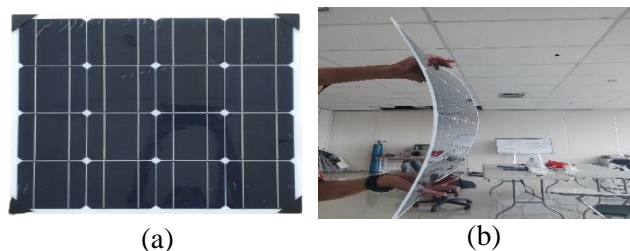
- A. Modul panel surya

Perancangan alat pembangkit listrik tenaga surya menggunakan sistem *off-grid* dengan panel jenis *flexible monocrystalline* dengan spesifikasi seperti Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Spesifikasi Modul Panel Surya Model *Flexible*

Parameter	Spesifikasi
<i>Rated Maximum Power (Mp)</i>	50 Watt
<i>Model panel</i>	<i>Mys-50W</i>
<i>The voltage at Pmax (Vmp)</i>	8 V
<i>Current at Pmax (Imp)</i>	6,2 A
<i>Short-Circuit Current (Isc)</i>	6,6 A
<i>Open-Circuit Current (Voc)</i>	8,8 V
<i>Cell technology</i>	<i>Mono-Si</i>
<i>Intensity solar</i>	1000 W/m ²
<i>Operating temperature</i>	-40°C + 85°C
<i>Normal Operating Cell Temp (NOCT)</i>	25°C
<i>Air Mass (AM)</i>	1,5
<i>Solar junction box</i>	IP65
<i>Weight</i>	1.5 Kg
<i>Dimension (mm)</i>	530 x 530 x 2.5 mm
<i>Grade class</i>	<i>Class A</i>
<i>Tolerance</i>	3%

Berdasarkan Tabel 3.2 data panel surya yang digunakan adalah panel surya model *flexible* dengan jenis panel *monocrystalline* sebanyak 4 *solar panel* dapat ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Panel Surya *Flexible Monocrystalline* (a) Tampak Atas (b) Tampak Samping

Berdasarkan Gambar 3.7 *solar panel flexible* dengan total kapasitas mencapai 200 WP. Panel surya jenis *monocrystalline* model *flexible* mempunyai *cell* dengan jumlah 16 yang dihubungkan seri dan paralel menghasilkan tegangan dan arus yang mengalir dari kutub positif dan ke kutub negatif kabel tembaga jenis

serabut. Daya yang dihasilkan oleh panel surya model *flexible* dapat dihitung berdasarkan data *sheet* yang terdapat pada bagian belakang *solar panel*.

B. *Solar charge controller*

Solar charge controller kemampuan untuk *monitoring* dan kendali *charge* dari baterai sehingga seperti Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Spesifikasi *Solar Charge Controller* PWM 20A

Parameter	Spesifikasi
<i>Model</i>	W88-B
<i>Rated voltage</i>	12 V/24 V
<i>Rated current</i>	20 A
<i>Maximal PV voltage</i>	50 V
<i>Maximal PV input power</i>	260 W (12 V) 520 W (24 V)

Berdasarkan Tabel 3.3 menjelaskan bahwa *solar charge controller* dengan tipe model *Pulse Width Modulation* (PWM) adalah komponen pengendalian keberlangsungan terhadap pengisian baterai yang dipasang pada bagian komponen pendukung PLTS. Komponen SCC ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 *Solar Charge Controller* PWM 20A

Berdasarkan Gambar 3.8 menunjukkan adalah untuk mengatur *charger battery* yang mempunyai karakteristik cara kerja baterai penuh pada saat 13,4 V hal ini dengan tujuan mengetahui kondisi baterai penuh.

C. *Inverter DC to AC*

Penelitian ini menggunakan komponen inverter DC to AC, oleh karena itu kebutuhan dari *solar panel system* adalah arus dan tegangan AC maka diperlukannya komponen *inverter DC to AC* dapat ditunjukkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Spesifikasi *Power Inverter* DC to AC

Parameter	Spesifikasi
<i>Model</i>	1200W
<i>Conversion efficiency</i>	60%
<i>Input voltage</i>	12 V
<i>Low voltage range</i>	<10,5 V
<i>High voltage range</i>	15 V
<i>Output voltage</i>	230 V \pm 10%
<i>Output frequency</i>	50 Hz + 3%
<i>Output waveform</i>	<i>Modified Sine Wave</i>
<i>Dimension</i>	150 x 93 x 55
<i>Weight</i>	500 mg

Berdasarkan Tabel 3.4 *inverter* DC to AC ini adalah suatu komponen pengubah tegangan yang dihasilkan dari proses distribusi arus dan tegangan dalam kondisi *on*, komponen *inverter* dapat ditunjukkan pada Gambar 3.9.

Gambar 3.9 *Power Inverter* DC to AC

Berdasarkan Gambar 3.9 komponen *inverter* ini adalah suatu komponen yang digunakan dalam penelitian metode *off-grid* dengan kapasitas 1200 W, komponen ini dapat mengubah tegangan dan arus dari DC ke AC yang diperlukan kontak *breaker* sebagai pengaman dan pemutus.

D. Arduino Uno R3

Penelitian ini menggunakan alat *microcontroller* Arduino Uno R3 ditunjukkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Arduino Uno R3

Berdasarkan Gambar 3.10 Arduino Uno adalah sebuah *board microcontroller* yang berbasis ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 *pin input* atau *output* yang dimana 6 *pin* dapat digunakan sebagai *output* PWM, spesifikasi arduino seperti Tabel 3.5.

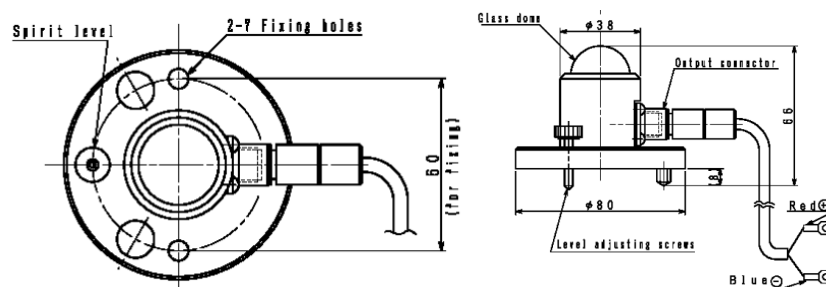
Tabel 3.5 Spesifikasi Arduino Uno

Parameter
<i>Microcontroller</i> : ATMEGA328b.
Tegangan Operasi: 5V
Tegangan <i>Input</i> : 7 s.d. 12 V
Tegangan <i>Input</i> : 6 s.d. 20 V
<i>Pin digital I/O</i> : 14
<i>Pin Analog Input</i> : 6
Arus DC per <i>pin I/O</i> : 40 mA
Arus DC untuk <i>pin</i> 3.3 V: 150 mA
<i>Flash Memory</i> : 32 kB dengan 0.5 kB
EEPROM: 1 kB
SRAM: 2 kB
Kecepatan Pewaktuan: 16 Mhz

Berdasarkan Tabel 3.5 menunjukkan bahwa 6 *analog input*, sebuah *crystal* osilator 16 MHz, koneksi USB, jack *power*, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino uno mampu mendukung mikrokontroler dapat diintegrasikan dengan komputer menggunakan kabel USB dan bisa disuplai dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya.

E. Pyranometer MS-601F

Pyranometer ini digunakan untuk *monitoring* radiasi matahari yang dapat ditunjukkan pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Pyranometer MS-601F

Berdasarkan Gambar 3.11 pyranometer dapat digunakan dengan integrasi sensor data *logger* yang digunakan dalam penelitian, pyranometer mempunyai spesifikasi dapat ditunjukkan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Spesifikasi Pyranometer MS-601F

Parameter	Spesifikasi
<i>Spectral response</i>	305 s.d. 2800nm
<i>Response time</i>	17 sec. (95% response)
<i>Zero offset</i>	<i>response to 200m⁻² net thermal radiation (ventilated) : +10 W/m²</i>
	<i>response to 5K⁻¹ change in ambient temperature: ± 6 W/m²</i>
<i>Non-stability</i>	-1.7%
<i>Non-linearity</i>	±1.5%
<i>Directional response</i>	±25 Wm ²
<i>Spectral selectivity</i>	-1.1%
<i>Temperature response</i>	±2.0%
<i>Tilt response</i>	±2.0%
<i>Field of view</i>	2π steradians
<i>Sensitivity</i>	7mV/kWm ²
<i>Internal resistance</i>	50Ω
<i>Size</i>	See attached drawing
<i>Weight</i>	770g (MS-601)
	1.52kg (MS-601F)
<i>Paint</i>	White (Munsell N-9.5), baked
<i>Power requirement</i>	AC100V or 220V (specified) (MF-601F) 12W/50Hz, 10W/60Hz

Berdasarkan Tabel 3.6 pyranometer adalah instrumen alat yang mengukur radiasi matahari, pyranometer jenis ini ISO kelas dua, lapisan deteksi matahari terbuat dari *thermopile* dilapisi substrat polimida yang menghasilkan perbedaan suhu radial ketika terkena radiasi matahari, pyranometer jenis ini memiliki akurasi hingga 10 W/m² yang artinya *offset* pada pengukuran radiasi matahari global akurat.

