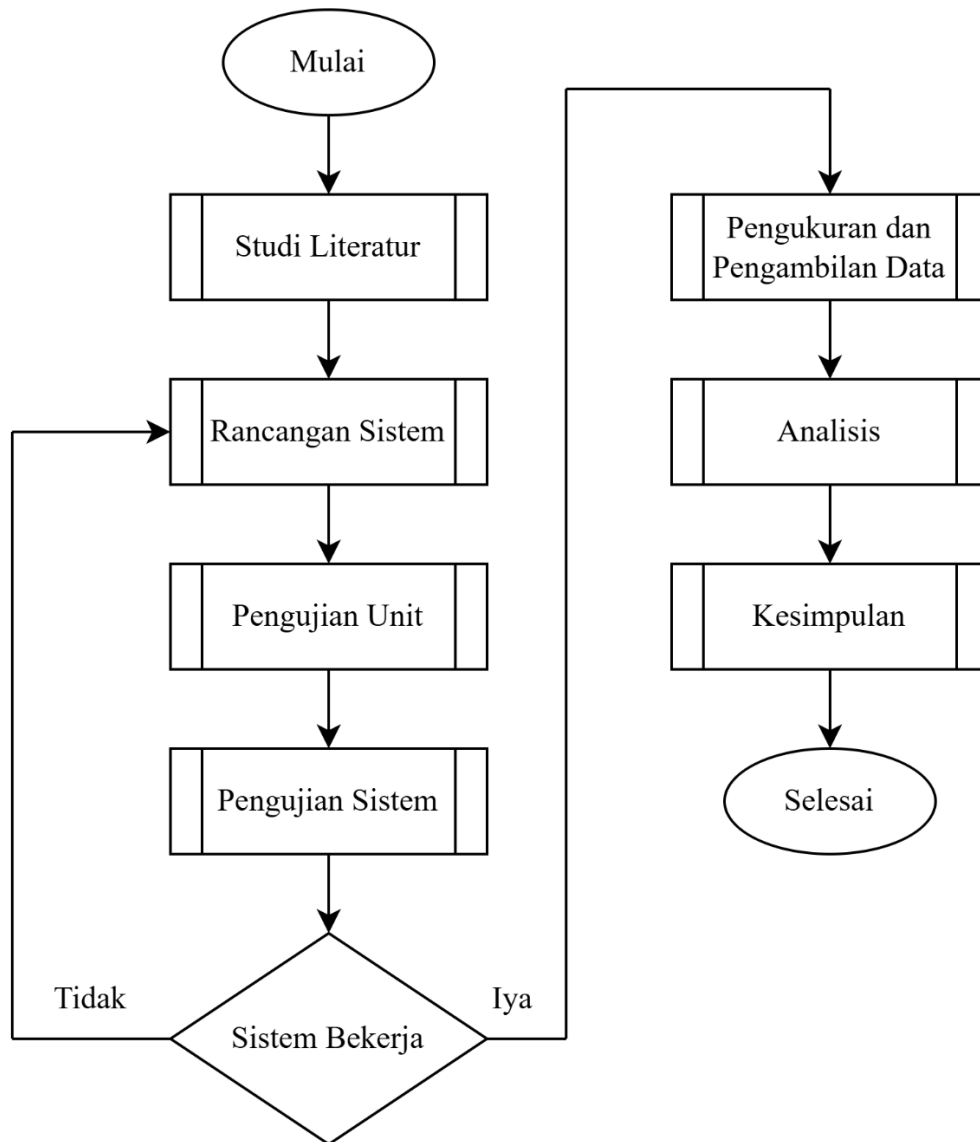


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Flowchart Penelitian



Gambar 3.1 Alur penelitian

Tahapan kegiatan penelitian dilakukan agar bisa mengerjakan penelitian secara runtut dan terstruktur. Proses akan dilakukan dalam penelitian ini dimulai dari proses studi literatur hingga mendapatkan kesimpulan yang secara lengkap disajikan pada diagram alir tahapan kegiatan penelitian pada gambar 3.1 diatas ini.

3.2 Studi Literatur

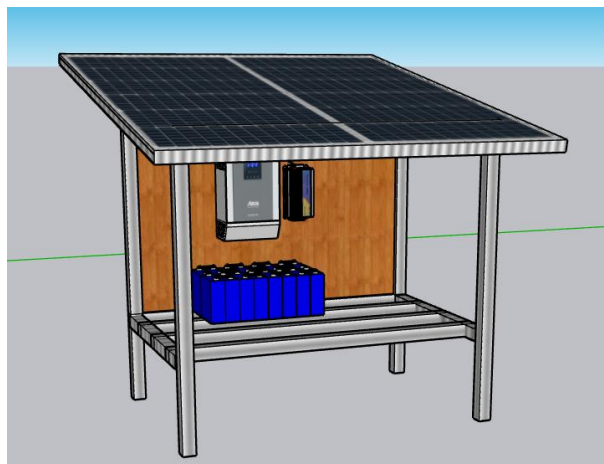
Studi literasi merupakan tahapan kegiatan penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan data sebagai acuan untuk mendukung kegiatan penelitian. Pengambilan sumber dan data yang berkaitan dengan penelitian didapatkan dari buku, jurnal, sumber secara langsung maupun internet.

3.3 Rancangan Sistem

Perancangan sistem ini dilakukan untuk mempermudah pembuatan alat yang akan digunakan untuk penelitian ini dan bertujuan agar alat dapat berfungsi dengan baik. Proses ini dibagi menjadi dua bagian yaitu perancangan model dan perancangan elektrik seperti yang akan dijelaskan berikut ini:

1. Pembuatan Model dan Diagram Blok

Pembuatan model menggunakan software SketchUp untuk memudahkan dalam pembuatan model yang akan dibangun.

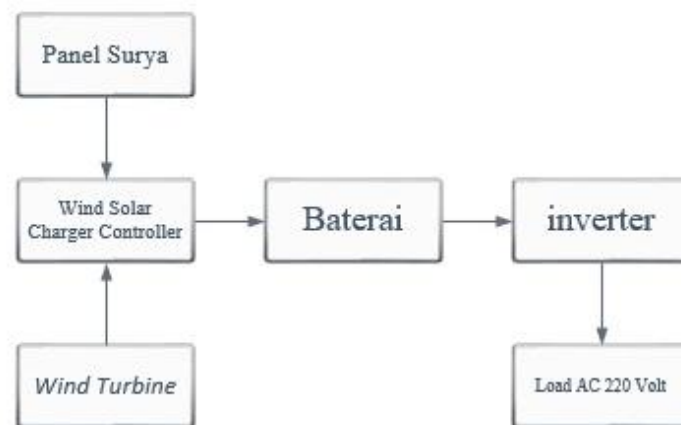


Gambar 3 2 desain PLTH

Pada gambar 3.2 diatas menjelaskan tampak atas terdiri dari dua modul surya dimana satu panel surya bisa membangkitkan energi sebesar 360 Wp dan bagian

Tengah terdapat MPPT sebagai saklar pintar penghubung antara panel surya dan baterai ditambah modul inverter disamping MPPT bertujuan untuk merubah arus DC menjadi arus AC yang dimana nantinya bisa digunakan untuk pembebanan.

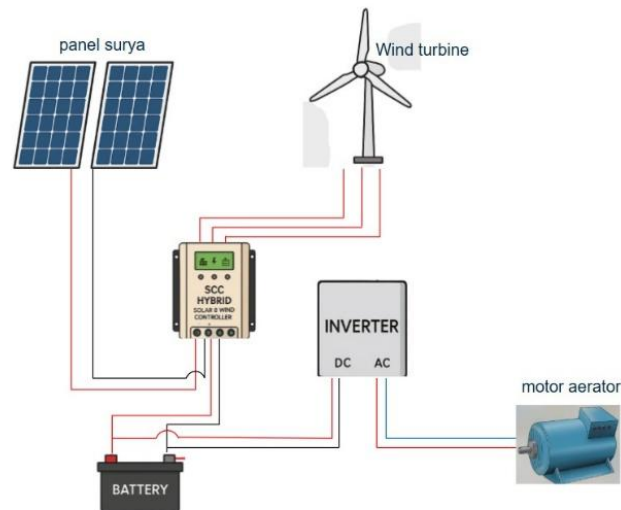
Perencanaan diagram blok menjelaskan rangkaian pembangkit *Hybrid* seperti pemasangan komponen yang akan digunakan pada pembangkitan energi bisa dilihat pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3 3 diagram blok PLTH

2. Menentukan input dan output kelistrikan

Perencanaan input-proses-output menjelaskan wiring rangkaian elektronik seperti pemasangan kabel secara keseluruhan serta bahan yang digunakan seperti pada gambar 3.4 dibawah ini yang dibuat menggunakan aplikasi Corel Draw berikut ini:



Gambar 3 4 wiring diagram PLTH

Berdasarkan layout skema rangkaian elektronik pada gambar 3.4 untuk perancangan pembangkit listrik *hybrid* konfigurasi untuk pin pada rangkaian dapat ditulis seperti berikut ini:

Tabel 3. 1 proses input-output PLTH

Modul surya	
Output + Modul surya	Dihubungkan dengan Pin input Controller MPPT
Output – Modul surya	Dihubungkan dengan Pin input Controller MPPT
Generator	
Output Generator	Dihubungkan dengan Pin input Controller MPPT
Controller MPPT <i>Hybrid</i> wind and solar cell	
Input + Controller MPPT <i>Hybrid</i>	Dihubungkan ke + modul surya
Input – Controller MPPT <i>Hybrid</i>	Dihubungkan ke – modul surya
Input Fasa Controller MPPT <i>Hybrid</i>	Dihubungkan ke fasa output pada generator
Input Fasa Controller MPPT <i>Hybrid</i>	Dihubungkan ke fasa generator

Input Fasa Controller MPPT <i>Hybrid</i>	Dihubungkan ke fasa pada generator
Output + Controller <i>Hybrid</i>	Dihubungkan dengan + baterai
Output - Controller <i>Hybrid</i>	Dihubungkan dengan – baterai
Output + Controller <i>Hybrid</i>	Dihubungkan dengan load DC
Output - Controller <i>Hybrid</i>	Dihubungkan dengan – load DC
Baterai	
Kutub positif baterai	Dihubungkan dengan output positif Controller MPPT <i>Hybrid</i>
Kutub negatif baterai	Dihubungkan dengan output negatif Controller MPPT <i>Hybrid</i>
Kutub positif baterai	Dihubungkan dengan pin input positif SCC
Kutub negatif baterai	Dihubungkan dengan pin input negatif SCC
Inverter	
Pin fasa inverter	Dihubungkan ke pin fasa motor aerator
Pin netral inverter	Dihubungkan ke pin netral motor aerator
Motor Induksi	
Pin fasa motor aerator	Dihubungkan pada pin fasa inverter
Pin netral motor aerator	Dihubungkan dengan pin netral inverter

3.4 Pengujian Unit

Pada penelitian pengujian unit meliputi beberapa komponen diantaranya panel surya, generator magnet permanen, *charger controller*, baterai dan inverter

1. pengujian panel surya (*no load*)

metode pengujian panel surya dilakukan dalam kondisi tanpa beban (*no-load*) dengan mengukur langsung kelistrikan utama menggunakan *multimeter* digital yang terhubung dengan terminal positif dan negatif modul surya. Pengujian panel surya pada kondisi rangkaian terbuka (*open circuit test*) pada panel surya untuk memvalidasi nilai rangkaian nilai tegangan terbuka (*Voc*) secara *actual* yang dihasilkan, bertujuan untuk perbandingan dengan datasheet panel surya, tahap pengujian panel surya meliputi data tegangan yang diambil setiap 30 menit selama periode pengukuran dimulai dari jam 10.00 sampai 13.00 WIB. Dimana panel surya dibiarkan tanpa terhubung dengan beban untuk melihat hasil tegangan yang dihasilkan oleh panel surya.

2. Pengujian generator magnet permanen (PMG)

Pengujian PMG dimulai dengan pengujian tanpa beban (*no load test*) dimana generator diputar menggunakan motor yang dibantu dengan *Variable Frequency Driver* (VFD) untuk penggerak eksternal, bertujuan untuk mengatur kecepatan generator dengan mengatur putaran per menit (RPM) mulai dari 0-600, dan keluaran tegangan generator diukur menggunakan *power quality analyzer* (PQA).

3. Pengujian *charger controller*

Pengujian *charger controller* dilakukan dengan menghubungkan sumber input baik dari panel surya (posisi panel surya diganti menggunakan power suplai) dan generator dibantu motor listrik yang sudah terkontrol oleh VFD bertujuan untuk proses pengisian baterai pengujian ini memvalidasi kemampuan controller untuk mengatur tegangan dan arus yang masuk ke baterai.

4. Pengujian baterai

Pengujian baterai berkaitan dengan *charger/discharge* bertujuan untuk menguji performa baterai secara dinamis dalam pengoperasi normal sistem *hybrid* pengujian melibatkan tegangan dan arus pada baterai secara *real time* menerima daya masuk dari *charger controller* dan saat melepas daya ke inverter.

5. Pengujian Inverter

Pengujian inverter bertujuan untuk memastikan unit inverter mampu untuk menghasilkan tegangan satu fasa (≈ 220 V) sinusoidal dengan frekuensi 50 Hz. Karena metode modulasi yang digunakan pada inverter ini menggunakan metode *Sinusoidal Pulse Width Modulation* (SPWM), ketika hasil pengujian inverter menunjukkan tegangan keluaran inverter sinusoidal dan memiliki frekuensi 50 Hz, maka inverter dapat digunakan untuk keseluruhan sistem. Metode pengujian inverter dilakukan dengan cara memberikan sumber DC dari baterai sebagai input tegangan DC. Kemudian inverter diberikan beban induktif (motor). Setelah dilakukan pembebanan, dilakukan pengukuran pada tegangan keluaran inverter menggunakan multimeter, clamp meter, dan mini osiloskop.

6. Variable Frequency Drive (VFD)

Penggunaan VFD mencakup langkah-langkah teknis dalam mengoperasi VFD guna untuk mengontrol kecepatan motor induksi secara efisien dan aman.

a) Persiapan dan pemeriksaan

Sebelum memberikan daya pada perangkat, langkah pemeriksaan awal sangat krusial untuk mencegah kegagalan elektrik

1. Pemeriksaan visual: Memastikan tidak ada kerusakan fisik pada unit VFD dan kabel tidak ada yang terkelupas.
2. Pemeriksaan koneksi: memastikan kabel input (L1,L2,L3) dan kabel output ke motor (U,V,W) terpasang dengan kencang.
3. Pemeriksaan grounding: memastikan sistem pertanahan terhubung dengan benar untuk membuang arus bocor.

b) Prosedur pemberian daya

1. Naikkan MCCB atau Breaker utama yang menyuplai daya ke VFD.
2. Tunggu hingga layar Keypad/HMI menyala.
3. Pastikan tidak ada indikator Fault atau Error yang muncul pada layar display.

c) Konfigurasi parameter dasar

VFD memerlukan input data motor agar dapat memberikan proteksi dan kontrol yang akurat. Parameter yang harus diatur biasanya meliputi:

1. Motor Rated Voltage: Tegangan nominal motor (misal: 380V).
2. Motor Rated Current: Arus nominal (sesuai nameplate motor).
3. Motor Rated Frequency: Frekuensi dasar (50Hz atau 60Hz).
4. Acceleration Time: Waktu yang dibutuhkan motor dari diam hingga kecepatan penuh.
5. Deceleration Time: Waktu yang dibutuhkan motor dari kecepatan penuh hingga berhenti.

d) Langkah pengoperasian

Pengoperasian dapat dilakukan melalui dua cara utama: Local (melalui keypad) atau Remote (melalui terminal eksternal/PLC).

1. Menentukan Referensi Kecepatan: Atur frekuensi yang diinginkan (misal: 30Hz) menggunakan potensiometer atau tombol panah pada keypad.
2. Perintah Start: Tekan tombol RUN. VFD akan mulai menyuplai frekuensi secara bertahap sesuai dengan acceleration time.
3. Monitoring: Pantau arus (Ampere) dan suhu motor pada layar VFD selama motor beroperasi untuk memastikan beban masih dalam batas wajar.

e) Prosedur penghentian

1. Tekan tombol STOP. VFD akan menurunkan frekuensi secara bertahap mengikuti deceleration time hingga motor benar-benar diam.
2. Emergency Stop: Jika terjadi kondisi darurat, tekan tombol Emergency Stop eksternal yang akan memutus aliran daya secara instan atau memerintahkan VFD untuk Coast to Stop.

f) Selesai

Jika sistem tidak akan digunakan dalam waktu lama:

1. Matikan suplai daya utama (Breaker OFF).
2. Tunggu hingga lampu indikator kapasitor (Charge LED) mati sepenuhnya sebelum melakukan perawatan fisik, karena sisa tegangan tinggi masih tersimpan di dalam DC Bus.

Komponen Pendukung pengujian

1. Alat:

- a) Tang potong
- b) multimeter
- c) Kunci pas/kunci shock
- d) Obeng
- e) Cutter
- f) Meteran
- g) Tachometer
- h) VFD
- i) Solar Power Meter
- j) AnemoMeter
- k) Rail MCB

3.5 Pengujian Sistem

Pengujian pembangkit listrik *hybrid* dilakukan bertujuan untuk mengetahui instalasi sudah terpasang dengan baik dan benar agar tidak terjadi konsleting disesuaikan dengan wiring diagram dengan perkabelan apakah sudah sesuai dengan perencanaan atau tidak. Pengujian sistem *hybrid* harus dibuat dengan hati-hati agar tidak terjadi short pada rangkaian.

a) Pengujian PLTB

Pengujian sistem PLTB merupakan tahap penting dalam memastikan kinerja dan kesesuaian sistem dengan spesifikasi teknis. Berikut adalah beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam pengujian sistem PLTB

1. Pengujian kelistrikan

- a. Clamp meter atau multimeter digunakan untuk mengukur tegangan arus pada generator dan sistem baterai.

- b. Mencatat hasil pengukuran secara berkala untuk memantau kinerja sistem

2. Pengujian generator

- a. Pengujian generator menggunakan alat bantu seperti motor induksi yang akan memutar rotor dengan kecepatan yang bervariasi seperti 100,150,200,250,300,350,400,450,500,550, dan 600 RPM yang dikendalikan oleh *Variable Frequency Driver* (VFD), Ketika rotor berputar mengelilingi belitan stator akan dilakukan pengukuran kecepatan menggunakan alat tachometer.

b) Pengujian PLTS

Pengujian sistem PLTS merupakan langkah penting untuk memastikan kesesuaian spesifikasi teknis komponen-komponen dan sistem PLTS, beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam pengujian sistem PLTS sebagai berikut:

1. Pengujian kelistrikan:

- a. Tang ampere atau multimeter digunakan untuk mengukur tegangan dan arus pada panel surya, mppt, dan baterai
- b. Memastikan tegangan dan arus sesuai dengan spesifikasi yang digunakan
- c. Solar power meter digunakan untuk mengukur cahaya matahari yang terpancar di lokasi penelitian
- d. Catat hasil pengukuran secara berkala untuk melacak perubahan yang terjadi seiring waktu.

2. Monitoring sistem secara online:

- a. Pastikan koneksi internet terhubung secara baik agar dapat mengakses sistem monitoring

- b. Periksa data monitoring seperti tegangan dan arus dan bandingkan dengan data realtime untuk melihat perubahan pada sistem PLTS.

3.6 Pengukuran dan pengambilan data

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan secara manual, data yang diambil yaitu kecepatan putar generator diputar menggunakan bantuan motor induksi dan di atur menggunakan *Variable Frequency Driver* data yang diambil meliputi RPM mulai dari 100 sampai 600 kemudian mencatat hasil keluaran generator meliputi arus dan tegangan. Untuk intensitas cahaya matahari yang diserap oleh panel surya menjadi keluaran listrik DC bertujuan untuk pengisian baterai kemudian data yang diambil selama 7 jam bermula dari jam 09.00 WIB sampai jam 15.00 WIB pengambilan data dilakukan secara 5 menit dengan parameter waktu, tegangan, arus dan daya data yang diambil untuk panel surya

3.7 Analisis

Setelah melakukan proses setiap tahapan pengambilan data dan pengujian kemudian dianalisis grafik. Dengan menggunakan parameter yang diambil berupa Output panel, Output generator dan Output baterai beban kemudian ditampilkan menggunakan tabel dan grafik.

