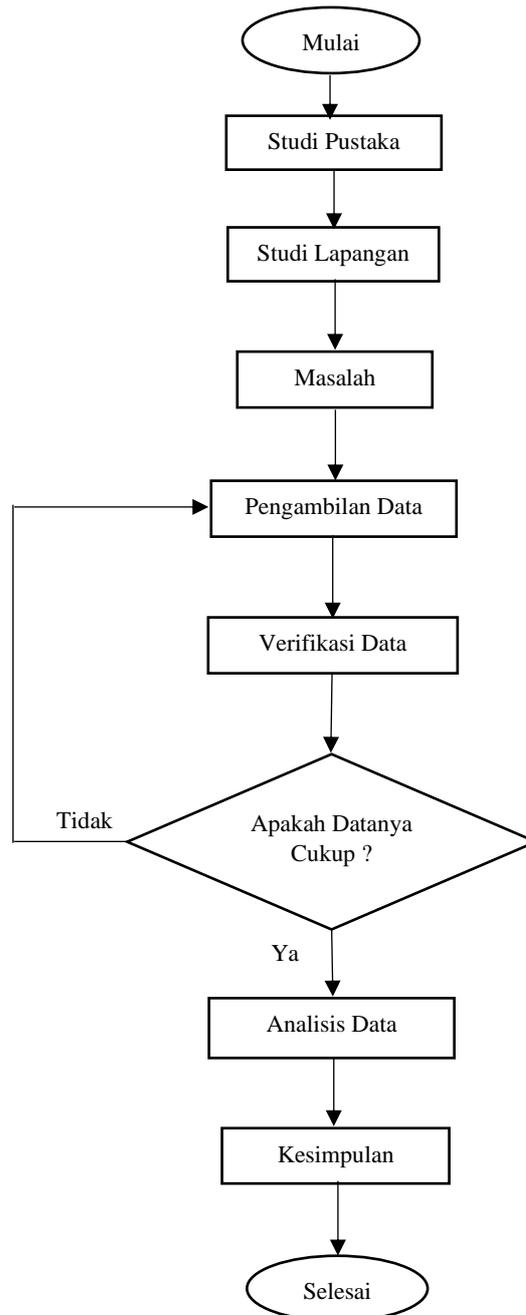


BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian deskriptif yaitu membuat penulisan secara sistematis dan akurat tentang fakta yang diambil dengan melakukan observasi objek melalui penelitian secara tersusun dan terencana.



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

3.2. Objek dan Lokasi Penelitian



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian (<https://earth.google.com>)

Lokasi penelitian berlokasi di Universitas Pendidikan Indonesia Bandung. PLTS *Hybrid* atap gedung yang menjadi objek penelitian ini berada di atap *Gedung Centre of Excellent* (CoE). Objek yang menjadi bahan penelitian adalah pengukuran intensitas radiasi matahari, pengukuran kecepatan angin, pengukuran produksi daya PLTS, pengukuran produksi daya PLTB, pengukuran Baterai ketika pengisian (*charging*) dan pengosongan (*discharging*), serta pengukuran tegangan AC 1 *Phase* dari Inverter.

Proses pengukuran dan pengambilan data produksi daya pada PLTS *Hybrid* dilakukan selama 7 hari pada pukul 07.00 – 18.00 WIB bulan Mei 2023. Untuk indikator PLTS dengan variabel objeknya berupa data intensitas radiasi matahari dan produksi daya PLTS serta kecepatan angin untuk kebutuhan produksi daya PLTB. Kemudian peneliti akan melakukan penelitian secara menyeluruh yakni 24 jam dalam rentan jeda waktu tertentu dari pukul 01.00 – 24.00 WIB untuk melihat pengaruh dari kedua jenis pembangkit terhadap kondisi baterai serta rugi-rugi daya yang dihasilkan oleh *output* ac keluaran dari inverter ketika dihubungkan dengan beban. Untuk pelaksanaannya dimulai tanggal 5 Mei 2023 – 11 Mei 2023.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini dibutuhkan berbagai data untuk menyelesaikan penelitian. Metode yang digunakan dalam proses pengumpulan data pada penelitian mengenai Evaluasi Kinerja Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Hybrid* pada Gedung *Centre of Excellence* Universitas Pendidikan Indonesia adalah:

a. Observasi Lapangan (Pengamatan Langsung)

Metode observasi adalah metode yang dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung, yaitu dengan datang ke tempat yang akan diteliti untuk mendapatkan data secara nyata sesuai dengan fakta di lapangan.

b. Wawancara

Metode wawancara adalah metode yang dilakukan dengan cara melakukan tanya jawab kepada narasumber yang berlandaskan tujuan penelitian untuk memperoleh data secara langsung.

c. Studi literatur

Metode studi literatur adalah metode yang dilakukan dengan cara mengumpulkan sumber-sumber tertulis seperti buku, jurnal, penelitian terdahulu dan lainnya yang memiliki topik relevan dengan penelitian yang sedang dilakukan.

d. Bimbingan

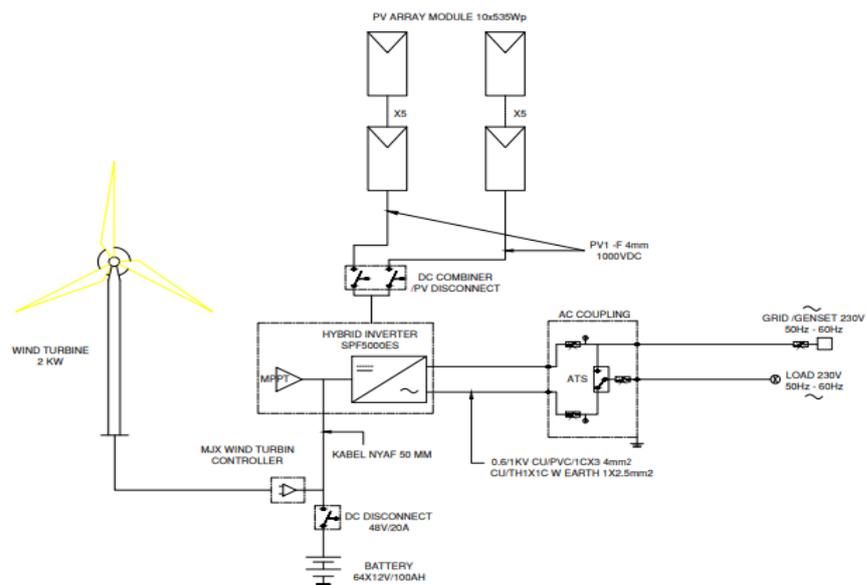
Metode bimbingan merupakan metode yang dilakukan dengan cara diskusi bersama pembimbing yang dimaksudkan untuk membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian.

3.4. Data Lapangan

3.4.1. Beban Listrik PLTS *Hybrid*

PLTS *Hybrid* diperuntukan untuk memenuhi kebutuhan beban listrik AC 1 phase berupa lampu penerangan dengan total beban listrik sebesar 624 Watt dengan menggunakan lampu tipe LED masing-masing sebesar 12 Watt sebanyak 52 lampu yang terpasang. Kondisi pemakaian lampu pada Gedung *Centre of Excellence* (CoE) digunakan selama 24 jam penuh dalam setiap hari penggunaannya, dikarenakan mayoritas letak pemasangan lampu diperuntukan untuk media penerangan di sekitar tangga darurat di tiap lantai nya.

3.4.2. *Single Line Diagram* PLTS *Hybrid*



Gambar 3.3 *Single Line Diagram PLTS Hybrid (PT.Adhi Karya)*

3.4.3. Spesifikasi PLTS

Dalam penelitian ini, subjek penelitian adalah keluaran energi yang dihasilkan oleh panel surya yang telah terpasang pada jaringan PLTS *Hybrid* gedung tersebut. Dengan spesifikasi dari panel yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1

Spesifikasi Modul Panel Surya

<i>Cell</i>	<i>Monocrystalline</i>
<i>Weight</i>	28,6 Kg
<i>Dimensions</i>	2279 mm × 1134 mm × 35 mm
<i>Cable Cross Section Size</i>	4 mm ² (IEC). 12 AWG(UL)
<i>No. of Cells</i>	144 (6×24)
<i>Rated Maximum Power (Pmax)</i>	535 Wp
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	49,45 Volt
<i>Maksimum Power Voltage (Vmp)</i>	41,47 Volt
<i>Short Circuit Current (Isc)</i>	13,79 A
<i>Maximum Power Current (Imp)</i>	12,90 A
<i>Module Efficiency</i>	20,7 %
<i>STC (Standard Test Conditions)</i>	<i>Irradiance 1000W/m², cell temperature 25⁰C</i>

3.4.4. Spesifikasi PLTB

Tabel 3.2
Spesifikasi PLTB

Model	RC-2K
<i>Rated Output</i>	2 KW
<i>Rated Voltage</i>	2,5 KW
<i>Peak Output</i>	48V AC
<i>Start up Wind Speed</i>	2,5 m/s
<i>Cut in Wind Speed</i>	3,5 m/s
<i>Rated Wind Speed</i>	12 m/s
<i>Rotor Diameter</i>	1,24 m
<i>Net Weight</i>	48 Kg
<i>Wind Turbine Control</i>	<i>Low Wind Speed Bost</i>
<i>Rated Voltage</i>	48 VDC
<i>Charging Mode</i>	MPPT
<i>Standby Current</i>	1,5 mA

Kondisi *Wind Turbine* model RC-2K yang terpasang pada atap Gedung CoE terdiri dari 1 buah yang akan beroperasi secara normal dimulai dari kecepatan angin 2,5 m/s – 12 m/s dengan total kapasitas daya 2 KW dengan hasil keluaran berupa listrik AC dengan nilai efisiensi sekitar 30 % - 40 %. Untuk mengubah listrik AC yang dihasilkan oleh PLTB, maka dipasang *Wind Turbine Control* dengan tegangan 48 VDC dan arus keluarannya berada di angka 1,5 mA.

3.4.5. Spesifikasi Inverter

Tabel 3.3
Inverter Output

<i>Rated Power</i>	5000 VA
<i>AC Voltage Regulation</i>	220 - 230VAC 50/60Hz
<i>Surge Power</i>	10000 VA
<i>Efficiency</i>	93%

Tabel 3.4

Spesifikasi SCC

<i>Maksimum PV Array Power</i>	6000 Watt
<i>MPPT Range Operating Voltage</i>	120 VDC – 340 VDC
<i>Maximum PV Array Open Circuit Voltage</i>	450 VDC
<i>Maximum Solar Charge Current</i>	100 A

3.4.6. Spesifikasi Baterai

Tabel 3.5

Spesifikasi Baterai

<i>Nominal Voltage</i>	100 Ah, 12 V
<i>Total Height</i>	8,66 inch
<i>Approx Weight</i>	32 Kg
<i>Maximum charging current</i>	20 A
<i>Maximum discharge current</i>	800 A (5 sec)
<i>Dept of Discharge (DOD)</i>	80 %

Kapasitas baterai yang digunakan untuk memberikan pasokan penyimpanan energi yang dihasilkan oleh PLTS *Hybrid* pada gedung CoE sebanyak 4 buah baterai yang dihubungkan secara seri dengan total kapasitas 100 Ah 48 VDC.

3.5. Alat Ukur**3.5.1. Solar Power Meter**

Solar power meter adalah sebuah alat pengukur yang digunakan untuk mengukur intensitas radiasi matahari. Alat ini sering digunakan dalam pengujian dan evaluasi panel surya, serta dalam pengukuran efisiensi energi dari sistem pembangkit listrik tenaga surya. Solar power meter umumnya dilengkapi dengan sensor radiasi matahari yang sensitif dan terkalibrasi dengan baik, serta *display* untuk menampilkan nilai pengukuran secara *real-time*. Satuan yang dihasilkan dari alat ini menggunakan satuan W/m^2 (Watt per meter persegi), dengan artian tiap 1 m^2 permukaan panel surya akan menghasilkan satuan watt yang dihasilkan dari hasil pengukuran. Tipe solar power meter yang akan digunakan adalah AMTAST SM206 (M. Achmad Ali Fikri, 2022).



Gambar 3.4 Solar Power Meter (Foto Pribadi)

3.5.2. Tang Ampere

Tang ampere adalah alat pengukur arus listrik AC atau DC yang bekerja dengan cara mengukur medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik yang mengalir melalui konduktor. Tang ampere memiliki sensor yang terletak di atas kepala pengukuran, yang dapat membaca medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik yang mengalir melalui kawat konduktor tanpa perlu memutus kawat tersebut. Hasil pengukuran ditampilkan pada layar digital atau analog, yang biasanya dapat mengukur arus listrik dari beberapa ampere hingga beberapa ratus ampere. Tang meter biasanya digunakan oleh teknisi dan insinyur listrik untuk mengukur arus listrik pada instalasi listrik rumah, bangunan, maupun industri, serta dalam perbaikan dan pemeliharaan peralatan listrik (Apridialianti Melkias & Yulianto, 2015).



Gambar 3.5 Tang ampere (Apridialianti Melkias & Yulianto, 2015)

3.5.3. Anemometer

Anemometer adalah alat pengukur kecepatan angin. Alat ini digunakan untuk mengukur kecepatan angin pada suatu lokasi dalam satuan tertentu seperti meter

per detik atau kilometer per jam. Anemometer biasanya digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pemantauan cuaca, pengukuran kecepatan angin pada turbin angin, penelitian meteorologi, dan masih banyak lagi.

Pengukuran kecepatan dan arah angin dengan anemometer sangat penting dalam berbagai bidang seperti meteorologi, penerbangan, maritim, dan industri energi seperti halnya PLTB yang menjadi salah satu objek penelitian. Dengan mengetahui kecepatan dan arah angin, kita dapat memprediksi kondisi cuaca, menentukan keamanan penerbangan, mengoptimalkan kinerja turbin angin, dan banyak lagi (Pindado dkk., 2014).



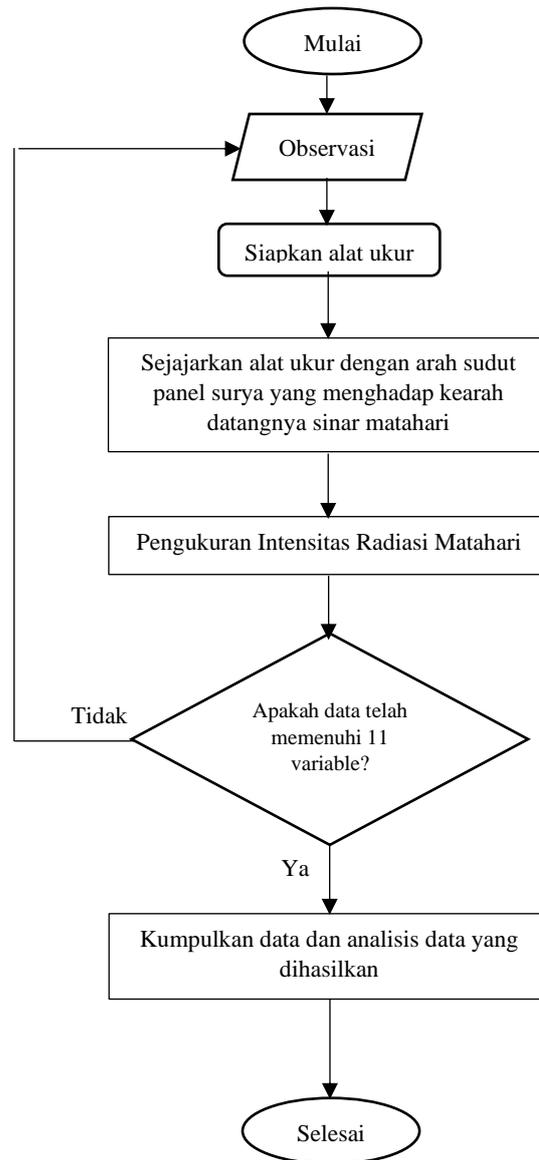
Gambar 3.6 Anemometer (Foto Pribadi)

3.6. Prosedur Penelitian

3.6.1. Pengukuran Intensitas Radiasi Matahari

Pengambilan data berupa intensitas radiasi (iradiasi) sangat diperlukan dalam melakukan evaluasi suatu PLTS. Dengan mengukur intensitas radiasi matahari yang diterima oleh modul panel surya, peneliti dapat menentukan seberapa efektif panel surya dalam menghasilkan energi listrik. Hal ini dapat membantu dalam mengoptimalkan penggunaan PLTS dan meningkatkan performa sistem tenaga surya secara keseluruhan. Pengambilan data intensitas radiasi matahari diambil sebanyak 11 kali/variable, yaitu dari selama 10 jam dari rentan pukul 07.00 – 17.00 WIB.

Berikut prosedur pengukuran intensitas radiasi matahari:

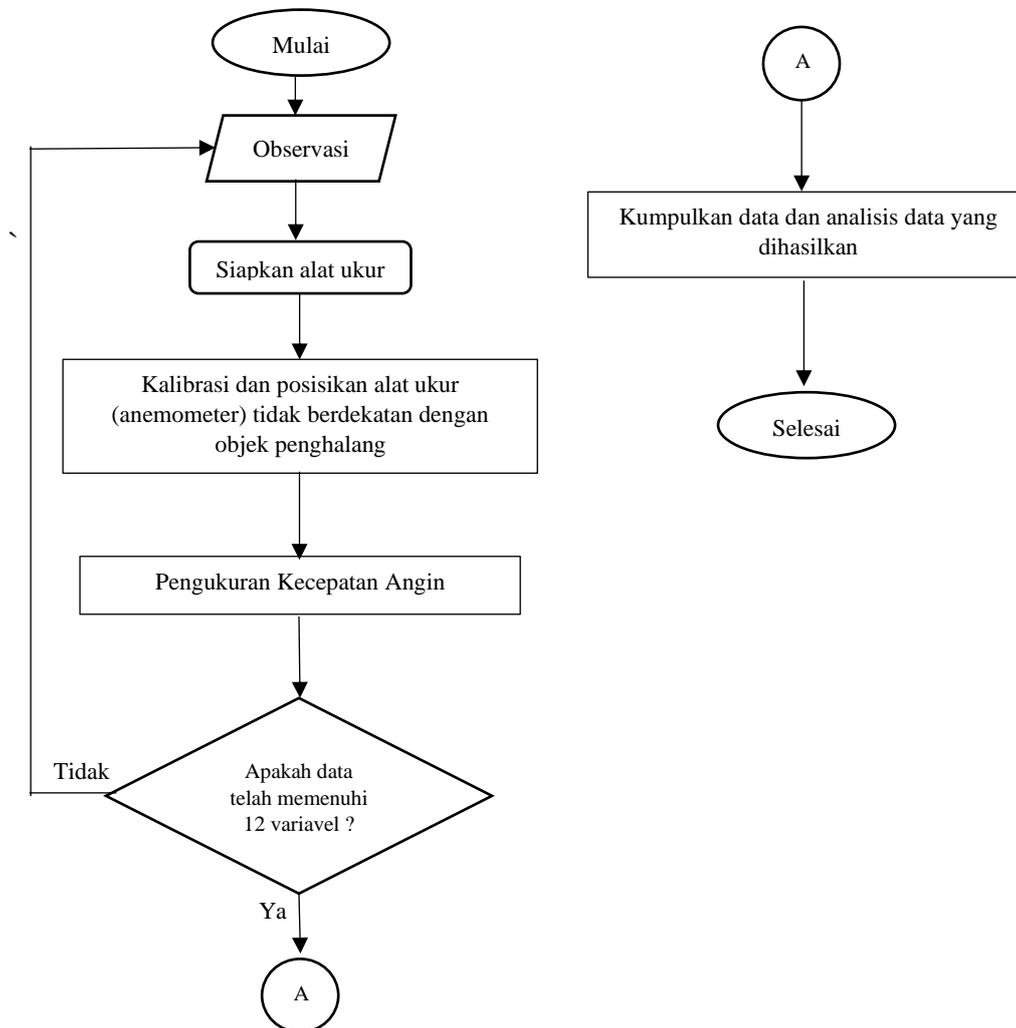


Gambar 0.7 Prosedur Pengukuran Intensitas Radiasi Matahari

Pengukuran data intensitas radiasi matahari dilakukan pada pukul 07.00 – 17.00 WIB dengan memposisikan alat pengukur di tempat yang sejajar dengan permukaan panel surya. Pastikan tidak ada penghalang yang menghalangi radiasi matahari untuk mencapai nilai optimal pada proses pengukuran. Alat ukur yang digunakan yaitu solar power meter tipe AMTAST SM206 yang memiliki satuan watt per meter persegi (W/m^2) atau milliwatt per centimeter persegi (mW/cm^2). Pada proses pengukurannya dilakukan pengulangan pengukuran pada waktu yang berbeda untuk mendapatkan data yang lebih akurat.

3.6.2. Pengukuran Kecepatan Angin

Berikut prosedur pengukuran kecepatan angin:



Gambar 3.8 Prosedur Pengukuran Kecepatan Angin

Pengambilan data berupa kecepatan angin sebanyak 12 kali/variable dalam satu hari, yaitu dalam rentan pukul 07.00 – 18.00 WIB. Dengan mengukur kecepatan angin yang diterima oleh turbin angin, peneliti dapat menentukan seberapa efektif PLTB dalam menghasilkan energi listrik. Hal ini dapat membantu dalam mengetahui potensi angin pada suatu daerah dan mengetahui nilai efisiensi sistem PLTB secara keseluruhan.

3.6.3. Pengukuran Produksi Daya PLTS

Dengan melakukan pengukuran produksi daya pada PLTS, peneliti dapat mengetahui kapasitas maksimum beserta rata-rata produksi daya PLTS dalam menghasilkan listrik. Hal ini dapat membantu dalam menentukan jenis modul panel

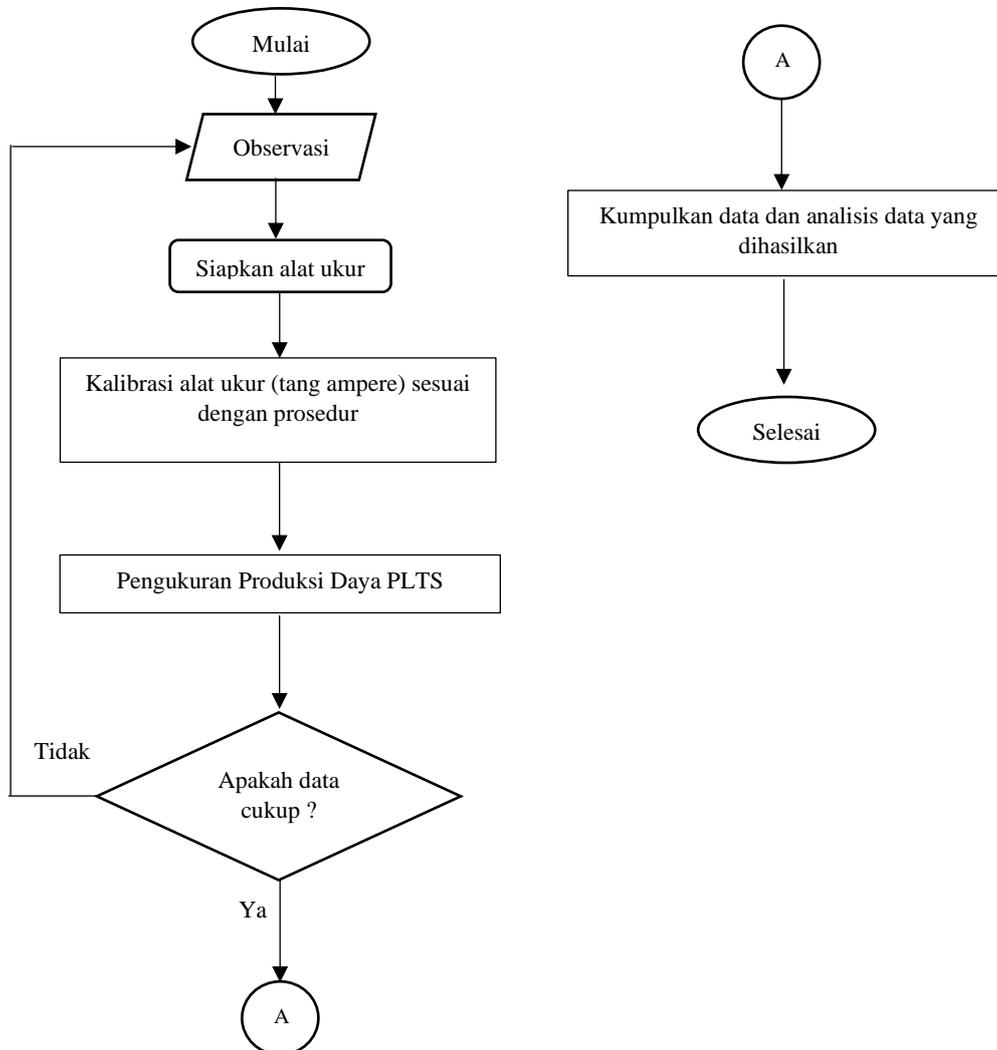
Agung Febriana Hernawan, 2023

EVALUASI KINERJA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA HYBRID PADA GEDUNG
CENTRE OF EXCELLENCE UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

surya yang sesuai dengan kebutuhan serta dalam menentukan performa dari PLTS itu sendiri dengan menghitung nilai efisiensi yang dihasilkan.

Berikut merupakan prosedur pengukuran produksi daya PLTS:



Gambar 3.9 Prosedur Pengukuran Produksi Daya PLTS

Data penelitian yang diambil meliputi data kinerja PLTS selama tujuh hari pada saat kondisi siang hari, tepatnya pukul 07:00 – 17:00 WIB dengan parameter:

1. Tegangan keluaran (volt)
2. Arus Keluaran (ampere)

3.6.4. Pengukuran Produksi Daya PLTB

Dengan melakukan pengukuran produksi daya pada PLTS, peneliti dapat mengetahui kapasitas maksimum beserta rata-rata produksi daya PLTS dalam menghasilkan listrik. Hal ini dapat membantu dalam menentukan jenis modul panel

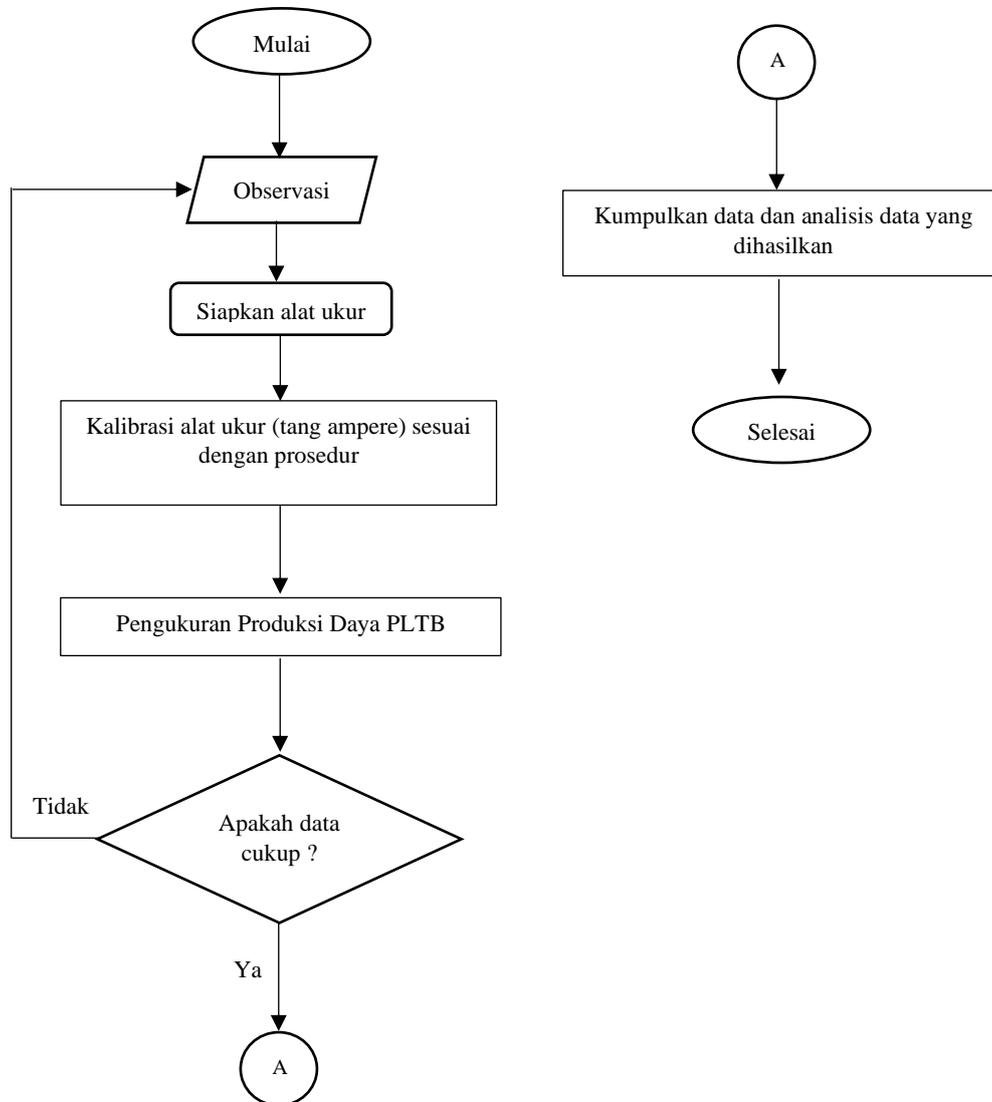
Agung Febriana Hernawan, 2023

EVALUASI KINERJA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA HYBRID PADA GEDUNG
CENTRE OF EXCELLENCE UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

surya yang sesuai dengan kebutuhan serta dalam menentukan performa dari PLTS itu sendiri dengan menghitung nilai efisiensi yang dihasilkan

Berikut merupakan prosedur pengukuran produksi daya PLTS:



Gambar 3.10 Prosedur Pengukuran Produksi Daya PLTB

Data penelitian yang diambil meliputi data kinerja PLTB selama tujuh hari pada saat kondisi siang hari, tepatnya pukul 07:00 – 18:00 WIB dengan parameter:

1. Tegangan keluaran (volt)
2. Arus Keluaran (ampere)

3.6.5. Pengukuran Arus masuk dan Arus keluar baterai

Dalam proses pengukuran arus yang diterima baterai dan arus yang dikirim oleh baterai dilakukan untuk melihat kemampuan baterai dalam menyimpan arus

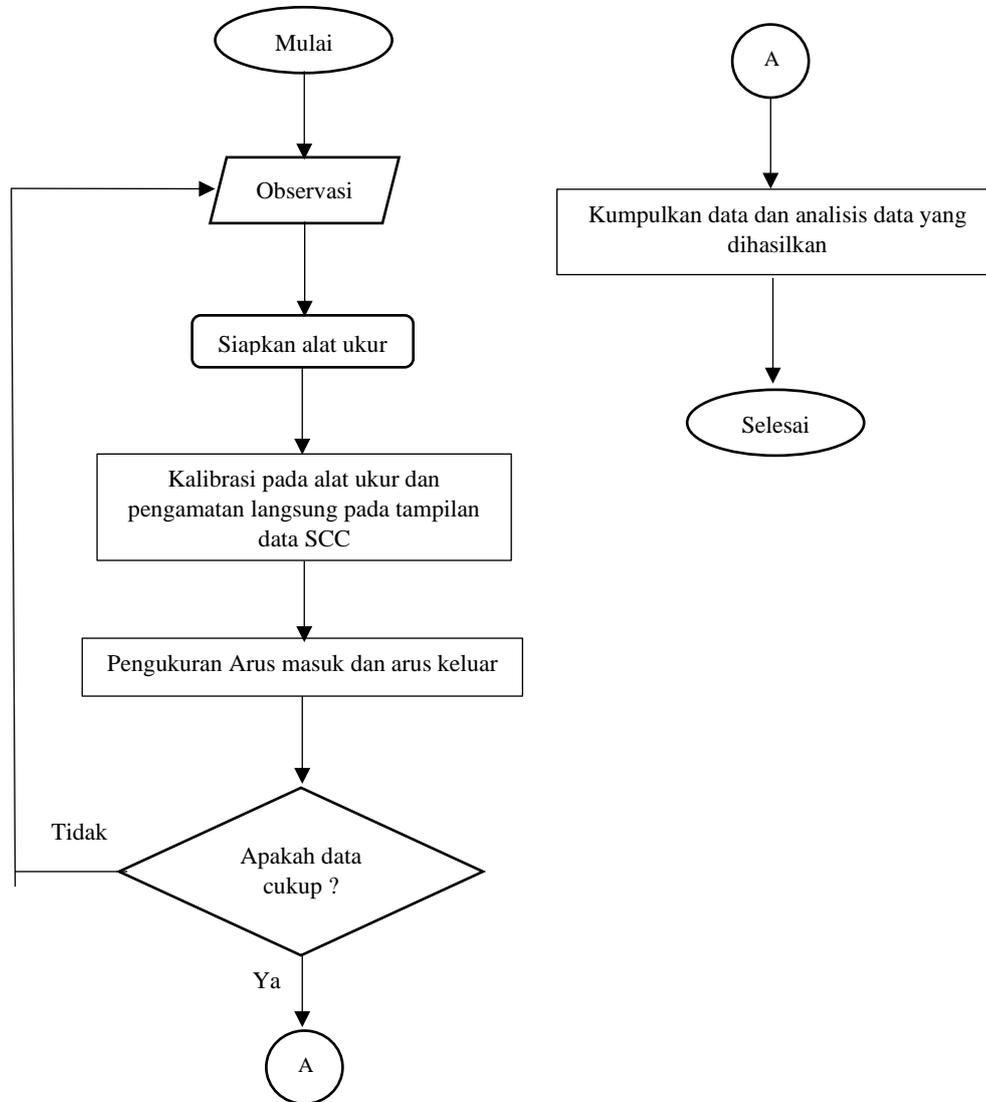
Agung Febriana Hernawan, 2023

EVALUASI KINERJA SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA HYBRID PADA GEDUNG
CENTRE OF EXCELLENCE UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

listrik serta berapa lama kondisi baterai mampu menopang kebutuhan beban dari produksi daya listrik yang dihasilkan oleh PLTB dan PLTS

Berikut merupakan prosedur pengukuran arus pada baterai :



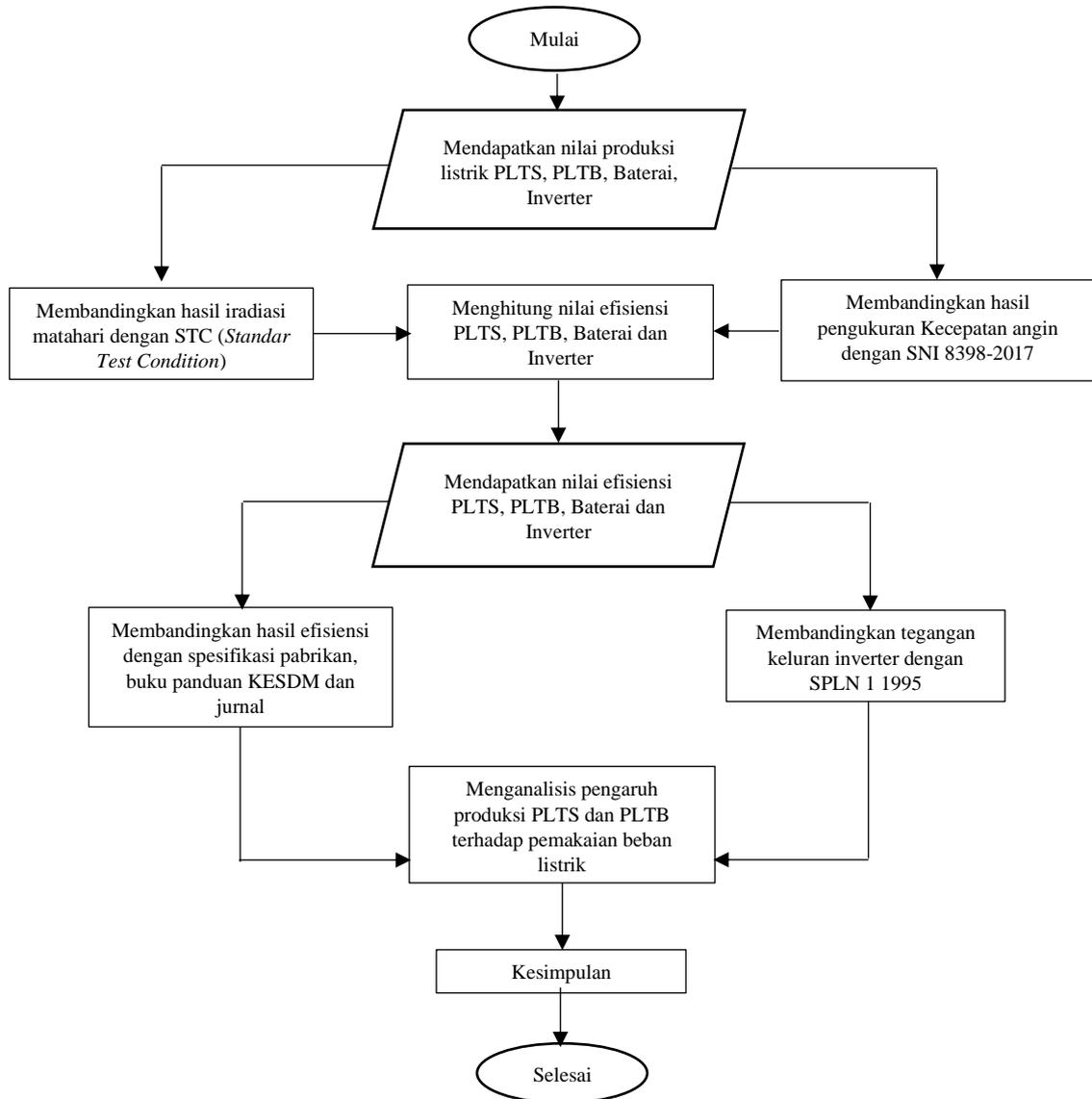
Gambar 3.11 Prosedur Pengukuran Arus Baterai

Adapun beberapa indikator yang dilakukan dalam proses pengukuran pada baterai sebagai berikut:

1. Arus masuk (*Charging*)
2. Arus keluar (*Discharging*)
3. Tegangan baterai

3.7. Analisis Data

Dibawah ini adalah alur diagram analisis data yang dilakukan dalam penelitian mengenai evaluasi kinerja sistem pembangkit listrik tenaga surya *hybrid* pada Gedung *Centre of Excellence* Universitas Pendidikan Indonesia.



Gambar 3.12 Diagram Analisis Pengolahan Data

Pada tahapan analisis data, dimulai dengan cara melakukan perhitungan nilai produksi daya, efisiensi, sesuai dengan rumusnya masing-masing menggunakan Microsoft excel. Setelah mendapatkan hasil perhitungan, membandingkan hasil iradiasi matahari dengan STC dan Kecepatan angin dengan SNI 8398-2017. Dilanjutkan dengan membandingkan nilai efisiensi yang didapat dengan spesifikasi

pabrikan dari masing-masing alat, Pedoman yang diterbitkan oleh KESDM dan penelitian/jurnal terkait serta nilai tegangan keluaran tegangan AC 1 phase pada Inverter dengan SPLN 1 1995. Selanjutnya melakukan analisis pengaruh produksi daya listrik yang dihasilkan oleh PLTS dan PLTB terhadap pemakaian konsumsi beban listrik yang telah dipasang.