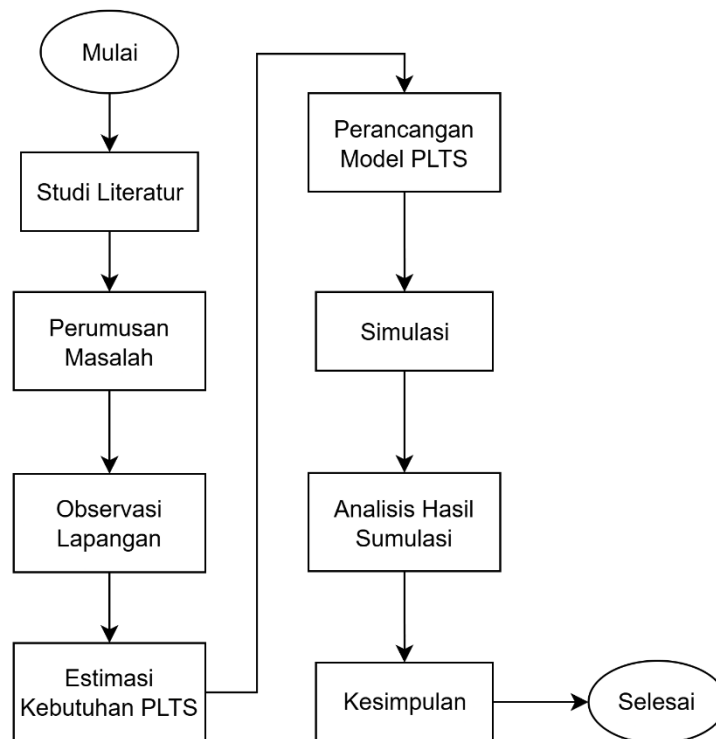


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 *Flowchart* Penelitian



Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1 penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, termasuk studi literatur, perumusan masalah, pengumpulan data beban pendingin udara yang terpasang, analisis kebutuhan dan potensi PLTS, pemodelan sistem PLTS, pengujian konfigurasi seri atau paralel modul PV, simulasi menggunakan perangkat lunak PVsyst serta analisis hasil dan penarikan kesimpulan.

3.1.1 Studi Literatur

Pada tahap ini, penelitian diawali dengan pengumpulan referensi dari berbagai sumber, seperti buku, jurnal ilmiah, dan informasi dari internet. Referensi tersebut

digunakan sebagai acuan bagi penulis dalam menyusun tugas akhir serta mendukung proses analisis.

3.1.2 Perumusan Masalah

Identifikasi permasalahan di lokasi penelitian, termasuk observasi keterbatasan luas atap gedung untuk pemasangan PLTS serta analisis laporan data audit konsumsi energi di Gedung Bapenda Jawa Barat, di mana 51% dari total konsumsi energi gedung digunakan untuk pendingin udara.

3.1.3 Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk memperoleh kondisi area di Gedung Bapenda Provinsi Jawa Barat sebagai tempat yang dijadikan penelitian.

a. Area Potensial untuk Pemasangan Panel Surya

Pada atap Gedung Bapenda Jawa Barat terdiri dari beberapa bagian, yaitu atap berbentuk pelana (genteng) dan atap datar. Sebagian area atap datar digunakan untuk penempatan tangki air dan balkon. Area atap datar dipilih sebagai lokasi penempatan modul PV karena memungkinkan penyesuaian orientasi dan kemiringan modul PV untuk memaksimalkan penerimaan intensitas radiasi matahari.

b. Potensi Bayangan (*Shading*)

Gedung Bapenda Jawa Barat terdiri dari empat lantai dan tidak dikelilingi oleh bangunan tinggi lainnya, sehingga memiliki akses langsung terhadap radiasi matahari tanpa hambatan signifikan. Lokasi gedung yang berbagi area dengan Samsat Soetta juga menunjukkan bahwa kawasan tersebut tidak termasuk dalam area padat bangunan, sehingga meningkatkan potensi penerimaan energi surya secara optimal sepanjang hari.

c. Radiasi Matahari

Dilakukan penyocokan kondisi radiasi matahari aktual dan hasil Meteoronorm. Didapatkan radiasi matahari perhari sekitar 8 jam dalam kondisi cuaca terik, namun Bandung dengan iklimnya tatkala hujan mengguyur mendekati sore hari.

3.2 Estimasi Kebutuhan PLTS

Pada tahap ini dilakukan analisis estimasi yang berfokus pada pemanfaatan luas atap datar yang tersedia di Gedung Bapenda Provinsi Jawa Barat untuk mengonversi energi surya menjadi energi listrik melalui PLTS. Analisis ini mempertimbangkan area yang bebas dari bayangan serta berbagai batasan teknis lainnya. Mengingat keberadaan sistem AC sentral yang menggunakan listrik tiga fasa, maka pemilihan jenis dan kapasitas inverter disesuaikan dengan karakteristik beban tersebut.

3.2.1 Profil Beban Tata Udara

Pengumpulan data profil beban tata udara merupakan data sekunder berdasarkan laporan hasil audit energi Gedung Bapenda Jawa Barat tahun 2021-2023 dari Dinas ESDM yang dilakukan pada Juni 2024.

Tabel 3. 1 Profil Beban Tata Udara Gedung Bapenda Jawa Barat

No	Jenis AC	Alokasi Ruang	Daya Beban (Watt)	Jumlah	Total Daya (kW)	Operasional Rata-rata Per Hari	Energi (kWh)
1	AC Split 2 PK	Ruang Kerja	1920	42	80,64	6 Jam	483,84
2	ChangHong AC Standing	Aula, Rapat (kondisional)	5100	7	35,7	2 Jam	71,4
3	ChangHong AC Standing/Server	Ruang Server	5100	2	10,2	24 Jam	244,8

No	Jenis AC	Alokasi Ruang	Daya Beban (Watt)	Jumlah	Total Daya (kW)	Operasional Rata-rata Per Hari	Energi (kWh)
4	Daikin 2 PK	Ruang Kerja	1920	6	11,52	6 Jam	69,12
5	Daikin AC Central	Aula, Rapat (kondisional)	5100	10	51	3 Jam	153
6	Panasonic 2,5 PK	Ruang Kerja	2570	2	5,14	6 Jam	30,84
TOTAL					194,18		1053

Pada Tabel 3.1 total konsumsi energi beban sitem tata udara per hari rata-rata mencapai 1053 kWh. Data ini merupakan akumulasi konsumsi energi pada hari kerja (Senin-Jumat) yang terjadi selama aktivitas operasional gedung berlangsung.

3.2.2 Data Meteorologi Pada Lokasi Penelitian

Data sekunder iradiasi matahari diperoleh dari lembaga meteorologi Meeonorm 8.1 wilayah Gedung Bapenda, dengan koordinat geografis -6.9505° LS, 107.6538° BT. Data iradiasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *Global Horizontal Irradiation* (GHI) dari bulan Januari hingga Desember, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3.2.

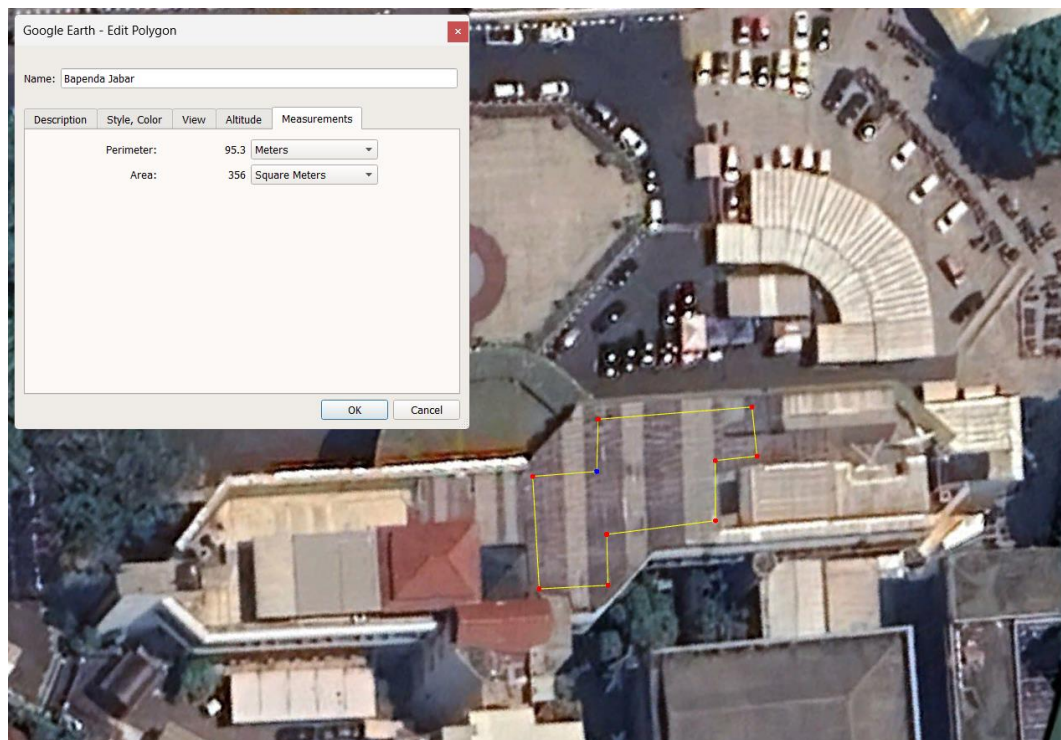
Tabel 3. 2 Data Iradiasi Matahari di Daerah Gedung Bapenda Jawa Barat

Bulan	GlobHor (kWh/m ² /hari)	DiffHor (kWh/m ² /hari)	Suhu (°C)
Januari	4,71	2,55	20,3
Februari	5,32	2,66	20,1
Maret	5,11	2,41	20,7
April	5,16	2,32	20,9
Mei	5,08	2,16	21,5
Juni	5,08	1,93	20,9
Juli	5,08	1,88	20,7
Augustus	5,33	2,21	20,9
September	5,57	2,23	20,9

Bulan	GlobHor (kWh/m ² /hari)	DiffHor (kWh/m ² /hari)	Suhu (°C)
Oktober	5,93	2,9	21,5
November	5,02	2,96	20,9
Desember	4,9	2,81	20,7
Rata-rata/Tahun	5,19	2,42	20,8

3.2.3 Luas Atap Tersedia Gedung Bapenda Jawa Barat

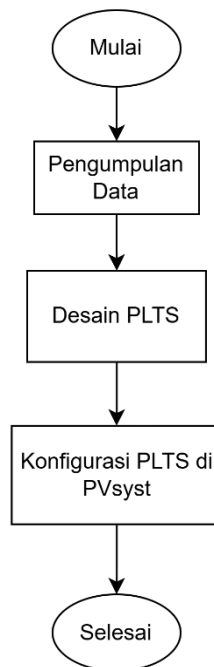
Data luas atap diperoleh melalui pengukuran berbasis citra satelit menggunakan fitur *polygon* pada *Google Earth Pro* berdasarkan area atap datar yang tersedia di gedung Bapenda Jawa Barat. Diperoleh panjang total dari garis batas polygon yang telah disesuaikan adalah 95,3 m dan luas area 356 m², dengan estimasi tingkat akurasi 5-10% pengukuran. Area atap gedung dengan bagian kemiringan 0° atau datar yang tersedia tersaji di **Gambar 3.2**.



Gambar 3. 2 Titik Penempatan Panel PV
Pada Atap Tersedia Gedung Bapenda Jawa Barat

3.3 Perancangan Model PLTS

Perancangan sistem PLTS dilakukan dengan data yang telah terkumpul pada tahap sebelumnya. Perancangan dibantu dengan perangkat lunak PVSyst untuk analisis kapasitas dan desain *array* PV PLTS. Tahapan Pemodelan PLTS terjadi dalam Gambar 3.3.



Gambar 3. 3. *Flowchart* Perancangan Model PLTS

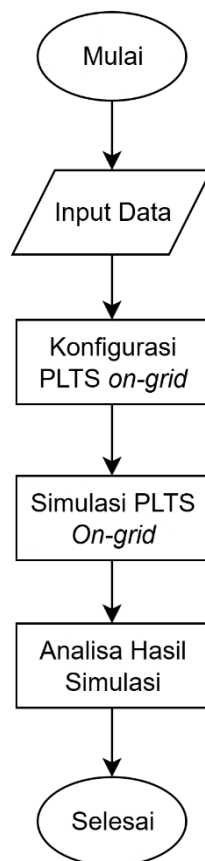
Berikut penjelasan tahapan-tahapan dalam alur perencanaan model PLTS.

- a. Dimulai dengan tahap inisiasi penelitian sebagai langkah awal.
- b. Pengumpulan informasi berupa data luas atap gedung yang tersedia di gedung Bapenda Jawa Barat, serta data iradiasi matahari yang diperoleh dari Meteonorm 8.1.
- c. Tahap desain PLTS melibatkan metode matematis yang berfokus pada ketersediaan luas atap datar di gedung tersebut.

- d. Konfigurasi dengan perangkat lunak Pvsyst berfokus pada pemodelan PLTS *On-Grid* dengan melibatkan optimasi kemiringan dan arah atau sudut azimuth yang belum dipastikan pada tahap sebelumnya.
- e. Tahap kelima menandakan proses perancangan model PLTS selesai.

3.4 Simulasi Sistem

Sistem PLTS *On-Grid* yang telah jadi sebelumnya kemudian di simulasikan menggunakan perangkat lunak PVsyst. Tahapan simulasi sistem dijelaskan secara rinci seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 *Flowchart* Simulasi Sistem PLTS

Berikut adalah penjelasan tahapan-tahapan proses simulasi.

1. Input data informasi terkait lokasi penelitian, seperti iradiasi matahari, luas area atap datar tersedia dan konsumsi energi beban sistem tata udara.

2. Konfigurasi PLTS *On-Grid* yang telah dibuat tahap sebelumnya.
3. Simulasi menggunakan perangkat lunak PVsyst untuk memperoleh produksi energi PLTS *On-Grid* dan kinerja terhadap beban
4. Analisis terhadap hasil simulasi PLTS pada tahap sebelumnya.

3.5 Metode Pengambilan Data

Data primer didapat secara langsung oleh peneliti melalui analisis teknis, pemodelan dan simulasi. Pada penelitian ini, data primer diperoleh dari hasil metode matematis dan simulasi perangkat lunak PVsyst.

Data sekunder yang di dapat berupa data potensi energi surya yang diperoleh dari *database* Meteonorm 8.1 berdasarkan lokasi koordinat Gedung Bapenda Provinsi Jawa Barat, dengan fokus pada parameter *Global Horizontal Irradiation* (GHI). Data teknis profil beban sistem tata udara diperoleh dari laporan audit energi resmi yang dikeluarkan oleh Kementerian ESDM pada tahun 2024. Data luas atap datar tersedia diperoleh dengan pengukuran melalui citra satelit *Google Earth Pro*, adapun kondisi potensi *shading* telah dilakukan survei langsung ke lokasi pada periode Juli-Agustus 2024. Seluruh data ini menjadi dasar dalam pemodelan sistem PLTS *On-Grid* dan simulasi potensi energi yang dihasilkan untuk mengoptimalkan pemanfaatan sistem terhadap beban sistem tata udara gedung.

3.6 Optimasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya *On-grid*

PLTS *On-Grid* yang terhubung langsung dengan jaringan listrik PLN, produksi daya disalurkan melalui *combiner box* berisikan inverter dan Perangkat Sakelar Dan Kendali (PSDK) kemudian menuju beban tata udara.

Optimasi sistem PLTS dilakukan dengan menganalisis produksi energi PLTS dalam pemanfaatan lahan atap datar yang tersedia. Implementasi perangkat lunak

PVsyst digunakan dalam konfigurasi orientasi sudut azimuth dan kemiringan modul PV.

Pengujian sistem PLTS terhadap sistem beban tata udara dilakukan melalui implementasi simulasi perangkat lunak PVsyst, berdasarkan konfigurasi sistem yang telah dirancang sebelumnya. Simulasi ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana energi yang dihasilkan oleh PLTS mampu memenuhi kebutuhan sistem tata udara. Selain itu, hasil simulasi juga menjadi dasar dalam menganalisis potensi penghematan konsumsi energi listrik Gedung Bapenda.

3.7 Distribusi Konsumsi Energi Listrik Gedung Bapenda Jawa Barat

Distribusi konsumsi energi listrik mencakup operasional berbagai komponen kelistrikan di gedung utama Bapenda Jawa Barat, yang meliputi ruang kerja, ruang rapat, dan aula. Rincian persentase penggunaan energi pada masing-masing komponen disajikan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Distribusi Konsumsi Energi Listrik

Gedung Utama Bapenda Jawa Barat 2023

Komponen	Persentase (%) Energi (kWh)	
AC	51%	262.197
Penerangan & Kotak Kontak	26%	83.827,99
Lift	10%	32.241,60
Lainnya	13%	41.914,08
Total	100%	420.181,02

3.8 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Gedung Utama Bapenda Jawa Barat Jl. Soekarno-Hatta No.528, Sekejati, Kec. Buahbatu, Kota Bandung, Jawa Barat 40286.