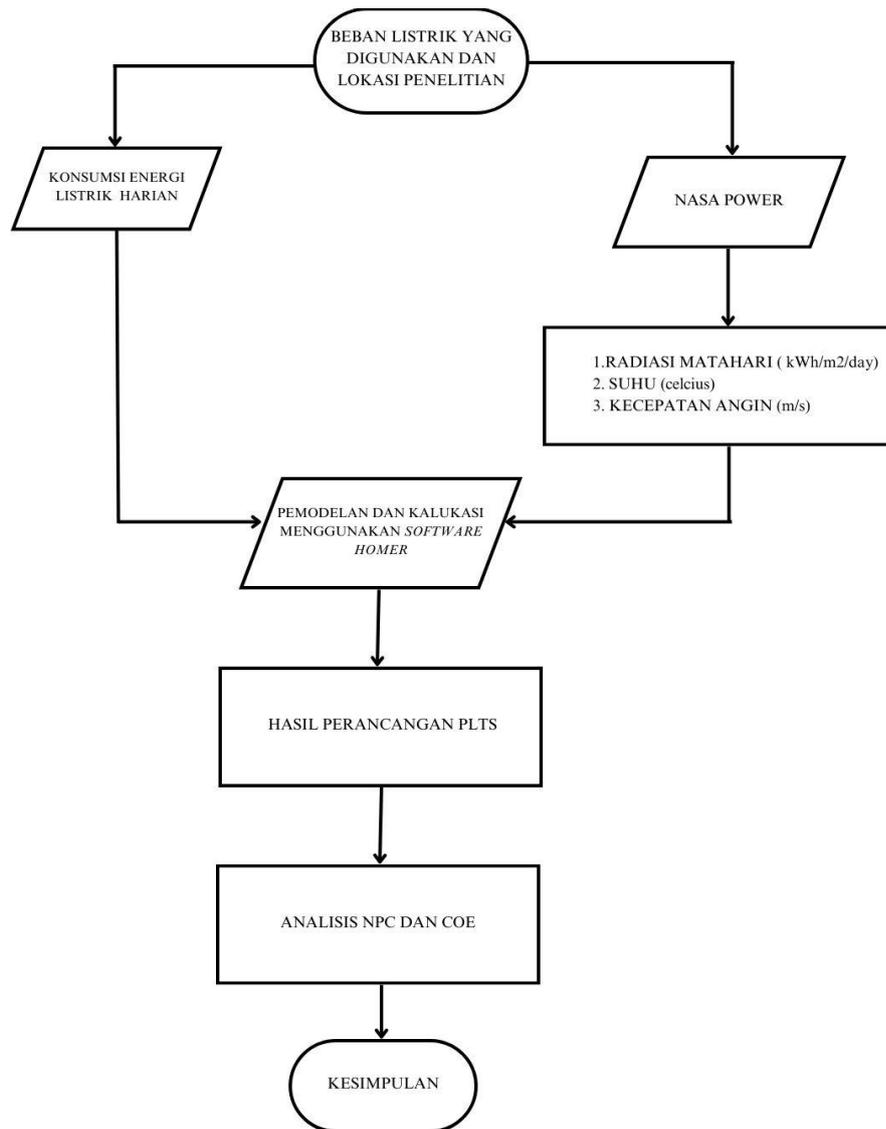


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Dalam melakukan sebuah penelitian, diperlukan perencanaan desain penelitian yang memaparkan dengan jelas penelitian yang sedang dilakukan. Penelitian ini dilakukan pemodelan dan kalkulasi menggunakan *software HOMER* dengan data yang sudah ditentukan. Desain penelitian untuk mempermudah mencapai tujuan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1



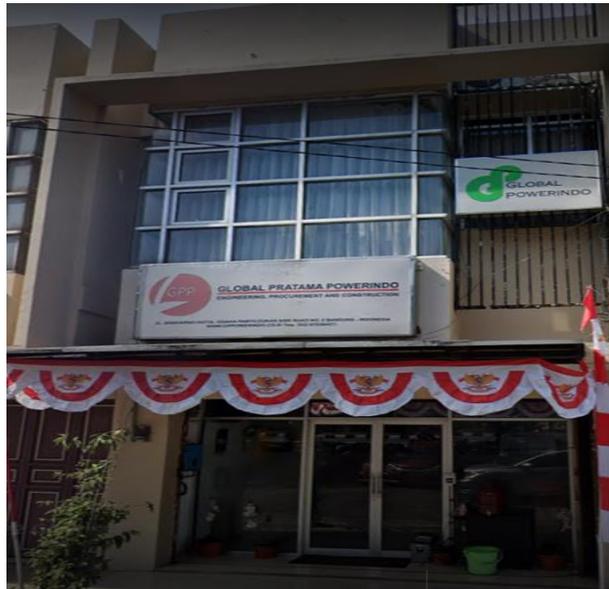
Gambar 3. 1 Diagram alur desain penelitian

Beban listrik dan lokasi penelitian yang ditentukan merupakan data yang diperoleh melalui survei. Setelah lokasi sudah ditentukan, untuk mendapatkan data radiasi matahari, kecepatan angin dan suhu melalui sumber web NASA POWER (*Prediction Of Worldwide Energy Resources*). Data yang di dapatkan dari hasil observasi dan NASA POWER akan di olah menggunakan *software HOMER* untuk dilakukan pemodelan dan kalkulasi PLTS. Hasil dari perancangan PLTS akan di analisis untuk mendapatkan hasil NPC dan COE. Hal ini bertujuan untuk menganalisis hasil perancangan yang sudah dilakukan.

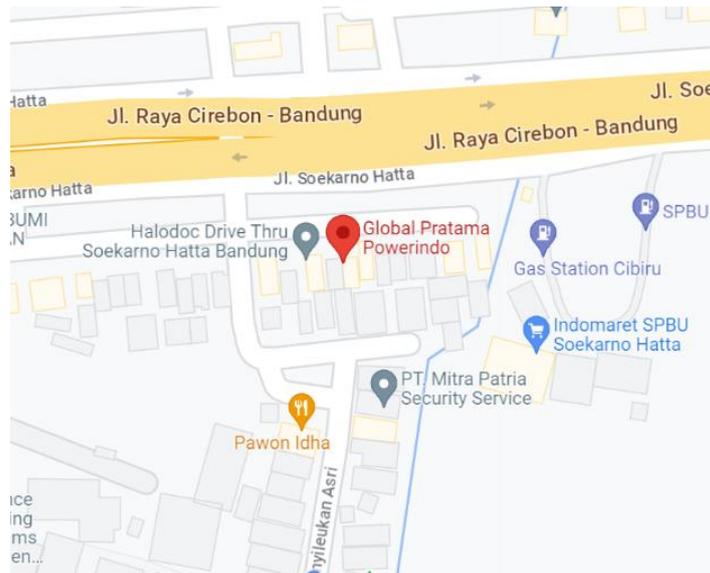
3.2 Objek dan Lokasi Penelitian

Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah, mekanisme operasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *On Grid* di wilayah Kota Bandung. Data lapangan yang akan di ambil seperti konsumsi energi listrik harian dan spesifikasi alat yang digunakan. Lokasi yang dipilih untuk melakukan penelitian berada di Graha Panyileukan Asri, Ruko No. 8, Jl. Soekarno Hatta, Cipadung Kidul, Kec. Panyileukan, Kota Bandung, Jawa Barat 40614. Dengan titik koordinat 6°56'08.3 (LS) 107°42'49.1 (BT). Alasan dipilihnya lokasi ini sebagai tempat penelitian, topik penelitian ini adalah tentang penggunaan PLTS *On Grid*. Sebelumnya, telah dilakukan survei di dua lokasi perusahaan kontraktor PLTS untuk observasi, namun ditemukan bahwa PLTS yang terpasang menggunakan sistem *Hybrid* dan tidak mendapatkan izin penelitian oleh SPV (*Special Purpose Vehicle*) di lokasi tersebut. Pertimbangan lain dipilihnya lokasi ini dikarenakan PLTS yang terpasang menggunakan sistem *On Grid* yang memiliki keunggulan aspek biaya dari sistem lainnya, serta didapatkan *Output* daya PLTS yang dihasilkan lebih kecil di banding daya beban yang dibutuhkan. di lokasi penelitian ini juga tidak terpasangnya kWh exim, yang dimana seharusnya sistem *On Grid* harus menggunakan kWh exim, sehingga membuat kelebihan daya tidak dapat di *export* ke PLN. Dalam hal ini, pertimbangan biaya dan investasi akan menjadi faktor penting yang harus dipertimbangkan.

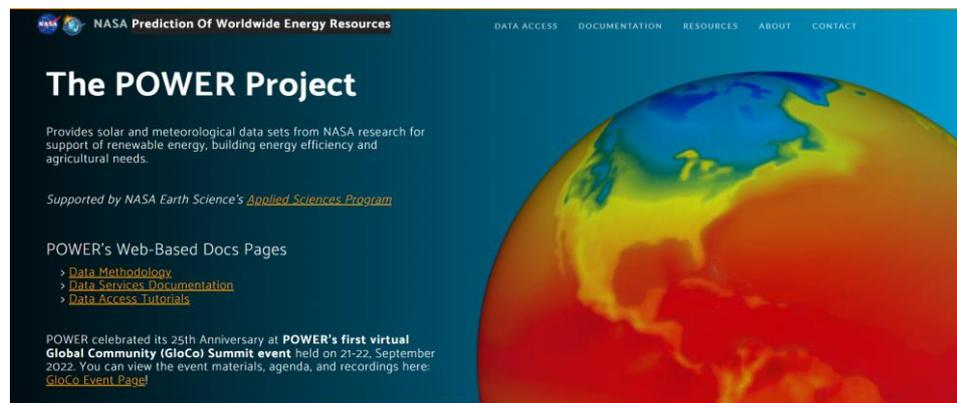
Selain mengambil data penelitian di wilayah Kota Bandung penulis juga mengambil *datasheet* radiasi matahari, suhu dan kecepatan angin dari web NASA POWER (*Prediction Of Worldwide Energy Resources*), NASA POWER menghimpun dan menggabungkan informasi dari beragam sumber data, termasuk pengukuran secara langsung dan observasi melalui satelit. NASA POWER menyajikan data yang mencakup keterangan tentang sinar matahari secara harian, bulanan, dan tahunan, serta faktor-faktor lain yang berpengaruh pada potensi tenaga surya, seperti suhu udara dan kecepatan angin. Lokasi penelitian di wilayah kota bandung dan profil *website* NASA POWER ditampilkan pada Gambar 3.2



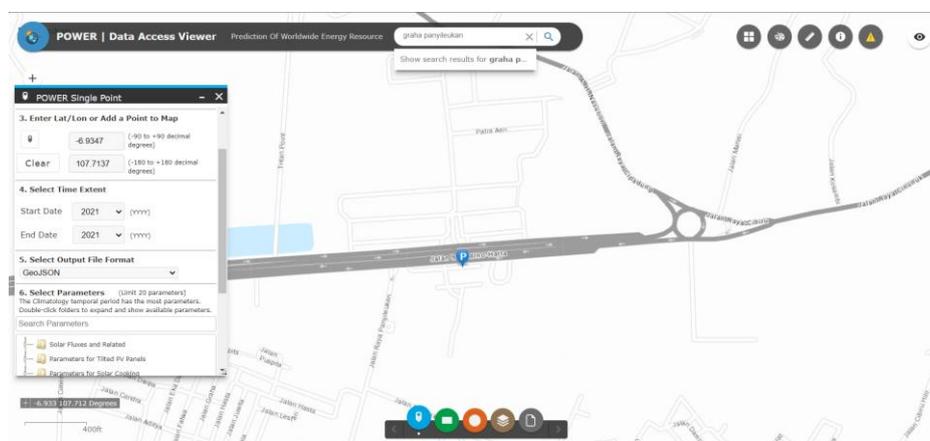
Gambar 3. 2 Ruko Wilayah Kota Bandung



Gambar 3. 3 Lokasi ruko Wilayah Kota Bandung



Gambar 3. 4 Tampilan awal website NASA POWER



Gambar 3. 5 Tampilan potensi radiasi matahari, suhu dan kecepatan angin pada titik koordinat yang ditentukan

3.3 Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini, akan dilakukan pengumpulan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan melalui observasi, dan wawancara. Data sekunder didapatkan melalui studi literatur, website NASA POWER dan bimbingan. Berikut Teknik pengambilan data yang dilakukan penelitian ini:

1. Observasi

Observasi adalah teknik pengambilan data yang dilakukan dengan cara mempelajari dan mengamati kondisi secara langsung. Pengambilan data dilakukan dengan cara memperoleh data di wilayah kota bandung. Berikut Data yang diperoleh dari lokasi penelitian tersebut diantaranya:

a) Data panel surya yang digunakan di lokasi penelitian

Berdasarkan informasi yang didapat, data menunjukkan bahwa panel surya yang termasuk adalah tipe GH200M48. Modul ini memiliki daya maksimal sebesar 200 Wp (watt peak) per panel surya. Selain itu, terdapat 5 panel surya yang terpasang di lokasi, yang berarti output daya maksimal dari kelima panel surya tersebut mencapai 1 kWh. Berikut gambar yang di dapatkan saat observasi dan spesifikasi modul sel surya yang digunakan.



Gambar 3. 6 Panel surya yang terpasang tampak depan



Gambar 3. 7 Panel surya yang terpasang tampak samping

Tabel 3. 1 Spesifikasi modul sel surya yang digunakan

SPESIFIKASI MODUL SEL SURYA	
Jenis modul	GH200M48
Daya maksimum	200 WP
Efisiensi modul	15.3%
Voltage at Pmax, Vmpp	24.2 Vdc
Current at Pmax, Impp	8.27 Adc
Open circuit voltage Voc	28.1 Vdc
Short circuit current Isc	8.68 Adc
Berat	15 Kg
NOCT (Normal Operating Cell Temperature)	46°C

b) Data Inverter yang digunakan di lokasi penelitian

Dari data yang telah diperoleh menunjukkan bahwa inverter yang digunakan di lokasi tersebut jenis Solis-mini-1000-4G. Solis-mini-1000-4G memiliki kemampuan untuk mengonversi listrik DC menjadi listrik AC, dengan kapasitas daya maksimal 1000 watt atau 1 kilowatt (kW). Inverter ini termasuk dalam kategori *grid-tie* atau *on-grid*, yang

berarti dirancang untuk terhubung dengan jaringan listrik utama. Dengan terhubung ke jaringan listrik, listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat dialirkan ke rumah. Ini memungkinkan penggunaan listrik yang dihasilkan sendiri dan jika produksi listrik berlebih, pengguna juga dapat menjual kelebihan listrik tersebut ke PLN. Solis-mini-1000-4G merupakan inverter yang cocok untuk instalasi skala kecil, seperti di rumah atau gedung komersial dengan kebutuhan daya yang lebih rendah. Berikut Gambar inverter yang digunakan



Gambar 3. 8 Inverter yang digunakan

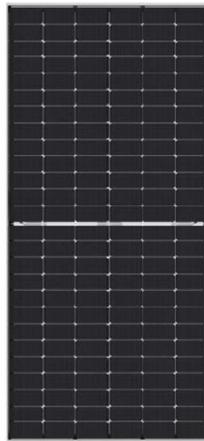
Tabel 3. 2 Spesifikasi inverter yang digunakan

SPESIFIKASI INVERTER	
Jenis inverter	Solis-mini-1000-4G
Max. input voltage	600V (DC)
Max. input current	11A
Max. short circuit current	17.2A dc
Rated output power	1kW ac
Max. output power	1.1kW
Rated grid frequency	50/60Hz
Max. output current	5.2A
Operating ambient temperature range	-25 ~ +60°C
Grid monitoring	Yes
Max. efficiency	97.2%

c) Data Modul surya yang digunakan untuk simulasi

Untuk memperhitungkan jumlah panel surya yang diperlukan dalam merancang sistem panel surya, penting untuk mempertimbangkan

spesifikasi alat yang akan digunakan. Informasi ini akan membantu dalam menentukan kapasitas yang tepat untuk sistem panel surya yang direncanakan. Berikut spesifikasi alat yang digunakan pada perancangan ini.



Gambar 3. 9 Modul surya Tiger Neo 78HL4-BDV

Tabel 3. 3 Spesifikasi modul surya yang digunakan pada perancangan

SPESIFIKASI MODUL SEL SURYA	
Jenis modul	Tiger Neo 78HL4-BDV
Daya maksimum	610Wp
Efisiensi modul	21.8%
Voltage at Pmax, Vmpp	45.6V
Current at Pmax, Impp	13.38A
Open circuit voltage Voc	55.31V
Short circuit current Isc	14.03 A
NOCT (Normal Operating Cell Temperature)	45°C

d) Data Inverter yang digunakan untuk simulasi



Gambar 3. 10 Inverter Solis-mini-6000-4G

Tabel 3. 4 Spesifikasi inverter yang digunakan pada perancangan

SPESIFIKASI INVERTER	
Jenis inverter	Solis-mini-6000-4G
Max. input voltage	600 V
Max. input current	14 A
Max. short circuit current	17.2 A
Rated output power	6 kW
Max. output power	6 kW
Rated grid frequency	50 Hz / 60 Hz
Max. output current	27.3 A
Operating ambient temperature range	-25 ~ +60°C
Grid monitoring	Yes
Max. efficiency	98.1%

- e) Daftar biaya pemasangan PLTS pada lokasi penelitian
Data yang diberikan, terdapat informasi mengenai komponen-komponen inti yang dibutuhkan untuk melakukan instalasi PLTS, serta jumlah biaya keseluruhan yang harus dikeluarkan

Tabel 3. 5 Biaya pemasangan PLTS

BIAYA PEMASANGAN PLTS		
NO	NAMA	HARGA
1	Panel surya (5pcs)	Rp 8.000.000,00
2	Inverter (1 pcs)	Rp 5.000.000,00
3	mounting PV	Rp 1.000.000,00
4	Instalasi kabel	Rp 2.000.000,00

5	Proteksi	Rp 500.000,00
6	Biaya pemasangan	Rp 1.500.000,00
	TOTAL	Rp 18.000.000,00

f) Data beban listrik dan konsumsi energi harian

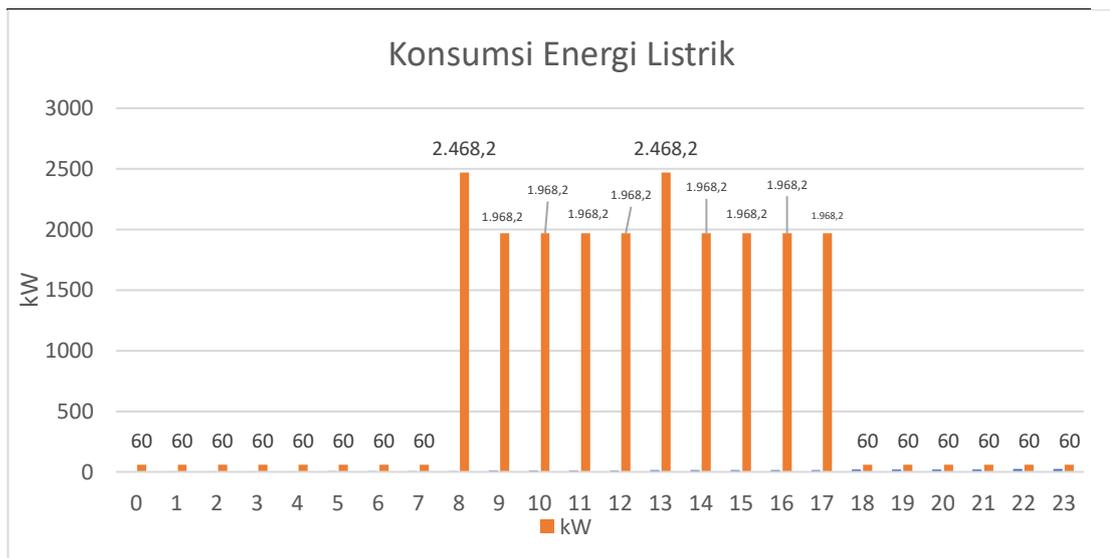
Untuk menentukan jumlah/kapasitas panel surya yang diperlukan, data beban listrik dan konsumsi energi listrik yang digunakan harus diketahui. Dengan informasi ini, dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan kapasitas panel surya yang tepat guna memenuhi kebutuhan energi listrik yang diperlukan

Tabel 3. 6 Data beban yang digunakan

TABEL BEBAN			
Beban	Jumlah	Daya (watt)	Total Daya (watt)
Smart Home	2	9	18
TV LG	2	50	100
Stop Kontak (KKB)	4	25	100
Finger print	1	48	48
Lampu DL	6	10	60
Pompa air	1	500	500
CCTV	2	9,6	19,2
Wifi	1	18	18
STB	1	5	5
AC	2	800	1600
TOTAL			2.468,2 watt

Tabel 3. 7 Konsumsi listrik

Beban	Total Daya (watt)	Lama Pemakaian (h)	Konsumsi Energi (kWh)
Smart Home	18	10	180
TV LG	100	10	1000
Stop Kontak (KKB)	100	10	1000
Finger print	48	10	480
Lampu DL	60	24	1440
Pompa air	500	2	1000
CCTV	19,2	10	192
Wifi	18	10	180
STB	5	10	50
AC	1600	10	16000
TOTAL	2.468,2 Watt		21.52 kWh / day



Gambar 3. 11 Grafik konsumsi energi listrik

Gambar 3.11 menunjukkan seberapa banyak konsumsi energi listrik dalam hitungan jam. Terlihat tren kenaikan pemakaian konsumsi listrik pada pukul 08.00 – 17.00 di karenakan di lokasi penelitian tersebut adalah suatu kantor sehingga pemakaian beban banyak di lakukan dari pagi sampai sore. Jam awal buka kantor tersebut pada pukul 07.00 - 17.00. Untuk beban puncak terjadi pukul 08.00 dan 13.00 dikarenakan ada penambahan jumlah beban yaitu pompa air yang menyala selama 1 jam. Dan untuk pukul 18.00 -07.00 yang menyala hanya lampu sehingga konsumsi energi yang digunakan sedikit.

2. Wawancara

Untuk mendapatkan data secara langsung, kami melakukan pengumpulan data melalui wawancara dengan melibatkan narasumber yang relevan dalam sesi tanya jawab. Hal ini dilakukan sebagai bagian dari tujuan survei dan pengumpulan data

3. Studi literatur

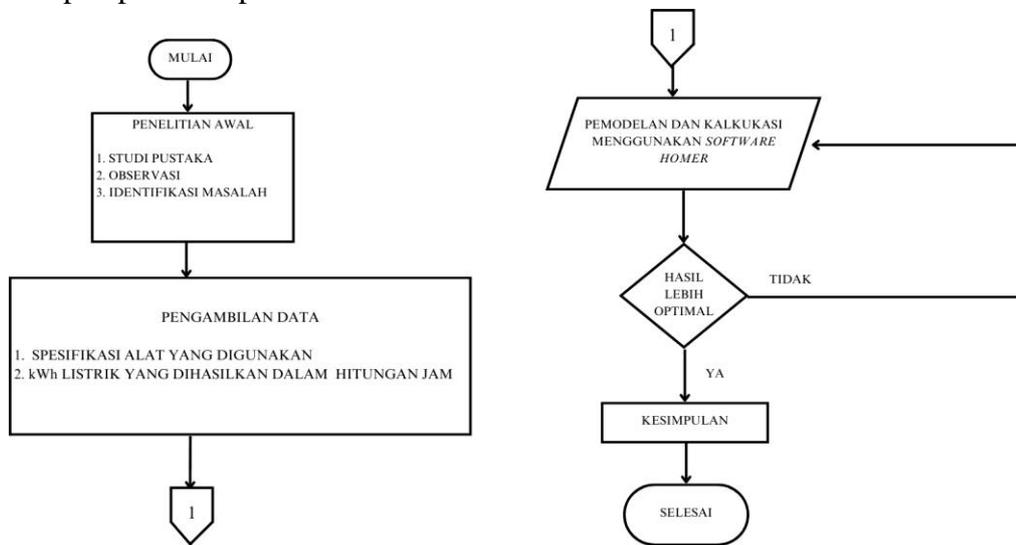
Proses studi literatur melibatkan sumber-sumber informasi yang relevan dengan topik penelitian yang sedang dijalankan. seperti jurnal ilmiah, buku, laporan, website resmi.

4. Bimbingan

Penelitian ini menggunakan metode bimbingan, di mana peneliti akan mendapatkan bimbingan langsung dari dosen pembimbing Universitas Pendidikan Indonesia untuk membantu dalam menyelesaikan penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

Agar penelitian ini teratur dan tersusun secara sistematis berikut tahapan prosedur penelitian.



Gambar 3. 12 Diagram alur penelitian

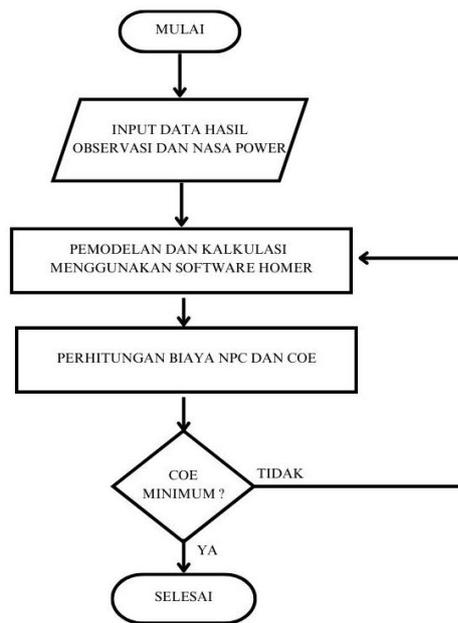
Berdasarkan **Gambar 3.12** langkah awal penelitian dilakukan dengan studi literatur, sumber informasi yang relevan untuk penelitian diperoleh melalui jurnal nasional dan internasional yang didapat dari sumber seperti Google Scholar, Science Direct, dan sebagainya. Jurnal-jurnal tersebut dikumpulkan dan dipelajari agar dapat digunakan sebagai acuan dalam penelitian. Observasi dan identifikasi masalah dilakukan untuk mendapatkan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) yang terpasang dengan tujuan untuk mengevaluasi kinerja dan memastikan bahwa sistem PLTS berjalan dengan efektif. Observasi dilakukan dengan mengamati langsung sistem PLTS yang terpasang, seperti panel surya, kabel, dan perangkat terkait lainnya. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua komponen PLTS bekerja dengan baik

Pengambilan data dilakukan untuk mendapatkan informasi dan fakta yang relevan dengan topik penelitian yang sedang dilakukan. Tujuannya adalah untuk memperoleh data yang akurat dan objektif agar dapat digunakan sebagai dasar untuk analisis dan pembuatan kesimpulan dalam penelitian.

Setelah mendapatkan data dari tempat penelitian langkah selanjutnya adalah memasukan data ke dalam *software HOMER* agar bisa di lakukan pemodelan dan kalkulasi. Hasil pemodelan yang didapatkan akan dibandingkan dengan efisiensi energi PLTS yang terpasang sebelumnya, serta membandingkan apakah harga 1 kWh yang dihasilkan dari pemodelan dan kalkulasi *software HOMER* lebih kecil dari harga PLN. Jika salah satu hasil efisiensi energi lebih rendah dan harga kWh yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan harga yang ditawarkan oleh PLN, maka akan dilakukan proses pemodelan dan kalkulasi ulang. Setelah hasil dari simulasi lebih optimal dari perancangan PLTS wilayah kota bandung, maka hasil dari penelitian ini akan mencapai sebuah kesimpulan yang memberikan solusi terhadap rumusan masalah yang diajukan

3.5 Teknik Analisis Data

Dalam melakukan optimalisasi perancangan PLTS dilakukan dengan simulasi menggunakan *software HOMER pro*. Hasil yang didapatkan dari simulasi menggunakan *software HOMER* dilakukan analisis sehingga hasil optimasi perancangan PLTS dapat disimpulkan. Beberapa faktor yang memperkuat penggunaan perangkat keras dan perangkat lunak dalam melakukan analisis data. Perangkat keras (*hardware*) digunakan laptop dengan spesifikasi *Operating System Windows 11 Enterprise 64-bit, processor Intel Core i5-8th Gen, installed RAM 8 GB, VGA GeForce GTX by Nvidia*. Lalu perangkat lunak yang digunakan (*software*) adalah *HOMER pro* versi 3.11.2, Mendeley Desktop versi 1.19.8, Microsoft Office 2019, Google Chrome dan Microsoft excel. Berikut diagram alur analisis data ditunjukkan pada **Gambar 3.13**



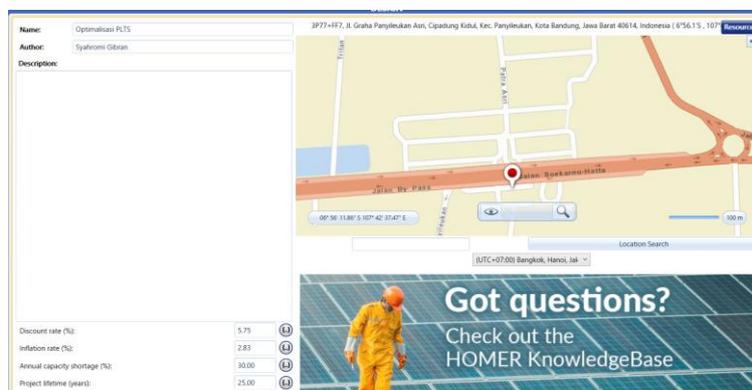
Gambar 3. 13 Diagram alur analisis data

3.5.1 Simulasi *HOMER pro*

Dalam menyelesaikan masalah optimasi perancangan PLTS, dilakukan beberapa metode, salah satunya adalah metode simulasi dengan menggunakan *software HOMER*. Berikut tahapan simulasi dalam menggunakan *software HOMER*:

3.5.1.1 Lokasi perancangan PLTS

Sebelum memulai desain perancangan, penting untuk memilih lokasi yang sesuai berdasarkan titik koordinat yang telah ditentukan agar sistem PLTS *On-grid* dapat beroperasi dengan maksimal.



Gambar 3. 14 Tampilan awal *software HOMER*

Setelah menentukan lokasi yang telah ditentukan, dalam tampilan awal perangkat lunak HOMER, terdapat beberapa data yang perlu dimasukkan

Syahromi Gibran, 2023

RANCANGAN PENBANGKITAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ON GRID MENGGUNAKAN SOFTWARE HOMER DI WILAYAH KOTA BANDUNG

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

ulang, seperti *Discount rate* (suku bunga), *Inflation rate* (tingkat inflasi), *Annual capacity shortage* (kekurangan kapasitas tahunan), dan *Project lifetime* (jangka waktu proyek pemasangan PLTS). *Discount rate* dan *Inflation rate*, disesuaikan dengan kondisi di Indonesia. Sementara itu, *Annual capacity shortage* dan *Project lifetime* disesuaikan dengan desain yang telah kita buat.

3.5.1.2 Beban Listrik

Konsumsi energi listrik yang dipakai untuk pengaplikasian simulasi HOMER adalah data beban konsumsi energi harian di wilayah kota Bandung yang di ambil dari hasil observasi dan wawancara, data konsumsi energi bisa dilihat pada **tabel 3.6**

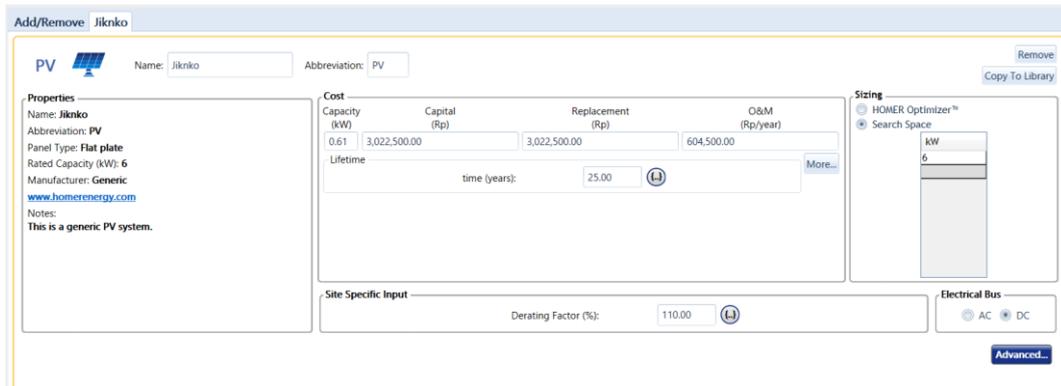


Gambar 3. 15 Beban listrik

Gambar 3.15 merupakan konsumsi energi listrik yang di input ke *software HOMER*. Tampak pemakaian beban listrik mulai naik dari 07.00 – 17.00 di karenakan di jam tersebut perkantoran sedang beroperasi aktif, sehingga terjadi lonjakan beban. Pada jam 17.00 – 07.00 beban yang menyala hanya lampu saja, sehingga beban tidak begitu besar dikarenakan kantor tidak beroperasi.

3.5.1.3 Panel Surya

Panel surya yang digunakan adalah tipe Tiger Neo 78HL4-BDV dengan spesifikasi detail **pada tabel 3.3**

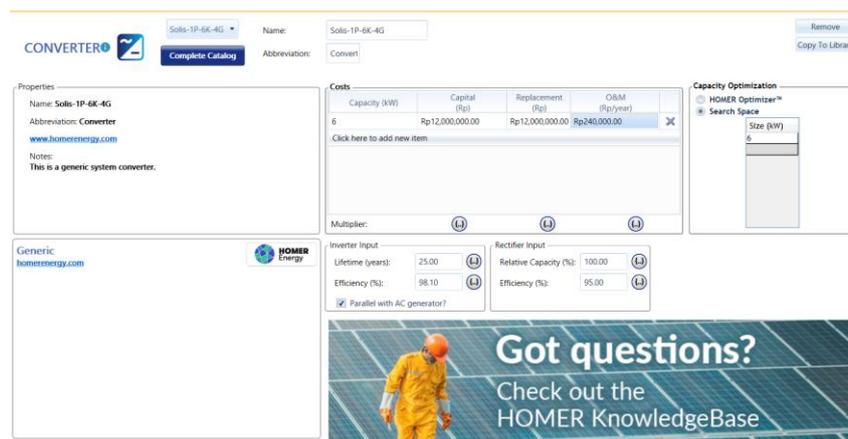


Gambar 3. 16 panel surya

Gambar 3.16 Panel surya tipe Tiger Neo 78HL4-BDV memiliki kapasitas 610 Watt peak. Pembelian panel surya ini membutuhkan anggaran sebesar Rp3.022.500,00 sementara biaya operasional dan perawatannya sebesar Rp604.500,00

3.5.1.4 Inverter

Inverter yang digunakan adalah Solis-mini-6000-4G dengan spesifikasi detail pada **tabel 3.4** memiliki kapasitas 6 kW. Pembelian inverter ini membutuhkan anggaran sebesar Rp12.000.000,00 sementara biaya operasional dan perawatannya sebesar Rp240.000,00

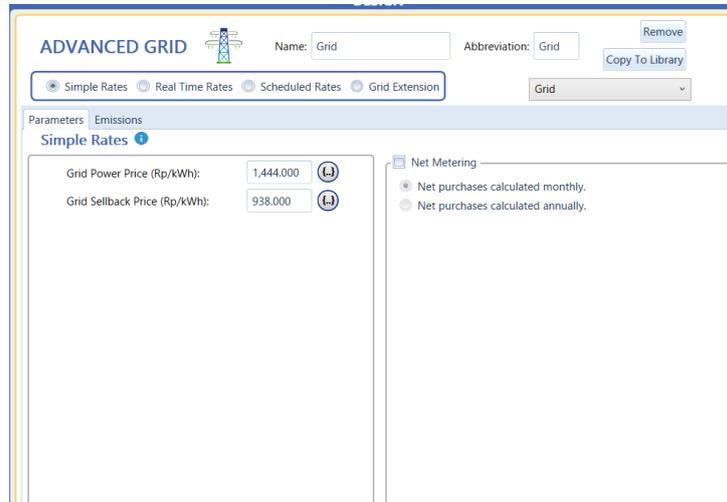


Gambar 3. 17 Inverter

Inverter Solis-mini-6000-4G dipilih sebagai pilihan yang sesuai karena kapasitas sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebesar 6000Watt peak. Dalam hal ini, kapasitas inverter harus sama atau lebih besar dengan kapasitas panel surya sebesar 6 kW.

3.5.1.5 Grid

Grid merupakan sebuah sistem jaringan listrik yang disediakan oleh PLN. Fungsi grid adalah menjual kelebihan listrik yang dihasilkan PLTS dan membeli apabila PLTS kekurangan daya untuk menghasilkan energi listrik.



Gambar 3. 18 *Grid*

Berdasarkan hasil pengamatan, penggunaan listrik oleh pelanggan telah tercatat sebesar 7700 VA, yang kemudian akan disesuaikan dengan harga per kWh yang ditetapkan oleh PLN. *Grid Power Price* atau harga beli listrik sesuai tarif PLN adalah Rp1.444.000 per/kWh dan *Grid Sell back Price* atau harga jual listrik kepada pihak PLN sebesar Rp938.000 per/kWh.