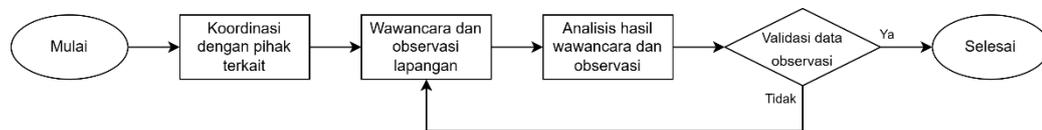


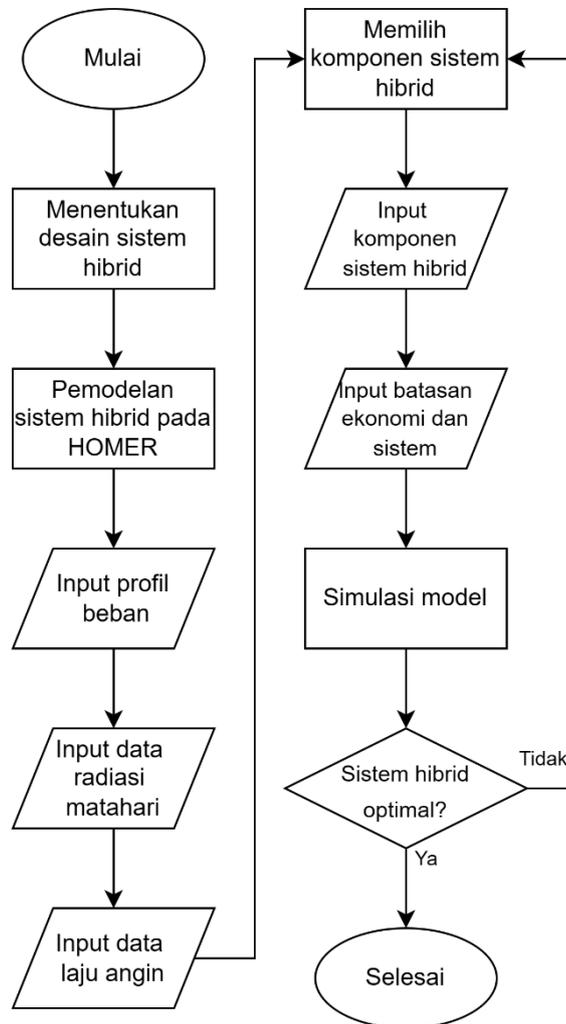
3.1.2 Observasi Lapangan



Gambar 3. 2 *Flowchart* Observasi Lapangan

Sebelum dilakukan observasi lapangan, dilakukan koordinasi dengan pihak terkait terutama warga dan PLN setempat. Tahap observasi lapangan dilakukan dengan peninjauan lokasi yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu di Kecamatan Cijeruk untuk mengonfirmasi apakah sesuai dengan hasil studi literatur. Selain itu pada tahap ini juga akan dilakukan pengumpulan data konsumsi energi serta data historis beban yang disuplai oleh PLN setempat. Data historis beban yang dikumpulkan meliputi jumlah beban harian per jam pada satu hari dan jumlah beban listrik bulanan pada periode tahun 2021. Setelah data yang dibutuhkan terkumpul, maka selanjutnya data tersebut diolah sehingga sesuai dengan kebutuhan penelitian.

3.1.3 Perancangan dan Pengujian Sistem Hibrid



Gambar 3. 3 *Flowchart* Perancangan dan Pengujian Sistem Hibrid

Perancangan sistem hibrid dimulai dengan menentukan desain sistem hibrid yang akan dilakukan berdasarkan komponen yang akan digunakan. Desain sistem kemudian akan dibuat pemodelannya di HOMER. Untuk mengetahui kapasitas komponen yang harus digunakan, maka dilakukan perhitungan manual terlebih dahulu agar sesuai dengan luas lahan lokasi tempat penelitian. Sistem hibrid yang digunakan yaitu sistem hibrid paralel yang bersifat *off-grid*.

Tahap pengujian dimulai dengan melakukan input data pada aplikasi HOMER berupa data profil beban yang telah didapat sebelumnya. Data iradiasi matahari, data laju angin, dan data suhu yang didapat dari *NASA Prediction of Worldwide Energy Resources (2013)* juga diinput. Setelah input data, selanjutnya adalah memilih dan menginput komponen-komponen yang digunakan serta parameter pendukung yang terdiri dari batasan ekonomi dan batasan sistem. Komponen dan parameter yang telah lengkap dapat dilakukan simulasi hingga mendapatkan sistem hibrid yang optimal.

Parameter pendukung yang diinput ke HOMER meliputi :

a. *Discount rate*

Discount rate adalah tingkat suku bunga bank pinjaman untuk korporasi akibat adanya pinjaman modal yang sebelumnya sudah diinvestasikan. Nilai acuan *discount rate* yang digunakan bisa berdasarkan *interest rate*. Berdasarkan data Bank Mandiri pada 30 Juni 2022 tingkat suku bunga untuk kredit korporasi yaitu 8%.

b. *Inflation rate*

Menurut Bank Indonesia (2020), *inflation rate* dapat diartikan sebagai nilai kenaikan harga barang dan jasa secara umum dan terus menerus dalam jangka waktu tertentu. Nilai *inflation rate* yang digunakan berdasarkan data dari Bank Indonesia pada bulan Juni 2022, yaitu sebesar 4,35%.

c. *Project lifetime*

Project lifetime dari sistem pembangkit hibrid yang direncanakan yaitu 25 tahun dengan mengacu pada *lifetime* paling lama dari seluruh komponen, yakni PV dan *wind turbine*.

d. *Annual capacity shortage*

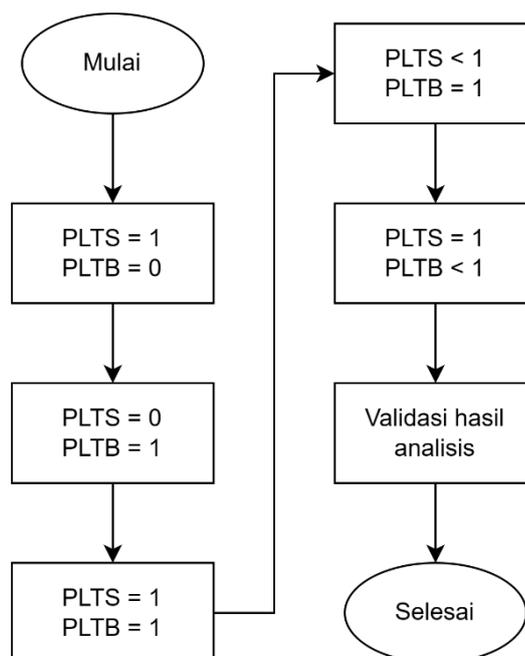
Penelitian ini menggunakan nilai *annual capacity shortage* yaitu 0%, artinya kebutuhan sistem harus dapat terpenuhi 100% dari sistem pembangkit hibrid yang direncanakan.

e. *Minimum renewable fraction*

Nilai *minimum renewable fraction* yang akan digunakan yaitu 100%, artinya sumber energi sistem pembangkit harus semuanya berasal dari sumber energi terbarukan karena sistem bersifat *off grid*.

Apabila hasil yang didapat sistem kurang optimal maka akan dilakukan perancangan ulang hingga mendapatkan konfigurasi sistem hibrid yang optimal. Perancangan ulang yang akan dilakukan seperti penggantian jenis komponen dan atau penggantian kapasitas komponen yang digunakan pada sistem.

3.1.4 Analisis Hasil Uji



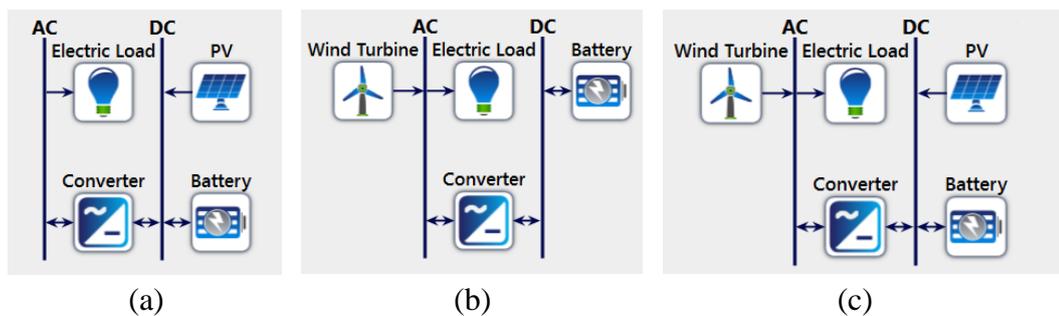
Gambar 3. 4 *Flowchart Analisis Hasil Uji*

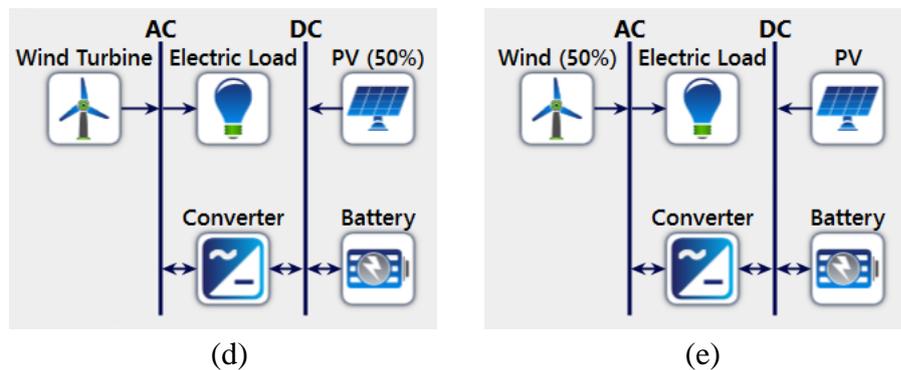
Setelah didapatkan sistem pembangkit hibrid yang optimal, selanjutnya yaitu dilakukan tahap analisis. Hasil yang didapat dari HOMER kemudian dihitung dan dibandingkan sesuai dengan luas lahan lokasi tempat penelitian. Dari hasil analisis tersebut kemudian dilihat bagaimana hubungan antara daya output PV terhadap shading radiasi matahari yang dilihat melalui nilai *clearness index* serta bagaimana hubungan antara daya output turbin angin terhadap laju angin. Selain itu juga dilakukan analisis bagaimana densitas energi di Kecamatan Cijeruk berdasarkan output masing-masing pembangkit dan output keseluruhan sistem hibrid.

Skenario pengujian yang digunakan pada tahap analisis ini menggunakan metode superposisi, dimana diasumsikan sumber energi memiliki keterbatasan sehingga hanya tersedia 50% dari potensi maksimalnya. Terdapat 5 (lima) skenario pengujian dengan asumsi persentase energi baru terbarukan sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Persentase Energi Baru Terbarukan pada Skenario Pengujian

Pembangkit	Persentase Energi Baru Terbarukan pada HOMER				
	Skenario Pengujian				
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
PV	100%	0%	100%	50%	100%
Turbin angin	0%	100%	100%	100%	50%





Gambar 3. 5 Skenario pengujian analisis dimana (a) ketika sistem PLTS saja yang bekerja, (b) ketika sistem PLTB saja yang bekerja, (c) ketika sistem PLTS dan PLTB bekerja bersamaan, (d) ketika iradiasi matahari 50% dan laju angin 100%, dan (e) ketika laju angin 50% dan iradiasi matahari 100%

Skenario (a) diasumsikan laju angin yang ada di tempat penelitian tidak cukup untuk menghasilkan energi listrik, sedangkan iradiasi matahari tersedia 100% dari potensi maksimal sehingga hanya sistem PLTS saja yang bekerja. Skenario pengujian (b) diasumsikan iradiasi matahari yang ada di tempat penelitian tidak cukup untuk menghasilkan energi listrik, sedangkan laju angin tersedia 100% dari potensi maksimal sehingga hanya sistem PLTB saja yang bekerja. Skenario (c) diasumsikan iradiasi matahari dan laju angin yang ada di tempat penelitian tersedia 100% dari potensi maksimalnya, sehingga sistem PLTS dan sistem PLTB bekerja bersamaan.

Pada skenario (d) dan (e), sistem PLTS dan sistem PLTB bekerja bersamaan namun sumber energi terbarukan yang tersedia di tempat penelitian berkurang dari potensi maksimalnya. Skenario (d) diasumsikan laju angin yang ada di tempat penelitian tersedia 100% dari potensi maksimalnya, namun iradiasi matahari yang tersedia hanya 50%. Skenario (e) diasumsikan laju angin yang ada di tempat

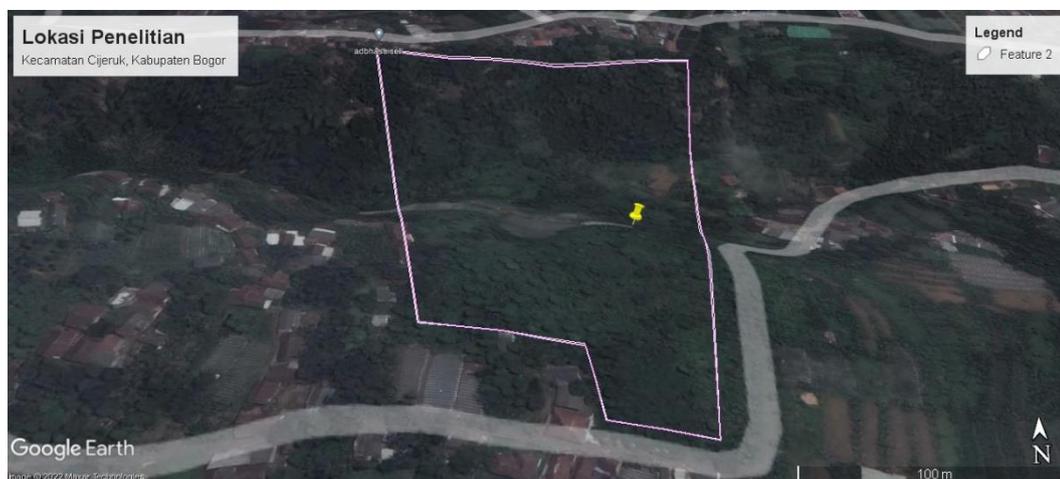
penelitian hanya tersedia 50% dari potensi maksimalnya, namun iradiasi matahari tersedia 100%.

3.1.5 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi bagi pemerintah daerah setempat jika ingin mengembangkan potensi energi baru terbarukan dengan nilai investasi yang menguntungkan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan September – Oktober 2022. Penelitian dilakukan di sebuah lahan di Kecamatan Cijeruk, Kabupaten Bogor. Lahan tersebut memiliki luas 3,5211 ha.



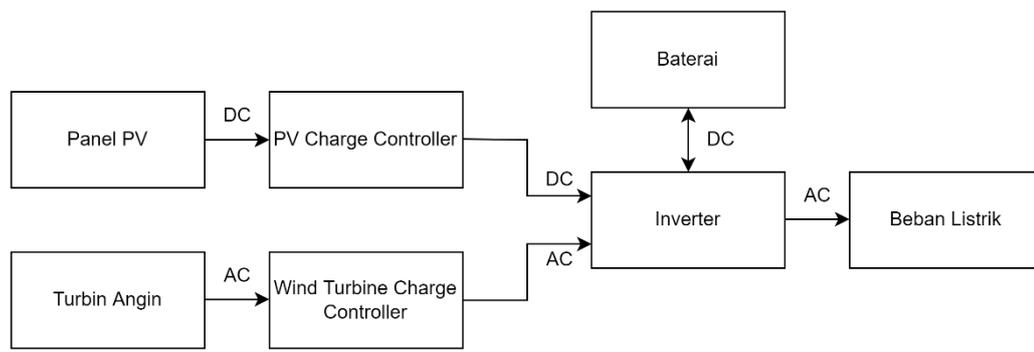
Gambar 3. 6 Lokasi Tempat Penelitian

3.3 Metode Pengumpulan Data

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan dengan metode dokumentasi pada Peta Potensi Energi Kementerian ESDM, didapatkan data bahwa radiasi matahari di Kecamatan Cijeruk sebesar 550 – 650 W/m² dan laju angin

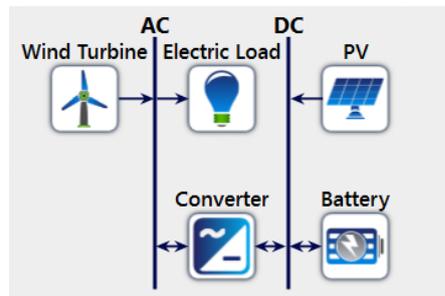
sebesar 4 – 6 m/s. Metode tersebut juga digunakan untuk mengumpulkan data parameter pendukung *discount rate* yang didapatkan dari laman web Bank Mandiri serta *inflation rate* yang didapatkan dari laman web Bank Indonesia. Untuk pengumpulan data konsumsi energi dan data profil beban dilakukan dengan metode observasi lapangan ke PLN setempat yang mensuplai beban ke Kecamatan Cijeruk.

3.4 Topologi Sistem Pembangkit Tenaga Hibrid



Gambar 3. 7 Topologi Sistem Pembangkit Tenaga Hibrid *Off-Grid*

Topologi sistem pembangkit tenaga hibrid di atas menggunakan sistem *off-grid* dimana seluruh sumber energi listrik berasal dari energi baru terbarukan. Perencanaan sistem PLTS dan PLTB ini menggunakan *charge controller* yang berfungsi mencegah baterai mengalami *overcharging*. Oleh karena pada aplikasi HOMER tidak tersedia komponen tersebut, untuk itu topologinya disesuaikan menjadi seperti pada Gambar 3. 5. Selain komponen utama yaitu *wind turbine*, panel PV, inverter, dan baterai, juga dibutuhkan komponen pendukung yaitu *busbar AC/DC*.



Gambar 3. 8 Topologi Sistem Pembangkit Hibrid pada Aplikasi HOMER