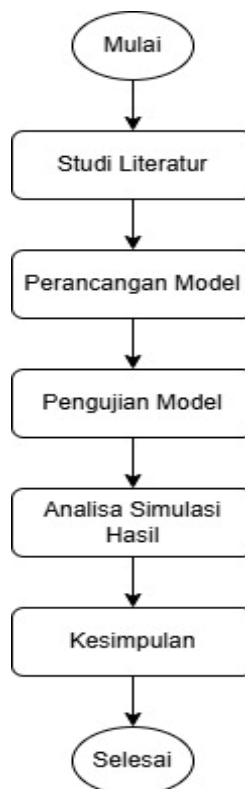


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 *Flowchart* Penelitian

Tahap penelitian digunakan untuk menjelaskan tahapan permasalahan yang diteliti sehingga bisa membahas dan menjelaskan permasalahan secara tepat. Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan, diantaranya Studi Literatur, Perancangan Model, Pengujian Model, Analisa Hasil Simulasi, dan Kesimpulan. Untuk pada bagian validasi akan diperiksa kembali hasilnya dari perancangan model, apakah sudah sesuai dengan perancangan sistem yang dibuat, jika belum sesuai maka lakukan kembali ke bagian perancangan model. Berikut *flowchart* penelitiannya ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian

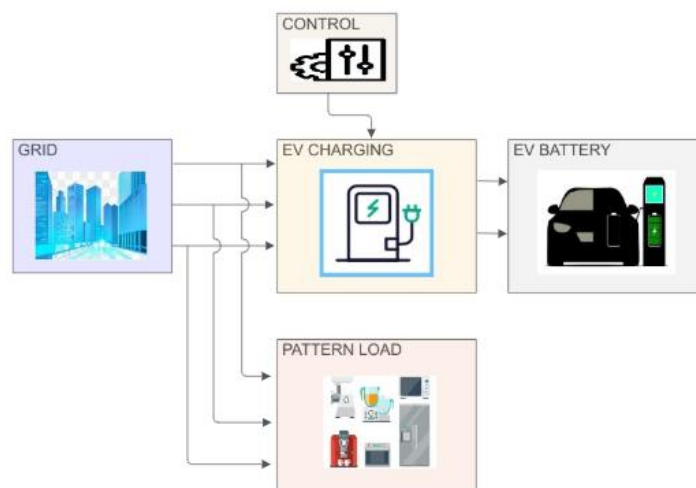
3.2 Studi Literatur

Dalam Tahapan ini dilakukan pengumpulan referensi sebagai dasar teori bersumber dari buku, jurnal ilmiah dan juga internet sebagai referensi penulis yaitu:

1. Mencari regulasi - regulasi yang berkaitan dengan SPKLU.
2. Manajemen beban listrik dan smart grid.
3. *Rectifier* tiga fasa.
4. DC-DC konverter dan *Boost Converter*.
5. Perancangan model SPKLU menggunakan Matlab/Simulink.
6. Pemanfaatan Energi Baru Berbarukan sebagai sumber alternatif.

3.3 Perancangan Model

Perancangan simulasi menggunakan perangkat lunak Matlab/Simulink dapat dilakukan setelah data yang diperlukan sudah lengkap seperti kapasitas daya Gedung, karakteristik beban gedung. Dalam perancangan model simulasi diperlukan spesifikasi perangkat pendukung yang sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 3. 2 Blok Diagram

Block sistem yang akan digunakan dalam *software* Simulink ditunjukkan pada gambar 3.2 mempunyai beberapa konfigurasi sistem yang akan diuji lalu didapatkan konfigurasi yang terbaik untuk mengoptimalkan pengisian daya mobil listrik dengan kompromi daya di gedung. Konsumsi daya gabungan dari beban gedung dan pengisian daya mobil listrik tidak boleh melebihi batas kapasitas beban gedung untuk mencegah *tripping*.

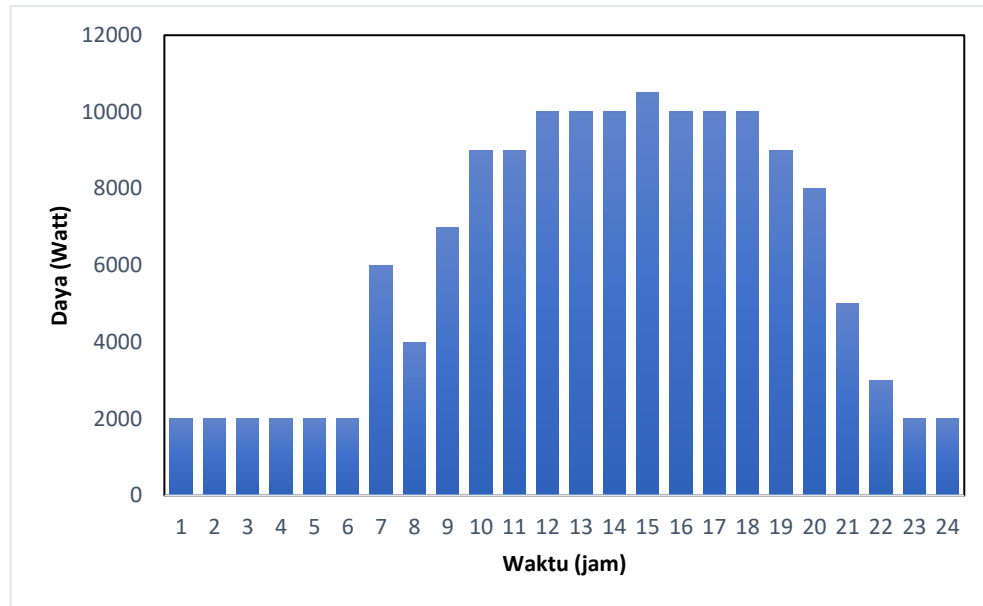
Konfigurasi sistem tersebut meliputi grid, Pola beban, Kontrol, *EV Charging* (*rectifier* dan *boost converter*) dan baterai.

3.3.1 Grid

Fungsi grid pada rangkaian sistem ini sebagai sumber tegangan 3 fasa untuk menyuplai daya ke seluruh sistem pengisian kendaraan listrik meliputi *rectifier* tiga fasa, *boost converter*, EV charging dan beban gedung. Sumber tegangan tiga fasa yang di masukkan pada sistem sebesar 381,05 V.

3.3.2 Pattern Load (Pola Beban)

Pola beban merupakan gambaran atau representasi dari perubahan jumlah konsumsi daya listrik pada suatu sistem atau gedung dalam kurun waktu tertentu berdasarkan perubahan waktu yang ditampilkan. Waktu pada simulasi ini dilakukan 24 jam. Pola beban menunjukkan seberapa besar energi listrik digunakan pada waktu tertentu, dan bagaimana fluktuasinya terjadi karena aktivitas gedung, penggunaan peralatan listrik dan jadwal operasional.



Gambar 3. 3 Asumsi Pola Beban Gedung

Seperti pada gambar 3.3 parameter untuk pola beban gedung ini diambil dari studi kasus penelitian sebelumnya pada jurnal Menezes et al., 2014. Beban rendah terjadi pada malam hingga dini hari, seperti pada pola beban yang ditampilkan pada pukul 23:00-06:00 WIB daya stabil sebesar 2000 W. Tepat pada pukul 09.00-18.00 WIB pemakaian beban listrik di gedung tersebut sedang maksimal untuk melayani, dikarenakan aktivitas gedung sedang tinggi. sedangkan di waktu lainnya beban listrik gedung relatif sedang dikarenakan aktivitas gedung berkurang dan banyak alat yang dimatikan. Data diatas selanjutnya akan digunakan sebagai bahan untuk melakukan simulasi pada *software* Simulink.

3.3.3 EV Charging

Pada sistem EV charging terdapat rangkaian *rectifier* dan *boost converter* sebagai bagian penting. Komponen ini berperan dalam mengubah dan mengatur daya listrik AC menjadi DC yang sesuai dengan pengisian baterai.

3.3.3.1 Rectifier

Rectifier yang digunakan berdasarkan simulasi menerima input dari kabel tiga fasa terpisah (R, S, T) dengan menggunakan frekuensi input tiga fasa tetap 50 Hz. Berdasarkan hasil data V_{LL} adalah tegangan line-to-line pada sistem ini dengan tegangan fasa 220 V, maka nilai

$$V_{LL} = \sqrt{3} \cdot V_{ph}$$

$$V_{LL} = \sqrt{3} \cdot V_{ph} = 381,05 \text{ V}$$

$$V_{LL} = 381,05 \text{ V}$$

Setelah diketahui tegangan input AC maka cari tegangan output DC berdasarkan persamaan (2.4) dan (2.5), maka hasil tegangan keluaran rata-rata adalah:

$$V_{dc} = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V_{LL}$$

$$V_{dc} = 1,35 \cdot 381,05$$

$$V_{dc} = 514,59 \text{ V}$$

Diperoleh nilai V_{dc} yang diperlukan sebesar 519,59 V maka V_{dc} ini akan dijadikan sebagai V_{in} .

Dimana:

V_{LL} = Tegangan line-to-line AC (V)

V_{DC} = Tegangan output DC (V)

3.3.3.2 Boost Converter

Boost converter pada simulasi berfungsi sebagai kendali pengisian daya untuk sistem EV *charging*, khususnya pada bagian pengaturan tegangan dan arus berdasarkan *duty cycle*.

Duty cycle adalah rasio siklus kerja switch dalam keadaan on terhadap total switching yang diatur oleh sistem kontrol. Diketahui $V_{in} = 514,59 \text{ V}$, $V_{out} = 838 \text{ V}$ sesuai dengan yang diharapkan hasil simulasi.

$$D = 1 - \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$D = 1 - \frac{514,59}{838} = 1 - 0,61 = 0,39$$

Berdasarkan persamaan (2.42) dan (2.43) hubungan *boost converter* output, input tegangan dan arus dengan *duty cycle* 0,39 maka:

$$V_{out} = \frac{V_{in}}{1 - D}$$

$$V_{out} = \frac{514,59}{1 - 0,39} = 843,6 \text{ V}$$

Dan untuk mencari arus outputnya, cari arus input dengan diketahui daya input 8100 W sesuai dengan hasil yang di harapkan dan tegangan input 514,59 V, maka

$$I_{in} = \frac{P_{in}}{V_{in}}$$

$$I_{in} = \frac{8100}{514,59} = 15,74 \text{ A}$$

Diperoleh nilai arus input yang diperlukan sebesar 15, 47 A, maka arus output dapat dihitung sebagai berikut:

$$I_{out} = I_{in}(1 - D)$$

$$I_{out} = 15,74(1 - 0,39) = 9,6 \text{ A}$$

Dimana:

V_{in} = Tegangan input DC (V)

V_{out} = Tegangan output DC (V)

I_{out} = Arus output (A)

I_{in} = Arus input (A)

P_{in} = Daya input charging (W)

D = *Duty cycle*

3.3.4 Kontrol

Kontrol yang digunakan pada Sistem ini menggunakan PID yang berfungsi sebagai kontrol yang akan mengatur *duty cycle* pada *boost converter*. Sistem kontrol dalam penelitian ini dirancang untuk:

- Menyesuaikan daya pengisian kendaraan listrik (EV) berdasarkan beban aktual gedung.
- Menghindari kelebihan beban (overload) pada instalasi listrik.
- Menstabilkan arus dan tegangan output selama proses pengisian.
- Meningkatkan efisiensi dan keamanan pengisian baterai.

3.3.5 Baterai

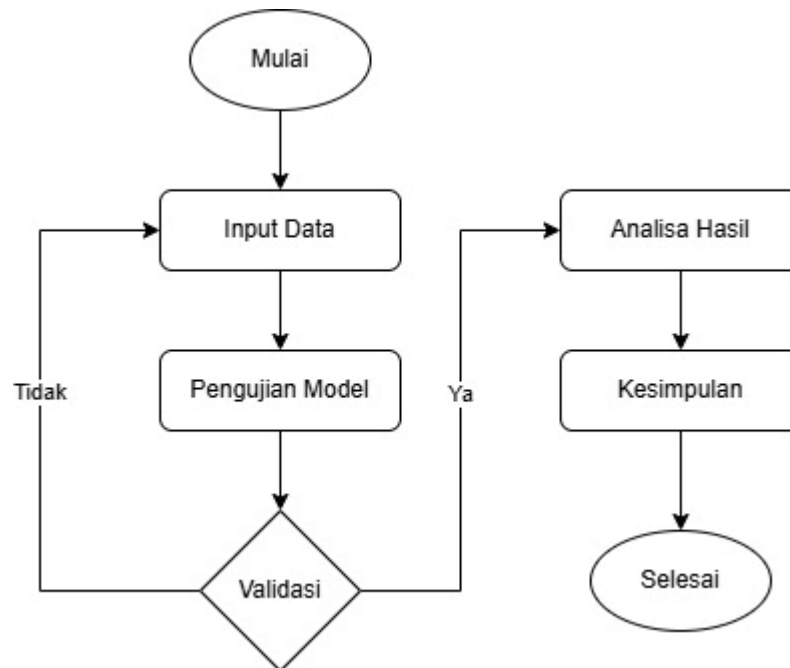
Baterai akan jadi sumber daya keluaran dalam desain yang akan dirancang. Baterai yang akan digunakan adalah tipe baterai jenis Li-ion 18650 model Panasonic NCR18650PF dengan tegangan nominal 3,6 per sel dan kapasitas sebesar 2,9 Ah. Baterai pada simulasi dipasamh dengan 223 seri untuk menambah tegangan dan 28 pararel untuk menambah kapasitas nominal.

Tabel 3. 1 Parameter baterai Li-ion 18650

Parameter	Nilai
Kapasitas	65,19 kWh
Tegangan nominal	802,8 V
Kapasitas nominal	81,2 Ah
Charging cycle	1000 siklus

Baterai disimulasikan menggunakan blok parameter “*Battery*” pada simulink. Parameter blok *battery* tersebut diisi dengan nilai pada Tabel 3.1 di atur sesuai dengan kebutuhan skenario simulasi.

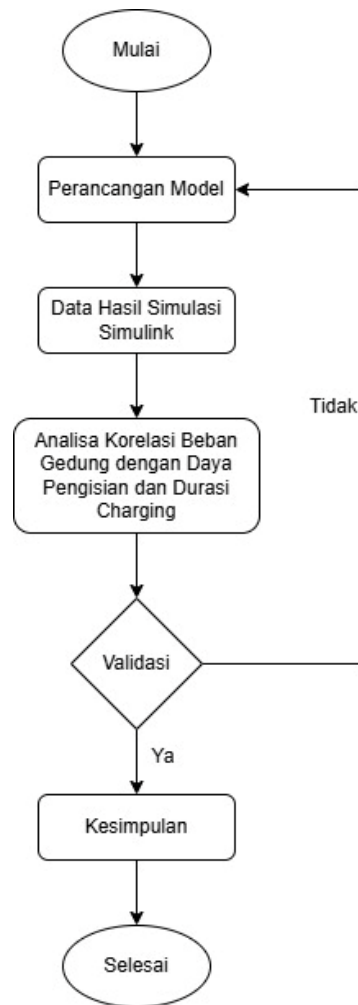
3.4 Pengujian Model



Gambar 3. 4 *Flowchart* Pengujian Model

- a. Input data, memasukan data yang diperlukan meliputi daya maksimum gedung, pola beban gedung, spesifikasi baterai kendaraan listrik, tegangan input tiga fasa dan konfigurasi *rectifier* dan *boost converter*.
- b. Pengujian model, melakukan topologi sistem yang meliputi kontrol untuk mengatur daya gedung dengan daya pengisian mobil listrik dengan rangkaian *rectifier* dan rangkaian *boost converter*
- c. Validasi, konfigurasi sistem yang dipilih sesuai dengan harapan penelitian yaitu membuktikan bahwa alokasi daya ke EV berdasarkan daya gedung aktual berjalan benar dan menunjukkan bahwa sistem mampu mencegah beban berlebih.

3.5 Analisis Hasil Simulasi



Gambar 3. 5 *Flowchart* Analisa Hasil

a. Perancangan Model

Pada tahap perencanaan model dimulai dari menganalisa komponen-komponen *rectifier* dan *boost converter* untuk mendapatkan hasil yang diinginkan sesuai dengan perencanaan awal.

b. Data Hasil Simulasi

Pada tahap ini, setelah mendapatkan data hasil simulasi seperti tegangan output, arus output, daya input, daya output dan daya total dijadikan parameter untuk dianalisa.

