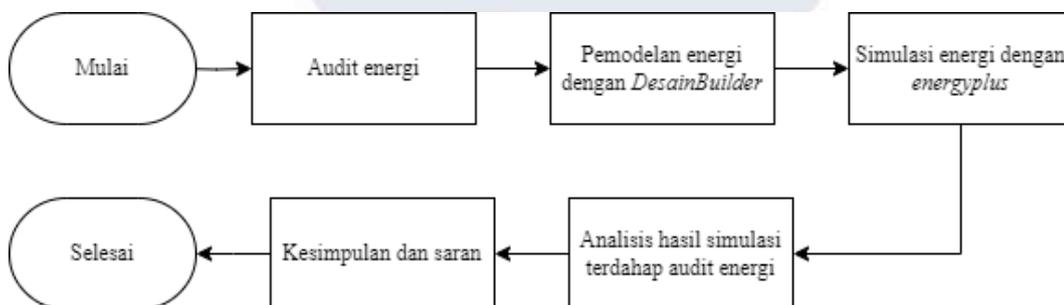


BAB III

METODOLOGI PERANCANGAN

3.1 Gambaran Umum

Pengerjaan tugas akhir dibagi menjadi 4 tahap, tahap pertama adalah audit energi pada gedung Ibu Sutowo, Jakarta. Audit energi dilakukan untuk mengumpulkan informasi penggunaan energi pada bangunan, informasi mencakup data primer dan data sekunder. Data primer adalah hasil pengukuran suhu udara ruangan, bukaan dan wawancara mengenai aktivitas penggunaan bangunan. Data sekunder berisikan informasi geometri bangunan dan operasional bangunan. Tahap kedua adalah pembuatan model energi bangunan untuk dilakukan simulasi penggunaan energi dengan menggunakan piranti-lunak *Designbuilder*. Model energi terdiri dari pemodelan 3 dimensi bangunan dan informasi operasional bangunan. Tahap ke-3 adalah simulasi energi bangunan dengan *energyplus* dan menggunakan data cuaca Jakarta. Rentang waktu simulasi diatur selama satu tahun pada tahun 2022. Tahap ke-4 adalah melakukan analisa hasil simulasi yang dilakukan terhadap hasil temuan pada audit energi. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kinerja energi sistem tata udara pada bangunan sudah sesuai dengan kondisi aktual dan menjadi referensi peningkatan kinerja energi sistem tata udara. Gambar 3.1 merupakan alur pengerjaan tugas akhir



Gambar 3.1 Diagram alir pengerjaan tugas akhir

3.2 Metode Perancangan dan Eksperimen

3.2.1 Profil bangunan

Gedung Ibnu Sutowo (Gambar 3.2) merupakan bangunan perkantoran Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Gedung Ibnu Sutowo terletak di Jl. H. R. Rasuna Said, RT.5/RW.2, Kuningan, Kecamatan Setiabudi, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta.



Gambar 3.2 Gedung Ibnu Sutowo Jakarta

Gedung Ibnu Sutowo mulai beroperasi pada tahun 1994 dan diperuntukkan sebagai gedung perkantoran. Gedung ini menghadap ke sisi timur. Gedung ini beroperasi pada hari Senin sampai Jumat dengan waktu operasional jam 8.00 sampai 16.00. jumlah penghuni tetap bangunan adalah 687 orang. Gedung ini menempati area seluas 3.700m² dengan luas total bangunan sebesar 20.113,29 m². Gedung ini memiliki total 17 lantai yang terdiri dari 1 lantai bawah tanah, 4 lantai gedung parkir yang identik, 10 lantai ruang kerja, dan 1 lantai atap. Tabel 4.1 merupakan pembagian lantai pada gedung.

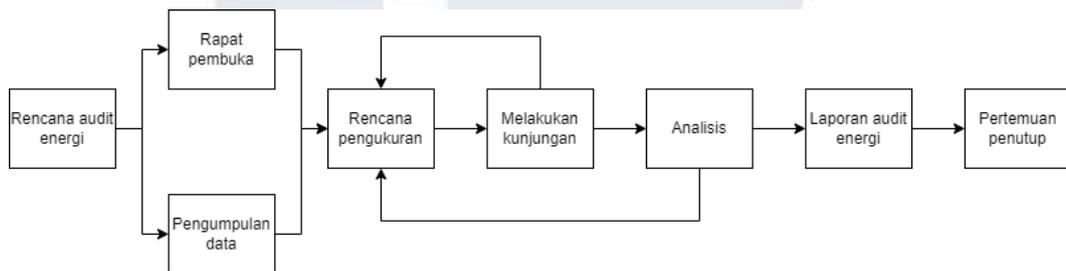
Tabel 4.1 Pembagian lantai pada gedung

No	Lantai	Total luas lantai (m ²)	Luas area dikondisikan (m ²)	Area services (m ²)	Fungsi lantai
1	Lantai bawah tanah	2.184,5	351,29	1843,21	Parkir, utility, dan kantin
2	Lantai 1	1.395,00	672,00	723,00	Lobi utama, bank, lounge
3	Lantai 2	1.143,5	0	1.143,5	Area Parkir
4	Lantai 3	1.143,5	0	1.143,5	
5	Lantai 4	1.143,5	257,07	886,43	Area parkir dan ruang umum
6	Lantai 5	1.143,5	855,34	993,5	

7	Lantai 6	982,39	808,55	173,84	Ruang kerja	
8	Lantai 7	982,39	808,55	173,84		
9	Lantai 8	982,39	808,55	173,84		
10	Lantai 9	982,39	808,55	173,84		
11	Lantai 10	982,39	808,55	173,84		
12	Lantai 11	982,39	808,55	173,84		
13	Lantai 12	982,39	808,55	173,84		
14	Lantai 13	982,39	808,55	173,84		
15	Lantai 14	982,39	808,55	173,84		
16	Lantai 15	982,39	808,55	173,84		
17	Lantai 16	982,39	808,55	173,84		
18	Lantai atap	982,39	42,11	940,28		rooftank
Total		20.113,29	10.413,31	9.669,98		

3.2.2 Metode audit energi pada bangunan

Proses Audit energi pada gedung Ibnu Sutowo, Jakarta mengacu pada pedoman audit energi SNI ISO 50002:2014 tentang audit energi dan SNI 6196:2011 tentang prosedur audit energi pada bangunan gedung. Tahapan audit energi pada gedung Ibnu Sutowo, Jakarta tertera pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram alur proses audit pada bangunan

Adapun tahapan dalam melakukan audit energi adalah sebagai berikut:

- 1) Rencana audit energi
Tahap ini bertujuan untuk menyiapkan peralatan, sumber daya manusia, dan daftar kuesioner, dan jadwal pelaksanaan audit energi.
- 2) Melakukan rapat pembukaan dan pengumpulan data
Pada tahap ini melakukan pertemuan antara auditor dengan pemilik bangunan untuk memaparkan rencana audit energi yang terdiri dari rencana pengukuran, lokasi pengukuran, tim audit, dan alat ukur yang akan digunakan. Selain itu, dilakukan pengumpulan data inventaris histori bangunan, dan spesifikasi peralatan penggunaan energi.
- 3) Menyiapkan rencana pengukuran
Tahap ini dilakukan untuk menentukan titik ukur yang akan dilakukan dan menyiapkan alat ukur untuk memastikan alat ukur dapat beroperasi dengan maksimal.

- 4) Melakukan kunjungan untuk pengukuran
Melakukan pengukuran yang sudah direncanakan, meliputi pengamatan pada desain pasif bangunan, melakukan pengukuran kelistrikan pada panel utama dan panel distribusi, melakukan pengamatan dan pengukuran pada sistem tata udara.
- 5) Melakukan analisa data survei dan pengukuran
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data untuk melakukan analisa yang terdiri dari profil konsumsi energi, intensitas konsumsi energi, basis/*baseline* energi, identifikasi peluang penghematan energi, dan rekomendasi penghematan energi.
- 6) Menyusun laporan audit
Melakukan pembuatan laporan audit yang telah dilakukan.
- 7) Melakukan rapat penutup
Tahap ini merupakan tahap penutupan dan penyerahan serta diskusi hasil laporan audit energi yang telah disusun antara auditor dengan pemilik bangunan.

3.2.3 Alat ukur yang digunakan dalam Audit energi

Adapun alat ukur yang digunakan dalam melaksanakan audit energi:

- 1) *Power Quality Analyzer*
Power Quality Analyzer (Gambar 3.4) merupakan alat ukur daya, tegangan, dan arus listrik pada peralatan listrik kapasitas besar. Alat ukur ini memiliki kemampuan dalam melakukan pengukuran arus hingga 400 A dan tegangan maksimum 1000 Vrms, serta dapat merekam hasil pengukuran selama 450 hari. Alat ukur ini digunakan untuk mengukur pola konsumsi energi listrik sistem tata udara dengan jenis VRV selama 7 hari. hasil pengukuran ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 3.4 alat ukur Power Quality Analyzer

2) Alat ukur suhu dan kelembaban udara

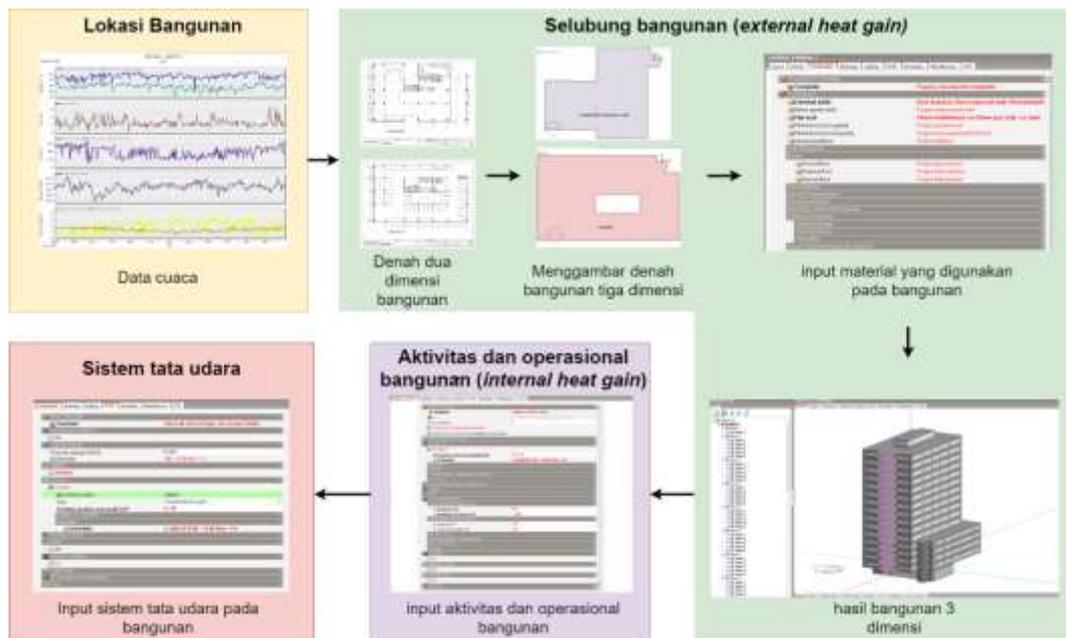
Gambar 3.5 merupakan alat ukur temperatur dan kelembaban udara yang digunakan untuk mengukur kualitas termal pada ruang yang dikondisikan. Alat ini digunakan untuk pengambilan *sampling* data temperatur dan kelembaban udara pada masing-masing zona ruang kerja dan zona ruang transit yang diakomodasi sistem tata udara VRV. Hasil pengukuran ini ditunjukkan pada Gambar 4.2, Gambar 4.3, dan Gambar 4.4



Gambar 3.5 alat ukur suhu dan kelembaban

3.2.4 Pemodelan energi

Pemodelan energi merupakan tahap sebelum melakukan simulasi energi dengan *energyplus*. Pemodelan energi dibuat dengan menggunakan piranti-lunak *Designbuilder*. Gambar 3.6 merupakan tahapan pembuatan pemodelan energi yang akan digunakan dalam pengerjaan tugas akhir.



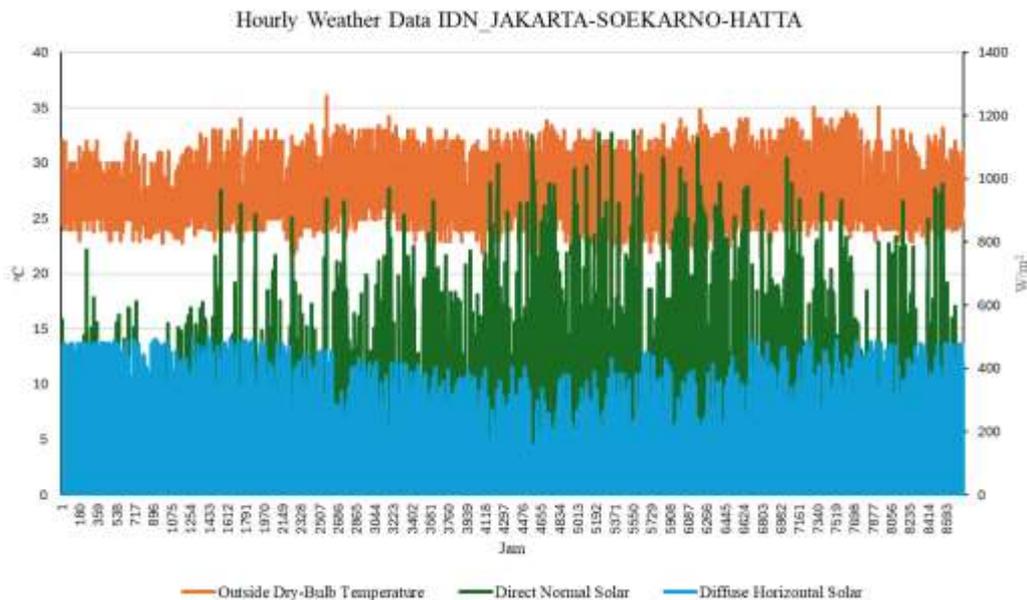
Gambar 3.6 alur pembuatan model energi

3.2.5 Perangkat-lunak *Energyplus*

Piranti-lunak *Designbuilder* memiliki mesin perhitungan energi dengan menggunakan *energyplus*. Simulasi dilakukan dengan menggunakan data cuaca Jakarta IDN_JAKARTA-SOEKARNO-HA_967490_IW2.EPW yang didapatkan melalui piranti-lunak Metronom 8. Gambar 3.7 merupakan grafik profil temperatur udara luar, radiasi matahari normal dan horizontal menyebar per satuan waktu dalam satu tahun.

Penjelasan Gambar 3.7 *Hourly wather data* Jakarta-Soekarno Hatta *energyplus*:

- *Outside Drybulb Temperatur* : Adalah "Bola Kering" suhu udara ditunjukkan oleh termometer yang tidak dipengaruhi oleh kelembapan udara dan dinyatakan dalam derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$) atau derajat Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) dan dalam satuan internasional adalah Kelvin (K)
- *Direct Normal Solar* : Adalah jumlah radiasi matahari yang diterima per satuan luas oleh suatu permukaan yang selalu tegak lurus (atau normal) terhadap sinar yang datang lurus dari arah matahari pada posisinya saat ini di langit dan dinyatakan dalam satuan W/m^2 .
- *Diffuse Horizontal Solar* : Adalah jumlah radiasi yang diterima per satuan luas oleh suatu permukaan yang tidak sampai pada jalur langsung dari matahari, namun telah dihamburkan oleh molekul dan partikel di atmosfer.



Gambar 3.7 *Hourly wather data* Jakarta-Soekarno Hatta *energyplus*

Simulasi dilakukan dengan interval per bulan dan per jam. Untuk interval per bulan dilakukan simulasi selama satu tahun (tahun 2022). Simulasi interval per bulan dilakukan untuk membaca hasil keluaran berupa kondisi konsumsi energi listrik selama satu tahun dan simulasi interval per jam dilakukan untuk membaca hasil keluaran berupa besar temperatur udara dalam ruangan yang dikondisikan.