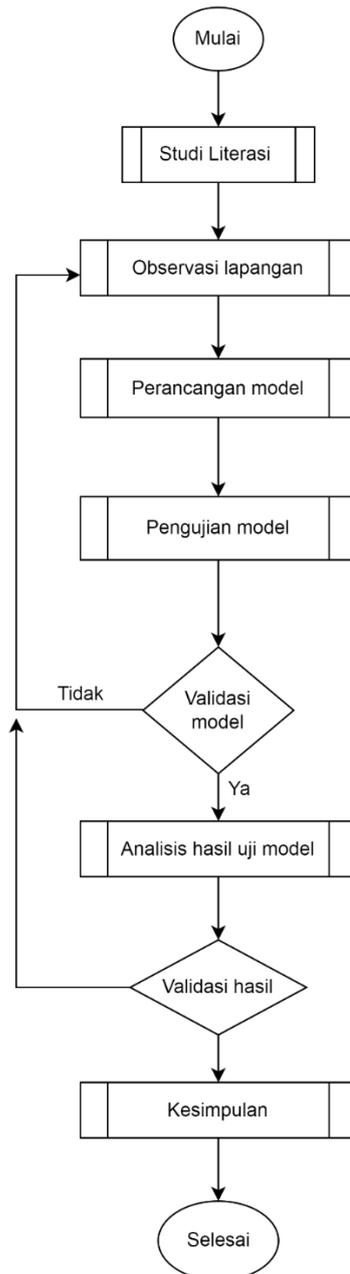


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tahap Pelaksanaan Tugas Akhir

Berikut diagram *flowchart* dalam pelaksanaan tugas akhir.



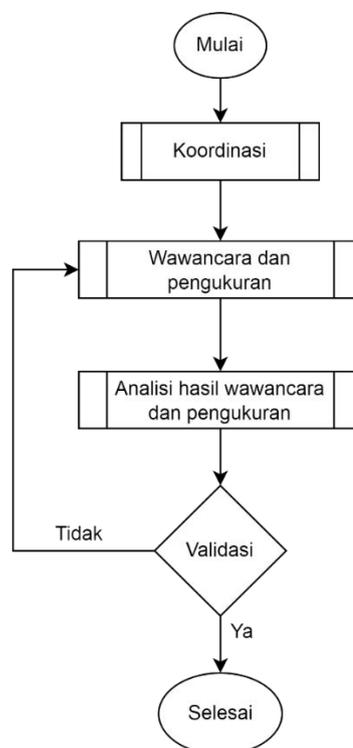
Gambar 3.1. *Flowchart* Pelaksanaan Tugas Akhir

Seperti pada Gambar 3.1. pada penelitian Tugas Akhir ini dibagi menjadi beberapa tahapan antara lain sebagai berikut:

3.1.1. Studi Literasi

Tahap studi literasi ini dilakukan dengan mencari beberapa referensi sebanyak banyaknya sebagai dasar teori yang bersumber dari buku-buku, materi perkuliahan dan jurnal yang membahas mengenai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Gedung, Analisis peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik pada sistem pencahayaan dan AC di gedung, Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan, Perangkat Lunak Dialux, Standar Pencahayaan pada Bangunan dan Standar Penghawaan pada Gedung yang digunakan sebagai landasan dalam menganalisa pembahasan dibuat dalam penyusunan Tugas Akhir.

3.1.2. Observasi Lapangan



Gambar 3.2. Flowchart Observasi Lapangan

Tahapan pada *Flowchart* observasi lapangan ini, antara lain sebagai berikut:

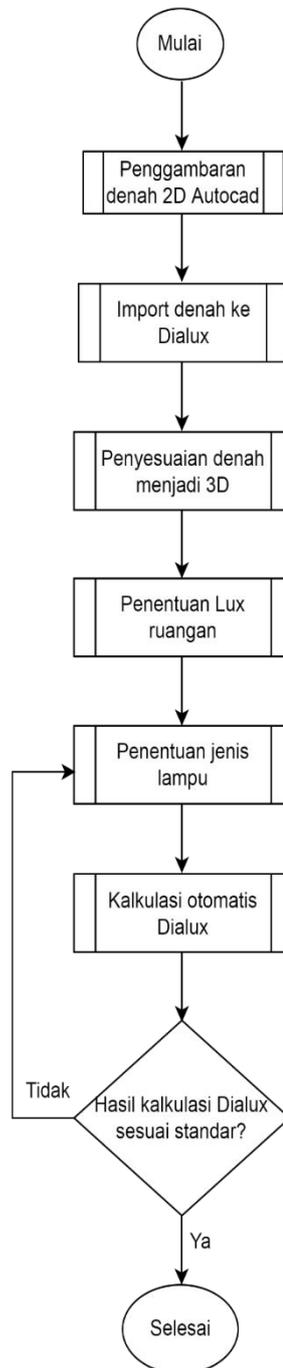
1. Pada tahapan ini dilakukan bersama Kepala Bagian dan staff bagian teknis dari gedung PT. Pos Indonesia. Penelitian ini dilakukan di gedung lantai basement, lantai 1 dan lantai 2 di PT. Pos Indonesia.
2. Tahapan selanjutnya yaitu wawancara dan pengukuran, wawancara yang dilakukan yaitu terkait dengan:
 - a. Data historis konsumsi energi selama satu tahun terakhir dengan rincian jumlah kWh.
 - b. Luas pada bangunan gedung PT. Pos Indonesia Bandung, yang dapat dilihat pada *as build drawing*.
 - c. Data sistem pendingin meliputi jumlah keseluruhan AC pada lantai basement, lantai 1 dan lantai 2, jenis/spesifikasi AC yang digunakan, berapa besar daya *name plate* pada AC yang digunakan, tahun berapa terpasangnya AC tersebut.
 - d. Data ukuran kaca, dinding pada setiap ruangan dan jumlah unit yang terpakai dalam suatu bangunan.
 - e. Data sistem pencahayaan meliputi jumlah keseluruhan lampu pada lantai basement, lantai 1 dan lantai 2, jenis/spesifikasi lampu yang digunakan, berapa daya pada lampu.

Selanjutnya dilakukan pengukuran pada sistem penerangan menggunakan alat Lux Meter untuk mengetahui berapa intensitas cahaya yang berada di suatu ruangan lalu mengukur tingkat kelembaban menggunakan Temperature and humidity meter, selanjutnya untuk mengetahui beban konsumsi pada AC

dilakukan menggunakan alat ukur Power Meter Digital Pengukuran dilakukan untuk mendapatkan data yang akurat.

3. Analisis hasil dari wawancara dan pengukuran, untuk hasil dari wawancara dan pengukuran sistem penerangan menggunakan alat Lux meter yang selanjutnya dapat dihitung mengenai kebutuhan titik lampu pada setiap ruangan dan perhitungan untuk mengetahui faktor refleksi, maka dapat diketahui efisiensi pada setiap ruangan. Hasil dari wawancara dan pengukuran untuk mengetahui suhu dan kelembaban pada setiap ruangan dilakukan dengan alat Temperature and humidity meter dan pengukuran untuk mengetahui daya pada sistem pendingin dilakukan dengan menggunakan alat Power Meter Digital, selanjutnya dapat dihitung mengenai jumlah kebutuhan AC pada setiap ruangan dan juga dapat diketahui efisiensi pada setiap ruangan.
4. Pada tahapan terakhir yaitu validasi, tahapan ini dapat diketahui apakah hasil dari pengukuran sistem pencahayaan dan sistem pendingin pada kebutuhan setiap titik lampu dan kebutuhan pada AC sudah sesuai dengan masing-masing ruangan tersebut atau tidak, perhitungan dilakukan untuk mendapatkan hasil dari intensitas konsumsi energi dan efisiensi energi, setelah itu dapat diketahui apakah hasil pada nilai intensitas konsumsi energi listrik termasuk boros atau tidak.

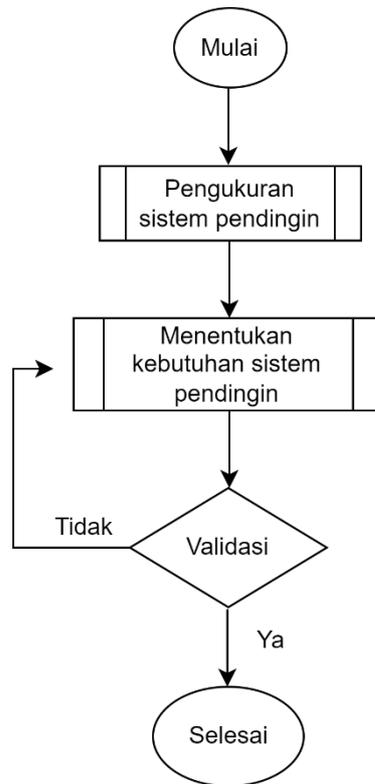
3.1.3. Perancangan Model



Gambar 3.3. Flowchart Perancangan Model Sistem Pencahayaan

Dalam perancangan model sistem pencahayaan, pelaksanaan simulasi penggambaran denah dua dimensi pada Autocad dilakukan untuk menyesuaikan

denah lapangan dengan denah yang akan digunakan pada simulasi. Selanjutnya import denah dari Autocad ke Dialux yang berfungsi sebagai dasar denah berbentuk dua dimensi yang nantinya akan disesuaikan menjadi tiga dimensi sehingga akan terciptanya ruangan yang memiliki volume sesuai ruangan yang ada pada bangunan lapangan. Pada penentuan jenis ruangan akan mempengaruhi pada besar lumen yang harus digunakan sesuai fungsi masing-masing ruangan. Penentuan jenis lampu dapat berpengaruh terhadap jumlah titik lampu yang akan digunakan dan besar lumen yang harus terpenuhi pada ruangan. Ketika dilakukan kalkulasi otomatis Dialux, maka pada proses ini jumlah dari titik lampu dan penempatan titik lampu dapat muncul secara otomatis menyesuaikan dengan lumen yang dibutuhkan pada ruangan dengan fungsi ruangan dan kebutuhan pada lumen yang telah dicantumkan sehingga didapatkan hasil dari simulasi sistem pencahayaan yang sesuai. Tetapi saat ditemukan ketidaksesuaian dengan standar, maka dapat dilakukan penyesuaian jenis lampu sampai mendapatkan hasil simulasi yang sesuai dengan standar.



Gambar 3.4. Flowchart Perancangan Model Sistem Pendingin

Dalam perancangan model sistem pendingin, pelaksanaan dimulai dengan melakukan pengukuran sistem pendingin, pada pengukuran sistem pendingin dilakukan agar mendapatkan suhu dan kelembaban pada beberapa titik pengukuran dan pengukuran konsumsi daya pada sistem pendingin. Selanjutnya menentukan kebutuhan sistem pendingin setiap ruangan. Validasi apakah sistem pendingin sudah sesuai dengan yang dibutuhkan atau tidak, jika terdapat ketidaksesuaian, maka dapat dilakukan penyesuaian kebutuhan sistem pendingin sampai mendapatkan hasil yang sesuai.

3.1.4. Pengujian Model

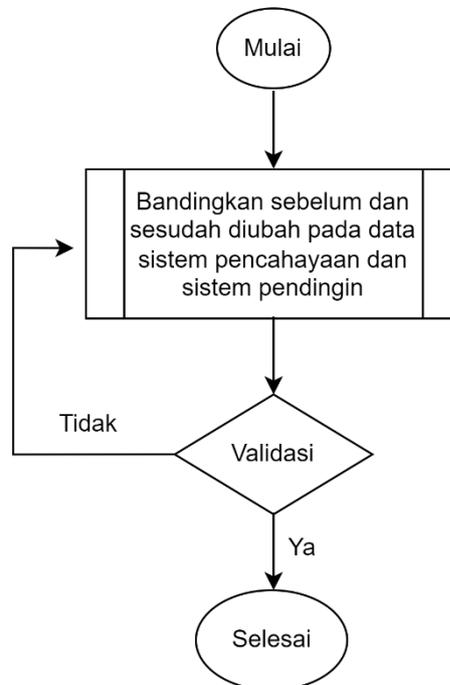
Pada pengujian model sistem pencahayaan menggunakan alat lux meter untuk mengukur intensitas pencahayaan pada suatu ruangan. Selanjutnya analisis yang dilakukan yaitu membandingkan dari penerangan yang terpasang dengan hasil yang menggunakan software Dialux untuk mengetahui perbedaan pada sistem penerangan.

Pada pengujian model sistem pendingin menggunakan alat temperature and humidity meter untuk mengukur suhu pada suatu ruangan sehingga dapat mengetahui berapa besar suhu dan kelembaban pada ruangan tersebut, pengukuran pada sistem pendingin juga menggunakan alat power meter digital yang digunakan untuk mengukur beban konsumsi energi pada sistem pendingin. Selanjutnya analisis yang dilakukan yaitu membandingkan dari sistem pendingin yang terpasang dengan hasil penentuan jenis sistem pendingin, hal tersebut dilakukan agar dapat mencapai penyesuaian pada sistem pendingin.

3.1.5. Validasi Model

Pada tahapan validasi model untuk sistem pencahayaan setelah dilakukannya perhitungan pada kebutuhan titik lampu dan disimulasikan pada software dialux, dan untuk sistem pendingin setelah dilakukannya perhitungan untuk kesesuaian pada masing-masing ruangan. Selanjutnya dapat dilakukannya perhitungan pada intensitas konsumsi energi dan nilai pada efisiensi energi di gedung PT. Pos Indonesia, lalu mengidentifikasi peluang pada konservasi energi sistem pencahayaan dan sistem pendingin.

3.1.6. Analisis Hasil Uji Model



Gambar 3.5. Flowchart Hasil Uji Model

Tahapan pada analisis hasil uji model, setelah dilakukan perhitungan maka dapat membandingkan sistem pencahayaan dan sistem pendingin yang terpasang dengan perhitungan ulang yang dilakukan, lalu membandingkan hubungan antara sistem pencahayaan dan sistem pendingin terhadap rata-rata konsumsi energi pada gedung. Mengestimasi pada nilai intensitas konsumsi energi berdasarkan data penggunaan energi satu tahun terakhir. Validasi pada intensitas peluang konservasi energi sistem pencahayaan dan sistem pendingin apakah sudah sesuai dengan fungsi pada masing-masing ruangan atau tidak.

3.1.7. Validasi Hasil

Pada tahap validasi hasil, untuk sistem pencahayaan setelah didapatkan hasil pada pengukuran menggunakan Lux meter, menghitung jumlah titik lampu

dan melakukan perancangan model menggunakan Dialux. Untuk sistem pendingin setelah dilakukan pengukuran kelembaban menggunakan Temperature and humidity meter dan pengukuran menggunakan power meter untuk mengetahui beban pada sistem pendingin, menghitung kebutuhan sistem pendingin, dan dari kedua hasil perhitungan tersebut sudah dibandingkan dengan rata-rata konsumsi energi pada gedung. Validasi pada hasil perhitungan intensitas konsumsi energi sesuaikan dengan standar IKE pada tabel (2.2) dan hasil dari perhitungan efisiensi energi setiap ruangan dapat dibandingkan dengan standar yang telah ditentukan. Jika hasil dari perhitungan untuk sistem pencahayaan dan sistem pendingin dibawah standar yang ditentukan, maka dapat melakukan pergantian lampu dan mengganti PK AC atau yang sebelumnya non inverter menjadi inverter.

Identifikasi peluang pada konservasi energi untuk sistem pencahayaan dan sistem pendingin apakah kebutuhan setiap titik lampu dan AC sudah sesuai dengan fungsi dari setiap masing-masing ruangan atau tidak. Jika konsumsi energi listrik di bangunan PT. Pos Indonesia sudah sesuai dengan standar yang ditentukan, maka penelitian dapat langsung dibuat kesimpulan, tetapi jika konsumsi energi listrik di bangunan PT. Pos Indonesia termasuk boros, maka akan dilakukan evaluasi pada konservasi energi untuk mengoptimalkan energi listrik seperti dapat dilakukannya penggantian pada daya lampu dan AC.

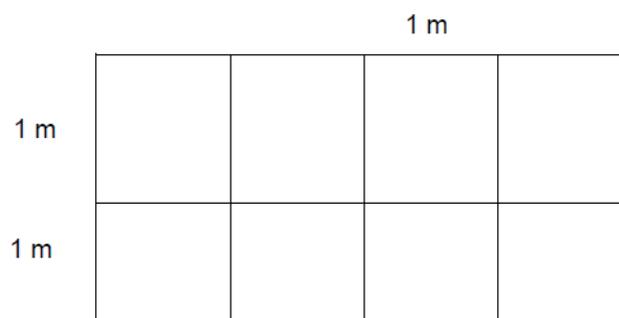
3.2. Metode Pengukuran

3.2.1. Pengukuran Sistem Pencahayaan

Pengukuran pada sistem pencahayaan dilakukan untuk mengetahui kondisi pencahayaan di lapangan secara langsung yang dipresentasikan dalam bentuk angka dan didapatkan dari hasil pengukuran Lux meter.

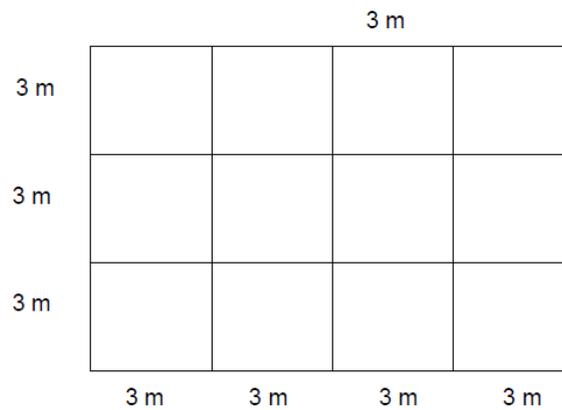
a. Penentuan Titik Pengukuran

Titik pada pengukuran dibagi menjadi dua metode yaitu penerangan setempat (area kerja) yang merupakan penerangan di tempat objek kerja, baik itu pada meja kerja maupun pada peralatan kerja. Bila meja kerja, pengukuran dapat dilakukan diatas meja kerja yang ada, jika merupakan peralatan kerja maka pengukuran pada bidang kerja dilakukan 0,75 m – 0,90 m. Lalu penerangan umum yaitu penerangan yang di seluruh area tempat kerja berupa titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan dari setiap jarak tertentu setinggi 0,75 meter dari lantai, jarak tersebut dibedakan berdasarkan luas ruangan. Contoh denah pengukuran dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 3.6. Titik Potong Pengukuran Luas Kurang Dari 10 m²

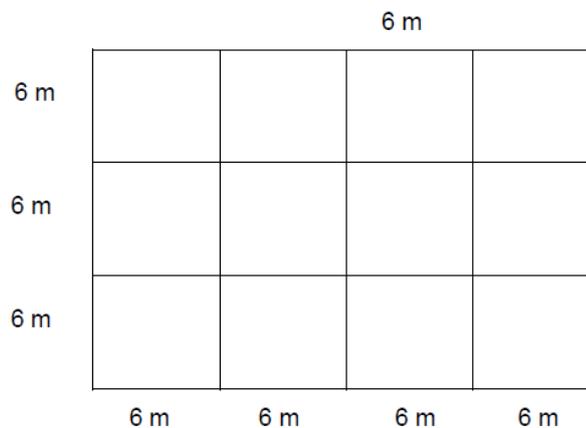
(SNI 16-7062, 2004)



Gambar 3.7. Titik Potong Pengukuran Luas 10 m² - 100 m²

(SNI 16-7062, 2004)

Ruangan dengan garis horizontal lebih dari 100 m², titik potong setiap enam meter dapat dilihat pada gambar 3.8.

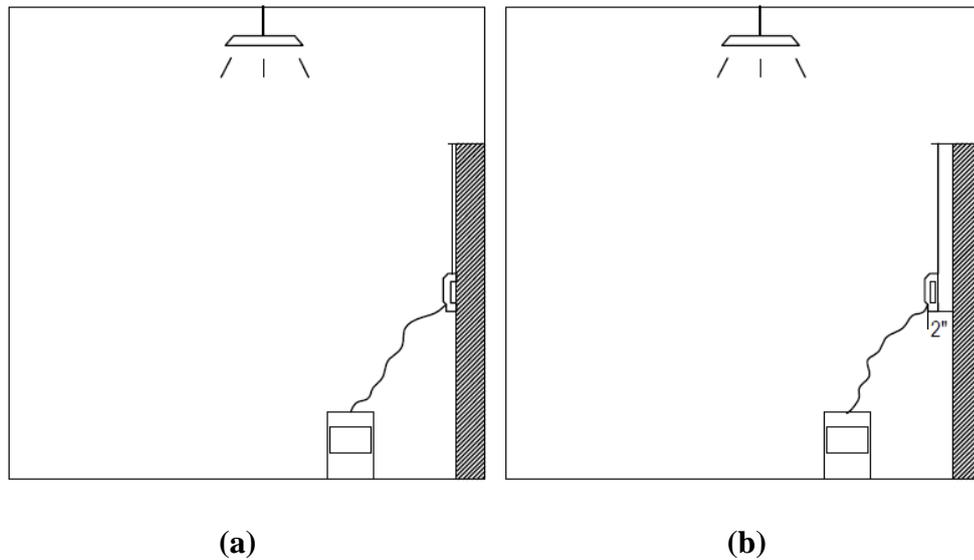


Gambar 3.8. Titik Potong Pengukuran Luas Lebih dari 100 m²

(SNI 16-7062, 2004)

b. Pengukuran Angka Refleksi

Pada pengukuran dilakukan dengan pengukuran sinar langsung dan sinar pantul. Berikut merupakan gambaran untuk pengukuran pada refleksi menggunakan Lux meter:

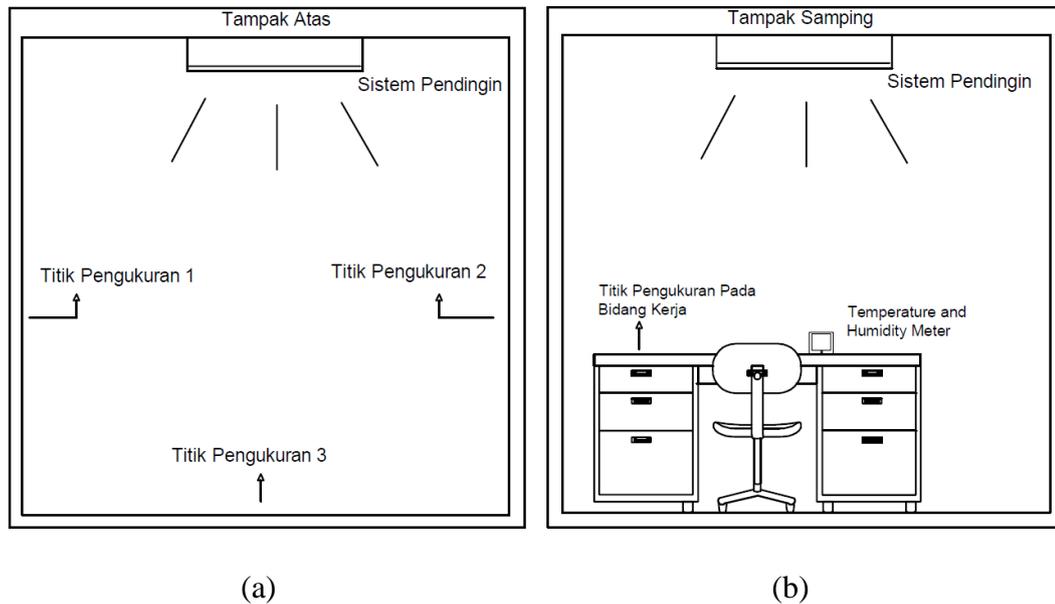


Gambar 3.9. Ilustrasi Pengukuran Menggunakan Lux Meter

- (a) Pengukuran pada fluks cahaya yang mengenai permukaan atau sinar datang yaitu dengan lux meter diletakkan pada permukaan objek dan dihadapkan langsung mengenai cahaya yang datang pada objek.
- (b) Pengukuran fluks cahaya yang dipantulkan atau sinar pantul, yaitu pengukuran dengan lux meter yang dihadapkan dengan jarak 2inch (5 cm) ke titik ukur.

3.2.2. Pengukuran Suhu dan Kelembaban

Pada pengukuran sistem pendingin, dilakukan dengan pengukuran suhu dan kelembaban menggunakan alat Temperature and humidity meter. Hasil yang diharapkan pada pengukuran ini yaitu mendapatkan hasil suhu dan kelembaban untuk dilakukan perhitungan pada beban sistem pendingin.

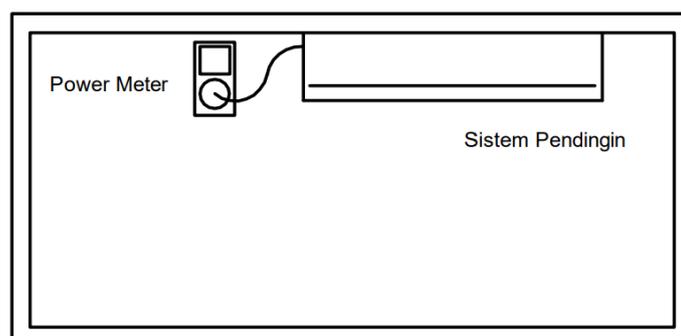


Gambar 3.10. Ilustrasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban

- (a) Pengukuran dilakukan dengan mengambil 3 titik pengukuran setiap ruangan dalam keadaan AC menyala.
- (b) Pengukuran dilakukan pada bidang kerja yang terdapat pada ruangan tersebut dalam keadaan AC menyala.

3.2.3. Pengukuran Beban Konsumsi Air Conditioner (AC)

Pengukuran konsumsi daya pada *Air Conditioner* (AC) menggunakan alat power meter, pengukuran ini dilakukan dengan setting suhu yang telah ditetapkan pada standar ruangan di gedung, kemudian di ukur daya mesin untuk mencapai suhu target dan berapa lama waktu pencapaiannya.



Gambar 3.11. Ilustrasi Pengukuran Beban Konsumsi *Air Conditioner*

Pengukuran menggunakan power meter dilakukan dengan menghubungkan alat power meter terhadap kotak kontak sumber listrik, kemudian menghubungkan kepala steker dengan alat ukur power meter yang telah terhubung dengan sumber listrik.

3.3. Alat yang Digunakan

3.3.1. Perangkat Keras

1. Lux Meter



Gambar 3.12. *Lux Meter*

Lux meter merupakan alat yang mampu mengukur seberapa besar intensitas pencahayaan yang tersebar di dalam ruangan.

2. Temperature and Humidity Meter



Gambar 3.13. Temperature and humidity meter

Temperature and humidity meter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kelembaban dan suhu udara di dalam ruangan.

3. Power Meter Digital



Gambar 3.14. Power Meter Digital

Power meter yaitu alat yang digunakan untuk mengukur power listrik atau *rate* suplai energi listrik dalam satuan watt.

3.3.2. Perangkat Lunak

1. *Microsoft Office*

Menggunakan software *Microsoft Office* sebagai alat bantu pada pengolahan data dalam bentuk kata dengan *Microsoft Word* 2016.

2. DIALux EVO

Proses simulasi pada Dialux EVO ini bekerja berdasarkan tingkat pencahayaan yang kita input sebelumnya, kemudian bekerja untuk menentukan berapa jumlah lampu yang tepat pada ruangan tersebut berdasarkan tingkat pencahayaan yang kita input.

3.4. Pengolahan dan Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan akan diolah dan akan dianalisis dengan tahapan berikut:

1. Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Data yang dikumpulkan untuk mendapatkan nilai IKE yaitu luas total pada bangunan dan data historis konsumsi energi pada gedung selama satu tahun terakhir, pada nilai IKE ini digunakan untuk mengetahui berapa efisien penggunaan listrik di gedung PT. Pos Indonesia Bandung, dapat dilihat pada persamaan (2.3) untuk Gedung kantor non-AC dan persamaan (2.4) untuk Gedung kantor ber AC.

2. Perhitungan Efisiensi Energi Sistem Pencahayaan dan Sistem Pendingin

Data yang dibutuhkan pada efisiensi energi yaitu dengan mengukur konsumsi energi pada sistem pencahayaan dan sistem pendingin. Efisiensi energi yaitu perbandingan antara output yang dihasilkan dengan input energi yang

digunakan pada sistem pemanfaatan energi, untuk menghitung efisiensi energi sistem pencahayaan dapat dilihat pada persamaan (2.5) – (2.8) dan untuk menghitung efisiensi sistem pendingin dapat dilihat pada persamaan (2.12).

3. Pengolahan Data Sistem Pencahayaan

- a. Pengolahan berupa data untuk jumlah lampu, daya yang terpasang pada sistem pencahayaan, mengukur intensitas cahaya dan luas pada setiap ruangan yang digunakan untuk mendapatkan jumlah daya maksimum dari setiap ruangan, karena titik pengukuran yang banyak sedangkan nilai yang dibutuhkan hanya satu, maka semua hasil pengukuran setiap ruangan di rata-ratakan sehingga mendapatkan satu nilai, setelah itu akan dibandingkan dengan standar yang ada. Perhitungan untuk mengetahui kebutuhan titik lampu setiap ruangan dapat dilihat pada persamaan (2.15).
- b. Pengukuran data cahaya refleksi menggunakan Lux meter, pada setiap pengukuran dilakukan dengan pengukuran sinar langsung dan sinar pantul. Pada perhitungan angka refleksi ini dapat dilihat pada persamaan (2.10).
- c. Kemudian setelah didapatkannya nilai pada sistem pencahayaan dapat disimulasikan menggunakan software Dialux EVO dengan beberapa masalah yang dibatasi mengingat pengambilan data yang diperoleh juga terbatas.

4. Pengolahan Data Sistem Pendingin

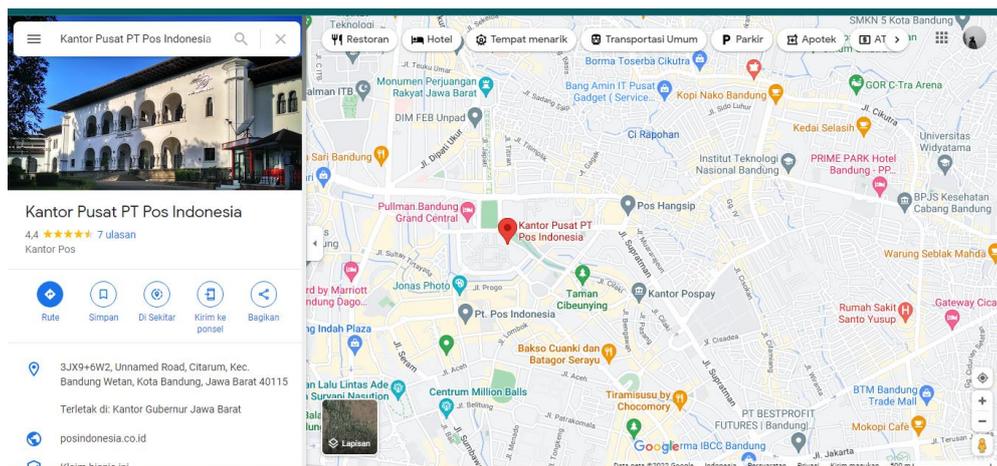
- a. Pengolahan data berupa perhitungan secara rinci pada ruangan seperti luas bangunan (m^2), tinggi bangunan (m), suhu pada ruangan, mengetahui apakah ruangan tersebut terdapat jendela atau tidak, hal ini dapat dihitung

secara manual seperti pada persamaan (2.16) sampai dengan rumus (2.24). Karena titik pengukuran suhu dan kelembaban sebanyak 3 titik pengukuran sedangkan nilai yang dibutuhkan hanya satu, maka semua hasil pengukuran setiap ruangan di rata-ratakan sehingga mendapatkan satu nilai.

- b. Hasil dari perhitungan digunakan untuk mengetahui berapa konsumsi AC yang dibutuhkan pada masing-masing ruangan. Dilakukannya perhitungan beban pendingin pada beberapa ruangan bertujuan untuk mencari peluang konservasi pada sistem pendingin dalam gedung PT. Pos Indonesia Bandung.

3.5. Lokasi Penelitian

Pada kegiatan penelitian ini akan dilaksanakan pada gedung Kantor Pusat PT. Pos Indonesia Bandung yang terletak di Jl. Cilaki no. 73, Citarum, Kec. Bandung Wetan, Kota Bandung, Jawa Barat 40115.



Gambar 3.15. Peta pada Lokasi Penelitian