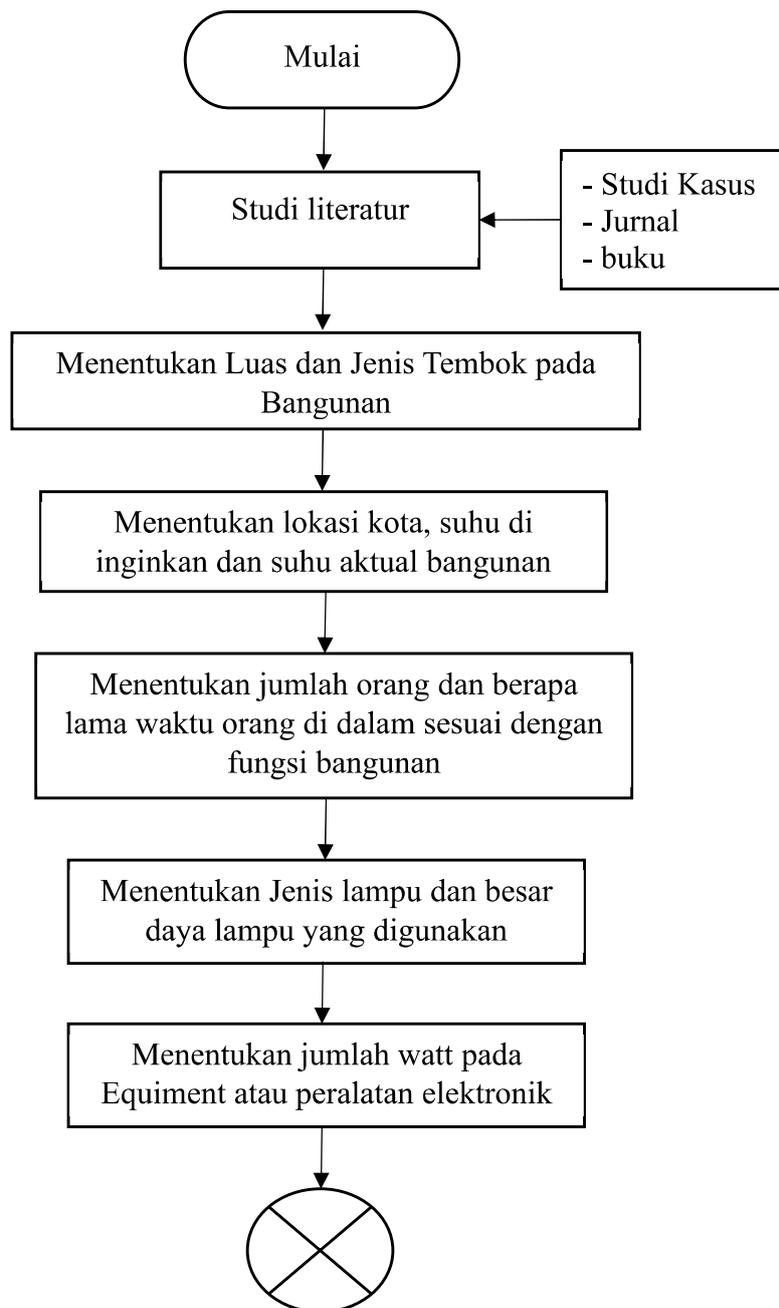


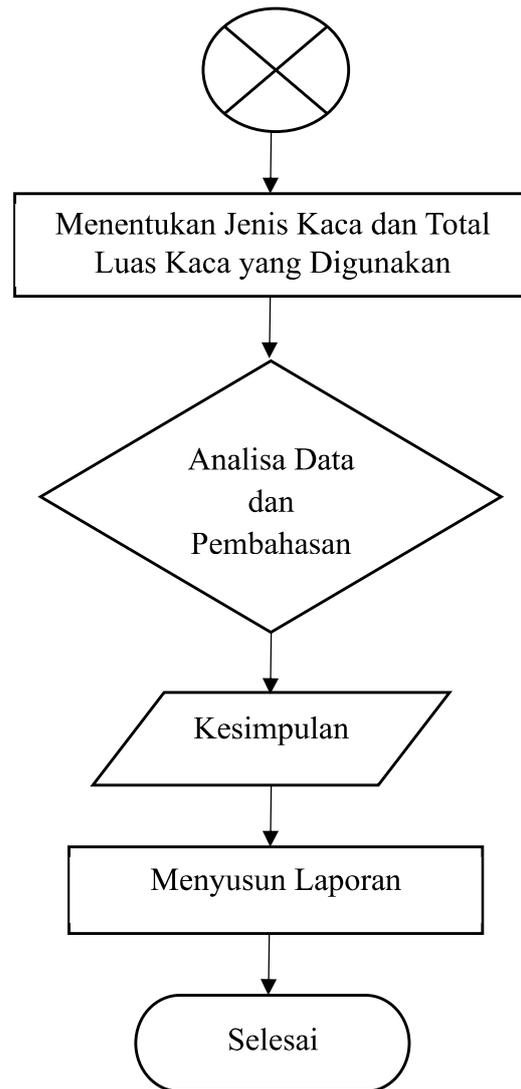
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Percobaan

Berikut ini merupakan proses penelitian yang dapat dilihat dari diagram alir pada gambar 3.1:





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada gambar 3.1 yang dibuat menggambarkan proses penelitian yang akan dilakukan secara sistematis. Langkah pertama adalah Studi literatur ini menjadi pondasi yang kuat untuk melanjutkan proses penelitian. Studi literatur yaitu mengumpulkan informasi dan menganalisis untuk mendapatkan data data yang menjadi acuan dalam penelitian ini, berdasarkan buku, jurnal atau penelitian terdahulu yang relevan. Studi literatur ini menjadi pondasi yang kuat untuk melanjutkan proses penelitian.

Setelah mendapatkan informasi yang cukup, langkah berikutnya adalah menentukan data input untuk menjadi perhitungan dalam analisa beban pendinginan pada bangunan. Dalam data ini di bagi menjadi 5 bagian yaitu

bagian pertama menghitung beban pendinginan dari struktur dinding bangunan. Pada perhitungan bagian beban pendinginan struktur dinding terdiri dari data input seperti luas bangunan, jenis dinding, kota cilegon, suhu yang diinginkan (dimana yang akan menjadi fokus utama dalam analisis beban pendinginan untuk mencapai suhu yang di inginkan pada bangunan), dan suhu aktual (suhu ruangan). Kemudian bagian kedua yaitu beban pendinginan pada orang, dimana terdiri dari data input seperti menentukan jumlah orang, dan berapa lama waktu orang di dalam sesuai dengan fungsi bangunan karena jumlah penghuni serta jenis dan lamanya aktifitas manusia dapat memengaruhi kebutuhan energi dan beban pendinginan. Langkah selanjutnya bagian ketiga yaitu beban pendinginan pada lampu, dimana data inputnya terdiri dari jenis lampu dan besar watt pada lampu. Bagian ke empat adalah total watt *Equipment* atau alat alat elektronik pada bangunan. Bagian terakhir adalah beban pada kaca, dimana data yang di input terdiri dari jenis kaca dan total luas kaca yang digunakan.

Setelah semua persiapan dilakukan, data yang telah dikumpulkan akan dianalisis secara mendalam, dan hasil analisis akan dibahas secara detail. Jika hasil analisis sesuai dengan ekspektasi, maka penelitian akan menuju ke langkah kesimpulan. Namun, jika hasil analisis tidak sesuai, proses akan kembali ke langkah menentukan luas dan fungsi bangunan untuk melakukan penyesuaian dengan literatur yang ada.

Setelah mencapai kesimpulan yang tepat, langkah terakhir adalah menyusun laporan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan. Laporan ini akan mencakup semua temuan, analisis, dan kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian tersebut.

3.2. Konduksi Struktur Bangunan

Untuk menghitung beban pendinginan Langkah pertama adalah mencari perhitungan konduksi struktur bangunan yaitu dengan data berikut ini

1. Konduksi struktur luar bangunan

$$Q=U \times A \times \Delta T \quad \text{..... (3.1)}$$

Dimana

Q = Beban pendinginan struktur bangunan, (BTU/hr)

U = koefisien perpindahan panas keseluruhan, (BTU/hr-ft²-F)

A = Luas area, ft²

$CLTD_c$ = Nilai perbedaan suhu beban pendingin yang telah di koreksi,(F)

maka, $CLTD_c$ dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$CLTD_c = CLTD + LM + 78 - t_R + (t_a - 85)$$

Dimana:

$CLTD$ = diferensial suhu beban pendingin (F)

LM = koreksi terhadap garis lintang

t_R = suhu yang diinginkan (F)

t_a = suhu rata-rata luar ruangan pada hari perancangan (F)

maka, t_a dapat diperoleh dari persamaan berikut:

$$t_a = t_0 - (DR/2)$$

DR = Daily range/ suhu rata rata maksimal dikurang suhu rata rata minimum pada kota (F)

Dimana:

t_0 = suhu maksimal rata rata pada kota (F)

2. Konduksi struktur dalam bangunan

$$Q = U \times A \times TD \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana

Q = Beban pendinginan struktur bangunan, (BTU/hr)

U = koefisien perpindahan panas keseluruhan, (BTU/hr-ft²-F)

TD = perbedaan temperature antara suhu rata rata letak bangunan sesuai letak geografis dengan suhu bangunan yang di inginkan, maka nilai TD dapat diperoleh dari persamaan berikut

$$TD = T \text{ maks rata} - t_R$$

Untuk nilai koefisien perpindahan panas keseluruhan (U) dapat dilihat dari tabel 3.1, yaitu berikut ini.

Berdasarkan rumus diatas Proses menghitung dalam program aplikasi dengan user menginput data kemudian aplikasi memproses. User dapat menginput beberapa kolom input yaitu seperti di dalam gambar 3.2:

Luas Bangunan (m²)

Jenis Dinding

Bata Merah
4inc face brick

Kota

Cilegon

Suhu yang diinginkan (°C)

Suhu Ruangan (°C)

Gambar 3.2 Kolom Input untuk Struktur Bangunan

Data data pada kolom input di gambar 3.2 tersebut akan didapatkan nilai nilai yang dibutuhkan untuk menghitung beban pendinginan pada struktur bangunan, berikut ini adalah penjelasannya:

- Nilai A (Luas area) adalah Ketika user menginput nilai di kololm input “Luas Bangunan (m2)”, kemudian membuat program untuk mengubah nilai luas dalam m2 menjadi Ft2
- Nilai U (koefisien perpindahan kalor menyeluruh) adalah ketika user memilih salah satu dari data input pada kolom input “Jenis Dinding”. ketika user sudah memilih maka terdapat nilai U, Nilai CLTD juga berdasarkan dari kolom input “Jenis Dinding”, dimana setiap pilihan memiliki golongan dinding masing masing. Berikut merupakan pilihan pada menu “Jenis Dinding” dan nilai U serta nilai CLTD yang tertera pada tabel 3.1:

Tabel 3.1 Koefisien Perpindahan Panas U

Data Koefisien Perpindahan Panas U tabel 6,3				
Jenis Dinding	bata merah	bata + tanah liat	beton	beton ringan
U	0,415	0,381	0,585	0,402
golongan	D	D	E	E

Setelah mengetahui Golongannya adalah D atau E sesuai tabel 3.1, maka menggunakan data CLTD dengan nilai max dan berdasarkan golongan tipenya, seperti pada tabel 3.2 di bawah ini:

Tabel 3.2 CLTD berdasarkan golongan dinding

Tabel CLTD D Walls								
Mata Angin	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	MAX
North	17	18	19	19	19	18	16	19
East	32	31	30	28	26	24	22	33
South	29	29	29	27	26	24	22	29
West	30	36	40	41	40	38	34	41
Tabel CLTD D Walls								
Mata Angin	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	MAX
North	20	21	23	20	18	16	14	23
East	32	30	28	25	22	20	17	38
South	33	31	29	26	23	20	17	34
West	43	49	49	45	40	34	29	49

Berdasarkan dari tabel 3.2, nilai CLTD diambil berdasarkan nilai maksimal dikarenakan pada tiap jam pada tabel 3.2 memiliki nilai CLTD yang berbeda-beda sehingga kita dapat menggunakan nilai maksimal untuk mendapatkan nilai beban pendinginan yang terbesar untuk mewakili nilai beban maksimal di setiap jam.

- Nilai pada t_R adalah ketika kolom input dari “Suhu Diinginkan (°C)” di isi, kemudian membuat program untuk mengubah nilai suhu dalam °C menjadi °F
- Nilai pada t_0 dan DR ketika kolom input dari “kota” diisi, maka membuat program dimana berdasarkan kota yang di pilih akan memasukan data pada t_0 (suhu rata-rata maksimal pada kota) dan suhu minimum rata2, kemudian membuat program untuk mengubah nilai suhu dalam °C menjadi °F
- Nilai LM adalah ketika kolom Input dari “kota” diisi, maka sistem akan memberikan data mengenai lintang bujur pada letak bangunan. Berdasarkan (Pita, 2002) berikut nilai LM berdasarkan lintang bujur

Tabel 3.3 Tabel LM berdasarkan lintang bujur (latitude)

LM (Corection for Latitude)									
Bulan	N			E/W			S		
	lat 0	Lat 6	lat 8	lat 0	lat 6	lat 8	lat 0	lat 6	lat 8
dec	-3	-3,75	-4	-2	-2,75	-3	9	11,25	12
jan/nov	-3	-3	-3	-1	-1,75	-2	7	9,25	10
feb/oct	-3	-3	-3	-1	-1	-1	0	3	4
mar/sept	-3	-3	-3	-1	-1	-1	-8	-5	-4
apr/aug	5	2,75	2	-2	-1,25	-1	-8	-7,25	-7
may/jul	10	7,75	7	-3	-2,25	-2	-8	-7,25	-7
jun	12	-3,75	-9	-3	-2,25	-2	-8	-7,25	-7
MAX	12	7,75	7	-1	-1	-1	9	11,25	12

Tabel 3.3 memiliki nilai data data LM berdasarkan bulan dan lintang bujur bangunan tersebut berada, untuk menghitung beban pendinginan pada bangunan menggunakan data maksimal.

- Untuk mendapat Nilai TD (koreksi terhadap garis lintang) menggunakan berdasarkan data BMKG. Berdasarkan (Pita, 2002) .

Setelah data telah di input, membuat progam perhitungan Q struktur bangunan = perhitungan Q eksterior + Q interior

3.3. Jumlah Orang dan Lama Waktu Orang di Dalam Sesuai dengan Fungsi Bangunan

Jumlah orang dan lama waktu orang didalam bangunan merupakan salah satu factor dalam perhitungan beban pendinginan. Pada jumlah orang akan mempengaruhi jumlah panas atau beban pendinginan pada ruangan, dan lama waktu orang pada bangunan juga menentukan besar beban pendinginan yang akan di hitung, semakin lama orang beraktifitas di dalam ruangan akan semakin besat beban pendinginannya.

Jumlah orang di dalam ruangan akan memengaruhi jumlah panas yang dihasilkan di dalamnya melalui aktivitas manusia, seperti pernapasan, aktivitas fisik, dan pelepasan panas tubuh. Semakin banyak orang di dalam ruangan, semakin tinggi pula panas yang dihasilkan. Menurut (Pita, 2002) beban pendinginan berdasarkan jumlah orang adalah berasal dari

penambahan panas sensible dan panas laten, dimana perhitungan sebagai berikut

$$Q_s = q_s \times n \times CLF \dots\dots\dots(3.3)$$

$$Q_l = q_l \times n \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana

Q_s, Q_l = beban panas sensible dan laten (BTU/hr)

q_s, q_l = panas sensible and latent per orang

n = jumlah orang

CLF = *cooling load factor for people*, factor beban pendinginan untuk orang

Berdasarkan (Pita, 2002) data beban pendinginan untuk orang terdapat beberapa macam sesuai dengan aktifitas dan tempat yang orang tersebut kunjungi. Aktifitas fisik pada seseorang yang dilakukan akan menghasilkan panas yang berbeda, untuk aktivitas ringan tubuh akan menghasilkan sedikit panas dibandingkan dengan aktivitas yang berat seperti olahraga atau pekerjaan yang berat, karena tubuh membakar banyak energi untuk mendukung aktivitas tersebut. Tempat atau fungsi bangunan juga memiliki peran penting dalam menghitung beban pendinginan karena berdasarkan fungsi bangunan tersebut memiliki berat atau ringannya aktivitas yang di jalankan.

Berdasarkan rumus diatas proses menghitung dalam program aplikasi dengan user menginput data kemudian aplikasi memproses. User dapat menginput beberapa kolom input yaitu seperti di dalam gambar berikut:

Jumlah Orang

Rata-Rata Lama Waktu Orang didalam Ruangan (Jam)

Jenis Bangunan

Theater atau Bioskop, Rumah

Aktivitas yang mayoritasnya duduk

Gambar 3.3 Kolom Input untuk orang dan fungsi bangunan

Data data pada kolom input di gambar 3.3 tersebut akan didapatkan nilai nilai yang dibutuhkan untuk menghitung beban pendinginan pada manusia sesuai dengan aktivitas atau jenis tempatnya, berikut ini adalah penjelasannya:

- Nilai q_s dan q_l adalah ketika user memilih data di kolom input “Jenis bangunan”, ketika user telah memilih salah satu data maka secara otomatis program akan memberi nilai pada q_s dan q_l tersebut. Nilai q_s dan q_l tersebut memiliki nilai yang berbeda beda sesuai dengan tingkat aktivitas manusia atau jenis tempat yang di analisa. Berikut merupakan pilihan data data pada “jenis bangunan” beserta nilai q_s dan q_l sesuai dengan tingkat aktivitas atau jenis tempat yang dapat di liat pada tabel 3.3:

Tabel 3.4 Beban panas manusia sesuai tingkat aktivitas atau jenis tempat

Tingkat Aktivitas atau Jenis Tempat		Sensible Heat, Btu/h	Latent Heat, Btu/h
<i>Theater</i> atau Bioskop, Rumah	Aktivitas yang mayoritasnya duduk	225	105
Kantor, Hotel, Apartement, sekolah	Aktivitas perkantoran yang sangat ringan (hanya duduk)	245	115
	Aktivitas pekerjaan kantor yang cukup aktif	250	200
Toko sembako, Ruko, toko eceran, toko retail	Berdiri, berjalan dan aktifitas ringan	250	200
Apotik, Puskesmas, klinik, Bank	Berjalan dan berdiri	250	250
Restaurant	Makan	275	275

Tempat Olahraga , Gymnasium	Aktivitas olahraga berat	710	1090
Tempat Bowling	Aktivitas olahraga sedang	580	870
Tempat pelatihan Nari, Theater	Aktivitas olahraga ringan	305	545
Industri atau pabrik	Aktivitas berat	580	870

- Nilai n (jumlah orang) adalah ketika user memasukkan data pada kolom input “jumlah orang” untuk menentukan jumlah orang yang berada di bangunan tersebut
- Nilai CLF (cooling load factor people) adalah ketika user mengisi pada kolom input “rata rata lama waktu orang di dalam ruangan (jam)”. Nilai CLF akan otomatis terdata sesuai dengan apa yang di isi pada kolom input tersebut, dimana nilai tersebut dapat di liat dari tabel 3.4:

Tabel 3.5. CLF People

CLF People	
Total hours in space	Average CLF
2	0,084166667
4	0,16666667
6	0,25041667
8	0,33208333
10	0,4175
12	0,5
14	0,5825
16	0,66708333
18	0,74958333

Setelah data sudah input maka di buat program dengan rumus 4.4 dan rumus 4.5. kemudian perhitungan untuk total Q people adalah Q sensible + Q laten

3.4. Data Jenis Lampu dan Total Watt *Equipment*

Jenis lampu dan total watt lampu yang digunakan merupakan langkah selanjutnya dalam menghitung beban pendinginan. Menurut (Pita, 2002) untuk menghitung beban pendinginan pada lampu terdapat rumus sebagai berikut;

$$Q = 3,4 \times W \times BF \times CLF \dots\dots\dots(3.5)$$

Dimana

Q = Beban pendinginan lampu (BTU/hr)

3,4 = nilai konversi dari watt ke BTU/hr

W = daya Lampu (W)

BF = ballast factor

CLF= cooling load factor lampu

Nilai pada Ballast factor pada lampu tergantung pada jenis lampu yang digunakan menurut (Pita, 2002) untuk lampu jenis neon nilainya adalah 1,25; untuk lampu pijar nilainya adalah 1 dan untuk LED nilainya adalah 0,9; serta nilai CLF pada lampu dapat menggunakan nilai 1.0. Beban pendinginan pada alat elektronik adalah dengan menghitung jumlah total watt yang ada dan di konversi dari watt/hr menjadi BTU/hr dengan mengkalikan 3,41214

Berdasarkan rumus diatas Proses menghitung dalam program aplikasi dengan user menginput data kemudian aplikasi memproses. User dapat menginput beberapa kolom input yaitu seperti di dalam gambar 3.4:

Gambar 3.4 Kolom Input untuk Lampu dan *Equipment*

Data data pada kolom input di gambar 3.4 tersebut akan didapatkan nilai nilai yang dibutuhkan untuk menghitung beban pendinginan pada lampu dan *Equipment*, berikut ini adalah penjelasannya:

- Nilai daya lampu adalah ketika user memasukkan data pada kolom input “Total Daya Lampu (Watt)” dengan memasukkan besar daya lampu yang digunakan pada bangunan yang di analisa.
- Untuk nilai BF adalah ketika user memasukkan data pada kolom input “Jenis Lampu” dengan memilih jenis lampu apa yang digunakan bangunan tersebut. Kemudian akan didapatkan nilai BF berdasarkan dengan jenis lampu sesuai dengan pada tabel 3.5

Tabel 3.6. Nilai BF Lampu

ballast factor Lighting		
neon	pijar	LED
1,25	1	0,9

- Untuk mencari beban pendinginan pada equipment user cukup memasukkan data pada kolom input “Peralatan *Equipment* (watt)”. Pada kolom input tersebut juga akan memunculkan beberapa opsi peralatan yang ada dengan nilai beban pendinginannya. Berikut ini merupakan tabel 3.6 yang berisikan data mengenai besar beban pendinginan (ASHRAE, 2021)

Tabel 3.7. Heat Gain pada *Equipment* (ASHRAE, 2021)

<i>Equipment</i>			
Jenis	Spesifikasi atau size	Heat Gain (W)	BTU/hr
Blender	1.0 - 3.8 L	470	1602,7
Lemari pemanas makanan atau cabinet	0,46 - 0,49 m ³	280	954,8
coffee brewer		1660	5660,6
Coffee heater		670	2284,7
frezeer besar	2 m ³	540	1841,4
frezeer kecil	0,51 m ³	340	1159,4
mikrowave oven (rumahan)	30 L	1400	4774
kulkas besar	0,71 - 2,1 m ³	310	1057,1
kulkas kecil	0,17 - 0,71m ³	690	2352,9
Rice cooker			300
printer		732	2496,12
monitor		50	170,5
komputer		75	255,75

Deskop Computer		151	514,91
Laptop		128	436,48
Tablet PC		42	143,22
vending machine		940	3205,4
speakers		15	51,15
projector		308	1050,28
x ray system		480	1636,8
handuk pemanas		221	753,61
blood pressure meter		180	613,8
laser sonic		229	780,89
optical microscope		63	214,83
incubator		1222	4167,02
fluorescent microscope		178	606,98
mixer kecil	11 - 77 L	29	98,89
mixer gede	77L	15	51,15
Mesin Kasir		58	197,78
kompur listrik (hot plate)		4450	15174,5
Dispenser / water cooler		350	1193,5
incubator		451	1537,91
ECG/RESP		50	170,5

3.5. Data jenis kaca dan luas kaca

Jenis kaca dan luas kaca merupakan langkah terakhir dalam menghitung beban pendinginan. (Pita, 2002) untuk mendapatkan nilai beban pendinginan pada kaca dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana

Q = Beban pendinginan kaca (BTU/hr)

SHGF = MAXIMUM SOLAR HEAT GAIN FACTOR (BTU/hr)

A = luas kaca (ft²)

SC = shading coefficient

CLF= cooling load factor kaca

Berdasarkan rumus diatas Proses menghitung dalam program aplikasi dengan user menginput data kemudian aplikasi memproses. User dapat menginput beberapa kolom input yaitu seperti di dalam gambar 3.5:

Gambar 3. 5 Kolom Input untuk Jenis Kaca dan Luas Kaca

Data data pada kolom input di gambar 3.5 tersebut akan didapatkan nilai nilai yang dibutuhkan untuk menghitung beban pendinginan pada kaca, berikut ini adalah penjelasannya:

- Nilai SHGF adalah nilai pada tabel buku ASHRAE, yang dimana letak geografisnya ada di indonesia, dimana derajat 6 Lintang utara sampai 11 lintang selatan, maka otomatis menggunakan nilai data pada tabel 3.7

Tabel 3.8. SHGF *Sunlit Glass*

Tabel SHGF <i>Sunlit Glass</i>				
Mata Angin	North	East	South	West
SHGF	100	241,5	169,5	241,5

- Nilai SC adalah ketika user mengisi pada input kolom “jenis kaca”, dimana pada input kolom tersebut memiliki beberapa pilihan data, dan berikut adalah beberapa data dan besar nilai SC pada tabel 3.8

Tabel 3.9 SC Kaca

<i>Shading Coeficient (SC) for Glass</i>				
Jenis kaca	Kaca bening	Kaca Penyerap Panas	Kaca menggunakan Tirai	Kaca penyerap panas + tirai
SHGF	0,94	0,69	0,74	0,57

- Nilai CLF adalah 1, menurut edward nilai clf terdapat beberapa data sesuai dengan tabel di buku ASHRAE, dengan menggunakan data maskimal dari

setiap jam yang ada, berikut ini merupakan data mengenai CLF pada kaca Jendela:

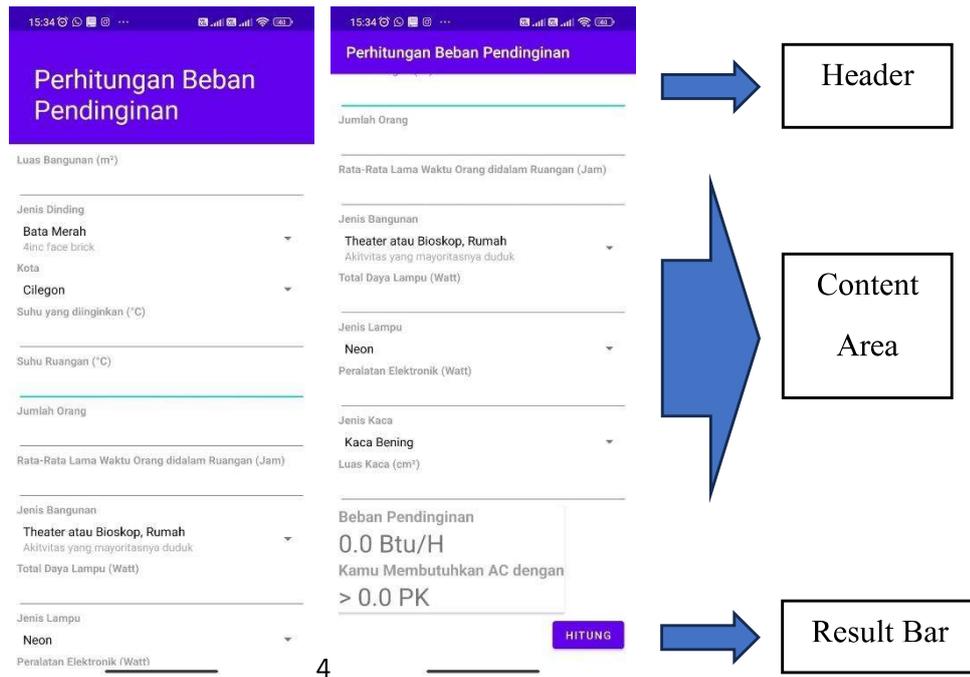
Tabel 3.10 Cooling Load Factor Kaca

Cooling load Factor pada kaca							
18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	max
0,56	0,32	0,16	0,10	0,07	0,05	0,04	0,95
0,09	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,86
0,18	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,88
0,69	0,24	0,12	0,07	0,05	0,04	0,03	0,88

3.6. Pembuatan interface

Interface ini dirancang untuk membantu pengguna dalam menghitung beban pendinginan dan menentukan PK AC yang dibutuhkan berdasarkan fungsi bangunan. Aplikasi berbasis Android ini dikembangkan menggunakan React Native dan JavaScript, yang dipilih karena fleksibilitas dan kemudahan dalam pengembangan aplikasi lintas platform. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk memasukkan data bangunan, seperti luas bangunan, jumlah penghuni, lokasi geografis, jenis kaca dan fungsi bangunan, untuk kemudian melakukan perhitungan beban pendinginan dengan data data yang berdasarkan dari buku Edward G, Pita.

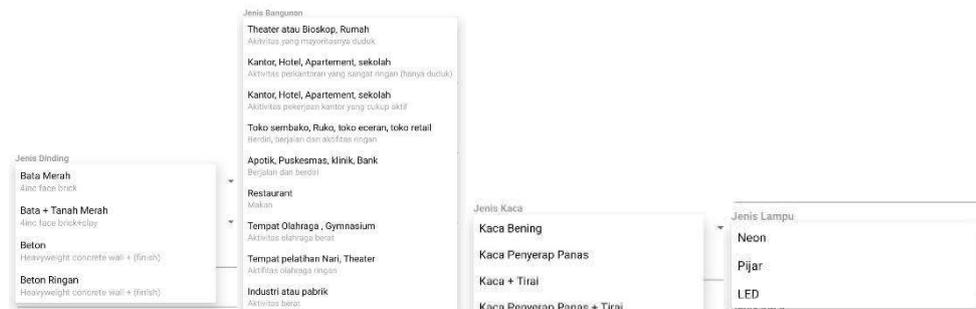
Interface untuk menghitung beban pendinginan terdapat representasi visual dari struktur interface tersebut, yang disebut dengan wireframe. Wireframe ini digunakan untuk mendesain dan merencanakan tata letak serta fungsionalitasnya sebelum masuk ke tahap pengembangan yang lebih detail. Berikut ini merupakan tampilan wireframe dari interface yang di buat:



Gambar 3.6 Wireframe CoolingLoad Apps

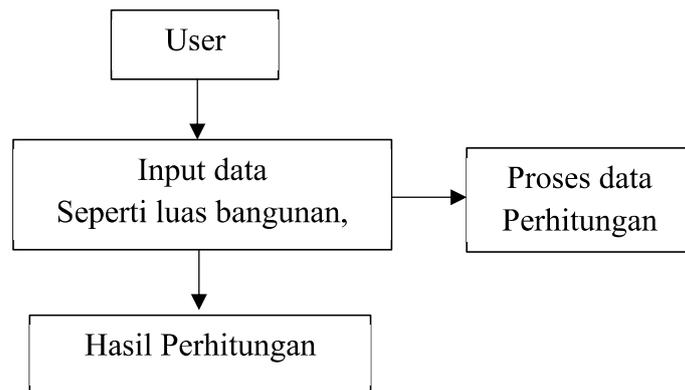
Dari tampilan tersebut terdapat kolom kolom yang menjadi tempat untuk user menginput data, seperti luas bangunan; jenis dinding; kota; suhu diinginkan dan suhu ruangan; jumlah orang; rata rata lama waktu orang didalam ruangan; jenis bangunan; total daya dan jenis lampu yang digunakan; serta jenis kaca dan luasnya. Kemudian tombol “Hitung” untuk memerintahkan program memulai menghitung data data yang sudah di input untuk mencari nilai beban pendinginan (BTU/hr) dan nilai PK AC.

pada kolom input bagian “jenis dinding”, “kota”, “jenis bangunan”, “jenis lampu” dan “jenis kaca” akan dibuat menjadi dropdown menu (berbentuk pilihan), bentuk visualnya sebagai berikut ini:



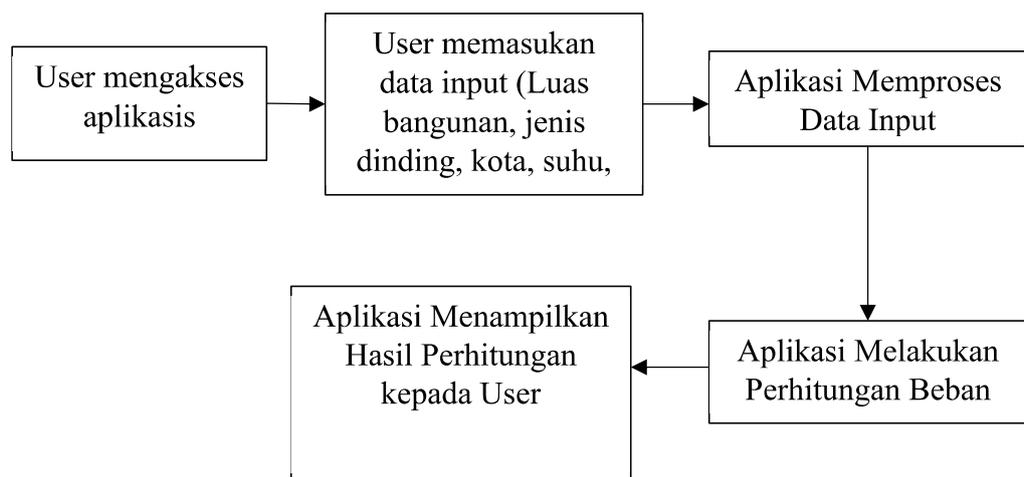
Gambar 3.7 Dropdown Interface Cooling Load

Wireframe atau tampilan interface ini akan di implementasikan dengan proses perhitungan beban pendinginan sesuai data data yang ada. Berikut merupakan alur data yang menggambarkan bagaimana data bergerak melalu sistem informasi, yang digunakan unutm memahami input,dan output data dalam sistem.



Gambar 3.8 Diagram Alur Data

Setelah wirefram atau tampilan interface, terdapat langkah langkah atau proses alur kerja pada aplikasi tersebut. Dalam konteks aplikasi perhitungan beban pendinginan seperti sebagai berikut ini:



Gambar 3.9 Diagram Alur Kerja