

**SKRIPSI 49**

**UPAYA PENINGKATAN KENYAMANAN  
TERMAL PADA BANGUNAN RUMAH TOKO  
ATAP DATAR MENGGUNAKAN SKIN DAN  
VOID**



**NAMA : FAZA RUSDHAWAN  
NPM : 2016420045**

**PEMBIMBING: WULANI ENGGAR SARI, ST., MT.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI ARSITEKTUR  
Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 4339/SK/BAN-  
PT/Akred/PT/XI/2017 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN  
Perguruan Tinggi No: 4501/SK/BAN-PT/Akred/S/XI/2019**

**BANDUNG  
2021**

**SKRIPSI 49**

**UPAYA PENINGKATAN KENYAMANAN  
TERMAL PADA BANGUNAN RUMAH TOKO  
ATAP DATAR MENGGUNAKAN SKIN DAN  
VOID**



**NAMA : FAZA RUSDHAWAN  
NPM : 2016420045**

**PEMBIMBING:**



**WULANI ENGGAR SARI, ST., MT.**

**PENGUJI :  
RYANI GUNAWAN, ST.,MT  
IRMA SUBAGO, ST.,MT**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI ARSITEKTUR  
Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 4339/SK/BAN-  
PT/Akred/PT/XI/2017 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN  
Perguruan Tinggi No: 4501/SK/BAN-PT/Akred/S/XI/2019**

**BANDUNG  
2021**

**PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI**  
*(Declaration of Authorship)*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Faza Rusdhawan  
NPM : 2016420045  
Alamat : Jl. Gemini no. 16  
Judul Skripsi : Upaya peningkatan kenyamanan termal pada bangunan rumah toko atap datar menggunakan skin dan void

Dengan ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa :

1. Skripsi ini sepenuhnya adalah hasil karya saya pribadi dan di dalam proses penyusunannya telah tunduk dan menjunjung Kode Etik Penelitian yang berlaku secara umum maupun yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.
2. Jika dikemudian hari ditemukan dan terbukti bahwa isi di dalam skripsi ini, baik sebagian maupun keseluruhan terdapat penyimpangan-penyimpangan dari Kode Etik Penelitian antara lain seperti tindakan merekayasa atau memalsukan data atau tindakan sejenisnya, tindakan plagiarisme atau autoplagarisme, maka saya bersedia menerima seluruh konsekuensi hukum sesuai ketentuan yang berlaku.

Bandung, 08 Februari 2021



Faza Rusdhawan



## Abstrak

# UPAYA PENINGKATAN KENYAMANAN TERMAL PADA BANGUNAN RUMAH TOKO ATAP DATAR MENGGUNAKAN SKIN DAN VOID

Oleh  
**Faza Rusdhawan**  
**NPM: 2016420045**

Pada iklim tropis banyak sekali permasalahan yang harus kita hadapi ketika kita merancang sebuah bangunan. Pada iklim tropis bangunan harus menanggapi iklim yang ada supaya pengguna dari sebuah bangunan bisa nyaman ketika di dalam bangunan. Namun pada saat ini banyak sekali bangunan yang menggunakan atap datar walaupun berada di iklim tropis. Atap datar menjadi solusi terhadap ruang namun tidak terhadap kenyamanan termal di suatu bangunan. Atap datar memiliki permasalahan berupa kenyamanan termal yang kurang nyaman oleh karena itu banyak upaya-upaya untuk meningkatkan kenyamanan termal dari atap datar yaitu menggunakan skin, void dan ketinggian.

Pada bangunan penelitian atau objek studi bangunan menggunakan atap datar yang mana bangunan akan panas namun pada objek studi bangunan memiliki pendingin yaitu skin dan void. Berdasarkan simulasi yang dilakukan bangunan dengan atap datar memiliki kenyamanan yang kurang baik dimana idealnya dengan menambah dengan ketinggian bangunan akan nyaman namun dengan kontek bangunan objek studi bangunan memiliki skin dan void untuk mendinginkan bangunan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif experimental untuk pengambilan data dan untuk menguji datanya menggunakan metode optimasi berdasarkan standar kenyamanan termal dengan memperhitungkan design skin dan void. Aplikasi yang di gunakan untuk mengetahui kenyamanan termal adalah ecotect. Pada simulasi bangunan yang menggunakan aplikasi *ecotect* dapat dilihat penyaluran panas pada bangunan. Aplikasi ini juga dapat memasukan fungsi yang ada pada kasus studi yang membuat hasil simulasi lebih spesifik. Pada bangunan yang di simulasikan rata – rata bangunan memiliki kenyamanan yang kurang baik yang di sebabkan oleh penggunaan atap datar dimana radiasi panas yang terkumpul di atas ruangan yang diakibatkan dengan penggunaan atap datar yang bisa menyerap panas lebih cepat dan tidak memiliki rongga udara. Pada simulasi di dapatkan hasil yang paling panas rata – rata pada bangunan ketika di siang hari dan malam hari.

Analisa dilakukan dengan melihat selisih terkecil dari standar kenyamanan termal. Berdasarkan hasil yang di dapat void merupakan hasil yang paling baik adalah void sedangkan skin memiliki kenyamanan yang kurang baik. Optimasi design void dilakukan dengan cara menambah ukuran void yang tadinya 2 x 3.3m dan 1.5x3.3m menjadi 2x4 dan 15m dan juga menaruh 2 void dengan ukuran 1.8x2.3 pada lantai 3 yang mana dengan optimalisasi ini bangunan bisa memenuhi standar kenyamanan termal.

**Kata-kata kunci:** Atap datar, Kenyamanan, Void, Skin,



## Abstract

### EFFORTS TO IMPROVE THERMAL COMFORT IN FLAT STORE HOUSE BUILDINGS USING SKIN AND VOID

by

**Faza Rusdhawan**  
**NPM: 2016420045**

*In the tropics there are many problems that we have to face when we design a building. The climate of the building must be a climate equipped with the user of a building who can be comfortable when inside the building. However, at this time many buildings use flat roofs even though they are in a tropical climate. Flat roof is a solution to space but not to thermal comfort in a building. Flat roofs have problems in the form of uncomfortable thermal comfort because of that, there are many efforts to improve the thermal comfort of a flat roof using skin, voids and height.*

*In the research building or the object of study, the building uses a flat roof where the building will be hot but in the study object the building has cooling, namely skin and voids. Based on the simulation, buildings with flat roofs have less comfort, where ideally increasing the height of the building will be comfortable, but with the context of the building, the object of study of the building has skin and voids to cool the building. This study uses an experimental quantitative method to retrieve data and test the data using an optimization method based on thermal comfort standards by taking into account the skin and void designs. The application that is used to see thermal comfort is ecotect. In building simulations using the ecotect application, it can be seen from the distribution of heat to the building. This application can also include functions in case studies that make simulation results more specific. In buildings that are simulated, the average building has poor comfort due to the use of flat roofs where heat radiation accumulates above the room due to the use of flat roofs which can absorb heat faster and have no air voids. In the simulation, the results obtained are the hottest on average in buildings during the day and at night.*

*The analysis is carried out by looking at a distance from the standard of thermal comfort. Based on the results obtained, the best result is voids, while the skin has a poor comfort. Optimization of the void design is done by increasing the size of the voids from 2 x 3.3m and 1.5x3.3m to 2x4 and 15m and also grounding 2 voids with a size of 1.8x2.3 on the 3rd floor, which optimizes the building to meet thermal comfort standards.*

**Keywords:** Flat Roof, Comfort, Void, Skin





## **PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

Skripsi yang tidak dipublikasikan ini, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Katolik Parahyangan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI dan tata cara yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.

Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh skripsi haruslah seijin Rektor Universitas Katolik Parahyangan.

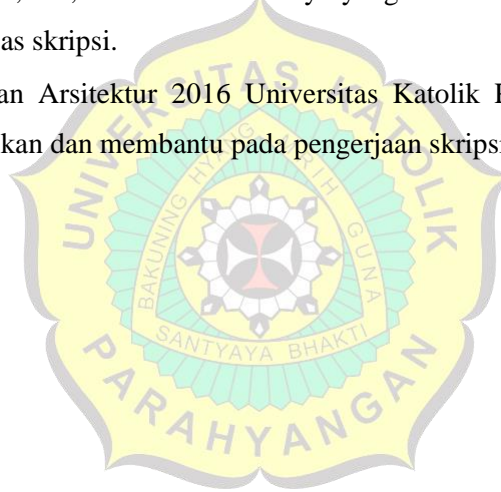




## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penelitian ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir Fakultas Teknik Program Studi Arsitektur, Universitas Parahyangan. Selama proses penelitian berlangsung, penulis mendapatkan bimbingan, arahan, dukungan, dan saran. Untuk itu rasa terima kasih sedalam-dalamnya penulis sampaikan kepada:

- Dosen pembimbing, Ibu Wulani Enggar Sari, ST., MT atas saran, pengarahan, dan masukan yang telah diberikan serta berbagai ilmu yang berharga.
- Dosen penguji, Ibu Ryani Gunawan, ST.,MT dan Ibu Irma Subago, ST.,MT telah menguji sekaligus memberi masukan pada skripsi saya.
- Keluarga, Ayah, ibu, adik dan kakak saya yang telah memberikan motivasi saat pengerjaan tugas skripsi.
- Teman – teman Arsitektur 2016 Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberi masukan dan membantu pada pengerjaan skripsi.



Bandung, 08 Februari 2021

Faza Rusdhawan



## DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
Abstract.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	.vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Pertanyaan Penelitian .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Ruang Lingkup Penelitian .....	4
1.7. Kerangka Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Bangunan di iklim Tropis.....	6
2.1.1. Pengertian Bangunan Tropis.....	6
2.1.2. Kenyamanan Termal.....	6
2.2. Atap datar.....	9
2.2.1. Pengertian atap datar .....	9
2.2.2. Pengaruh atap datar terhadap termal .....	9
2.2.3. Material .....	9
2.2.4. Perpindahan panas atap datar.....	10
2.3. Pergerakan Angin.....	11
2.3.1. Stack effect.....	11
2.3.2. Wind Forced Ventilation .....	12
2.3.3. Aliran Udara di dalam Bangunan .....	13
2.4. Material Beton.....	13
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>

3.1. Jenis Penelitian.....	16
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	16
3.3. Populasi dan Sampel/Sumber Data.....	16
3.4. Teknik Pengumpulan Data .....	17
3.5. Alat Pengukuran Data .....	17
3.6. Teknik Analisa Data.....	17
<b>BAB 4 RESILIENSI TEKTONIKA SOPO NAGARI SIHOTANG TERHADAP</b>	
<b>GEMPA BUMI .....</b>	<b>18</b>
4.1. Data Iklim .....	18
4.1.1. Pagi.....	18
4.1.2. Siang.....	18
4.1.3. Malam.....	18
4.2. Data Lapangan.....	19
4.3. Data Simulasi .....	20
4.3.1. Bangunan Polos (tidak menggunakan skin dan void) .....	20
4.3.2. Bangunan Skin.....	44
4.3.3. Bangunan Void.....	66
4.4. Analisis.....	88
4.4.1. Grafik Perbandingan CET Skin dan Void.....	88
4.4.2. Selisih CET.....	90
4.5. Design Optimal Untuk Mengoptimalkan Kenyamanan Bangunan .....	91
4.5.1. Penjelasan.....	91
4.5.2. Pagi hari.....	98
4.5.3. Siang hari.....	103
4.5.4. Malam hari.....	108
4.5.5. Grafik CET .....	113
<b>BAB 5 KESIMPULAN.....</b>	<b>115</b>
5.1. Kesimpulan .....	115
5.2. Saran .....	115
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>19</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kerangka Penelitian.....	4
Gambar 2.1 Prinsip <i>stack effect</i> pada bangunan (Moore, 1993) .....	11
Gambar 2.2 Aliran udara di dalam ruangan (Lippesneir, 1997) .....	13
Gambar 3.1 Seven Degress Resto .....	16
Gambar 4.1 Denah Lantai 2 .....	19
Gambar 4.2 Denah Lantai 1 .....	19
Gambar 4.3 Grafik rata – rata CET .....	24
Gambar 4.4 Simulasi potongan memanjang CET pagi hari.....	26
Gambar 4.5 Simulasi potongan memendek CET pagi hari.....	26
Gambar 4.6 Simulasi CET denah Lt 1 pagi hari.....	27
Gambar 4.7 Simulasi CET denah Lt 2 pagi hari.....	28
Gambar 4.8 Simulasi CET denah Lt 2 pagi hari.....	29
Gambar 4.9 Simulasi CET denah Lt 3 pagi hari.....	30
Gambar 4.10 Grafik CET .....	31
Gambar 4.11 Simulasi potongan memanjang CET siang hari .....	32
Gambar 4.12 Simulasi potongan memendek CET siang hari .....	32
Gambar 4.13 Simulasi CET denah Lt 1 siang hari .....	33
Gambar 4.14 Simulasi CET denah Lt 2 siang hari .....	34
Gambar 4.15 Simulasi CET denah Lt 3 siang hari .....	35
Gambar 4.16 Simulasi CET denah Lt Atap siang hari.....	36
Gambar 4.17 Grafik CET .....	37
Gambar 4.18 Simulasi potongan memanjang CET malam hari.....	38
Gambar 4.19 Simulasi potongan memendek CET malam hari .....	38
Gambar 4.20 Simulasi CET denah Lt 1 malam hari .....	39
Gambar 4.21 Simulasi CET denah Lt 2 malam hari .....	40
Gambar 4.22 Simulasi CET denah Lt 3 malam hari .....	41
Gambar 4.23 Simulasi CET denah Lt Atap malam hari .....	42
Gambar 4.24 Grafik CET .....	43
Gambar 4.25 Grafik rata – rata CET .....	47
Gambar 4.26 Simulasi potongan memanjang CET pagi hari.....	48
Gambar 4.27 Simulasi potongan memendek CET pagi hari.....	48
Gambar 4.28 Simulasi CET denah Lt 1 pagi hari.....	49



Gambar 4.29 Simulasi CET denah Lt 2 pagi hari.....	50
Gambar 4.30 Simulasi CET denah Lt 3 pagi hari.....	51
Gambar 4.31 Simulasi CET denah Lt atap pagi hari .....	52
Gambar 4.32 Grafik CET.....	53
Gambar 4.33 Simulasi potongan memanjang CET siang hari .....	54
Gambar 4.34 Simulasi potongan memendek CET siang hari .....	54
Gambar 4.35 Simulasi CET denah Lt 1 siang hari .....	55
Gambar 4.36 Simulasi CET denah Lt 2 siang hari .....	56
Gambar 4.37 Simulasi CET denah Lt 3 siang hari .....	57
Gambar 4.38 Simulasi CET denah Lt atap siang hari.....	58
Gambar 4.39 Grafik CET.....	59
Gambar 4.40 Simulasi potongan memanjang CET malam hari.....	60
Gambar 4.41 Simulasi potongan memendek CET siang hari .....	60
Gambar 4.42 Simulasi CET denah Lt 1 malam hari.....	61
Gambar 4.43 Simulasi CET denah Lt 2 malam hari.....	62
Gambar 4.44 Simulasi CET denah Lt 3 malam hari.....	63
Gambar 4.45 Simulasi CET denah Lt atap malam hari .....	64
Gambar 4.46 Grafik CET.....	65
Gambar 4.47 Grafik rata – rata CET .....	69
Gambar 4.48 Simulasi potongan memanjang CET pagi hari .....	70
Gambar 4.49 Simulasi potongan memendek CET pagi hari.....	70
Gambar 4.50 Simulasi CET denah Lt 1 pagi hari.....	71
Gambar 4.51 Simulasi CET denah Lt 2 pagi hari.....	72
Gambar 4.52 Simulasi CET denah Lt 3 pagi hari.....	73
Gambar 4.53 Simulasi CET denah Lt atap pagi hari .....	74
Gambar 4.54 Grafik CET.....	75
Gambar 4.55 Simulasi potongan memendek CET siang hari .....	76
Gambar 4.56 Simulasi potongan memanjang CET siang hari .....	76
Gambar 4.57 Simulasi CET denah Lt 1 siang hari .....	77
Gambar 4.58 Simulasi CET denah Lt 2 siang hari .....	78
Gambar 4.59 Simulasi CET denah Lt 3 siang hari .....	79
Gambar 4.60 Simulasi CET denah Lt atap siang hari.....	80
Gambar 4.61 Grafik CET.....	81
Gambar 4.62 Simulasi potongan memanjang CET malam hari.....	82

Gambar 4.63 Simulasi potongan memendek CET malam hari .....	82
Gambar 4.64 Simulasi CET denah Lt 1 malam hari .....	83
Gambar 4.65 Simulasi CET denah Lt 2 malam hari .....	84
Gambar 4.66 Simulasi CET denah Lt 3 malam hari .....	85
Gambar 4.67 Simulasi CET denah Lt atap malam hari .....	86
Gambar 4.68 Grafik CET .....	87
Gambar 4.69 Grafik Selisih CET .....	88
Gambar 4.70 Grafik Selisih CET .....	89
Gambar 4.71 Grafik Selisih CET .....	90
Gambar 4.72 Grafik rata – rata CET .....	97
Gambar 4.73 Simulasi optimasi potongan memanjang CET pagi hari .....	98
Gambar 4.74 Simulasi optimasi potongan memendek CET pagi hari .....	98
Gambar 4.75 Simulasi CET denah Lt 1 pagi hari .....	99
Gambar 4.76 Simulasi CET denah Lt 2 pagi hari .....	100
Gambar 4.77 Simulasi CET denah Lt 3 pagi hari .....	101
Gambar 4.78 Simulasi CET denah Lt atap pagi hari .....	102
Gambar 4.79 Simulasi optimasi potongan memanjang CET siang hari .....	103
Gambar 4.80 Simulasi optimasi potongan memendek CET siang hari .....	103
Gambar 4.81 Simulasi CET denah Lt 1 siang hari .....	104
Gambar 4.82 Simulasi CET denah Lt 2 siang hari .....	105
Gambar 4.83 Simulasi CET denah Lt 3 siang hari .....	106
Gambar 4.84 Simulasi CET denah Lt atap siang hari .....	107
Gambar 4.85 Simulasi optimasi potongan memanjang CET malam hari .....	108
Gambar 4.86 Simulasi optimasi potongan memendek CET malam hari .....	108
Gambar 4.87 Simulasi CET denah Lt 1 malam hari .....	109
Gambar 4.88 Simulasi CET denah Lt 2 malam hari .....	110
Gambar 4.89 Simulasi CET denah Lt 3 malam hari .....	111
Gambar 4.90 Simulasi CET denah Lt atap malam hari .....	112
Gambar 4.91 Grafik CET .....	113
Gambar 4.92 Grafik CET .....	113
Gambar 4.93 Grafik CET .....	114



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kenyamanan Thermal .....	7
Tabel 4.1 Data Lapangan Pagi Hari .....	19
Tabel 4.2 Data Lapangan Siang Hari .....	20
Tabel 4.3 Data Lapangan Malam Hari .....	20
Tabel 4.4 Simulasi CET bangunan .....	21
Tabel 4.5 Hasil simulasi data bangunan pagi hari .....	27
Tabel 4.6 Hasil simulasi data bangunan pagi hari .....	28
Tabel 4.7 Hasil simulasi data bangunan pagi hari .....	29
Tabel 4.8 Hasil simulasi data bangunan pagi hari .....	30
Tabel 4.9 Hasil simulasi data bangunan siang hari .....	33
Tabel 4.10 Hasil simulasi data bangunan siang hari .....	34
Tabel 4.11 Hasil simulasi data bangunan siang hari .....	35
Tabel 4.12 Hasil simulasi data bangunan siang hari .....	36
Tabel 4.13 Hasil simulasi data bangunan malam hari .....	39
Tabel 4.14 Hasil simulasi data bangunan malam hari .....	40
Tabel 4.15 Hasil simulasi data bangunan malam hari .....	41
Tabel 4.16 Hasil simulasi data bangunan malam hari .....	42
Tabel 4.17 Simulasi CET bangunan .....	44
Tabel 4.18 Hasil simulasi data bangunan pagi hari .....	49
Tabel 4.19 Hasil simulasi data bangunan pagi hari .....	50
Tabel 4.20 Hasil simulasi data bangunan pagi hari .....	51
Tabel 4.21 Hasil simulasi data bangunan pagi hari .....	52
Tabel 4.22 Hasil simulasi data bangunan siang hari .....	55
Tabel 4.23 Hasil simulasi data bangunan siang hari .....	56
Tabel 4.24 Hasil simulasi data bangunan siang hari .....	57
Tabel 4.25 Hasil simulasi data bangunan siang hari .....	58
Tabel 4.26 Hasil simulasi data bangunan malam hari .....	61
Tabel 4.27 Hasil simulasi data bangunan malam hari .....	62
Tabel 4.28 Hasil simulasi data bangunan malam hari .....	63
Tabel 4.29 Hasil simulasi data bangunan malam hari .....	64
Tabel 4.30 Simulasi CET bangunan .....	66
Tabel 4.31 Hasil simulasi data bangunan pagi hari .....	71

Tabel 4.32 Hasil simulasi data bangunan pagi hari .....	72
Tabel 4.33 Hasil simulasi data bangunan pagi hari .....	73
Tabel 4.34 Hasil simulasi data bangunan pagi hari .....	74
Tabel 4.35 Hasil simulasi data bangunan siang hari.....	77
Tabel 4.36 Hasil simulasi data bangunan siang hari.....	78
Tabel 4.37 Hasil simulasi data bangunan siang hari.....	79
Tabel 4.38 Hasil simulasi data bangunan siang hari.....	80
Tabel 4.39 Hasil simulasi data bangunan malam hari .....	83
Tabel 4.40 Hasil simulasi data bangunan malam hari .....	84
Tabel 4.41 Hasil simulasi data bangunan malam hari .....	85
Tabel 4.42 Hasil simulasi data bangunan malam hari .....	86
Tabel 4.43 Selisih rata – rata CET .....	90
Tabel 4.44 Selisih rata – rata CET .....	91
Tabel 4.45 Selisih rata – rata CET .....	91
Tabel 4.46 Optimasi design .....	92
Tabel 4.47 Simulasi CET bangunan.....	94
Tabel 4.48 Hasil simulasi data bangunan pagi hari .....	99
Tabel 4.49 Hasil simulasi data bangunan pagi hari .....	100
Tabel 4.50 Hasil simulasi data bangunan pagi hari .....	101
Tabel 4.51 Hasil simulasi data bangunan pagi hari .....	102
Tabel 4.52 Hasil simulasi data bangunan siang hari.....	104
Tabel 4.53 Hasil simulasi data bangunan siang hari.....	105
Tabel 4.54 Hasil simulasi data bangunan siang hari.....	106
Tabel 4.55 Hasil simulasi data bangunan siang hari.....	107
Tabel 4.56 Hasil simulasi data bangunan malam hari .....	109
Tabel 4.57 Hasil simulasi data bangunan malam hari .....	110
Tabel 4.58 Hasil simulasi data bangunan malam hari .....	111
Tabel 4.59 Hasil simulasi data bangunan malam hari .....	112



## DAFTAR LAMPIRAN







# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Bangunan sudah menjadi tempat untuk beraktivitas bagi seluruh manusia pada tempat tinggal, tempat belajar, tempat bermain dll. Bangunan pasti harus memiliki kenyamanan di dalam ruangnya dimana udara dapat mengalir dengan baik dan udara panas dapat keluar dengan baik supaya bangunan nyaman untuk dihuni. Bangunan harus menyesuaikan dengan iklim sekitar, mengenai kenyamanan di dalam ruangan, ada yang menggunakan bukaan yang banyak supaya panas bisa keluar dan ada yang menggunakan bukaan sedikit agar udara luar tidak masuk ke dalam bangunan. Menurut (Lee & Chang, 2000) pada umumnya orang menghabiskan waktu lebih dari 90% di dalam ruangan, sehingga mereka membutuhkan udara yang nyaman dalam ruangan tempat mereka beraktivitas, oleh karena itu udara yang baik dalam ruangan sangat bermanfaat bagi mereka. Menurut (Rury, 2016) sebuah bangunan yang baik, merupakan sebuah karya arsitektur yang memiliki nilai estetika, keberfungsian, suhu udara yang baik, serta memiliki bukaan agar sinar matahari masuk dalam ruangan.

Pada Arsitektur di Indonesia yang memiliki iklim tropis, bangunan harus menyesuaikan dengan kondisi iklim Indonesia yang tropis lembab. Indonesia memiliki iklim tropis, pada iklim tropis terbagi lagi menjadi dua yaitu iklim tropis kering dan iklim tropis lembab Indonesia termasuk kepada iklim tropis lembab. Bangunan iklim tropis yang idealnya adalah dimana bangunan bisa menanggapi iklim yang ada, agar bangunan bisa digunakan dengan nyaman ketika kita beraktivitas. Menurut (Hardiman, 2012) hal utama sebagai prinsip dasar yang harus diperhatikan pada arsitektur tropis lembab adalah pemanfaatan angin untuk ventilasi dan bangunan yang berada di iklim tropis, idealnya menggunakan ventilasi alami untuk kenyamanan di dalam ruang. Karena adanya masalah-masalah di iklim tropis, arsitektur menanggapi iklim lalu menjawab dengan bentuk-bentuk bangunan yang bisa mengatasi arsitektur di iklim tropis.

Dalam sebuah rancangan bangunan, secara umum dibentuk oleh tiga elemen pembentuk ruang yaitu bidang alas/lantai, bidang dinding/pembatas dan bidang langit-langit/atap. Atap merupakan salah satu bagian dari suatu bangunan yang memiliki fungsi sebagai penutup dari ruangan atau pelindung dari hujan, sinar matahari langsung dll. Banyak sekali ragam bentuk dari atap seperti atap perisai, datar, pelana, dll. Sebuah

rancangan atap biasanya mengikuti konteks dari sebuah tempat terutama menyesuaikan dengan iklim yang ada, namun pada saat banyak bangunan yang tidak menyesuaikan dengan iklim yang ada, Bangunan – bangunan beratap datar sangat banyak di temui untuk saat ini namun pada iklim tropis ketika siang hari, sangat rawan suhu di ruangan akan panas. Menurut penelitian (Lisa, 2017), salah satu contohnya atap datar sangat banyak dipergunakan pada iklim tropis yang sebenarnya sangat bertentangan dengan iklim tropis. Pada saat ini atap datar sangat banyak sekali digunakan untuk bangunan–bangunan komersial dikarenakan atap bisa digunakan juga sebagai ruang untuk aktivitas penggunanya. Beban panas dari matahari ke atap meningkatkan temperatur permukaan atap kemudian dilanjutkan ke langit-langit ruangan yang berdampak terhadap dalam bangunan. Menurut (Kholiq & Hidayat, 2016), semakin rendahnya transfer panas luar yang masuk dari penutup atap ke dalam bangunan, maka semakin tinggi tingkat kenyamanan dalam ruangan pada bangunan tersebut. Walaupun kebanyakan bangunan beratap datar menggunakan AC untuk pendinginan ruangan namun ada beberapa bangunan berupaya menggunakan ventilasi alami untuk mendinginkan suatu bangunan yang menggunakan atap datar. Karena pada iklim tropis ini udara panas yang didalam bangunan lebih baik di keluarkan menggunakan ventilasi alami selain lebih nyaman untuk manusia yang ada di dalam ruangan bangunan bisa lebih hemat dalam penggunaan *energy*. Bangunan beratap datar juga biasanya menggunakan material beton yang dimana material beton menyerap panas yang bisa menambah panas di dalam ruangan.

Pada kasus bangunan beratap datar banyak sekali upaya untuk menggunakan ventilasi alami agar bangunan bisa nyaman ketika bangunan di pakai. Penggunaan ventilasi alami banyak sekali keuntungannya pada iklim tropis namun karena atap datar yang panas membuat penggunaan ventilasi alami kurang bagi kenyamanan termal penggunanya. Masalah pada atap datar, angin atau udara panas yang mengumpul di atas ruangan yang membuat termal di dalam ruangan tidak nyaman. Cara paling optimal agar bangunan atap datar bisa nyaman adalah menggunakan ventilasi alami dengan meninggikan ketinggian bangunan. Namun ada beberapa upaya untuk menyamankan bangunan atap datar yaitu dengan menggunakan ventilasi alami yang cukup besar dan menggunakan void. Hal ini bisa menjadi upaya untuk membantu pembuatan kenyamanan termal pada bangunan beratap datar.

Pada bangunan objek studi atau penelitian dimana bangunan memiliki model bangunan ruko yang menggunakan atap datar yang mana pada penggunaan atap datar memiliki kenyamanan yang kurang baik namun pada objek studi bangunan menggunakan

skin dan void untuk mendinginkan bangunan. Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan di dapat bahwa karakteristik bangunan yang menggunakan atap datar memiliki radiasi yang mengumpul pada langit – langit ruangan dan juga pada ruangan di bawah atap datar akan memiliki suhu yang paling tinggi di bandingkan lantai – lantai di bawahnya. Pada penggunaan atap datar idealnya dengan mentinggian bangunan bisa mendinggian bangunan namun pada konteks objek studi pendinginan bangunan dilakukan dengan menggunakan skin dan void. Berdasarkan hal di atas peneliti mengfokuskan penelitian untuk meningkatkan kenyamanan pada bangunan yang menggunakan skin dan void.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan hal tersebut bangunan atap datar di iklim tropis lembab mempunyai masalah kenyamanan termal yang diakibatkan oleh penyarapan panas ke dalam ruangan. Namun kenyataan di lapangan banyak bangunan yang menggunakan atap datar tidak mempertimbangkan masalah kenyamanan termal pada bangunan. Pada bangunan dengan atap datar ideal menambah ketinggian pada ruangan namun pada konteks objek studi bangunan menggunakan penggunaan skin dan void sebagai pendingin ruangan. Oleh karena itu saya mengambil judul penelitian upaya peningkatan kenyamanan termal pada bangunan atap datar menggunakan skin dan void agar bisa melihat sejauh mana bangunan bisa mengoptimalkan kenyamanan termal pada bangunan.

### **1.3. Pertanyaan Penelitian**

- Bagaimana skin dan void bisa meningkatkan kenyamanan termal pada bangunan atap datar
- Seberapa besar pengaruh skin dan void berpengaruh pada suatu bangunan atap datar untuk mendinginkan sebuah bangunan
- Bagaimana merealisasikan untuk meningkatkan kenyamanan termal pada bangunan di lapangan.

### **1.4. Tujuan Penelitian**

- Mengetahui berapa peningkatan kenyamanan termal pada penggunaan skin dan void .
- Mengetahui besarnya pengaruh dari penggunaan skin dan void kenyamanan termal.
- Menentukan pilihan yang paling baik untuk peningkatan kenyamanan termal pada bangunan.

### 1.5. Manfaat Penelitian

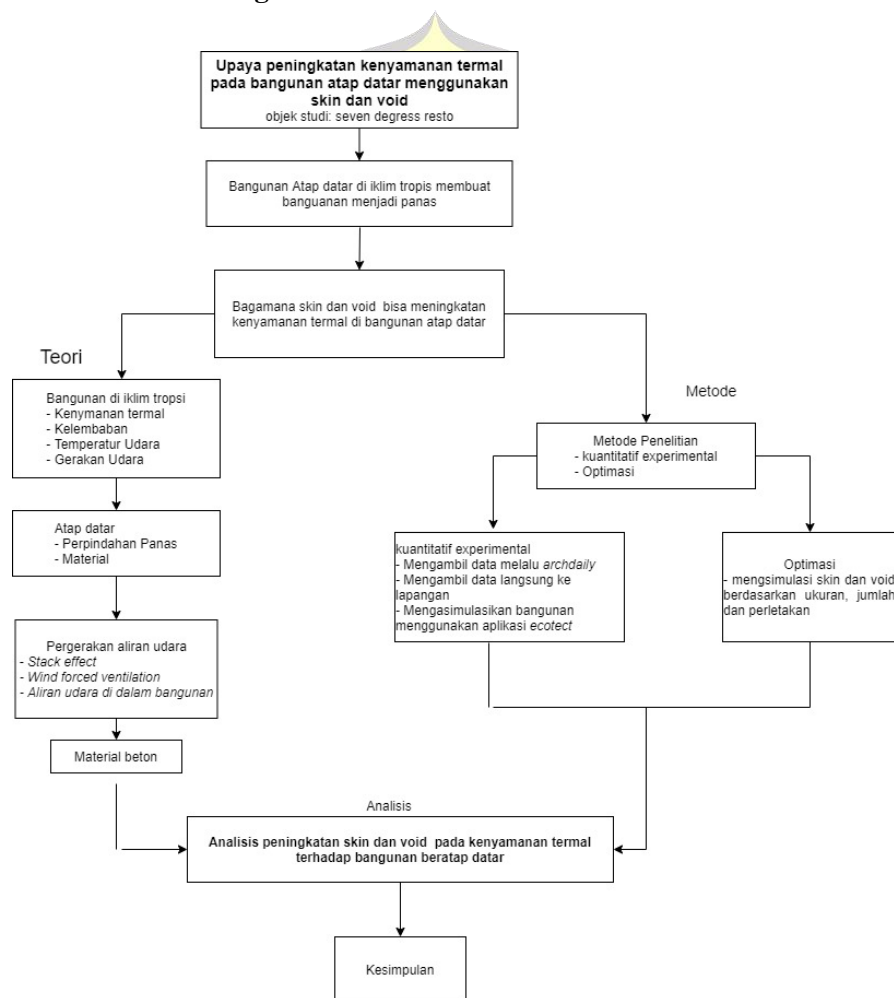
Penelitian ini bermanfaat untuk menambah pengetahuan tentang bangunan yang beratap datar bagaimana cara untuk mengoptimalkan skin dan void agar bangunan atap datar bisa memiliki kenyamanan termal.

### 1.6. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pembahasan sebagai berikut:

1. Lingkup pembahasan penelitian adalah bangunan atap datar yang memiliki skin dan void.
2. Lingkup pembahasan skin dan void adalah pengaruh skin dan void terhadap peningkatan kenyamanan termal.

### 1.7. Kerangka Penelitian



Gambar 1.1 Kerangka Penelitian



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Bangunan di iklim Tropis**

##### **2.1.1. Pengertian Bangunan Tropis**

Pengertian Tropis berasal dari kata “tropikos” yang berasal dari kata Yunani kuno yang memiliki arti garis balik, merupakan 40% bagian dari seluruh luas permukaan bumi. Iklim tropis dibagi menjadi dua yaitu tropis basah dan tropis kering. Pada pengelompokan hanya kota atau wilayah memiliki suhu udara rata-rata 28C atau lebih termasuk dalam kategori iklim tropis. Iklim tropis daerah lembab ditandai oleh kelembaban udara *relative* tinggi sekitar 90%, curah hujan yang tinggi serta temperature rata-rata sekitar 23C dapat meningkat hingga 38%.

Arsitektur tropis merupakan salah satu rancangan bangunan yang di rancang untuk memecahkan permasalahan, yang terdapat didaerah tropis (Lippsmeier, 1997). Arsitektur tropis pastinya bangunan yang menpati suatu wilayah yang mempunyai iklim tropis. Banyak sekali negara yang memiliki iklim tropis mungkin temperature suatu negara akan berbeda- beda. Letak negara Indonesia berada di 6°LU (Lintang Utara) – 11°LS dan 95°BT – 141°BT garis katulistiwa yang menyebabkan Indonesia mempunyai iklim tropis lembab, karakteristik iklim di Indonesia adalah:

- Kelembaban tinggi bisa mencapai 90%.
- Curah hujan diantara 2000mm-5000mm/ tahun.
- Mendapatkan cahaya sinar matahari sepanjang tahun dengan radiasi memiliki intensitas (>900/Wm<sup>2</sup>).
- Kecepatan angin relative lambat.
- Temperatur rata-rata disiang hari 23C-38C dan pada malam hari 21C-27C

##### **2.1.2. Kenyamanan Termal**

Menurut (Rilatupa, 2008) kenyamanan adalah bagian dari salah satu sasaran karya arsitektur. Kenyamanan terdiri atas psikis dan kenyamanan fisik. Kenyamanan kejiwaan ( rasa aman, tenang, gembira dll). sedangkan kenyamanan fisik dapat terukur secara objektif yang meliputi kenyamanan spasial, visual, auditorial dan termal. Kenyamanan termal merupakan salah satu unsur kenyamanan yang sangat penting, karena menyangkut

kondisi suhu ruangan yang nyaman. Menurut (V. Olgay, 1963), tingkat produktivitas dan kesehatan manusia sangat berpengaruh oleh kondisi iklim setempat. Apabila kondisi iklim berkaitan dengan (suhu, udara, kelembaban, radiasi matahari, angin, hujan, dsb) sesuai dengan kebutuhan fisik manusia, maka tingkat produktivitas dapat mencapai titik maksimum.

Dalam buku Pasal-pasal Fisika Bangunan (Dipl.Ing.Y.B.Mangunwijaya, 1980, p. 143) menjelaskan walaupun suhu didaerah tropis Indonesia biasanya tinggi, namun ketika ketika merasakan suhu tersebut membuat badan kita tidak enak. Walaupun terasa panas apabila diimbangi dengan angin yang berhembus maka akan merasakan kenikmatan angin, maka orang-orang lebih menyukai berada di tepi pantai, walaupun suhu rata-rata tinggi namun angin yang mengalir nyaman menetralsir udara panas. Walaupun orang – orang berada di bawah pohon dengan sinar matahari yang panas, namun ketika ada angin yang mengalir maka orang tersebut akan berasakan nikmat. Kelembaban udara yang baik untuk tubuh berkisar sekitar 40-70%. Padahal kita melihat, bahwa kelembaban udara di tempat-tempat dekat dengan pantai seperti misalnya jaakarta menunjukkan angka rata-rata setahun kurang lebih 80%. Sedangkan maksimum bisa mencapai 90% dan minimum masih di atas 70%.

Temperat di dalam ruangan atau bangunan yang sehat menurut MENKES No.261/MENKES/SK/II/1998 adalah temperat ruangan yang berkisar di antara 18C-26C. Selain itu juga ada standart yang di tetapkan oleh menkes SNI 03-6572-2001, memiliki tiga tingkatan temperat yang nyaman untuk orang Indonesia dapat dilihat ditabel ini:

Tabel 2.1 Kenyamanan Thermal

	<b>Temperatur Efektif (TE)</b>	<b>Kelembaban / RH (%)</b>
Sejuk Nyaman	20,5C TE-22,8C TE	50%
Ambang Atas	24C TE	80%
Nyaman Optimal	22,8C TE-25,8C TE	70%
Ambang Atas	28C TE	
Hangat Nyaman	25,8C TE- 27,1C TE	60%
Ambang Atas	31C TE	



a. Kelembaban Udara

Menurut (Fadholi, 2013) besarnya uap air masuk ke dalam atmosfer dikarenakan adanya penguapan air dari laut, sungai dan danau. Kelembaban udara adalah kandungan uap air yang berada di udara. Sumber uap air tersebut berasal dari penguapan air laut, permukaan yang basah, pernafasan dari tumbuhan dan juga berasal dari tubuh manusia. Banyaknya air di udara tergantung kepada faktor ketersediaan air, sumber uap, suhu udara, tekanan udara dan angin. Uap air yang berada di atmosfer bisa berubah-ubah bentuk, menjadi cair ataupun padat akhirnya jatuh ke bumi sebagai hujan. Kelembaban sebuah udara cukup besar dapat menunjukkan bahwa udara tersebut mengandung uap air atau udara dalam keadaan basah.

b. Temperatur Udara

Faktor yang mempengaruhi sebuah temperature udara adalah pemanasan dan pendinginan permukaan sebuah benda/ bumi. Panas atau dingin terjadi pada udara akibat persinggungan udara dengan permukaan panas. Arsitektur pada iklim tropis pasti memiliki suhu yang cukup stabil karena di iklim tropis hanya memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim panas. Menurut (Karyono, 2016) suhu udara di iklim tropis memiliki suhu yang relative tinggi diantara 15 – 35C, memiliki radiasi matahari yang mengganggu dan juga menyengat, dan memiliki curah hujan yang cukup tinggi di angka 3000mm/tahun. Faktor – faktor inilah yang berpengaruh terhadap kenyamanan fisik di iklim Tropis.

c. Gerakan Udara

Gerakan udara terjadi karena perbedaan tekanan udara pada suatu area dengan area di sekitarnya. Udara mengalir pada daerah bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan rendah. Pada prosesnya pergerakan udara membawa suhu udara dingin dan uap air. Kecepatan angin dapat membantu melepaskan kalor terhadap tubuh manusia. Adanya pergerakan udara panas akan berpindah keatas atau keluar dari sebuah bangunan. Pada iklim tropis memiliki kecepatan angin yang minim namun kecepatan angin akan tinggi ketika masuk siang hari atau ketika musim hujan.

d. Ventilasi

Dalam buku Pasal-pasal Fisika Bangunan (Dipl.Ing.Y.B.Mangunwijaya, 1980, p. 144) Pembangunan di daerah tropis, bahwa kita selalu harus mengusahakan pengaliran hawa udara yang mudah menembus seluruh ruangan dan sebanyak mungkin unsur-unsur bangunan secara terus menerus, agar kelembaban hawa tidak terlalu merusak. Agar udara



mengalir dari bertekanan tinggi (dingin) ke bagian bertekanan rendah (panas). Hal ini berlaku untuk arah horizontal maupun vertikal. Dalam arah vertikal kecenderungan hawa yang menjadi panas untuk mengalir dari bagian yang rendah ke bagian yang lebih tinggi, karena dengan pemanasan berkurang. Dan sebaliknya udara yang mendingin, menjadi lebih besar dan melorot ke bawah.

## **2.2. Atap datar**

### **2.2.1. Pengertian atap datar**

Atap merupakan salah satu bagian bangunan yang berfungsi untuk penutup bangunan dan penutup ruangan dibawahnya. Selain sebagai penutup atap juga berfungsi untuk melindungi bangunan dari hujan, panas dll. Bentuk atap biasanya disesuaikan dengan iklim sekitar yang ada, dimana bentuk atap akan merespon iklim yang ada untuk melindungi bangunan. Banyak sekali bentuk – bentuk atap untuk penutup bangunan contohnya atap datar, atap pelana dll. Atap datar banyak digunakan pada saat ini dikarenakan memiliki terbatasnya lahan yang ada dan atap bisa dimanfaatkan untuk aktivitas manusia. Walaupun disebut atap datar namun atap ini harus memiliki kemiringan untuk menurunkan air hujan diatas atap.

### **2.2.2. Pengaruh atap datar terhadap termal**

Pada jurnal (Kholiq & Hidayat, 2016) menyebutkan banyak faktor yang bisa mempengaruhi kenyamanan dari suatu bangunan namun atap memiliki faktor yang penting dalam mempengaruhi kenyamanan karena memiliki 80% beban panas yang di terima pada suatu bangunan. Atap menjadi elemen utama dalam kenyamanan dalam menangani suatu radiasi panas yang di akibatkan matahari karena atap melindungi langsung bangunan dari cuaca dan juga sinar matahari. Pada penggunaan atap datar memiliki masalah kenyamanan termal pada ruangan yang menjadi panas atau tidak nyaman yang di akibatkan tidak adanya rongga udara yang mengakibatkan ruangan panas dan juga radiasi panas pada atap datar mengumpul pada atas ruangan yang membuat bangunan menjadi panas.

### **2.2.3. Material**

Material beton relatif di pergunakan karena bahan yang mudah di dapat dan pekerja bangunan biasanya sudah terbiasanya dengan material beton. Material beton lebih kuat terhadap temperatur panas akibat kebakaran dibandingkan dengan materil baja. Material beton kurang cocok apabila terkena matahari langsung di karenakan material beton akan menyerap panas tersebut yang membuat ruangan menjadi panas dapat dirasakan apabila

bangunan kita menggunakan material beton ruang di pastikan akan panas. Material beton bukan hanya menyerap panas namun ketika udara dingin material beton juga akan menyerap udara dingin tersebut.

Penggunaan atap datar pada iklim tropis sudah sangat banyak dipergunakan untuk saat ini dikarenakan berbagai faktor mengapa orang memilih atap datar. Atap sebenarnya tidak ideal penggunaannya pada iklim tropis karena menyerap panas ke dalam ruangan. Penggunaan atap datar yang tidak ideal pada iklim tropis ditambah penggunaan material beton yang menambah bangun menjadi panas. Penggunaan beton pada atap datar dikarenakan pada bagian atap bisa difungsikan aktivitas tambahan mengapa atap datar selalu menggunakan material beton.

#### **2.2.4. Perpindahan panas atap datar**

Menurut (Lisa, 2017) pengaruh iklim tropis dengan bangunan yang menggunakan atap datar menjadi permasalahan yang sangat signifikan. Pemilihan atap datar biasanya digunakan untuk bangunan-bangunan komersil. Permasalah penggunaan atap timbul ketika siang hari, ketidaknyamanan termal bangunan menjadi salah kekurangan penggunaan atap datar. Menurut (Prianto, E. dan Dwiyanto, 2013) Semakin rendahnya transfer panas luar yang masuk dari penutup atap ke dalam bangunan, maka semakin tinggi tingkat kenyamanan dalam ruangan pada bangunan tersebut dan semakin kecil tingkat konsumsi energy listrik yang digunakan untuk mendinginkan ruangan.

Menurut (Nahar et al., 1999) bahwa 50% persen beban panas dalam bangunan berasal dari atap bangunan. Atap bangunan, menyumbangkan 36.7% dari total radiasi matahari yang jatuh pada bangunan satu lantai dengan dinding yang berorientasi ke sinar matahari (Nahar et al., 2003). Atap meneruskan panas yang diterima kedalam bangunan yang akan menjadi beban panas didalam bangunan. Demikian pula pada atap datar beton, yang sering kali tidak mempunya rongga udara antara atap dan ruangan, sehingga panas yang akan diterima atap dari radiasi matahari akan diteruskan kedalam ruangan. Akibatnya temperature udara dalam ruang akan lebih tinggi dari tuntutan kenyamanan penghuni terhadap termal (Danny et al., 2011).

##### **a. Perpindahan Panas secara Konduksi**

Perpindahan konduksi perpindahan panas kontak secara langsung atau merupakan perpindahan panas melalui zat padat yang tidak mengalami perpindahan. Berikut adalah cara perhitungan perpindahan panas konduksi:

$$Q_c = A \times U \times (t_1 + t_2)$$

**Keterangan :**  $Q_c$  = Tingkat konduksi (W)  
 $A$  = Luas area penampang (m<sup>2</sup>)  
 $U$  = Nilai transmittan / ketebalan (W/m<sup>2</sup>c)  
 $(t_1-t_2)$  = Perbedaan suhu (C)

b. Perpindahan secara Radiasi

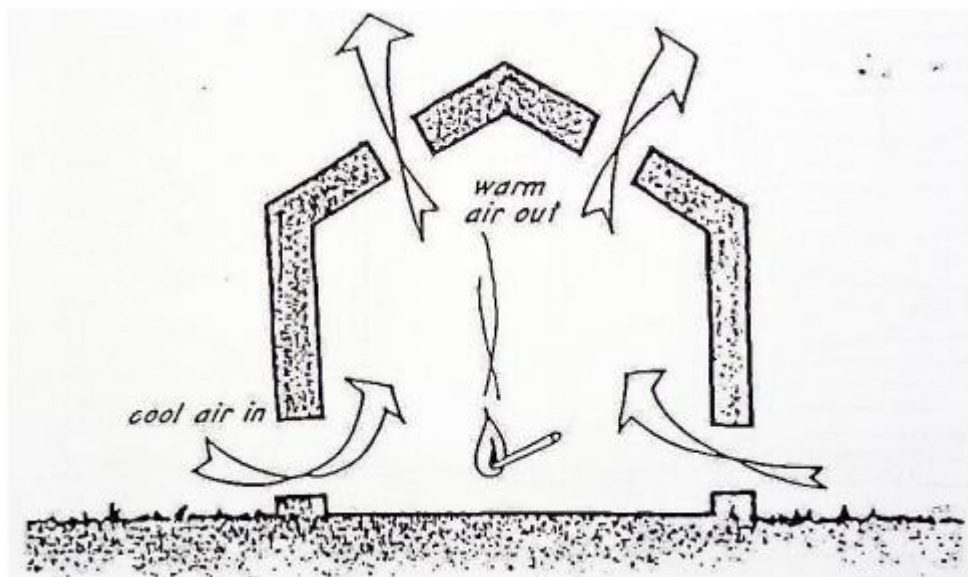
Perpindahan secara radiasi merupakan suatu perpindahan panas tanpa zat perantara. Biasanya perpindahan radiasi disertai oleh cahaya, contohnya:

- Panas matahari yang sampai ke bumi
- Warna hitam
- Tubuh terasa hangat ketika di dekat sumber api

### 2.3. Pergerakan Angin

#### 2.3.1. Stack effect

*Stack effect* merupakan sebuah akibat dari menurunnya kepadatan udara seiring dengan pertambahan temperaturnya. Ketika semakin tinggi sebuah perbedaan temperature maka semakin besar pula perbedaan *bouyancynya*. *Buoyancy* adalah daya apung, dimana molekul udara yang suhunya lebih hangat kerapatan menurun atau jarak antara molekul merenggang sehingga massa jenisnya menjadi lebih ringan, dan udarapun bergerak mengapung ke atas.

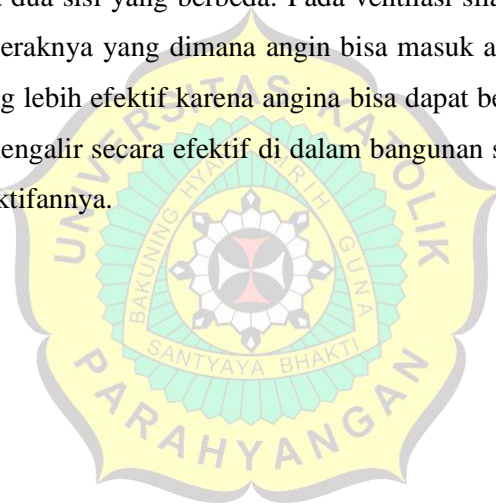


Gambar 2.1 Prinsip *stack effect* pada bangunan (Moore, 1993)

Sebuah kekuatan sack effect dipengaruhi oleh kekuatan daya peggerak buoyancy. Semakin besar perbedaan suhu udara dan perbedaan evelasi antara inlet dan outlet maka pergerakan buoyancy semakin besar dan stacj effect yang terjadi semakain optimal dalam mendukung kenyamanan therlmal bangunan. Jalur stack effect di sebuah bangunan akan melalui ruang tangga, shaft, atrium, void, ruang atap atau bantuan turbin ventilator. Stack effect memiliki fungsi untuk mendinginkan suhu udara agar dapat mengurangi atau mencegak penginkatan suhu di bawah ruangnya.

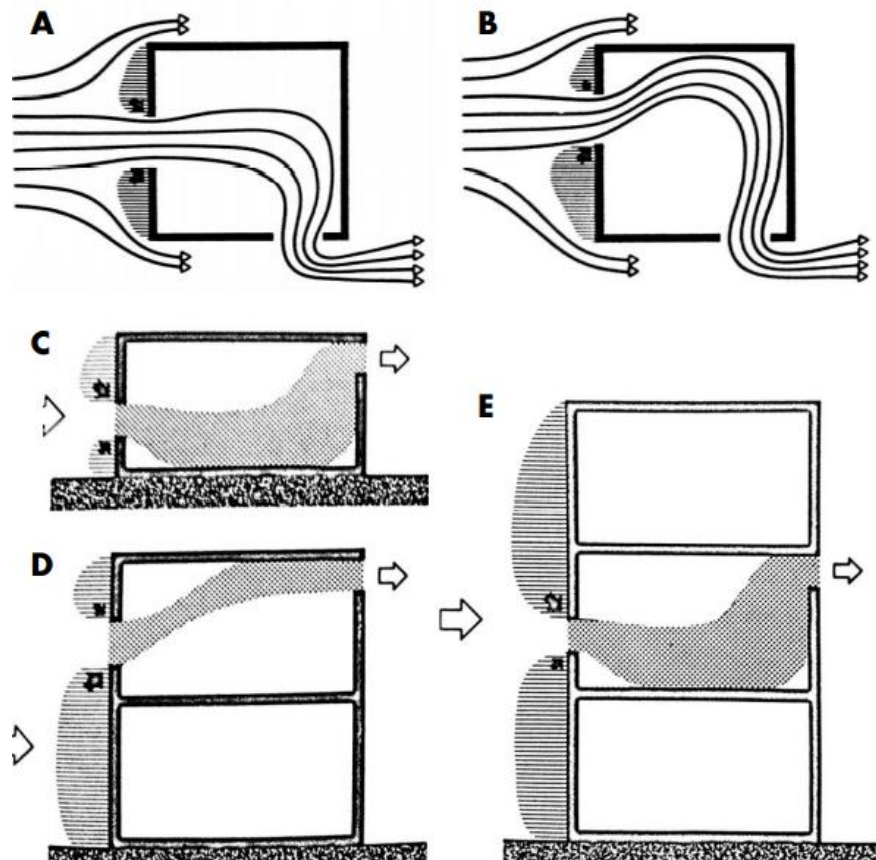
### **2.3.2. Wind Forced Ventilation**

Ventilasi alami disebabkan oleh tekanan angin terbagi menjadi 2, yaitu ventilasi satu sisi dan ventilasi silang. Ventilasi satu sisi biasanya ada pada sebuah ruangan yang hanya memiliki ventilasi satu sisi ruangan saja dan ventilasi silang ada pada ruangan yang memiliki ventilasi pada dua sisi yang berbeda. Pada ventilasi silang menggunakan angin sebagai sumber penggeraknya yang dimana angin bisa masuk atau keluar dari ventilasi tersebut. Ventilasi silang lebih efektif karena angina bisa dapat bergerak di dalam rungan dan aliran angin bisa mengalir secara efektif di dalam bangunan sedangkan ventilasi satu sisi hanya sedikit keefektifannya.



### 2.3.3. Aliran Udara di dalam Bangunan

Banyak faktor-faktor pada termal di sebuah ruangan yaitu kecepatan udara, temperature dan kelembaban udara, pola aliran di dalam ruangan juga faktor yang sangat penting dalam keefektivitasan dari ventilasi silang. Ventilasi menjadi efektif dengan udara yang ada diharapkan dapat mengalir pada level ketinggian manusia sehingga efek pendinginan yang terjadi akan lebih maksimal. Menurut (Lippsmeier, 1997), faktor yang sangat penting untuk pengarahannya adalah lobang masuknya dan juga kondisi tekanan



pada dinding luar. Sebuah kondisi tekanan yang ada di sekitar lubang masuk udara menjadi faktor yang sangat penting karena menjadi penentu kemana arah udara di dalam ruangan mengalir.

Gambar 2.2 Aliran udara di dalam ruangan (Lippesneir, 1997)

### 2.4. Material Beton

Material beton sudah menjadi bahan bangunan yang dikenal sejak lama material ini sangat populer dikarenakan bahan bangunan yang mudah di dapat dan juga material yang mudah untuk di aplikasikan. Material beton memiliki berbagai macam kegunaan sebagai struktur bangunan, dinding bangunan, interior dsb. Material beton bukan hanya memiliki

bahan bangunan yang mudah di aplikasikan namun juga material beton bisa di bentuk atau di gunakan sesuai ke inginan kita. Beton memiliki keunggulan yang banyak namun juga memiliki kelemahan pada materialnya salah satunya ketika panas material beton akan menyerap radiasi panas tersebut yang membuat material tersebut menjadi panas.

Penggunaan material beton tidak dapat dihindarkan karena material yang banyak bisa di beli dimanapun, pengerjaan yang mudah, penggunaanya bisa untuk apa saja, banyak sekali macam dll. Material beton dengan segala kelebihanannya memiliki kekurangan yang harus di perhatikan apalagi pada kelangsungan lingkungan hidup. Menurut (Pesik et al., 2018) pada material beton memiliki memiliki peningkatan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan pada produksi beton. Produksi beton satu menghasikan emisi efek rumah kaca (karbondioksida) satu ton juga. Permasalah yang di timbul oleh karbon di karbondioksida adalah perbukanya atmosfir bumi yang berakibat pemanasan global.

Pada penggunaan material beton bukan kurang apabila iklim di sekitar kita memiliki keada iklim yang panas yang mana pada iklim panas material beton bisa menyerap radiasi panas yang nantinya membuat ruangan menjadi panas. Pada material beton memiliki pengaruh yang panas pada bangunan karena material beton memiliki pengkitan emisi terhadap lingkungan kita yang membuat pemanasan gelobal. Beton bukan hanya membuat ruang di sekitarnya menjadi panas namun juga abu – abu dari material beton bisa membuat lingkungan tercemar.

