

SKRIPSI 52

**PENERAPAN ATAP DATAR BETON PADA
KENYAMANAN TERMAL BANGUNAN DI
LINGKUNGAN BERIKLIM TROPIS**



**NAMA : BERWIN SEPTIAN WIRABRATA
NPM : 6111801105**

PEMBIMBING: WULANI ENGGAR SARI, ST, MT

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**
Akreditasi Perguruan Tinggi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 143/SK/BAN-
PT/AK-ISK/PT/IV/2022 dan Akreditasi Program Studi Arsitektur Berdasarkan
BAN Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021

**BANDUNG
2022**

SKRIPSI 52

**CONCRETE FLAT ROOF APPLICATION ON
BUILDING THERMAL COMFORT IN TROPICAL
CLIMATES**



**NAMA : BERWIN SEPTIAN WIRABRATA
NPM : 6111801105**

PEMBIMBING: WULANI ENGGAR SARI, ST, MT

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**
Akreditasi Perguruan Tinggi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 143/SK/BAN-
PT/AK-ISK/PT/IV/2022 dan Akreditasi Program Studi Arsitektur Berdasarkan
BAN Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021

**BANDUNG
2022**

SKRIPSI 52

**PENERAPAN ATAP DATAR BETON PADA
KENYAMANAN TERMAL BANGUNAN DI
LINGKUNGAN BERIKLIM TROPIS**



**NAMA : BERWIN SEPTIAN WIRABRATA
NPM : 6111801105**

PEMBIMBING:



WULANI ENGGAR SARI, ST, MT

PENGUJI :

**DR. IR. SAHID, MT
RYANI GUNAWAN, ST, MT**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**

**Akreditasi Perguruan Tinggi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No:
143/SK/BAN-PT/AK-ISK/PT/IV/2022 dan Akreditasi Program Studi Arsitektur
Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021**

**BANDUNG
2022**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI
(Declaration of Authorship)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Berwin Septian Wirabrata
NPM : 6111801105
Alamat : Puri Eksekutif B1 No. 6, Semarang
Judul Skripsi : Penerapan Atap Datar Beton pada
Kenyamanan Termal Bangunan di
Lingkungan Beriklim Tropis

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 autoplagiarisme, maka saya bersedia menerima seluruh konsekuensi hukum sesuai ketentuan yang berlaku.

Semarang, 29 Juni 2022



Berwin Septian Wirabrata

Abstrak

PENERAPAN ATAP DATAR BETON PADA KENYAMANAN TERMAL BANGUNAN DI LINGKUNGAN BERIKLIM TROPIS OBJEK STUDI : *INSIDE OUTSIDE HOUSE/ TAMARA WIBOWO ARCHITECTS* di dalam

Oleh
Berwin Septian Wirabrata
NPM: 6111801105

Atap merupakan salah satu bagian bangunan yang paling krusial karena merupakan bagian paling atas bangunan yang melindungi bangunan dan penghuninya dari hal-hal yang dapat mengganggu keamanan, kenyamanan, dan keselamatan. Selain berfungsi sebagai pelindung, atap juga merupakan bagian dari estetika desain arsitektural ibarat sebuah “mahkota”. Maka dari itu terdapat banyak hal yang harus dipertimbangkan dalam menentukan bentuk dan material penutup atap. Pada umumnya bangunan pada kawasan beriklim tropis menggunakan atap miring, merespon iklim dengan curah hujan tinggi dan panas yang berlebih, dengan ruang diantara atap dan plafon panas dari luar bangunan tidak langsung masuk ke dalam ruangan. Namun, di masa kini muncul banyak bangunan yang menggunakan atap datar karena adanya perubahan style arsitektur. Perubahan style arsitektur di kawasan tropis yang menggunakan atap datar dan dinilai melawan iklim tropis menjadi kajian menarik untuk diteliti. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh penerapan atap datar beton terhadap kenyamanan termal pada bagian dalam bangunan.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif, dengan cara simulasi kondisi eksisting bangunan beserta lingkungan sekitarnya untuk menganalisis kondisi termal pada ruang dalam bangunan. Kemudian dilakukan simulasi optimalisasi dengan batasan dimensi dan ruang eksisting pada objek penelitian untuk mendapatkan kenyamanan termal yang optimal. Simulasi dalam penelitian ini menggunakan Autodesk CFD.

Dari penelitian berikut, didapatkan kesimpulan bahwa penerapan atap datar beton pada lingkungan tropis kurang sesuai, dalam aspek kenyamanan termal ruang dalam. Namun dapat dilakukan beberapa strategi *passive cooling* pada atap untuk meningkatkan kenyamanan termal dalam bangunan (penerapan insulasi pada bagian plafon, ventilasi atap, dan lapisan coating penangkal panas pada permukaan luar atap). Berdasarkan simulasi penelitian berikut, penerapan insulasi pada bagian plafon merupakan strategi yang paling efektif digunakan pada objek studi yang telah dipilih dan material insulasi plafon yang mampu menurunkan suhu ruang dalam bangunan objek studi paling optimal adalah material insulasi *rock wool* (0,03-3,01%, 0,01-1,28°C).

Kata-kata kunci: atap datar beton, kenyamanan termal, iklim tropis

Abstract

CONCRETE FLAT ROOF APPLICATION ON BUILDING THERMAL COMFORT IN TROPICAL CLIMATES CASE STUDY : INSIDE OUTSIDE HOUSE/ TAMARA WIBOWO ARCHITECTS

by

**Berwin Septian Wirabrata
NPM: 6111801105**

Roof is one of the most crucial parts of building because it's the top part of building that protects the building, its occupants, and provides security, comfort, and safety. The roof is also part of building that gives aesthetic value to its design, like a "crown". Therefore many things must be considered in determining the shape and material of the roof. Generally, buildings in tropical climates use sloping roofs, responding to the climate that has high rainfall and excessive heat from sun exposure, by having a space between the roof and ceiling, heat from the outside can be dampened, doesn't enter the interior room directly. However, nowadays many buildings in tropical climates use flat roofs due to changes in architectural style. These roof changes that are considered against the tropical climate become an interesting case for study. The purpose of the study is to determine the effect of concrete flat roof application on building thermal comfort in tropical climates.

This study uses an experimental method with a quantitative approach, by simulating the existing conditions of the building and its surrounding to analyze the thermal conditions inside the building. Then an optimization simulation is carried out with the existing dimensions and space constraints on the case object study to obtain optimal thermal comfort conditions. The simulation in this study uses Autodesk CFD.

From the following study, it can be concluded that the application of a concrete flat roof in a tropical environment is not suitable, in terms of indoor thermal comfort. However, several passive cooling strategies can be applied to the building roof to increase the thermal comfort (applying insulation on the ceiling, roof ventilation, and heat protection coating on the roof's outer surface). Based on the simulation, the application of insulation on ceiling is the most effective strategy in this study case and the ceiling insulation material that can reduce the most optimal room temperature in the building is rock wool (0,03-3,01%, 0,01-1,28°C).

Keywords: *concrete flat roof, thermal comfort, tropical climates*

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 ke pustakaan 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 seizin Rektor Universitas Katolik Parahyangan.



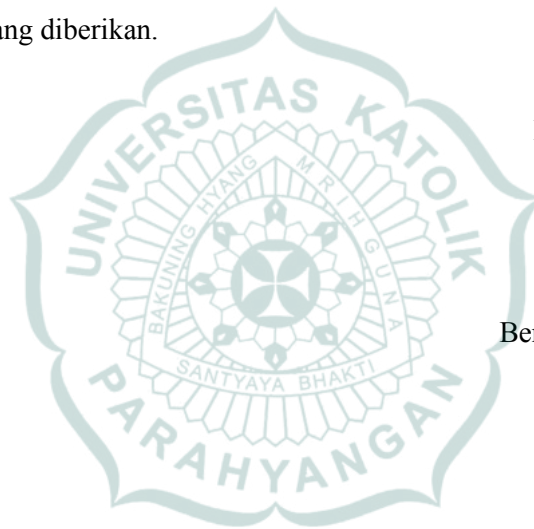
UCAPAN TERIMA KASIH

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

- Dosen pembimbing, Wulani Enggar Sari, ST, MT atas bimbingan, masukan, dan dukungan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
- Dosen penguji, Dr. Ir. Sahid, MT dan Ryani Gunawan, ST, MT atas masukan dan bimbingan yang diberikan.

Dan seterusnya.

Bandung, 29 Juni 2022



Berwin Septian Wirabrata

DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
Abstract.....	ii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Pertanyaan Penelitian.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.7. Kerangka Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Iklim tropis.....	5
2.2. Kenyamanan Termal.....	9
2.2.1. Suhu udara.....	9
2.2.2. Kelembaban udara.....	9
2.2.3. Pergerakan udara.....	10
2.3. Atap.....	10
2.3.1. Atap datar.....	10
2.3.2. Pengaruh atap datar terhadap kondisi termal.....	11
2.3.3. Material.....	11
2.3.4. Rancangan Atap dan Strategi Passive Cooling.....	15
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	19
3.1. Jenis Penelitian.....	19
3.2. Objek Penelitian.....	19
3.2.1. <i>Inside Outside House</i>	19

3.3. Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.3.1. Tempat Penelitian.....	21
3.3.2. Waktu Penelitian	21
3.4. Skenario Penelitian	21
3.5. Teknik Pengumpulan Data.....	22
3.6. Tahap Analisis Data	23
3.6.1. Pengumpulan data	23
3.6.2. Simulasi Termal Ruang Dalam Bangunan Eksisting	23
3.6.3. Analisis Kenyamanan Termal	23
3.7. Respon Hasil Analisis/Upaya Optimalisasi Desain Terhadap Kondisi Kenyamanan Termal	23
BAB 4 SIMULASI DAN ANALISIS PENELITIAN	25
4.1. Data Objek Penelitian (3D Model)	25
4.2. Evaluasi Kondisi Termal Bangunan.....	26
4.3. Hasil Simulasi Bangunan Eksisting	29
4.4. Hasil Simulasi Optimalisasi pada Bangunan Objek Studi	39
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1. Kesimpulan	61
5.2. Saran	62
 DAFTAR PUSTAKA.....	 19
LAMPIRAN.....	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Inside Outside House Semarang	2
Gambar 1.2 Inside Outside House Semarang	2
Gambar 1.3 Potongan Inside Outside House Semarang	2
Gambar 1.4 Kerangka Penelitian	4
Gambar 2.1 Peta pembagian zona iklim geografi	5
Gambar 3.1 Inside Outside House	19
Gambar 3.2 Ohana Cafe.....	20
Gambar 3.3 Skema skenario penelitian.....	21
Gambar 4.1 Aksonometri 3D model bangunan (Autodesk Revit).....	25
Gambar 4.2 Aksonometri 3D model bangunan (Autodesk Revit).....	25
Gambar 4.3 Pembagian zona observasi objek penelitian.....	26
Gambar 4.4 Pembagian zona ruangan observasi dalam objek studi penelitian lantai 1....	27
Gambar 4.5 Pembagian zona ruangan observasi dalam objek studi penelitian lantai 2....	27
Gambar 4.6 Grafik perbandingan <i>comfort temperature</i> pada ruang dalam bangunan eksisting dengan dan tanpa plafon	30
Gambar 4.7 Perbandingan <i>comfort temperature</i> hasil simulasi dengan penerapan strategi pasif desain pada atap bangunan.....	41
Gambar 4.8 grafik perbandingan <i>comfort temperature</i> dengan material insulasi berbeda pada zona observasi 1	56
Gambar 4.9 grafik perbandingan <i>comfort temperature</i> dengan material insulasi berbeda pada zona observasi 2	57
Gambar 4.10 grafik perbandingan <i>comfort temperature</i> dengan material insulasi berbeda pada zona observasi 3	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Suhu udara menurut bulan di stasiun klimatologi semarang, 2020.....	6
Tabel 2.2 Kecepatan angin menurut bulan di stasiun klimatologi semarang, 2020	7
Tabel 2.3 Kelembaban udara menurut bulan di stasiun klimatologi semarang, 2020.....	8
Tabel 2.4 Material thermal properties	12
Tabel 3.1 Rencana <i>timeline</i> penelitian	21
Tabel 3.2 Teknik pengumpulan data penelitian	22
Tabel 4.1 Perbandingan distribusi <i>comfort temperature</i> pada ruang dalam bangunan eksisting dengan plafon dan tanpa plafon	29
Tabel 4.2 Perbandingan <i>comfort temperature</i> pada ruang dalam bangunan eksisting dengan dan plafon tanpa plafon.....	30
Tabel 4.3 Kondisi termal bangunan eksisting zona 1	31
Tabel 4.4 Kondisi termal bangunan eksisting (tanpa plafon) zona 1	32
Tabel 4.5 Kondisi termal bangunan eksisting zona 2.....	33
Tabel 4.6 Kondisi termal bangunan eksisting (tanpa plafon) zona 2	34
Tabel 4.7 Kondisi termal bangunan eksisting zona 3.....	35
Tabel 4.8 Kondisi termal bangunan eksisting (tanpa plafon) zona 3	36
Tabel 4.9 Perbandingan kondisi termal bangunan eksisting dengan dan tanpa plafon	37
Tabel 4.10 Perbandingan distribusi <i>comfort temperature</i> hasil simulasi dengan penerapan strategi pasif desain pada atap bangunan	39
Tabel 4.11 Perbandingan <i>comfort temperature</i> hasil simulasi dengan penerapan strategi pasif desain pada atap bangunan	40
Tabel 4.12 Kondisi termal bangunan (lapisan coating penangkal panas pada atap) zona 1	42
Tabel 4.13 Kondisi termal bangunan (insulasi termal pada plafon) zona 1	43
Tabel 4.14 Kondisi termal bangunan (ventilasi udara pada ruang atap/loteng) zona 1.....	44
Tabel 4.15 Kondisi termal bangunan (lapisan coating penangkal panas pada atap) zona 2	45
Tabel 4.16 Kondisi termal bangunan (insulasi termal pada plafon) zona 2	46
Tabel 4.17 Kondisi termal bangunan (ventilasi udara pada ruang atap/loteng) zona 2.....	47
Tabel 4.18 Kondisi termal bangunan (lapisan coating penangkal panas pada atap) zona 3	48
Tabel 4.19 Kondisi termal bangunan (insulasi termal pada plafon) zona 3	49

Tabel 4.20 Kondisi termal bangunan (ventilasi udara pada ruang atap/loteng) zona 3	50
Tabel 4.21 Perbandingan pengaruh penerapan <i>strategi passive cooling</i> pada atap terhadap kondisi termal dalam ruangan.....	51
Tabel 4.22 Perbandingan distribusi <i>comfort temperature</i> hasil simulasi dengan material insulasi berbeda.....	53
Tabel 4.23 perbandingan <i>comfort temperature</i> dengan material insulasi berbeda pada zona observasi 3	56



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Gambar kerja denah dan potongan bangunan objek studi 65



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang terletak di daerah beriklim tropis lembab. Iklim tropis lembab memiliki ciri berupa beberapa faktor iklim sebagai berikut:

1. Tingkat penyinaran radiasi matahari yang relatif tinggi
2. Suhu udara relatif tinggi
3. Kelembaban relatif tinggi
4. Kecepatan angin relatif rendah
5. Curah hujan tinggi

Kondisi iklim tropis lembab tersebut tidak dapat mendukung keberlangsungan aktivitas manusia tropis secara nyaman maka dari itu diperlukan suatu bangunan, tempat bernaung dari kondisi iklim yang cukup ekstrim untuk beraktivitas dengan nyaman dan aman.

Terdapat berbagai macam cara yang dapat diterapkan dalam perancangan bangunan untuk dapat mencapai kondisi nyaman secara termal tersebut, baik secara aktif maupun pasif. Salah satunya adalah dengan cara menerapkan atap yang tinggi dengan kemiringan diatas 30° , terdapat ruang dibawah atap yang dapat berfungsi untuk meredam panas matahari yang berlebih. Hal berikut juga merupakan ciri khas dari arsitektur di lingkungan tropis.

Di masa kini, muncul fenomena banyaknya bangunan beratap datar di lingkungan beriklim tropis karena adanya perubahan style arsitektur. Perubahan style arsitektur berikut menjadi kajian menarik untuk diteliti karena umumnya atap datar diterapkan di daerah dengan 4 musim, sifat dan fungsinya kurang sesuai dengan kondisi lingkungan tropis.



Gambar 1.1 Inside Outside House Semarang
Sumber: Archdaily, Tamara Wibowo Architects



Gambar 1.2 Inside Outside House Semarang
Sumber: Archdaily, Tamara Wibowo Architects



Gambar 1.3 Potongan Inside Outside House Semarang
Sumber: Archdaily, Tamara Wibowo Architects

Salah satunya adalah bangunan Inside Outside House rancangan Tamara Wibowo Architects yang terletak di Kota Semarang. Perancangan bangunan rumah tinggal berikut berani menggunakan bentuk atap datar dengan ketinggian rongga atap diantara penutup atap dan plafon ruangan yang cukup rendah padahal hal tersebut dianggap kurang sesuai dengan kriteria perancangan bangunan di lingkungan tropis.

1.2. Perumusan Masalah

Penggunaan atap datar beton pada bangunan di daerah beriklim tropis kurang sesuai dengan karakteristik iklim karena minimnya ruang/rongga atap di antara penutup atap dan ruang dalam bangunan yang tidak berventilasi dapat meningkatkan suhu udara pada bagian dalam bangunan.

1.3. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana penerapan atap datar beton dengan volume ruang atap minim dan tidak berventilasi terhadap kenyamanan termal pada bangunan di daerah beriklim tropis?
2. Bagaimana kinerja kenyamanan termal apabila menerapkan atap datar beton pada bangunan di daerah beriklim tropis?

1.4. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh penerapan atap datar beton dengan volume ruang atap minim dan tidak berventilasi terhadap kenyamanan termal pada bangunan di daerah beriklim tropis.
2. Mengetahui kinerja kenyamanan termal apabila atap datar beton diterapkan pada bangunan fungsi hunian daerah beriklim tropis

1.5. Manfaat Penelitian

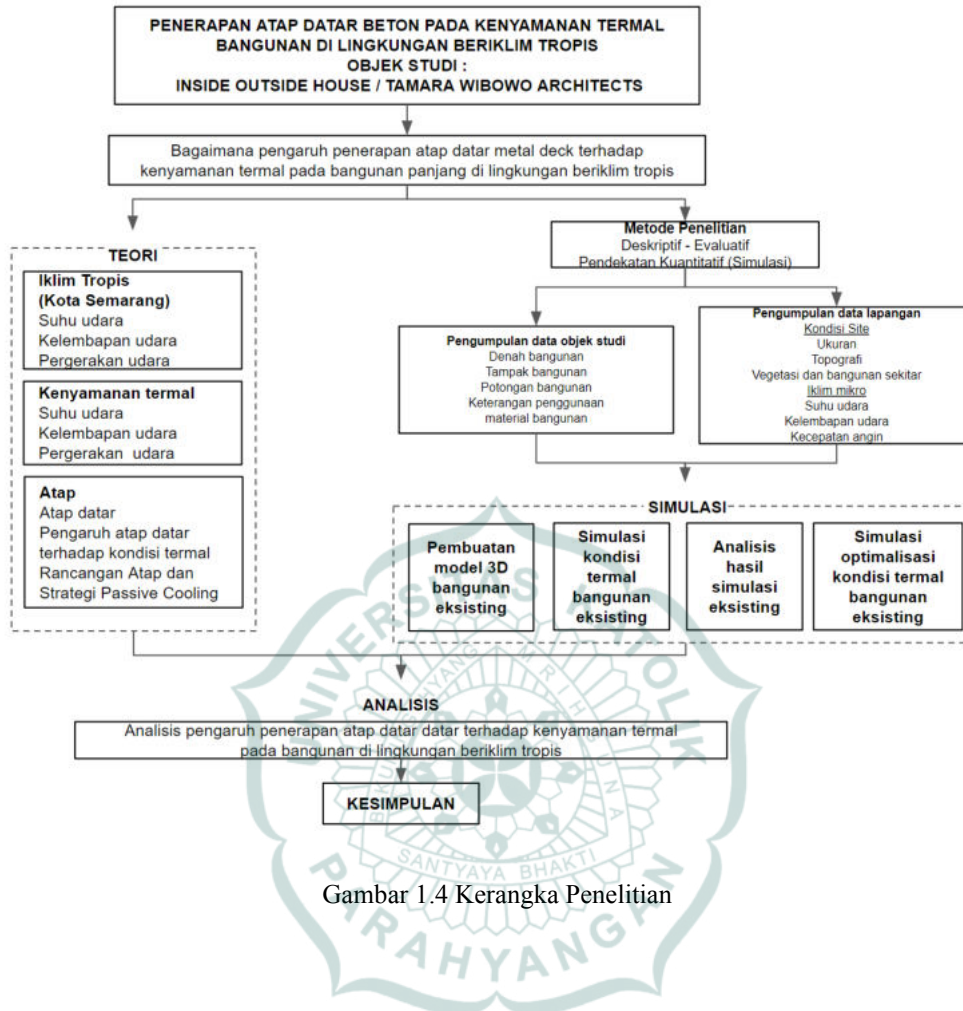
Penelitian ini bermanfaat untuk menambah pengetahuan tentang bagaimana pengaruh penerapan atap datar beton dengan volume ruang atap minim dan tidak berventilasi udara pada bangunan di daerah beriklim tropis terhadap kondisi kenyamanan termal pada bagian dalam bangunan.

1.6. Ruang Lingkup Penelitian

Batasan ruang lingkup pada pembahasan penelitian ini meliputi:

1. Lingkup pembahasan penelitian adalah pengaruh penerapan atap datar beton terhadap kenyamanan termal pada bangunan di daerah tropis yang meliputi suhu, kelembaban, dan aliran udara pada ruang dalam bangunan yang berada di bawah atap datar.
2. Lingkup pembahasan optimalisasi kenyamanan termal pada bangunan objek studi dengan batasan dimensi dan ruang eksisting pada bangunan.

1.7. Kerangka Penelitian



Gambar 1.4 Kerangka Penelitian