

SKRIPSI 50

**IMPLEMENTASI *PHASE CHANGE MATERIAL*
PADA *DOUBLE-SKIN FACADE* SEBAGAI UPAYA
MENCAPAI KENYAMANAN TERMAL RUANG
DALAM BANGUNAN PADA KONTEKS KOTA
BANDUNG**



NAMA : LAURENSIUS SETIAWAN

NPM : 2017420011

PEMBIMBING:

WULANI ENGGAR SARI, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI SARJANA 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 50

**IMPLEMENTASI *PHASE CHANGE MATERIAL*
PADA *DOUBLE-SKIN FACADE* SEBAGAI UPAYA
MENCAPAI KENYAMANAN TERMAL RUANG
DALAM BANGUNAN PADA KONTEKS KOTA
BANDUNG**



**NAMA : LAURENSIUS SETIAWAN
NPM : 2017420011**

PEMBIMBING:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Wulani'.

WULANI ENGGAR SARI, S.T., M.T.

PENGUJI :

Ryani Gunawan, S.T., M.T.

Irma Subagio, S.T., M.T.

Suwardi Tedja, S.T., M.T.

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

**Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 4539/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 : Laurensius Setiawan
NPM : 2017420011
Alamat : Kompleks Taman Kopo Indah III blok E7 no 30, Bandung
Judul Skripsi : Implementasi Phase Change Material Pada Double-Skin Facade Sebagai Upaya Mencapai Kenyamanan Termal Ruang Dalam Bangunan Pada Konteks Kota Bandung

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, 18 Juli 2021



Laurensius Setiawan



Abstrak

IMPLEMENTASI PHASE CHANGE MATERIAL PADA DOUBLE-SKIN FACADE SEBAGAI UPAYA MENCAPAI KENYAMANAN TERMAL RUANG DALAM BANGUNAN PADA KONTEKS KOTA BANDUNG

Oleh

Laurensius Setiawan

NPM : 2017420011

Selubung bangunan menjadi salah satu elemen bangunan yang penting untuk menciptakan kenyamanan termal ruang dalam bangunan karena berinteraksi langsung dengan lingkungan di luar bangunan. *Double skin facade* merupakan salah satu strategi rancangan selubung bangunan yang tidak hanya dapat digunakan sebagai bagian dari rancangan fasad bangunan tetapi juga bisa dimanfaatkan untuk meningkatkan kenyamanan termal ruang dalam bangunan.

Seiring perkembangan teknologi, rancangan *double skin facade* juga semakin beragam dan berkembang salah satunya dengan teknologi material yang digunakan. *Phase change material* merupakan teknologi material yang dapat diaplikasikan di berbagai elemen bangunan seperti selubung bangunan atau *double skin facade*. *Phase change material* merupakan material yang mempunyai kemampuan untuk melepaskan dan menyimpan energi panas laten. *Phase change material* memiliki kemampuan untuk berubah fasa dari cair menjadi padat maupun sebaliknya. Sebagian jenis *phase change material* memiliki karakter transparan yang dapat dimanfaatkan dan diaplikasikan pada elemen bangunan transparan seperti selubung bangunan atau *double skin facade* sebagai strategi untuk meningkatkan kenyamanan termal ruang dalam bangunan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi *phase change material* pada *double-skin facade* bangunan terhadap kenyamanan termal ruang dalam bangunan di Kota Bandung. *phase change material* sendiri merupakan material yang belum banyak diterapkan khususnya dalam dunia arsitektur sehingga penelitian perihal *phase change material* ini dapat menambah pengetahuan mengenai inovasi strategi mencapai kenyamanan termal ruang dalam pada bangunan.

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode eksperimental menggunakan simulasi digital. Eksperimen dengan simulasi digital dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Design Builder* dan *EnergyPlus*. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi model simulasi sebelum aplikasi *phase change material* pada *double skin facade* dan setelah aplikasi *phase change material* pada *double skin facade*.

Berdasarkan proses analisis, diperoleh kesimpulan bahwa Aplikasi *phase change material* dapat meningkatkan kenyamanan termal ruang dalam bangunan. Alternatif rancangan *double skin facade* dengan *phase change material* memiliki pengaruh perubahan temperatur operatif rata-rata hingga sebesar 7,34% dibandingkan ruangan tanpa penggunaan *phase change material*.

Kata Kunci: *phase change material*, *double skin facade*, kenyamanan termal ruang dalam



Abstract

IMPLEMENTATION OF PHASE CHANGE MATERIALS ON DOUBLE-SKIN FACADE AS AN EFFORT TO ACHIEVE INDOOR THERMAL COMFORT IN CONTEXT OF BANDUNG CITY

by

Laurensius Setiawan

NPM : 2017420011

The building envelope is one of the important building elements to create indoor thermal comfort of the building because it interacts directly with the environment outside the building. Double skin facade is one of the building envelope design strategies that not only be used as part of the building facade design but can also be used to increase the indoor thermal comfort of the building.

Along with the development of technology, design of the double skin facade is also increasingly diverse and developing, one of which is the material technology used. Phase change material is a material that is quite renewable and can be applied to various building elements such as building envelopes or double skin facades. Phase change material is a material that has the ability to release and store latent heat energy for a relatively long period of time without experiencing a change in temperature. Phase change materials have the ability to change phase from liquid to solid or vice versa. Some types of phase change materials have a transparent character so that this character can be utilized and applied to transparent building elements such as building envelopes or double skin facades as a strategy to increase the indoor thermal comfort of the building.

This study aims to determine the effect of the application of phase change materials on the building's double-skin facade on the thermal comfort of indoor buildings in the city of Bandung. phase change material itself is a material that has not been widely applied, especially in the world of architecture so that research on phase change materials can increase knowledge about strategic innovations to achieve thermal comfort in buildings.

This type of research is quantitative research with experimental methods using digital simulation. Experiments with digital simulations were carried out using Design Builder and EnergyPlus software. The analysis is carried out by comparing the conditions of the simulation model before the application of the phase change material on the double skin facade and after the application of the phase change material on the double skin facade.

Based on the analysis process, it is concluded that the application of phase change materials can increase indoor thermal comfort. The alternative double skin facade design with a phase change material has an average operating temperature change effect of up to 7.34% compared to a room without the use of phase change material.

Key Words: *phase change material, double skin facade, indoor thermal comfort*



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.

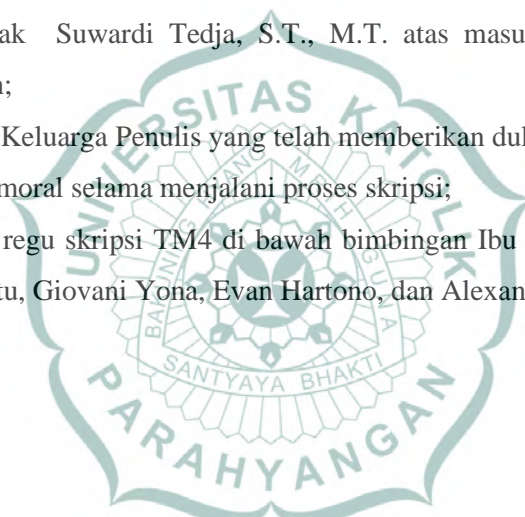




UCAPAN TERIMA KASIH

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, S.T., M.T. atas saran, pengarahan, dan masukan yang telah diberikan serta berbagai ilmu yang berharga;
- Dosen penguji, Ibu Ryani Gunawan, S.T., M.T., Ibu Irma Subagio, S.T., M.T., dan Bapak Suwardi Tedja, S.T., M.T. atas masukan dan bimbingan yang diberikan;
- Segenap Keluarga Penulis yang telah memberikan dukungan dan fasilitas materi maupun moral selama menjalani proses skripsi;
- Segenap regu skripsi TM4 di bawah bimbingan Ibu Wulani Enggar Sari, S.T., M.T. yaitu, Giovanni Yona, Evan Hartono, dan Alexander Julian



Bandung, 18 Juli 2021

Laurensius Setiawan



DAFTAR ISI

Abstraksi	i
Abstract	iii
Pedoman Penggunaan	v
Ucapan Terimakasih	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Lampiran.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pertanyaan Penelitian.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Lingkup Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Pembahasan	5
1.7 Kerangka Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kenyamanan Termal.....	7
2.1.1 Definisi Kenyamanan Termal.....	7
2.1.2 Faktor Kenyamanan Termal.....	7
2.1.3 Standar Kenyamanan Termal	12
2.1.4 Kenyamanan Termal Iklim Tropis Lembab	13
2.1.5 Kriteria Arsitektur Tropis	15
2.2 <i>Double skin facade</i>	15
2.2.1 Jenis-jenis <i>double skin facade</i>	16
2.2.2 <i>double skin facade</i> dalam Arsitektur.....	18
2.3 Insulasi panas	19
2.4 <i>Phase Change Material</i>	20
2.4.1 Karakteristik <i>Phase Change Material</i>	21

2.4.2 Teori Perpindahan Kalor pada <i>Phase Change Material</i>	22
2.4.3 Klasifikasi dan Pemilihan <i>Phase Change Material</i>	23
2.4.4 <i>Calcium Chlorida Hexahidrate</i>	23
2.4.5 Perubahan Volume <i>phase change material</i>	24
2.4.6 Durabilitas <i>Phase Change Material</i>	24
2.5 Penelitian Terdahulu.....	25
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Jenis Penelitian	27
3.2 Prosedur Penelitian.....	27
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.4 Tahap Perancangan dan Pengujian.....	29
3.5 Tahap Simulasi	30
3.6 Analisis Data	36
BAB IV PENGARUH APLIKASI PHASE CHANGE MATERIAL PADA ATAP DATAR	37
4.1 Data Iklim Kota Bandung.....	37
4.2 Tahap I Perbandingan Kinerja Insulasi dan <i>Phase Change Material</i>	38
4.2.1 Ruang Tanpa PCM dan Insulasi	38
4.2.2 Ruang dengan PCM.....	39
4.2.3 Ruang dengan Insulasi <i>Double-Glazed</i>	40
4.2.4 Analisis Ketiga Kondisi Ruang	40
4.2.5 Pemodelan Ruang dengan DSF PCM.....	42
4.2.6 Ruang dengan DSF PCM Alternatif I.....	45
4.2.7 Ruang dengan DSF PCM Alternatif II	45
4.2.8 Ruang dengan DSF <i>Double Glazed</i>	46
4.2.9 Analisis Ketiga Kondisi Ruang	47
4.3 Tahap II Pengujian Aplikasi DSF dengan PCM.....	49
4.3.1 Pemodelan Ruang dengan DSF PCM.....	49
4.3.2 Ruang dengan DSF PCM Jarak 50 cm.....	50
4.3.3 Ruang dengan DSF PCM Jarak 75 cm	53
4.3.4 Ruang dengan DSF PCM Jarak 100 cm	55

4.3.5 Analisis Ketiga Kondisi Ruang	56
4.4 Tahap III Alternatif Rancangan Aplikasi DSF dengan PCM	58
4.4.1 Pemodelan Alternatif I Aplikasi DSF dengan PCM.....	58
4.4.2 Aplikasi DSF dengan PCM Alternatif I	59
4.4.3 Analisis Kinerja Alternatif I.....	63
4.4.4 Pemodelan Alternatif II Aplikasi DSF dengan PCM	65
4.4.5 Aplikasi DSF dengan PCM Alternatif II.....	66
4.4.6 Analisis Kinerja Alternatif II.....	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran.....	70
Daftar Pustaka.....	71
Lampiran.....	73





DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Double skin facade.....	2
Gambar 1.2 <i>Phase change material</i>	3
Gambar 1.3 Kerangka Penelitian	6
Gambar 2.1 Hubungan PPD dan PMV	13
Gambar 2.2 DSF <i>Box Window Type</i>	16
Gambar 2.3 DSF <i>Shaft Box Type</i>	17
Gambar 2.4 DSF <i>Corridor Facade</i>	17
Gambar 2.5 <i>DSF Multi-Storey</i>	18
Gambar 2.6 <i>mineral wool dan fiber glass</i>	19
Gambar 2.7 <i>polyurethane foam dan polystyrene</i>	19
Gambar 2.8 <i>granular thermal insulation</i>	20
Gambar 2.9 <i>change phase glazing crystal (CaCl₂.6H₂O)</i>	21
Gambar 2.10 <i>Grafik Hubungan Temperatur dan Jumlah Energi Tersimpan</i>	22
Gambar 2.11 <i>Sketsa “Magic Cube” Passive Cooling System</i>	22
Gambar 2.12 <i>Internal Thermal Mass berbasis Phase Change Material</i>	26
Gambar 3.1 Data Lokasi.....	31
Gambar 3.2 Pola Aktivitas.....	31
Gambar 3.3 Geometri Ruang.....	32
Gambar 3.4 Pengaturan material konstruksi.....	32
Gambar 3.5 Proses simulasi model 3D.....	33
Gambar 3.6 Model Ruang Rancangan PCM.....	34
Gambar 3.7 Container PCM.....	34
Gambar 3.8 Model Unit Ruang Rancangan PCM.....	35
Gambar 4.1 Rancangan Alternatif I.....	43
Gambar 4.2 Rancangan Alternatif II.....	44
Gambar 4.3 Rancangan Alternatif III.....	44
Gambar 4.4 Jarak Rongga Udara Alternatif I.....	50
Gambar 4.5 Jarak Rongga Udara Alternatif II.....	50
Gambar 4.6 Fasad Alternatif.....	59

Gambar 4.7 Kondisi Paparan Sinar Matahari pada Modul Kontainer Fasad.....	65
Gambar 4.8 Fasad alternatif II	66



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kecepatan Udara dan Kesejukan	10
Tabel 2.2 Isolasi Termal untuk Beberapa Jenis Pakaian	11
Tabel 2.3 Suhu Nyaman Berdasarkan Standar	12
Tabel 2.4 Ciri-ciri Daerah Iklim Tropis Basah Indonesia	14
Tabel 2.5 Sifat-sifat Kalsium Klorida Hexahidrat	24
Tabel 2.6 Siklus Termal Kalsium Klorida Hexahidrat.....	25
Tabel 4.1 Perbandingan Kondisi Ruang tahap I.....	41
Tabel 4.2 Perbandingan Kondisi Ruang DSF	48
Tabel 4.3 Perbandingan Kondisi Ruang Alternatif I.....	57
Tabel 4.4 Perbandingan Kondisi Ruang Alternatif II	58
Tabel 4.5 Perbandingan Kondisi Ruang Alternatif I 50% dan 100 %	64
Tabel 4.6 Perbandingan Kondisi Ruang Alternatif I dan II	67
Tabel 5.1 Alternatif Aplikasi PCM.....	69
Tabel 5.2 Perbandingan Kondisi Aplikasi Alternatif.....	70
Diagram 4.1 Kondisi Temperatur Ruang dalam non-PCM	38
Diagram 4.2 Kondisi Temperatur Ruang dalam dengan PCM	39
Diagram 4.3 Kondisi Temperatur Ruang dalam dengan <i>double glazed</i>	40
Diagram 4.4 Perbandingan Kondisi Temperatur Ruang dalam	42
Diagram 4.5 Kondisi Temperatur Ruang Dalam DSF PCM Alt. I.....	45
Diagram 4.6 Kondisi Temperatur Ruang Dalam DSF PCM Alt. II.....	46
Diagram 4.7 Kondisi Temperatur Ruang Dalam <i>double glazed</i>	47
Diagram 4.8 Perbandingan Kondisi Ruang DSF	48
Diagram 4.9 Kondisi Temperatur Ruang Dalam DSf 50 cm Alt I.....	51
Diagram 4.10 Kondisi Temperatur Ruang Dalam DSf 50 cm Alt II	52
Diagram 4.11 Kondisi Temperatur Ruang Dalam DSf 75 cm Alt I.....	53
Diagram 4.12 Kondisi Temperatur Ruang Dalam DSf 75 cm Alt II	54
Diagram 4.13 Kondisi Temperatur Ruang Dalam DSf 100 cm Alt I.....	55
Diagram 4.14 Kondisi Temperatur Ruang Dalam DSf 100 cm Alt II	56
Diagram 4.15 Kondisi Temperatur Ruang Dalam DSf 100 cm Alt I 100%	60

Diagram 4.16 Kondisi Temperatur Ruang Dalam DSf 100 cm Alt I 50%	61
Diagram 4.17 Kondisi Temperatur Ruang Dalam Hari Terpanas.....	62
Diagram 4.18 Kondisi Temperatur Ruang Dalam Hari Terdingin	63
Diagram 4.19 Perbandingan Kondisi Ruang Alternatif I 50% dan 100 %	64
Diagram 4.20 Kondisi Temperatur Ruang Dalam Alternatif I dan II.....	66
Diagram 4.21 Kondisi Temperatur Ruang Dalam Alternatif I dan II.....	68



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Input Data dan Simulasi Cuaca Bandung.....	73
Lampiran 2 Input PCM $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	73
Lampiran 3 Input Input Aktivitas Pengguna Model Ruang	73
Lampiran 4 Input Hasil Simulasi Tahap I non-insulasi	74
Lampiran 5 Hasil Simulasi Tahap I double-glazed.....	74
Lampiran 6 Hasil Simulasi Tahap I PCM Garam Hidrat.....	75
Lampiran 7 Hasil Simulasi Tahap II Perbandingan Alternatif I dan Alternatif II	75
Lampiran 8 Hasil Simulasi Tahap II DSF dengan PCM Alternatif I (50 cm, 75 cm, 100 cm).....	76
Lampiran 9 Hasil Simulasi Tahap II DSF dengan PCM Alternatif II (50 cm, 75 cm, 100 cm).....	78
Lampiran 10 Hasil Simulasi tahap III Rancangan DSF I 50% dan 100%	79
Lampiran 11 Hasil Simulasi Tahap III Rancangan DSF II Hari Terpanas	80
Lampiran 12 Hasil Simulasi Tahap III Rancangan DSF II Hari Terdingin	80
Lampiran 13 Hasil Simulasi Tahap III Rancangan DSF II	81



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Setiap manusia memerlukan wadah atau tempat untuk beraktivitas dan juga berteduh dari berbagai gangguan di luar ruangan misalnya seperti cuaca atau iklim. Setiap aktivitas yang dilakukan di dalam ruangan, tentu saja mengharapkan kenyamanan termal dari ruangan tersebut agar aktivitas menjadi lebih nyaman. Kenyamanan termal ruang dalam dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satu yang paling utama adalah selubung bangunan yang berinteraksi langsung dengan lingkungan di luar bangunan.

Selubung luar bangunan atau fasad bangunan perlu diberi perhatian khusus sehingga dapat membantu memaksimalkan kenyamanan termal ruang dalam. Bila mengacu pada buku *Climate-Responsive Design*, maka di masa kini desain bangunan atau fasad bangunan yang responsif atau adaptif terhadap perubahan cuaca menjadi hal yang baru dan harus dikembangkan untuk menanggapi isu lingkungan dan meningkatkan kualitas kenyamanan termal pada bangunan. Kenyamanan termal dapat ditingkatkan melalui keberhasilan rancangan selubung dan sistem bangunan (Holmes and Hecker, 2007).

Double skin facade merupakan salah satu upaya perancangan selubung bangunan untuk memaksimalkan kondisi termal ruang dalam bangunan. *Double skin facade* dapat menjadi pertimbangan dalam merancang wajah bangunan sekaligus dapat menjadi solusi untuk mengurangi radiasi matahari berlebih terhadap fasad bangunan. Seiring berkembangnya zaman, inovasi rancangan *double skin facade* semakin berkembang dan beragam salah satunya dalam hal teknologi material yang digunakan sebagai *double skin facade*



Gambar 1.1. *Double skin facade* the Cooper Union for the Advancement of Science and Art
(Sumber: <https://www.archdaily.com/40471/the-cooper-union-for-the-advancement-of-science-and-art-morphosis-architects>)

Salah satu material yang menarik untuk digunakan sebagai upaya mencapai kenyamanan termal adalah penggunaan *phase change material* sebagai penyimpanan energi panas pada bangunan. Material berubah fasa atau *phase change material* merupakan material yang tergolong baru dan sedang berkembang sebagai material terbarukan yang bisa diaplikasikan atau digunakan untuk mempengaruhi kenyamanan termal. Aplikasi *Phase change material* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyimpan atau melepaskan energi panas yang efisien dengan perubahan temperatur yang minim. PCM dapat diaplikasikan di berbagai elemen bangunan termasuk pada *double skin facade* dengan tetap menjalankan fungsinya menyimpan dan melepaskan energi panas.



Gambar 1.2. *Phase Change Material* kondisi fasa cair (kiri) dan kondisi fasa padat (kanan)

(Sumber: <https://www.puretemp.com/stories/understanding-pcms>)

Phase change material dapat berasal dari material organik seperti parafin, asam lemak, hingga gula alkohol. (Kosny et al, 2013). PCM juga dapat berasal dari material anorganik seperti logam atau garam hidrat. Material lain yang dapat digunakan sebagai PCM adalah biomaterial seperti lemak hewan dan minyak tumbuhan. Sebagian *phase change material* memiliki sifat yang transparan pada fasa cair dan translusent pada fasa padat salah satunya adalah kalsium klorida hexahidrat yang tergolong sebagai PCM anorganik garam hidrat. Sifat ini dapat dimanfaatkan dan diaplikasikan pada elemen bangunan transparan seperti selubung bangunan atau *double skin facade* sebagai strategi untuk meningkatkan kenyamanan termal ruang dalam bangunan.

Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh *phase change material* yang diaplikasikan pada selubung bangunan yaitu *double skin facade* sebagai bagian dari strategi mencapai kenyamanan termal ruang dalam bangunan. Penelitian berusaha melakukan eksplorasi rancangan aplikasi *phase cahnge material* pada *double skin facade* untuk menemukan pengaruh aplikasi PCM dan alternatif rancangan aplikasi PCM pada *double skin facade* dalam upaya mencapai kenyamanan termal ruang dalam bangunan.

1.2. Pertanyaan Penelitian

Penelitian ini secara umum berusaha mengetahui pengaruh dari penggunaan *phase change material* terhadap kenyamanan termal ruang dalam bangunan. Berikut adalah pertanyaan penelitian yang diangkat:

1. Bagaimana aplikasi *phase change material* pada *double-skin facade* bangunan sebagai strategi untuk meningkatkan kenyamanan termal ruang dalam?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan *phase change material* terhadap kondisi kenyamanan termal ruang dalam bangunan?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mempelajari kinerja *phase change material* atau material berubah fasa sehingga karakteristiknya dapat dipahami. *Phase change material* sendiri merupakan material yang belum banyak diterapkan khususnya dalam dunia arsitektur sehingga penelitian perihal *phase change material* ini dapat menambah pengetahuan mengenai inovasi strategi mencapai kenyamanan termal ruang dalam pada bangunan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh aplikasi *phase change material* pada *double-skin facade* bangunan terhadap kenyamanan termal ruang dalam bangunan.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan variasi rancangan fasad khususnya fasad kinetik dengan pendekatan mekanisme lipat yang dapat menjadi pertimbangan dalam merancang fasad bangunan yang responsif terhadap lingkungan sekitar bangunan. Manfaat penelitian secara umum adalah sebagai berikut:

1. Memberi tambahan pengetahuan mengenai alternatif aplikasi *phase change material* yang mampu mengoptimalkan kenyamanan termal bangunan;
2. Mendukung perkembangan strategi peningkatan kenyamanan termal ruang dalam bangunan menggunakan material terbaru.

1.5. Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada pembahasan sebagai berikut:

1. Lingkup Objek pada penelitian ini adalah *double-skin facade* bangunan yang menggunakan *phase change material* kalsium klorida hexahidrat.
2. Lingkup Substansi pada penelitian ini adalah pengaruh penggunaan *phase change material* pada *double-skin facade* bangunan terhadap tingkat kenyamanan termal ruang dalam bangunan. Faktor kenyamanan termal mencakup temperatur udara, temperatur radiasi, dan temperatur operatif pada bangunan.

1.6. Sistematika Pembahasan

Proposal penelitian ini secara garis besar terbagi menjadi tiga bagian sebagai berikut :

1. Pendahuluan

Bagian Pendahuluan berisi uraian latar belakang penelitian yang mencakup isu permasalahan atau fenomena yang diangkat pada penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika pembahasan;

2. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka menguraikan tentang penggunaan *phase change material* dan kenyamanan termal ruang dalam bangunan. Bagian ini berisi teori-teori terkait sebagai acuan berdasarkan studi literatur. Pada bagian ini, dibahas mengenai Kenyamanan termal ruang dalam bangunan, aplikasi *phase change material*, dan upaya mencapai kenyamanan termal dengan aplikasi *phase change material*;

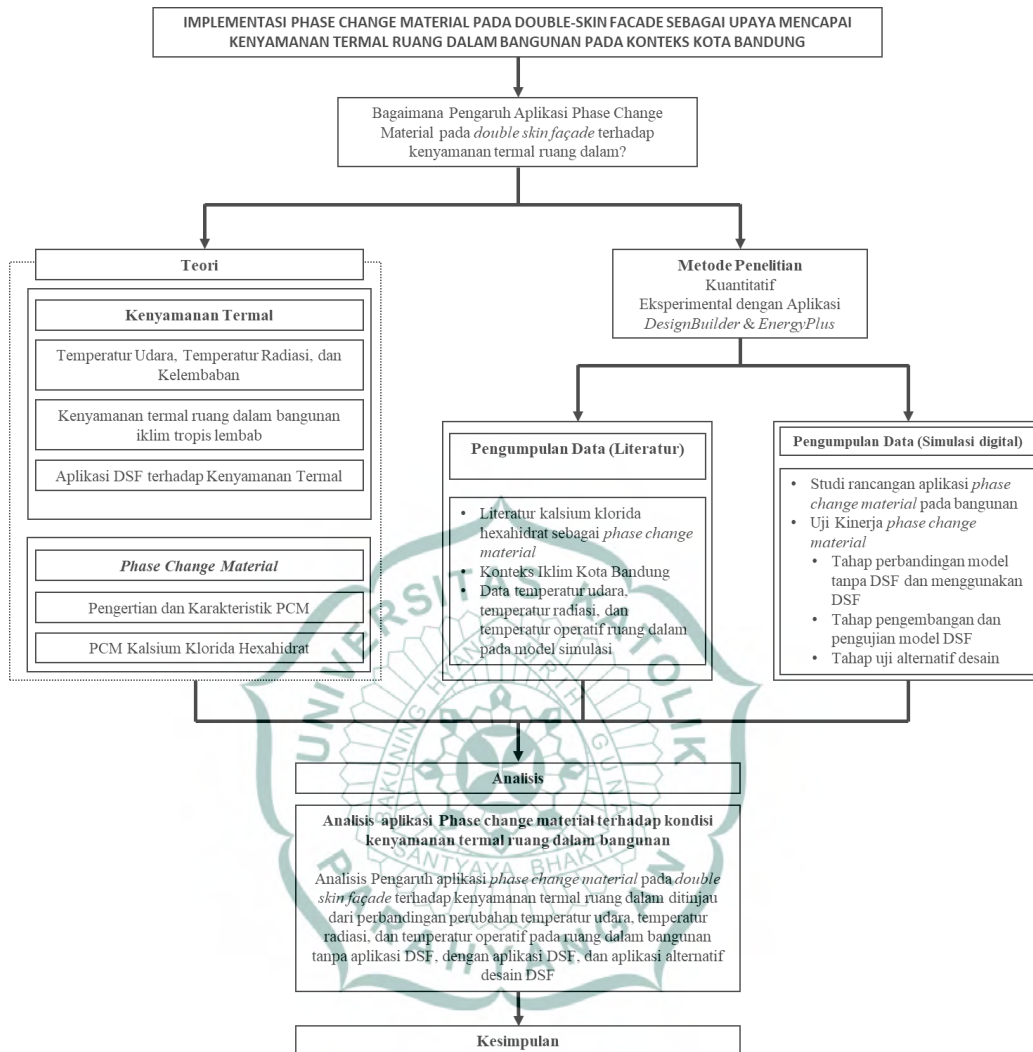
3. Metodologi Penelitian

Bagian ini menjelaskan perihal pendekatan atau jenis penelitian, prosedur atau tahapan penelitian, teknik pengumpulan data, dan teknik analisis data;

4. Hasil Pengamatan

Bagian ini menjelaskan perihal gambaran umum, pemaparan variabel dan sub-variabel, pemaparan data penelitian, hingga analisis data sesuai fokus penelitian.

1.7. Kerangka Penelitian



Gambar 1.3 Kerangka Penelitian