

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Model *Shading Device*

Strategi yang paling umum dalam mengurangi termal dalam bangunan yakni dengan penambahan perangkat peneduh (*shading device*). Pada penelitian ini terdapat tiga jenis perangkat peneduh yang digunakan, pertama penulis menggunakan perangkat peneduh yang menutupi fasad bangunan yang biasa disebut *secondary skin* dengan desain berlubang menutupi semua bagian fasad depan dan belakang bangunan, kedua penulis menggunakan desain yang sama (*secondary skin*) tetapi dengan celah disetiap balkon yang ada, dan yang ketiga menggunakan perangkat peneduh berupa topi-topi atau *horizontal shading device*. Ketiga desain tersebut di implementasikan pada objek penelitian guna untuk membandingkan perangkat peneduh mana yang lebih efektif dalam mengurangi termal dalam bangunan, sehingga perangkat peneduh terbaik yang akan dijadikan rekomendasi desain pada Universitas Islam Sultan Agung dalam memperbaiki kondisi termal pada asramanya.

5.1.1. Desain 1 *Secondary Skin*

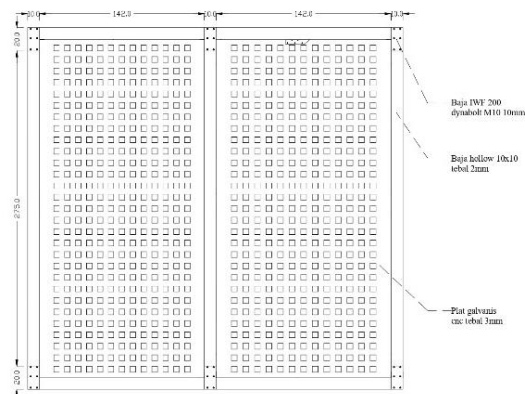
Desain 1 *secondary skin* dibuat dengan panel yang berlubang dan pola bukaan acak, berfungsi mengurangi intensitas panas dan radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan sehingga dapat menurunkan kondisi termal pada interior bangunan. Penerapan desain ini bertujuan untuk meningkatkan performa termal bangunan secara pasif. Selain untuk menurunkan kondisi termal, desain ini memungkinkan aliran udara alami tetap bergerak secara optimal. Kondisi tersebut membantu menjaga kelancaran sirkulasi udara dan meningkatkan proses ventilasi alami pada bangunan. Dengan demikian, penggunaan second skin berlubang tidak hanya berperan sebagai elemen peneduh, tetapi juga sebagai strategi pasif dalam meningkatkan kenyamanan termal bangunan.



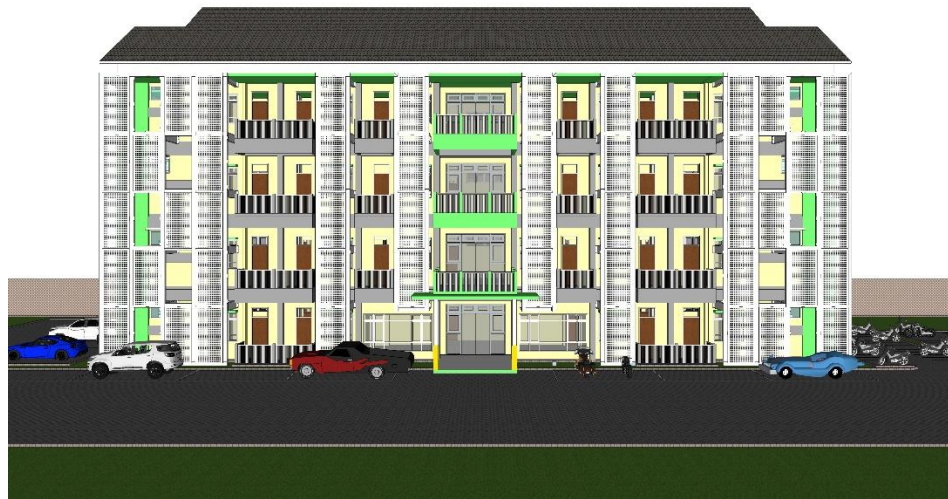
Gambar 5. 1. Desain 1 *Secondary Skin* (a) Detail (b) Implementasi
 Sumber : Dokumen pribadi

5.1.2. Desain 2 *Secondary Skin*

Berbeda dengan *secondary skin* model 1, desain ini dibuat juga dengan panel yang berlubang tetapi dengan pola bukaan yang mengikuti balkon pada setiap ruangan, hal tersebut berfungsi mengurangi intensitas panas yang masuk ke dalam bangunan, tetapi tidak secara menyeluruh dan cahaya matahari yang masuk juga lebih banyak sehingga dapat menurunkan kondisi termal pada interior bangunan tetapi cahaya alami tetap banyak, dan juga desain ini memungkinkan aliran udara alami tetap bergerak dengan lebih optimal. Kondisi tersebut membantu menjaga kelancaran sirkulasi udara dan meningkatkan proses ventilasi alami pada bangunan. Dengan demikian, penggunaan second skin berlubang tidak hanya berperan sebagai elemen peneh, tetapi juga sebagai strategi pasif dalam meningkatkan kenyamanan termal bangunan.



(a)

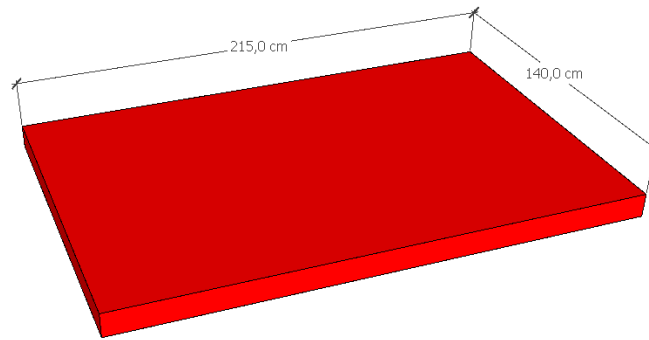


(b)

Gambar 5. 2. Desain 2 Secondary Skin (a) Detail (b) Implementasi
Sumber : Dokumen Pribadi

5.1.3. *Horizontal Shading Device*

Desain ketiga menggunakan *horizontal shading device* sebagai alternatif perangkat peneduh yang lebih ekonomis dibandingkan penggunaan *secondary skin*. Meskipun memiliki biaya konstruksi dan perawatan yang lebih rendah, desain ini tetap efektif dalam mengurangi intensitas radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan. Elemen *horizontal* pada *shading device* mampu menghalangi paparan sinar matahari langsung, terutama pada periode dengan sudut matahari tinggi, sehingga membantu menurunkan suhu dalam ruang. Selain itu, desain ini tidak menghambat aliran udara alami sehingga sirkulasi udara di sekitar bangunan tetap terjaga dengan baik. Oleh karena itu, *horizontal shading device* menjadi solusi pasif yang efisien dan ramah biaya dalam meningkatkan kenyamanan termal bangunan.



(a)



(b)

Gambar 5. 3. Desain *Horizontal Shading* (a) Detail (b) Implementasi

Sumber : Dokumen pribadi

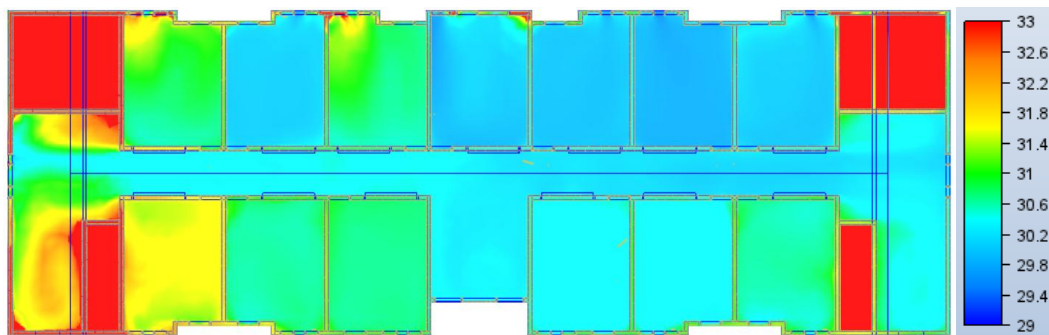
5.2. Hasil Simulasi Redesain

Setelah ketiga alternatif desain *shading device* selesai dimodelkan pada Autodesk Revit, masing-masing desain kemudian disimulasikan menggunakan Autodesk CFD dengan pengaturan ruang, kondisi batas (*boundary conditions*), serta parameter simulasi yang sama untuk memastikan hasil yang diperoleh dapat dibandingkan secara objektif. Simulasi dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh setiap desain terhadap distribusi suhu dan kondisi kenyamanan termal di dalam bangunan, dengan menerapkan parameter *input* yang sama dengan eksisting. Hasil dari masing-masing simulasi kemudian dianalisis dan dikomparasikan satu sama lain guna mengetahui tingkat efektivitas setiap alternatif dalam mengurangi panas yang masuk ke dalam ruang. Selain itu, hasil ketiga desain tersebut juga dibandingkan dengan kondisi bangunan eksisting untuk menilai sejauh mana peningkatan kinerja termal

yang dapat dicapai melalui intervensi desain yang diusulkan. Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, desain yang menunjukkan performa paling efektif dalam meningkatkan kenyamanan termal dan menurunkan suhu dalam ruang akan dipilih sebagai desain rekomendasi untuk redesain Gedung D Asrama Universitas Islam Sultan Agung.

5.2.1. Simulasi Desain 1 *Secondary Skin*

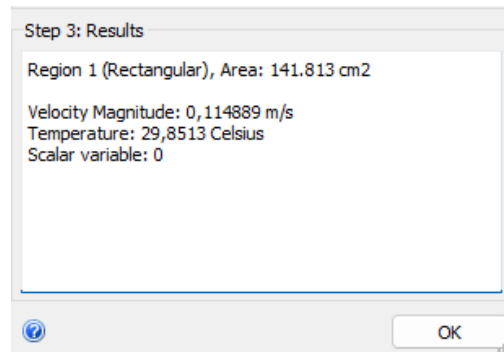
Penerapan desain 1 *secondary skin* pada penelitian ini menunjukkan perubahan yang signifikan terhadap distribusi suhu termal di dalam ruang. Visualisasi yang dihasilkan simulasi memperlihatkan dominasi warna biru kehijauan yang merepresentasikan suhu rata-rata berkisar antara 29°C hingga 30°C. Kondisi ini menunjukkan penurunan suhu yang cukup berarti apabila dibandingkan dengan kondisi eksisting yang didominasi oleh warna hijau hingga kekuningan dengan rentang suhu sekitar 31°C hingga 32°C. Penurunan suhu tersebut mengindikasikan bahwa *secondary skin* mampu mengurangi intensitas radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan sehingga beban panas yang diterima ruang menjadi lebih rendah. Dengan demikian, desain *secondary skin* yang diusulkan dapat dikatakan efektif dalam meningkatkan kenyamanan termal dan mengurangi akumulasi panas pada bangunan dibandingkan kondisi eksisting.



Gambar 5. 4. Hasil Simulasi dengan Desain 1 *Secondary Skin*

Sumber : Dokumen pribadi

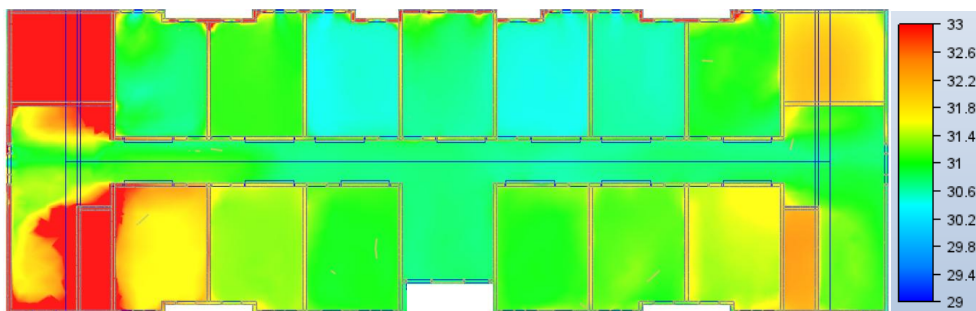
Hasil simulasi yang pada ruangan sampel jika dibandingkan dengan standar SNI 03-6572-2001 lebih mendekati suhu nyaman dikarenakan hasil simulasi dengan menggunakan *secondary skin* menunjukkan suhu 29,8°C pada ruang sampelnya, tetapi berdasarkan perbandingan tersebut masih melebihi standar yang digunakan. Hal tersebut disebabkan tingginya kondisi termal di kota Semarang.



Gambar 5. 5. Hasil Simulasi dengan Desain 1 *Secondary Skin* Pada Ruang Sampel
Sumber : Dokumen pribadi

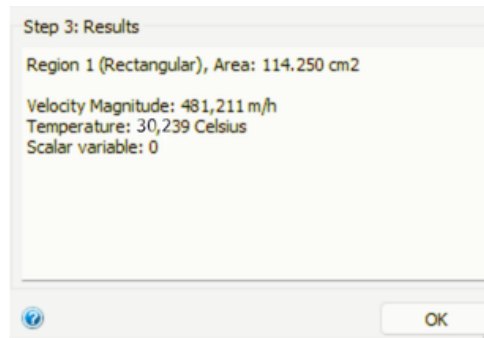
5.2.2. Simulasi Desain 2 *Secondary Skin*

Secondary skin dengan menggunakan desain 2 menunjukkan penurunan suhu termal yang cukup signifikan dibanding desain eksisting. Sama seperti desain 1 visualisasi yang dihasilkan simulasi ini memperlihatkan dominasi warna biru kehijauan yang merepresentasikan suhu rata-rata berkisar antara 29°C hingga 30°C. Yang berarti jika dibandingkan dengan kondisi eksisting *secondary skin* dengan desain 2 ini mampu mengurangi intensitas radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan sehingga beban panas yang diterima ruang menjadi lebih rendah. Dengan demikian, desain *secondary skin* yang diusulkan dapat dikatakan efektif dalam meningkatkan kenyamanan termal dan mengurangi akumulasi panas pada bangunan dibandingkan kondisi eksisting.



Gambar 5. 6. Gambar Simulasi dengan Desain 2 *Secondary Skin*
Sumber : Dokumen Pribadi

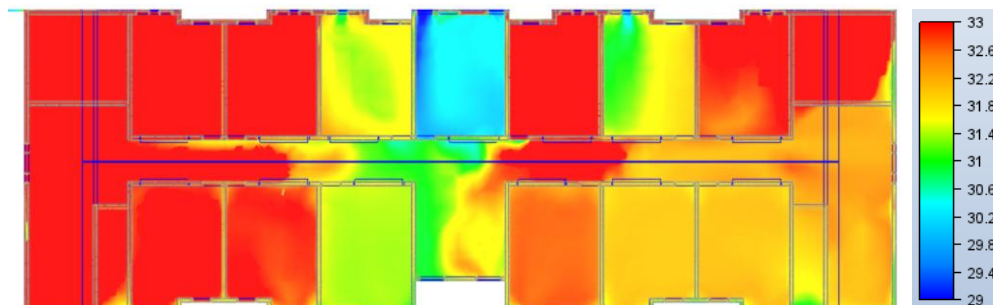
Pada ruang sampel dengan menggunakan desain ini rata-rata suhu berada di 30,2°C. Rata-rata tersebut jika dibandingkan dengan SNI 03-6572-2001. Sehingga pada desain ini suhu rata-rata masih lebih tinggi dibandingkan desain 1.



Gambar 5. 7. Gambar Simulasi dengan Desain 2 *Secondary Skin* Pada Ruang Sampel
Sumber : Dokumen Pribadi

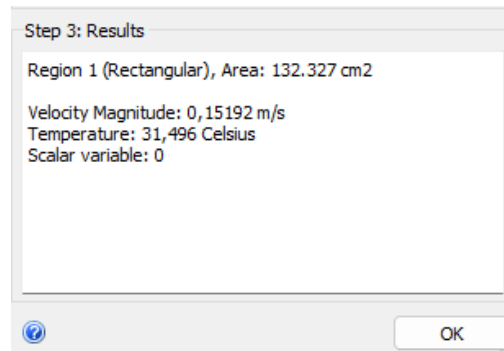
5.2.3. Simulasi *Horizontal Shading Device*

Pada penggunaan *horizontal shading device* hasil simulasi menunjukkan distribusi suhu yang didominasi oleh warna kuning hingga kemerahan, yang merepresentasikan suhu rata-rata berkisar antara 31°C hingga 33°C. Jika dibandingkan dengan kondisi eksisting yang didominasi warna hijau hingga kekuningan dengan rentang suhu sekitar 31°C hingga 32°C, perubahan yang terjadi tidak menunjukkan penurunan suhu yang signifikan. Bahkan, pada beberapa area terlihat adanya peningkatan suhu yang mengindikasikan bahwa perangkat peneduh tersebut belum mampu mengurangi perolehan panas matahari secara optimal. Kondisi ini menunjukkan bahwa efektivitas *horizontal shading device* dalam meningkatkan kenyamanan termal pada bangunan relatif lebih rendah dibandingkan alternatif desain lainnya. Oleh karena itu, berdasarkan hasil simulasi yang diperoleh, desain *horizontal shading device* dapat dikategorikan kurang efektif dalam mengurangi beban termal di dalam bangunan dan belum mampu memberikan peningkatan kenyamanan termal yang signifikan dibandingkan kondisi eksisting.



Gambar 5. 8. Hasil Simulasi dengan Horizontal Shading
Sumber : Dokumen pribadi

Hasil simulasi yang pada ruangan sampel jika dibandingkan dengan standar SNI 03-6572-2001 masih jauh dari suhu nyaman dikarenakan hasil simulasi dengan menggunakan *horizontal shading device* ini menunjukkan suhu 31,4°C pada ruang sampelnya.



Gambar 5. 9. Hasil Simulasi dengan *Horizontal Shading Device* Pada Ruang Sampel

Sumber : Dokumen pribadi

5.2.4. Komparasi Hasil Simulasi

Berdasarkan hasil simulasi dari ketiga alternatif desain yang telah dikembangkan, diperoleh perbedaan performa yang cukup signifikan dalam mengurangi beban termal pada ruang. Simulasi bangunan yang menggunakan *secondary skin* desain 1 menunjukkan kinerja terbaik dengan suhu rata-rata ruang sampel sebesar 29,8°C, yang berarti mengalami penurunan sekitar 1,5°C hingga 2°C dibandingkan kondisi eksisting yang memiliki suhu rata-rata sebesar 31,3°C. Penurunan suhu tersebut mengindikasikan bahwa *secondary skin* mampu mengurangi radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan secara lebih efektif sehingga kondisi termal ruang menjadi lebih nyaman. Pada simulasi dengan menggunakan *Secondary skin* desain 2 suhu rata-rata yang didapatkan pada ruang sampel sebesar 30,2°C, terdapat penurunan suhu sebesar 1,1°C dari kondisi eksisting. Hal tersebut menunjukkan penurunan suhu cukup baik, tetapi dari rata-rata suhu yang terlihat dengan menggunakan *secondary skin* ini efektifitas dalam mengurangi suhu ruang masih dibawah *secondary skin* dengan menggunakan desain 1. Berbeda dengan *secondary skin*, simulasi yang menggunakan desain *horizontal shading device* menghasilkan suhu rata-rata sebesar 32,4°C pada ruang yang sama, yang tidak menunjukkan perbaikan dibandingkan kondisi eksisting dan bahkan mengalami

peningkatan suhu sekitar $0,1^{\circ}\text{C}$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *horizontal shading device* kurang efektif dalam mengendalikan perolehan panas pada bangunan

Hasil komparasi simulasi dari ketiga desain yang telah dibuat, desain 1 *secondary skin* dipilih sebagai alternatif terbaik dan direkomendasikan sebagai solusi redesain untuk meningkatkan kenyamanan termal bangunan, dikarenakan desain tersebut paling efektif dalam mengurangi suhu udara ruang didalam bangunan.

Tabel 5. 1. Komparasi Hasil Simulasi

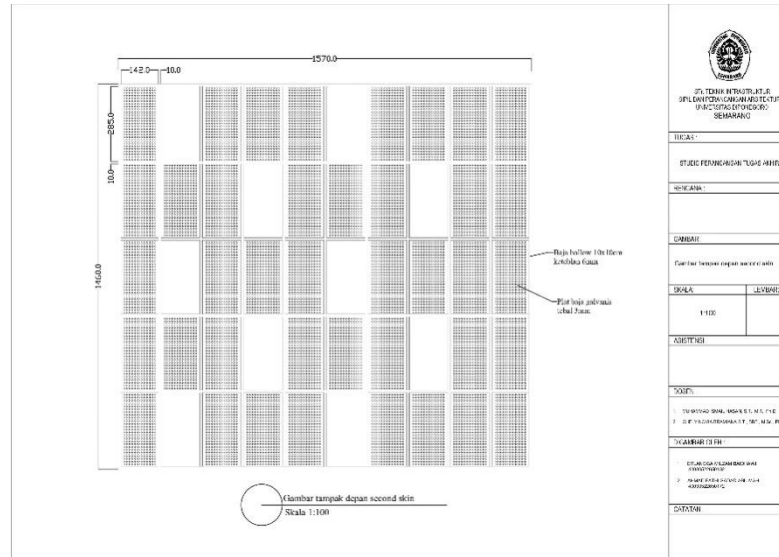
Sumber : Dokumen pribadi

Waktu	Eksisting	Redesain 1	Redesain 2	Redesain 3	SNI 03-6572-2001
12.00	$31,3^{\circ}\text{C}$	$29,8^{\circ}\text{C}$		$31,4^{\circ}\text{C}$	$25,8^{\circ}\text{C} - 27,1^{\circ}\text{C}$

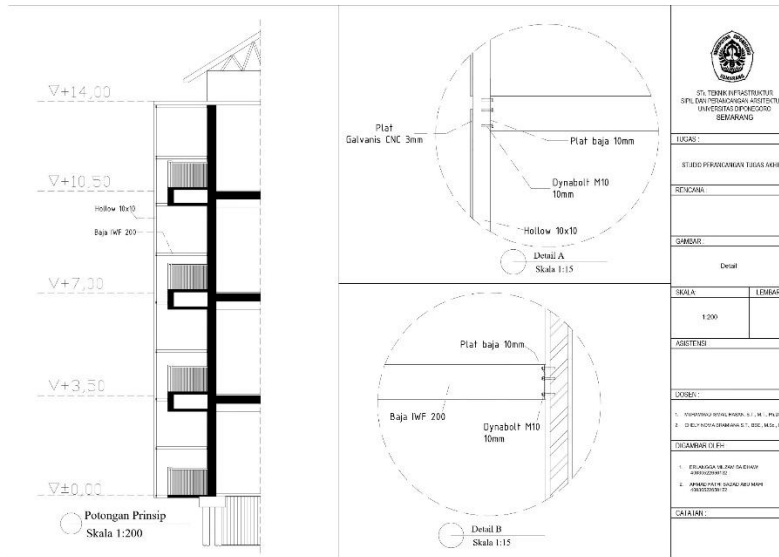
5.3. Desain Terpilih

Secondary skin dengan desain menutupi fasad depan dan belakang menjadi desain terpilih dalam penelitian ini karena menunjukkan kinerja termal yang paling efektif dibanding desain lainnya dalam mengurangi kondisi panas di dalam bangunan berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan. Penerapan elemen ini mampu menurunkan suhu ruang secara lebih signifikan dibandingkan desain eksisting maupun alternatif desain lainnya, sehingga memberikan peningkatan kenyamanan termal yang lebih baik bagi penghuni.

Secondary skin dengan desain ini menggunakan material aluminium yang diproduksi melalui proses pemotongan CNC (*Computer Numerical Control*) untuk menghasilkan pola yang presisi sesuai desain. Sistem ini dipasang menggunakan kombinasi rangka hollow dan struktur baja IWF sebagai elemen penopang utama guna menjamin kekuatan dan stabilitas konstruksi. Setiap panel aluminium memiliki dimensi $1,42\text{m} \times 3\text{m}$ dengan desain berlubang serta bukaan acak sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.7, yang berfungsi untuk mengurangi intensitas radiasi matahari sekaligus mempertahankan sirkulasi udara alami. Selain itu, *secondary skin* ini ditempatkan pada jarak 2 m dari dinding terluar bangunan sehingga terbentuk rongga udara yang dapat membantu mengurangi perpindahan panas ke dalam bangunan dan meningkatkan efektivitas sistem peneduhan secara keseluruhan.



(a)



(b)

Gambar 5. 10. Detail Secondary Skin (a) Tampak (b) Detail Pemasangan
 Sumber : Dokumen pribadi

Penerapan desain *secondary skin* dengan desain yang direkomendasikan dalam penelitian ini memerlukan biaya konstruksi sebesar Rp.1.727.452.920, dengan patokan anggaran yang disajikan pada Tabel 5.2. Estimasi biaya tersebut mencakup seluruh pekerjaan yang diperlukan untuk proses pemasangan sistem *secondary skin* pada bangunan asrama. Pembuatan *secondary skin* ini terbagi menjadi 3 segmen utama. Pertama pembuatan gudang sementara, berfungsi untuk menyimpan material saat pembangunan. Kedua, pekerjaan pemasangan pondasi batu kali, yang digunakan

sebagai penahan beban vertikal dari *secondary skin*. Tahap akhir meliputi pemasangan *secondary skin*, yang meliputi beberapa pekerjaan, dari pemasangan scaffolding, pemasangan rangka, hingga pemasangan panel aluminium yang memiliki desain berlubang sehingga membentuk elemen peneduh yang mampu mengurangi intensitas radiasi matahari dan meningkatkan kenyamanan termal di dalam bangunan. Dengan investasi tersebut, desain *secondary skin* ini diharapkan tidak hanya memberikan peningkatan performa termal bangunan, tetapi juga menjadi solusi jangka panjang yang mendukung efisiensi energi dan kenyamanan penghuni asrama.

Tabel 5. 2. Rekap Rencana Anggaran Biaya

Sumber : Dokumen pribadi

Pekerjaan	Jumlah Harga
Pembuatan Gudang	Rp. 15.928.460
Pemasangan Pondasi Batu Kali	Rp. 37.690.000
Pemasangan <i>Secondary Skin</i> (Harga Fabrikasi termasuk Tenaga)	Rp.1.673.834.460
Total Harga	Rp.1.727.452.920



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. 11. Visualisasi Desain Terpilih (a) Tampak Depan (b) Perspektif 1 (c) Perspektif 2
Sumber : Dokumentasi Pribadi

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan, simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD), serta analisis terhadap alternatif desain yang dilakukan pada Gedung D Asrama Mahasiswa Universitas Islam Sultan Agung, maka:

Kondisi kenyamanan termal pada Gedung D Asrama Mahasiswa Universitas Islam Sultan Agung belum memenuhi standar kenyamanan termal berdasarkan SNI 03-6572-2001. Hasil pengukuran dan simulasi menunjukkan bahwa suhu ruang eksisting mencapai sekitar 31,3°C, sehingga melebihi rentang suhu nyaman yang direkomendasikan. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh tingginya paparan radiasi matahari dan karakteristik bangunan yang mengandalkan ventilasi alami sebagai sistem penghawaan utama.

Penerapan ketiga desain perangkat peneduh memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kondisi kenyamanan termal bangunan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa alternatif desain 1 *secondary skin* mampu menurunkan suhu ruang hingga mencapai 29,8°C, alternatif desain 2 *secondary skin* mampu menurunkan suhu ruang hingga mencapai 30,2°C, sedangkan penerapan *horizontal shading device* menghasilkan suhu sekitar 31,4°C. Dengan demikian, desain 1 *secondary skin* memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengurangi perolehan panas matahari dan meningkatkan performa termal bangunan dibandingkan alternatif desain lainnya.

Berdasarkan hasil komparasi simulasi, penggunaan *secondary skin* desain pertama merupakan alternatif desain yang paling efektif untuk meningkatkan kenyamanan termal Gedung D Asrama Mahasiswa Universitas Islam Sultan Agung. Desain ini mampu mengurangi intensitas radiasi matahari yang diterima bangunan sekaligus tetap mempertahankan sirkulasi udara alami, sehingga memberikan kondisi termal yang lebih baik dibandingkan bangunan eksisting maupun alternatif desain 2 *Secondary skin* maupun Alternatid desain *horizontal shading device*. Oleh karena itu, *secondary skin* direkomendasikan sebagai solusi desain pasif yang dapat diterapkan pada Gedung D Asrama Mahasiswa Universitas Islam Sultan Agung untuk meningkatkan kenyamanan termal bangunan.