

Pengaruh Rekayasa Fasad Terhadap Temperatur Ruang Kuliah Gedung Pasca Sarjana Universitas Islam Malang

Radin Andhy Dharma Wisambudi¹ dan Andika Citraningrum²

¹ Mahasiswa Program Sarjana Arsitektur, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

² Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Alamat Email penulis: radinandhy@yahoo.com

ABSTRAK

Modifikasi permukaan tanah melalui pengembangan kota yang menggunakan material yang menyimpan panas menyebabkan fenomena Urban Heat Island (UHI), yaitu naiknya temperatur pada kawasan urban. Universitas Islam Malang (UNISMA) sebagai universitas yang berada pada kawasan pendidikan yang padat pembangunan juga turut menerima dampak UHI sehingga suhu udara meningkat dan juga mempengaruhi temperatur udara ruang kuliah Gedung Pascasarjana UNISMA, sedangkan kenyamanan termal dibutuhkan untuk mengoptimalkan kinerja pengguna ruang. Identifikasi permasalahan menunjukkan bahwa fasad kaca berupa curtain wall dengan rasio penuh dan orientasi barat daya dan timur laut juga turut memperbesar radiasi matahari pada bangunan. Penggunaan AC central sebagai solusi permasalahan termal memiliki dampak pada besarnya energi terbuang pada ruang kuliah tidak terpakai. Metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimental digunakan dalam penelitian untuk dapat mengetahui pengaruh alternatif rekayasa fasad terhadap penurunan temperatur ruang kuliah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur masih dapat diturunkan dengan penerapan rekayasa elemen fasad dan peningkatan kinerja ventilasi alami yang baik melalui rekayasa bukaan ventilasi.

Kata kunci: kenyamanan termal, fasad, ventilasi alami, temperatur ruang

ABSTRACT

Land surface modification through the development of cities that use heat-saving material causes the phenomenon of Urban Heat Island (UHI), which is the rise in temperature in urban areas. Malang Islamic University (UNISMA) as a university located in a densely developed education area also received the impact of UHI so that air temperature increased and also affected the air temperature of the class room of the UNISMA Postgraduate Building, while thermal comfort was needed to optimize the performance of users. Identification of problems shows that glass facades in the form of curtain walls with full ratios and southwest-northeast orientations also contribute to solar radiation in buildings. The use of central AC as a solution to thermal problems has an impact on the amount of wasted energy in unused class rooms. Quantitative methods with experimental approaches are used in research to be able to find out the effect of facade engineering alternatives on decreasing the temperature of class rooms. The results of the study show that temperature can still be reduced by applying facade modifications and improving the performance of good natural ventilation through modification of ventilation openings.

Keywords: thermal comfort, facade, natural ventilation, room temperature

1. Pendahuluan

Urban heat island adalah sebuah wilayah metropolitan yang lebih hangat dibanding wilayah pedesaan sekitarnya. Penyebab utama UHI yakni modifikasi permukaan tanah melalui pengembangan kota yang menggunakan material yang menyimpan panas. Kota Malang sebagai tujuan pendidikan menjadikan pertumbuhan pembangunan dan perkonomian kawasan pendidikan termasuk Universitas Islam Malang (UNISMA) berkembang dengan sangat pesat dan menyebabkan fenomena UHI sehingga suhu udara meningkat dan juga mempengaruhi suhu udara Gedung Pascasarjana UNISMA.

Material pelingkup fasad berupa *curtain wall* dengan rasio penuh dengan orientasi bangunan memanjang ke barat daya dan timur laut yang kurang sesuai pada bangunan tropis dan turut memperbesar radiasi matahari yang diterima selubung bangunan yang diteruskan ke ruang dalam sehingga ruang dalam bangunan semakin panas. AC Central digunakan sebagai solusi permasalahan termal pada gedung kuliah, namun memiliki kelemahan yaitu banyaknya energi yang terbuang pada saat jam efektif perkuliahan karena pada ruang tak terpakai. Diperlukan pengoptimalan pendinginan pasif untuk membuat ruang kuliah nyaman tanpa menggunakan AC dengan cara modifikasi fasad bangunan.

Penelitian ini akan mengevaluasi tentang penggunaan fasad kaca terhadap temperatur ruang kuliah pada Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang (UNISMA). Dari objek ini akan dilakukan survei lapangan dan simulasi dari beberapa sampel ruangan yang mendapatkan paparan sinar matahari yang paling banyak. Dari perolehan data akan didapatkan pengaruh penggunaan fasad kaca terhadap temperatur ruang kuliah dan rekayasa untuk mengoptimalkan pendinginan pasif bangunan.

1.1 Tinjauan Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal merupakan salah satu unsur kenyamanan yang sangat penting, karena menyangkut kondisi suhu ruangan yang nyaman. Manusia akan mempertahankan suhu sekitar 37°C, hal ini diperlukan organ tubuh agar dapat menjalankan fungsinya secara baik. Dari beberapa definisi kenyamanan termal lainnya dapat diketahui beberapa faktor pengaruh kenyamanan termal yaitu: temperatur udara kering, kelembaban udara relative, pergerakan udara, dan radiasi matahari, serta karakteristik khusus. Kenyamanan ruang termal indoor juga merupakan dampak yang ditimbulkan oleh pemilihan jenis desain bangunan, elemen peneduh, material, desain bukaan, dan pengaruh lingkungan (Latifah, N.L. et al, 2013). Kenyamanan termal dalam ruang dapat dikendalikan dengan meningkatkan fungsi dari ventilasi. Ventilasi berfungsi untuk mengalirkan udara ke dalam ruangan dan mengurangi tingkat kelembaban di dalam ruangan.

1.2 Indeks Kenyamanan Termal

Menurut SNI 03-6572-2001, kenyamanan yaitu hasil dari proses mengolah udara secara serempak dengan mengendalikan; temperatur, kelembaban nisbi, kebersihan dan distribusinya untuk memperoleh kenyamanan penghuni dalam ruang yang dikondisikan. Dan zona kenyamanan termal untuk orang Indonesia untuk perancangan umumnya diambil: 25 °C ± 1 °C dan kelembaban udara relative 55% ± 10%. Temperatur udara kering (*dry-bulb temperature / DBT*), kelembaban udara relatif (*relative humidity / rH*), dan

kecepatan udara menjadi tiga faktor utama dalam indeks kenyamanan termal. Dalam hubungannya dengan temperatur udara kering, kecepatan angin juga memberikan pengaruh terhadap kenyamanan melalui penyejukan terhadap permukaan kulit manusia yang disebut sebagai kenyamanan ventilasi. Kebutuhan kecepatan angin dapat ditentukan dengan mengetahui kondisi suhu dan kelembaban pada ruang tersebut melalui diagram besarnya kebutuhan kecepatan angin dalam mencapai kenyamanan ventilasi dalam Nugroho *et al.* (2007).

2. Metode

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode penelitian Deskriptif Kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Deskriptif kuantitatif yaitu berupa pendeskripsian atau gambaran berdasarkan fakta dan hubungan antar variabel yang diteliti dengan penjabaran data berupa angka. Sedangkan pendekatan eksperimental yaitu dengan melakukan metode simulasi untuk mengetahui kondisi termal eksisting pada objek penelitian dan hasil rekayasa fasad yang paling efektif dari beberapa variabel yang dapat diterapkan pada objek penelitian.

Dalam proses penelitian, tahapan yang dilakukan yaitu dimulai dari identifikasi masalah pada objek penelitian, setelah itu dilakukan perumusan masalah sehingga didapatkan variabel variabel yang akan diteliti pada penelitian. Tahap selanjutnya yaitu dilakukan pengumpulan data dengan cara pengukuran dan observasi lapangan secara langsung maupun melalui literatur terkait. Data data yang ada kemudian dikonversikan ke 3D untuk disimulasikan menggunakan software simulasi digital Ecotect Analysis sehingga diketahui kondisi termal eksisting yang kemudian dievaluasi dengan SNI. Hasil evaluasi kemudian dianalisa sehingga menghasilkan alternatif rekayasa fasad yang mampu mengatasi permasalahan pada ruang kuliah, masing masing alternatif desain kemudian di simulasi dengan metode probabilitas sehingga diketahui rekayasa dengan penurunan temperatur paling baik. Rekayasa terpilih nantinya akan dievaluasi ulang sesuai standar yang berlaku dan apabila belum optimal maka dilakukan rekayasa ventilasi untuk membantu mengkompensasi temperatur ruang kuliah dan dapat memenuhi standar zona kenyamanan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa Data

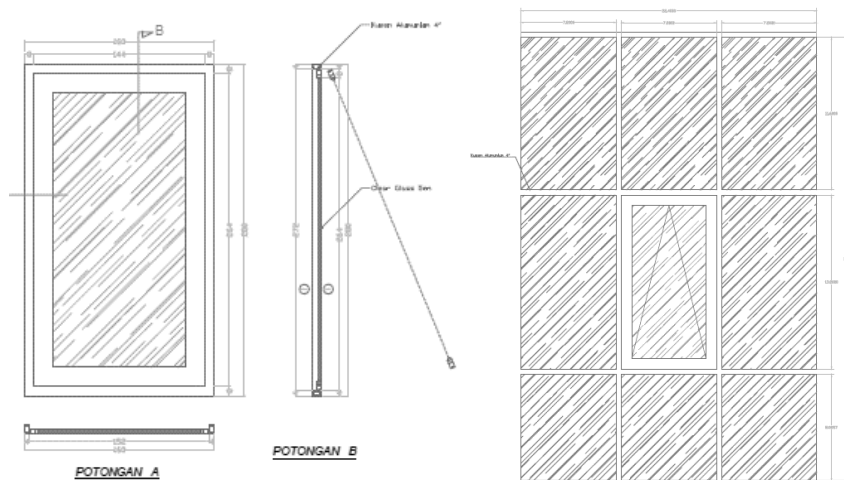
3.1.1 Analisa Situasi

Terdapat beberapa gedung disekitar bangunan Gedung Pascasarjana UNISMA yaitu Gedung kuliah bersama setinggi 6 lantai dan gedung FKIP dengan ketinggian 4 lantai. Pembayangan yang dihasilkan perlu dianalisis karena dapat mempengaruhi hasil penelitian apabila terdapat faktor pembayangan dari gedung sekitar. Selain itu material perkerasan tanah di sekitar gedung di dominasi oleh paving juga menyebabkan suhu sekitar bangunan cenderung panas pada saat siang hari Elemen sun-shading pada fasad gedung Pascasarjana UNISMA berupa kantilever sebagai horizontal shading mampu membayangi ruang kuliah pada saat siang hari dimana titik matahari berada pada posisi puncak, sedangkan untuk

sudut matahari dari sudut rendah pembayang tidak mampu membayangi ruangan dikarenakan orientasi gendung yang mengarah ke barat laut dan timur laut.

3.1.2 Kondisi Ruang

Terdapat empat ruangan sampel yang dilakukan pengukuran temperatur udara, kelembaban udara dan kecepatan angin. Ruangan sampel berada pada lantai 4 yaitu H4-03 dan H4-08, sedangkan pada lantai 5 yaitu H5-03 dan H5-08. Kondisi ruangan terbagi menjadi dua tipe yang saling berhadapan, yaitu ruangan yang berorientasi menghadap barat laut dan memiliki dimensi ruangan yang lebih besar yaitu tipe 03 dan ruangan yang berorientasi menghadap tenggara dan dimensi yang lebih kecil yaitu tipe 08. Keempat ruangan memiliki fasad kaca berupa curtain wall, tidak dilengkapi dengan pelindung panas baik tirai maupun blinds sehingga ruangan menerima direct sunlight tanpa terhalang. Terdapat 1 bukaan berjenis top-hung dengan efektivitas masuknya angin sebesar 75% pada ruangan sebesar H4-03 dan H5-03. Sedangkan ruangan H4-08 dan H5-08 memiliki 3 bukaan berjenis top-hung pada sisi bangunan. Namun, arah datang angin cenderung tidak mengarah ke inlet sehingga kecepatan / aliran udara di dalam ruangan sangat rendah.



Gambar 1. Detail jendela dan curtain wall

3.2 Evaluasi Kinerja Termal Eksisting dan Solusi Termal

3.2.1 Temperatur dan Kelembaban

Melalui hasil pengukuran dan analisis yang dilakukan terkait temperatur dan kelembaban pada setiap ruang kelas, dilakukan evaluasi simulasi eksisting terhadap standart SNI 03-6572-2001. Perhitungan dilakukan dengan data yang didapat dari pengukuran lapangan yakni temperatur udara kering (*dry-bulb temperature*) dan kelembaban relative ruangan (rH).

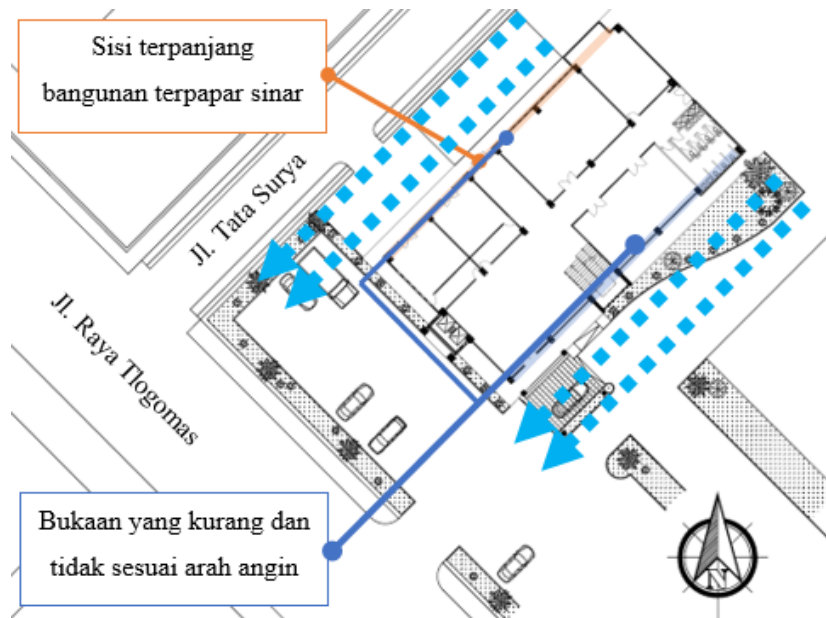
Berdasarkan evaluasi temperatur dan kelembaban yang telah ditentukan, didapatkan hasil bahwa keempat ruang kuliah yang diteliti belum memenuhi kriteria temperatur dan kelembaban optimal untuk daerah tropis berdasarkan SNI 03-6572-2001, serta kecepatan angin jauh dibawah standar untuk mengkompensasi variabel lainnya.

Tabel 1. Evaluasi simulasi eksisting terhadap standar SNI 03-6572-2001

Variabel	H4-03	H4-08	H5-03	H5-08	Standart SNI
Temperatur udara (DBT)	31.6 °C	30.2 °C	31.6 °C	30.2 °C	25°C ± 1°C
Kelembaban udara (rH)	85.5 %	85.4 %	91.2 %	91.2 %	55% ± 10%
Kecepatan Angin (v)	0.1 m/s	0.1 m/s	0.2 m/s	0.2 m/s	0.15-0.25 m/s

3.2.2 Desain Bangunan

Desain bangunan gedung pascasarjana UNISMA dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain orientasi bangunan. Faktor lain yang mempengaruhi termal ruang dalam adalah desain bukaan yang dapat menangkap angin karena pola aliran udara yang melewati ruang tergantung pada lokasi inlet (lubang masuk) udara dan shading devices yang digunakan di bagian luar (Talarosha, 2005). Desain bangunan khususnya sisi yang memiliki bukaan sebaiknya berorientasi terhadap arah datang angin untuk memaksimalkan aliran udara di dalam ruangan. Selain itu, shading bangunan berupa setback tidak efektif untuk mengurangi cahaya dan radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan. Desain massa bangunan eksisting yang belum tanggap terhadap radiasi matahari dan arah angin tersebut mempengaruhi kenyamanan termal ruang yang ada pada bangunan.

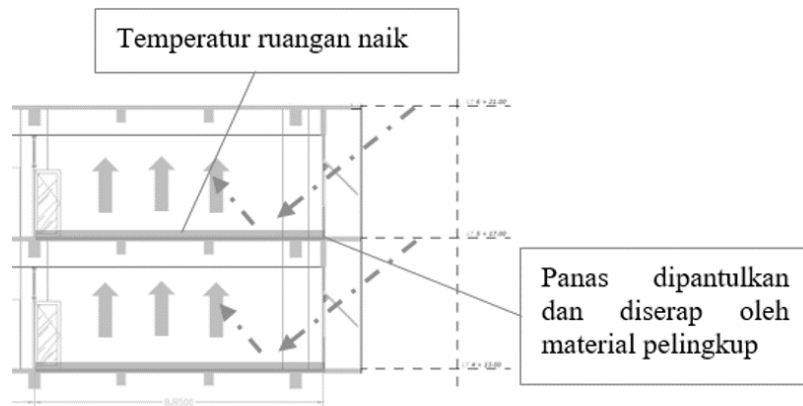


Gambar 2. Desain bangunan terhadap matahari dan angin

Dari wawancara terhadap kepala sarana prasarana UNISMA diketahui bahwa nantinya fasad akan ditambahkan dengan double skin façade (DSF). Double skin berupa pola islamic geometry yang bertujuan untuk memberi karakter desain pada gedung Universitas Islam Malang agar memiliki gaya arsitektur yang sama. Hal ini, dapat dimanfaatkan untuk dapat menaungi sinar matahari dari orientasi barat laut – timur laut sehingga rencana renovasi elemen bangunan tidak hanya menambah estetika namun juga dapat membantu mereduksi radiasi yang disebabkan oleh orientasi bangunan.

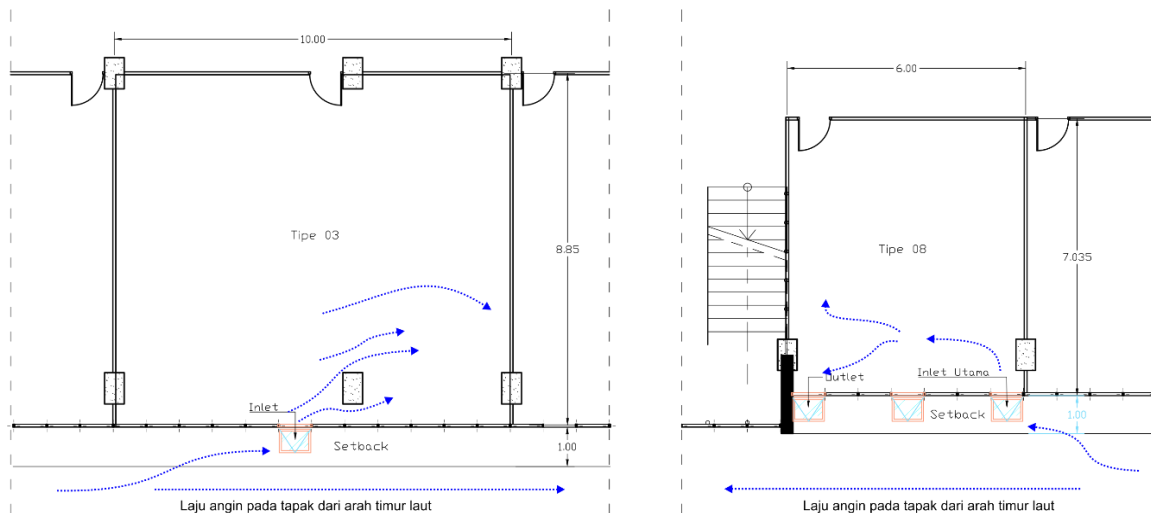
3.2.3 Fasad dan Tipe Bukaannya

Material dan rasio dinding dan jendela juga berpengaruh dalam proses radiasi matahari pada ruang kuliah. Rekayasa rasio dinding dan jendela sebagai langkah lanjutan dari upaya mengurangi sinar matahari langsung ke dalam ruangan. Rekayasa selanjutnya yaitu material dinding dan jendela sebagai langkah pencegahan radiasi ke dalam ruang kuliah apabila rekayasa pertama dan kedua belum dapat menurunkan temperatur ruang kuliah. Nilai time lag dan u-value pada material rekayasa yang akan mempengaruhi temperatur pada ruang kuliah.



Gambar 3. Radiasi pada fasad bangunan

Penggunaan pengkondisian udara buatan seperti AC Central pada gedung pascasarjana memiliki kebutuhan energi yang tinggi. Sedangkan pendinginan pasif pada gedung pascasarjana UNISMA hampir tidak berpengaruh dikarenakan desain fasad dengan setback hingga 90cm yang mengakibatkan kecepatan angin yang datang ke arah jendela berkurang, juga jumlah dan tipe bukaan jendela casement top-hung yang dinilai tidak efektif terhadap arah angin.



Gambar 4 . Hasil observasi aliran angin pada bukaan ruang kuliah

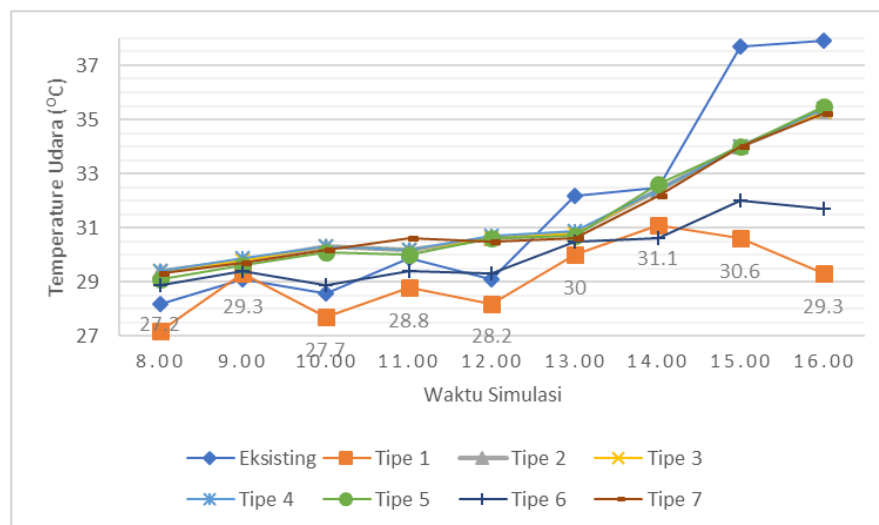
3.3 Simulasi Rekayasa Fasad Bangunan

Dari analisa solusi termal, maka rekayasa kombinasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh kombinasi setiap variable bebas terhadap temperature ruang kuliah. Dari ketiga variabel rekayasa utama yaitu double skin façade (DSF), rasio dinding dan jendela, dan material dinding dan jendela dikombinasikan dengan setiap kemungkinan sehingga dapat diketahui rekayasa fasad yang paling efektif meningkatkan kinerja termal pada ruang kuliah gedung pascasarjana UNISMA. Terdapat 7 tipe kombinasi rekayasa fasad yang dihasilkan dari variabel variabel, yakni sebagai berikut:

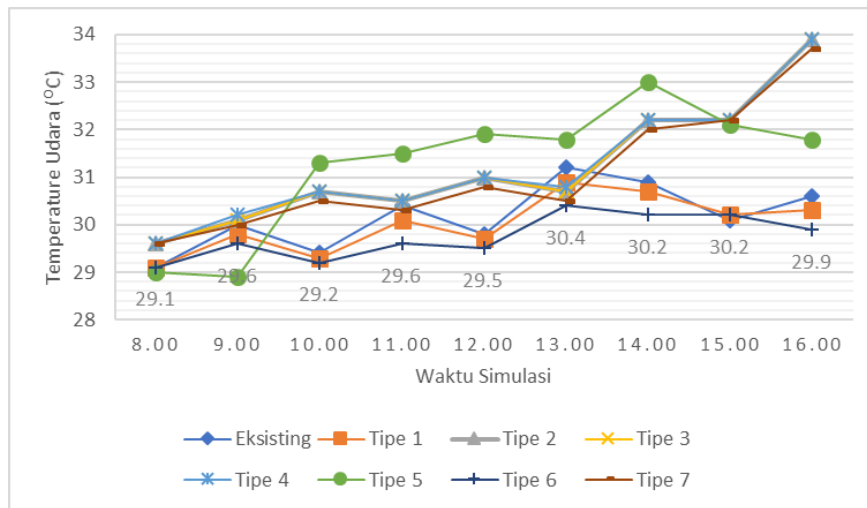
- A. Kombinasi Tipe 1
(Double Skin Facade)
- B. Kombinasi Tipe 2
(Rasio Dinding & Jendela)
- C. Kombinasi Tipe 3
(Material Dinding & Jendela)
- D. Kombinasi Tipe 4
(Rasio Dinding & Jendela; Material Dinding & Jendela)
- E. Kombinasi Tipe 5
(Rasio Dinding & Jendela; Double Skin Facade)
- F. Kombinasi Tipe 6
(Material Dinding & Jendela; Double Skin Facade)
- G. Kombinasi Tipe 7
(Double Skin Facade; Rasio Dinding & Jendela; Material Dinding & Jendela)

3.3.1 Komparasi Kombinasi Rekayasa Fasad

Untuk mengetahui kombinasi rekayasa fasad yang efektif, masing masing kombinasi dikomparasikan berdasarkan simulasi eksisting pada jam efektif perkuliahan yaitu jam 08.00 – 16.00 pada tanggal 29 April selama 24 jam penuh untuk mengetahui efektifitas rekayasa terhadap penurunan temperatur ruang kuliah pada saat jam perkuliahan.



Gambar 5 . Perbandingan temperatur hasil simulasi ruang kuliah tipe 03 terhadap eksisting



Gambar 6. Perbandingan temperatur hasil simulasi ruang kuliah tipe 08 terhadap eksisting

Hasil simulasi menunjukkan bahwa seluruh rekayasa menunjukkan penurunan temperatur yang hampir sama kecuali pada kombinasi tipe 1 dan 6 dimana penerapan rekayasa dengan DSF memberi penurunan temperatur ruang kuliah paling baik. Pada ruang kuliah tipe 03, rekayasa kombinasi Tipe 1 (Double Skin Facade) merupakan rekomendasi terbaik untuk mengurangi rata rata temperatur harian sebanyak 1.6°C, dari temperature eksisting yakni 31.7°C ke angka 29.1°C. Sedangkan pada ruang kuliah tipe 08, kombinasi tipe 6 (Material Dinding & Jendela; Double Skin Facade) merupakan rekomendasi terbaik untuk mengurangi rata rata temperatur harian sebanyak 0.5°C, dari temperature eksisting yakni 30.2°C ke angka 29.7°C.

Temperatur udara pada masing – masing tipe kombinasi berada diatas 29°C. Berdasarkan perbandingan, rekayasa fasad tipe 1 yaitu rekayasa DSF menjadi rekomendasi dengan efektivitas yang baik terhadap ruang kuliah tipe 03 dan 08. Oleh karena itu rekayasa tipe 1 dipilih menjadi rekomendasi terpilih pada objek penelitian. Diketahui bahwa penerapan DSF memberikan pengaruh yang sangat signifikan bagi bangunan dengan orientasi menghadap arah matahari. Sedangkan rekayasa rasio hanya menghambat radiasi dikarenakan adanya efek timelag pada selubung bangunan.

3.3.2 Evaluasi Hasil Rekayasa Fasad Bangunan

Evaluasi hasil rekomendasi desain dibutuhkan untuk mengetahui perbedaan kinerja temperatur ruang kuliah H4-03, H4-08, H5-03, dan H5-08 pada awal dan setelah dilakukan rekayasa pada fasad. Simulasi dilakukan pada bulan April dan Oktober pada jam efektif perkuliahan yaitu jam 08.00 – 16.00 guna mendapatkan peningkatan kinerja termal dengan perbandingan hasil validasi, pada bulan april dapat diketahui penurunan temperatur berdasarkan rata rata suhu kota Malang, sedangkan simulasi bulan Oktober guna mengetahui pengaruh rekayasa fasad pada bulan terpanas menurut BMKG pada 10 tahun terakhir. Kemudian dilakukan evaluasi terhadap standar temperatur optimal menurut SNI 03-6572-2001 tentang perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara.

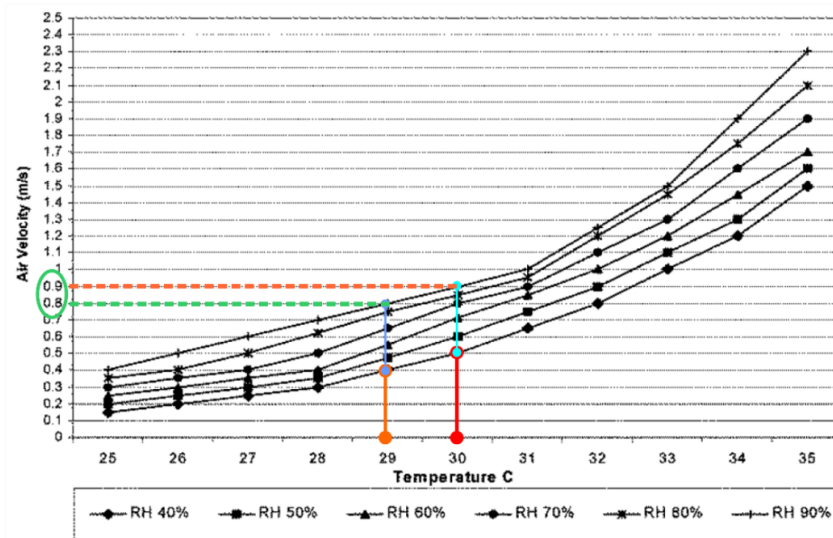
Tabel 2. Evaluasi hasil rekayasa fasad terhadap standar SNI 03-6572-2001

Variabel	Rata rata suhu	H4-03	H4-08	H5-03	H5-08	Standart SNI
Temperatur udara (DBT)	April	29.1 °C	29.8 °C	28.2 °C	28.4 °C	25°C ± 1°C
	Oktober	30.6 °C	30.4 °C	30.2 °C	29.2 °C	
Kelembaban udara (rH)	April	85.5 %	85.4 %	91.2 %	91.2 %	55% ± 10%
	Oktober					
Kecepatan Angin (v)	April	0.1 m/s	0.1 m/s	0.2 m/s	0.2 m/s	0.15-0.25 m/s
	Oktober					

Keempat ruang kuliah yang disimulasikan pada bulan april (suhu rata rata) dan bulan Oktober (suhu absolut) memiliki nilai temperatur udara diatas zona kenyamanan yang ditetapkan dalam SNI 03-6572-2001 tentang sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada gedung yang berada pada kisaran 25 °C ± 1 °C dan kelembaban udara relative 55% ± 10%. Keempat ruang kuliah memiliki nilai temperatur pada ± 30°C dan kelembaban yang tinggi yaitu ± 90%. Rekomendasi desain belum dapat dikatakan berhasil karena tingginya temperatur dan kelembaban, namun sudah dapat menurunkan temperatur ruang dalam pada saat jam efektif perkuliahan sebesar 1°C hingga 2.1°C pada ruang kuliah tipe 03 dan 08. Diperlukan tambahan kecepatan angin yang lebih baik untuk mengkompensasi temperatur dan kelembaban ruang kuliah.

3.3.3 Rekayasa Ventilasi Alami

Kebutuhan kecepatan angin dapat ditentukan dengan mengetahui kondisi suhu dan kelembaban pada ruang tersebut dan ambang batas atas pada kenyamanan termal dapat dilebihkan dengan menyediakan ventilasi alami atau memberi pergerakan udara.

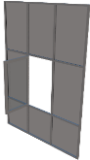
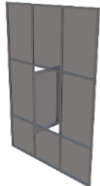


Gambar 7. Kebutuhan kecepatan angin untuk kenyamanan
(Sumber: Nugroho *et al.*, 2007)

Berdasarkan tabel kebutuhan kecepatan angin untuk kenyamanan ventilasi (Nugroho, A.M., *et al.*, 2007), ruang kuliah pada gedung pascasarjana UNISMA dengan nilai temperatur bulan April dan Oktober pada $\pm 29^{\circ}\text{C}$ - 30°C dan nilai kelembaban relatif $\pm 90\%$ maka dibutuhkan angin dengan kecepatan cukup tinggi yaitu 0.8 m/s hingga 0.9 m/s pada bulan terpanas untuk mengkompensasi tingginya temperatur dan kelembaban. Oleh karena itu dibutuhkan pengoptimalan arah angin, jenis bukaan, serta penambahan outlet agar dapat menambah kecepatan angin di dalam ruang.

3.3.3 Rekayasa Ventilasi Alami

Tabel 2. Evaluasi hasil rekayasa fasad terhadap standar SNI 03-6572-2001

Tipe Jendela	Jumlah		Posisi ketinggian manusia (< 2m)	Intensitas Angin	Zona Jangkauan Angin	Zona Negatif pada Ruang
	Tipe 03	Tipe 08				
 Casement Side-Hung 90%	4	3	Terpenuhi	Meningkat (0.1 m/s ke 0.2-1 m/s)	Belum Merata	Belum Efektif
 Vertical Pivot 75%	4	3	Terpenuhi	Meningkat 0.1 m/s ke 0.4-0.9 m/s)	Merata	Belum Efektif

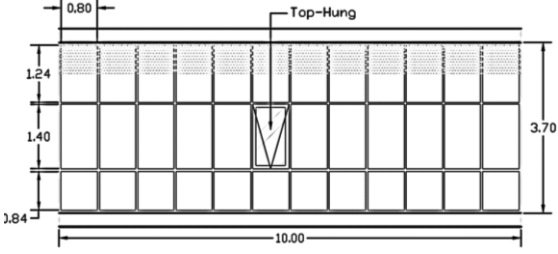
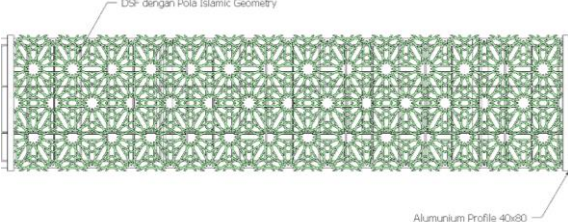
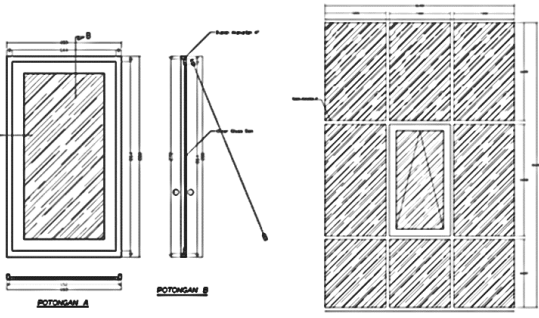
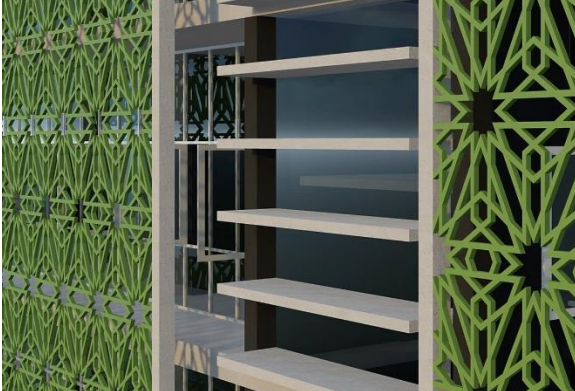
Berdasarkan hasil simulasi dengan *Autodesk Flow Design* menunjukkan bahwa kedua alternatif rekayasa ventilasi berhasil menaikkan kecepatan ruang kuliah tipe 03 dari kecepatan eksisting yakni rata rata 0.1 m/s menjadi 0.2 m/s hingga maksimal 1 m/s, terjadi peningkatan sebanyak ± 0.9 m/s yang dapat membantu mengkompensasi tingginya temperatuur dan kelembaban. Sedangkan pada ruang kuliah tipe 08 terjadi peningkatan yang cukup signifikan yakni dari eksisting 0.1 m/s menjadi 0.4 m/s – 0.9 m/s dimana dapat mengkompensasi tingginya temperatur dan kelembaban dibulan April maupun Oktober (temperatur paling tinggi). Jenis bukaan *vertical pivot* dapat meningkatkan intensitas angin dan penyebaran angin lebih merata. Hasil dari rekayasa berada pada kecepatan 0.5 – 1 m/s yaitu berada dalam katagori masih nyaman namun gerakan udara dapat dirasakan oleh pengguna serta memiliki efek penyegaran 1°C – 1.2°C (Frick, 2008).

3.4 Rekomendasi Desain

Berdasarkan simulasi rekayasa dari masing masing variabel, didapatkan penurunan nilai temperatur udara ruang kuliah $0.2^{\circ}\text{C} > 3.4^{\circ}\text{C}$. Kombinasi alternatif yang menghasilkan

penurunan nilai temperatur udara ruang kuliah paling tinggi yaitu kombinasi Tipe 1 yaitu penerapan sun shading berupa Double Skin Façade (DSF).

Tabel 3. Desain Eksisting dan Rekomendasi

Eksisting	Rekomendasi
	
Fasad bangunan berupa <i>curtain wall</i> dengan rasio 100% dan ventilasi pada tengah dinding.	Penerapan DSF pada fasad sebagai peneduh <i>curtain wall</i> ruang kelas.
	
Material eksisting berupa kaca dengan jenis <i>clear glass</i> dan <i>aluminium frame</i>.	Rekomendasi material tetap menggunakan eksisting dikarenakan kurang berpengaruh terhadap temperatur dan sudah dikompensasi dengan <i>double skin façade (DSF)</i>
	
Jenis pembayang matahari eksisting berupa kantilever (dak beton) dengan tipe bukaan berupa <i>casement top-hung</i> atau <i>awning</i>.	Jenis pembayang matahari yang direkomendasikan berupa DSF dengan panel GRC dan tipe bukaan <i>vertical pivot</i>.

4. Kesimpulan

Penurunan temperatur pada ruang kuliah gedung pascasarjana Universitas Islam Malang dapat dicapai tanpa menggunakan penghawaan buatan, yaitu dengan rekayasa fasad dengan penerapan elemen peneduh berupa Double Skin Facade (DSF) sebagai pencegahan paparan sinar matahari dari desain orientasi bangunan dan rekayasa jenis dan posisi ventilasi. Dari serangkaian penelitian, didapatkan hasil akhir bahwa rekayasa fasad semata belum dapat membuat ruang kuliah sesuai terhadap standart zona kenyamanan menurut SNI 03-6572-2001. Namun penurunan yang terjadi sudah cukup signifikan yaitu 0.4°C hingga 3.4°C dan kecepatan angin $0.2 - 1.3 \text{ m/s}$ sudah dapat mengkompensasi hal tersebut. Hal ini memang cukup sulit dilakukan pada desain bangunan yang menghadap kearah matahari, dimana fasad akan selalu terpapar oleh sinar matahari ketika pagi dan sore. _

Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional. 2001. SNI 03-6572-2001. *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung*. BSN: Jakarta.
- Frick, H. 2008. *Ilmu Fisika Bangunan*. Kanisius: Yogyakarta.
- Latifah, NL. Perdana, H. Prasetya, A. Oswald, PMS. 2013. *Kajian Kenyamanan Termal pada Bangunan Student Center Itenas Bandung*. Jurusan Arsitektur, Institut Teknologi Nasional: Bandung.
- Nugroho, A.M., Ahmad, M.H. and Ossen, D.R. 2007. *A preliminary study of thermal comfort in Malaysia's single storey terraced houses*. Journal of Asian Architecture and Building Engineering. 6(1): 175-182.
- Talarosha, B. 2005. *Menciptakan Kenyamanan Thermal dalam Bangunan*, USU Press: Medan.