



ANALISIS ORIENTASI FASAD BANGUNAN UNTUK OPTIMALISASI KINERJA OTTV GEDUNG KULIAH BERSAMA UNIVERSITAS NEGERI MALANG

Dwi Martha Rachmawati¹, Dian Ariestadi², Imam Alfianto³

Universitas Negeri Malang Jalan Semarang No. 05 Malang

dwi.martha.1705216@students.um.ac.id

Abstrak

Prediksi penggunaan sistem pendingin pada gedung-gedung di negara berkembang akan meningkat sepuluh kali lipat hingga tahun 2060. Dari keseluruhan penggunaan energi pada gedung, 50-70% digunakan oleh sistem pendingin. Beban eksternal yang mempengaruhi sistem pendingin adalah transfer panas melalui selubung bangunan. Universitas Negeri Malang (UM) sebagai salah satu kampus ramah lingkungan, merencanakan infrastruktur berkelanjutan dengan efisiensi energi. Upaya efisiensi energi dapat diwujudkan dengan meminimalkan transfer panas pada selubung bangunan (OTTV). Pada kondisi eksisting nilai OTTV GKB A19 dan A20 tidak memenuhi standar SNI 6389-2020. Sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai optimum OTTV dengan dilakukannya variasi orientasi fasad bangunan pada delapan arah mata angin.

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, metode simulasi komputasi dengan analisis data statistik deskriptif. Objek penelitian yang digunakan adalah dua gedung baru yang identik yaitu GKB A19 dan GKB A20. Pengumpulan data dilakukan secara langsung terhadap pihak PIU-IsDB UM. Data dianalisis menggunakan bantuan *worksheet Ms. Excel* dengan teknik analisis deskriptif. Hasil analisis data pada penelitian ini memberikan hasil peningkatan 11% OTTV eksisting GKB A19 dan 22% OTTV eksisting GKB A20 terhadap orientasi barat. Terjadi penurunan 22% OTTV eksisting GKB A19 dan 15% OTTV eksisting GKB A20 terhadap arah selatan. Kecenderungan peningkatan nilai OTTV terjadi ketika fasad muka bangunan diorientasikan mendekati arah timur dan barat. Sedangkan kecenderungan penurunan nilai OTTV terjadi ketika fasad muka bangunan diorientasikan mendekati arah utara, dan nilai OTTV akan semakin optimum jika diorientasikan mendekati arah selatan.

Rekomendasi arah orientasi terbaik untuk GKB A10 dan A20 secara berurutan adalah arah selatan, tenggara, barat daya, utara, timur laut, barat laut, timur dan barat. Dengan komponen kombinasi SC efektif peralatan peneduh luar dan nilai SF terbaik dalam upaya pencapaian efisiensi energi melalui selubung bangunan adalah pada variasi orientasi selatan GKB A20.

Kata Kunci: Orientasi, Peralatan Peneduh Luar, OTTV, Selubung Bangunan

1. PENDAHULUAN

Pada ajang UI *GreenMetric World University* 2020, Universitas Negeri Malang (UM) menduduki peringkat ke-26 sebagai universitas paling berkelanjutan dari 88 universitas di Indonesia (Nuradilla, 2020). Atas capaian tersebut, UM mengeluarkan Keputusan Rektor Universitas Negeri Malang Nomor 15.7.23/UN32/T/2020 Tentang Kampus Ramah Lingkungan (*Green Campus*) 2020-2023 Universitas Negeri Malang. Salah satu realisasi program kampus ramah lingkungan, UM mendirikan Gedung Kuliah Bersama (GKB) A19 dan A20. Kedua GKB direncanakan mencapai target penghematan energi yang dirilis oleh *Green Building Council Indonesia* (GBCI) (Hajji, 2019). Analisis spesifik yang perlu dilakukan salah satunya berupa perhitungan *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV). Dengan berpedoman pada SNI 03-6389-2011, OTTV tahap perencanaan memperoleh hasil sebesar 31,78 W/m² pada GKB A20 dan 33,48 W/m² pada GKB A19 (Hajji, 2019). Hasil ini menunjukkan bahwa perolehan OTTV kedua gedung telah memenuhi standar.

Letak Indonesia pada garis khatulistiwa menyebabkan potensi menerima efek penyinaran matahari lebih besar, karena sudut penerimaan cahaya matahari di permukaan bumi tegak lurus sehingga membuatnya terpusat (Syar, 2019). Pengaruh negatif dari diperolehnya radiasi matahari ini menyebabkan peningkatan beban eksternal sistem pendinginan (Laksmiyanti et al., 2020). Pada suatu gedung, penggunaan energi listrik terbesar digunakan oleh sistem pendingin/*Air Conditioner* (AC) yaitu 50-70%. Diprediksi penggunaan sistem pendingin pada gedung-gedung di Negara berkembang akan melonjak sepuluh kali lipat hingga tahun 2060 (Utami, 2021). Oleh sebab itu perlu dilakukan rekayasa desain untuk mencapai kenyamanan termal dan penghematan energi sistem pendingin. Rekayasa desain dapat dilakukan dengan merekayasa sistem selubung bangunan, orientasi, bentuk massa, bukaan ventilasi, peneduh dan tata ruang luar (Sugini, 2014).

Orientasi bangunan pada daerah beriklim tropis lembab perlu mempertimbangkan arah datangnya matahari untuk mengurangi laju transfer termal pada selubung bangunan. Dengan sedapat mungkin meminimalkan luasan fasad timur dan barat (Utami, 2021). Pada kondisi eksisting, gedung GKB telah meminimalkan luasan pada sisi yang cenderung menghadap arah datangnya matahari (timur dan barat). Namun, pada penelitian pengaruh variasi peneduh vertikal diperoleh nilai OTTV eksisting melebihi standar SNI 6389-2011, dengan perolehan pada GKB A19 sebesar 37,985 W/m² dan GKB A20 sebesar 38,097 W/m² (Hidayat, 2021). Ketidaksesuaian ini salah satunya dapat dipengaruhi oleh parameter orientasi. Orientasi berkaitan dengan besarnya perolehan nilai akibat radiasi matahari melalui fasad dinding transparan yaitu, pada variabel koefisien peralatan peneduh luar (SC_{efektif}) dan faktor radiasi matahari (SF) dalam rumus OTTV (Pribadi & Indarto, 2013).

Nilai SC_{efektif} dalam SNI 6389-2020 telah disediakan pada lampiran tabel A.5 sampai dengan tabel A.16. Nilai SC efektif dapat diketahui dengan mensubstitusikan rasio R pada sediaan tabel tersebut sesuai dengan arah pemasangan perangkat peneduh luar. Rasio R_1 diperoleh dari perbandingan overhang dengan tinggi kaca (*Overhang Projection Factor/OPF*) pada peneduh horizontal. Rasio R_2 diperoleh berdasarkan perbandingan set-back kaca dari muka *sidefin* dengan jarak antar *sidefin* (*Sidefine Projection Factor/SPF*) pada peneduh vertikal. Sedangkan nilai SF untuk berbagai kota diperoleh berdasarkan simulasi menggunakan data TMY (*Typical Meteorological Year*) pada delapan arah mata angin, dan telah disediakan dalam SNI 6389-2020.

Berdasarkan ketidaksesuaian pada kondisi eksisting GKB A19 dan A20, maka akan dilakukan kajian parameter orientasi terhadap perubahan OTTV apabila disimulasikan pada berbagai arah. Dengan dirilisnya SNI 6389 terbaru tahun 2020, akan dianalisis perbedaan hasil perhitungan menggunakan metode NFRC (*National Fenestration Rating Council*) dalam mempengaruhi nilai U penetrasi. Kemudian hasil simulasi dianalisis untuk dapat diperoleh rekomendasi arah orientasi fasad GKB A19 dan A20 dalam memperoleh nilai OTTV paling optimum.

2. METODE

Penelitian ini berjenis penelitian kuantitatif, metode simulasi komputasi dengan analisis data statistik deskriptif. Simulasi yang dilakukan adalah mengubah orientasi arah hadap bangunan yang kemudian mempengaruhi nilai input SC_{efektif} dan SF. Langkah kerja penelitian ini diawali dengan studi literatur, pengumpulan data sekunder, kemudian dilakukan analisis ketidaksesuaian kalkulasi OTTV pada kondisi eksisting, mengkalkulasi ulang nilai OTTV GKB A19 dan A20 dengan memvariasikan orientasinya. Perubahan orientasi mempengaruhi perolehan radiasi fasad transparan yaitu pada variabel SC_{efektif} dan SF. Selanjutnya hasil perubahan dianalisis untuk mengetahui perubahan yang paling optimum. Variabel penelitian terdiri dari variabel terikat dan variabel bebas. Variabel terikat berupa nilai OTTV total,

sedangkan variabel bebas adalah perubahan orientasi arah hadap bangunan yang mempengaruhi nilai SC_{efektif} dan SF sebagai variabel dalam rumus OTTV.

Sumber data penelitian berfokus pada data sekunder yang berkaitan dengan variabel-variabel dalam rumus OTTV. Data sekunder diperoleh dari bahan pustaka berupa buku, jurnal ilmiah dan sumber-sumber yang terbaru dan relevan terhadap penelitian ini. Diperlukan pula data dari laman BSNI berupa dokumen SNI 6389-2020, serta data dari PIU-IsDB UM berupa *as built drawing* dan dokumen approval material Gedung GKB A19 dan A20.

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian adalah analisis deskriptif dengan tahapan sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data pengukuran di lapangan (kondisi eksisting) dari pihak universitas.
2. Menganalisis ketidaksesuaian nilai OTTV eksisting yang diperoleh dari penelitian terdahulu pada GKB A19 dan A20 Universitas Negeri Malang.
3. Melakukan simulasi menggunakan *Microsoft Excel* berdasarkan rumus OTTV.
4. Mentabulasikan hasil perubahan SC efektif dan SF terhadap nilai OTTV pada setiap perubahan orientasi pada masing-masing Gedung GKB.
5. Menganalisis hasil tabulasi pada masing-masing gedung menggunakan menu *Data-Data Analysis-Descriptive Statistics* pada *toolbar Microsoft Excel*.
6. Nilai OTTV optimum diambil dari nilai paling kecil (*smallest*) pada hasil *output* analisis deskriptif.
7. Menyajikan hasil kalkulasi setiap orientasi pada masing-masing GKB dalam grafik maupun diagram batang.

3. HASIL

Berdasarkan hasil kalkulasi OTTV kondisi eksisting dan OTTV simulasi variasi orientasi, diperoleh hasil rekapitulasi OTTV seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil OTTV pada Berbagai Orientasi

Variasi Orientasi	OTTV GKB A19 (W/m ²)	Variasi Orientasi	OTTV GKB A20 (W/m ²)
Eksisting Timur Laut	43,943	Eksisting Barat Daya	40,071
Variasi 1 Timur	48,844	Variasi 1 Barat	48,848
Variasi 2 Tenggara	38,904	Variasi 2 Barat Laut	44,987
Variasi 3 Selatan	34,077	Variasi 3 Utara	40,356
Variasi 4 Barat Daya	40,047	Variasi 4 Timur Laut	43,028
Variasi 5 Barat	49,085	Variasi 5 Timur	46,355
Variasi 6 Barat Laut	45,090	Variasi 6 Tenggara	38,562
Variasi 7 Utara	40,593	Variasi 7 Selatan	33,839

Hasil perhitungan OTTV eksisting yang diperoleh dengan OTTV eksisting penelitian terdahulu pada latar belakang memberikan hasil yang berbeda. Perbedaan ini didasari oleh penggunaan standar yang berbeda. Peneliti terdahulu menggunakan SNI 6389 tahun 2011, sedangkan pada penelitian ini menggunakan SNI 6389 tahun 2020. Adapun perbedaan dari kedua versi standar tersebut dirinci dalam tabel 2.

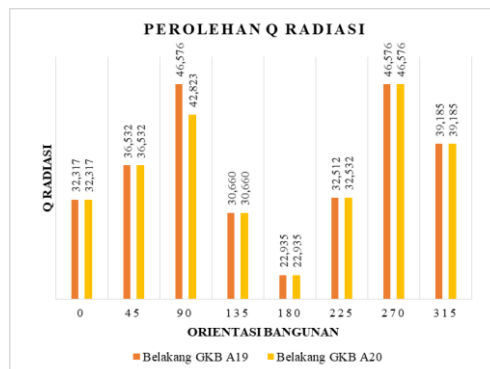
Tabel 2. Perbedaan Perhitungan Uf dan Nilai SF pada SNI 6389 Tahun 2011 dan 2020

Metode perhitungan Uf	
SNI 6389-2011:	SNI 6389-2020:
$U_f = \frac{1}{R_{Total}}$ <p>R total pada rumus diperoleh dengan menjumlahkan R lapisan udara dengan R kaca. R kaca diperoleh dari hasil pembagian tebal kaca (t) terhadap nilai konduktivitas (k) bahan kaca lembaran. Dengan komponen penyusun kaca sama, penggunaan rumus ini akan memberikan nilai Uf yang sama pada berbagai jenis kaca. Karena dengan jenis kaca berbeda, nilai konduktivitasnya tetap sama.</p>	$U_f = \frac{(U_{cog} \times A_{cog}) + (U_{frame} \times A_{frame}) + (U_{edge} \times A_{edge})}{(A_{cog} + A_{frame} + A_{edge})}$ <p>Nilai Uf dihasilkan dengan menggabungkan U kaca dan U kusen/frame. U kaca diketahui dari katalog pabrik, sedangkan U kusen diambil dari data yang telah disediakan dalam SNI. Berdasarkan metode NFRC dan metode estimasi luasan, keberadaan kusen aluminium sebagai jembatan termal menyebabkan nilai Uf semakin besar (semakin buruk).</p>
Nilai Solar Factor (SF)	
SNI 6389-2011:	SNI 6389-2020:
Data SF yang tersedia dalam SNI hanya Kota Jakarta. Sehingga dalam penelitian terdahulu digunakan SF Kota Jakarta.	Data SF dalam SNI tersedia untuk 54 kota. Untuk daerah yang tidak tersebut dalam tabel, dapat merujuk ke daerah terdekat atau daerah dengan kondisi cuaca mirip. Dalam penelitian ini nilai SF yang digunakan adalah Kota Surabaya.

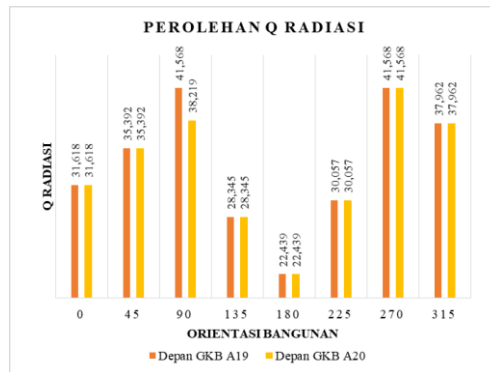
Nilai OTTV terbesar GKB A19 dan A20 sama-sama diperoleh pada orientasi barat dengan nilai SF 211. Secara berurutan diperoleh nilai OTTV 49,085 W/m² dan 48,848 W/m². Sedangkan nilai OTTV terkecil sama-sama diperoleh pada orientasi selatan dengan nilai SF 110. Adapun perolehan nilai terkecil secara berurutan yaitu 34,077 W/m² dan 33,839 W/m². Secara keseluruhan GKB A19 dan A20 memenuhi kriteria SNI 6389-2020 hanya pada arah orientasi selatan, karena nilai OTTV pada orientasi tersebut ≤ 35 W/m².

Meskipun kenaikan nilai OTTV signifikan terhadap perubahan nilai SF, terdapat kondisi abnormal pada orientasi barat daya. Kondisi ini disebabkan akibat pengaruh SC efektif pada perolehan radiasi masing-masing kombinasi sistem peneduh yang relatif tinggi. Nilai SC_{efektif} mempengaruhi nilai SC pada perhitungan radiasi fasad transparan.

Sisi depan GKB memiliki persentase fasad transparan sebesar 63,5%. Kinerja kombinasi peneduh sisi depan bangunan paling efektif pada orientasi fasad bangunan menghadap selatan, dengan perolehan 22,439 W/m². Sedangkan kinerja paling tidak efektif pada orientasi fasad bangunan menghadap barat dengan perolehan sebesar 41,568 W/m².

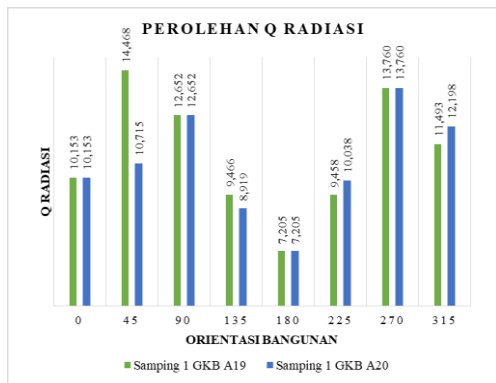


Gambar 1. Q Radiasi Kombinasi Peneduh Sisi Belakang

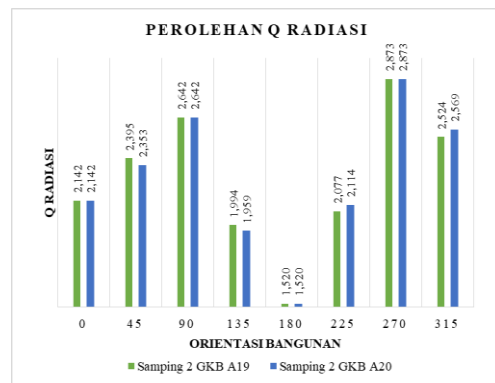


Gambar 2. Q Radiasi Kombinasi Peneduh Sisi Depan

Fasad transparan pada sisi belakang GKB memiliki persentase sebesar 58,7%. Kombinasi peneduh paling efektif dalam meminimalisir perolehan radiasi matahari adalah pada arah selatan dengan perolehan 22,935 W/m². Sedangkan pada arah barat kinerja kombinasi peneduh paling tidak efisien dengan perolehan Q radiasi dua kali lipat arah selatan yaitu 46,576 W/m².

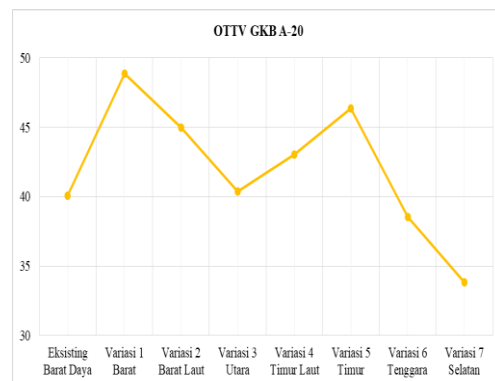
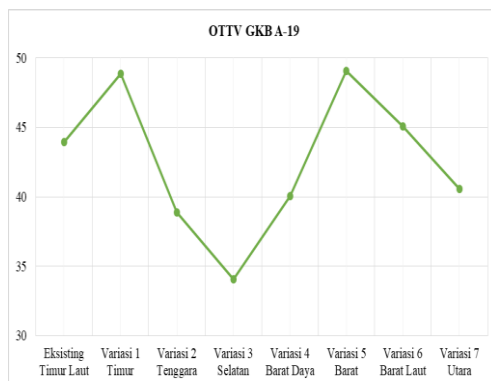


Gambar 3. Q Radiasi Kombinasi Peneduh Sisi Samping 1



Gambar 4. Q Radiasi Kombinasi Peneduh Sisi Samping 2

Sisi samping 1 GKB memiliki persentase fasad transparan sebesar 20,3%, sedangkan pada sisi samping 2 sebesar 4,3%. Kinerja kombinasi peneduh sisi samping 1 dan 2 paling optimal adalah pada arah orientasi fasad bangunan selatan. Hal ini berarti posisi kombinasi peneduh sisi samping 1 dan samping 2 berada pada arah timur atau barat.



Gambar 5. Perubahan Orientasi Terhadap OTTV GKB A19

Gambar 6. Q Radiasi Kombinasi Terhadap OTTV GKB A20

Berdasarkan hasil analisis gambar 4.5 dan 4.6, dapat diketahui nilai OTTV optimum diperoleh pada variasi orientasi selatan. Sedangkan terjadi peningkatan drastis ketika orientasi divariasikan tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari. Pada arah tegak lurus matahari (timur dan barat), kedua gedung memiliki kecenderungan nilai OTTV yang meningkat. Sedangkan apabila divariasikan menuju arah selatan dan utara, kedua gedung memiliki kecenderungan nilai OTTV menurun.

4. PEMBAHASAN

Harga perpindahan kalor menyeluruh (OTTV) dalam SNI 6389-2020 mensyaratkan nilai yang dicapai maksimal 35 W/m². Dengan mengedepankan nilai estetika dan fungsi utama bangunan, sejak tahap perencanaan GKB UM dirancang dapat mencapai efisiensi penggunaan energi. Hasil Simulasi Orientasi Fasad Bangunan menunjukkan hasil konstan terhadap perubahan nilai konduksi dinding masif dan nilai konduksi dinding transparan. Sedangkan pada nilai radiasi terjadi perubahan pada setiap dilakukannya perubahan orientasi.

1.1. Perolehan Nilai Konduksi Terhadap OTTV

Perolehan nilai Q konduksi dinding masif bersifat konstan terhadap perubahan orientasi fasad bangunan, seperti yang ditunjukkan oleh tabel 3. Apabila ditinjau dari variabel-variabel penyusunnya, nilai konduksi material masif cenderung kecil, hal ini dipengaruhi oleh nilai absorpsi (α), nilai transmittan termal dinding masif (U_w), rasio dinding masif (1-WWR) dan beda temperatur ekuivalen (TD_{EK}).

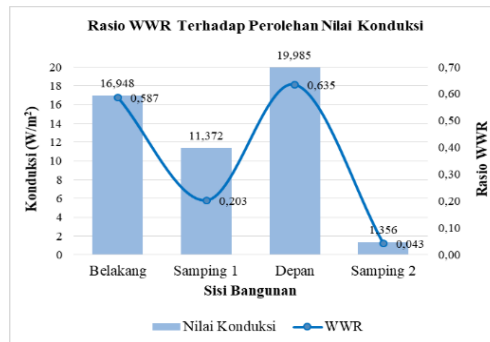
Tabel 3. Rekapitulasi Komponen Penyusun OTTV pada Kondisi Eksisting

Elemen	Orientasi GKB A19: Timur Laut				Orientasi GKB A20: Barat Daya			
	Belakang	Samping 1	Depan	Samping 2	Belakang	Samping 1	Depan	Samping 2
Q Masif	3,722	5,568	2,911	5,906	3,722	5,568	2,911	5,906
Q Transparan	16,948	11,372	19,985	1,356	16,948	10,038	19,985	1,356
Q Radiasi	36,834	14,468	35,392	2,395	32,284	10,038	30,057	2,114
OTTV Parsial	57,504	31,408	58,288	9,657	52,955	26,455	52,954	9,376
OTTV Total	44,042 W/m ²				39,989 W/m ²			

Jenis material dan warna cat permukaan pada dinding masif yang diterapkan pada GKB secara keseluruhan memiliki nilai α di bawah angka 1. Artinya dinding masif pada GKB hanya menyerap sebagian radiasi matahari. Penggunaan warna terang pada permukaan dinding masif cenderung lebih banyak memantulkan kembali sinar matahari, sementara warna gelap cenderung lebih banyak menyerap kalor radiasi dan menaikkan temperatur permukaan selubung bangunan (Karyono, 2016).

Pertimbangan lain dalam memilih material masif adalah yang memiliki nilai U_w yang kecil. Material dinding masif yang cenderung berat dan tebal memiliki kemampuan menyimpan kalor dan menahan perpindahan kalor dari luar ke dalam bangunan. Karakteristik yang sudah baik tersebut dapat didukung dengan adanya rongga udara. Semakin tebal rongga udara menghasilkan nilai U_w yang lebih kecil

(Budhyowati & Kembuan, 2021). Semakin tebal dinding maka fluktuasi di dalam bangunan semakin kecil (Karyono, 2016). Sedangkan nilai TD_{EK} akan semakin baik karena akan semakin kecil.

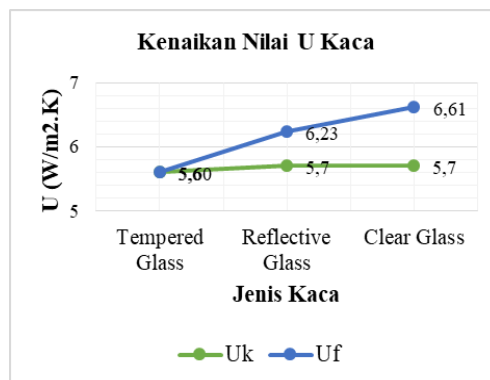


Gambar 7. Pengaruh WWR Terhadap Nilai Konduksi Dinding Transparan

Konduksi dinding transparan pada rumus OTTV berbanding lurus dengan beda temperatur (ΔT), rasio WWR dan transmittan termal dinding transparan (U_f). Besarnya perbedaan temperatur dalam dengan temperatur luar telah ditetapkan dalam SNI 6389-2020, yaitu sebesar 5K.

Pada gambar 7 perubahan WWR berbanding lurus terhadap besarnya perolehan konduksi dinding transparan. Rasio kaca $\geq 0,5$ menyebabkan nilai konduksi dinding transparan lebih tinggi, yang berarti temperatur ruangan di dalam cenderung panas dan perolehan OTTV parsial melebihi standar (Pamurti, 2020).

SNI terbaru yaitu SNI 6389-2020 dalam penerapan perhitungan nilai transmittan dinding transparan menetapkan perlunya mempertimbangkan adanya kusen sebagai jembatan termal untuk kaca. Nilai transmittan termal kusen berbahan dasar aluminium/metal lainnya (U_{frame}) ditetapkan sebesar 8,0 W/m².K. Sedangkan untuk nilai kaca (U_k) diperoleh dari data pabrikan. Nilai-U material kaca yang rendah lebih direkomendasikan karena dapat menahan transfer termal dari luar selubung dengan lebih baik (Utama & Setyowati, 2022).



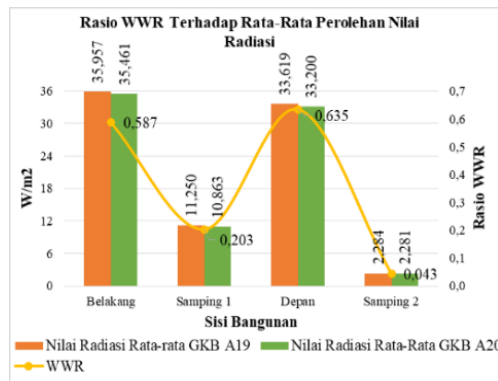
Gambar 8. Kenaikan Nilai U Penetrasi Akibat Adanya Jembatan Termal

Gambar 8 menunjukkan terjadinya perubahan U_k terhadap rata-rata U_f akibat pertimbangan adanya U_{frame} pada berbagai dinding transparan dengan jenis kaca yang berbeda-beda. *Tempered glass* tampak tidak mengalami perubahan, dikarenakan kaca jenis ini digunakan untuk pintu tanpa kusen (*frameless*), sehingga nilai $U_f = U_k$. Sedangkan pada *reflective* dan *clear glass* digunakan pada pintu dan jendela berkusen, sehingga keberadaan kusen menyebabkan nilai $U_f > U_k$. Kecuali pada *curtain wall* yang berada pada sisi belakang bangunan, pemasangan yang menggunakan sistem *back mullion* (rangka kaca dipasang dibagian belakang) mengakibatkan nilai transmittan

termalnya tetap ($U_f = U_k$). Penggunaan kusen dengan transmittan yang jelek menyebabkan nilai U -value kaca bertambah jelek pula (BSN, 2020).

1.2. Perolehan Nilai Radiasi Terhadap OTTV

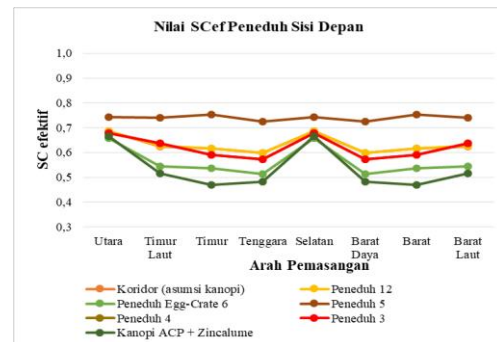
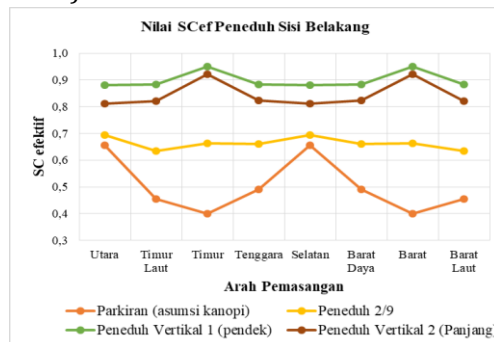
Hasil perolehan radiasi dinding transparan apabila dilihat pada rumus OTTV, nilainya dipengaruhi oleh rasio WWR, faktor radiasi matahari (SF) dan koefisien peneduh (SC). Perolehan nilai radiasi ini sifatnya berubah-ubah apabila dilakukan simulasi orientasi fasad bangunan. Hal ini disebabkan karena nilai SF dapat berubah sesuai arah orientasi fasad bangunan, sedang SC dapat berubah karena sisi pemasangan peneduh berubah arah.

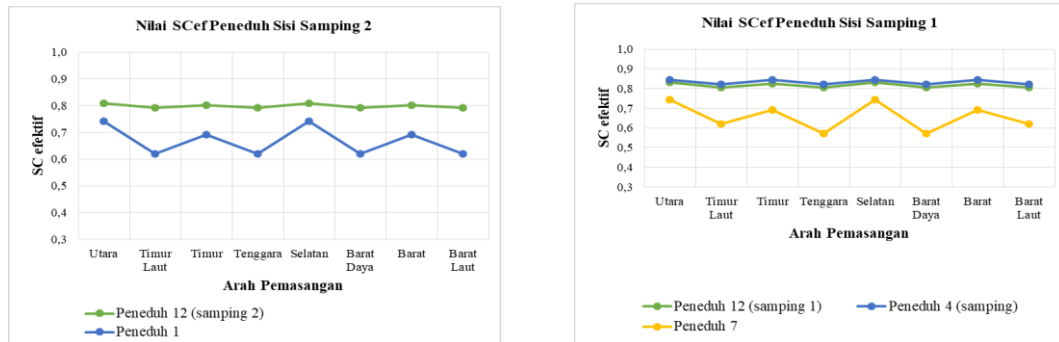


Gambar 9. Pengaruh WWR Terhadap Nilai Radiasi Dinding Transparan

Gambar 9 menunjukkan kenaikan rasio WWR signifikan terhadap perolehan rata-rata radiasi seluruh variasi orientasi GKB A19 dan A20. Akumulasi temperatur di dalam ruangan dapat meningkat ketika sinar matahari secara langsung masuk melalui dinding transparan (Karyono, 2016). Komponen selanjutnya, SC apabila dijabarkan nilai SC berasal dari perkalian SC kaca pabrikan (SC_k) dengan SC efektif peralatan peneduh luar ($SC_{efektif}$). Semakin tebal material kaca, nilai SC_k akan semakin rendah yang artinya kemampuan dalam menahan panas semakin baik (Budhyowati & Kembuan, 2021; Utama & Setyowati, 2022). Sedangkan sebagai upaya menghindari terakumulasinya kalor di dalam bangunan, selubung transparan bangunan perlu diberi perlindungan dari pancaran langsung sinar matahari (Karyono, 2016).

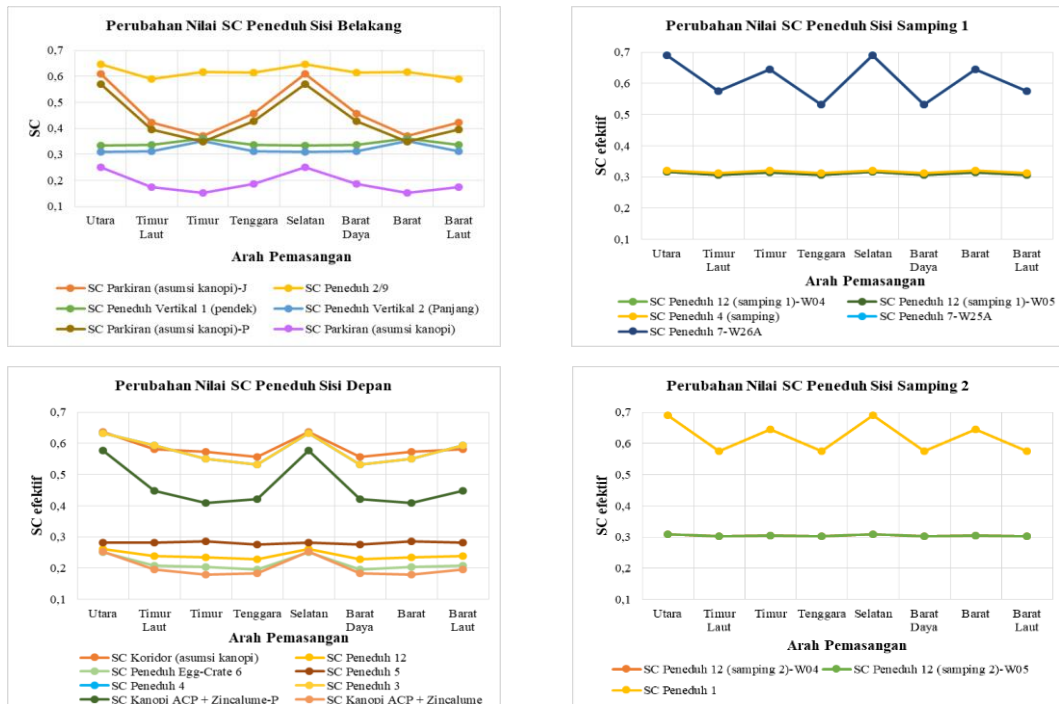
Apabila diamati ketersediaan lampiran data $SC_{efektif}$ pada SNI 6389-2020, penambahan nilai R berbanding terbalik terhadap penurunan nilai $SC_{efektif}$. Yang mana semakin besar rasio peneduh terhadap bukaan, maka semakin rendah nilai $SC_{efektif}$. Rancangan yang tepat akan menghasilkan nilai SC rendah dan dapat mengurangi transmisi panas melalui dinding transparan (DPPB Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, 2012).





Gambar 10. Perubahan Nilai SC Efektif Pada Berbagai Sisi GKB

Gambar 10 menunjukkan pada peneduh horisontal nilai SC efektif memiliki kecenderungan naik pada pemasangan arah utara dan selatan. Karena pada arah utara dan selatan sudut azimuth relatif tinggi sehingga intensitas paparan radiasi yang menerpa peneduh horisontal lebih besar (DPPB Jakarta, 2012:15). Pada peneduh vertikal memiliki kecenderungan nilai SC efektif naik pada arah pemasangan timur dan barat. Peneduh vertikal ini umumnya digunakan untuk menghalau sinar radiasi matahari pada azimuth yang rendah (Karyono, 2016:61). Arah pemasangan timur dan barat menyebabkan peneduh vertikal terpapar radiasi secara langsung.



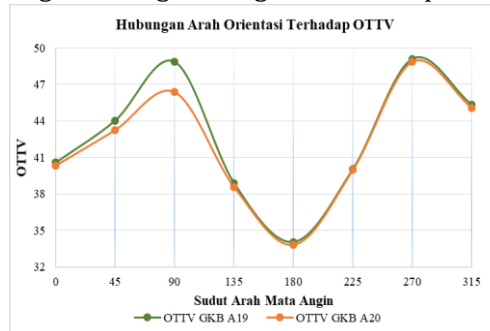
Gambar 11. Perubahan Nilai SC Efektif Pada Berbagai Sisi GKB

Pada gambar 11 terdapat beberapa garis SC jenis peneduh pada legenda, sedangkan pada garis grafik tidak muncul. Hal ini disebabkan nilai SC yang diperoleh pada jenis-jenis peneduh yang berkaitan adalah sama sehingga garis grafiknya tumpang tindih. Kesamaan nilai ini diperoleh akibat nilai Sck yang sama, meski memiliki dimensi bukaan yang berbeda, apabila menggunakan jenis kaca yang sama, maka kemungkinan nilai SC yang sama.

Variabel terakhir yang mempengaruhi perolehan nilai radiasi dinding transparan adalah faktor radiasi matahari (SF). Dalam implementasinya, nilai SF terwujud sebagai arah hadap muka bangunan. Nilai SF diambil berdasarkan data yang telah disediakan oleh SNI 6389-2020 pada sediaan delapan arah mata angin. Secara keseluruhan kenaikan nilai SF tidak selalu membuat nilai OTTV naik. Hal ini diakibatkan adanya pengaruh dari variabel lain (SC) yang telah dibahas sebelumnya.

1.3. Rekomendasi Orientasi dalam Mencapai Nilai OTTV Optimum

Hasil rekapitulasi perolehan OTTV berdasarkan sudut perputaran disajikan pada gambar 12. Nilai OTTV kedua GKB terendah diperoleh pada orientasi selatan. Pada orientasi ini pemasangan bidang dinding kaca berada pada arah utara dan selatan.



Gambar 12. Kenaikan Nilai SF Terhadap Perubahan Nilai OTTV

Kaca-kaca pada dinding bangunan sebaiknya diletakkan pada sisi utara-selatan, karena akan mengurangi sebanyak mungkin jatuhnya radiasi matahari secara langsung (Karyono, 2016:51). Perubahan nilai OTTV secara drastic terjadi apabila orientasi fasad bangunan diubah sebesar 90° ke arah timur dan barat. Bila orientasi bangunan menempatkan sisi panjangnya tegak lurus terhadap arah timur atau barat menyebabkan penggunaan energi pada bangunan semakin besar, dengan kata lain pengkondisian suhu semakin sulit karena nilai OTTV yang besar (Purwoko, 2017).

Pada GKB A19 dan A20 memiliki rekomendasi orientasi fasad bangunan sama dari yang terbaik adalah arah selatan, tenggara, barat daya, utara, timur laut, barat laut, timur dan barat. Namun apabila ditinjau kembali, nilai OTTV pada GKB A20 memberikan hasil lebih baik. Oleh sebab itu dapat dikatakan bahwa GKB A20 lebih baik dari GKB A19 dalam upaya efisiensi energi melalui selubung bangunan. Hal ini dikarenakan pada orientasi selatan GKB A20, komponen kombinasi sistem peneduh terpasang pada arah dengan nilai $SC_{efektif}$ paling rendah (kinerja terbaik). Dimana pada orientasi selatan, letak kombinasi peneduh depan berada pada arah selatan, kombinasi peneduh samping 1 pada arah barat, kombinasi peneduh belakang pada arah utara dan kombinasi peneduh samping 2 pada arah timur.

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka kesimpulan yang dapat ditarik pada penelitian ini adalah simulasi orientasi memberikan peningkatan 11% OTTV eksisting GKB A19 dan 22% OTTV eksisting GKB A20 terhadap orientasi barat. Terjadi penurunan 22% OTTV eksisting GKB A19 dan 15% OTTV eksisting GKB A20 terhadap arah selatan. Kecenderungan peningkatan nilai OTTV terjadi ketika fasad muka bangunan diorientasikan mendekati arah timur dan barat. Sedangkan kecenderungan penurunan nilai OTTV terjadi ketika fasad muka bangunan diorientasikan mendekati arah utara, dan nilai OTTV semakin optimum jika diorientasikan mendekati arah selatan.

Rekomendasi arah orientasi terbaik untuk GKB A10 dan A20 secara berurutan adalah arah selatan, tenggara, barat daya, utara, timur laut, barat laut, timur dan barat. Dengan komponen kombinasi SC efektif sistem peneduh luar dan nilai SF terbaik dalam upaya pencapaian efisiensi energi melalui selubung bangunan adalah pada variasi orientasi selatan GKB A20.

Daftar rujukan

- BSN. (2020). *Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung*.
- Budhyowati, N. M. Y., & Kembuan, D. R. E. (2021). Desain Selubung Bangunan Untuk Bangunan Hemat Energi. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 3(2), 57. <https://doi.org/10.47600/jtst.v3i2.292>
- DPPB Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. (2012). Selubung bangunan. *Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta*, 1(Peraturan Gubernur No. 38/2012), 1–40.
- Hajji, A. M. (2019). Toward energy efficiency measures for design of the IDB-funded integrated classroom building in Universitas Negeri Malang. *MATEC Web of Conferences*, 276, 06023. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201927606023>
- Hidayat, M. N. (2021). Pengaruh variasi desain peneduhan terhadap kinerja termal selubung bangunan pada gedung kuliah bersama universitas negeri malang ditinjau dari overall thermal transfer value (ottv). In *Pesquisa Veterinaria Brasileira*. <http://repository.um.ac.id/151372/>
- Karyono, T. H. (2016). *Arsitektur Tropis bentuk, teknologi, kenyamanan & penggunaan energi* (A. M. Drajat (ed.)). Penerbit Erlangga.
- Laksmiyanti, D. P. E., Nilasari, P. F., & Hendra, F. H. (2020). *Desain Tanggap Iklim Panduan Perencanaan Penghawaan dan Pencahayaan pada Bangunan Tropis*. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Nuradilla, S. (2020). *Membanggakan! UM Raih Peringkat 26 UI GreenMetric Tingkat Nasional*. Berita UM. <https://um.ac.id/berita/membanggakan-um-raih-peringkat-26-ui-greenmetric-tingkat-nasional/>
- Pamurti, A. A. (2020). Pengaruh Orientasi Selubung Bangunan Kaca Gelap Terhadap Besarnya Perpindahan Panas Matahari Pada Gedung Sukowati Semarang. *Indonesian Journal of Spatial Planning*, 1(1), 7. <https://doi.org/10.26623/ijsp.v1i1.1989>
- Pribadi, S. B., & Indarto, E. (2013). *Ketepatan Orientasi Gedung ICT UNDIP Berdasarkan Standar Konservasi Energi Selubung Bangunan*. 13(Januari-Juni), 1–8. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/modul/article/view/4748>
- Purwoko, G. H. (2017). PENGARUH BENTUK DASAR DAN ORIENTASI BANGUNAN TERHADAP BEBAN ENERGI PADA BANGUNAN BERTINGKAT DI JAKARTA. *Serat Rupa Journal of Design*, 1. <https://doi.org/https://doi.org/10.28932/srjd.v1i3.482>
- Sugini. (2014). *Kenyamanan Termal Ruang Konsep dan Penerapan pada Desain*. <https://fcep.uui.ac.id/karya-ilmiah/SUGINI/Buku - Kenyamanan Termal Ruang Konsep dan Penerapan pada Desain.pdf>
- Syar, N. I. (2019). *Iklim Tropis dan Uniknya Bentuk Rumah Tradisional Nusantara* (N. Santi (ed.)). Penerbit Duta. https://www.google.co.id/books/edition/Iklim_Tropis_dan_Uniknya_Bentuk_Rumah_Tr/3yHCDwAAQBAJ?hl=id&gbpv=0
- Utama, H., & Setyowati, E. (2022). *Optimalisasi Konservasi Energi Bangunan Bertingkat Melalui Pilihan Material Kaca sebagai Fasad*. 20(2), 353–364.
- Utami, S. S. (2021). *Menuju Bangunan Zero Energy di Indonesia*. Gadjah Mada University Press.