

OPTIMIZATION OF ENERGY EFFICIENCY PERFORMANCE AND SPACE COMFORT IN COWORKING SPACE BUILDING
CASE STUDY: RELATIONSHIP OF COWORKING SPACE AND CAFE

Agustina Tri Mulyani¹, Christian Nindyaputra Octarino^{2*}

^{1,2} Program Studi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Kristen Duta Wacana

*Corresponding Author: christian.octarino@staff.ukdw.ac.id

Informasi artikel	ABSTRAK
<p>Sejarah artikel: Diterima 24 Februari 2023 Revisi 17 Juli 2023 Dipublikasikan 30 September 2023</p>	<p>Pasca pandemi covid-19, masyarakat mulai menganut bekerja fleksibel dan <i>coworking space</i> menjadi salah satu ruang bekerja yang nyaman. Budaya “<i>work from anywhere</i>” sudah mulai umum diterapkan di berbagai sektor usaha. Kenyamanan ruang <i>coworking space</i> berdampak pada kebutuhan konsumsi energi yang tinggi. Studi ini bertujuan untuk melakukan evaluasi performa bangunan <i>coworking space</i> dalam aspek efisiensi energi dan kenyamanan pengguna. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan analisis hitungan matematis dan juga simulasi software. Penelitian fokus pada optimalisasi efisiensi energi melalui kinerja selubung bangunan, maka parameter yang digunakan adalah OTTV untuk menunjukkan tingkat hantaran panas, IKE sebagai tingkat konsumsi keseluruhan energi, serta Kenyamanan ruang pada aspek visual. Hasil evaluasi eksisting menunjukkan konsumsi energi yang cukup tinggi yaitu 230 kWh/m²/tahun. Beberapa strategi desain dalam upaya meningkatkan kinerja efisiensi energi bangunan diantaranya dengan modifikasi material selubung bangunan dengan karakter konduktivitas termal (<i>u-value</i>) yang rendah, serta memberikan alternatif desain shading untuk bangunan untuk dapat meredam panas yang masuk dengan lebih optimal. Simulasi menunjukkan bahwa strategi desain yang direkomendasikan dapat menurunkan nilai OTTV hingga 50% dan nilai IKE menjadi 173 kWh/m²/tahun. Dengan demikian, strategi efisiensi energi dengan material <i>u-value</i> rendah (lapisan eksterior reflektif, kaca low-e dengan celah udara serta <i>green roof</i>) untuk selubung bangunan dan desain pasif melalui intervensi desain <i>shading device</i> dinilai efektif dalam menunjang kebutuhan standar kenyamanan ruang bekerja <i>coworking space</i>.</p>
<p>Kata kunci: Coworking space Efisiensi energi Kinerja bangunan Simulasi Kenyamanan termal</p>	<p>ABSTRACT After the COVID-19 pandemic, people began to embrace flexible working and <i>coworking space</i> became one of the comfortable work spaces. The culture of “<i>work from anywhere</i>” has begun to be commonly applied in various business sectors. The <i>comfort of coworking space</i> has an impact on the need for high energy consumption. This study aims to evaluate the performance of <i>coworking space buildings</i> in terms of energy efficiency and user comfort. The method used is a quantitative method with mathematical calculation analysis and also software simulation. The research focuses on optimizing energy efficiency through the performance of the building envelope, then the parameters used are OTTV to show the level of heat conduction, IKE as the overall level of energy consumption, and spatial comfort in the visual aspect. The results of the existing evaluation show a fairly high energy consumption of 230 kWh/m²/year. Several design strategies in an effort to improve the energy efficiency performance of buildings include modifying building envelope materials with low thermal conductivity (<i>u-value</i>) characteristics, as well as providing alternative shading designs for buildings to be able to reduce incoming heat more optimally. Simulations show that the recommended design strategy can reduce OTTV value by up to 50% and IKE value to 173 kWh/m²/year. Thus, energy efficiency strategies with low <i>u-value</i> materials (reflective exterior layers, low-e glass with air gaps and <i>green roofs</i>) for building envelopes and passive design through <i>shading device design interventions</i> are considered effective in supporting the needs of <i>coworking space</i> comfort standards.</p>
<p>Key word: Coworking space Energy efficiency Building performance Simulation</p>	

PENDAHULUAN

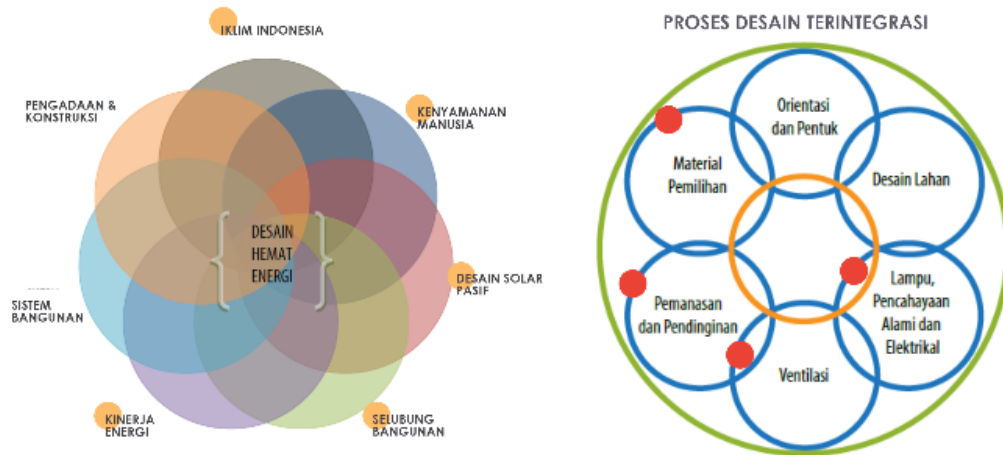
Masa pandemi Covid-19 membawa dampak yang besar dalam beraktivitas. Hingga pembatasan di berbagai area mulai diberlakukan dan mempersempit ruang gerak. Hal ini berimbas pada keseluruhan aktivitas yang harus dilakukan di rumah atau *work from home* (WFH). WFH sendiri berdampak positif menurunkan angka penyebaran Covid-19, namun di sisi lain membawa dampak kesehatan mental pada tiap individu. Pasca pandemi berlalu, manusia mulai beradaptasi dengan cenderung mengadopsi perilaku “bekerja dari mana saja” atau sistem kerja hibrida (penggabungan kerja dari kantor dan rumah). Perilaku ini tecermin akibat perubahan gaya hidup yang lebih fleksibel dan mendambakan interaksi fisik. Gaya hidup ini membawa budaya dan tren baru dalam konsep gaya hidup bekerja.

Salah satu akomodasi tren ruang gaya hidup yang merambah adalah *coworking space* dengan basis *start-up* teknologi sebagai solusi bekerja hibrida. Dilansir dari laporan 2020 *Future of work report : what the future holds for coworking & remote work*, dari survei yang dilakukan pada 360 responden, dari nilai 1 sampai 100 menghasilkan nilai rata-rata 77 poin sebagai respons kenyamanan bekerja secara jarak jauh (*coworking insights*, 2020). Ruang kerja ini menjadi tren di kalangan karyawan sampai anak muda. Secara kebutuhan fisik, desain *coworking space* disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dan aspek fleksibilitas. Seperti tata *layout* ruang bekerja yang beragam, adanya ruang terbuka, dan variasi ruang yang ditawarkan, dapat berupa ruang rapat, acara hingga beristirahat.

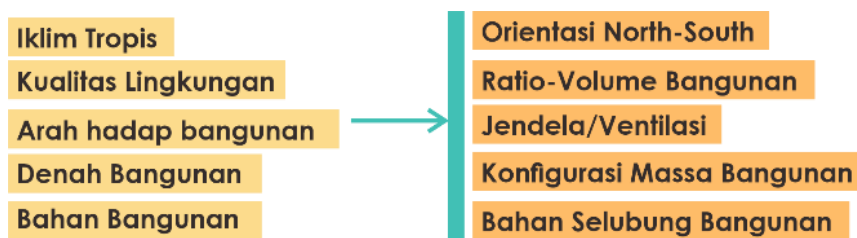
Menurut data Asosiasi Co-Working Space Indonesia (ACSI), secara nasional perkembangan *coworking* di Indonesia mencapai 500 ruang kerja (el Samara, 2022). *Coworking space* sebagai ruang bekerja yang mengalami peningkatan minat dan popularitas terus merambah hingga Yogyakarta, ruang ini bertumbuh dan dimanfaatkan oleh berbagai kalangan. Menjamurnya ruang *coworking space* didukung oleh konteks Yogyakarta sebagai Kota Pelajar dan memiliki persentase penduduk dengan usia produktif diangka 69% (Databooks & Kusnandar, 2021).

Di sisi lain, dengan berbagai solusi yang ditawarkan *coworking space*, tipe bangunan ini dinilai membutuhkan konsumsi energi yang tinggi. Konsumsi ini dapat mencemarkan lingkungan melalui emisi gas rumah kaca (GRK), yang mana lekat kaitannya terhadap pemanasan global (Sugiyono, 2002). Namun, penyediaan ruangan yang nyaman menjadi hal mutlak, yang mana sering kali berkaitan dengan pengondisian ruang lingkungan kerja menggunakan energi. Dalam kaitannya dengan lingkungan kerja, kenyamanan ini menjadi salah satu aspek penopang produktivitas penggunanya (Hudedmani et al., 2018) (Annisa, 2021).

Pedoman Energi Efisiensi berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung (PUG PUPR, 2002), fungsinya diklasifikasikan ke dalam lima kelompok, yaitu hunian, keagamaan, usaha, sosial dan budaya serta fungsi khusus. *Coworking space* yang dekat dengan bidang perkantoran dan perdagangan termasuk dalam kelompok usaha. Dalam mencapai konservasi energi yang optimal pada tipologi *coworking space* didapatkan tujuh aspek utama dalam desain hemat energi. Ketujuh aspek utama ini antara lain, pengaruh iklim Indonesia, pengadaan dan konstruksi, sistem bangunan, kinerja energi, selubung bangunan, desain solar pasif, dan kenyamanan manusia. Keseluruhan aspek ini akan terintegrasi melalui proses desain (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2012).



Gambar 1. Tujuh aspek utama dalam desain hemat energi dan proses integrasi desain
 Sumber : Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2012



Gambar 2. Skema faktor-faktor pengaruh dalam rancangan bangunan hemat energi
 Sumber : Handayani, 2010

Efisiensi energi sering diasumsikan sebagai pengurangan aktivitas terkait penggunaan energi yang mana dapat berimpact pada pengurangan kualitas lingkungan kerja, seperti kenyamanan dan produktivitas kerja. Pada aspek fisik, terdapat beberapa faktor yang dapat mendukung optimalisasi tingkat penggunaan energi sesuai prioritas kebutuhan, antara lain pengaruh iklim tropis pada orientasi utara-selatan, kualitas lingkungan dengan rasio-volume bangunan, arah hadap bangunan (fasad) dengan keseimbangan bukaan jendela atau ventilasi, denah bangunan terhadap konfigurasi massa bangunan dan kaitan bahan bangunan terhadap material selubung bangunan (Handayani, 2010).

Nilai intensitas konsumsi energi atau IKE adalah salah satu parameter efisiensi energi yang digunakan pada skala gedung. Analisis IKE diterapkan agar menghindari pemborosan penggunaan energi. Data perhitungan nilai IKE didapatkan melalui data audit gedung dalam siklus bulan dan tahun. Sifat nilai IKE bersifat dinamis dan dapat berubah seiring perkembangan teknologi berorientasi hemat energi dan tingkat perilaku hemat energi dari pengguna Gedung. Hasil nilai IKE didapatkan melalui pembagian antara total penggunaan energi listrik dengan satuan luas bangunan pada kurun waktu tertentu (Purnami et al., 2022).

$$IKE = \frac{\text{Pemakaian Energi listrik (kWh)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}}$$

Nilai IKE dapat dihitung atas data yang didapat, dan perhitungan meliputi :

- a) Rincian luas bangunan gedung dan luas total bangunan gedung (m²)
- b) Konsumsi energi bangunan gedung per tahun (kWh/tahun)
- c) IKE bangunan gedung per tahun (kWh/m²/tahun)
- d) Biaya energi listrik bangunan gedung (Rp/kWh).

Gambar 3. Rumus perhitungan nilai IKE

Sumber: Purnami et al., 2022

Selain itu, ditetapkan standar nilai ketentuan bangunan mengenai penggunaan energi listrik pada gedung tipologi kantor, sebagai berikut :

Tabel 1. Kriteria standar penggunaan listrik pada bangunan tipologi kantor

Kriteria	Konsumsi Energi Listrik Bulanan (kWh)	
	Ber AC	Tidak Ber AC
Sangat efisien	4,17-7,92	
Efisien	7,92-12,08	0,84-1,67
Cukup efisien	12,08-14,58	1,67-2,5
Agak boros	14,58-19,17	
Boros	19,17-23,75	2,5-3,34
Sangat Boros	23,75-37,5	3,34-4,17

Sumber : Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, 2006

Dalam mengimplementasikan strategi bangunan berefisiensi tinggi di konteks iklim tropis, aspek yang menjadi perhatian utama adalah mengenai beban pendinginan (Cooling Load). Beban pendinginan pada bangunan akan berkaitan dengan bagaimana desain selubung bangunan dapat mengurangi panas yang masuk ke dalam ruang dalam. Konservasi energi yang diatur dalam SNI 6389:2011, erat hubungannya terhadap selubung bangunan atau fasad. Untuk mengukur kinerja selubung bangunan dalam perannya meneruskan panas, digunakan perhitungan *Overall Thermal Transfer Value* atau OTTV untuk menganalisis nilai perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar. Selain itu, aspek lain yang menjadi acuan adalah *Window Wall Ratio* atau WWR yang merupakan perhitungan luas antara dinding dan bukaan (Saud & Heldiansyah, 2014; Widhayaka & Rilatupa, 2021). Nilai WWR merupakan salah satu faktor yang cukup berpengaruh pada konsumsi energi bangunan karena berkaitan dengan tingkat perpindahan panas yang masuk ke dalam bangunan (Octarino & Feriadi, 2021).

$$WWR = \frac{\text{Total Area Bukaannya (m}^2\text{)}}{\text{Total Area Dinding Eksterior (m}^2\text{)}}$$

$$OTTV = \alpha [(U_w \times (1-WWR) \times T_{Dek}) + (U_f \times WWR \times \Delta T) + (SC \times WWR \times SF)]$$

OTTV = Nilai perpindahan termal (W/m²)

α = Absorbtansi radiasi matahari

U_w = Transmittansi termal dinding tidak tembus cahaya (W/m².K)

WWR = Perbandingan luas bukaan dengan luas dinding pada orientasi tertentu

T_{dek} = Perbedaan temperatur ekuivalen (K)

SF = Faktor radiasi matahari (W/m²)

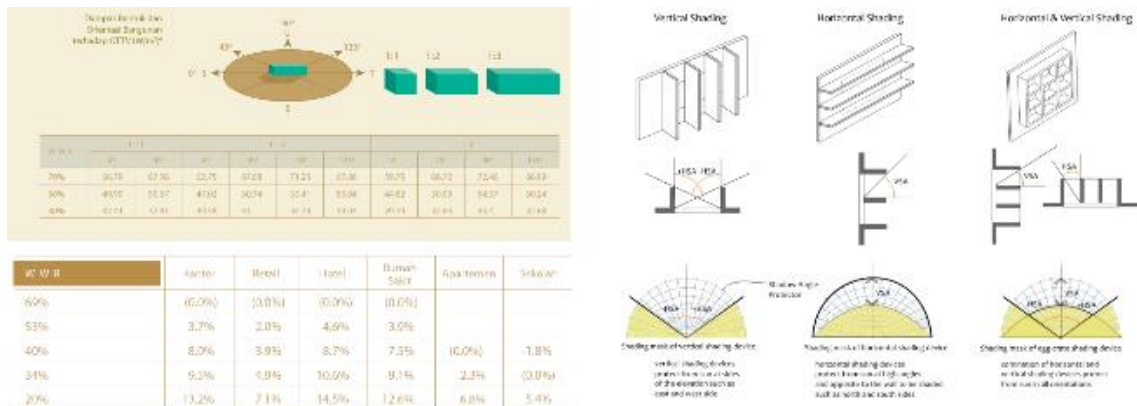
SC = Koefisien peneduh dari sistem fenestrasi

U_f = Transmittansi termal fenestrasi

ΔT = Beda temperatur bagian luar dan dalam bangunan

Gambar 4. Perhitungan WWR dan OTTV (Widhayaka & Rilatupa, 2021)

Double façade atau fasad ganda adalah suatu sistem konstruksi fasad bangunan dari dua selubung (Mulyadi, 2014) yang memberikan peluang energi pasif yang dapat berpotensi menghemat penggunaan energi bangunan. Tujuan utamanya adalah menghasilkan *shading* serta mengatur radiasi panas yang masuk. Terdapat dua jenis *shading* yaitu horizontal dan vertikal sesuai arah datang matahari (Kurniansyah et al., 2016).



Gambar 5. Dampak bentuk dan orientasi bangunan terhadap OTTV dan Variasi shading
 Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2011; International Finance Corporation, 2015

Simulasi pencahayaan dan simulasi energi yang utama adalah *sefaira*. Yang mana diintegrasikan dengan *sketchup* sebagai pembangun skematis bangunan 3D sederhana. Pada simulasi pencahayaan dapat diberikan data *realtime* terhadap sebaran cahaya dengan satuan lux meter. Sementara pada simulasi perhitungan penggunaan energi dapat disesuaikan tipologi bangunan dan memberikan analisis penggunaan energi pada beragam parameter, yaitu penggunaan energi dan karbon, kenyamanan termal, *daylighting*, dan penghawaan dalam ruang (Lisa & Qamar, 2022).

Selain itu, simulasi data pendukung dianalisis melalui beberapa *software* terpisah agar lebih mendalami kebutuhan analisis iklim mikro. Pada penyimulasian sebaran cahaya radiasi pada areal bukaan kaca menggunakan *Plugin sketchup SunHours*. Sementara untuk penghawaan luar dapat menggunakan *envimet*. Dan simulasi pembayangan arah matahari menggunakan *ecotect*.

Studi ini bertujuan untuk melakukan evaluasi pada sebuah bangunan *coworking space* untuk melihat performa bangunan dalam hal efisiensi energi dan kenyamanan ruang. *Coworking space* sendiri sebagai ruang dengan standar kenyamanan tinggi, memiliki dampak pada meningkatnya konsumsi energi (Vaddadi et al., 2020), dan menurunkan tingkat kinerja efisiensi energi. Kinerja efisiensi energi pada bangunan ditinjau melalui desain selubung bangunan dengan parameter OTTV dan juga menggunakan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE). Dengan demikian, hasil evaluasi efisiensi energi

dan kenyamanan ruang dapat dijadikan dasar dalam menentukan strategi peningkatan performa bangunan secara keseluruhan.

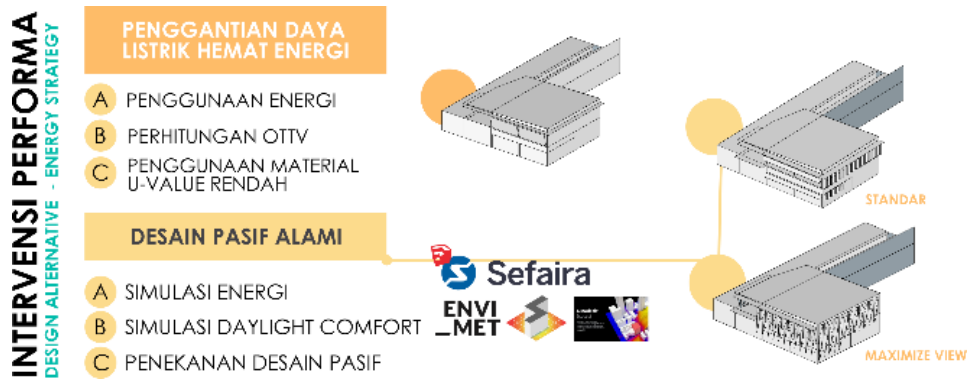
METODOLOGI PENELITIAN

Studi ini menggunakan metode eksperimen dengan berdasarkan pada perhitungan matematis dan didukung dengan simulasi software. Penelitian ini terbatas pada mengkaji fisik bangunan, sehingga tidak membicarakan aspek ekonomi-sosial. Fokus pada pengurangan dampak negatif pada lingkungan. Lokasi penelitian Relasi *coworking space* berada di jalan pogung baru, Pogung Kidul, Sinduadi, Kec. Mlati, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan posisi pada *inner ringroad*. Bangunan ini termasuk ke dalam tipologi *coworking space* dan *café* dengan jam operasional pukul 09.00 hingga 23.00. Total keseluruhan waktu penggunaan energi pada angka 14 jam dan waktu ramai penggunanya adalah pada *weekend*.

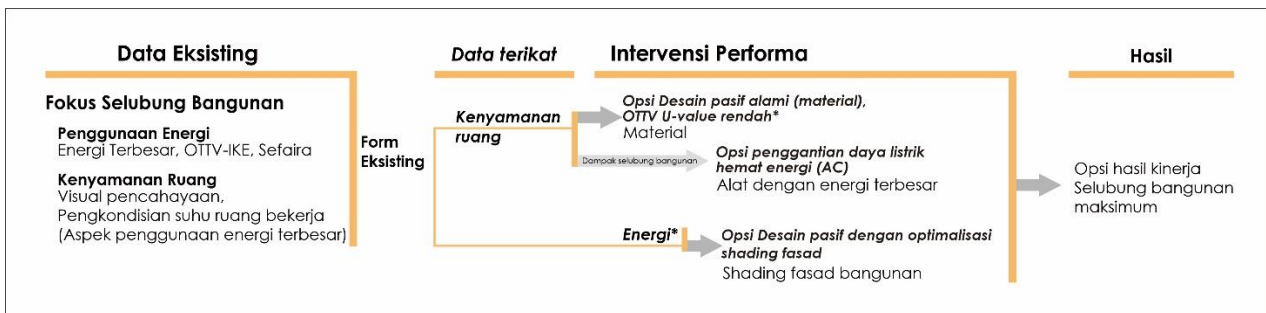


Gambar 6. Lokasi Objek Studi

Studi ini diawali dengan identifikasi elemen-elemen arsitektur dari bangunan eksisting, dilanjutkan dengan analisis faktor-faktor yang akan berpengaruh pada konsumsi energi pada bangunan di antaranya pembayangan, paparan radiasi pada fasad bangunan, dan juga analisis konsumsi energi pada bangunan eksisting. Analisis pembayangan dan paparan matahari dilakukan dengan menggunakan *Software SunHours*, untuk mendapatkan durasi paparan matahari pada setiap permukaan selubung bangunan. Sedangkan untuk simulasi energi bangunan menggunakan *Sefaira*, sekaligus untuk simulasi pencahayaan alami pada bangunan. Waktu yang ditetapkan untuk simulasi diatur pada masa puncak dua musim, yaitu musim hujan dan kemarau di Yogyakarta. Nilai OTTV dan IKE menjadi parameter yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja efisiensi energi bangunan eksisting. Strategi peningkatan kinerja bangunan dilakukan pada desain selubung bangunan untuk mencapai efisiensi energi yang lebih optimal. Keseluruhan penelitian ini akan menggunakan metode komparasi, yang mana membandingkan kondisi eksisting dan setelah dilakukan optimalisasi desain pada bangunan.



Gambar 7. Skematis metode-tools penelitian
 Sumber: Hasil analisis, 2022

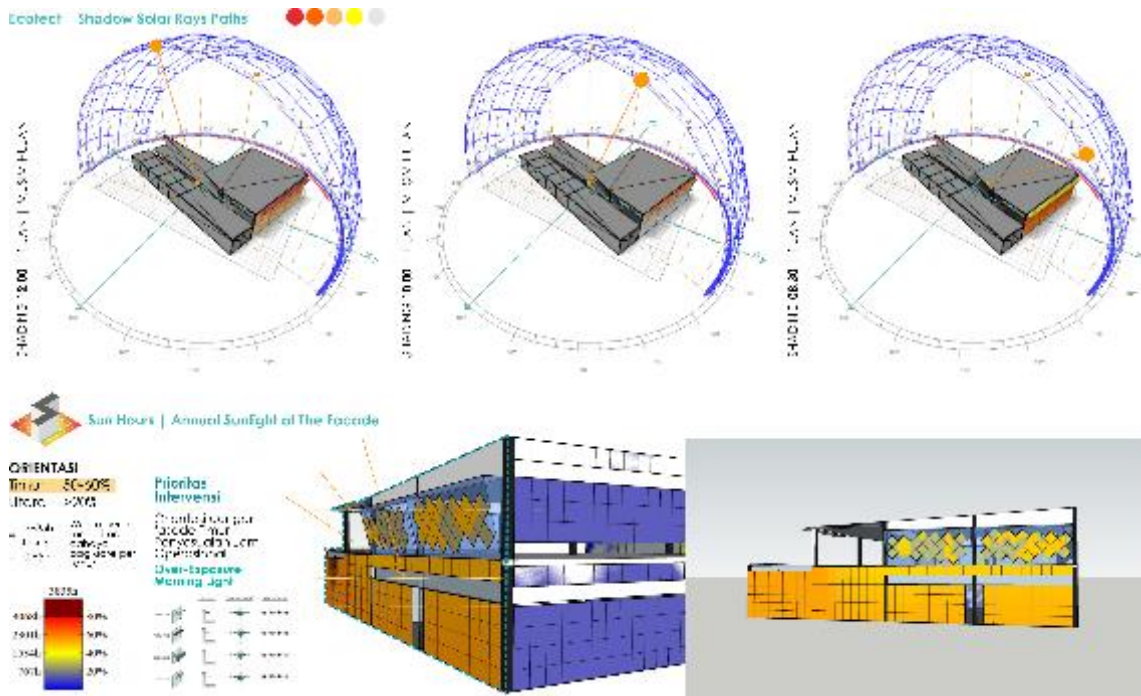


Gambar 8. Skematis metode eksperimen
 Sumber: Hasil analisis, 2022

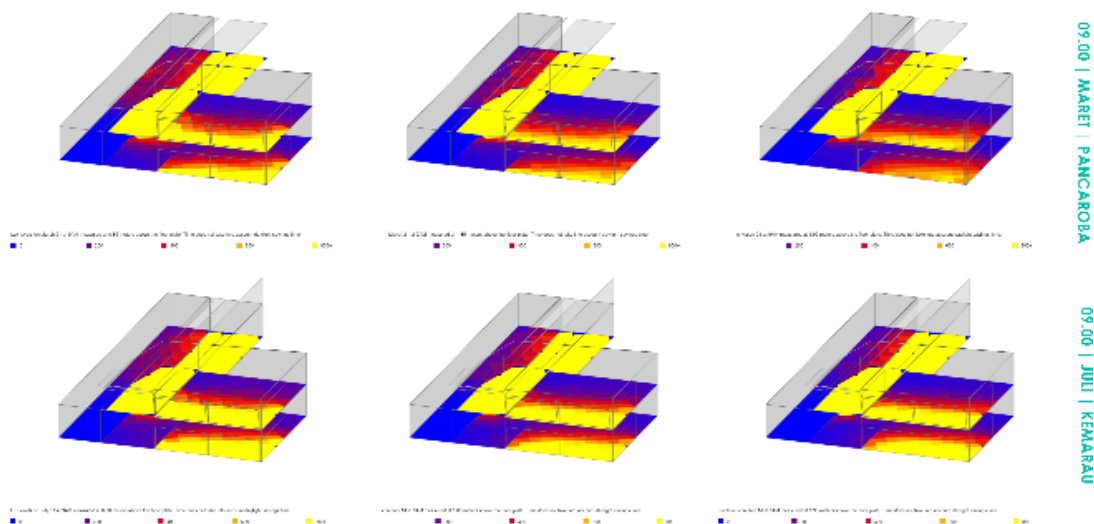
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Eksisting Relasi Coworking Space

Secara arsitektural, bangunan ini memiliki fasilitas yang cukup lengkap dengan keunggulan privat *meeting room* serta ruang bekerja bersama dengan beragam *layout furniture*. Ruang dan aksesibilitas terasa lega karena menggunakan dua *leveling* lantai namun tetap mempertimbangkan ruang hijau terbuka bagi pengguna *outdoor*. Selain itu, daya Tarik lainnya ada pada bukaan fasad kaca yang cukup besar, yang mana fasad ini menghadap ke timur dan mendapat cahaya pagi yang berlimpah. Tetapi berdampak pada *over-exposure morning light* dengan total waktu terpapar cahaya matahari selama 3.835 jam per tahun (gambar 8). Terlihat pada gambar 9 bagian dari bukaan kaca yang memiliki eksposur tinggi dengan warna gradasi *orange* ke merah (persentase 50-60%), selanjutnya hal ini berpengaruh pada pencahayaan dalam ruang serta kenyamanan ruang dalam.



Gambar 9. Pembayangan (ecotect) dan analisis paparan cahaya matahari (sunhours)



Gambar 10. Analisis pencahayaan dalam ruang eksisting Relasi coworking space

Perhitungan OTTV pada bangunan mengacu pada material terbangun tanpa ada tambahan intervensi. Langkah pertama adalah mengidentifikasi material dan menyesuaikan u-value dengan material eksisting (tabel 2). Lalu dilakukan perhitungan secara menyeluruh sesuai dengan luasan dan akumulasi rambatan panas Gedung (tabel 3). Didapatkan hasil yang melebihi batas standar SNI 03-6389-2011, yaitu 53,39 W/m² dari 35 W/m². Hal ini dapat meningkatkan kebutuhan energi untuk mendinginkan ruang dalam bangunan. Dan berdampak pada pemborosan dan ketidak efisienan Gedung.

Tabel 2. Perhitungan konduktivitas termal eksisting

Bagian	Material U-Value ($Wm^{-2}K^{-1}$)	Perhitungan
Dinding 1	Beton ringan 12 mm 0,86	$Rw1 = 0,518 m^2K/Watt$
	Plester semen 3mm 0,53	$Uw1 = 1,93 Watt/m^2K$
	Lapisan luar pernis putih 0,21	
Dinding 2	Plester semen 0,53	$Rw2 = 0,81 m^2K/Watt$
	Beton 120 mm 0,35	$Uw2 = 1,2 Watt/m^2K$
	Lapisan luar pernis putih 0,21	
Kaca 1	Glazing 9 mm 1,053	$Rf1 = 0,424 m^2K/Watt$
		$Uf1 = 2,36 Watt/m^2K$
Atap 1	Galvalum	$Ur1 = 5,3 Watt/m^2K$

Tabel 3. Perhitungan OTTV eksisting keseluruhan

KONDUKSI W1						
ORIENTASI	a	Uw1	A(m ²)	Tdek	a x Uw1 x A x Tdek	
Utara	0,61	1,93	6,96	10	81,94008	
Timur	0,61	1,93	3,868	10	45,537964	
Selatan	0,61	1,93		10	0	
Barat	0,61	1,93	3,68	10	43,32464	170,80
14,508						
KONDUKSI W2						
ORIENTASI	a	Uw1	A(m ²)	Tdek	a x Uw1 x A x Tdek	
Utara	0,3	1,28	40,35	10	154,944	
Timur	0,3	1,28	41,753	10	160,3315	
Selatan	0,3	1,28	11,798	10	45,30432	
Barat	0,3	1,28	25,317	10	97,21728	457,80
119,218						
KONDUKSI KACA F1						
ORIENTASI	Kaca	Uf1	A(m ²)	AT	U x A x AT	
Utara		3,5	61,49	5	1076,075	
Timur		3,5	46,946	5	821,555	
Selatan		3,5	12,577	5	220,0975	
Barat		3,5	0	5	0	2117,73
121,013						
RADIASI KACA F1						
ORIENTASI	Kaca	A(m ²)	SC	SF	A x SC x SF	
Utara		61,49	0,75	130	5995,275	
Timur		46,95	0,75	112	3943,8	
Selatan		12,577	0,75	97	914,9768	
Barat		0	0,75	243	0	10854,05
254,739						
						53,39

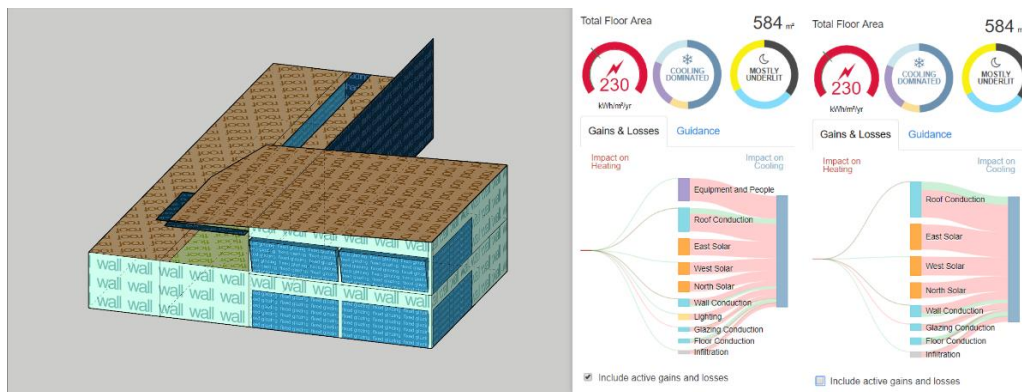
Selain menggunakan perhitungan OTTV, dilakukan identifikasi pengguna listrik secara manual. Perhitungan penggunaan listrik eksisting berupa *lighting, cooling, equipment, dan pump* berdasarkan observasi dan wawancara di Relasi *coworking space*. Didapatkan hasil perhitungan menggunakan IKE di angka 18,78 yang mana juga termasuk dalam klaster agak boros. Sementara pada penyeteraan

standardisasi SNI 03-6190-2000 penggunaan listrik per m² untuk tipologi kantor berada di angka 240 kWh/m², dan *coworking* ini mendapat angka 219,96 kWh/m² yang mana masih ditaraf baik.

Simulasi bangunan eksisting pada *sefaira* menggunakan *setting* tipologi *office* dengan penyesuaian orientasi bangunan dan lokasi. Pada model properties disesuaikan dengan eksisting dengan parameter terlampir di tabel 4. Hasil simulasi penggunaan energi (IKE) menunjukkan angka 230 kWh/m²/ tahun, atau 19,17 kWh/m²/bulan. Nilai ini tergolong dalam kategori boros dan mendekati nilai rentang maksimum penggunaan standar SNI 03-6190-2000, yaitu 240 kWh/m².

Tabel 4. Material properties sefaira existing coworking space

Parameter Model	U-Value (Watt/m ² K)
ASHRAE Climate Zone	2
Wall insulation	1,93
Floor insulation	1
Roof insulation	3,73
Glazing u-factor	3,5
Visible light transmittance	0,42
Solar heat gain coefficient	0,75



Gambar 11. Simulasi penggunaan energi kondisi eksisting Relasi *coworking space* menggunakan *sefaira*

Dari hasil simulasi melalui pembayangan, simulasi energi, pencahayaan dalam dan perhitungan manual penggunaan energi, didapatkan hasil evaluasi kenyamanan pengguna ruang, yaitu pada tahap sangat nyaman pada bagian ruang dalam dan cukup nyaman pada ruang luar. Pengondisian suhu ruang dalam menjadi kunci kenyamanan yang dapat menoleransi *over-exposure morning light*. Suhu yang dihasilkan dalam ruangan berkisaran pada 20-23°C, yang mana suhu ini sesuai dengan suhu ideal untuk bekerja direntang 22-26 °C (Manullang, 2015). Rentang penggunaan ruangnya cukup bervariasi mulai dari 2 hingga 8 jam. Pengaruh pencahayaan juga berpengaruh, yang mana standar *daylight comfort* diangka 350 Lux dan ruang gambar dimaksimal 750 Lux (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2002). *Layout* furnitur dalam *coworking* cukup fleksibel dengan duduk beragam, yaitu tempat duduk *beanbag* (*eye level* 0,8 m), kursi ergonomis dengan meja standar (*eye level* 1,2-1,6 m) dan kursi duduk tinggi dengan meja personal (*eye level* 1,6-1,9 m).

Efisiensi energi yang telah diterapkan masih cukup minim, namun sudah terlihat beberapa usaha. Salah satunya penggunaan perangkat pengondisian suhu yang memiliki sistem *inverter*. Sistem

ini menerapkan pengondisian suhu di fase awal hingga pada titik ideal dan mempertahankan suhu ideal selama AC dihidupkan. Lalu penggunaan ruang luar juga sangat dimanfaatkan untuk penghawaan, sehingga beberapa kipas angin tidak terlalu sering digunakan. Serta pencahayaan yang mencukupi untuk mengakomodasi aktivitas bekerja maupun lainnya.

Intervensi performa-strategi improvement : Opsi desain pasif alami, OTTV U-value rendah

Opsi pertama menggunakan desain alternatif pasif alami eksisting coworking dengan menggunakan perhitungan OTTV hanya pada material U-Value rendah tanpa mengubah nilai WWR yang ada. Material yang diterapkan berupa penambahan yang paling berpotensi direalisasikan sehingga tetap mempertahankan material bangunan eksisting. Isu utama Relasi coworking space adalah bukaan kaca yang cukup masif untuk menopang fungsi ruang bekerja dan kemenerusan visual. Solusi yang diterapkan salah satunya penggunaan low-E dan lapisan insulasi.

Tabel 5. Perhitungan data intervensi thermal value OTTV

Bagian	Material U-Value (Wm ⁻² K ⁻¹)	Perhitungan
Dinding 1	Beton ringan 12 mm 0,86	Rw1 = 0,518 m ² K/Watt
	Plester semen 3mm 0,53	Uw1 = 1,93 Watt/m ² K
	Lapisan luar pernis putih 0,21	
Dinding 2	Plester semen 0,53	Rw2 = 1,858 m ² K/Watt
	Beton 120 mm 0,35	Uw2 = 0,54 Watt/m ² K
Kaca 1	Glazing 9 mm 1,053	Rf1 = 0,424 m ² K/Watt
	Celah udara 10 mm 0,148	Uf1 = 2,36 Watt/m ² K
	Kaca Low-E 6,7 mm 0,7	
Atap 1	Green roof	Ur1 = 1,79 Watt/m ² K

Sumber : Hasil analisis, 2022

Setelah mengidentifikasi kebutuhan perhitungan OTTV seperti di tabel 3, dilakukan perhitungan pada tabel sesuai dengan sifat penyaluran panas, yaitu konduksi, dan radiasi (kaca). Hasil evaluasi menunjukkan angka yang lebih rendah dari maksimum nilai OTTV yang diizinkan berdasarkan SNI 03-6389-2011, yaitu 29,76 W/m² dari 35 W/m². Hal ini meningkatkan keberlanjutan dari material, fleksibel konstruksi dan investasi bangunan jangka panjang.

Tabel 6. Perhitungan OTTV intervensi keseluruhan

KONDUKSI W1						
ORIENTASI	a	Uw1	A(m ²)	Tdek	a x Uw1 x A x Tdek	
Utara	0,61	1,93	6,96	10	81,94008	
Timur	0,61	1,93	3,868	10	45,537964	
Selatan	0,61	1,93		10	0	
Barat	0,61	1,93	3,68	10	43,32464	170,80
14,508						
KONDUKSI W2						
ORIENTASI	a	Uw1	A(m ²)	Tdek	a x Uw1 x A x Tdek	
Utara	0,3	0,54	40,35	10	65,367	
Timur	0,3	0,54	41,753	10	67,63986	
Selatan	0,3	0,54	11,798	10	19,11276	
Barat	0,3	0,54	25,317	10	41,01354	193,13

119,218					
KONDUKSI KACA F1					
ORIENTASI	Kaca	Uf1	A(m2)	AT	U x A x AT
Utara		2,36	61,49	5	725,582
Timur		2,36	46,946	5	553,9628
Selatan		2,36	12,577	5	148,4086
Barat		2,36	0	5	0
					1427,95
121,013					
RADIASI KACA F1					
ORIENTASI	Kaca	A(m2)	SC	SF	A x SC x SF
Utara		61,49	0,4	130	3197,48
Timur		46,946	0,4	112	2103,1808
Selatan		12,577	0,4	97	487,9876
Barat		0	0,4	243	0
					5788,65
					254,739
					29,76

Sumber : Hasil analisis, 2022

Intervensi performa-strategi improvement : Opsi penggantian daya listrik hemat energi

Strategi pengurangan energi diterapkan pada peralatan dengan tingkat konsumsi tertinggi, yaitu penghawaan, peralatan dan pencahayaan. Pada penghawaan diterapkan Multi split AC dengan pertimbangan BTUH keseluruhan ruangan terhitung dalam waktu 1,5 jam. Strategi ini menurunkan biaya operasional sebesar 33%. Beberapa peralatan dan pencahayaan berenergi besar dialihkan ke alat yang hemat energi dengan tidak mengurangi standar kebutuhan operasional dan kenyamanan pengguna.

Tabel 7. Perhitungan biaya operasional listrik

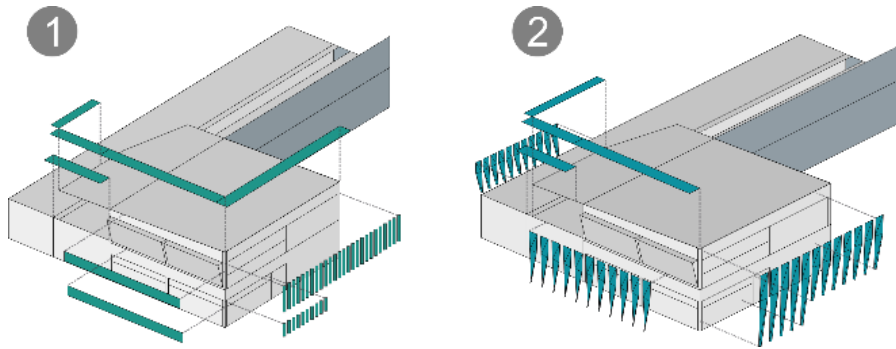
Biaya	Sebelum (Rp)	Sesudah (Rp)
Bulanan	9.636.335	3.212.112
Tahunan	115.636.021	38.545.340

Sumber : Hasil analisis, 2022

Perhitungan IKE dengan strategi ini menghasilkan nilai yang cukup baik. Jika kondisi eksisting penggunaan energi berada di angka 18,3 W/m², implementasi strategi ini menghasilkan angka 11,16 W/m² yang termasuk dalam rentang efisien dengan rentang efisien. Secara standar SNI 03-6190-2000, yaitu 240 kWh/m², nilai yang dihasilkan berada pada angka 133,95 yang mana tingkat efisiensi mencapai 55,8% dari kondisi eksisting.

Intervensi performa-strategi improvement : Opsi Desain pasif dengan optimalisasi shading fasad

Desain pasif dikembangkan pada aspek *double façade* dalam bentuk *shading device* horisontal dan vertikal. Pendekatan ini diterapkan dengan pertimbangan kondisi iklim serta mengefisienkan cahaya dan meningkatkan kenyamanan visual bangunan. Relasi *coworking space* memiliki orientasi ke arah timur yang memberikan cahaya pagi yang berlimpah, namun hal ini berpotensi untuk *over sunlight exposure* dan *solar gain*. Dampak yang cukup besar terasa adalah adanya akselerasi kenaikan suhu ke dalam bangunan dan penurunan kenyamanan ruang bekerja.

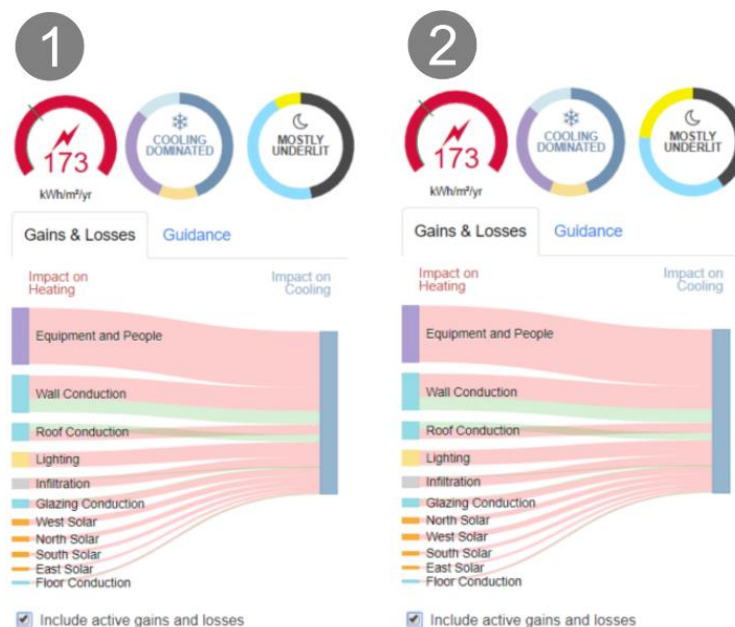


Gambar 12. 3D alternatif desain pasif
 Sumber : Hasil analisis, 2022

Dalam optimalisasi performa melalui shading Relasi *coworking space*, simulasi penggunaan energi menggunakan *software sefaira* pada objek *3d sketchup*. Terdapat dua alternatif desain *shading* yang disesuaikan kebutuhan *coworking* sebagai ruang bekerja dan tuntutan akan kenyamanan visual baik ruang dalam maupun luar. Keduanya memiliki prinsip *operable window* yang mengintegrasikan sistem desain pasif. Alternatif *shading* pertama memprioritaskan bukaan horizontal pada fasad, serta memaksimalkan *shading* dan mengakomodasi *view* dengan intervensi standar. Alternatif *shading* kedua mengintegrasikan bukaan vertikal untuk mengoptimalkan *shading* pada bidang maksimal di mana *user* berada, sehingga didapatkan desain yang berestetika.

Tabel 8. *Material properties sefaira improvement coworking space*

Parameter Model	U-Value (Watt/m ² K)
ASHRAE Climate Zone	2
Wall insulation	0,9
Floor insulation	0,65
Roof insulation	0,23
Glazing u-factor	2,27
Visible light transmittance	0,42
Solar hat gain coefficient	0,3



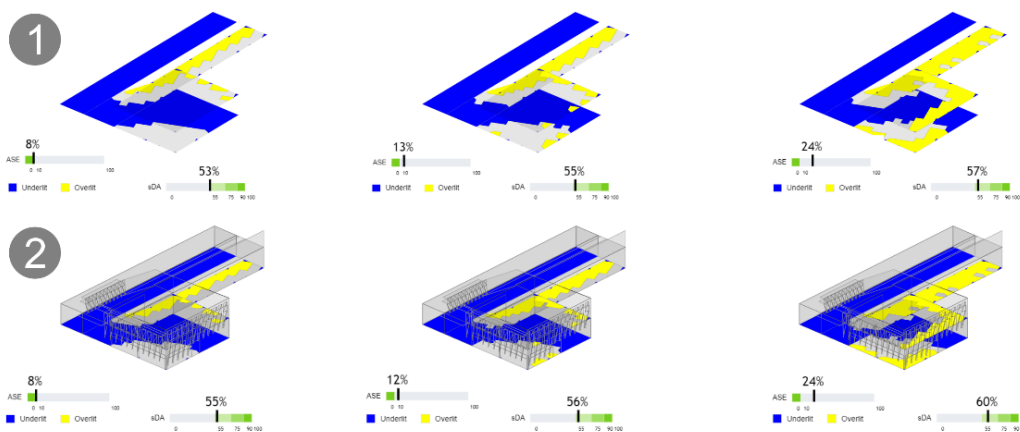
Gambar 13. Simulasi konsumsi energi *improve case* dengan *software sefaira*

Kedua alternatif memiliki setting penggunaan u-value rendah pada model properties (tabel 8), yang menghasilkan efisiensi yang cukup memuaskan. Pada perhitungan IKE, baik alternatif pertama dan kedua masuk ke dalam kelompok cukup efisien, pada titik pemakaian energi di 14,42 kWh/m². Secara SNI 03-6196-2000, angka penggunaan ini lebih efisien 27,9% dari standar 240 kWh/m² atau berada di titik konsumsi 173 kWh/m² (gambar 12). Simulasi penggunaan daya *sefaira*, keduanya mampu menghasilkan penurunan sebesar 13 kWh/m² per tahun dari yang sebelumnya diangka 230 kWh/m² per tahun. Namun, *segment* energi yang digunakan berada pada angka yang berbeda:

Tabel 9. Segment penggunaan energi alternatif 1 dan 2

Segment	Alternatif 1	Alternatif 2
Heating	0	0
Cooling	38315	38374
Kaca	10369	10369
Pencahayaan	25921	25921
Peralatan	11760	11757
Fans	0	0

Sumber : Hasil analisis, 2022



Gambar 14. Simulasi pencahayaan SDA software *sefaira*

Sumber: Hasil analisis, 2022

Kenyamanan ruang bekerja di Relasi *coworking space* ditinjau dengan pencahayaan alami yang masuk ke ruang dalam melalui bukaan mendapat hasil simulasi di kedua alternatif dominan *overlit* pada area *outdoor* (gambar 13). Persentase *overlit* pada area *outdoor* sebesar 76%, namun masih dalam standar nyaman dengan ditopang oleh *shading* dalam. Sementara ruang dalam mendapat persentase *spatial daylight autonomy* atau SDA di area dengan 300 lux di titik 53-57% untuk alternatif pertama dan 55-60% di alternatif kedua. Kedua hasil tergolong ke dalam *well lit* atau area ruang terekspos cahaya alami dengan baik. Standar minimum SDA adalah 50% dari total waktu yang digunakan setiap tahunnya.

PENUTUP

Simpulan

Optimalisasi performa bangunan Relasi *coworking space* memiliki urgensi fungsional sebagai ruang bekerja yang dituntut memiliki tingkat kenyamanan ruang bekerja. Kenyamanan ini dapat dicapai dengan dua prinsip, yaitu strategi pengurangan konsumsi energi dan intervensi selubung

material bangunan. Ditinjau melalui penggunaan energi dapat menghasilkan perencanaan jangka panjang dengan adanya usaha efisiensi daya. Selain itu, redesain fasad menjadi opsi yang mudah di implementasikan ke dalam elemen bangunan. *Tracking* simulasi *shading* sangat membantu dalam mengurangi *heat transfer* dari bukaan fasad kaca, yang mana menghasilkan desain maksimal menggunakan *shading device* horizontal dan vertikal. Keseluruhan data simulasi penggunaan energi dari bangunan dapat dengan mudah dan akurat dijalankan melalui simulasi *software*. Dari hasil simulasi yang dilakukan, didapatkan hasil pada tingkatan efisien dengan optimalisasi melalui strategi pengurangan energi dan tingkat cukup efisien melalui intervensi desain pasif, yaitu *shading device*. Hasil ini perlu ditindak lanjuti dengan menggabungkan strategi penggunaan energi dan intervensi desain pasif untuk mengembangkan strategi untuk mencapai tingkatan sangat efisien. Redesain pada *shading device* dapat dikembangkan sesuai prioritas kenyamanan visual pengguna dan kesesuaian fungsional ruang sebagai *coworking space*.

Saran

Penerapan peralatan hemat energi untuk pengondisian kenyamanan ruang maupun penunjang fungsional sebagai *coworking space*. Selain itu, dapat diterapkan desain pasif dengan penggunaan intervensi material selubung material *U-value* rendah dan *shading device* sehingga dapat mengurangi beban pendingin yang berimbas pada konsumsi energi berlebih. Untuk penelitian berikutnya dapat diperluas pada faktor lain yang dapat memengaruhi tingkat konsumsi energi seperti peralatan, utilitas dan perilaku pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, S. (2021). *The Effect of Office Comfort on Employees Work Productivity*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung*. Badan Standardisasi Nasional. www.bsn.go.id
- coworking insights. (2020). *2020 FUTURE OF WORK REPORT*.
- Databooks, & Kusnandar, V. B. (2021). *sebanyak-69-penduduk-yogyakarta-berusia-produktif*. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/12/28/sebanyak-69-penduduk-yogyakarta-berusia-produktif>
- el Samara. (2022). *Perkembangan Co-working Space di Indonesia*. <https://elsamara.id/perkembangan-co-working-space-di-indonesia-apa-manfaatnya/>.
- Handayani, T. (2010). *EFISIENSI ENERGI DALAM RANCANGAN BANGUNAN Energy Efficiency in Building Design* (Vol. 1, Issue 2).
- Hudedmani, M. G., Kataraki, R., Jocy, R., Vaddatti, S., & Maliyavar, M. (2018). Energy Conservation in Office Environment. *International Journal of Advanced Science and Engineering*, 5(1), 833. <https://doi.org/10.29294/ijase.5.1.2018.833-839>
- International Finance Corporation. (2015). *ENVIRONMENTAL, HEALTH, AND SAFETY GUIDELINES FOR WIND ENERGY*. www.ifc.org/ehsguidelines.
- Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2012). *Energy Efficiency and Conservation Clearing House Indonesia*.
- Kurniansyah, R., Nugroho, A. M., & Martiningrum, I. (2016). *Strategi Double Skin Façade pada Apartemen di Surabaya*.
- Lisa, N. P., & Qamar, S. (2022). Simulasi Konsumsi Energi Bangunan Berbentuk Dome Sebagai Upaya Optimalisasi Desain. *Serambi Engineering*, VII(2). <https://sefaira.com/>
- Manullang, A. L. E. (2015). Evaluasi Pencahayaan Kebisingan Temperatur, dan Getaran pada Line 3 PT. South Pasific Visvoce. *Industrial Engineering Online Journal*, 4 No. 3.

- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. (2006). *Pedoman Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasan di Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia*.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2002). KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 1405/MENKES/SK/XI/2002.
- Mulyadi, R. (2014). *Efektifitas fasad selubung ganda dalam mengurangi beban panas pada dinding luar bangunan*.
- Octarino, C. N., & Feriadi, H. (2021). EVALUASI KINERJA SELUBUNG BANGUNAN GEDUNG AGAPE UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA YOGYAKARTA. *LANGKAU BETANG: JURNAL ARSITEKTUR*, 8(2), 86. <https://doi.org/10.26418/lantang.v8i2.45436>
- PUG PUPR. (2002). *UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 28 TAHUN 2002 TENTANG BANGUNAN GEDUNG*. https://pug-pupr.pu.go.id/_uploads/PP/UU_no_28_th_2002.pdf
- Purnami, N. A., Arianti, R., & Setiawan, P. (2022). Analisis Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITDA) Yogyakarta. *AVITEC*, 4(2), 225. <https://doi.org/10.28989/avitec.v4i2.1325>
- Saud, M. I., & Heldiansyah, J. C. (2014). OPTIMALISASI KINERJA TERMAL SELUBUNG BANGUNAN PADA DESAIN KAMPUS BARU PROGRAM STUDI ARSITEKTUR UNLAM. *LANTING Journal of Architecture*, 3(1), 14–24.
- Sugiyono, A. (2002). *Penggunaan Energi dan Pemanasan Global: Prospek bagi Indonesia Perencanaan energi nasional dan daerah View project Energy System Optimization View project*. <https://doi.org/10.13140/2.1.2755.2646>
- Vaddadi, B., Bieser, J., Pohl, J., Kramers, A., & Enlund, T. (2020). *Towards a conceptual framework of direct and indirect environmental effects of co-working*.
- Widhayaka, S. A., & Rilatupa, J. E. D. (2021). OPTIMALISASI KINERJA TERMAL SELUBUNG BANGUNAN UNIT HUNIAN DI RUSUNAWA CIBESUT JAKARTA TIMUR. *MODUL*, 21(1), 43–50. <https://doi.org/10.14710/mdl.21.1.2021.43-50>