

BAB III

PELAKSANAAN KERJA MAGANG

3.1 Jadwal Kegiatan

Pelaksanaan magang industri dilaksanakan dari tanggal 1 Juli 2024 sampai dengan 16 Februari 2025 dengan total 640 jam. Mahasiswa magang tidak diwajibkan setiap hari untuk datang ke kantor oleh pihak PT Yodaya Hijau Bestari. Secara umum, kegiatan yang dilakukan selama magang industri adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Timeline kegiatan magang industri.

Keterangan Waktu	Deskripsi Pelaksanan Kerja Praktik
1 – 7 Juli 2024	<ul style="list-style-type: none">Perkenalan dan pembekalan magang.Menyiapkan seperti autocad, sketchup, dialux, dan beberapa perangkat lunak lainnya untuk mendukung pekerjaan.Proyek BGH pada bangunan ASN Tower 1 IKN.
8 – 14 Juli 2024	<ul style="list-style-type: none">Rapat dan presentasi tim.Proyek GREENSHIP Net Zero pada 7 sekolah DKI Jakarta.Proyek EDGE rating tools pada bangunan DISTP UI.
15 – 21 Juli 2024	<ul style="list-style-type: none">Kunjungan Lapangan proyek DISTP UI.Rekapitulasi dan perhitungan data inspeksi proyek DISTP UI.Listing Sanitary Work DISTP UI.
22 – 28 Juli 2024	<ul style="list-style-type: none">Perhitungan luas area lantai mezzanine dan LPD DISTP UI.Rekapitulasi transaksi (non technical).Rapat tim proyek DISTP UI.Pengerjaan WWR DISTP UI.
29 Juli – 04 Agustus 2024	<ul style="list-style-type: none">Pengerjaan WWR DISTP UI.
5 – 11 Agustus 2024	<ul style="list-style-type: none">Proyek GREENSHIP HVAC Aeon Delta Mas.Perhitungan tebal dinding DISTP UI.
12 – 23 Agustus 2024	<ul style="list-style-type: none">Perhitungan luasan dan listing HVAC Aeon Delta Mas.Proyek GREENSHIP lantai 25-29 SOPO DELL OFFICE TOWER & LIFESTYLE.
01 – 05 Januari 2025	<ul style="list-style-type: none">Koordinasi untuk melanjutkan magang.
06 Januari – 16 Februari	<ul style="list-style-type: none">Proyek BGH pada bangunan ONKOLOGI CENTER BUILDING SOERADJI TIRTONEGORO CENTRAL GENERAL HOSPITAL.Proyek BGH pada bangunan BTN Dago.

Kegiatan kerja magang sempat terhenti di bulan Agustus 2024 dikarenakan harus mengikuti kegiatan perkuliahan, kemudian dilanjut pada bulan Januari – Februari 2025 untuk memenuhi keseluruhan jam kerja magang. Selama kerja

magang di PT Yodaya Hijau Bestari, penulis diberikan kesempatan untuk turut berpartisipasi secara aktif pada beberapa proyek dengan beberapa sistem penilaian *green building* yang berbeda-beda. Salah satu yang pernah dikerjakan dalam kegiatan magang ini adalah proyek bangunan *West Residence* atau Rusun Aparatur Sipil Negara (ASN) yang ada di Ibu Kota Nusantara.

3.2 Proyek Kegiatan Magang

3.2.1. Informasi Geografis Lokasi Bangunan

Lokasi geografis bangunan *West Residence* adalah di kawasan Ibu Kota Nusantara (IKN) di Provinsi Kalimantan Timur. Kawasan ini mencakup sebagian dari Kecamatan Sepaku di Kabupaten Penajam Paser Utara dan sebagian dari Kabupaten Kutai Kartanegara. Karena geologis dan geografisnya yang relatif aman dari potensi bencana alam seperti gempa bumi, tsunami, dan aktivitas vulkanik, IKN dimaksudkan sebagai pusat pemerintahan baru Republik Indonesia yang akan menggantikan DKI Jakarta [15]. *West Residence* termasuk dalam Kawasan Inti Pusat Pemerintahan (KIPP) yang memiliki luas pengembangan sekitar 5.960 hektar dan mencakup zona hunian, perkantoran, fasilitas pemerintahan, serta ruang terbuka hijau. Bangunan *West Residence* adalah salah satu proyek rumah susun hunian bagi Aparatur Sipil Negara (ASN) yang ditugaskan di IKN [17]. Bangunan ini dirancang dengan pendekatan arsitektur vertikal yang mendukung konsep kota cerdas (*smart city*), efisiensi energi, dan kota hijau [18].

Ibu Kota Nusantara (IKN) memiliki iklim panas-lembap dengan tingkat radiasi matahari yang tinggi dan merata sepanjang tahun karena lokasinya di wilayah tropis ekuatorial. Intensitas panas yang diterima oleh permukaan bangunan, terutama yang menghadap ke timur dan barat, yang terpapar langsung oleh sinar matahari pagi dan sore hari, dipengaruhi langsung oleh kondisi ini. Namun, hingga saat ini, nilai *Solar Factor* (SF) untuk IKN belum disebutkan secara eksplisit dalam dokumen SNI 6389:2020 yang resmi. Oleh karena itu, sebagai pendekatan teknis yang relevan, digunakan nilai SF dari kota terdekat, yaitu Balikpapan, yang memiliki kondisi geografis dan iklim serupa. Nilai SF 128 W/m² untuk orientasi utara, 155 W/m² untuk orientasi timur, dan 185 W/m² untuk orientasi barat, masing-masing, digunakan dalam perhitungan berdasarkan standar tersebut. Jumlah beban panas radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan melalui bukaan ditunjukkan oleh nilai ini. Nilai-nilai ini sangat penting untuk menilai performa termal bangunan, terutama ketika menentukan nilai OTTV (Total Thermal Transfer Value) [4].

MULTIMEDIA
NUSANTARA



Gambar 3. 1 Orientasi bangunan terhadap arah mata angin.

Pada Gambar 3.1 bangunan *West Residence Tower B* memiliki orientasi utama yang menghadap ke arah timur pada bagian fasad depan dan ke arah barat pada bagian fasad belakang. Dengan orientasi ini, sebagian besar permukaan bangunan berada pada posisi yang langsung terpapar sinar matahari pagi dan sore. Karena lokasi geografis IKN berada di wilayah tropis ekuatorial, kondisi orientasi ini berdampak pada tingginya intensitas radiasi matahari yang diterima bangunan sepanjang hari. Paparan radiasi ini secara langsung memengaruhi besarnya nilai faktor matahari (SF) yang digunakan untuk menghitung perpindahan.

3.2.2. Desain Umum Metodologi

Proyek bangunan *West Residence* berlokasi di Ibu Kota Nusantara (IKN), Provinsi Kalimantan Timur. Bangunan ini ditujukan sebagai gedung hunian bertingkat untuk Aparatur Sipil Negara (ASN) yang nanti akan bekerja di IKN [19]. Dengan menggunakan data lapangan seperti orientasi bangunan, ventilasi alami, dan pengendalian panas melalui elemen bangunan, seperti

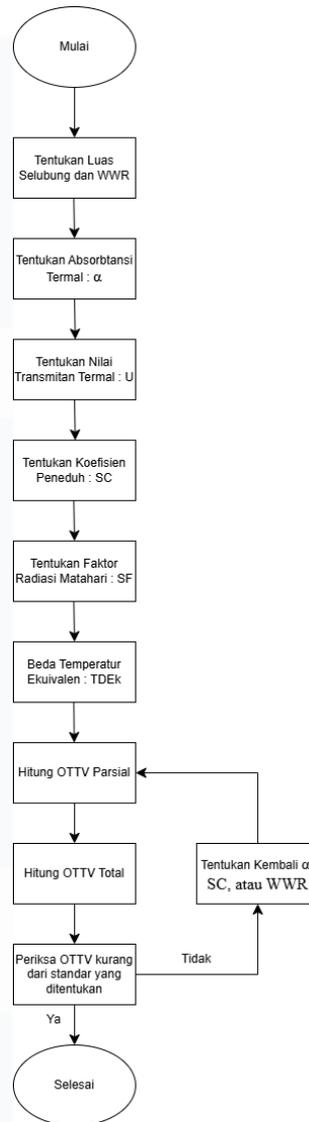
dinding dan bukaan, desain pasif bisa meningkatkan kenyamanan termal dan efisiensi energi bangunan tanpa tergantung pada sistem mekanis aktif seperti AC. Faktor-faktor seperti material dinding, jenis dan ketebalan kaca (*U-value*), rasio bukaan terhadap dinding (WWR), dan penggunaan shading dapat menurunkan nilai OTTV. Dengan nilai OTTV yang rendah, bangunan membutuhkan lebih sedikit energi untuk mendinginkan ruangan didalamnya sekaligus mendukung prinsip bangunan hijau dan efisiensi energi [16].

Studi pada bangunan PT. Pertamina Semarang menunjukkan bahwa dinding interior ruangan yang menerapkan vertical garden memiliki profil suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan ruangan tanpa vertical garden. Rata-rata, selisih penurunan suhu permukaan dinding berkisar $1,4\text{ }^{\circ}\text{C} - 2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, hal ini menandakan efek insulasi tanaman berjalan efektif sepanjang hari [20]. Objek analisis pada laporan ini adalah perhitungan nilai OTTV *Tower B West Residence*.



Gambar 3. 2 Rusun ASN 1 atau toer b *West Residence* IKN [21].

Kemudian langkah untuk menghitung nilai OTTV pada bangunan bisa dilihat pada *flow chart* pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Flowchart perhitungan OTTV.

Rumus untuk perhitungan OTTV adalah sebagai berikut :

$$OTTV = \alpha(U_w \times (1 - WWR)) \times TDEK + (SC \times WWR \times SF) + (U_f \times WWR \times \Delta T) \quad [4].$$

OTTV= Nilai Perpindahan Termal Menyeluruh pada dinding luar i pada arah tertentu(W/m²)

α= Absorbtansi radiasi matahari untuk dinding/atap yang tidak tembus cahaya

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

U_f = Transmittansi termal fenestrasi (W/m².K)

WWR = Perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi tertentu

TD eq = Beda suhu ekuivalen antara luar dan dalam (K)

SF = Faktor Radiasi Matahari (W/m^2)

SC = Koefisien Peneduh dari sistim fenestrasi/*skylight*

ΔT = Selisih temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam ruang (5K)

Nilai OTTV untuk selubung bangunan tidak boleh melebihi 35 $Watt/m^2$ untuk membatasi perolehan panas dari paparan matahari melalui selubung bangunan [4], [7], [16].

3.2.3. Data dan Informasi yang Digunakan

Pengumpulan data primer adalah data hasil pengerjaan selama kegiatan magang yang digunakan dalam perhitungan OTTV (*site plan*, gambar tampak, dan gambar potongan), pengumpulan data sekunder berupa gambar dan informasi yang diperlukan dalam penulisan dari Badan Standarisasi Nasional (BSN) maupun jurnal terkait perhitungan OTTV yang ada sebelumnya. Teknik analisis data yang dilakukan data hasil observasi dokumen gambar kerja (denah dan fasad), kajian pustaka, kemudian perhitungan OTTV menggunakan *Excel*.

Kota	U	TL	T	TGR	S	BD	B	BL	Roof/ Horizontal
Aceh	116	138	166	154	142	179	200	159	397
Lhokseumawe	117	141	161	142	120	140	160	142	375
Medan	122	150	177	158	138	173	195	158	393
Padang	131	152	171	147	123	153	181	160	431
Pekanbaru	125	135	152	138	129	171	200	166	428
Tanjungpinang	136	150	169	153	142	183	211	175	405
Batam	125	146	170	151	132	170	196	162	423
Jambi	132	136	147	132	122	180	196	173	412
Singkep	110	124	136	123	109	123	135	123	339
Bengkulu	140	152	165	139	119	159	197	175	439
Palembang	136	148	159	135	119	157	192	171	425
Pangkalpinang	150	160	172	147	131	173	213	189	415
Belitung	135	145	155	133	117	152	187	169	422
Lampung	141	148	156	132	116	158	198	179	422
Serang	162	168	173	142	123	172	224	205	430
Tangerang	146	151	156	129	111	152	197	183	376
Jakarta	148	161	171	138	112	152	197	181	427
Bandung	150	167	164	135	113	154	198	183	426
Tegal	130	140	143	121	105	121	143	140	430
Cilacap	136	152	159	131	107	132	160	153	400
Yogyakarta	152	168	170	130	105	139	178	168	380
Semarang	156	170	177	138	111	155	205	191	434
Bawean	123	134	138	119	104	119	137	134	357
Surabaya	155	179	194	149	110	158	211	192	470
Madura	150	166	167	130	104	129	167	166	366
Banyuwangi	132	162	179	144	108	143	177	162	426
Denpasar	153	169	178	141	111	152	197	184	410
Portianak	125	130	139	125	120	157	186	161	384
Banjarmasin	140	151	161	135	117	161	203	180	432
Palangkaraya	135	139	150	132	121	167	208	181	371
Samarinda	142	154	172	153	139	184	219	187	413
Balikpapan	128	141	155	139	124	157	185	161	396
Bulungan	131	147	168	156	146	179	197	163	400
Tarakan	116	125	139	131	131	169	188	153	351
Manado	124	145	165	145	129	161	185	155	432
Gorontalo	125	140	161	145	130	168	196	164	443
Palu	133	170	198	164	127	164	198	170	460
Masamba Luwu Utara	147	160	177	154	135	180	218	189	425
Majene	140	161	179	148	122	164	203	178	444
Makassar	146	163	173	138	112	149	190	176	426
Kendari	140	151	164	144	127	160	190	170	395
Bau Bau	140	151	160	133	114	154	192	174	394
Banggai	131	158	182	156	129	164	192	164	398

Mataram	153	171	172	132	104	132	172	171	431
Bima	128	141	155	139	124	157	185	161	422
Waingapu	154	174	176	134	103	134	176	174	416
Kupang	167	177	175	131	102	142	196	194	428
Ambon	130	146	163	142	122	159	188	162	407
Ternate	126	143	165	148	132	166	191	160	395
Saumlaki	125	137	141	121	105	121	141	137	381
Fak Fak	129	144	159	140	122	150	173	152	343
Manokwari	140	151	167	148	135	173	205	178	406
Jayapura	124	140	152	131	113	134	157	143	405
Merauke	149	160	167	135	111	150	192	179	378

Untuk daerah yang tidak tersebut dalam tabel, merujuk ke daerah terdekat atau yang kondisi cuacanya mirip yang ada di tabel

Tabel 3. 2 Faktor radiasi matahari di beberapa kota Indonesia [4].

Solar factor (SF) merupakan faktor yang menentukan seberapa panas radiasi yang masuk melalui jendela. Selain dipengaruhi oleh arah orientasi dan lokasi geografis, nilainya sangat penting dalam desain bangunan yang menghemat energi. Solusi teknis untuk mengurangi dampak SF terhadap nilai OTTV total adalah penerapan *shading* yang efektif dan pemilihan kaca dengan SC rendah.

Bahan dinding luar	α
Beton berat ¹⁾	0,91
Bata merah	0,89
Bituminous felt	0,88
Batu sabak	0,87
Beton ringan	0,86
Aspal jalan setapak	0,82
Kayu permukaan halus	0,78
Beton ekspos	0,61
Ubin putih	0,58
Bata kuning tua	0,56
Atap putih	0,50
Cat aluminium	0,40
Kenkil	0,29
Seng putih	0,26
Bata glazur putih	0,25
Lembaran aluminium yang dilapikan	0,12

¹⁾ Untuk bangunan nuklir

Tabel 3. 3 Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk dinding luar dan atap tidak transparan [4].

Tabel 3.3 menunjukkan nilai absorptansi radiasi matahari untuk berbagai jenis material dinding luar dan atap tidak transparan. Nilai absorptansi (α) ini sangat penting untuk perhitungan OTTV karena menunjukkan seberapa banyak energi panas yang diserap oleh permukaan material. Material dengan nilai absorptansi tinggi, seperti beton kasar (0,91) atau bata merah (0,86), cenderung menyerap lebih banyak panas dan meningkatkan beban pendinginan bangunan. Sebaliknya, bahan dengan permukaan terang dan reflektif seperti cat aluminium (0,25) atau lembaran bangunan radiasi (0,12) memiliki nilai absorptansi rendah dan lebih efektif dalam mengurangi panas masuk.

Dalam proyek ini, material dinding menggunakan bata ringan. Namun, material bata ringan tidak tercantum secara spesifik dalam daftar tersebut. Karena itu, dalam perhitungan OTTV pada bangunan *West Residence Tower B*, digunakan nilai estimasi absorptansi sebesar 0,50. Nilai 0,50 dianggap representatif secara teknis dan realistis berdasarkan masukan dari praktisi di lapangan yang telah lama menggunakan bata ringan sebagai material fasad dan mempertimbangkan karakteristik permukaan bata ringan yang umumnya terang dan dilapisi cat luar. Nilai ini juga berada di kisaran menengah antara 0,40 untuk bahan dinding yang dicat putih dan 0,65 untuk permukaan plesteran biasa. Penggunaan nilai ini menjadi solusi pragmatis ketika data spesifik material belum tersedia di standar resmi.



Gambar 3. 4 Site plan *West Residence* IKN [21].

Untuk bangunan *Tower B West Residence* sendiri bangunan menghadap kearah (timur) untuk tampak depan dan (barat) untuk tampak belakang, dimana merupakan sisi terluas dibangun *West residence*. Jika dilihat dari lokasi Pembangunan yaitu kota Balikpapan artinya bangunan tersebut akan terpapar matahari cukup besar di sisi timur dan barat. Tantangan pada pengerjaan proyek *West Residence Tower B IKN* adalah paparan dari sinar matahari yang diterima bangunan tidak akan mempengaruhi peningkatan panas dalam ruangan (kenyamanan termal) dan konsumsi energi berlebih dari penggunaan Air Conditioner. Karena dampak dari bangunan yang dominan menghadap sisi timur dan barat akan lebih besar menerima Cahaya dan panas matahari [11].



Gambar 3. 5 Tampak depan (sisi timur) [21].



Gambar 3. 6 Tampak belakang (sisi barat) [21].



Gambar 3. 7 Tampak kanan [21].



Gambar 3. 8 Tampak kiri [21].

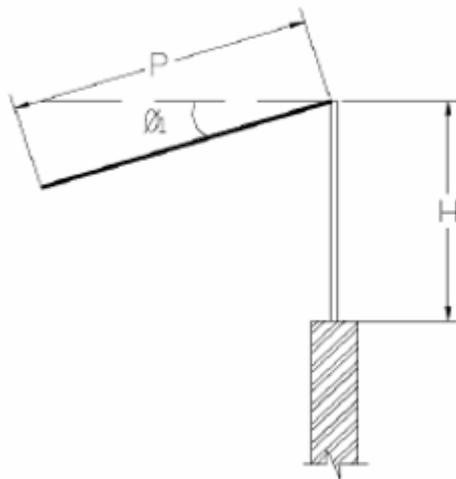
Dari Data Teknis pada Gambar 3.5 hingga 3.8 menunjukkan bahwa fasad barat dan timur bangunan memiliki luasan dan bukaan paling besar. Faktor-faktor seperti sirkulasi, akses utama, dan pencahayaan alami di pagi dan sore hari menjadi

alasan mengapa desain ini membuat kedua fasad terpapar langsung oleh radiasi matahari. Akibatnya, sisi timur dan barat bangunan memiliki nilai OTTV yang tinggi.

Spesifikasi sistem fenestrasi yang digunakan pada bangunan *West Residence Tower B* ditunjukkan di Tabel 3.4. Semua bukaan, termasuk jendela, pintu, dan bukaan podium, dibuat dengan kaca Asahimas Panasap Dark Blue 6 mm, dengan nilai *Solar Heat Gain Coefficient (SHGC)* sebesar 0,58 dan U-Value sebesar 5,70 W/m²K. Semua bukaan telah dilengkapi peneduh luar (*shading*) horizontal dan *eggcrate* sesuai lokasi penempatannya, yang berfungsi untuk mengurangi beban panas masuk akibat radiasi matahari secara langsung [22].

Tabel 3. 4 spesifikasi sistem fenestrasi luar.

No	Kode Tipe Konstruksi Sistem Fenestrasi	Nama	SHGC	U Value (W/m ² K)	Peneduh Luar	Kode Spesifikasi Peneduh Luar (lihat tabel 3,4,5)	Keterangan
1	F1	jendela with shading	0,58	5,70	yes	SH1	Asahimas Panasap Dark Blue 6 mm
2	F2	Pintu Kamar Utama with	0,58	5,70	yes	SE1	Asahimas Panasap Dark Blue 6 mm
3	F3	Bukaan Podium Lantai B	0,58	5,70	yes	SE2	Asahimas Panasap Dark Blue 6 mm
4	F4	Bukaan Podium Lantai D	0,58	5,70	yes	SE3	Asahimas Panasap Dark Blue 6 mm



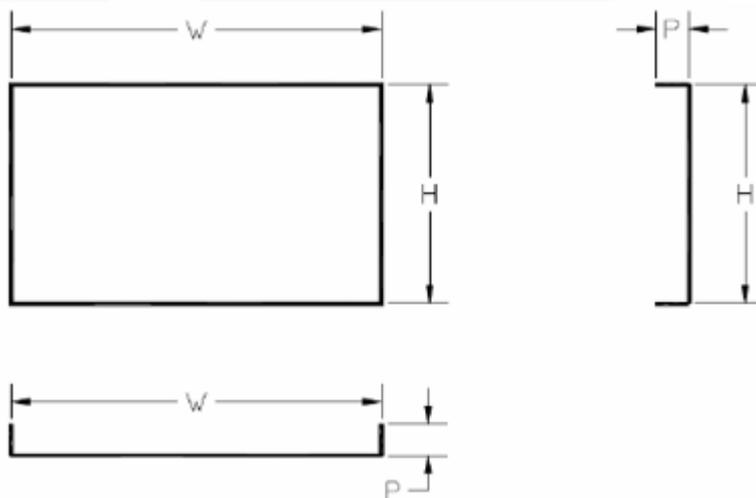
Gambar 3. 9 Peneduh luar horizontal.

Gambar 3.9 menunjukkan skema peneduh luar horizontal (horizontal shading device), yang berfungsi untuk mengurangi jumlah radiasi matahari langsung yang masuk ke dalam bangunan melalui bukaan seperti jendela. Di daerah tropis seperti Indonesia, di mana sudut datang matahari relatif tinggi sepanjang tahun, jenis peneduh ini sangat efektif digunakan pada fasad utara dan selatan. Dalam gambar tersebut, P adalah panjang overhang, atau jarak horizontal antara dinding bangunan dan ujung peneduh, dan H adalah tinggi bukaan dari jendela ke atas. Element horizontal ini akan menahan sudut peneduhan atau sudut datang sinar matahari, dan sudut θ adalah representasinya. Efektivitas shading terhadap pengurangan beban panas akibat radiasi matahari ditentukan oleh rasio P/H [16].

Tabel 3. 5 spesifikasi peneduh luar horizontal/mendatar.

TABEL 3								
A Type :		HORISONTAL / MENDATAR						
No	Kode Peneduh Luar Horizontal	panjang (P1)	tinggi (H)	kemiringan	Scef Utara / Selatan	Scef Barat / Timur	Scef TimurLaut / BaratLaut	Scef Tenggara / BaratDaya
		[m]	[m]	[derajat]				
1	SH1	0,3	2	0	0,938	0,936	0,927	0,925
2	SH2	2,2	3,3	0	0,704	0,691	0,679	0,658
3	SH3	0,9	5,1	0	0,938	0,936	0,927	0,925

Spesifikasi teknis untuk tiga jenis peneduh luar horizontal (SH1, SH2, dan SH3) ditunjukkan dalam Tabel 3.5. Spesifikasi ini didasarkan pada dimensi panjang (P1), tinggi (H), dan sudut kemiringan, serta nilai koefisien peneduh efektif (Scef) untuk berbagai orientasi fasad bangunan. Setiap jenis memiliki kemiringan tegak lurus atau negatif. Dengan panjang 0,3 m dan tinggi 2 m, SH1 memiliki nilai Scef tertinggi pada hampir semua orientasi, seperti 0,938 untuk orientasi utara/selatan. Sebaliknya, SH2 memiliki panjang 2,2 m dan tinggi 3,3 m, dan memiliki nilai Scef yang jauh lebih rendah, terutama pada orientasi barat/timur (0,691) dan tenggara/barat daya (0,658), yang menunjukkan bahwa orientasi tersebut memiliki efektivitas peneduhan yang lebih tinggi. Nilai Scef yang lebih besar menunjukkan bahwa radiasi matahari yang masuk lebih banyak, sedangkan nilai yang lebih rendah menunjukkan bahwa peneduh efektif dalam mengurangi panas yang masuk ke bangunan .



Gambar 3. 10 Peneduh luar eggcrate.

Bentuk dan dimensi sistem peneduh luar eggcrate, yang merupakan kombinasi peneduh horizontal dan vertikal yang dipasang pada bukaan jendela atau fasad bangunan, ditunjukkan pada gambar tersebut. Elemen horizontal melindungi dari radiasi matahari dari arah atas (utara atau selatan, tergantung lokasi), sedangkan elemen vertikal menghalangi sinar matahari dari arah samping (timur atau barat). Dalam gambar, W menunjukkan lebar bukaan, H menunjukkan tinggi bukaan, dan P menunjukkan proyeksi atau panjang peneduh, baik horizontal maupun vertikal. Di iklim tropis seperti Indonesia, desain eggcrate dapat

mengurangi panas dari berbagai arah radiasi, terutama di lokasi di mana fasad menghadap langsung ke arah matahari terbit atau terbenam.

Tabel 3. 6 spesifikasi peneduh luar eggcrate.

TABEL 5

C Type:		EGGCRATE								
No	Kode Peneduh Luar Vertikal	panjang (P1)	tinggi (H)	panjang (P2)	lebar (W)	kemiringan	Scef	Scef	Scef	Scef
		P1 (m)	H (m)	P2 (m)	W (m)	[derajat]	Utara / Selatan	Barat / Timur	TimurLaut / BaratLaut	Tenggara / BaratDaya
1	SE1	1,1	2,45	1,1	2,9	0	0,681	0,732	0,672	0,656
2	SE2	1,64	3,35	1,64	5,3	0	0,681	0,732	0,672	0,656
3	SE3	3	5,65	1,64	5,3	0	0,664	0,663	0,618	0,596

Tabel 3. 6 menunjukkan spesifikasi peneduh luar tipe *eggcrate*, yang terdiri dari kombinasi dimensi panjang (P1 dan P2), tinggi (H), dan lebar (W) dengan sudut kemiringan 0. Nilai *coefficient* peneduh efektif (Scef), yang lebih rendah menunjukkan lebih efektif dalam mengurangi panas matahari. Nilai Scef yang lebih rendah menunjukkan bahwa peneduh lebih efektif dalam mengurangi panas matahari. Misalnya, SE3 adalah pilihan yang baik untuk orientasi ini karena memiliki nilai Scef terendah untuk sisi barat (0,663) dan timur (0,618).

Setelah menentukan spesifikasi dinding luar dan sistem fenetrasi gedung, hal yang perlu diperhatikan adalah solar faktor untuk gedung tersebut. Solar faktor atau heat gain factor adalah ukuran yang menunjukkan seberapa banyak energi panas matahari yang masuk ke dalam suatu bangunan melalui jendela, atap, atau elemen lainnya, baik secara langsung maupun tidak langsung. Solar faktor juga biasa disebut *Solar Heat Gain Coefficient (SHGC)*, satuannya adalah W/m^2 . Cara menentukan nilai solar faktor adalah Jumlah Panas Matahari yang Masuk / Jumlah Total Radiasi Matahari yang datang. Namun, untuk mempermudah perhitungan sudah dipersiapkan nilai solar faktor di beberapa kota di Indonesia. Pada perhitungan OTTV untuk gedung *West Residence* yang ada di IKN menggunakan digunakan kota Balikpapan sebagai acuan kota terdekat dari lokasi proyek [4].

Tabel 3. 7 nilai *solar factor* kota Balikpapan.

Solar Faktor Kota Balikpapan	
Arah Mata Angin	Nilai Solar Faktor W/m^2
Utara	128
Timur Laut	141
Timur	155
Tenggara	139
Selatan	124
Barat Daya	157
Barat	185
Barat Laut	161
Roof/Horisontal	396

3.2.4. Perhitungan Nilai OTTV Existing

Perhitungan konduksi melalui dinding

Dalam perhitungan *Overall Thermal Transfer Value (OTTV)*, perpindahan panas konduksi melalui dinding mengacu pada laju perpindahan panas yang melewati dinding bangunan yang besar karena perbedaan suhu antara bagian dalam dan luar bangunan. perpindahan panas konduksi melalui dinding pada perhitungan OTTV dihitung dengan model yang mempertimbangkan nilai transmittan termal dinding (U_w), proporsi dinding masif ($1-WWR$), dan beda suhu ekuivalen (T_{deK}), dikalibrasi dengan faktor absorbtansi radiasi (α), menghasilkan nilai perpindahan panas per satuan luas dinding luar bangunan [14]. Rumus untuk menghitung nilai OTTV pada dinding melalui perpindahan panas konduksi adalah sebagai berikut:

$$OTTV_{dinding} = (1 - WWR) \times U \times \alpha \times T_{deK} \dots [4].$$

Tabel 3. 8 Parameter perhitungan OTTV (konduksi melalui dinding).

Parameter	Nilai
Total Area Fasad (A)	39,90 m ²
Window to Wall Ratio (WWR)	0,30
1 - WWR	0,70
U-value dinding (U)	1,70 W/m ² K
Absorptansi (α)	0,50
TdeK (ΔT)	12°C

Untuk fasad utara (U1) dengan luas 39,90 m², nilai U-value dinding adalah 1,70 W/m²K. Dengan Window to Wall Ratio (WWR) sebesar 0,3, absorptansi dinding 0,5, dan perbedaan temperatur (TdeK) sebesar 12°C, maka nilai konduksi panas melalui dinding dihitung sebagai berikut:

$$OTTV_{dinding} = 0,70 \times 1,70 \times 0,50 \times 12 = 7,14 \text{ W/m}^2$$

$$Q_{dinding} = OTTV_{dinding} \times \text{Area Fasad}$$

$$Q_{dinding} = 7,14 \times 39,90 = 285,09 \text{ Watt}$$

Perhitungan nilai konduksi panas melalui dinding fasad utara dilakukan dengan menggunakan parameter Window to Wall Ratio (WWR), nilai U-value dinding, faktor absorptansi, dan selisih temperatur efektif (TdeK) sesuai rumus yang tercantum dalam SNI 6389:2020. Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh nilai OTTV sebesar 7,14 W/m² dengan total perpindahan panas sebesar 285,09

Watt. Sementara itu, perhitungan untuk variabel dan orientasi fasad lainnya, baik yang meliputi konduksi melalui dinding maupun bukaan, dapat dilihat secara lengkap pada tabel 3.9.



Tabel 3. 9 perhitungan konduksi melalui dinding.

No	Fasad	Total Area Fasad	Heat Absorbtion factor	Total Area Bukaannya	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U Value (Uv) wall	Tdek	OTTV	(A)xOTTV	U T A R A
		(m ²)		(m ²)			W/m ² k			(Watt)	
		1	4	5	6	7	8	9	10	11	
					(5)/(6)	1-(6)			(4)x(7)x(8)x(9)	(1)x(10)	
U1	Bata Ringan	39,90	0,50	11,88	0,3	0,70	1,70	12,00	7,10	283,29	
		39,90		11,88	0,3					283,29	
		TOTAL		TOTAL	TOTAL					TOTAL	
No	Fasad	Total Area Fasad (m ²)	Heat Absorbtion factor	Total Area Bukaannya (m ²)	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U Value (Uv) wall W/m ² k	Tdek	OTTV	(A)xOTTV (Watt)	T I M U R
		1	4	5	6	7	8	9	10	11	
					(5)/(6)	1-(6)			(4)x(7)x(8)x(9)	(1)x(10)	
T1	Bata Ringan	183,60	0,50	48,40	0,26	0,74	1,70	12,00	7,52	1380,672	
T2	Bata Ringan	604,80	0,50	88,65	0,15	0,85	1,70	12,00	8,71	5267,808	
T3	Bata Ringan	324,00	0,50	114,86	0,35	0,65	1,70	12,00	6,59	2135,16	
		1112,40		251,91	0,23					8783,64	
		TOTAL		TOTAL	TOTAL					TOTAL	
No	Fasad	Total Area Fasad (m ²)	Heat Absorbtion factor	Total Area Bukaannya (m ²)	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U Value (Uv) wall W/m ² k	Tdek	OTTV	(A)xOTTV (Watt)	B A R A T
		1	4	5	6	7	8	9	10	11	
					(5)/(6)	1-(6)			(4)x(7)x(8)x(9)	(1)x(10)	
B1	Bata Ringan	72,00	0,50	28,38	0,39	0,61	1,70	12,00	6,18	444,96	
B2	Bata Ringan	91,20	0,50	24,86	0,27	0,73	1,70	12,00	7,42	676,704	
B3	Bata Ringan	604,80	0,50	88,65	0,15	0,85	1,70	12,00	8,71	5267,808	
B4	Bata Ringan	324,00	0,50	114,86	0,35	0,65	1,70	12,00	6,59	2135,16	
		1092,00		256,75	0,24					8524,632	
		TOTAL		TOTAL	TOTAL					TOTAL	
No	Fasad	Total Area Fasad (m ²)	Heat Absorbtion factor	Total Area Bukaannya (m ²)	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U Value (Uv) wall W/m ² k	Tdek	OTTV	(A)xOTTV (Watt)	T I M U R
		1	4	5	6	7	8	9	10	11	
					(5)/(6)	1-(6)			(4)x(7)x(8)x(9)	(1)x(10)	
TL1	Bata Ringan	68,00	0,50	28,16	0,41	0,59	1,70	12,00	5,98	406,64	
TL2	Bata Ringan	88,00	0,50	24,86	0,28	0,72	1,70	12,00	7,35	646,8	
TL3	Bata Ringan	604,80	0,50	88,65	0,15	0,85	1,70	12,00	8,71	5267,808	
TL4	Bata Ringan	324,00	0,50	114,86	0,35	0,65	1,70	12,00	6,59	2135,16	
		1085,60		256,75	0,24					8456,408	
		TOTAL		TOTAL	TOTAL					TOTAL	
No	Fasad	Total Area Fasad (m ²)	Heat Absorbtion factor	Total Area Bukaannya (m ²)	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U Value (Uv) wall W/m ² k	Tdek	OTTV	(A)xOTTV (Watt)	T E N G G A R A
		1	4	5	6	7	8	9	10	11	
					(5)/(6)	1-(6)			(4)x(7)x(8)x(9)	(1)x(10)	
TGR1	Bata Ringan	14,00	0,50	-	-	1	1,70	12,00	10,21	142,94	
TGR2	Bata Ringan	38,40	0,50	11,88	0,31	0,69	1,70	12,00	7,05	270,72	
		52,40		11,88	0,23					413,66	
		TOTAL		TOTAL	TOTAL					TOTAL	
No	Fasad	Total Area Fasad (m ²)	Heat Absorbtion factor	Total Area Bukaannya (m ²)	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U Value (Uv) wall W/m ² k	Tdek	OTTV	(A)xOTTV (Watt)	B A R A T
		1	4	5	6	7	8	9	10	11	
					(5)/(6)	1-(6)			(4)x(7)x(8)x(9)	(1)x(10)	
BD1	Bata Ringan	213,00	0,50	58,08	0,27	0,73	1,70	12,00	7,42	1580,46	
BD2	Bata Ringan	604,80	0,50	88,65	0,15	0,85	1,70	12,00	8,71	5267,808	
BD3	Bata Ringan	324,00	0,50	114,86	0,35	0,65	1,70	12,00	6,59	2135,16	
		1141,80		261,59	0,23					8983,428	
		TOTAL		TOTAL	TOTAL					TOTAL	
No	Fasad	Total Area Fasad (m ²)	Heat Absorbtion factor	Total Area Bukaannya (m ²)	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U Value (Uv) wall W/m ² k	Tdek	OTTV	(A)xOTTV (Watt)	B A R A T
		1	4	5	6	7	8	9	10	11	
					(5)/(6)	1-(6)			(4)x(7)x(8)x(9)	(1)x(10)	
BL1	Bata Ringan	15,20	0,50	-	-	1	1,70	12,00	10,21	155,192	
BL2	Bata Ringan	44,40	0,50	11,88	0,27	0,73	1,70	12,00	7,48	332,112	
		59,60		11,88	0,2					487,304	
		TOTAL		TOTAL	TOTAL					TOTAL	

Tabel 3.9 menunjukkan hasil perhitungan konduksi panas melalui dinding fasad menggunakan rumus SNI 6389:2020. Rumus ini memperhitungkan sejumlah parameter, termasuk luas total fasad, nilai absorptansi permukaan (α), perbandingan langit-langit ke dinding (WWR), U-Value dinding, dan perbedaan temperatur ekuivalen (TdeK). Nilai OTTV untuk masing-masing orientasi dalam W/m^2 dihitung, kemudian dikalikan dengan luas fasad untuk mendapatkan beban panas total dalam Watt. Hasilnya menunjukkan bahwa orientasi barat memiliki konduksi tertinggi sebesar 8.983,43 Watt, sedangkan orientasi timur memiliki konduksi tertinggi sebesar 8.524,63 Watt. Sisi tenggara dan utara fasad menunjukkan nilai konduksi yang lebih rendah karena orientasinya yang tidak langsung terhadap matahari dan luas area yang lebih terbatas. Luas permukaan fasad yang dominan, serta nilai WWR yang signifikan, berkorelasi erat dengan nilai ini. Ini menunjukkan bahwa arah orientasi fasad dan desain pembukaan dinding memengaruhi jumlah panas yang ditransfer ke dalam bangunan.

Perhitungan Konduksi Melalui Bukaannya.

Perpindahan panas secara konduksi melalui bukaan adalah komponen penting dalam perhitungan nilai total transfer panas (OTTV). Ini menggambarkan jumlah panas yang ditransmisikan ke dalam bangunan melalui komponen transparan seperti jendela atau kaca [23]. Rumus untuk perpindahan panas konduksi melalui bukaan direpresentasikan dalam rumus sebagai berikut:

$$(U_f \times WWR \times \Delta T) \dots [24].$$

Keterangan:

- U_f = nilai transmitansi termal bukaan ($W/m^2.K$), menggambarkan kemampuan perpindahan panas melalui kaca, frame, atau material bukaan lainnya
- WWR = *Window-to-Wall Ratio*, yaitu rasio luas bukaan terhadap luas total dinding luar (tanpa satuan)
- ΔT = perbedaan suhu antara suhu ruang dalam dan suhu luar ($^{\circ}C$ atau K)

Perpindahan panas konduksi melalui bukaan dalam perhitungan OTTV dihitung dengan mengalikan nilai transmitansi termal bukaan (U_f), rasio luas bukaan terhadap dinding luar (WWR), dan perbedaan suhu (ΔT). Ini merepresentasikan laju panas yang masuk ke bangunan melalui bukaan akibat konduksi dan merupakan

salah satu faktor kunci dalam total OTTV untuk penilaian efisiensi termal bangunan. Selanjutnya, dalam laporan ini akan dilakukan perhitungan nilai OTTV (konduksi melalui bukaan) pada fasad utara bangunan tower B *West Residence* IKN, dengan parameter perhitungan yang ada pada Tabel 3.10.

Tabel 3. 10 Parameter perhitungan OTTV (konduksi melalui bukaan).

Parameter	Nilai
Total Area Fasad	39,00 m ²
Total Area Bukaan	11,88 m ²
WWR	0,30
U-value Kaca	5,70 W/m ² K
ΔT (TdeK)	5°C

Perhitungan konduksi panas melalui bukaan pada fasad utara dilakukan berdasarkan nilai Window to Wall Ratio (WWR), U-value kaca, dan perbedaan temperatur efektif (TdeK). Dengan WWR sebesar 0,30, U-value kaca 5,70 W/m²K, dan ΔT sebesar 5°C, maka diperoleh nilai OTTV bukaan sebesar:

$$OTTV = 0,30 \times 5,70 \times 5 = 8,55 \text{ W/m}^2$$

Dengan luas fasad 39,00 m², total panas yang masuk melalui konduksi bukaan adalah:

$$Q = 8,55 \times 39,00 = 333,45 \text{ Watt}$$

Perhitungan konduksi panas melalui bukaan pada fasad utara dilakukan sebagai contoh dengan menggunakan nilai Window to Wall Ratio (WWR), U-value kaca, dan selisih temperatur efektif (TdeK). Berdasarkan parameter tersebut, diperoleh nilai OTTV sebesar 8,55 W/m² dan total panas yang masuk melalui bukaan sebesar 333,45 Watt. Perhitungan untuk orientasi fasad lainnya, baik untuk dinding maupun bukaan, dapat dilihat secara lengkap pada tabel 3.11.

Tabel 3. 11 perhitungan konduksi melalui bukaan.

No	(WWR*UF*ΔT)	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio (WWR)	U Value (Uv) Bukaan	Δ T	OTTV	(A)xOTTV	U T A R A
		(m ²)	(m ²)	(WWR)	W /m ² k			(Watt)	
	Fasad	1	5	3	4	5	6	7	
				(2)/(1)			(3)x(4)x(5)	(1)x(6)	
U1	Bukaan Podium Lantai Da	39,00	11,88	0,30	5,70	5,00	8,55	333,45	
		39,00	11,88	0,3				333,45	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL	
No	(WWR*UF*ΔT)	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio (WWR)	U Value (Uv) Bukaan	Δ T	OTTV	(A)xOTTV	T I M U R
	Fasad	(m ²)	(m ²)	(WWR)	W /m ² k			(Watt)	
		1	5	3	4	5	6	7	
				(2)/(1)			(3)x(4)x(5)	(1)x(6)	
T1	Bukaan Podium Lantai Da	183,60	48,40	0,26	5,70	5,00	7,41	1360,48	
T2	Jendela with Shading	604,80	88,65	0,15	5,70	5,00	4,28	2585,52	
T3	Pintu Kamar Utama With	324,00	114,86	0,35	5,70	5,00	9,98	3231,90	
		1112,40	251,91	0,23				7177,90	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL	
No	(WWR*UF*ΔT)	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio (WWR)	U Value (Uv) Bukaan	Δ T	OTTV	(A)xOTTV	B A R A T
	Fasad	(m ²)	(m ²)	(WWR)	W /m ² k			(Watt)	
		1	5	3	4	5	6	7	
				(2)/(1)			(3)x(4)x(5)	(1)x(6)	
B1	Bukaan Podium Lantai B1	72,00	28,38	0,39	5,70	5,00	11,12	800,28	
B2	Bukaan Podium Lantai B1	91,20	24,86	0,27	5,70	5,00	7,70	701,78	
B3	Jendela with Shading	604,80	88,65	0,15	5,70	5,00	4,28	2585,52	
B4	Pintu Kamar Utama with	324,00	114,86	0,35	5,70	5,00	9,98	3231,90	
		1092,00	256,75	0,24				7319,48	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL	
No	(WWR*UF*ΔT)	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio (WWR)	U Value (Uv) Bukaan	Δ T	OTTV	(A)xOTTV	T I M U R
	Fasad	(m ²)	(m ²)	(WWR)	W /m ² k			(Watt)	
		1	5	3	4	5	6	7	
				(2)/(1)			(3)x(4)x(5)	(1)x(6)	
TL1	Bukaan Podium Lantai B1	68,00	28,16	0,41	5,70	5,00	11,69	794,58	
TL2	Bukaan Podium Lantai Da	88,80	24,86	0,28	5,70	5,00	7,98	708,62	
TL3	Jendela with Shading	604,80	88,65	0,15	5,70	5,00	4,28	2585,52	
TL4	Pintu Kamar Utama with	324,00	114,86	0,35	5,70	5,00	9,98	3231,90	
		1085,60	256,53	0,24				7320,62	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL	
No	(WWR*UF*ΔT)	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio (WWR)	U Value (Uv) Bukaan	Δ T	OTTV	(A)xOTTV	T E N G A R A
	Fasad	(m ²)	(m ²)	(WWR)	W /m ² k			(Watt)	
		1	5	3	4	5	6	7	
				(2)/(1)			(3)x(4)x(5)	(1)x(6)	
TGR1	None	14,00	-	-	-	5,00	-	-	
TGR2	Bukaan Podium Lantai Da	38,40	11,88	0,31	5,70	5,00	8,84	339,26	
		52,40	11,88	0,23				339,26	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL	
No	(WWR*UF*ΔT)	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio (WWR)	U Value (Uv) Bukaan	Δ T	OTTV	(A)xOTTV	B A R A T
	Fasad	(m ²)	(m ²)	(WWR)	W /m ² k			(Watt)	
		1	5	3	4	5	6	7	
				(2)/(1)			(3)x(4)x(5)	(1)x(6)	
BD1	Bukaan Podium Lantai Da	213,00	58,08	0,27	5,70	5,00	7,70	1639,04	
BD2	Jendela with Shading	604,80	88,65	0,15	5,70	5,00	4,28	2585,52	
BD3	Pintu Kamar Utama with	324,00	114,86	0,35	5,70	5,00	9,98	3231,90	
		1141,80	261,59	0,23				7456,46	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL	
No	(WWR*UF*ΔT)	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio (WWR)	U Value (Uv) Bukaan	Δ T	OTTV	(A)xOTTV	B A R A T
	Fasad	(m ²)	(m ²)	(WWR)	W /m ² k			(Watt)	
		1	5	3	4	5	6	7	
				(2)/(1)			(3)x(4)x(5)	(1)x(6)	
BL1	None	15,20	-	-	-	5,00	-	-	
BL2	Bukaan Podium Lantai Da	44,40	11,88	0,27	5,70	5,00	7,70	341,66	
		59,60	11,88	0,2				341,658	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL	

Tabel 3.11 menunjukkan hasil perhitungan konduksi panas melalui bukaan

(OTTV) pada berbagai orientasi fasad menggunakan parameter *Window to Wall Ratio (WWR)*, *U-value* kaca (5,70 W/m²K), dan selisih suhu (ΔT) sebesar 5 °C. Fasad barat menunjukkan nilai OTTV tertinggi (7.456,46 Watt) dan timur (7.319,48 Watt). Sebaliknya, fasad utara dan tenggara menunjukkan nilai OTTV terendah (7.456,46 Watt). Hal ini menunjukkan bahwa arah fasad dan ukuran bukaan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap besarnya perpindahan panas melalui konduksi kaca.

Perhitungan Radiasi Melalui Bukaan

Dalam perhitungan OTTV, perpindahan panas radiasi melalui bukaan dihitung dengan mengalikan koefisien peneduh fenestrasi (SC), rasio luas bukaan terhadap dinding (WWR), dan faktor radiasi matahari (SF). Komponen-komponen ini menunjukkan jumlah energi panas radiasi matahari yang dapat masuk melalui bukaan kaca dan merupakan bagian dari nilai perpindahan panas bangunan secara keseluruhan. Ini sangat mempengaruhi pengendalian efisiensi energi bangunan [23], [25]. Perhitungan radiasi matahari melalui bukaan pada fasad utara dilakukan menggunakan rumus:

$$\text{OTTV} = \text{WWR} \times \text{SF} \times \text{SC} \dots[4].$$

Dengan parameter:

Window to Wall Ratio (WWR): 0,30

Solar Factor (SF): 128,00

Shading Coefficient (SC): 0,44

Maka diperoleh:

$$\text{OTTV}_{\text{radiasi}} = 0,30 \times 128,00 \times 0,44 = 17,16 \text{ W/m}^2$$

Sehingga total panas yang masuk akibat radiasi matahari melalui bukaan:

$$Q = 17,16 \times 39,00 = 669,08 \text{ Watt}$$

Perhitungan radiasi matahari melalui bukaan pada fasad utara dilakukan dengan mempertimbangkan nilai Window to Wall Ratio (WWR), Solar Factor (SF), dan Shading Coefficient (SC), sehingga diperoleh nilai OTTV radiasi sebesar 17,16 W/m² dengan

total perpindahan panas sebesar 669,08 Watt. Perhitungan radiasi pada orientasi fasad lainnya dapat dilihat secara lengkap pada tabel 3.12.



Tabel 3. 12 perhitungan radiasi melalui bukaan.

No	(WWR*SC*SF)	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC=SCk*Sceff)	OTTV	(A)xOTTV	U T A R A
		(m ²)	(m ²)	(WWR)				(Watt)	
		1	2	3				7	
U1	Bukaan Podium Lantai B1	39,00	11,88	0,30	128,00	0,44	17,16	669,08	
		39,00	11,88	0,30				669,08	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL	
No	(WWR*SC*SF)	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC=SCk*Sceff)	OTTV	(A)xOTTV	T I M U R
		(m ²)	(m ²)	(WWR)				(Watt)	
		1	2	3				7	
T1	Bukaan Podium Lantai Dasar	183,60	48,40	0,26	155,00	0,44	17,98	3300,88	
T2	Jendela with Shading	604,80	88,65	0,15	155,00	0,63	14,31	8656,67	
T3	Pintu Kamar Utama with Shading	324,00	114,86	0,35	155,00	0,49	26,92	8723,62	
		1112,40	251,91	0,26				20681,17	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL	
No	(WWR*SC*SF)	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC=SCk*Sceff)	OTTV	(A)xOTTV	B A R A T
		(m ²)	(m ²)	(WWR)				(Watt)	
		1	2	3				7	
B1	Bukaan Podium Lantai B1	72,00	28,38	0,39	185,00	0,49	35,73	2572,65	
B2	Bukaan Podium Lantai Dasar	91,20	24,66	0,27	185,00	0,44	22,01	2007,32	
B3	Jendela with Shading	604,80	88,65	0,15	185,00	0,63	17,08	10332,16	
B4	Pintu Kamar Utama with Shading	324,00	114,66	0,35	185,00	0,49	32,08	10393,93	
		1092,00	256,75	1,17				25306,06	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL	
No	(WWR*SC*SF)	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC=SCk*Sceff)	OTTV	(A)xOTTV	T I M U R
		(m ²)	(m ²)	(WWR)				(Watt)	
		1	2	3				7	
TL1	Bukaan Podium Lantai B1	68,00	28,16	0,41	141,00	0,45	26,28	1786,75	
TL2	Bukaan Podium Lantai Dasar	88,80	24,86	0,28	141,00	0,41	16,18	1437,16	
TL3	Jendela with Shading	604,80	88,65	0,15	141,00	0,62	12,81	7749,78	
TL4	Pintu Kamar Utama with Shading	324,00	114,86	0,35	141,00	0,45	22,49	7287,87	
		1085,60	256,53	1,20				18261,56	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL	
No	(WWR*SC*SF)	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC=SCk*Sceff)	OTTV	(A)xOTTV	T E N G G A R A
		(m ²)	(m ²)	(WWR)				(Watt)	
		1	2	3				7	
TGR1	None	14,80	-	-	139,00	-	-	-	
TGR2	Bukaan Podium Lantai Dasar	38,40	11,88	0,31	139,00	0,4	17,20	660,53	
		52,40	11,88	0,31				660,53	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL	
No	(WWR*SC*SF)	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC=SCk*Sceff)	OTTV	(A)xOTTV	B A R A T
		(m ²)	(m ²)	(WWR)				(Watt)	
		1	2	3				7	
BD1	Bukaan Podium Lantai Dasar	213,00	58,08	0,27	157,00	0,4	17,12	3647,42	
BD2	Jendela with Shading	604,80	88,65	0,15	157,00	0,62	14,27	8629,19	
BD3	Pintu Kamar Utama with Shading	324,00	114,86	0,35	157,00	0,44	24,49	7934,53	
		1141,80	261,59	0,27				20211,14	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL	
No	(WWR*SC*SF)	Total Area Fasad	Total Area Bukaan	Window to Wall Ratio	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC=SCk*Sceff)	OTTV	(A)xOTTV	B A R A T
		(m ²)	(m ²)	(WWR)				(Watt)	
		1	2	3				7	
BL1	None	15,20	-	-	161,00	-	-	-	
BL2	Bukaan Podium Lantai Dasar	44,40	11,88	0,27	161,00	0,41	17,66	784,20	
		59,60	11,88	0,27				784,20	
		TOTAL	TOTAL	TOTAL				TOTAL	

Tabel 3.12 menunjukkan hasil perhitungan radiasi matahari melalui bukaan berdasarkan orientasi fasad menggunakan rumus $OTTV = WWR \times SF \times SC$. Fasad barat menghasilkan nilai radiasi tertinggi, dengan 25.306,06 Watt dan 20.681,17 Watt, masing-masing, karena mereka memiliki nilai faktor matahari (SF) dan rasio bukaan ke dinding (WWR) yang tinggi, serta orientasi langsung terhadap matahari pada pagi dan sore hari.

Tabel 3. 13 perhitungan OTTV Total bangunan.

Sisi Orientasi	Konduksi melalui dinding	Konduksi melalui bukaan	Radiasi melalui Bukaan	Total	Total Area Fasad	OTTV
	Watt	Watt	Watt	Watt	m2	Watt/m2
	A	B	C	D=A+B+C	E	F=D/E
Utara	283,29	333,45	669,08	1.285,82	39,00	32,97
Timur Laut	8.456,41	7.320,62	18261,56	34.038,59	1.085,60	31,35
Timur	8.783,64	7.177,90	20681,17	36.642,71	1.112,40	32,94
Tenggara	413,66	339,26	660,53	1.413,45	52,40	26,97
Selatan	-	-	-	-	-	-
Barat Daya	8.983,43	7.456,46	20211,14	36.651,03	1.141,80	32,10
Barat	8.524,63	7.319,48	25306,06	41.150,17	1.092,00	37,68
Barat Laut	487,30	341,66	784,2	1.613,16	59,60	27,07
	35.932,36	30.288,83	86.573,74	152.794,93	4.582,80	33,34
	Total	Total	Total	Total	Total	Total

OTTV Total Bangunan

$$= \frac{\sum \text{Konduksi dinding} + \sum \text{Konduksi bukaan} + \sum \text{Radiasi bukaan}}{\sum \text{Luas Area Fasad}}$$

$$= \frac{35.932,36 + 30.288,83 + 86.573,74}{4582,80}$$

$$OTTV \text{ Total Bangunan} = 33,34 \text{ Watt/m}^2$$

Langkah akhir dalam perhitungan OTTV dilakukan dengan menjumlahkan ketiga komponen perpindahan panas (konduksi dinding, konduksi bukaan, dan radiasi melalui bukaan) pada masing-masing fasad orientasi. Nilai total panas (Watt) tersebut kemudian dibagi dengan total luas fasad untuk mendapatkan nilai OTTV dalam satuan W/m². Dalam tabel 3.13, nilai total perpindahan panas dari setiap sisi orientasi fasad bangunan dihitung berdasarkan tiga komponen utama perpindahan panas: konduksi melalui dinding, konduksi melalui bukaan, dan radiasi matahari melalui bukaan. Nilai total perpindahan panas dari ketiga komponen ini kemudian dibagi dengan luas fasad secara keseluruhan untuk menghasilkan nilai OTTV per sisi dalam satuan W/m². Nilai OTTV tertinggi ditemukan di sisi barat, sebesar 37,68 W/m², disusul oleh sisi timur sebesar 32,94 W/m² dan barat daya sebesar 32,10 W/m². Sementara itu, nilai OTTV total bangunan adalah 33,34 W/m² (masih di bawah batas

maksimum 35 W/m² sesuai SNI 6389:2020), yang menunjukkan bahwa bangunan secara keseluruhan memenuhi standar efisiensi energi, meskipun bagian barat dan timur bangunan memerlukan strategi mitigasi panas yang lebih baik.

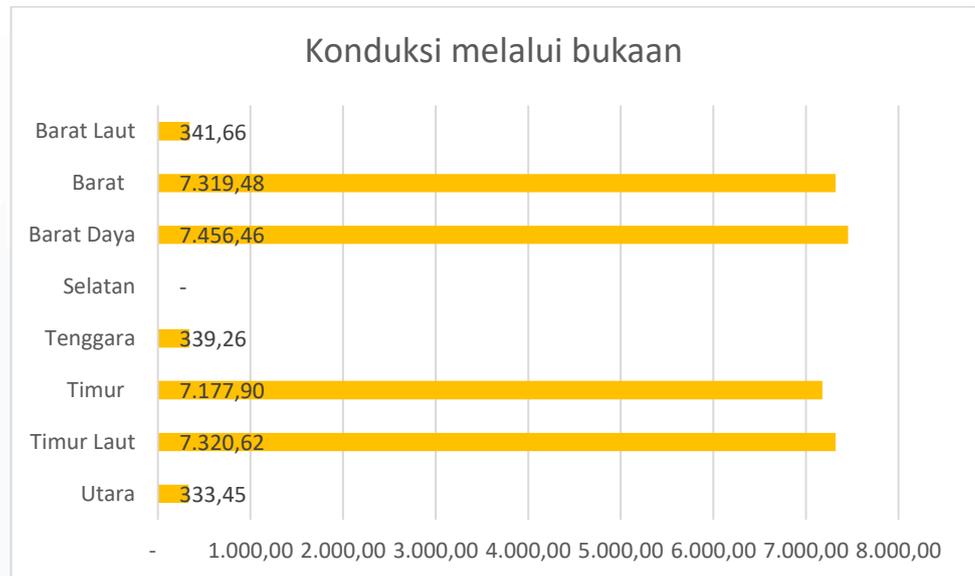
3.2.5. Analisis Variabel

Perhitungan OTTV pada setiap orientasi fasad menghasilkan nilai yang bervariasi, dengan OTTV total bangunan sebesar 33,34 W/m², masih di bawah ambang batas SNI 6389:2020 yaitu 35 W/m². Faktor yang mempengaruhi dalam optimasi OTTV, material dinding, jenis dan ketebalan kaca, ukuran dan posisi bukaan, desain shading. Hasil ini menunjukkan bahwa desain fasad secara umum cukup efisien, tetapi masih ada ruang untuk dioptimalkan.



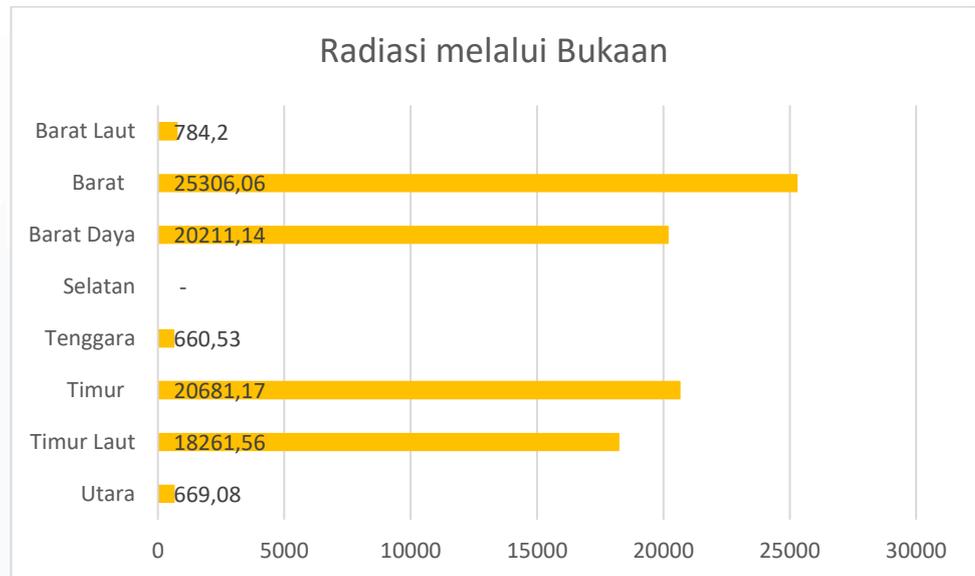
Gambar 3. 11 Tingkat perpindahan panas konduksi melalui dinding pada tiap orientasi.

Berdasarkan arah orientasi fasad yang tertera pada Gambar 3.11, grafik "Konduksi Melalui Dinding" menunjukkan besar perpindahan panas (dalam satuan Watt) yang terjadi melalui dinding bangunan. Tidak ada nilai konduksi yang dicatat di sisi selatan. Nilai konduksi di sisi barat daya adalah 8.983,43 Watt, diikuti oleh timur (8.783,64 Watt), barat (8.524,63 Watt), dan timur laut (8.456,41 Watt). Nilai konduksi di sisi utara (283,29 Watt), tenggara (413,66 Watt), dan barat laut (487,30 Watt). Hal ini menunjukkan bahwa perpindahan panas konduksi melalui dinding, sisi fasad yang menghadap langsung ke arah matahari pagi dan sore hari cenderung mengalami beban panas yang lebih tinggi.



Gambar 3. 12 Tingkat perpindahan panas konduksi melalui bukaan pada tiap orientasi.

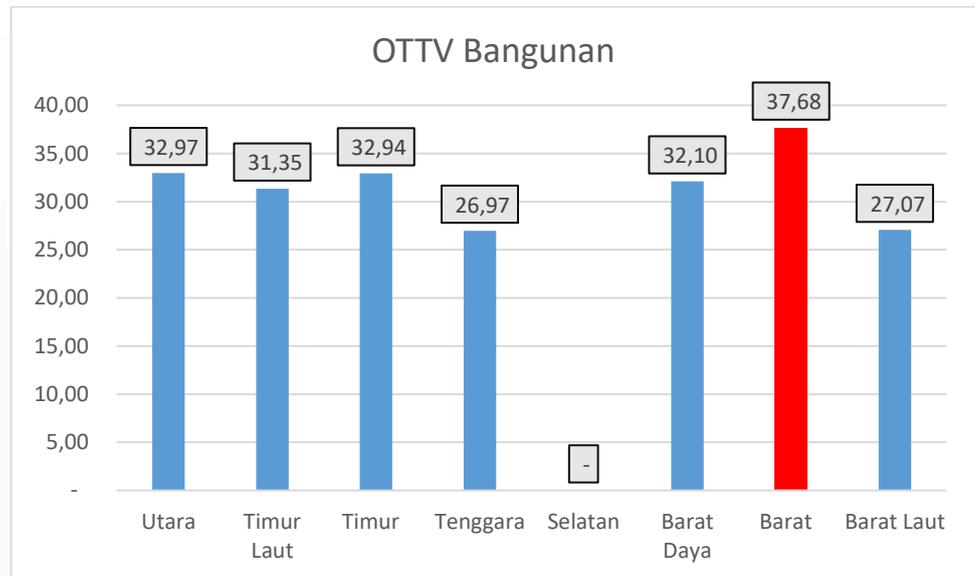
Pada tiap orientasi fasad bangunan, grafik "Konduksi Melalui Bukaan" yang tertera pada Gambar 3.12 menunjukkan besarnya perpindahan panas melalui jendela atau bukaan. Sisi barat daya mencatat nilai tertinggi (7.456,46 Watt), diikuti oleh sisi timur laut (7.320,62 Watt), barat (7.319,48 Watt), dan timur (7.177,90 Watt), yang menunjukkan bahwa bukaan di sisi-sisi ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap beban panas akibat konduksi, tertera pada gambar 3.12. Sementara sisi utara, tenggara, dan barat laut menunjukkan nilai yang jauh lebih rendah, di bawah 400 Watt, dan sisi selatan tidak menunjukkan data apa pun karena sisi Selatan tidak diperhitungkan karena Lokasi bangunan berada di lintasan garis khatulistiwa. Hasil ini menunjukkan bahwa arah fasad memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kontribusi panas melalui bukaan, terutama di sisi yang lebih banyak terpapar matahari.



Gambar 3. 13 Tingkat perpindahan panas radiasi melalui bukaan pada tiap orientasi.

Nilai radiasi tertinggi berdasarkan Gambar 3.13 ditemukan di sisi barat pada 25.306,06 Watt, diikuti oleh timur pada 20.681,17 Watt, barat daya pada 20.211,14 Watt, dan timur laut pada 18.261,56 Watt, menurut grafik "Radiasi Melalui Bukaannya". Ini menunjukkan bahwa sisi timur fasad yang menghadap matahari langsung di pagi hari dan barat di sore hari menerima beban radiasi panas yang paling besar. Sebaliknya, sisi utara, tenggara, barat laut, dan selatan menerima beban radiasi yang jauh lebih kecil. Bahkan sisi selatan tidak menunjukkan nilai karena kemungkinan besar tidak memiliki bukaan yang signifikan. Data ini menunjukkan bahwa untuk mengurangi beban panas dari radiasi matahari, metode pelindung sinar matahari (seperti shading atau tanaman vertikal) diterapkan pada sisi timur dan barat bangunan.

Menurut data analisis termal, radiasi melalui bukaan menyumbang jumlah panas terbesar ke dalam bangunan, dengan nilai 25.306,06 Watt pada fasad barat. Ini menunjukkan bahwa melindungi bangunan dari radiasi matahari langsung sangat penting untuk meningkatkan efisiensi energinya. Sebagai cara untuk mengurangi masalah ini, disarankan untuk menggunakan sistem taman vertikal (*vertical greenery system*) pada fasad yang paling terpapar, terutama di sisi barat dan timur. Selain berfungsi sebagai penghalang alami terhadap radiasi matahari, taman vertikal juga menawarkan manfaat tambahan, seperti meningkatkan kualitas udara, mengurangi suhu permukaan dinding, dan meningkatkan estetika bangunan melalui kontribusi visual, yang selaras dengan prinsip bangunan hijau.



Gambar 3. 14 OTTV total bangunan dilihat dari tiap orientasi.

Pada Gambar 3.14 sumbu Y merepresentasikan nilai *Overall Thermal Transfer Value (OTTV)* dalam satuan Watt per meter persegi (W/m^2). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa fasad barat memiliki nilai OTTV tertinggi sebesar $37,68 W/m^2$. Nilai ini diikuti oleh fasad timur sebesar $32,94 W/m^2$ dan barat daya sebesar $32,10 W/m^2$. Penggunaan material dinding dengan U-value tinggi, jenis kaca tanpa perlindungan termal (U-value kaca $5,70 W/m^2K$), dan luas bukaan yang besar (WWR 30%) pada fasad yang menghadap langsung ke matahari sore dan pagi adalah penyebab utama dari nilai-nilai tersebut, yang dipengaruhi oleh tingginya radiasi matahari melalui bukaan, yang mencapai $25.306,06$ Watt pada fasad barat. Sebaliknya, dengan total radiasi hanya $669,08$ Watt dan nilai OTTV paling rendah $32,97 W/m^2$ di fasad utara, nilai total OTTV dapat dikurangi. Ini menunjukkan bahwa orientasi terhadap arah matahari dan perlindungan terhadap bukaan sangat memengaruhi performa termal. Untuk mengurangi nilai OTTV secara keseluruhan, yang saat ini sebesar $33,34 W/m^2$ (masih di bawah batas maksimal $35 W/m^2$ menurut SNI 6389:2020).

3.3 Kendala yang Ditemukan

Dalam proses perhitungan OTTV di bangunan *West Residence* IKN, beberapa masalah muncul terkait dengan ketersediaan data teknis yang diperlukan. Tidak adanya nilai absorptansi (α) untuk material bata ringan dalam SNI 6389:2020 dan dokumen referensi lainnya merupakan kendala utama. Untuk menghitung konduksi panas melalui dinding, absorptansi adalah

parameter penting. Karena itu, jika tidak ada data, kita harus menggunakan nilai asumsi konservatif, yang dapat menyebabkan perbedaan dari kondisi sebenarnya di lapangan.

Data *Solar Factor* (SF) untuk lokasi Ibu Kota Nusantara (IKN) di SNI versi terbaru tidak tersedia. Ini merupakan masalah tambahan untuk perhitungan ini, nilai sinar matahari (SF) dari kota terdekat, Balikpapan, dianggap sebagai metode terbaik karena SF merupakan variabel utama dalam menghitung radiasi matahari melalui bukaan. Meskipun Balikpapan berada di dekat IKN secara geografis, masih ada kemungkinan perbedaan intensitas radiasi yang dapat memengaruhi hasil.

3.4 Solusi Atas Kendala yang Ditemukan

Untuk mengatasi hal ini, penulis berkonsultasi langsung dengan praktisi lapangan yang menjadi pembimbing selama magang dan diperoleh informasi bahwa bata ringan dengan finishing cat eksterior umumnya memiliki absorptansi berkisar antara 0,45–0,55 tergantung warna dan permukaan. Maka, dalam perhitungan ini digunakan nilai tengah yaitu 0,50 sebagai nilai yang realistis secara praktis.

Kendala berikutnya adalah tidak tersedia data *Solar Factor* (SF) untuk lokasi Ibu Kota Nusantara (IKN) dalam SNI versi terbaru. Mengingat SF merupakan komponen utama dalam menghitung panas radiasi melalui bukaan, maka sebagai alternatif, digunakan nilai SF dari kota terdekat yaitu Balikpapan. Pendekatan ini juga didasarkan atas saran dari praktisi perencanaan energi bangunan yang telah menangani proyek di wilayah Kalimantan Timur. Meskipun bukan lokasi persis, penggunaan data Balikpapan dianggap cukup representatif karena karakteristik iklim dan geografisnya serupa dengan IKN.