

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN**

Universitas Pembangunan Jaya merupakan universitas swasta aktif yang berdiri dari tahun 2011 hingga saat ini. Mulanya, universitas Pembangunan Jaya beroperasi pada ruko di Bintaro Jaya. Seiring dengan berjalannya waktu, kebutuhan kampus untuk pembelajaran yang maksimal terus berkembang. Akhirnya, UPJ membangun gedung sendiri yang berlokasi di Jalan Cendrawasih Raya Blok B7/P, Sawah Baru, Kec. Ciputat, Kota Tangerang Selatan, Banten. Gedung B mulai aktif beroperasi dari tahun 2015.

#### **4.1 Prinsip-prinsip Desain Selubung**

##### **4.1.1 Bentuk dan Orientasi Bangunan**

Bentuk dari bangunan Universitas Pembangunan Jaya mirip seperti huruf U. Dalam menentukan orientasi bangunan UPJ, peneliti sedikit kesulitan untuk ditentukan orientasinya. Di ketuahui bahwa akses utama bangunan dirasa rancu dalam orientasinya, yaitu di antara Utara dan Selatan atau Timur Laut dan Barat Daya. Maka dari itu, peneliti menggunakan busur arah mata angin untuk mengetahui orientasi bangunannya. Tampak depan Gedung B Universitas Pembangunan Jaya menghadap ke arah Utara atau Timur Laut. Dengan busur arah mata angin, diketahui kemiringan sudut sebesar  $20^{\circ}$  yang mana dapat dikatakan bahwa masih masuk ke dalam Utara. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa, orientasi yang dimiliki Gedung B UPJ adalah Utara dan Selatan. Yang menjadikan bagian samping Gedung B UPJ menghadap ke Barat dan Timur.



Gambar 4.1 Orientasi Gedung B Universitas Pembangunan Jaya

(sumber : Data olahan pribadi, 2022)

Pentingnya penentuan orientasi bangunan dikarenakan sangat mempengaruhi banyaknya cahaya yang masuk ke dalam bangunan. Hal ini dipengaruhi oleh besar ukuran dinding fasad dan jendela. Semakin luas dan banyak bukaan pada bagian timur dan barat maka akan semakin besar juga radiasi panas yang terjadi. Eksisting gedung UPJ memiliki bukaan paling banyak pada bagian sisi Timur, hal ini dikarenakan bagian Timur menghadap jalan utama menuju UPJ sehingga dapat dimanfaatkan untuk *view* dan nilai estetika fasad bangunan. Timur merupakan tempat terbitnya matahari. Sedangkan pada bagian Barat, UPJ memiliki bukaan paling sedikit. Hal ini dikarenakan bagian Barat merupakan area servis gedung Universitas Pembangunan Jaya seperti tempat parkir sepeda motor, mobil, ruang trafo, ruang kontrol, toilet, lift, dan lain-lain. Sehingga pada bagian Barat lebih tertutup dan tidak dimanfaatkan sebagai *view*. Faktor orientasi ini menjadikan peneliti berasumsi bahwa banyak cahaya matahari dan radiasi matahari yang masuk ke dalam bangunan melalui sisi Timur.







#### 4.1.2 Luas Jendela

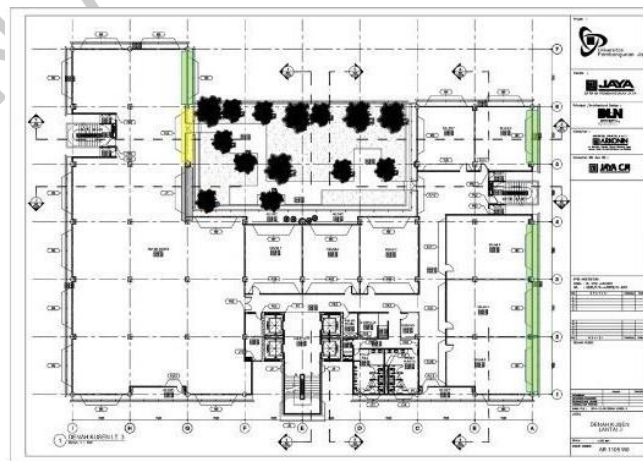
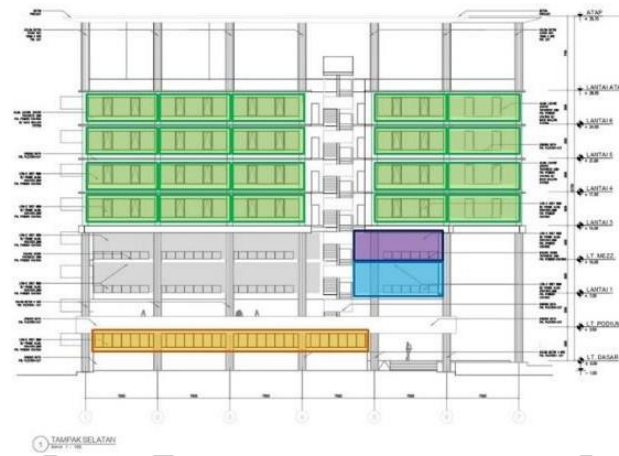
Jenis jendela di selubung Gedung B Universitas Pembangunan Jaya beragam. Ragam bentuk jendela yang digunakan memiliki pengaruh terhadap luas fenestrasi. Hal ini menjadi salah satu penentu untuk mengetahui berapa

banyaknya cahaya yang masuk ke dalam ruangan tersebut dan juga berpengaruh pada nilai WWR suatu bangunan. Dalam perhitungan OTTV, luas jendela yang dihitung hanya ada pada ruangan yang menggunakan *air conditioning* atau AC, sehingga tidak semua jendela dihitung luasnya (lampiran A-4).

Pada bagian Selatan, yang merupakan tampak belakang Gedung B Univeristas Pembangunan Jaya, menggunakan enam jenis jendela. Yang memiliki kode, di antaranya :

*Tabel 4.1 Kode fenestrasi orientasi Selatan  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)*






Kode	Warna	Letak
J5		Lantai 1
W4		Lantai 3
W8		Lantai 4
W9		Lantai 5 – 8
J11		Lantai 5
PJ9		Lantai 5

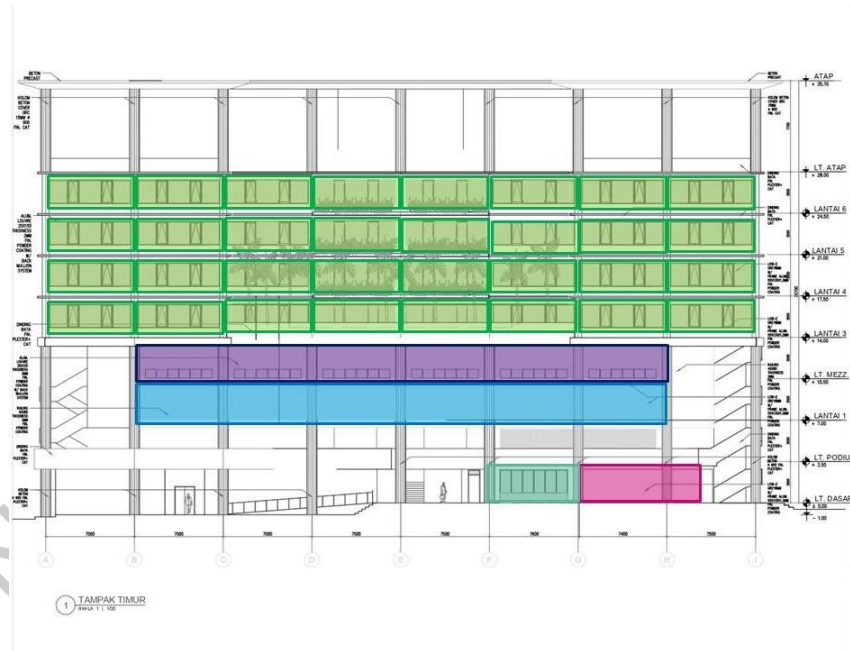


Gambar 4.2 letak jendela pada sisi selatan  
(sumber: oalahan data pribadi, 2022)

Pada bagian Timur atau bagian tampak kanan Gedung B Universitas Pembangunan Jaya, menggunakan lima jenis jendela, yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.2 Kode fenestrasi orientasi Timur  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)




Kode	Warna	Letak
J8		Lantai 1
PJ1		Lantai 1
W4		Lantai 3
W8		Lantai 4
W9		Lantai 5 – 8

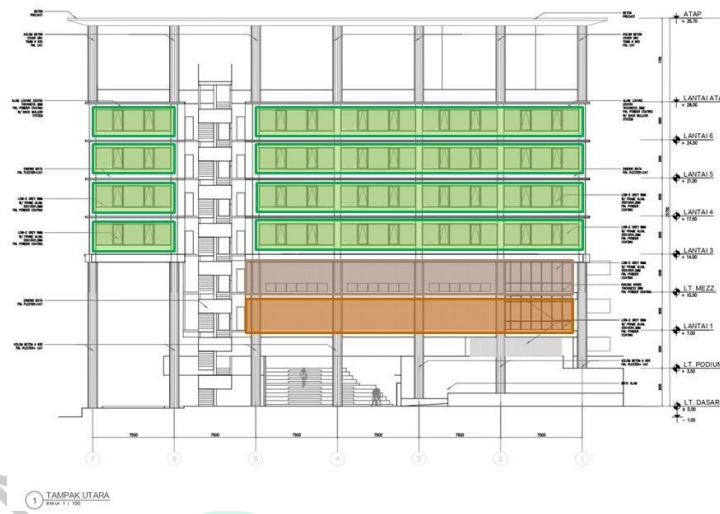


Gambar 4.3 letak jendela pada sisi Timur  
(sumber: olahan data pribadi, 2022)

Pada bagian Utara atau bagian tampak depan Gedung B Universitas Pembangunan Jaya yang merupakan akses utama untuk memasuki gedung tersebut, menggunakan tiga jenis jendela, yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.3 Kode fenestrasi orientasi Utara  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)








Kode	Warna	Letak
W3		Lantai 3
W7		Lantai 4
W9		Lantai 5 – 8

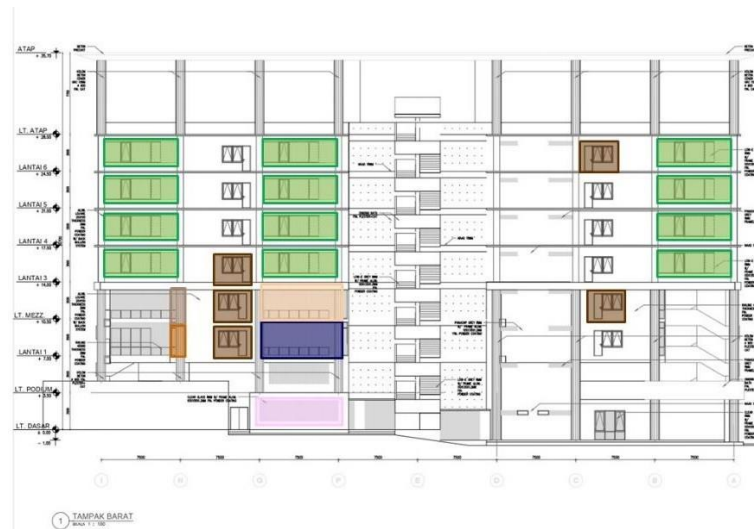


Gambar 4.4 letak jendela pada sisi Utara  
(sumber: Hasil dokumentasi pribadi, 2022)

Pada bagian Barat Gedung B Universitas Pembangunan Jaya menggunakan tujuh jenis jendela, yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.4 Kode fenestrasi orientasi Barat  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)

Kode	Warna	Letak
J1		Lantai 1
PJ13		Lantai 3, 4, 5, dan 8
W2		Lantai 3
W3		Lantai 3
W7		Lantai 4
W6		Lantai 4
W9		Lantai 5 – 8



Gambar 4.5 letak jendela pada sisi Barat  
(sumber: Hasil dokumentasi pribadi, 2022)

Penggunaan jenis jendela juga memiliki kegunaan tersendiri, yang mana dapat terlihat dari tata letak setiap jenisnya pada gambar tampak di atas. Seperti W9 yang tampak dominan diterapkan pada Gedung B Universitas Pembangunan Jaya. Penempatan jendela W9 ada pada tempat yang paling banyak dioperasikan seperti kelas, studio dan ruang dosen. Hal ini dikarenakan jendela W9 memiliki luas yang cukup besar sehingga pengguna ruangan mendapatkan cahaya matahari langsung dan dapat melihat pemandangan di sekitar.

Tabel 4.5 Kalkulasi uas tipe Fenestrasi (Af)  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)

Kode	Timur	Utara	Barat	Selatan
Af <sub>1</sub>	756,51 m <sup>2</sup>	527,3 m <sup>2</sup>	258,24 m <sup>2</sup>	432,48 m <sup>2</sup>
<b>Jumlah</b>	<b>756,51 m<sup>2</sup></b>	<b>527,3 m<sup>2</sup></b>	<b>258,24 m<sup>2</sup></b>	<b>432,48 m<sup>2</sup></b>
<b>Total Keseluruhan</b>	<b>1974,53 m<sup>2</sup></b>			

Kode perhitungan luas fenestrasi pada tabel di atas, dinamai berdasarkan material yang digunakan pada jendela. Jenis material kaca yang digunakan gedung B tertera pada tabel 4.4. Sedangkan untuk mengetahui luasnya, dapat

diketahui berdasarkan jenis jendela yang digunakan karena setiap jenis jendela memiliki ukuran masing-masing.

#### 4.1.3 Material Kaca

Tampak pada kondisi eksisting Gedung B Universitas Pembangunan Jaya, material kaca yang digunakan pada bangunannya adalah *clear glass* 8 mm. Material kaca tersebut dijadikan dua kategori, sebagai berikut:

Tabel 4.6 Jenis material kaca Gedung B UPJ  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)

Kode	Material
F <sub>1</sub>	Clear glass 8 mm

Jenis material kaca digunakan untuk menentukan SC kaca dan U-value kaca tersebut. Dari keterangan SC kaca dan U-value kaca dapat diketahui kualitas material kaca. SC kaca dan U-value kaca akan diambil nilai datanya dari tabel 4.3.

Tabel 4.7 Nilai SC kaca dan U kaca  
(sumber: jurnal *The Influence of Glass Types on the Performance of Air-Conditioned Office Buildings in Australia*)

Glass Types		U-value (W/m <sup>2</sup> K)	Shading coefficient	Solar reflectance	Visible transmittance
Single	Clear	6.17	0.95	0.07	0.88
	Tinted	6.17	0.71	0.06	0.75
	Reflective	5.11	0.29	0.27	0.14
	Low-e	4.27	0.84	0.09	0.81
Double	Clear	2.79	0.89	0.13	0.81
	Tint	2.79	0.71	0.09	0.74
	Reflective	2.35	0.20	0.27	0.13
	Low-e	1.99	0.85	0.15	0.74

Berdasarkan jenis material kaca yang digunakan dan tabel nilai di atas, maka, dapat disimpulkan menjadi:

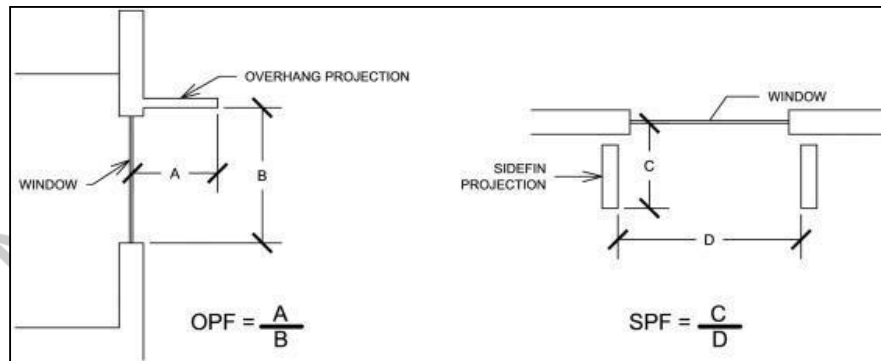
Tabel 4.8 Kalkulasi Nilai U<sub>f</sub> dan SC Masing-masing Tipe Fenestrasi  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)

Kode	Material	U <sub>f</sub>	SC
F <sub>1</sub>	Clear glass 8 mm	6,17	0,95

Sedangkan SC Efektif (SC<sub>ef</sub>) ada dari nilai OPF dan SPF. Di mana OPF dapat diambil berdasarkan *Horizontal Projection Shading Coefficient* dan SPF



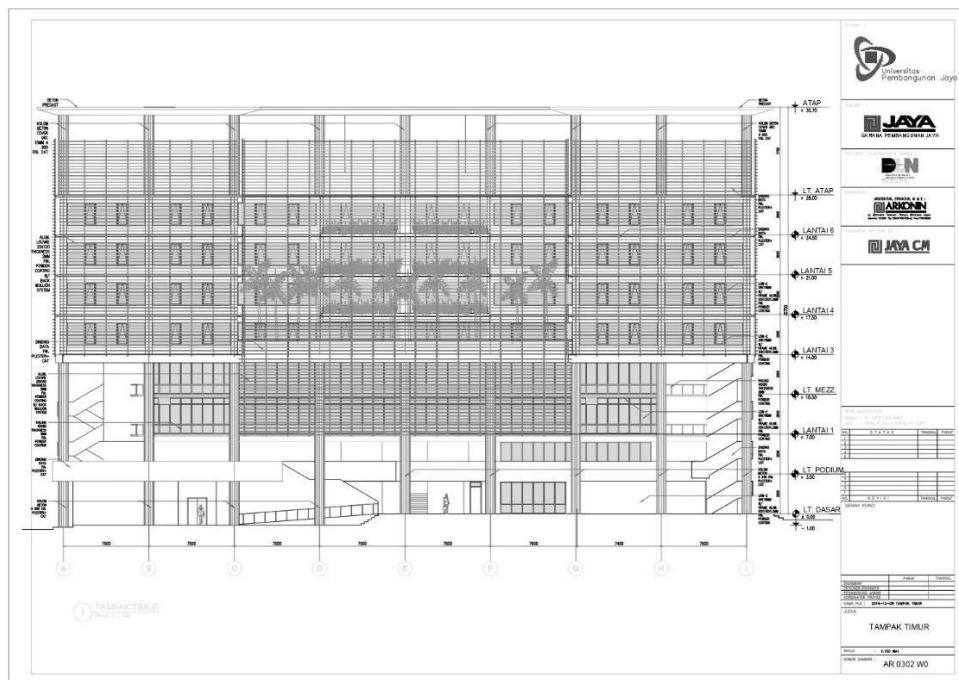
diambil berdasarkan *Vertical Projection Shading Coefficient*. Dijelaskan pada jurnal Aprilia, Arnis dan Resza (2017) bahwa jika hanya terdapat satu nilai di antara keduanya, maka nilai tersebut yang akan menjadi SC Efektif. Namun, jika nilai ke duanya ada, diambil nilai yang paling kecil. Dalam hal ini OPF dan SPF dapat dihitung dengan menggunakan rumus, sebagai berikut:



Gambar 4.6 Rumus OPF dan SPF  
(sumber: sciencedirect.com, diakses pada 9 mei 2022)

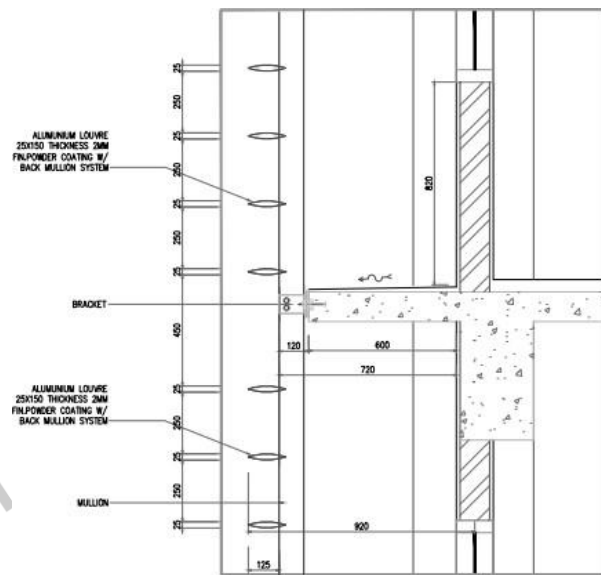
#### 4.1.4 Peneduh Eksternal

Dalam menghitung peneduh eksternal, peneliti menggunakan bantuan excel yang diambil dari website <https://iai-jakarta.org>. Dengan mengetahui ukuran dari peneduh eksternal dan jenis kaca yang digunakan oleh Gedung B Universitas Pembangunan Jaya, peneliti dapat mengetahui SC total atau koefisien peneduh sistem fenestrasi. Pada excel tersebut, sudah diberikan formula sehingga bisa langsung mengetahui nilai SC total.



Gambar 4.7 Tampak timur peneduh eksternal Gedung B UPJ  
(sumber: data pribadi, 2022)

Berdasarkan gambar 4.7 Gedung B Universitas Pembangunan Jaya terlihat jelas bahwa pada bagian selubung bangunan menggunakan peneduh eksternal secara horizontal yang melintang di sekeliling bangunannya dari lantai tiga hingga sembilan. Identifikasi arah peneduh eksternal ini berpengaruh pada pangisian excel untuk menghitung SC total karena hal pertama yang dilakukan adalah menentukan jenis peneduh eksternal apakah peneduh yang digunakan horizontal, vertical atau eggcrate. Lalu peneliti akan mengisi pada tabel peneduh eksternal berdasarkan jenis eksistingnya.



3 DETAIL E  
SKALA 1 : 10

Gambar 4.8 Detail peneduh eksternal Gedung B UPJ  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)

Lalu langkah kedua adalah mengidentifikasi panjang peneduh eksternal dan tinggi peneduh eksternal terhadap fenestrasinya pada tabel dengan spesifikasi peneduh eksternal horizontal.

Tabel 4.9 Detail elemen peneduh luar horizontal  
(sumber: data excel pribadi, 2022)

No	Kode Peneduh Luar Horizontal	panjang (P1)	tinggi (H)	kemiringan	Scef
		[m]	[m]	[derajat]	
1	SH1	0,25	0,25	0	0,68

Tabel 4.10 Identifikasi tipe fenestrasi untuk menghitung SC total  
(sumber: data excel pribadi, 2022)

No	Kode Konstruksi Sistem Fenestrasi	Nama	SHGC	U Value	Peneduh Luar	Kode Spesifikasi Peneduh Luar	SC total
1	F1	Clear glass 8 mm	0,95	6,17	yes	SH1	0,75

Setelah memasuki angka peneduh eksternal horizontal, peneliti memasukan nilai SHGC dan U-value pada tabel identifikasi tipe fenestrasi. Lalu, pada kolom peneduh luar di tabel tersebut diisi dengan *yes* sehingga dapat mengisi kode spesifikasi peneduh luar yang sudah diisi sebelumnya (tabel 4.11). Dengan adanya perhitungan tersebut, diketahui bahwa nilai SC total pada setiap tipe fenestrasi berbeda. Di mana menghasilkan nilai SC total dari tipe F1 adalah 0,65.

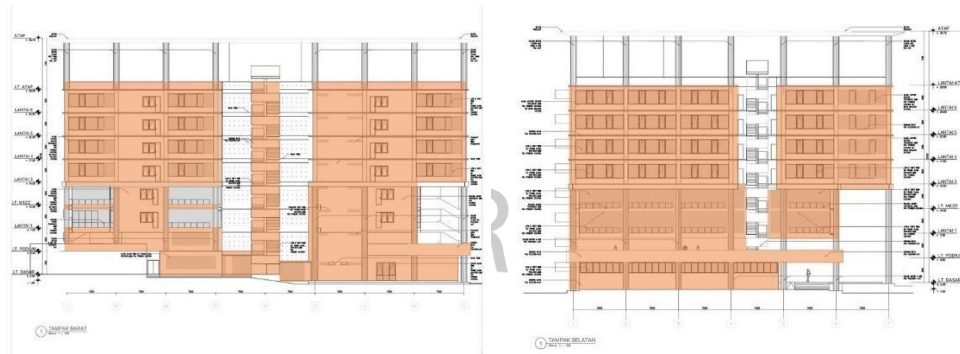
#### 4.1.5 Dinding

Pada data yang tertera pada gambar kerja, Gedung B Universitas Pembangunan Jaya memiliki empat tipe *finishing* dinding, yaitu:

1. PC1 = Plaster aci + Cat (water base)
2. PC2 = Plester aci + Cat (oil base)
3. PC3 = Plester aci + Cat (water shield)
4. PC4 = Plaster aci list + cat (water shield)

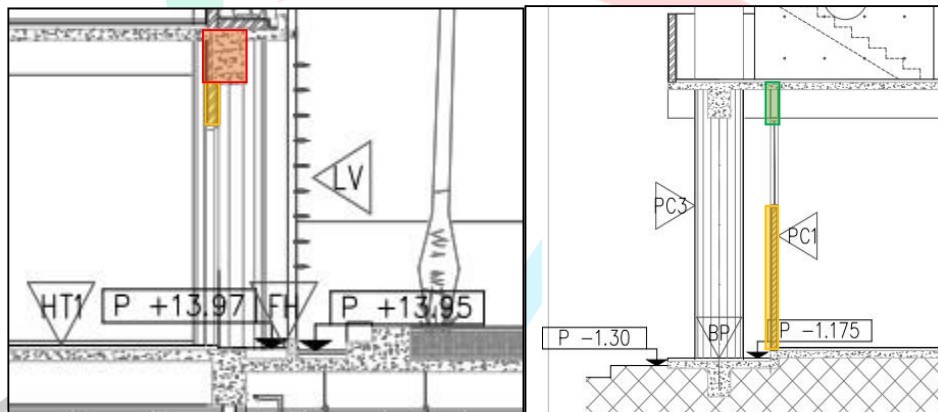
Tipe dinding Gedung B Universitas Pembangunan Jaya yang banyak digunakan pada fasad adalah PC1 dan PC3. Namun, pada bagian paling luar dinding, tipe *finishing* yang diterapkan adalah tipe PC3 mulai dari lantai 1 sampai lantai 8, sedangkan PC1 diterapkan pada dinding bagian dalam ruangan. Hal ini dikarenakan penggunaan jenis cat yang berbeda. Tipe *finishing* dinding mempengaruhi pada nilai absorbtans radiasi matahari ( $\alpha$ ). Pada gedung eksisting dapat dilihat bahwa dinding paling luar menggunakan yaitu cat water shield

berwarna putih, Maka, nilai radiasi matahari ( $\alpha$ ) yang sudah ditentukan dalam SNI 6389:2011 dapat dilihat di tabel 2.2.



Gambar 4.9 Penerapan PC3 pada tampak Gedung B UPJ  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)




Secara keseluruhan material dinding utama yang digunakan pada bangunan Universitas Pembangunan Jaya adalah bata ringan, beton dan gypsum.



Gambar 4.10 Jenis material dinding Gedung B UPJ  
(sumber: Hasil olahan data pribadi, 2022)

Dengan adanya tiga tipe material dinding yang digunakan, material dikategorikan sebagai berikut :

Tabel 4.11 Jenis material dinding eksisting Gedung B UPJ  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)

Kode		Material
W <sub>1</sub>		Cat + Beton + Cat
W <sub>2</sub>		Cat + Plester aci + Bata ringan + Plester aci + cat
W <sub>3</sub>		Cat putih + Gypsum + rockwool + Gypsum + Cat putih

Perhitungan OTTV dilakukan hanya pada ruangan yang menggunakan AC (*air conditioning*). Maka dari itu, luas dinding yang dihitung hanya pada ruangan yang menggunakan AC (lampiran A-4). Data material dinding digunakan untuk menentukan nilai U-value dinding dan TDEK. Dalam perhitungan U-value dibutuhkan tebal material dinding dan juga nilai konduktivitas (tabel 2.4). Begitu pula dalam menghitung TDEK, perlu mengetahui berat konstruksi dinding terlebih dahulu. Untuk mengetahui berat konstruksi ini diperlukan tebal dan densitas dinding Gedung B Universitas Pembangunan Jaya. Nilai densitas dinding dapat diketahui pada tabel 2.4.

Tabel 4.12 Kalkulasi Tipe Dinding (W),  $U_w$ , TDEK dan  $\alpha$  Gedung B UPJ  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)

Kode	Material	$U_w$	TDEK	$\alpha$
W1	Cat putih + Beton + Cat putih	2,2725	10	0,3
W2	Cat putih + Plester aci + Bata ringan + Plester aci + cat putih	1,6228	12	0,3
W3	Cat putih + Gypsum + rockwool + Gypsum + Cat putih	0,1584	15	0,3

Luas dinding perlu diketahui dalam perhitungan OTTV karena luas masuk ke dalam rumus OTTV. Di mana luas akan mempengaruhi nilai konduksi dinding. Selain itu, luas dinding perlu diketahui untuk menghitung WWR suatu bangunan.

Tabel 4.13 Kalkulasi Luas area dinding ( $A_w$ ) Gedung B UPJ  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)

Kode	Timur	Utara	Barat	Selatan
$A_{w1}$	166,66 m <sup>2</sup>	163,31 m <sup>2</sup>	109,72 m <sup>2</sup>	107,05 m <sup>2</sup>
$A_{w2}$	332,47 m <sup>2</sup>	235,91 m <sup>2</sup>	281,24 m <sup>2</sup>	312,38 m <sup>2</sup>
$A_{w3}$	-	-	-	13,61 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>499,13 m<sup>2</sup></b>	<b>399,22 m<sup>2</sup></b>	<b>390,96 m<sup>2</sup></b>	<b>433,04 m<sup>2</sup></b>
<b>Total Keseluruhan</b>	<b>1722,35 m<sup>2</sup></b>			

## 4.2 Perhitungan OTTV

$$OTTV = \frac{\text{Konduksi Dinding} + \text{Konduksi Kaca} + \text{Radiasi Kaca}}{\Delta A_w + \Delta A_f}$$

Agar dapat menghitung nilai OTTV terdapat empat komponen yang harus diketahui, yaitu nilai konduksi dinding, nilai konduksi kaca, nilai radiasi kaca, dan jumlah total dari luas dinding dengan luas fenetrasi. Di mana nilai konduksi dinding akan dijumlahkan dengan nilai konduksi kaca dan radiasi kaca kemudian dibagi dengan jumlah total luas dinding dan fenetrasi.

### 4.2.1 Konduksi Dinding

Tabel 4.14 Kalkulasi Konduksi Dinding Gedung B UPJ  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)

Orientasi	Kode	T <sub>Dek</sub>	$A_w$	$U_w$	$\alpha$	Hasil
Timur	$W_1$	10	166,66 m <sup>2</sup>	2,2725	0,3	1136,20
Utara	$W_1$	10	163,31 m <sup>2</sup>	2,2725	0,3	1113,37
Barat	$W_1$	10	109,72 m <sup>2</sup>	2,2725	0,3	748,02
Selatan	$W_1$	10	107,05 m <sup>2</sup>	2,2725	0,3	729,81
Timur	$W_2$	12	332,47 m <sup>2</sup>	1,6228	0,3	1942,32

Orientasi	Kode	TDek	Aw	Uw	$\alpha$	Hasil
Utara	W <sub>2</sub>	12	235,91 m <sup>2</sup>	1,6228	0,3	1378,21
Barat	W <sub>2</sub>	12	281,24 m <sup>2</sup>	1,6228	0,3	1643,03
Selatan	W <sub>2</sub>	12	312,38 m <sup>2</sup>	1,6228	0,3	1824,95
Timur	W <sub>3</sub>	15	-	0,1584	0,3	0
Utara	W <sub>3</sub>	15	-	0,1584	0,3	0
Barat	W <sub>3</sub>	15	-	0,1584	0,3	0
Selatan	W <sub>3</sub>	15	13,61 m <sup>2</sup>	0,1584	0,3	131,42
<b>Total Keseluruhan</b>			<b>1722,35 m<sup>2</sup></b>			<b>10644,47 W</b>

#### 4.2.2 Konduksi Kaca

Tabel 4.15 Kalkulasi Konduksi Kaca Gedung B UPJ  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)

Orientasi	Kode	Luas	$\Delta T$	Uf	Hasil
Timur	F <sub>1</sub>	756,51 m <sup>2</sup>	5	4,27	15676,24
Utara	F <sub>1</sub>	527,3 m <sup>2</sup>	5	4,27	11257,86
Barat	F <sub>1</sub>	258,24 m <sup>2</sup>	5	4,27	4793,50
Selatan	F <sub>1</sub>	432,48 m <sup>2</sup>	5	4,27	8994,33
<b>Total Keseluruhan</b>		<b>1974,53 m<sup>2</sup></b>			<b>42794,43 W</b>

#### 4.2.3 Radiasi Kaca

Tabel 4.16 Kalkulasi Radiasi Kaca Gedung B UPJ  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)

Orientasi	Kode	Luas	SC	SF	Hasil
Timur	F <sub>1</sub>	756,51 m <sup>2</sup>	0,75	112	63546,84
Utara	F <sub>1</sub>	527,3 m <sup>2</sup>	0,75	130	51411,75
Barat	F <sub>1</sub>	258,24 m <sup>2</sup>	0,75	243	47064,24
Selatan	F <sub>1</sub>	432,48 m <sup>2</sup>	0,75	97	31462,92
<b>Total Keseluruhan</b>		<b>1974,53 m<sup>2</sup></b>			<b>193485,75 W</b>



#### 4.2.4 Kalkulasi OTTV Secara Keseluruhan

Perhitungan sebelumnya yang telah dilakukan berfungsi untuk memenuhi angka-angka yang diminta dalam rumus OTTV yaitu nilai konduksi dinding, nilai konduksi kaca, nilai radiasi kaca dan nilai dari jumlah total luasan dinding dan jendela atau fenestrasi. Hal yang diminta tersebut dijadikan ke dalam rumus, sebagai berikut :

$$\text{OTTV} = \frac{\text{Konduksi Dinding} + \text{Konduksi Kaca} + \text{Radiasi Kaca}}{\Delta A_w + \Delta A_f}$$

Perhitungan nilai OTTV akan dilakukan dalam bentuk tabel.

Tabel 4.17 Kalkulasi Nilai OTTV  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)

Keterangan	Hasil
<b>Konduksi Dinding</b>	10522,38 W
<b>Konduksi Kaca</b>	42794,43 W
<b>Radiasi Kaca</b>	193485,75 W
<b>Total Keseluruhan</b>	<b>265000,66 W</b>
$\Delta A_w$	1722,35 m <sup>2</sup>
$\Delta A_f$	1974,53 m <sup>2</sup>
<b>Total Keseluruhan</b>	<b>3696,88 m<sup>2</sup></b>
<b>Nilai OTTV</b>	<b>71,68 W/m<sup>2</sup></b>

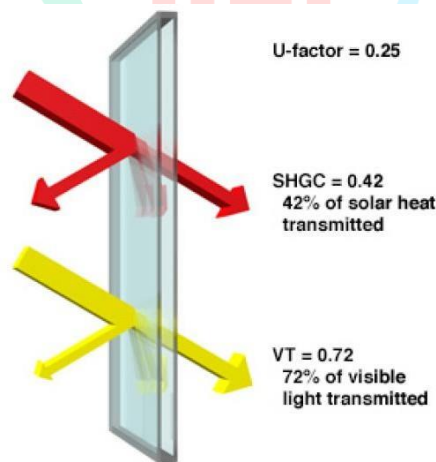
SNI 6389:2011 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung menjelaskan bahwa suatu bangunan gedung seharusnya memiliki nilai OTTV tidak lebih dari 35W/m<sup>2</sup>. Dengan adanya perhitungan OTTV yang telah dilakukan, asumsi peneliti terhadap selubung bangunan Gedung B Universitas Pembangunan Jaya yang mungkin saja tidak berfungsi dengan efektif dapat dibuktikan. Berdasarkan hasil perhitungan OTTV, nilai OTTV pada Gedung B Universitas Pembangunan Jaya adalah **71,68 W/m<sup>2</sup>**, yang mana nilai tersebut tidak memenuhi syarat yang ditentukan oleh SNI 6389:2011. OTTV pada bangunan yang diteliti melebihi batas maksimum yang sudah ditentukan yaitu

35W/m<sup>2</sup>. Sehingga dapat dikatakan bahwa desain selubung bangunan Gedung B Universitas Pembangunan Jaya belum efektif terhadap pemenuhan persyaratan terkait nilai OTTV.

### 4.3 Green Retrofit

*Green Retrofit* merupakan bentuk perbaikan pada suatu gedung yang sudah ada guna untuk menjadikan gedung lebih *sustainable*. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan upaya perbaikan atau *green retrofit* pada Gedung B Universitas Pembangunan Jaya. Dengan tujuan untuk mengurangi nilai OTTV pada bangunan yang diteliti karena nilai OTTV yang ada melewati dari batas maksimum yang ditentukan oleh SNI 6389:2011.

Adapun penerapan *green retrofit* yang dapat diberikan oleh peneliti, yaitu mengganti kaca yang digunakan dengan nilai U-value dan SHGC lebih rendah. Kaca yang digunakan pada Gedung B Universitas Pembangunan Jaya saat ini adalah *single low-e grey glass* dan *clear glass*. Kedua kaca tersebut dapat diganti dengan menggunakan *double glazed high solar gain low-glass* dikarenakan memiliki nilai U-value dan SHGC yang jauh lebih rendah dari sebelumnya, yaitu dengan nilai U-value 0,25 dan SHGC 0,42.



Gambar 4.11 *Double glazed high solar gain low-glass*.  
(sumber: <https://efficientwindows.org/gtypes-2lowe/> diakses pada: 4 Juni 2022)

Dengan mengganti kedua material kaca yang digunakan dengan material kaca *double glazed high solar gain low-glass*, hal ini akan mempengaruhi nilai konduksi kaca dan radiasi kaca. Selain itu, tipe fenestrasi pada bangunan Gedung B Universitas Pembangunan Jaya menjadi ada satu tipe.

Tabel 4.18 Kalkulasi Konduksi Kaca Gedung B UPJ setelah Green Retrofit  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)

Orientasi	Kode	Luas	$\Delta T$	Uf	Hasil
Timur	F <sub>1</sub>	756,51 m <sup>2</sup>	5	0,25	917,81
Utara	F <sub>1</sub>	527,3 m <sup>2</sup>	5	0,25	659,12
Barat	F <sub>1</sub>	258,24 m <sup>2</sup>	5	0,25	280,65
Selatan	F <sub>1</sub>	432,48 m <sup>2</sup>	5	0,25	523,6
<b>Total Keseluruhan</b>		<b>1974,53 m<sup>2</sup></b>			<b>2468,16 W</b>

Tabel 4.19 Kalkulasi Radiasi Kaca Gedung B UPJ setelah Green Retrofit  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)

Orientasi	Kode	Luas	SC	SF	Hasil
Timur	F <sub>1</sub>	756,51 m <sup>2</sup>	0,33	112	27137,88
Utara	F <sub>1</sub>	527,3 m <sup>2</sup>	0,33	130	22621,17
Barat	F <sub>1</sub>	258,24 m <sup>2</sup>	0,33	243	18004,26
Selatan	F <sub>1</sub>	432,48 m <sup>2</sup>	0,33	97	13486,17
<b>Total Keseluruhan</b>		<b>1974,53 m<sup>2</sup></b>			<b>85133,73 W</b>

Dengan begitu, perhitungan OTTV dapat dihitung dengan mengganti nilai konduksi kaca dan radiasi kaca.

Tabel 4.20 Kalkulasi Nilai OTTV setelah Green Retrofit  
(sumber: hasil olahan pribadi, 2022)

Keterangan	Hasil
<b>Konduksi Dinding</b>	10522,38 W
<b>Konduksi Kaca</b>	2468,16 W
<b>Radiasi Kaca</b>	85133,73 W
<b>Total Keseluruhan</b>	<b>224643,89 W</b>
$\Delta A_w$	1722,35 m <sup>2</sup>
$\Delta A_f$	1974,53 m <sup>2</sup>
<b>Total Keseluruhan</b>	<b>3696,88 m<sup>2</sup></b>
<b>Nilai OTTV</b>	<b>26,57 W/m<sup>2</sup></b>

Pengubahan material kaca ini dapat menurunkan nilai OTTV eksisting Gedung B Universitas Pembangunan Jaya dari  $71,68 \text{ W/m}^2$  menjadi  $26,27 \text{ W/m}^2$ . Perubahan material kaca ini dapat merubah nilai OTTV secara signifikan karena nilai U-value dan SHGC yang lebih kecil dan luas fenestrasi ruangan ber-AC pada Gedung B Universitas Pembangunan Jaya lebih besar dibandingkan dengan luas dinding masifnya.

Selain itu, kemiringan peneduh eksternal juga dapat mempengaruhi besar OTTV. Dengan membuat kemiringan peneduh eksternal dari  $0^\circ$  ke  $50^\circ$ . Kemiringan peneduh eksternal ini akan mempengaruhi nilai SC total pada kaca. Jika melakukan *green retrofit* dengan memberikan perubahan pada material kaca dan kemiringan peneduh eksternal dapat menjadikan nilai OTTV Gedung B Universitas Pembangunan Jaya menjadi  $25,87 \text{ W/m}^2$ .

*Window to Wall Ratio* atau WWR pada suatu bangunan juga berpengaruh besar terhadap besarnya nilai OTTV. Semakin besar nilai WWR maka akan semakin besar nilai OTTV suatu bangunan (IFC Guides, 2012). Hal ini dikarenakan, semakin banyak bukaan semakin besar beban panas matahari yang masuk. Diketahui bahwa luas bukaan Gedung B Universitas Pembangunan Jaya lebih besar dibandingkan luas dindingnya. Sehingga, Gedung B Universitas Pembangunan Jaya memiliki nilai WWR sebesar 114,64%. Dengan menurunkan presentase WWR, dapat turut menurunkan nilai OTTV. Presentase WWR yang dapat memenuhi nilai OTTV yang ditentukan oleh SNI 6389:2011 adalah 35%. Dengan nilai WWR sebesar 35%, nilai OTTV Gedung B Universitas Pembangunan Jaya dapat turun hingga  $34,76 \text{ W/m}^2$ . Menurunkan presentase WWR hingga 35% sama saja dengan menambahkan dinding masif kode F2 sebanyak  $1017,65 \text{ m}^2$  dan mengurangi bukaan sebanyak  $1017,65 \text{ m}^2$ . Dengan begitu, standar nilai OTTV berdasarkan SNI 6389:2011 dapat dipenuhi.