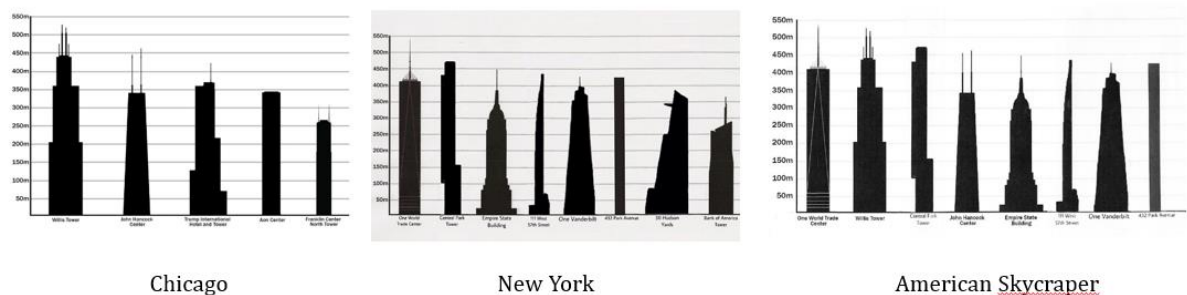


## BAB II KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Definisi Bangunan Bertingkat Tinggi

Menurut Johan dan Kloft (2004), bangunan bertingkat tinggi adalah bangunan yang dianggap relatif ketinggiannya, dimana bangunan tinggi dapat dikatakan bangunan tinggi apabila skala dari bangunan lebih tinggi dari bangunan sekitar. Misalnya, jika bangunan di lingkungan perkotaan memiliki ketinggian rata-rata dua hingga tiga lantai, bangunan 5 lantai yang menjulang di atasnya dapat dianggap sebagai bangunan tinggi.

Menurut Johan dan Kloft (2004) perkembangan bangunan bertingkat tinggi bermula dari bangunan gedung asuransi rumah di Chicago pada tahun 1890 dengan ketinggian 12 lantai dan memicu perkembangan bangunan bertingkat tinggi dalam revolusi industri.



Gambar 2. 1 Perkembangan Gedung Bertingkat Tinggi  
Sumber: Johan dan Kloft (2004)

Menurut Geoff (2009), Bangunan adalah struktur tertutup yang memiliki dinding, lantai, atap, dan biasanya jendela. “Sebuah 'gedung tinggi' adalah struktur bertingkat di mana sebagian besar penghuninya bergantung pada lift untuk mencapai tujuan mereka. Gedung-gedung tinggi yang paling menonjol disebut 'bertingkat tinggi' bangunan 'di sebagian besar negara dan 'blok menara' di Inggris dan beberapa negara Eropa. Istilah-istilah tersebut tidak memiliki definisi yang disepakati secara internasional.” Namun, bangunan bertingkat tinggi dapat didefinisikan sebagai berikut :

1. Setiap struktur yang dapat menjadi dampak serius pada evakuasi (konferensi internasional mengenai kebakaran pada gedung bertingkat tinggi).
2. Untuk sebagian besar tujuan, titik batas untuk gedung bertingkat adalah sekitar tujuh lantai. Terkadang, tujuh lantai atau lebih tinggi mendefinisikan sebuah gedung tinggi,

dan terkadang definisi lebih dari tujuh lantai. Kadang-kadang, definisi dinyatakan dalam istilah tinggi linier (kaki atau meter) daripada lantai.

Menurut Undang-Undang RI No.28 (2002), bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus.

## **2.2 Fungsi Bangunan Bertingkat Tinggi**

Bangunan bertingkat tinggi dibagi berdasarkan fungsi dan klasifikasinya, berikut merupakan pembagian berdasarkan peraturan Daerah dan Kota :

### **2.4.1. Klasifikasi Bangunan Gedung**

Menurut Perda Kota Bandung No. 5 (2010) tentang Bangunan Gedung pasal 12, bangunan gedung berdasarkan ketinggiannya dibagi menjadi 3 (tiga) yaitu:

- Bangunan bertingkat tinggi dengan jumlah lantai lebih dari 8 lantai
- Bangunan bertingkat sedang dengan jumlah lantai 5-8 lantai
- Bangunan bertingkat rendah dengan jumlah lantai 1-4 lantai.

Menurut Permen Keuangan RI Nomor 7 (2016) mengenai Standar ketinggian bangunan gedung perkantoran adalah:

- Gedung perkantoran Type A dan Type B paling tinggi 20 lantai
- Gedung perkantoran Type C dan Type D paling tinggi 20 lantai
- Gedung perkantoran Type E1 paling tinggi 4 lantai
- Gedung perkantoran Type E1 paling tinggi 2 lantai

Klasifikasi bangunan gedung perkantoran menurut Permen PU RI No.29 (2006) berdasarkan fungsinya adalah bangunan gedung yang seluruhnya atau sebagian besar dari ruangnya difungsikan sebagai ruang perkantoran dan ruang fasilitas pendukung pelaksanaan fungsi perkantoran, seperti ruang rapat dan ruang penyimpanan arsip. Bangunan perkantoran berdasarkan penggunaannya terdiri atas :

Tabel 2. 1 Klasifikasi Bangunan gedung.

<b>Tipe perkantoran</b>	<b>Klasifikasi</b>
<b>Tipe A</b>	Bangunan gedung perkantoran yang termasuk Tipe A adalah gedung perkantoran yang ditempati secara permanen oleh lembaga tinggi negara.
<b>Tipe B</b>	Bangunan gedung perkantoran yang termasuk Tipe B adalah gedung perkantoran yang ditempati secara permanen oleh Kantor Kementerian Koordinator, Kementerian Negara, Pejabat setingkat Menteri, dan Lembaga Pemerintah Non Kementerian dengan wilayah kerja nasional.
<b>Tipe C</b>	Bangunan gedung perkantoran yang termasuk Tipe C adalah gedung perkantoran yang ditempati secara permanen oleh Instansi Pemerintah Pusat dengan pejabat tertinggi setingkat Eselon I. Contoh : a. Gedung Kantor setingkat Direktorat Jenderal; b. Gedung Kantor Badan di bawah Kementerian/Lembaga.
<b>Tipe D</b>	Bangunan gedung perkantoran yang termasuk Tipe D adalah gedung perkantoran yang ditempati secara permanen oleh Instansi Pemerintah Pusat dengan pejabat tertinggi setingkat Eselon II. Contoh : a. Gedung Kantor Direktorat; b. Gedung Kantor Perwakilan; c. Gedung Kantor Wilayah; d. Gedung Kantor Balai Besar.
<b>Tipe E1</b>	Bangunan gedung perkantoran yang termasuk Tipe E1 adalah gedung perkantoran yang ditempati secara permanen oleh Instansi Vertikal Pemerintah Pusat dengan pejabat tertinggi setingkat Eselon III. Contoh: a. Gedung Kantor Pelayanan; b. Gedung Kantor Daerah; c. Gedung Kantor Balai.
<b>Tipe E2</b>	Bangunan gedung perkantoran yang termasuk Tipe E2 adalah gedung perkantoran yang ditempati secara permanen oleh Instansi Vertikal Pemerintah Pusat dengan pejabat tertinggi setingkat Eselon IV. Contoh: a. Gedung Kantor Urusan Agama b. Gedung Kantor Unit Pelaksana Teknis (UPT).

Sumber: Permen PU RI No.29 (2006)

#### 2.4.2. Bangunan Gedung berdasarkan Fungsi Hunian

Menurut Permen PU RI No.29 (2006) mengenai fungsi bangunan gedung dibagi menjadi 6 klasifikasi, yaitu :

Tabel 2. 2 Fungsi dan Klasifikasi Bangunan Gedung.

<b>Fungsi bangunan</b>	<b>Klasifikasi</b>
<b>Fungsi hunian</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bangunan hunian tunggal</li><li>• Bangunan hunian jamak</li><li>• Bangunan hunian campuran</li><li>• Bangunan hunian sementara</li></ul>
<b>Fungsi keagamaan</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bangunan masjid termasuk mushola</li><li>• Bangunan gereja termasuk kapel</li><li>• Bangunan pura</li><li>• Bangunan vihara</li><li>• Bangunan kelenteng</li></ul>
<b>Fungsi usaha</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bangunan perkantoran</li><li>• Bangunan perdagangan</li><li>• Bangunan perindustrian</li><li>• Bangunan perhotelan</li><li>• Bangunan wisata</li><li>• Bangunan terminal</li><li>• Bangunan tempat penyimpanan</li></ul>
<b>Fungsi social dan budaya</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bangunan pelayanan pendidikan</li><li>• Bangunan pelayanan kesehatan</li><li>• Bangunan kebudayaan</li><li>• Bangunan laboratorium</li><li>• Bangunan pelayanan umum</li></ul>
<b>Fungsi khusus</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bangunan kemiliteran</li><li>• Bangunan reaktor dan sejenisnya</li></ul>
<b>Fungsi campuran</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Satu bangunan gedung yang dapat memiliki lebih dari satu fungsi</li></ul>

Sumber: Permen PU RI No.29 (2006)

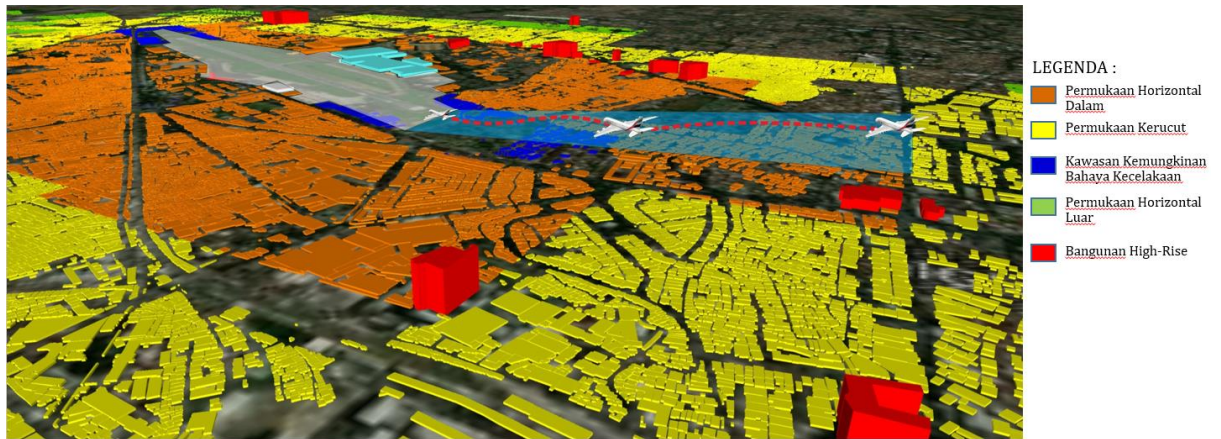
Menurut Undang-Undang RI No.28 (2002), fungsi bangunan gedung usaha dibagi menjadi beberapa klasifikasi, berikut merupakan tabel lingkup fungsi bangunan gedung usaha:

1. **Perkantoran** :  
Kantor, pemerintahan dan kantor yang disewakan
2. **Perdagangan** :  
Warung, toko, pasar dan mal.
3. **Perindustrian** :  
pabrik, laboratorium dan Perbengkelan.
4. **Perhotelan** :  
Wisma, losmen, hostel, motel dan hotel.
5. **Wisma dan rekreasi** :  
Gedung pertemuan, olah raga, anjungan, bioskop, dan gedung pertunjukan
6. **Terminal** :  
terminal angkutan darat, stasiun kereta api, bandara dan pelabuhan.
7. **Penyimpanan** :  
gudang, tempat pendinginan dan gedung parkir.

### 2.3 Studi KKOP (Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan)

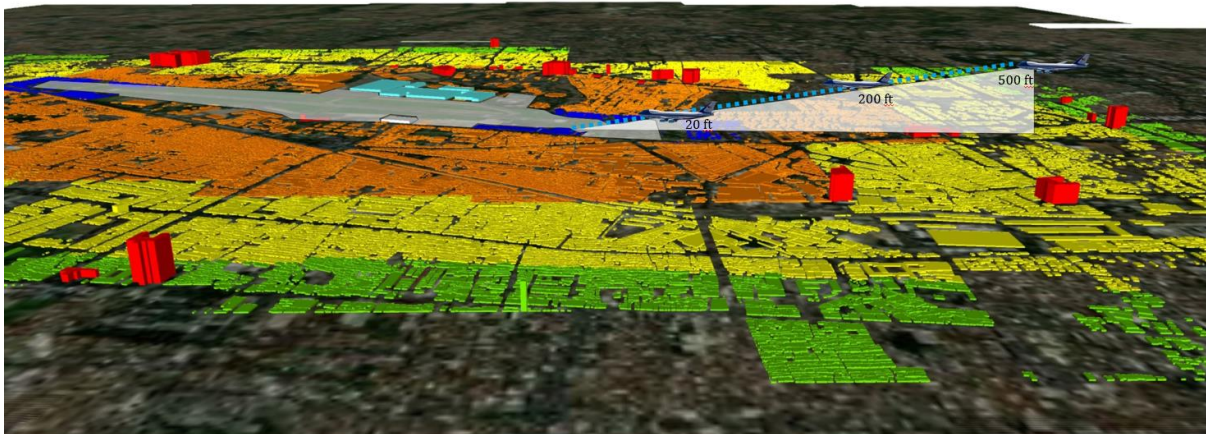
Isu pemilihan lokasi berdasarkan KKOP di Kota Bandung dan Peraturan Menteri Perhubungan yaitu:

1. Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 49 (2000) tentang Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan di Sekitar Bandar Udara Husein Sastranegara-Bandung:
  - Batas ketinggian bangunan disekitar kawasan keselamatan dari batas ujung permukaan utama sampai dengan jarak mendatar 2.550 m adalah +51 m
  - Batas ketinggian bangunan disekitar kawasan keselamatan dari batas ujung permukaan utama sampai dengan jarak mendatar 7.500 m adalah +156 m



Gambar 2. 2 Batas Ketinggian Bangunan Sekitar KKOP

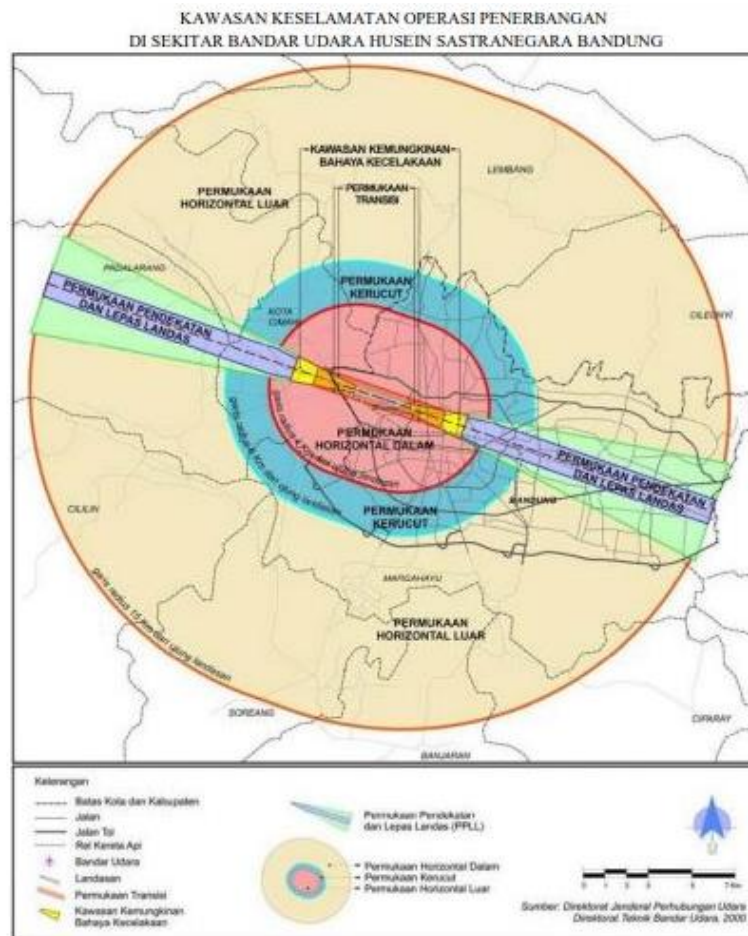
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 49 (2000) Pasal 11, menjelaskan mengenai Ketinggian permukaan horizontal dalam dan permukaan horizontal luar ditentukan masing masing +51 m dan +156 m di atas ambang landasan 29.



Gambar 2. 3 Batas Ketinggian Bangunan Kawasan Penerbangan

- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 49 (2000) Pasal 21, batas ketinggian yang diperbolehkan yaitu:
  - Untuk mendirikan bangunan baru di dalam Kawasan Pendekatan dan Lepas landas harus memenuhi batas ketinggian dengan tidak melebihi kemiringan 1,6 persen arah ke atas dan ke luar dimulai dari ujung Permukaan Utama pada ketinggian masing-masing ambang Landasan 29 dan Landasan 11
  - Pada Kawasan Kemungkinan Bahaya Kecelakaan sampai jarak mendarat 1.1000m dari ujung-ujung. Permukaan Utama hanya digunakan untuk bangunan yang diperuntukkan

bagi keselamatan operasi penerbangan dan benda tumbuh yang tidak membahayakan keselamatan operasi penerbangan.



Gambar 2. 4 Batas Kawasan Keselamatan Penerbangan  
Sumber: Perda Kota Bandung No. 18 (2011)

## 2.4 Persyaratan Teknis

Di dalam merancang bangunan bertingkat tinggi, perlu memperhatikan tangga darurat sebagai jalur evakuasi dan refuge area sebagai tempat evakuasi

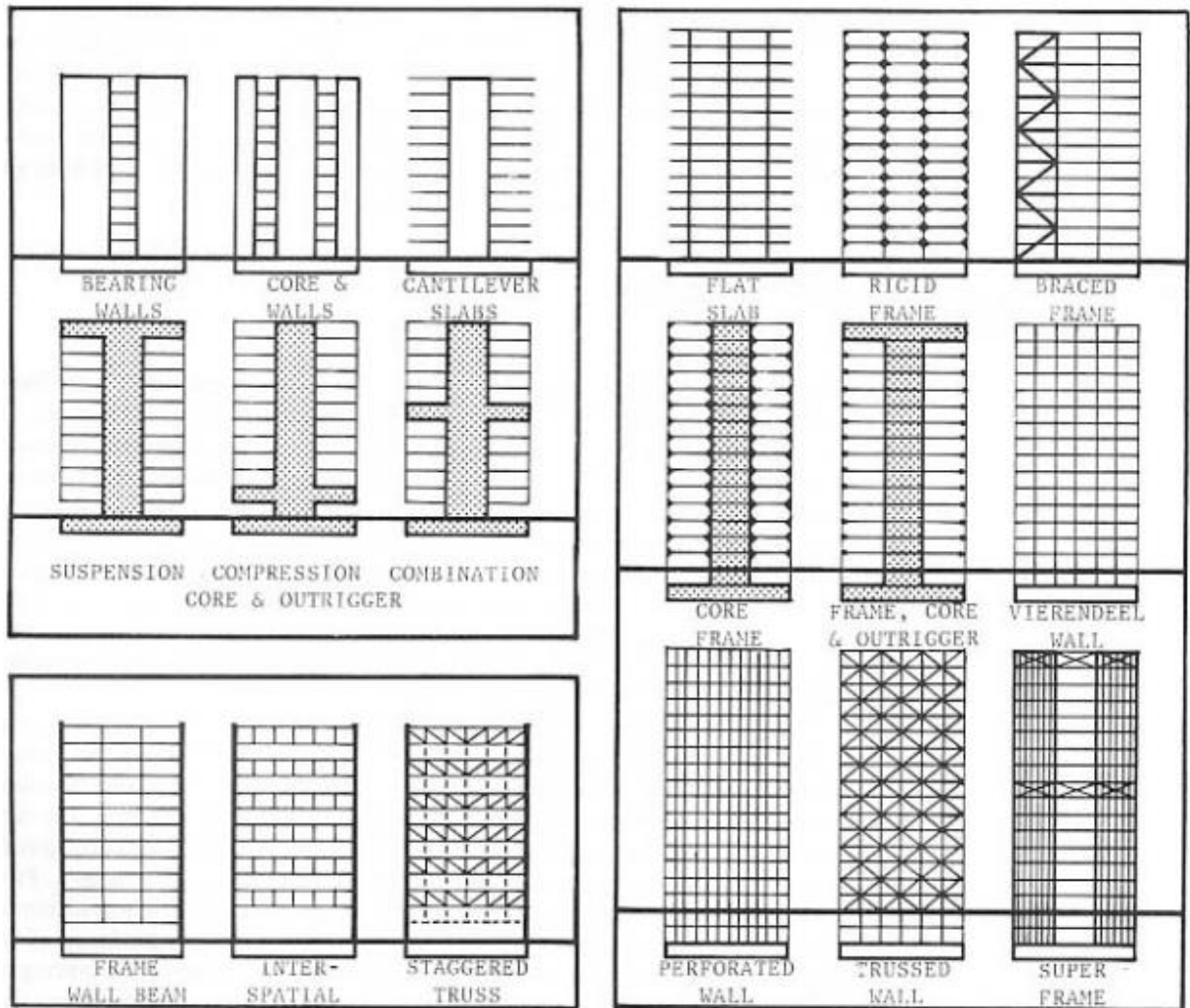
### 2.4.3. Sistem Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi

Menurut Schuller (1995) Suatu struktur bangunan dapat divisualisasikan sebagai terdiri dari bidang-bidang horizontal atau rangka lantai dan bidang-bidang vertikal pendukung dinding dan/atau rangka. Struktur tersebut merupakan sistem perakitan yang terdiri dari komponen-komponen dan keterkaitannya. Elemen dasarnya adalah garis (kolom, balok), kisi-kisi (kerangka lantai, rangka), permukaan (pelat, dinding, pelat), satuan ruang (sel, tabung), dan kombinasi dari semuanya. dalam *The Design Of Building Structures*, Terdapat beberapa jenis sistem struktur bangunan bertingkat tinggi yaitu :



1. *Bearing Wall*
2. *Core & Façade Bearing Wall*
3. *Cantilever Slab*
4. *Suspension Core & Outrigger*
5. *Compression Core & Outrigger*
6. *Combination Core & Outrigger*
7. *Freame Wall Beam*
8. *Inter Spatial*
9. *Straggered Truss*
10. *Flat Slab*
11. *Rigid Frame*
12. *Braced Frame*
13. *Core Frame*
14. *Frame Core & Outrigger*
15. *Vierendeel Wall*
16. *Tube in Tube*
17. *Trussed Wall*
18. *Super Frame*





Gambar 2. 5 High-rise structure systems  
Sumber: Schuller (1995)

Seiring bertambahnya ketinggian bangunan, sistem struktur yang berbeda diperlukan untuk alasan efisiensi. Klasifikasi struktur bangunan bertingkat tinggi adalah sebagai berikut:

### 1. Struktur dua dimensi

- Struktur *Bearing Wall*** kombinasi dinding tunggal dan dinding terhubung, dinding silang, dinding panjang, dinding dua arah.
- Struktur rangka ringan** merupakan struktur yang mampu menahan 3 (tiga) sampai dengan 4 (empat) lantai.
- Struktur kerangka (frame)** merupakan struktur seperti *rigid frame*, *braced frame*, *truss*, dan *flat slab*.
- Struktur Core (inti bangunan)** merupakan struktur yang dapat dikatakan sebagai struktur tiga dimensi dalam sudut pandang strukturnya.
- Struktur kantilever** merupakan struktur seperti plat kantilever, struktur jembatan yang memiliki beberapa inti sebagai penopang, dan outriggers core sebagai penopang beban secara keseluruhan.

## 2. Struktur tiga dimensi

- a. **Dinding balok Staggered**
- b. **Kombinasi *core outriggers* dan *belt trusses*** adalah sambungan dari *single, double* dan *multiple outriggers sistem*
- c. **Tubular** yaitu sistem struktur tabung seperti Tabung vierendeel, tabung spandrel dalam, dinding berlubang/tabung cangkang, tabung rangka, tabung dengan rangka dan kepala
- d. **Megastructure** merupakan struktur untuk bangunan bertingkat tinggi yang menggunakan sistem superframe dan diagonal struktur kaku.
- e. **Hybrid** merupakan kombinasi struktur yang digunakan pada bangunan dengan sistem kombinasi struktur tiga dimensi dan dua dimensi.

Menurut Taranath (2012) tipe untuk struktur bangunan bertingkat tinggi yang mampu menahan beban lebih dari 40 lantai adalah sebagai berikut :

### 1. Rigid Frame Sistem

Ini adalah sistem yang memanfaatkan momen menahan koneksi antara kolom dan balok di sepanjang keliling totalnya untuk menahan lateral yang diterapkan beban. Ini dapat digunakan untuk memberikan tahanan beban lateral bangunan bertingkat rendah.

### 2. Braced frame sistem

Sistem struktur ini bekerja dengan baik untuk 20 hingga 60 tinggi lantai tetapi tidak memberi ruang untuk bukaan seperti pintu dan jendela.

### 3. Shear Wall Sistem

Beban lateral diasumsikan terkonsentrasi di lantai. Lantai yang kaku menyebarkan kekuatan ke kolom atau dinding di gedung. Khususnya mendesain dinding beton bertulang sejajar dengan arah beban digunakan untuk menahan sebagian besar beban lateral yang ditimbulkan oleh angin atau gempa bumi dengan bertindak sebagai balok kantilever yang dalam diperbaiki di yayasan. Elemen-elemen ini disebut geser dinding.

### 4. Coupled Wall Sistem

Ketika dua atau lebih dinding geser berada dihubungkan oleh sistem balok atau pelat, kekakuan total melebihi penjumlahan dari kekakuan individu. Ini berhubungan dengan balok yang menghubungkan mereka yang melayani individu tindakan kantilever.

### 5. Tubular Systems

Sistem tubular mengatur elemen struktural sedemikian rupa sehingga sistem dapat menahan beban yang dibebankan pada struktur secara efisien terutama beban lateral. Sistem ini terdiri dari berbagai elemen yaitu pelat, balok, balok, kolom. Dinding dan intinya adalah diaktifkan untuk menahan beban lateral, dalam sistem tubular beban horizontal ditahan oleh balok kolom dan tiang di tingkat perimeter tabung.

#### 2.4.4. Sistem Façade Pada Bangunan Bertingkat Tinggi

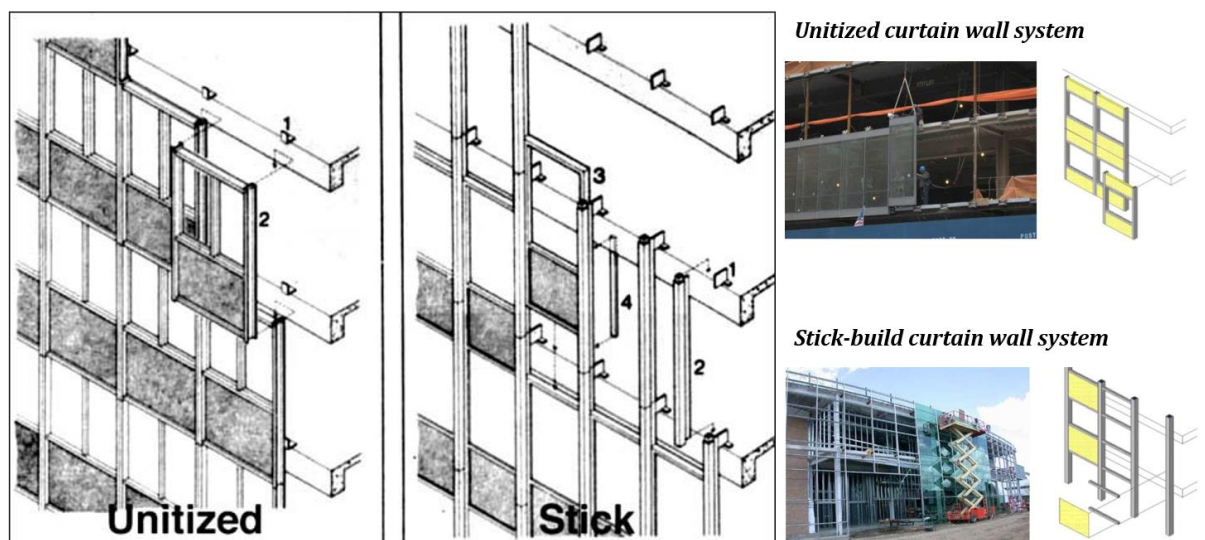
Menurut Memari A.M (2013) dalam buku *Curtain Wall Sistem A Primer*, Curtain wall secara structural adalah sebuah penutup vetikal bangunan yang mendukung atas bebanya sendiri dan gaya luar yang mempengaruhi bangunan. Curtain wall tidak dimaksud untuk membantu dalam menjaga intergritas struktur bangunan, tetapi lebih dalam meningkatkan keindahan estetika arsitektural bangunan dan fungsi luar terhadap pengaruh lingkungan bangunan baik dari tekanan angin, cuaca, serta panas yang ditimbulkan oleh intensitas cahaya matahari. Terdapat 2 jenis sistem curtain wall yaitu *Stick-build curtain wall sistem* dan *Unitized curtain wall sistem*.

**1. *Stick-build curtain wall sistem***

Merupakan metode konstruksi *curtain wall* yang fleksibel dan paling banyak digunakan saat ini karena sistem ini menggunakan komponen-komponen lepasan yang kemudian dirakit lapangan.

**2. *Unitized curtain wall sistem***

Merupakan sistem yang efisiensi dan praktis karena terproduksi menjadi satu unit panel yang utuh antara frame dan bahan pengisi dengan modul tertentu. Modul ini dipabrikasi sesuai kebutuhan sehingga ketika sampai lapangan sudah siap dipasang.



Gambar 2. 6 Curtaint Wall Sistem  
Sumber: Memari A.M (2013)

### 2.4.5. Bangunan Gedung Hijau

Menurut Perwal Kota Bandung No.1023 (2016), Pengaturan bangunan gedung hijau ini dimaksudkan sebagai acuan bagi pemohon maupun aparat pelaksana dalam memenuhi persyaratan bangunan gedung hijau. Pengaturan bangunan gedung hijau bertujuan mewujudkan penyelenggaraan bangunan gedung untuk menghemat, menjaga dan menggunakan sumber daya secara efisien.

Dalam hal ini, menurut SNI No.6389 (2011) persyaratan bangunan gedung hijau harus memiliki nilai perpindahan termal dalam satu bidangnya tidak melebihi 45 Watt/m<sup>2</sup>. Dengan perhitungan rumus sebagai berikut :

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

Dengan :

OTTV = Nilai perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar yang memiliki arah atau orientasi tertentu (W/m<sup>2</sup>);

$\alpha$  = absorbtans radiasi matahari.

$U_w$  = Transmittans termal dinding tidak tembus cahaya (W/m<sup>2</sup> .K);

WWR = Perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan;

TDEk = Beda temperatur ekuivalen (K)

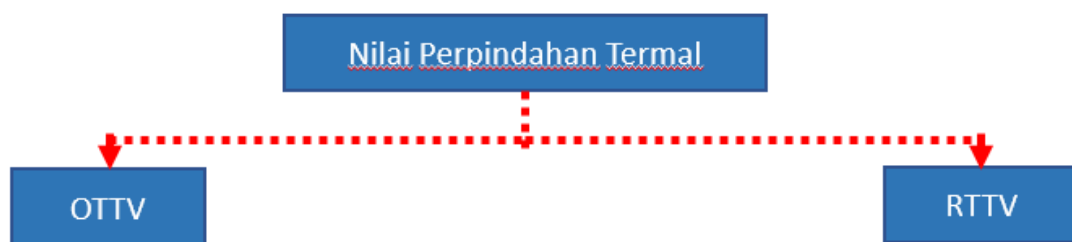
SF = Faktor radiasi matahari (W/m<sup>2</sup>);

SC = Koefisien peneduh dari sistem fenestrasi;

$U_f$  = Transmittans termal fenestrasi (W/m<sup>2</sup> .K);

$\Delta T$  = Beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam. (diambil 5K)

Green Building dalam konsep penerapannya pada bangunan berdasarkan dari arah mata angin serta studi mengenai OTTV atau Overall Thermal Transfer Value yang mengacu kepada standar SNI 03-6389 (2011) tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung dan Perwal Kota Bandung No. 1023 (2016) Tentang Bangunan Gedung Hijau Bandung. Pada dasarnya perhitungan nilai termal menjadi dua yaitu OTTV (Overall Thermal Transfer Value) dan RTTV (Roof Thermal Transfer Value). Dimana, perhitungan untuk OTTV sendiri dimaksudkan untuk selubung bangunan serta RTTV difungsikan sebagai perhitungan pada bagian atap.





Gambar 2. 7 Nilai OTTV dan RTTV Pada Bangunan

Perhitungan nilai OTTV pada bangunan memiliki 3 unsur perhitungan yang harus diperhatikan di dalam perhitungannya, yaitu :

1. Perhitungan nilai Konduksi Dinding
2. Perhitungan nilai Radiasi Kaca
3. Perhitungan nilai Konduksi Kaca

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

Dalam hal ini, perhitungan nilai perpindahan termal dipengaruhi oleh beberapa variable serta material material yang digunakan pada bangunan.

#### A. Nilai Konduksi Dinding

Dalam perhitungan nilai konduksi dinding terdapat beberapa variable yang harus diperhitungkan di dalamnya, yaitu:

- Absorbtansi Radiasi Matahari ( $\alpha$ )
- Transmittans Termal dinding tak tembus cahaya ( $U_w$ )
- Window Wall to Ratio (**WWR**)
- Beda Temperatur Ekuivalen (**TDEK**)

$$OTTV = \alpha \cdot [(U_w \times (1 - WWR))] \times TDEK$$

### 1. Nilai Absorbansi Radiasi Matahari ( $\alpha$ )

Nilai Absorbansi adalah nilai dari penyerapan panas matahari pada suatu bahan material yang digunakan ke dalam bangunan. Penggunaan bahan material serta cat pada permukaan bangunan yang digunakan sangat berpengaruh ke dalam perhitungan nilai OTTV. Semakin kecil nilai dari absorbansi radiasi, maka semakin kecil pula perhitungan keseluruhan dari OTTV. Pada Contoh perhitungan, apabila menggunakan sistem dinding Curtaint Wall maka memiliki 2 nilai  $\alpha$ , yaitu  $\alpha_1 \times \alpha_2$ .

Contoh perhitungan pada nilai absorbansi radiasi matahari ( $\alpha$ ) dijabarkan sebagai berikut :

$$OTTV = \alpha \cdot [(U_w \times (1 - WWR))] \times TDEK$$



#### Nilai Absorbansi

- $\alpha$**  : Absorbansi Radiasi Matahari
- UW** : Transmittans Termal Dinding Tak tembus cahaya
- WWR** : Perbandingan Luas Jendela dengan luas seluruh dinding
- TDEK** : Beda temperature ekuivalen

Nilai absorbansi radiasi matahari ( $\alpha$ ) ditentukan berdasarkan bahan-bahan material yang digunakan serta cat pada permukaan pada bagian luar dinding. Berikut merupakan tabel nilai absorbansi yang terdapat pada bahan-bahan material yang digunakan :

Tabel 0-1 Nilai Absorbansi Bahan Material.

Bahan dinding luar	$\alpha$	Cat permukaan dinding luar	$\alpha$
Beton berat <sup>1)</sup>	0,91	Pernis hijau.	0,79
Bata merah	0,89	Hijau medium.	0,59
Beton ringan	0,86	Kuning medium.	0,58
Kayu permukaan halus	0,78	Hijau / biru medium.	0,57
Beton ekspos	0,61	Hijau muda.	0,47
Ubin putih.	0,58	Putih semi kilap.	0,30
Bata kuning tua.	0,56	Putih kilap.	0,25
Atap putih	0,50	Perak.	0,25
Seng putih	0,26	Pernis putih	0,21
Bata gelazur putih.	0,25		
Lembaran alumunium yang dikilapkan.	0,12		

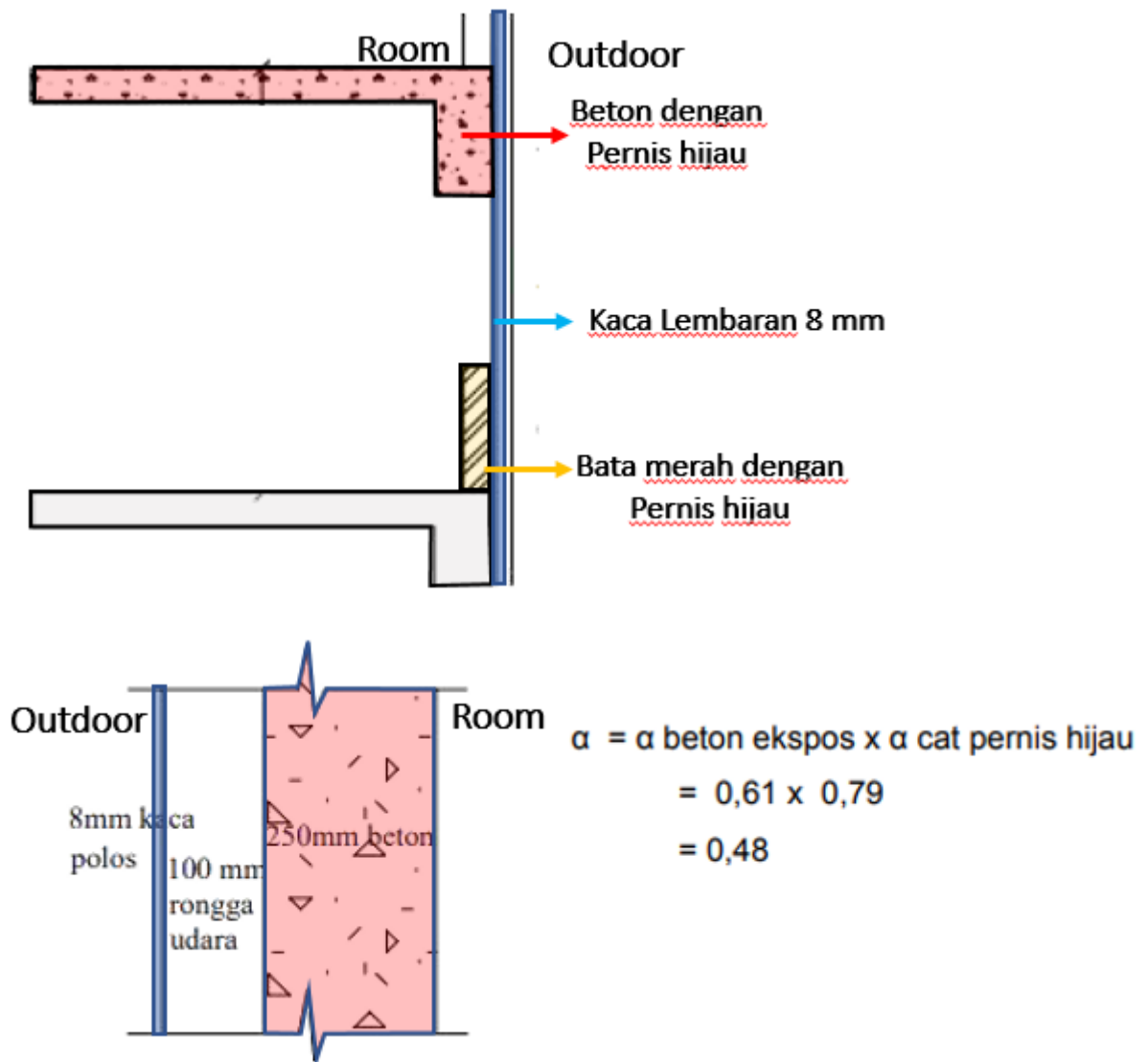
<sup>1)</sup> untuk bangunan nuklir.

Sumber: SNI No. 6389 (2011).

Penggunaan bahan-bahan material pada bangunan sangat berpengaruh dalam perhitungan OTTV, dimana nilai absorbansi radiasi matahari ( $\alpha$ ) dipengaruhi oleh nilai-

nilai material yang digunakan serta permukaan pada cat juga memiliki nilai absorptansi yang harus diperhatikan dalam penggunaannya. Hal ini berpengaruh akan kecilnya nilai dari perhitungan total OTTV (Overall Thermal Transfer Value). Berikut merupakan contoh perhitungan pada bangunan apabila menggunakan dinding beton dan juga dinding bata merah :

#### A. Contoh Perhitungan dinding beton pada bangunan

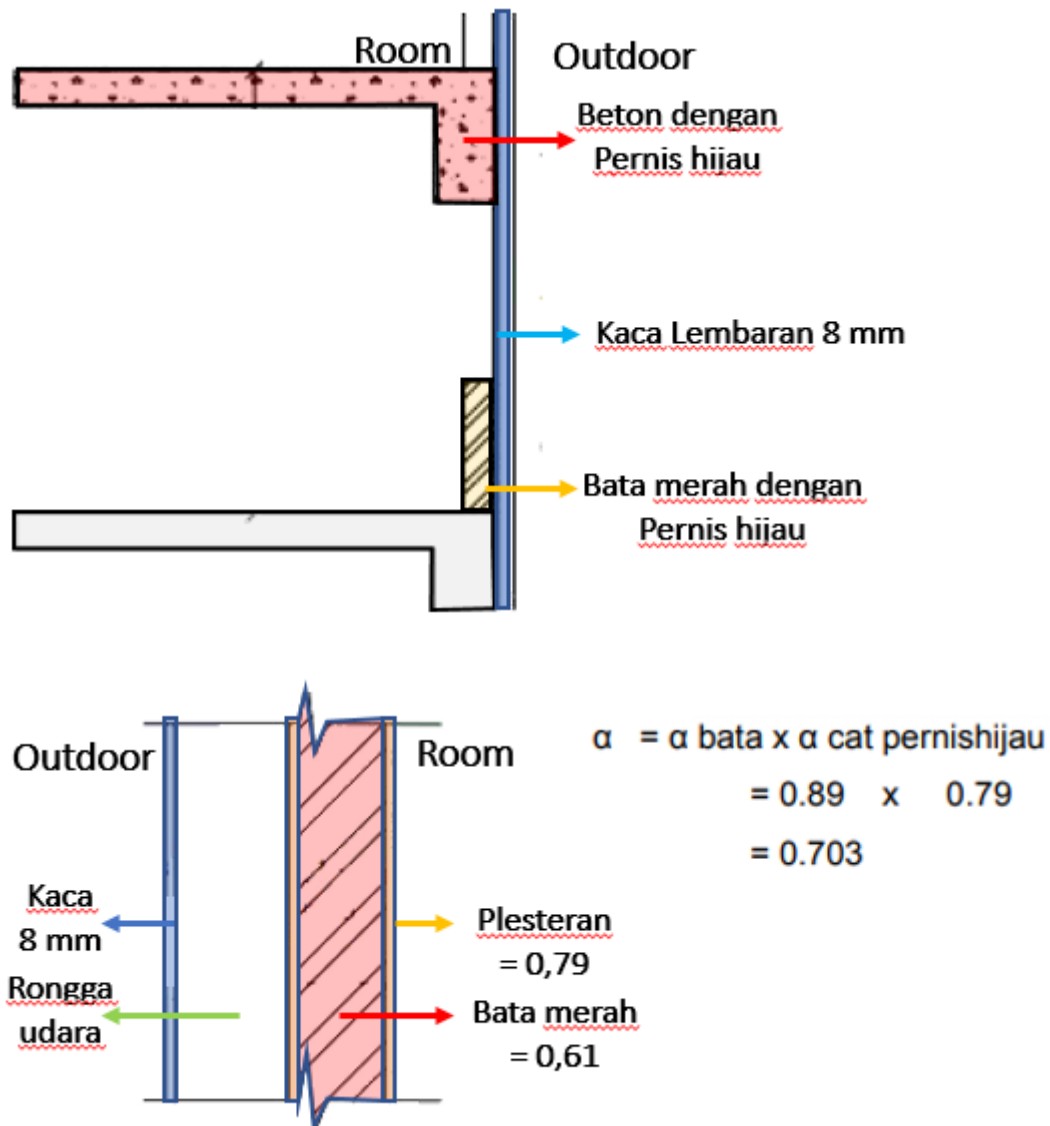


Gambar 2. 8 Nilai Dinding Beton pada Bangunan

Untuk kasus ini karena  $\alpha$  dari konstruksi dinding tirai (curtain wall) memiliki lapisan udara atau rongga udara maka  $\alpha_{\text{total}} = \alpha_1 \times \alpha_2$ . Penggunaan beton dalam bangunan sangat bervariasi jenisnya, dalam contoh perhitungan di atas menggunakan beton ekspos yang memiliki nilai absorptansi ( $\alpha$ ) yaitu 0,61 serta cat pernis hijau pada permukaannya dengan nilai absorptansi ( $\alpha$ ) yaitu 0,79.



**B. Contoh perhitungan dinding bata merah pada bangunan**



Gambar 2. 9 Nilai Dinding Bata pada Bangunan

Sama halnya dengan perhitungan dinding beton, penggunaan dinding tirai (curtain wall) memiliki 2 nilai  $\alpha$ . Pada contoh perhitungan di atas merupakan dinding bata yang dilapisi cat pernis hijau, dimana dinding bata memiliki nilai absorbtansi ( $\alpha$ ) yaitu 0,89 serta cat pernis hijau yang memiliki nilai 0,79 pada bangunannya.

**2. Nilai Transmittans termal dinding tak tembus cahaya ( $U_w$ )**

Nilai transmittans termal ( $U_w$ ) merupakan nilai dari dinding yang tidak dapat tembus oleh cahaya seperti bata, beton, alumunium dan sebagainya. Dalam hal ini, sama seperti nilai absorbtansi ( $\alpha$ ), nilai transmittans termal ( $U_w$ ) dipengaruhi oleh bahan material serta sistem struktur dinding yang digunakan di dalam bangunan. Berikut merupakan contoh perhitungan nilai transmittans termal yang ada pada nilai OTTV.

$$OTTV = \alpha \cdot [(U_w \times (1 - WWR))] \times TDEK$$



### Transmitans Termal

- $\alpha$**  : Absorbansi Radiasi Matahari  
**UW** : Transmitans Termal Dinding Tak tembus cahaya  
**WWR** : Perbandingan Luas Jendela dengan luas seluruh dinding  
**TDEK** : Beda temperature ekuivalen

Nilai transmitans termal ( $U_w$ ) memiliki perhitungan nilai U untuk menentukan nilai dari transmitans total dari resistan bahan terhadap perpindahan termal. Dimana dalam hal ini, perhitungan nilai U ditentukan dari penambahan-penambahan nilai R atau resistan bahan yang digunakan di dalam struktur dinding. Berikut merupakan contoh perhitungan dari perhitungan nilai U total.

Rumus Transmitans Termal :  $U = \frac{1}{R_{Total}}$  dengan :  $R_{Total} = \text{Resistansi termal total} = \sum_{i=0} R_i$

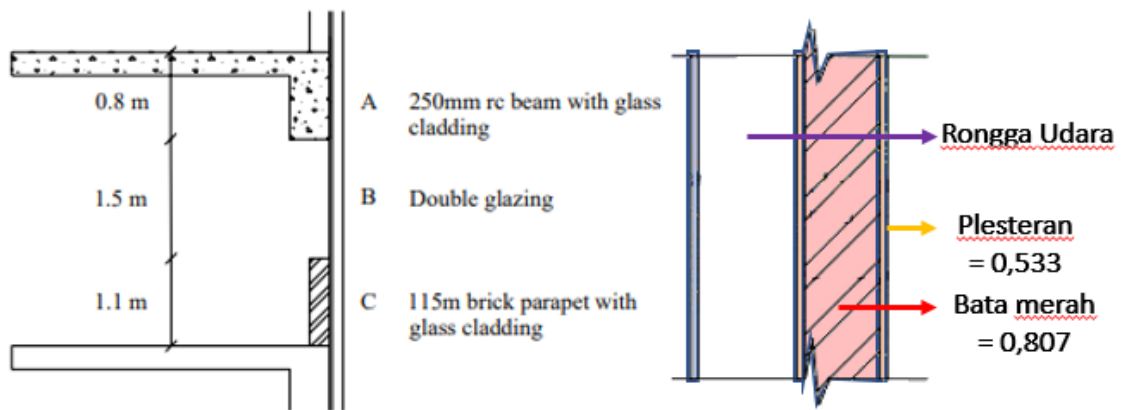
$$U = \frac{1}{\text{RUL} + \text{RK} + \text{RRU}}$$

Lapisan udara Luar      Termal Bahan      Termal rongga udara

Dalam hal ini, nilai R atau resistan termal bahan pada rumus U, memiliki 3 nilai resitan bahan yang harus diperhitungkan terlebih dahulu, yaitu :

- RUL = Resistan Lapisan Udara luar
- RK = Resistan Terminal Bahan
- RRU = Resistan Terminal Rongga Udara

Dibawah ini merupakan contoh perhitungan nilai U total pada bangunan.



Gambar 2. 10 Nilai Transmittans Bata pada Bangunan

Rumus :  $U_w = 1/R$

$$= \frac{1}{\dots}$$

R. Udara luar + R. Kaca 8mm + R. ruang udara + R.plesteran 12mm + R. Bata 115mm + R. Udara dalam

$$= \frac{1}{\dots}$$

$$0,44 + 0,008/1,053 + 0,16 + (0,012/0,533 \times 2) + 0,115/0,807 + 0,12$$

$U_w = 1,93 \text{ W/m}^2\text{K}$

Sebelum menemukan nilai R total, besaran nilai R total ditentukan berdasarkan tabel dibawah ini, berikut merupakan tabel pada setiap besaran nilai R :

**a. Resistans Lapisan udara Luar (RUL)**

Besarnya nilai Rul dan Rup pada lapisan udara ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. 3 Nilai RUL pada Bangunan

Jenis Permukaan		Resistansi Termal R (m <sup>2</sup> .K/Watt)
Permukaan dalam (RUP)	Emisifitas tinggi <sup>1</sup>	0,120
	Emisifitas rendah <sup>2</sup>	0,299
Permukaan luar (RUL)	Emisifitas tinggi	0,044

Sumber: SNI No. 6389 (2011)

Keterangan :

1. Emisivitas tinggi adalah permukaan yang halus tidak mengkilap
2. Emisivitas rendah adalah permukaan dalam yang reflektif, seperti aluminium.

**b. Resistans Termal Bahan (RK)**

Besarnya nilai (K) atau resistansi bahan ditentukan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 4 Nilai Berat Jenis Massa Bahan material

No	Bahan bangunan	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	K (W/m.K)
1	Beton	2.400	1,448
2	Beton ringan	960	0,303
3	Bata dengan lapisan plaster	1.760	0,807
4	Bata langsung dipasang tanpa plaster, tahan terhadap cuaca.		1,154
5	Plasteran pasir-semen	1.568	0,533
6	Kaca lembaran	2.512	1,053
7	Papan Gypsum	880	0,170
8	Kayu lunak	608	0,125
9	Kayu keras	702	0,138
10	Kayu lapis	528	0,148
11	Glasswool	32	0,035
12	Fibreglass	32	0,035
13	Paduan alumunium	2.672	211
14	Tembaga	8.784	385
15	Baja	7.840	47,6
16	Granit	2.640	2,927
17	Marmer/terazo/keramik/mozaik	2.640	1,298

Sumber: SNI No. 6389 (2011)

Nilai K yang dihitung di dalam rumus OTTV memiliki berat massa jenis masing-masing bahan yang digunakan serta nilai K dari suatu bahan yang digunakan tersebut.

**c. Resistans Termal Rongga Udara (RRU)**

Tabel 2. 5 Nilai RRU Pada Bangunan

No	Jenis celah udara		Resistansi termal (m <sup>2</sup> K/W)		
			5mm	10 mm	100 mm
1	<b>RRU untuk dinding</b> Rongga udara vertikal (aliran panas secara horizontal)				
		1. Emisifitas tinggi	0,110	0,148	0,160
		2. Emisifitas rendah	0,250	0,578	0,606
2	<b>RRU untuk atap</b> Rongga udara horizontal/miring (aliran panas kebawah)				
	Emisifitas tinggi	Rongga udara horizontal	0.110	0,148	0,174
		Rongga udara dengan kemiringan 22,5°	0.110	0,148	0,165
		Rongga udara dengan kemiringan 45°	0.110	0,148	0,158
	Emisifitas rendah	Rongga udara horizontal	0,250	0,572	1,423
		Rongga udara dengan kemiringan 22,5°	0,250	0,571	1,095
Rongga udara dengan kemiringan 45°		0,250	0,570	0,768	
3	<b>RRU untuk loteng</b>				
		1. Emisifitas tinggi		0,458	
		2. Emisifitas rendah		1,356	

Sumber: SNI No. 6389 (2011)

RRU atau Termal Rongga Udara dihitung atau dimasukkan ke dalam perhitungan nilai U apabila dalam sistem konstruksi dinding menggunakan sistem yang memiliki celah rongga udara di antara dinding dalam dan permukaan luar seperti Double wall. Berikut merupakan tabel nilai RRU yang sudah ditentukan berdasarkan studi mengenai OTTV.

### 3. Nilai Window Wall to Ratio (WWR)

Nilai WWR atau Window Wall to Ratio merupakan perbandingan bukaan atau fenestrasi pada bangunan dengan bagian dinding yang tidak dapat tembus cahaya. Dalam hal ini, perhitungan mengenai WWR di dalam OTTV dijelaskan pada gambar dibawah ini.

$$OTTV = \alpha \cdot [(U_w \times (1 - WWR))] \times TDEK$$

$\alpha$  : Absorbansi Radiasi Matahari

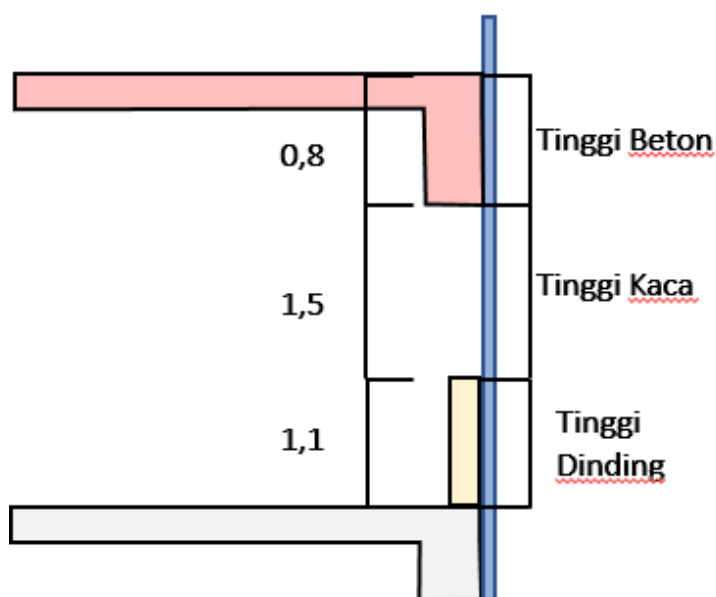
$U_w$  : Transmittansi Termal Dinding Tak tembus cahaya

$WWR$  : Perbandingan Luas Jendela dengan luas seluruh dinding

$TDEK$  : Beda temperature ekuivalen

Rumus untuk menentukan nilai WWR adalah total bukaan atau fenestrasi dibagi dengan tinggi total floor to floor atau lantai ke lantai. Berikut merupakan contoh perhitungan pada bangunan.

$$\text{Rumus WWR} = \frac{\text{T. Kaca}}{\text{T. Beton} + \text{T. Kaca} + \text{T. Dinding}}$$



$$WWR = \frac{1.5}{0.8 + 1.5 + 1.1} = 0.44$$

Gambar 2. 11 Nilai WWR pada Bangunan

## B. Nilai Radiasi Kaca

Dalam perhitungan nilai Radiasi Kaca terdapat beberapa variable yang harus diperhitungkan di dalamnya sama dengan nilai Konduksi Dinding, yaitu:

- Sistem Peneduh pada Fenestrasi (**SC**)
- Window Wall to Ratio (**WWR**)
- Solar Faktor (**SF**)

$$OTTV = SC \times WWR \times SF$$

### 1. Nilai Koefisien Sistem pada Fenestrasi (SC)

Sistem peneduh pada bukaan berfungsi sebagai buffer atau penghalang langsung panas matahari masuk ke dalam bangunan. Berikut merupakan nilai SC di dalam perhitungan OTTV.

$$OTTV = SC \times WWR \times SF$$

**SC** : Sistem peneduh pada fenestrasi

**WWR** : Perbandingan Luas Jendela dengan luas seluruh dinding

**SF** : Solar Faktor

Angka koefisien peneduh kaca didasarkan atas nilai yang dicantumkan oleh pabrik pembuatannya, yang ditentukan berdasarkan sudut datang  $45^\circ$  terhadap garis normal. Adapun rumus untuk mencari nilai SC adalah :

$$\text{Rumus} = SC = SCK \times SCEf$$

SC = Koefisien sistem fenestrasi

SCK = Koefisien peneduh kaca

SCEf = Koefisien peneduh efektif

Untuk nilai SC sudah ditentukan oleh pabrikasi, untuk nilai SCEf ditentukan dari nilai OPF serta SPF.

Perhitungan nilai SCEf tergantung kepada nilai Overhang Projection Factor (OPF) dan Sidefin Projection Factor (SPF).

Rumus OPF :

$$R = \frac{P}{H}$$

H

$\theta_1$  = Sudut kemiringan

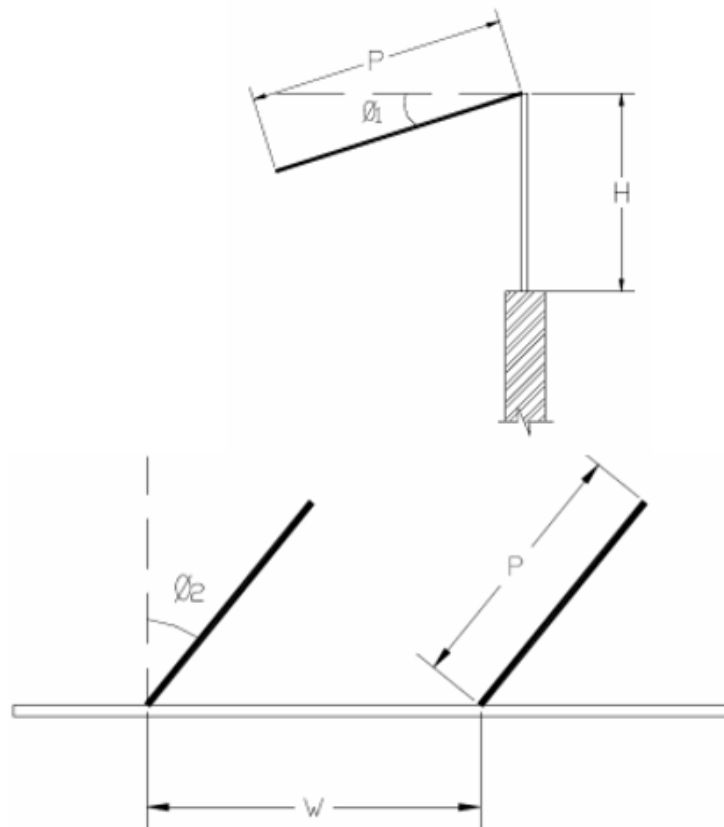
R = Nilai Koefisien Peneduh

Rumus SPF :

$$R = \frac{P}{W}$$

$\theta_2$  = Sudut kemiringan

Untuk Hasil nilai SC Efektif apabila memiliki kedua nilai OPF dan SPF maka diambil yang terendah untuk nilainya. Berikut merupakan contoh perhitungan OPF dan SPF.



Gambar 2. 12 Nilai OPF dan SPF Pada Bangunan  
Sumber: SNI No.6389 (2011)

## 2. Nilai Solar Faktor (SF)

Solar Faktor untuk wilayah Bandung dikembangkan berdasarkan simulasi dari data cuaca. Solar factor ini digunakan untuk perhitungan OTTV secara khusus di kota Bandung dan lokasi terdekat dengan garis lintang dan kondisi iklim yang sama. Beberapa factor radiasi matahari dihitung antara jam 07.00 sampai dengan jam 18.00 untuk bidang vertikal dari berbagai orientasi. Berikut merupakan contoh perhitungan SF pada OTTV.

$$OTTV = (SC \times WWR \times SF)$$

SC : Sistem peneduh pada fenestrasi



**WWR** : Perbandingan Luas Jendela dengan luas seluruh dinding

**SF** : Solar Faktor

Adapula tabel faktor radiasi matahari untuk berbagai orientasi menurut SNI 03-3689-2011 pada gambar dibawah ini.

Tabel 2. 6 Faktor Radiasi Matahari Di Indonesia

	Utara	Timur Laut	Timur	Tenggara	Barat Daya	Barat	Barat Laut
<b>SNI</b>	130	113	112	97	97	243	211
<b>Jakarta</b>	169	187	198	154	122	244	218
<b>Makassar</b>	158	181	197	160	130	228	201
<b>Bandung</b>	133	146	150	120	98	155	150

Sumber: SNI No. 6389 (2011)

Selain tabel berdasarkan Radiasi matahari dari orientasi matahari, adapula tabel mengenai Solar Faktor yang berasal dari pabrikasi kaca Indoflot Asahimas Catalouge yang berada pada gambar dibawah ini.

Tabel 2. 7 Nilai Solar Faktor Pada Material Kaca

INDOFLOT & PANASAP											
Type Of Glass	Standard Thickness (mm)	Light Characteristic			Energy Characteristic				Solar Factor (%)	Shading Coefficient	U Value W/m <sup>2</sup> K
		Transmittance (%)	Reflectance Out (%)	Reflectance In (%)	Transmittance (%)	Reflectance (%)	Absorption (%)	Ultra Violet Transmissi on (%)			
Indoflot Clear (FL)	2	91	8	8	88	8	4	79	90	1,03	5,9
	3	90	8	8	86	8	6	71	87	1,00	5,8
	4	90	8	8	84	8	8	67	86	0,99	5,8
	5	89	8	8	82	7	11	64	85	0,97	5,8
	6	89	8	8	80	7	13	61	83	0,96	5,7
	8	88	8	8	77	7	16	56	81	0,93	5,7
	10	87	8	8	74	7	19	52	79	0,91	5,6
	12	86	8	8	70	7	23	49	77	0,88	5,5
Panasap Bronze (BRFL)	5	56	6	6	57	6	37	22	67	0,77	5,8
	6	51	6	6	52	6	42	18	63	0,73	5,7
Panasap Dark Grey (DGFL)	3	39	5	5	52	6	42	55	63	0,73	5,8
	4	29	5	5	44	5	51	49	57	0,65	5,8
	5	21	5	5	37	5	58	45	52	0,59	5,8
Panasap Green (GNFL)	6	16	5	5	31	5	64	41	47	0,55	5,7
	5	72	7	7	45	6	49	22	58	0,67	5,8
	6	69	7	7	41	5	54	18	55	0,63	5,7
	8	63	6	6	33	5	62	12	49	0,57	5,7
Panasap Euro Grey (GEFL)	10*	57	6	6	28	5	67	9	45	0,52	5,6
	12	52	6	6	24	5	71	6	42	0,48	5,5
	5	51	6	6	51	6	43	24	62	0,72	5,8
	6	45	5	5	46	5	49	20	58	0,67	5,7
Panasap Blue Green (BNFL)	8	36	5	5	37	5	58	14	52	0,59	5,7
	10*	28	5	5	29	5	66	10	46	0,53	5,6
	12	22	5	5	23	5	72	7	42	0,48	5,5
Panasap Dark Blue (DHFL)	5	67	6	6	46	5	49	26	58	0,67	5,8
	6	62	6	6	41	5	54	22	55	0,63	5,7
	8	55	6	6	33	5	62	16	49	0,56	5,7
	6	58	6	6	45	5	50	29	58	0,67	5,7
Panasap New Dark Blue (DHINFL)	8	50	5	5	37	5	58	23	52	0,60	5,7
	10*	43	5	5	30	5	65	18	47	0,54	5,6
	12	36	5	5	25	5	70	15	43	0,50	5,5

Sumber: Catalouge Asahimas

Dalam hal ini, nilai SF kaca yang berasal dari pabrikasi dapat dilihat dari nilai transmitans bahan serta U value dari kaca, semakin tinggi nilai dari U value maka semakin kecil nilai dari perhitungan OTTV total.

### C. Nilai Konduksi Kaca

Dalam perhitungan nilai Radiasi Kaca terdapat beberapa variable yang harus diperhitungkan di dalamnya sama dengan nilai Konduksi Dinding, yaitu:

- Transmitans Termal Dinding tembus cahaya ( $U_f$ )
- Window Wall to Ratio (**WWR**)
- Perbedaan temperature bagian luar dan dalam ( $\Delta T$ )

$$OTTV = (U_f \times WWR \times \Delta T)$$

**U<sub>F</sub>** : Transmitans Termal Dinding Tak tembus cahaya

**WWR** : Perbandingan Luas Jendela dengan luas seluruh dinding

**$\Delta T$**  : Perbedaan temperature bagian luar dan dalam

#### 1. Nilai transmitans termal dinding tembus cahaya ( $U_f$ )

Sama seperti halnya nilai transmitans termal  $U_w$ ,  $U_f$  merupakan transmitans dinding yang dapat tembus cahaya seperti kaca. Berikut merupakan nilai  $U_f$  yang terdapat pada perhitungan OTTV.

$$OTTV = (U_f \times WWR \times \Delta T)$$

**U<sub>F</sub>** : Transmitans Termal Dinding Tak tembus cahaya

**WWR** : Perbandingan Luas Jendela dengan luas seluruh dinding

**$\Delta T$**  : Perbedaan temperature bagian luar dan dalam

Perhitungan nilai  $U_f$  sama dengan perhitungan nilai  $U_w$ , dimana harus menghitung rumus U total untuk menemukan nilai  $U_f$  itu sendiri. Terdapat 3 unsur yang harus diperhitungkan dalam R total atau resitans termal bahan dari nilai U, yaitu :

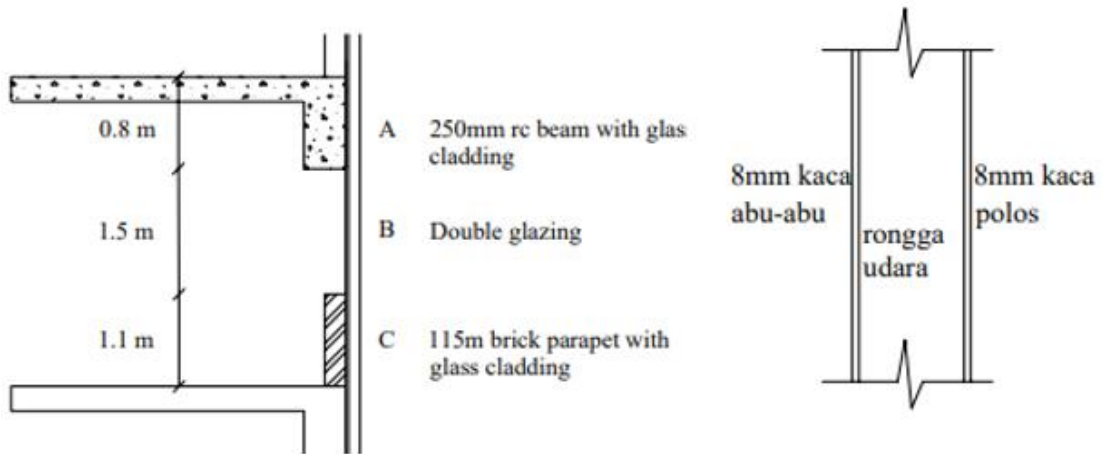
- a) RUL = Resistan Lapisan Udara luar
- b) RK = Resistan Terminal Bahan
- c) RRU = Resistan Terminal Rongga Udara

Rumus Transmittans Termal :  $U = \frac{1}{R_{Total}}$  dengan :  $R_{Total} = \text{Resistansi termal total} = \sum_{i=0} R_i$

$$U = \frac{1}{\text{RUL} + \text{RK} + \text{RRU}}$$

Lapisan udara Luar
Termal Bahan
Termal rongga udara

Berikut merupakan contoh perhitungan pada nilai Uf pada rumus nilai U.



Gambar 2. 13 Nilai Transmittans Dinding Tembus Cahaya Pada Bangunan  
Sumber: SNI No. 3689 (2011)

Rumus :  $U_f = 1/R$

$$= \frac{1}{\dots}$$

**R. Udara luar + R. Kaca 8mm + R. ruang udara + R. Kaca 8mm + R. Udara dalam**

$$= \frac{1}{\dots}$$

$$0,044 + (0,008/1,053) + 0,16 + (0,008/1,053) + 0,12$$

$U_w = 2,94W/m^2K$

Dalam menentukan nilai R pada rumus U total sama seperti pada perhitungan Nilai Uw dimana dapat melihat tabel dibawah ini dalam menentukan R pada masing masing nilai U total.

**a. Resistans Lapisan udara Luar (RUL)**

Tabel 2. 8 Nilai RUL Pada Bangunan

Jenis Permukaan		Resistensi Termal R (m <sup>2</sup> .K/Watt)
Permukaan dalam (RUP)	Emisifitas tinggi <sup>1</sup>	0,120
	Emisifitas rendah <sup>2</sup>	0,299
Permukaan luar (RUL)	Emisifitas tinggi	0,044

Sumber: SNI No. 6389 (2011)

Keterangan :

3. Emisivitas tinggi adalah permukaan yang halus tidak mengkilap
4. Emisivitas rendah adalah permukaan dalam yang reflektif, seperti aluminium.

**b. Resistans Termal Bahan (RK)**

Besarnya nilai (K) atau resistans bahan ditentukan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 9 Berat Jenis Massa Bahan Material

No	Bahan bangunan	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	K (W/m.K)
1	Beton	2.400	1,448
2	Beton ringan	960	0,303
3	Bata dengan lapisan plaster	1.760	0,807
4	Bata langsung dipasang tanpa plaster, tahan terhadap cuaca.		1,154
5	Plasteran pasir-semen	1.568	0,533
6	Kaca lembaran	2.512	1,053
7	Papan Gypsum	880	0,170
8	Kayu lunak	608	0,125
9	Kayu keras	702	0,138
10	Kayu lapis	528	0,148
11	Glasswool	32	0,035
12	Fibreglass	32	0,035
13	Paduan aluminium	2.672	211
14	Tembaga	8.784	385
15	Baja	7.840	47,6
16	Granit	2.640	2,927
17	Marmer/terazo/keramik/mozaik	2.640	1,298

Sumber: SNI No. 6389 (2011)

Nilai K yang dihitung di dalam rumus OTTV memiliki berat massa jenis masing-masing bahan yang digunakan serta nilai K dari suatu bahan yang digunakan tersebut.

**c. Resistans Termal Rongga Udara (RRU)**

RRU atau Termal Rongga Udara dihitung atau dimasukan ke dalam perhitungan nilai U apabila dalam sistem konstruksi dinding menggunakan sistem yang memiliki celah rongga udara di antara dinding dalam dan permukaan luar seperti Double wall. Berikut merupakan tabel nilai RRU yang sudah ditentukan berdasarkan studi mengenai OTTV.

Tabel 2. 10 Nilai RRU Pada Bangunan

No	Jenis celah udara		Resistansi termal (m <sup>2</sup> K/W)		
			5mm	10 mm	100 mm
1	<b>RRU untuk dinding</b> Rongga udara vertikal (aliran panas secara horizontal)				
	3. Emisifitas tinggi		0,110	0,148	0,160
	4. Emisifitas rendah		0,250	0,578	0,606
2	<b>RRU untuk atap</b> Rongga udara horizontal/miring (aliran panas kebawah)				
	Emisi fitas tinggi	Rongga udara horizontal	0.110	0,148	0,174
		Rongga udara dengan kemiringan 22,5°	0.110	0,148	0,165
		Rongga udara dengan kemiringan 45°	0.110	0,148	0,158
	Emisi fitas rendah	Rongga udara horizontal	0,250	0,572	1,423
		Rongga udara dengan kemiringan 22,5°	0,250	0,571	1,095
Rongga udara dengan kemiringan 45°		0,250	0,570	0,768	
3	<b>RRU untuk loteng</b> 3. Emisifitas tinggi		0,458		
	4. Emisifitas rendah		1,356		

Sumber: SNI No. 6389 (2011)

## 2. Nilai Perbedaan Temperature Bagian Luar dan Dalam ( $\Delta T$ )

Pada nilai perbedaan temperature bagian luar ini merupakan perbandingan suhu antara ruang dalam dan area luar yang di khususkan untuk perhitungan kaca, berbeda dengan T<sub>Dek</sub> atau beda temperature ekuivalen, nilai T<sub>Dek</sub> lebih kepada nilai dinding tak tembus atau yang padat. Berikut merupakan nilai  $\Delta T$  yang ada pada perhitungan OTTV.

$$OTTV = (U_f \times WWR \times \Delta T)$$

**U<sub>F</sub>** : Transmittans Termal Dinding Tak tembus cahaya

**WWR** : Perbandingan Luas Jendela dengan luas seluruh dinding

**$\Delta T$**  : Perbedaan temperature bagian luar dan dalam

Perbedaan temperatur bagian luar dan dalam perancangan menurut *SNI 03-3689 Tahun 2011* mengambil nilai yaitu **5K**. Maka nilai  $\Delta T = 5K$ .

### 2.4.6. Proteksi Kebakaran

#### 1. Tangga Kebakaran

Menurut Permen PU No.26 (2008), tangga kebakaran adalah tangga yang direncanakan khusus untuk penyelamatan apabila terjadi kebakaran. Jarak lintas bersama ujung buntu dan batas jarak tempuh untuk bangunan memiliki tabel perhitungan sebagai berikut :

Tabel 2. 11 Batas Jalan Buntu Tangga Kebakaran

	Batas lintas bersama		Batas ujung buntu		Batas jarak tempuh	
	Tanpa springkler (m)	Ber sprinkler (m)	Tanpa springkler (m)	Ber sprinkler (m)	Tanpa springkler (m)	Ber sprinkler (m)
<b>Hunian Pertemuan</b>						
Baru	6,1/23 <sup>a</sup>	6,1/23 <sup>a</sup>	6,1 <sup>b</sup>	6,1 <sup>b</sup>	6,1 <sup>c</sup>	76 <sup>d</sup>
Yang sudah ada	6,1/23 <sup>a</sup>	6,1/23 <sup>a</sup>	6,1 <sup>b</sup>	6,1 <sup>b</sup>	6,1 <sup>c</sup>	76 <sup>d</sup>
<b>Hunian Pendidikan</b>						
Baru	23	30	6,1	15	45	61
Yang sudah ada	23	30	6,1	15	45	62
<b>Hunian Perawatan Harian</b>						
Baru	23	30	6,1	15	45	61
Yang sudah ada	23	30	6,1	15	45	61
<b>Perawatan kesehatan</b>						
Baru	TS	TS	9,1	9,1	TT	61
Yang sudah ada	TS	TS	TS	TS	45	61
<b>Perawatan Ambulator</b>						
Baru	23	30	6,1	15	45	61
Yang sudah ada	23	30	1,5	15	45	61
<b>Hunian Rumah Tahanan dan Lembaga Pemasarakatan.</b>						
Baru-memakai kondisi II, III, IV	15	30	15	15	45	61
Baru-memakai kondisi V	15	30	6,1	6,1	45	61
Yang sudah ada-memakai kondisi II, III, IV, V	15	30	TS	TS	45	61
<b>Hunian Tempat Tinggal</b>						
Rumah tinggal satu atau dua keluarga.	TS	TS	TS	TS	TS	TS
Wisma	TS	TS	TS	TS	TS	TS
<b>Hotel dan asrama</b>						
Baru	10,7	15	10,7	15	53	99
Yang sudah ada	10,7	15	15	15	53	99
<b>Apartemens</b>						
Baru	10,7	15	10,7	15	53	99
Yang sudah ada	10,7	15	15	15	53	99
<b>Singgah dan perawatan</b>						

Kecil, baru dan yang sudah ada	TS	TS	TS	TS	TS	NR
Besar, baru	TT	38	TT	15	TT	99
Besar, yang sudah ada	33	49	15	15	53	99
<b>Hunian perdagangan</b>						
Kelas A, B, C						
Baru	23	30	6,1	15	45	76
Yang sudah ada	23	30	15	15	45	76
Udara terbuka	TS	TS	0	0	TS	TS
<b>Mal</b>						
Baru	23	30	6,1	15	45	120
Yang sudah ada	23	30	15	15	45	120
<b>Hunian Bisnis</b>						
Baru	23	30	6,1	15	61	91
Yang sudah ada	23	30	15	15	61	91

Sumber: Permen PU RI No.26 (2008)

Menurut Permen PU No.45 (2007), lebar tangga darurat/penyelamatan minimum adalah 1,20 m dan tangga darurat/penyelamatan tidak boleh berbentuk tangga melingkar vertikal, exit pada lantai dasar langsung kearah luar.

## 2. Lift Kebakaran

Menurut Permen PU No.26 (2008), lif kebakaran adalah lif yang dioperasikan oleh pemadam kebakaran untuk keperluan penanggulangan keadaan darurat kebakaran, dan harus dapat berhenti disetiap lantai bangunan. Lif kebakaran diperlukan apabila bangunan gedung memiliki lantai 20 m atau lebih di atas atau 10 m atau lebih di bawah level akses. Berikut merupakan gambaran denah untuk lif kebakaran



Gambar 2. 14 Komponen-komponen Saf Pemadam Kebakaran  
Sumber: Permen PU No.26 (2008)

Lebar Lif kebakaran memiliki ukuran atau dimensi minimum yang diukur dalam keadaan bebas penghalang termasuk pegangan tangga, sebagai berikut :



1. kedalaman minimum : 2.280 mm
2. lebar minimum : 1.600 mm.
3. jarak dari lantai ke langit-langit, minimum : 2.300 mm.
4. tinggi pintu minimum : 2.100 mm.
5. lebar pintu minimum : 1.300 mm

#### 2.4.7. Refuge Area

Menurut Permen PUPR No.14 (2017), refuge area adalah suatu lantai yang dirancang untuk area berkumpul pengguna bangunan gedung dan pengunjung bangunan gedung apabila terjadi keadaan darurat yang harus disediakan pada interval tidak lebih dari 16 (enam belas) lantai.

Menurut Peraturan KADIS Ibu Kota Jakarta No.3 (2014), reuge area adalah tempat berhimpun sementara yang merupakan lantai tempat berlindung sementara atau ruang evakuasi bencana (refuge floor), harus terdapat pada bangunan gedung dengan ketinggian lebih dari 24 (dua puluh empat) lantai di atas lantai dasar dan tidak dimanfaatkan untuk kegiatan lain kecuali untuk fire service water tank dan installation plant room; serta memiliki area berhimpun (holding area) dengan luas bersih tidak kurang dari 50% (lima puluh persen) dari total luas lantai tempat berlindung sementara dan tinggi bersih ruangan tidak kurang dari 2,25 m (dua koma dua puluh lima meter)

### 2.5 Data Projek

1. Judul Projek : Perancangan Bangunan *Highrise* Fungsi Kantor Sewa
2. Jenis Projek : Fiktif
3. Peruntukan Lahan: Perdagangan dan Jasa
4. Pemilik Projek : Swasta
5. Sumber Dana : Swasta
6. Lokasi : Jl. Sentra Raya Barat, Kecamatan Gedebage, Kota Bandung.
7. KDB : 70%
8. KLB : 2,8
9. KDH : 20%
10. Luas Lahan : 10.500 m<sup>2</sup>
11. Luas Bangunan : 29.400 m<sup>2</sup>
12. Tinggi Bangunan : 40 Lantai
13. Fasilitas : Area penerima/lobby, Unit pengelola, Unit kantor sewa, Ruang pertemuan/rapat, Unit layanan umum, Area servis, Sirkulasi Gudang, Ruang mekanikal elektrikal.

## 2.6 Program Kegiatan

Pendekatan kapasitas pengguna bangunan menggunakan total luas bangunan keseluruhan dibandingkan dengan kebutuhan keseluruhan ruang untuk bangunan perkantoran per orang. Standar kebutuhan ruang 10m<sup>2</sup>/orang (Data Arsitek, Ernst Neufert).

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Permakai Bangunan} &= \frac{\text{Total Luas Bangunan}}{\text{Standar per-orang}} \\ &= \frac{29.400 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \\ &= 2940 \text{ orang} \end{aligned}$$

Program kegiatan didalam kantor sewa dikelompokkan

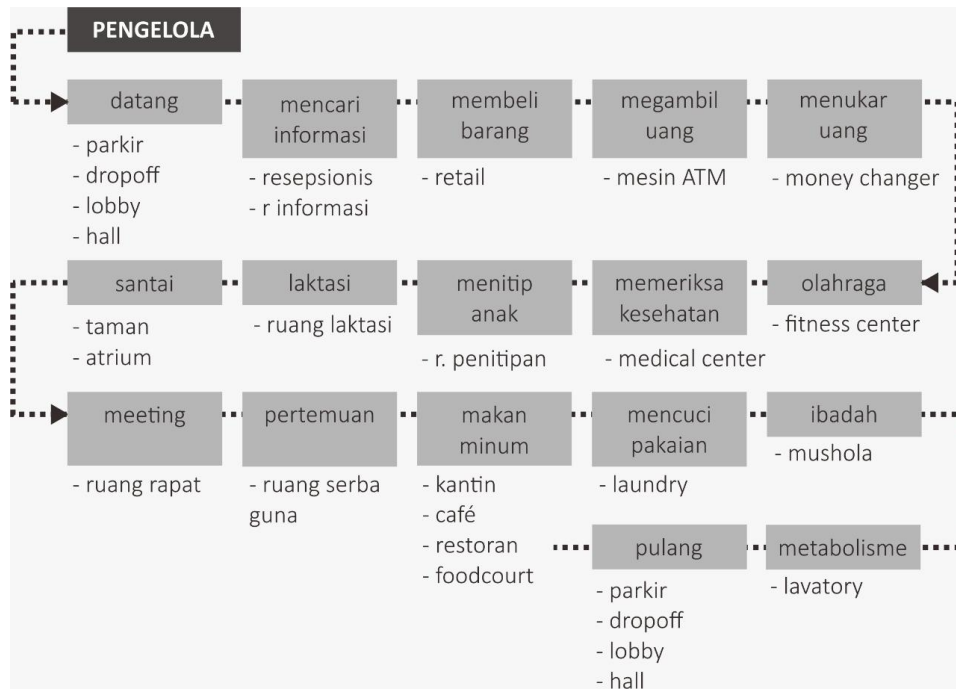
### 2.4.8. Pendekatan Pelaku

Pelaku yang melakukan aktivitas di area Rental Office dapat dibagi menjadi dengan aktifitas sebagai berikut

1. Penyewa unit perkantoran
2. Penyewa retail
3. Pengelola
4. Tamu perkantoran
5. Pengunjung Umum

### 2.4.9. Alur Aktifitas

Alur aktivitas yang ada di dalam perancangan bangunan bertingkat tinggi di kantor sewa dibagi menjadi aktivitas pengelola, aktivitas pengunjung, aktivitas penyewa retail dan penyewa kantor sewa. Berikut merupakan aktivitas dari pengelola:



Gambar 2. 15 Alur Aktivitas Pengelola

Alur aktivitas pengelola yang datang dari tempat parkir menuju ke lobi lalu melakukan aktivitas seperti biasa untuk pengelola, lalu dapat beristirahat di mushola serta makan di area retail dan kembali bekerja ke ruangan masing masing serta pulang kembali menuju area parkir yang disediakan di area perancangan kantor sewa.



Gambar 2. 16 Alur Aktivitas Pengunjung

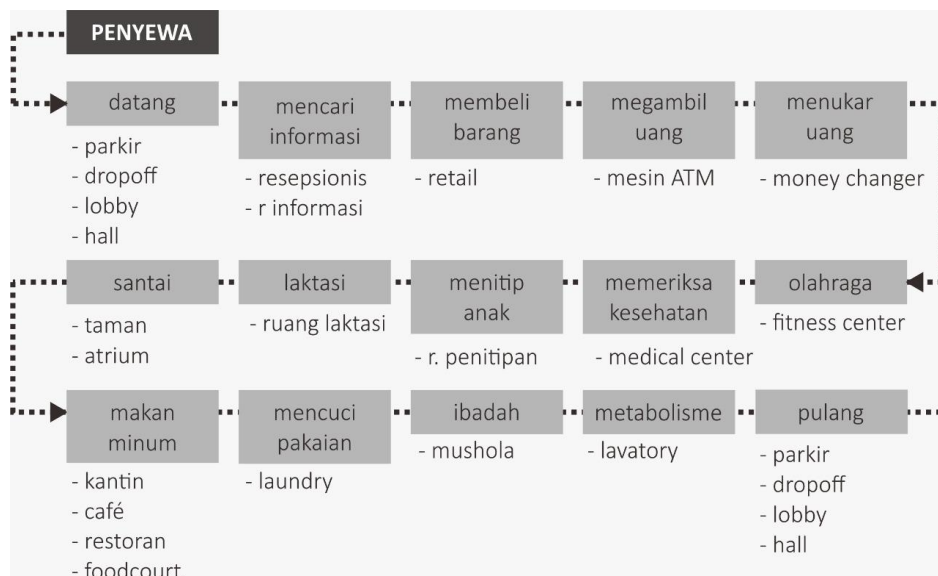
Untuk pengunjung dibagi menjadi 4 tipe pengunjung yaitu dewan direksi, pemegang saham, tamu relasi dan pengunjung umum. Dalam hal ini untuk dewan direksi, pemegang saham dan tamu relasi dapat drop off di area yang sudah ditentukan dan dapat langsung

menuju area ruang rapat pada area perancangan. Sementara untuk pengunjung umum hanya dapat masuk sampai dengan area loby di ruang tunggu dan kembali pulang.



Gambar 2. 17 Alur Aktivitas Penyewa Retail

Untuk penyewa retail dapat masuk melalui pintu masuk service untuk parker dan loading barang serta menuju ke lantai dasar untuk masuk ke area retail yang sudah disediakan di lantai dasar yang difungsikan untuk area komersil.



Gambar 2. 18 Alur Aktivitas Penyewa Kantor

Berbeda dengan penyewa retail, untuk penyewa kantor sewa dapat masuk melalui entrance utama dan menuju ke area lobi untuk menanyakan informasi dan dapat melihat

area leasing space yang disewakan untuk penyewa kantor sewa pada lantai 2 sampai dengan lantai 39.

## 2.7 Kebutuhan Ruang

Pendekatan luas bangunan kantor sewa yang akan dibangun menggunakan program pengembangan optimasi lahan dengan tujuan memanfaatkan besaran lahan semaksimal mungkin. Sesuai dengan analisa aspek kontekstual, tapak yang dipilih memiliki keterangan sebagai berikut:

Luas Site: 10.500 m<sup>2</sup>

KDB : 70 %

KLB : 2,8

GSB : 15 meter

Luas bangunan maksimal yang dapat dibangun adalah:

$$\begin{aligned}\text{Total Luas Lantai Dasar} &= \text{KLB} \times \text{Luas Lahan} \\ &= 70\% \times 10.500 \text{ m}^2 \\ &= 7.350 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total Luas Bangunan} &= \text{KLB} \times \text{Luas Lahan} \\ &= 2,8 \times 10500 \text{ m}^2 \\ &= 29.400 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Maka jika menggunakan perhitungan optimasi lahan, total luas bangunan yang direncanakan akan dibangun adalah ± 29.400 m<sup>2</sup>.

Direncanakan akan dibangun 40 lantai dengan proporsi 1 lantai podium dan 39 lantai tower maka :

$$\begin{aligned}\text{Luas Total Lahan Podium} &= \text{Luas Lantai Dasar} \times 1 \\ &= 2000 \text{ m}^2 \times 1 \\ &= 2000 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas Lantai Tower} &= \text{Total Luas Bangunan} - \text{Luas Podium} \\ &= 29.400 \text{ m}^2 - 2000 \text{ m}^2 \\ &= 27.400 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas Lantai Tipikal (Tower)} &= \text{Luas Total Lantai Tower} : \text{Lantai Tipikal} \\ &= 27.400 \text{ m}^2 : 39 \\ &= 702 \text{ m}^2 \text{ dibulatkan } 700 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Kebutuhan ruang tersebut akan menjadi fasilitas yang akan ada di kantor sewa. Baik dari

fasilitas utama, fasilitas pendukung, dan fasilitas pelengkap. Kebutuhan ruang ini didapat dari hasil analisis bangunan serupa yang memiliki fungsi dan kriteria yang sama dengan kantor sewa, buku, dan jurnal terkait.

Tabel 2. 12 Kelompok Aktivitas

No.	Kelompok Aktivitas	Pelaku Kegiatan	Kebutuhan Ruang
1.	Aktivitas Perkantoran	Penyewa Unit Kantor	1. Area Parkir 2. Ruang Kantor 3. Cafeteria 4. Mushola 5. Toilet
2.	Aktivitas Pengunjung	Tamu Perkantoran	1. Waiting Room 2. Minimarket
		Aktivitas Pengelola	1. Taman 2. ATM Center 3. Cafetraia 4. Perpustakaan
3.	Aktivitas Pengelola	Pengelola Bangunan	1. Ruang Manager 2. Ruang Sekretaris 3. Ruang Rapat 4. Loby/Waiting
		Staff Bangunan	1. Ruang Rapat 2. Lobby 3. Ruang Kerja 4. Resepsionis
4.	Aktivitas Penunjang	Seluruh Pelaku Kegiatan	1. Lobby 2. Mushola 3. Cafeteria 4. Cafeshop
5.	Aktivitas Pelayanan (Service)	Seluruh Pelaku Kegiatan	1. Toilet 2. Gudang 3. Area Parkir 4. Ruang ME 5. R. Genset 6. R. Pompa 7. R. Water Tank 8. R.Travo 9. Panel

#### 2.4.10. Besaran Ruang

Besaran ruang dihitung berdasarkan pada studi ruang dan studi literatur yaitu antara lain :

DA : Data Arsitek, Ernst Neufert

TS : Time Saver Standards for Building Types. Joseph de Chiara.

SB : Studi Banding

A : Asumsi

HP : Hasil Perhitungan

Sedangkan standar sirkulasi/flow area yang digunakan yaitu (De Chiara, 2001):

20% : standar kebutuhan keleluasaan sirkulasi

70-100% : terkait dengan banyak kegiatan

Dengan acuan tersebut maka program ruang di bagi berdasarkan kebutuhan ruang berdasarkan kegiatan yaitu kegiatan utama, kegiatan pengelolaan, kegiatan penunjang , kegiatan servis dan area parkir.

### 2.7.1.1 Besaran Ruang Unit Kantor Sewa

Untuk besaran unit yang disewakan dibagi menjadi 3 tipe yang terdapat disetiap lantainya dengan sumber hasil perhitungan kebutuhan ruang yang mengacu kepada standar kebutuhan ruang dari Data arsitek jilid 2.

Tabel 2. 13 Kebutuhan Ruang Unit

No	Jenis Ruangan	jumlah	Luas ruangan	Total luas ruangan	sumber
1	Kantor Sewa Tipe A	1 unit x 13 lantai = 13 unit	560 m <sup>2</sup>	7.280 m <sup>2</sup>	HP
2	Kantor Sewa Tipe B	2 unit x 13 lantai = 26 unit	280 m <sup>2</sup>	7.281 m <sup>2</sup>	HP
3	Kantor Sewa Tipe C	4 unit x 13 lantai = 52 unit	140 m <sup>2</sup>	7.282 m <sup>2</sup>	HP
Jumlah				4.368 m <sup>2</sup>	
Sirkulasi 20%				21.841 m <sup>2</sup>	
Total Unit Kantor Sewa				<b>26.208 m<sup>2</sup></b>	

### 2.7.1.2 Besaran Ruang Area Parkir

Kebutuhan perhitungan area parkir menurut kebutuhan direktur jenderal perhubungan darat No 272 (1996), jumlah kebutuhan parkir pada bangunan pusat perkantoran yaitu 1 mobil per 100 m<sup>2</sup> luas lantai bangunan.

Tabel 2. 14 Nilai SRP untuk Bangunan

peruntukan	Satuan (SRP untuk mobil penumpang)	Kebutuhan Ruang Parkir
Pusat perdagangan <ul style="list-style-type: none"> <li>Pertokoan</li> <li>Pasar Swalayan</li> <li>Pasar</li> </ul>	SRP / 100 m <sup>2</sup> luas lantai efektif SRP / 100 m <sup>2</sup> luas lantai efektif SRP / 100 m <sup>2</sup> luas lantai efektif	3,5 – 7,5 3,5 – 7,5
Pusat perkantoran <ul style="list-style-type: none"> <li>Pelayanan bukan umum</li> <li>Pelayanan umum</li> </ul>	SRP / 100 m <sup>2</sup> luas lantai SRP / 100 m <sup>2</sup> luas lantai	1,5 – 3,5
Sekolah	SRP / mahasiswa	0,7 – 1,0
Hotel/Tempat Penginapan	SRP / kamar	0,2 – 1,0
Rumah Sakit	SRP / tempat tidur	0,2 – 1,3
Bioskop	SRP / tempat duduk	0,1 – 0,4

Sumber: Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Darat 272/HK.105/DRJD/96

Tabel 2. 15 Kebutuhan Area Parkir

No	Jenis ruangan	Jumlah	Luas ruangan	Total Luas Ruangan	Sumber
1	Parkir Mobil (Gol.1)	199	(2,3x5) 11,5 m <sup>2</sup>	2288,5 m <sup>2</sup>	HP
2	Parkir Disabilitas (Gol.3)	7	(3 x 5) 15 m <sup>2</sup>	105 m <sup>2</sup>	HP



3	Parkir Motor	88	(0,75 x 2) 1,5 m <sup>2</sup>	132 m <sup>2</sup>	HP
Jumlah				2525,5 m <sup>2</sup>	
Sirkulasi 20%				2525,5 m <sup>2</sup>	
Total Luas Parkir				<b>5051 m<sup>2</sup></b>	

### 2.7.1.3 Besaran Ruang Area Pengelola

Besaran kebutuhan ruang untuk area pengelola berdasarkan perhitungan serta mengacu kepada standar perhitungan kebutuhan dari data arsitek jilid 2. Berikut merupakan besaran kebutuhan ruang untuk area pengelola:

Tabel 2. 16 Kebutuhan Ruang Pengelola

Kegiatan Pengelola					
No	Jenis Ruangan	Jumlah	Luas Ruangan	Total Luas Ruangan	Sumber
1	Ruang Direktur	1 Orang	13,4 m <sup>2</sup>	13,4	DA
2	Ruang Manager	1 Orang	13,4 m <sup>2</sup>	13,4	DA
3	Ruang Sekertaris	2 unit	13,4 m <sup>2</sup>	13,4	DA
4	R.Div.Administrasi dan Keuangan	1 Kadiv & 3 staff	24,3 m <sup>2</sup>	24,3	DA
5	R.Div.Pemeliharaan Bangunan	1 Kadiv & 3 staff	24,3 m <sup>2</sup>	24,3	DA
6	R.Div.MEP	1 Kadiv & 3 staff	24,3 m <sup>2</sup>	24,3	DA
7	Ruang Rapat	15 orang	2 m <sup>2</sup>	30	DA
8	Ruang Tamu dan Lobby	5 orang	4 m <sup>2</sup>	20	DA
9	Ruang Resepsionis	1 orang	2 m <sup>2</sup>	2	DA
10	Ruang Arsip	6 filing cabinet	1,5 m <sup>2</sup>	9	DA
11	Ruang Pantry	5 orang	3 m <sup>2</sup>	15	DA
12	Ruang Mushola	10 orang	2 m <sup>2</sup>	20	DA
13	Ruang Gudang	peralatan	5 m <sup>2</sup>	5	DA
14	Toilet Pria	3 lavatory, 3 urinoir & 2 wastafel	12,3 m <sup>2</sup>	12,3	TSS
15	Toilet Wanita	3 lavatory & 3 wastafel	10,8 m <sup>2</sup>	10,8	TSS
Jumlah				237,2	
Sirkulasi 100%				47,44	
Total Unit Kantor Sewa				<b>284,64</b>	

### 2.7.1.4 Besaran Ruang Area Penunjang

Besaran ruang area penunjang dihitung serta mengacu kepada standar perancangan dari data arsitek jilid dua, serta analisis perhitungan. Berikut merupakan tabel perhitungan untuk ruang area penunjang:

Tabel 2. 17 Kebutuhan Area Penunjang

Kegiatan penunjang					
No.	Jenis Ruangan	Jumlah	Luas Ruangan	Total Luas Ruangan	Sumber
1	Loby, Resepsionis, Waiting Room	100 Orang	1,6 m <sup>2</sup> / orang	160	DA
<b>Cafeteria</b>					
2	Ruang Makan	100 orang	1,5 m <sup>2</sup> / orang	150	DA
	Dapur	4 Orang	20 m <sup>2</sup>	80	DA
	Ruang Kasir	1 Orang	3 m <sup>2</sup> /orang	3	DA
<b>Minimarket</b>					
3	Area penjualan	30 Orang	1 m <sup>2</sup> /orang	30	DA
	Kasir	1 meja Counter	1,8 x 2 m <sup>2</sup>	3,6	TSS
	Gudang Penyimpanan		10% luas total	4	DA
	Ruang Karyawan	4 Orang	3 m <sup>2</sup> /orang	9	A
4	<b>ATM Center</b>	5 unit		15	DA
<b>Coffee Shop</b>					
5	Ruang makan	100 Orang	1,5 m <sup>2</sup> / orang	150	TSS
	Dapur	4 Orang	20 m <sup>2</sup>	80	A
	Ruang Kasir	1 Orang	3 m <sup>2</sup> /orang	3	DA
6	Taman/Landscaper	50 Orang	2 m <sup>2</sup> /orang	100	A
7	Mushola	50 Orang	2 m <sup>2</sup> /orang	100	HP
Jumlah				687,6	
Sirkulasi 20%				137,52	
Total unit Kantor Sewa				825,12	

Sumber: neufert (2003) dan Chiara & Callender (1973)

### 2.7.1.5 Besaran Ruang Area Service

Kebutuhan besaran ruang area service termasuk kedalam ruangan-ruangan seperti lift penumpang, lift kebakaran, toilet, serta ruang utilitas seperti ruang AHU, ruang genset dan ruang utilitas lainnya yang dihitung berdasarkan kebutuhan ruang menurut data arsitek jilid 2. Berikut merupakan perhitungan besaran ruang kebutuhan area service:

Tabel 2. 18 Kebutuhan Ruang Service

Kegiatan Servis					
No.	Jenis Ruangan	Jumlah	Luas Ruangan	Total Luas Ruangan	Sumber
1	lift	6 unit	3,4 m <sup>2</sup>	20,4	TOSHIBA
2	Lift Kebakaran	2 unit	3,75 m <sup>2</sup>	7,5	TOSHIBA
3	Tangga darurat	2 unit	9,2 m <sup>2</sup> /unit	18,4	PMPU
4	Toilet Pria	3 Lavatory, 3 Urinoir, 2 Wastafel	2,7 m <sup>2</sup> /Lavatory, 0,8 m <sup>2</sup> /urinoir, 0,9 m <sup>2</sup> /wastafel	12,3	DA
5	Toilet Wanita	3 Lavatory, 3 Urinoir	2,7 m <sup>2</sup> /Lavatory, 0,9 m <sup>2</sup> /wastafel	10,8	DA
6	Ruang AHU	1 Unit	12 m <sup>2</sup> /unit	12	DA
7	Ruang Genset	1 Unit	40 m <sup>2</sup>	40	DA
8	Ruang Pompa	1 Unit	20 m <sup>2</sup>	20	DA
9	Ruang Driver	1 Unit	10 m <sup>2</sup> /unit	10	A
10	Ruang Satpam	1 Unit	10 m <sup>2</sup> /unit	10	A
11	Ruang Mesin Lift	2 Unit	6 m <sup>2</sup> /unit	12	DA
12	Ruang Mesin AC	2 unit	24 m <sup>2</sup> /unit	48	DA
Jumlah				221,4	
Sirkulasi 20%				44,28	
Total unit Kantor Sewa				265,68	

### 2.4.11. Total Kebutuhan Ruang

Besaran ruang merupakan tahap yang penting dalam runtutan tahapan pada programming. Besaran ruang akan memberikan luasan standar dari fasilitas beserta ruang-ruangnya agar sesuai standar dan tidak menyalahi aturan. Jika desain bangunan sesuai dengan peraturan maka kenyamananpun akan tercapai dengan mudah, berikut besaran ruang berdasarkan fungsi dan fasilitas kantor sewa:

Tabel 2. 19 Total Kebutuhan Ruan

1.	Kegiatan Utama (unit kantor sewa)	26208
2.	Kegiatan pengelola	284,64
3.	Kegiatan penunjang	825,12
4.	Kegiatan servis	265,68
5.	Area parkir	5051
Total		32634,44

## 2.8 Studi Banding

### 2.4.12. The EY Center

The EY Center merupakan bangunan tempat kerja atau kantor yang terletak di Sydney di tepi pinggiran wilayah Tank Stream (sumber air pertama New South Wales). Menara ini dibuat dengan membayangkan suasana yang hangat, manusiawi dan responsif, untuk menciptakan tempat kerja yang sehat dan berkelanjutan.

#### Data Bangunan

Lokasi : 200 George Street, Sydney-Australia  
Pemilik : AMP Capital Wholesale Office Fund ; Mirvac Developments  
Arsitek : Francis-Jones Morehen Thorp Pty Ltd  
Luas Lantai : 43.935 m<sup>2</sup>  
Jumlah lantai : 38 Lantai  
Ketinggian : 155 m (5085 ft)



Gambar 2. 19 The EY Center  
Sumber: [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)

### 2.4.13. Capital Gate

Capital Gate “Feature Tower” merupakan pengembangan bangunan ikonik yang terletak di lokasi pameran ADNEC masterplan. Menara ini dibedakan dengan fasad baja dan kaca yang membentuk secara dramatis dengan bentuk organik yang mencolok.

#### **Data Bangunan**

Lokasi	: Abu Dhabi , United Arab
Pemilik	: Abu Dhabi National Exhibitions Company
Arsitek	: Robert Matthew Johnson Marshall
Luas Lantai	: 53.100 m <sup>2</sup>
Jumlah lantai	: 35 Lantai
Ketinggian	: 165 m



*Gambar 2. 20 Capital Gate Tower  
Sumber: [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)*