



TESIS - BM185407

***LIFE CYCLE COST* PADA EFISIENSI ENERGI  
MELALUI FASADE KACA GEDUNG PERKANTORAN  
DI SURABAYA**

**ULIL ALBAB**  
**09211750023018**

**Dosen Pembimbing:**  
**Tri Joko Wahyu Adi, S.T., M.T., Ph.D**

**Departemen Manajemen Teknologi**  
**Fakultas Bisnis Dan Manajemen Teknologi**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**2019**

# LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

**Magister Manajemen Teknologi (M.MT)**

di

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

**Ulil Albab**

**NRP: 09211750023018**

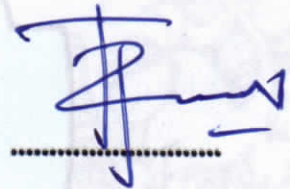
**Tanggal Ujian: 08 Juli 2019**

**Periode Wisuda: September 2019**

Disetujui oleh:

**Pembimbing:**

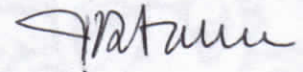
1. **Tri Joko Wahyu Adi, S.T., M.T., Ph.D**  
**NIP: 19740420 200212 1 003**



.....

**Penguji:**

1. **Ir. Putu Artama Wiguna, M.T., Ph.D**  
**NIP: 19691125 199903 1 001**



.....

2. **Moh. Arif Rohman, S.T., M.T., Ph.D**  
**NIP: 19771208 200501 1 002**



.....

**Kepala Departemen Manajemen Teknologi**  
**Fakultas Bisnis dan Manajemen Teknologi**



**Prof. Ir. I Nyoman Puiawan, M.Eng. Ph.D, CSCP**  
**NIP: 196912311994121076**

## **Life Cycle Cost Pada Efisiensi Energi Melalui Fasade Kaca Gedung Perkantoran di Surabaya**

Nama Mahasiswa : Ulil Albab  
NRP : 09211750023018  
Pembimbing : Tri Joko Wahyu Adi, ST, MT, Ph.D

### **ABSTRAK**

Penggunaan kaca pada fasade bangunan perkantoran memberikan kenyamanan dan efek psikologis para penghuninya. Kaca sebagai penghubung langsung antara lingkungan luar dan dalam bangunan merupakan faktor kunci dalam menentukan kinerja energi dalam bangunan terutama pada kebutuhan energi pendinginan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai efisiensi energi fasade kaca dan kebutuhan energi pendinginan yang dipengaruhi oleh fasade, serta menghitung nilai biaya *life cycle* yang optimum terhadap nilai efisiensi energi fasade bangunan perkantoran.

Penelitian ini menggunakan simulasi bentuk bangunan *regular form*, orientasi arah bangunan dan prosentase material kaca fasade yang berbeda. *OTTV* (*Overall Thermal Transfer Value*) digunakan untuk menghitung nilai perolehan panas melalui selubung bangunan. Sedangkan *CLTD* (*Cooling Load Temperature Difference*) digunakan untuk menghitung kebutuhan energi pendinginan yang dipengaruhi oleh fasade sesuai dengan ketentuan Pemerintah Indonesia. Setelah didapatkan nilai efisiensi energi fasade, dilakukan analisis biaya yang paling efisien dengan metode *Life Cycle Cost* untuk mengetahui komponen biaya fasade sepanjang siklus bangunan yang didapatkan setiap alternatif selama masa investasi yang diperkirakan 45 tahun.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jenis kaca yang paling efisien adalah menggunakan jenis kaca Asahimas tipe T-Sunlux dengan sistem double. Dengan menggunakan kaca tersebut konsumsi energi lebih efisien hingga 4.76%. Berdasarkan analisis *life cycle cost* nilai yang paling efisien pada masing-masing simulasi adalah simulasi prosentase fasade kaca pada seluruh selubung bangunan, didapatkan nilai *life cycle cost* sebesar Rp. 200.500.197.077 dan simulasi prosentase fasade kaca 65%, didapatkan nilai *life cycle cost* sebesar Rp. 199.550.166.421. Jenis kaca yang digunakan adalah kaca *6 mm T-Sunlux CS 208 (Green)+12 mm AS+6 mm Planibel G*.

Kata kunci: *Life Cycle Cost*, fasade kaca, efisiensi energi, *office building*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## ***Life Cycle Cost For Energy Efficiency through Glass Facades of Office Buildings in Surabaya***

Student Name : Ulil Albab  
Student Identity Number : 09211750023018  
Supervisor : Tri Joko Wahyu Adi, ST, MT, Ph.D

### **ABSTRACT**

The use of glass on the facade of office buildings delivers the comfort and psychological effects of its occupants. Glass as a direct link between the outer and inner environments of buildings is a key factor in determining the energy performance in buildings, especially in cooling energy requirements. This research aims to obtain the value of glass facade energy efficiency and cooling energy requirements that are influenced by facade, and calculate the optimum value of life cycle costs for the energy efficiency value of office buildings.

This research uses a simulation of the shape of a regular form building, orientation of the building and percentage of different facade glass material. OTTV (Overall Thermal Transfer Value) is used to calculate the value of heat gain through the building envelope. while CLTD (Cooling Load Temperature Difference) is used to calculate the cooling energy requirements influenced by facades in accordance with the provisions of the Government of Indonesia. After obtaining value of energy efficiency of facades office building, conducted an optimal cost analysis with the Life Cycle Cost method to understanding the components of facade costs throughout the building cycle that each alternative gets during the investment period of 45 years.

The results in this study showed that the most efficient type of facade was using the type of Asahimas glass type T-Sunlux with a double system. Using this glass energy consumption is more efficient up to 4.76%. Based on the analysis of the life cycle cost, the most energy efficient in each simulation is a simulation of the percentage of glass facade on all surfaces, obtained life cycle cost of Rp. 200,500,197,077 and simulation of 65% glass facade percentage, obtained a life cycle cost of Rp. 199,550,166,421. The type of glass used is glass 6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) + 12 mm AS + 6 mm Planibel G.

Keywords : *Life cycle cost, Glass façade, energy efficiency, Office building*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah, Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kami kemudahan sehingga kami dapat menyelesaikan Tesis ini dengan tepat waktu. Tanpa pertolongan-Nya tentunya kami tidak akan sanggup untuk menyelesaikan Tesis ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang kita nanti-nantikan syafa'atnya di akhirat nanti.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak maka sulit kiranya bagi penulis untuk menyelesaikan penulisan Tesis ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menghaturkan terima kasih kepada semua pihak serta teriring doa semoga Allah membalas segala kebaikan yang telah diberikannya. Ucapan terima kasih yang tiada batasnya ini saya sampaikan kepada:

1. Bapak Tri Joko Wahyu Adi, Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan arahan, bimbingan, motivasi serta yang selalu mengingatkan penulis untuk segera menyelesaikan tesis tepat waktu. Beliau yang selalu memberi saya kepercayaan dan kebebasan untuk membuat keputusan dan membantu saya mengatasi kesulitan dalam penelitian ini, membuat saya belajar bagaimana menjadi seorang peneliti.
2. Bapak Ir. Putu Artama, Ph.D selaku Dosen Penguji yang memberikan arahan, nasehat, motivasi dan kritik yang membangun untuk perbaikan tesis ini sehingga menjadi lebih baik.
3. Bapak Arif Rohman, Ph.D, selaku Dosen Penguji yang juga telah banyak memberikan motivasi, saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan tesis ini sehingga menjadi lebih baik.
4. Bapak Prof. I Nyoman Pujawan M.Eng.,Ph.D selaku Dosen Wali dan Kepala Departemen Manajemen Teknologi dan Bapak Dr. Tech Ir. R.V. Hari Ginardi selaku Kepala Program Studi Magister Manajemen Teknologi. Serta Seluruh Dosen dan Staf Departemen Manajemen Teknologi yang telah memberikan segenap kemampuannya sehingga penulis mendapatkan pengembangan ilmu yang signifikan.

5. Kedua orang tuaku tercinta dan ibu mertua, yang terus mendo'akan dengan dengan ikhlas dan tulus tidak kenal lelah dan batas waktu untuk kesuksesan keluarga saya.
6. Keluargaku tercinta, istri tersayang Fauzia Dyah Ayu Paramitha yang selalu mendukung, memotivasi agar tetap semangat dan selau medo'akan kesuksesan tesis ini, serta anakku Ahmad Farhan Kamil yang memberikan warna dalam hidupku dan menjaga semangat untuk menyelesaikan tesis ini. Saya berharap perjalanan kecil ini dapat menjadi inspirasi yang baik bagi mereka untuk selalu belajar dalam kehidupannya.
7. Teman-teman seperjuangan Manajemen Proyek 2017, dari awal masuk kuliah yang telah memberikan moment tidak terlupakan selama penulis menempuh studi pada Magister Manajemen Teknologi.
8. Bapak Andreas dan Mas M. Alfarabi yang selalu membantu memberikan data-data dan pengetahuan untuk menyelesaikan penelitian ini. Serta Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas segalaNya semoga kebaikan semua pihak dibalas oleh Allah SWT.  
Demikian, apabila terdapat banyak kesalahan pada Tesis ini penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Surabaya, 08 Juli 2019

Ulil Albab



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS .....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	v
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GRAFIK .....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan .....	5
1.4 Manfaat .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	6
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA .....	7
2.1 Fasade Bangunan .....	7
2.2 Efisiensi Energi .....	9
2.2.1 Indeks Konsumsi Energi .....	10
2.3 Life Cycle Cost .....	15
2.3.1 <i>Discounted rate</i> (tingkat diskonto) .....	17
2.3.2 <i>Inflation rate</i> (tingkat kenaikan) .....	18
2.4 Penelitian Terdahulu .....	19
2.5 Posisi Penelitian .....	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	24
3.1 Diagram Alur Penelitian .....	24
3.2 Prosedur Penelitian .....	26
3.2.1 Identifikasi Masalah .....	26
3.2.2 Studi Literatur .....	27
3.2.3 Pengumpulan Data .....	27
3.2.4 Simulasi Gedung Perkantoran .....	29
3.2.5 Pengolahan Data .....	36
3.2.6 Analisa Data .....	38

3.2.7 Hasil dan Pembahasan .....	43
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	45
4.1 Analisis OTTV Fasade Kaca Gedung Perkantoran .....	45
4.1.1 Analisis Perolehan Panas Fasade Kaca .....	45
4.2 Analisis Konsumsi Energi Pengaruh Penggunaan Fasade Kaca Gedung Perkantoran.....	60
4.2.1 Analisis Kebutuhan Beban Pendinginan ( <i>Cooling Load</i> ).....	60
4.2.2 Analisis Konsumsi Energi .....	72
4.3 Analisis <i>Life Cycle Cost</i> .....	75
4.3.1 Parameter biaya analisis <i>life cycle cost</i> .....	75
4.3.2 Analisis <i>Life Cycle cost</i> .....	82
4.4 Pembahasan.....	91
BAB 5 KESIMPULAN .....	101
5.1 Kesimpulan.....	101
5.2 Saran.....	101
DAFTAR PUSTAKA.....	103
LAMPIRAN .....	105

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 2 Gedung perkantoran di wilayah Surabaya .....	1
Gambar 1. 3 Rata-rata suhu Kota Surabaya tahun 2016 .....	3
Gambar 2. 2 Tingkat inflasi di Surabaya .....	19
Gambar 2. 3 Posisi Penelitian .....	22
Gambar 3. 2 Diagram Alur Penelitian.....	25
Gambar 3. 3 Simulasi orientasi bentuk bangunan.....	30
Gambar 3. 4 Layout gedung perkantoran.....	30
Gambar 3. 5 Studi tipikal bangunan perkantoran di Jakarta .....	34
Gambar 3. 6 Potongan fasade kaca (1) dan kombinasi ACP (2).....	35
Gambar 3. 7 Diagram alur perhitungan OTTV .....	36
Gambar 3. 8 Diagram <i>Life Cycle Cost</i> .....	40
Gambar 3. 9 <i>Cashflow</i> komponen LCC OTTV pada jenis fasade .....	41
Gambar 3. 10 <i>Cashflow</i> komponen pada beban pendinginan .....	42
Gambar 4. 2 Perawatan <i>sparepart</i> pada AC VRV Daikin .....	80
Gambar 4. 3 Penggantian <i>sparepart</i> pada AC VRV Daikin .....	81

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil analisis RTTV .....	46
Tabel 4. 2 Jenis Kaca Pada Fasade Menggunakan Kaca Pada Seluruh Selubung Bangunan.....	47
Tabel 4. 3 Harga Fasade Berdasarkan Jenis Kaca dan Nilai OTTV .....	50
Tabel 4. 4 Hasil OTTV Pada Jenis Prosentase Fasade Kaca 65% .....	51
Tabel 4. 5 Harga Fasade Berdasarkan Jenis Kaca dan Nilai OTTV .....	54
Tabel 4. 6 Hasil perolehan OTTV fasade menggunakan kaca pada seluruh selubung bangunan .....	55
Tabel 4. 7 Hasil Perolehan OTTV Fasade Kaca 65% Kombinasi ACP.....	57
Tabel 4. 8 Hasil analisis beban pendinginan (BTU) fasade kaca seluruh selubung bangunan (simulasi A) .....	61
Tabel 4. 9 Hasil analisis beban pendinginan (BTU) Prosentase fasade kaca 65% kombinasi ACP (simulasi B).....	63
Tabel 4. 10 Hasil Analisis energi pendinginan (kWh) dengan AC VRV X Pada Simulasi Fasade Kaca Pada Seluruh Selubung Bangunan (Simulasi A) .....	64
Tabel 4. 11 Hasil Analisis Energi Pendinginan (Kwh) Dengan AC VRV X pada Simulasi Prosentase Fasade Kaca 65% Kombinasi ACP (Simulasi B) .....	65
Tabel 4. 12 Hasil beban pendinginan (BTU) pada fasade kaca seluruh selubung bangunan (simulasi A) .....	67
Tabel 4. 13 Hasil beban pendinginan (BTU) pada simulasi B .....	68
Tabel 4. 14 Hasil Analisis energi pendinginan (kWh) menggunakan AC VRV X (Simulasi A – fasade kaca seluruh selubung bangunan).....	70
Tabel 4. 15 Hasil Analisis energi pendinginan menggunakan AC VRV X (Simulasi B – Prosentase fasade kaca 65% kombinasi ACP) .....	71
Tabel 4. 16 Hasil Konsumsi Energi (Simulasi A).....	73
Tabel 4. 17 Hasil konsumsi energi (simulasi B) .....	74
Tabel 4. 18 Hasil perhitungan <i>present worth discount rate</i> .....	76
Tabel 4. 19 Biaya investasi awal pada fasade kaca.....	76
Tabel 4. 20 Biaya investasi awal pada AC Daikin VRV X .....	77
Tabel 4. 21 Biaya perawatan fasade kaca .....	78

Tabel 4. 22 Tarif Listrik Untuk Keperluan Bisnis .....	79
Tabel 4. 23 Biaya perawatan pada AC VRV .....	80
Tabel 4. 24 Biaya penggantian sparepart VRV Daikin .....	82
Tabel 4. 25 Hasil Analisis <i>Life Cycle Cost</i> Pada Simulasi A (Fasade Kaca Seluruh Selubung Bangunan).....	83
Tabel 4. 26 Analisis <i>Life Cycle Cost</i> Simulasi A (1).....	84
Tabel 4. 27 Hasil Analisis <i>Life Cycle Cost</i> Pada Simulasi B (Prosentase Fasade Kaca 65% Kombinasi ACP) .....	87
Tabel 4. 28 Analisis <i>Life Cycle Cost</i> Simulasi B (1).....	88
Tabel 4. 29 Hasil OTTV dan Harga Fasade/m2 antar Simulasi .....	92
Tabel 4. 30 Hasil Beban Pendinginan (BTU) dan Energi Pendinginan (kWh) antar simulasi.....	97
Tabel 4. 31 Hasil Analisis <i>Life Cycle Cost</i> Terhadap Efisiensi Energi .....	98

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Hasil Jenis kaca AGC terhadap nilai OTTV.....	47
Grafik 4. 2 OTTV dan Harga fasade/m.....	49
Grafik 4. 3 Hasil Jenis kaca AGC terhadap nilai OTTV.....	51
Grafik 4. 4 OTTV dan Harga fasade/m2.....	53
Grafik 4. 5 Perbandingan OTTV alternatif ke-1 dan alternatif ke-2.....	57
Grafik 4. 6 Perbandingan OTTV alternatif ke-1 dan alternatif ke-2.....	59
Grafik 4. 7 Hasil analisis beban pendinginan (simulasi A).....	61
Grafik 4. 8 Hasil analisis beban pendinginan (simulasi B).....	62
Grafik 4.9 Hasil Efisiensi Konsumsi Energi Pendinginan Menggunakan VRV X (Simulasi A) .....	65
Grafik 4.10 Hasil Efisiensi Konsumsi Energi Pendinginan Menggunakan VRV X (Simulasi B) .....	66
Grafik 4. 11 Hasil perbandingan Btu/h alternatif ke-1 dan ke-2.....	68
Grafik 4. 12 Hasil Perbandingan Btu/h Alternatif ke-1 dan ke-2 .....	69
Grafik 4. 13 Hasil efisiensi konsumsi energi pendinginan menggunakan VRV X (simulasi A).....	71
Grafik 4. 14 Hasil efisiensi konsumsi energi pendinginan menggunakan VRV X (simulasi B).....	72
Grafik 4. 15 Hasil OTTV dengan CO <sub>2</sub> dan Indeks efisiensi energi .....	74
Grafik 4. 16 Hasil OTTV dengan CO <sub>2</sub> dan Indeks efisiensi energi .....	75
Grafik 4. 17 Hasil analisis OTTV dengan LCC .....	86
Grafik 4. 18 Hasil analisis OTTV dengan LCC .....	90

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk di Indonesia terutama di Surabaya yang sangat meningkat menjadikan pertumbuhan ekonomi mengalami kenaikan sehingga kebutuhan bangunan semakin banyak terutama gedung perkantoran. Bangunan tinggi atau *high rise building* sebagai alternatif terbatasnya lahan kosong. Disain gedung perkantoran eksisting daerah Surabaya mayoritas menggunakan kaca sebagai kulit atau selubung bangunan, dapat dilihat pada Gambar 1.1 dibawah ini.



Gambar 1. 1 Gedung perkantoran di wilayah Surabaya

Selubung bangunan dari material kaca disebut sebagai dinding tirai kaca (*curtain wall*) dan dapat didefinisikan sebagai dinding luar tanpa pemikul beban. (Priatman, 1999). Pemakaian bidang kaca sebagai bagian dari fasade (selubung bangunan) merupakan elemen kontrol lingkungan, yang memodifikasi lingkungan luar menjadi lingkungan dalam bangunan untuk kenyamanan penghuni. (Juniwati, 2005). Oleh karena itu, banyak disain gedung perkantoran (bangunan tinggi) banyak yang menggunakan kaca sebagai fasade bangunan untuk kenyamanan dan produktivitas kerja bagi para penghuninya. Material kaca dan elemen pembayangnya berpengaruh besar terhadap penciptaan iklim dalam bangunan. Dalam hal ini, kaca memasukkan cahaya alami dan panas radiasi, disamping fungsi lain seperti konservasi energi maupun penciptaan efek psikologisnya. (Givoni, 1960).

Bangunan tinggi dengan dinding tirai kaca (*curtain wall*) merupakan penggunaan energi yang potensial dimana sebagian besar energi diperlukan untuk

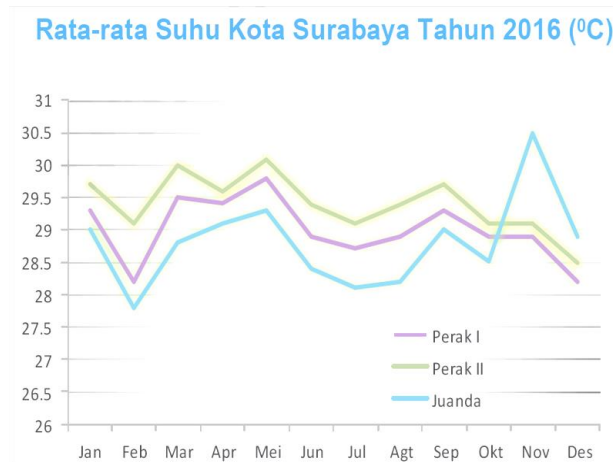
mengaktifkan sistem tata udara guna menjamin tingkat kenyamanan tertentu didalamnya. Besarnya energi yang diperlukan bagi sistem tata udara sangat ditentukan oleh perolehan panas (beban pendinginan) yang terjadi melalui dinding tirai kaca secara konduksi, konveksi dan radiasi termal. Semakin luas dinding tirai kaca semakin besar pula penggunaan energi bangunan. (Priatman, 1999).

Hasil studi bangunan tinggi yang disampaikan dalam Peraturan Gubernur Jakarta (2012), menyebutkan bahwa sebagian besar energi pada bangunan di Indonesia digunakan oleh sistem AC terlepas dari tipe bangunannya. Pada kasus gedung perkantoran AC berkontribusi 55% dari total konsumsi energi bangunan. Oleh karena itu, dengan mengurangi konsumsi energi pada AC melalui disain pasif dan aktif akan mengurangi konsumsi energi bangunan keseluruhan secara signifikan. Pada bangunan dengan permukaan bidang kaca yang luas perolehan panas dari jendela kaca dan dinding tersebut menjadi bagian utama dari beban pendinginan. Perolehan panas eksternal dari jendela dan dinding sebuah bangunan kantor tipikal di Jakarta adalah sekitar 63%, sedangkan perolehan panas internal dari peralatan, penerangan dan hunian sekitar 37%. Ini menunjukkan peluang penghematan energi sangat besar melalui selubung bangunan yang dirancang secara seksama dan tepat untuk mengurangi beban pendinginan udara. (Pemerintah DKI, 2012)

Strategi pendekatan pada fasade gedung perkantoran untuk mengurangi konsumsi energi ada selubung bangunan di iklim tropis-lembab dengan penggunaan modifikasi kaca sebagai studi terdapat dua strategi yang bisa digunakan. Pertama, dengan mengurangi suplai energi, kedua melalui pengolahan disain bangunan, sehingga strategi efisiensi dan hemat energi dengan mengurangi kebutuhan konsumsi energi bangunan yang dapat dicapai. (Concina, 2011).

Wilayah Surabaya menjadi bagian dari negara Kepulauan Indonesia dikaruniai oleh iklim tropis dengan kelembaban udara cukup tinggi sepanjang tahun, pada tahun 2018 rata-rata kelembaban 75%. Rata-rata suhu di Kota Surabaya pada tahun 2018 berkisar 34°C. Rata-rata tertinggi tercatat di bulan Mei sedangkan rata-rata suhu terendah adalah pada bulan Desember. Berdasarkan stasiun pengamatannya, rata-rata suhu di Stasiun Juanda lebih rendah dari dua stasiun pengamatan lainnya (Perak I dan Perak II). Hal tersebut mengindikasikan daerah

Kota Surabaya bagian selatan (Juanda) cenderung lebih dingin dibanding daerah utaranya (Perak). (Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2017)



Gambar 1. 2 Rata-rata suhu Kota Surabaya tahun 2016

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa Kota Surabaya menjadi salah satu kota tropis di Indonesia dengan tingkat suhu rata-rata 34°C. Hal ini menyebabkan paparan sinar matahari sepanjang tahun cukup tinggi terhadap fasade bangunan yang berpengaruh terhadap ruang didalamnya pada penggunaan energi pendinginan dalam ruang.

Dalam upaya efisiensi konsumsi energi Pemerintah Indonesia melakukan langkah kebijakan pada gedung perkantoran yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia, mengatur melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya dengan membatasi Nilai Transfer Termal Keseluruhan atau *Overall Thermal Tranfer Value (OTTV)* pada selubung bangunan (*façade*). OTTV merupakan suatu metode sistematis, terencana dan terpadu meningkatkan efisiensi energi pada dinding atau kaca bagian luar bangunan gedung yang diaplikasikan sesuai kondisi iklimnya. (SNI-6389, 2011) Konsep ini juga sejalan yang diterapkan di dunia internasional dalam lembaga *Word Green Building Council (WGBC)* yang memfasilitasi pada pengaplikasian konsep bangunan ramah lingkungan, di Indonesia sendiri sejak tahun 2009 sudah berdiri lembaga *Konsil Bangunan Hijau Indonesia* atau *Green Building Council Indonesia (GBCI)* yang mewadahi konsep bangunan ramah lingkungan dan industri bangunan secara global.

Masalah utama dalam menciptakan bangunan hemat energi adalah berasal dari penyerapan beban panas matahari gedung melalui sistem pendingin udara. Menyelaraskan arah fasade bangunan ke Timur dan Barat dan memilih warna terang untuk dinding adalah beberapa contoh praktik disain umum untuk mengurangi input panas matahari. Membatasi OTTV adalah salah satu strategi efisiensi energi. OTTV memperhitungkan unsur-unsur perolehan panas melalui dinding eksternal bangunan (Loekita & Priatman, 2011). Menentukan kriteria disain selubung bangunan yang dinyatakan SNI 2011 yaitu tidak lebih besar 35 Watt/m<sup>2</sup>. Ketentuan ini berlaku untuk bangunan yang dikondisikan dan dimaksudkan untuk memperoleh disain selubung bangunan yang dapat mengurangi beban external sehingga menurunkan beban pendinginan (Loekita, 2006).

Upaya untuk menerapkan efisiensi konsumsi energi bangunan tersebut membutuhkan biaya yang cukup tinggi dibandingkan dengan bangunan konvensional. Komponen biaya sepanjang siklus bangunan terutama pada selubung bangunan harus diketahui. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu analisis yaitu analisis *Life Cycle Cost* untuk menghitung kategori biaya apa saja yang akan dikeluarkan sebuah bangunan sehingga efektif dan efisien sesuai dengan rencana Pemerintah. *Life Cycle Cost* adalah teknik penilaian ekonomi yang digunakan untuk mengevaluasi perbedaan alternatif investasi yang memperhitungkan biaya dan penghematan pada setiap alternatif investasi selama periode analisis yang telah ditentukan seringkali ditentukan oleh periode kepentingan komersial. Pada sektor konstruksi, digunakan sebagai perbandingan perbedaan disain alternatif pada sebuah bangunan atau suatu sistem yang mempertimbangkan *life cycle cost* dan penghematan yang terkait setiap alternatif disain. (Dwaikata, 2018).

Dengan diterapkannya pembaharuan tentang efisiensi energi fasade bangunan pada Peraturan Standar Nasional Indonesia tahun 2011 dengan standar baku tidak melebihi 35w/m<sup>2</sup> dan Peraturan Standar Nasional Indonesia tahun 2000 dengan standar baku tidak melebihi 45w/m<sup>2</sup>, mengindikasikan bahwa pemerintah cukup ketat untuk mengurangi efisiensi energi (emisi gas rumah kaca). Jakarta sebagai ibukota Indonesia, kota yang mempunyai gedung atau tower perkantoran terbanyak di Indonesia masih menggunakan Pergub DKI Jakarta No. 38 tahun 2012 dengan ketentuan bangunan hijau yang masih mengikuti Peraturan Standar

Nasional Indonesia (SNI) tahun 2000 tentang efisiensi energi selubung bangunan. Akibat pembaharuan Peraturan tersebut berdampak pada biaya yang diinvestasikan menjadi cukup besar. Oleh karena itu, Penelitian ini diharapkan memberikan solusi sebagai kontribusi yang berkesinambungan dari kebijakan Pemerintah, sehingga nantinya dapat diterapkan di seluruh wilayah Indonesia secara seragam tidak ada kesenjangan, mengingat Indonesia sebagai negara dengan iklim tropis.

Hasil yang diharapkan pada penelitian ini untuk menganalisis biaya *life cycle* dan mengetahui alternatif jenis fasade dengan biaya yang efisien yang digunakan pada efisiensi energi fasade bangunan perkantoran sehingga dapat diterapkan pada semua bangunan di Indonesia.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, rumusan masalah yang diambil pada Tesis ini adalah :

1. Apa jenis fasade kaca gedung perkantoran yang paling efisien sesuai SNI 2011 berdasarkan simulasi *regular form* dan prosentase material fasade?
2. Berapa nilai *Life Cycle Cost* yang paling efisien untuk fasade gedung perkantoran?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dan dari penelitian pada Tesis ini adalah:

1. Menganalisis jenis fasade kaca dengan energi yang paling efisien dan kebutuhan energi pendinginan yang efisien melalui fasade gedung perkantoran sesuai dengan Peraturan di Indonesia tahun 2011
2. Menganalisis *Life Cycle Cost* pada efisiensi energi fasade bangunan *office Building* sesuai Peraturan di Indonesia.

## **1.4 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan keputusan pada jenis kaca fasade gedung perkantoran yang paling efisien terhadap energi pendinginan dan dapat diterapkan pada seluruh Indonesia

2. Dapat mengambil keputusan berdasarkan biaya dengan menggunakan perhitungan *life cycle cost*

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini berfokus pada analisis fasade (selubung bangunan) kaca dan kebutuhan energi pendinginan yang dipengaruhi oleh fasade tersebut
2. Jenis fasade pada penelitian adalah fasade full kaca dengan tipe kaca pada produsen Perusahaan Asahimas Group (AGC) Indonesia
3. Analisis beban pendinginan menggunakan tipe AC VRV merek Daikin
4. Simulasi pada penelitian ini menggunakan bentuk bangunan *regular form*, orientasi yang berbeda, jenis dan prosentase material kaca fasade gedung perkantoran
5. Perhitungan biaya yang efisien sepanjang siklus menggunakan analisis *Life Cycle Cost* dengan umur bangunan sampai 45 tahun

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA**

Fasade merupakan standarisasi yang berhubungan dengan kesehatan, keamanan dan kenyamanan bagi pengguna dan penghuni yang beraktifitas dalam bangunan.

#### **2.1 Fasade Bangunan**

Menurut Priatman (1999) yang merujuk pada *Council on Tall Buildings and Urban Habitat*, suatu organisasi dewan internasional yang bermarkas di Amerika Serikat dan berkompeten mengkoordinasi semua permasalahan bangunan tinggi, memberikan klarifikasi beberapa terminologi yang pada umumnya dipergunakan dalam konteks selubung bangunan dan dibedakan antara lain: *Building envelope* (selubung bangunan) ialah material material dan struktur yang menutup bangunan dan berfungsi sama seperti kulit pada manusia. *Building Facade* (fasade bangunan) diartikan sebagai wajah bangunan dan *cladding* merupakan penutup eksterior komponen struktur suatu bangunan. *Fourth World Congress on Tall Buildings 1995* melaporkan suatu studi dari 23 bangunan tinggi perkantoran di Canada dan hasil survei yang melibatkan 25 arsitek, insinyur, fabrikator selubung bangunan dari 10 negara menyatakan beberapa mekanisme utama yang menyebabkan kegagalan fungsi dari selubung bangunan tinggi antara lain :

1. Kandungan uap air pada komponen selubung, disebabkan kegagalan kemampuan menahan air.
2. Distorsi bangunan yang disebabkan karena pergerakan, baik karena beban lateral (angin,gempa), maupun beban gravitasi (berat komponen cladding yang berlebihan, berat sendiri).
3. Pengaruh ultra violet dari sinar matahari langsung dan reaksi kimia pada material karena polusi udara yang terus menerus.

Akibat dari kegagalan fungsi selubung bangunan tersebut dapat dibuktikan secara nyata dari pecahnya kaca, keretakan, kerapuhan, pergeseran yang menyolok, deformasi, lembab, berkarat, membusuk, bernoda, rusak dan memudar karena ultra violet, dan menurunnya “usia estetik”. Para perancang bangunan berkesimpulan bahwa pertimbangan selayaknya diberikan pada pengembangan

suatu sistem selubung yang mampu bekerja seperti “*kulit bunglon*”, yang bisa mengubah kulitnya sedemikian rupa untuk menyesuaikan dengan perubahan perubahan faktor lingkungan. Untuk itu pemikiran pemikiran konsep fasade dinamik sebagai generasi keempat sistim selubung perlu diimplementasikan secara nyata yang diikuti oleh penemuan penemuan inovatif material fasade bangunan yang mampu mempertahankan dan memperpanjang “usia estetik” bangunan tinggi. (Priatman, 1999).

Material yang lazim dipergunakan dalam selubung bangunan (building envelope) digolongkan menjadi tujuh kategori yaitu ;

- a. Material semen/beton,
- b. Material bata,
- c. Material batu,
- d. Material logam,
- e. Material kaca,
- f. Material plastik,
- g. Material membran/tekstil.

Selubung bangunan dari material kaca disebut sebagai dinding tirai kaca (*curtain wall*) dan dapat didefinisikan sebagai dinding luar tanpa pemikul beban yang umumnya dirangkai dari elemen elemen rakitan industri yang repetitif (kaca, aluminium, baja biasa, baja tahan karat) dan diproduksi dibawah kontrol kualitas yang ketat. (Priatman, 1999).

Menurut Priatman (1999) dalam jurnal yang sama menyebutkan bahwa bangunan tinggi dengan dinding tirai kaca merupakan pengguna energi yang potensial dimana sebagian besar energi diperlukan untuk mengaktifkan sistim tata udara maupun tata cahaya guna menjamin tingkat kenyamanan tertentu didalamnya. Besarnya energi yang diperlukan bagi sistem tata udara sangat ditentukan oleh perolehan panas (beban pendinginan) yang terjadi melalui dinding tirai kaca secara konduksi, konveksi dan radiasi termal. Semakin luas dinding tirai kaca semakin besar pula penggunaan energi bangunan. Disamping meningkatkan konsumsi energi, gedung-gedung dengan dinding tirai kaca ini menyebabkan naiknya temperatur lingkungan kota (*heat-island effect*) maupun temperatur global



(*greenhouse effect*) sebagai akibat dari refleksi panas matahari yang menerpa bangunan-bangunan itu. Kesadaran akan bahaya merusakkan alam melalui udara yang berlangsung secara terus menerus dan dalam jumlah yang besar menimbulkan tantangan untuk memanfaatkan teknologi guna memperkecil akibat-akibat tersebut. Dikembangkanlah teknologi pembuatan produk material kaca yang mempunyai efisiensi tinggi (*high performance glass, photochromic glass, anti-reflection coatings, thermochromic layers, insulating glass, low-e glass, dsb.*) secara statik dan sistem dinding aktif yang memanfaatkan aerodinamik udara pada bangunan tinggi secara dinamik. Timbulah kemudian teknologi inovatif yang diaplikasikan pada dinding tirai kaca yang selanjutnya disebut sebagai "*intelligent glass façade*" atau fasade kaca pintar.

## **2.2 Efisiensi Energi**

Efisiensi merupakan suatu upaya penghematan sesuatu yang dipakai atau digunakan. Sedangkan Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja yang dapat berupa panas, cahaya, mekanika, kimia, dan elektromagnetik. Sehingga definisi efisiensi energi dapat diartikan upaya melakukan sesuatu dengan tujuan penghematan energi yang dibutuhkan untuk mencapai hasil yang sama, sehingga dengan melakukan pemanfaatan energi yang dicapai dapat efisien, tidak kurang dan tidak lebih. Efisiensi energi sangat berfokus pada peralatan atau mesin (benda) yang mengkonsumsi energi. Efisiensi energi juga merupakan penggunaan teknologi pemakai energi yang lebih efisien.

Efisiensi energi sangat berhubungan erat dengan efisiensi energi. Efisiensi energi berdasarkan SNI-6389 (2011). efisiensi energi adalah upaya sistematis, terencana dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. (SNI-6389, 2011)

Dari penjelasan diatas efisiensi energi mempunyai perbedaan secara istilah yakni jika efisiensi energi itu terkait sikap atau perilaku (*behavior*) untuk memakai lebih sedikit energi namun tetap rasional. Sedangkan efisiensi energi terkait dengan penggunaan energi yang lebih sedikit untuk mendapatkan manfaat yang sama atau bahkan lebih, atau menggunakan energi yang sama namun menghasilkan manfaat yang lebih. Secara definitif ada perbedaan antara efisiensi energi dan efisiensi

energi walaupun pada intinya mempunyai tujuan yang sama yaitu penghematan energi.

### **2.2.1 Indeks Konsumsi Energi**

Indeks konsumsi energi adalah konsumsi pemakaian energi pada suatu bangunan. Bertujuan untuk mengetahui besarnya penggunaan energi. Terutama penggunaan pada fasade dan beban pendinginan yang dipengaruhi oleh fasade.

Menurut Peraturan Gubernur Jakarta (2012), Sebagian besar energi pada bangunan di Indonesia digunakan oleh sistem AC terlepas dari tipe bangunannya. AC berkontribusi sekitar 47% hingga 65% dari total konsumsi energi bangunan. Gabungan Pencahayaan buatan dan beban steker berkontribusi sebesar 15% hingga 25% dari total konsumsi energi. Oleh karena itu, dengan mengurangi konsumsi energi untuk AC dan pencahayaan buatan melalui disain pasif dan aktif akan mengurangi konsumsi energi bangunan keseluruhan secara signifikan.

Metode perhitungan pada fasade bangunan mengacu pada ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6389 tahun 2011 tentang efisiensi energi selubung bangunan dan metode indeks konsumsi energi menentukan beban pendingin mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6390 tahun 2011 tentang energi system tata udara bangunan.

#### **2.2.1.1 Selubung Bangunan (Fasade)**

Fasade bangunan atau selubung bangunan adalah elemen bangunan yang membungkus bangunan gedung, yaitu dinding dan atap transparan (*skylight*) atau yang tidak transparan. Sebagian besar energi termal berpindah melalui elemen tersebut. Selubung bangunan juga merupakan bagian yang mendapatkan langsung cahaya matahari. (SNI-6389, 2011)

Menurut Peraturan Gubernur Jakarta (2012), Fungsi Selubung bangunan terdiri dari komponen tak tembus cahaya (misalnya dinding) dan sistem fenestrasi atau komponen tembus cahaya (misalnya jendela) yang memisahkan interior bangunan dari lingkungan luar. Selubung bangunan memberikan perlindungan terhadap pengaruh lingkungan luar yang tidak dikehendaki seperti panas, radiasi, angin, hujan, kebisingan, polusi dll. Selubung bangunan memiliki peran penting

dalam mengurangi konsumsi energi untuk pendinginan dan pencahayaan. Pada bangunan gedung bertingkat menengah dan tinggi, luas dinding jauh lebih besar daripada luas atap. Oleh karena itu, perancangan selubung bangunan vertikal, terutama jendela, harus dilakukan secara hati-hati untuk menghindari masuknya panas ke dalam bangunan secara berlebihan.

*Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) adalah suatu nilai yang ditetapkan sebagai kriteria perancangan untuk dinding dan kaca bagian luar bangunan gedung yang dikondisikan (mempunyai sistem tata udara) berfungsi untuk mengurangi pemakaian energi, Badan Standardisasi Nasional Indonesia tahun 2011 dalam SNI Nomor 6389 menetapkan nilai untuk OTTV tidak boleh melebihi 35 watt/m<sup>2</sup>.

Konsep OTTV didasarkan pada asumsi bahwa bangunan berada didalam satu sistem selubung bangunan yang benar-benar tertutup. Di samping itu, perhitungan OTTV tidak memperhitungkan faktor-faktor; Perangkat peneduh internal, seperti gorden dan tirai dan refleksi matahari atau bayangan dari bangunan yang berdekatan. (Pemerintah DKI, 2012)

Sesuai SNI-6389, (2011) OTTV untuk setiap bidang dinding luar bangunan gedung dengan orientasi tertentu, harus dihitung melalui persamaan:

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

Dimana :

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

$\alpha$  = absorbtansi 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;

$TDE_k$  = Beda temperatur ekuivalen (K) (mengacu pada tabel);

$SF$  = 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 5°C).

Setelah setiap sisi bangunan dihitung nilai OTTV, nilai tersebut digabungkan menggunakan rumus:

$$OTTV = \frac{(A_{01} \times OTTV_1) + (A_{02} \times OTTV_2) + \dots + (A_{0i} \times OTTV_i)}{A_{01} + A_{02} + \dots + A_{0i}}$$

Dimana :

$A_0$  = luas pada bagian dinding terluar (m<sup>2</sup>)

$OTTV_n$  = nilai perpindahan termal menyeluruh pada bagian dinding sebagai hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan

Kemudian untuk menghitung nilai RTTV (*Roof Thermal Transver Value*) mempunyai makna yang hampir sama dengan OTTV, bedanya jika RTTV merupakan suatu nilai yang ditetapkan sebagai kriteria perancangan untuk penutup atap, baik penutup atap biasa (tidak transparan) maupun yang dilengkapi dengan *skylight*. Perhitungan RTTV pada penelitian ini akan menggunakan atap biasa (tanpa *skylight*) dengan rumus sebagai berikut:

$$RTTV = \alpha \cdot (U_r \times TDE_k) \dots\dots\dots 2$$

Dimana :

$\alpha$  = absorbtansi radiasi matahari;

$U_r$  = transmitansi termal rata-rata atap (W/m.K);

$TDE_k$  = Beda temperatur ekuivalen (K) (mengacu pada tabel).

Efisiensi energi pada selubung bangunan berpengaruh terutama pada panghematan pemakaian beban pendinginan sehingga perlu diketahui juga kebutuhan beban pendinginan terhadap selubung bangunan.

### 2.2.1.2 Beban Pendinginan

Beban pendinginan yang berasal dari penghuni dinyatakan dalam beban sensibel dan beban laten. Besarnya beban tersebut berbeda-beda untuk setiap aktivitas yang dikerjakan berdasarkan fungsinya. Beban sensible dan beban laten ini menjadi acuan untuk perhitungan kebutuhan beban pendinginan. Kalor sensible dan kalor laten berdasarkan SNI tahun 2001 dan GBCI/ASHRAE. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 1 Beban Kalor Sensible dan Beban Kalor Laten

Tingkat Aktivitas	Tipe penggunaan	Kalor total Dewasa, pria		Kalor total yang disesuaikan untuk wanita		Kalor Sensibel		Kalor laten	
		Btu/j	W	Btu/jam	W	Btu/jam	W	Btu/jam	W
Duduk di gedung pertuniukan	siang hari	390	114	330	97	225	66	105	31
Duduk di gedung pertuniukan	malam hari	390	114	350	103	245	72	105	31
Duduk, kerja amat ringan	Kantor, hotel, apartemen	450	132	400	117	245	72	155	45
Kerja kantor aktif sedang	Kantor, hotel. apartemen.	475	139	450	132	250	73	200	59
Berdiri, kerja ringan, berjalan	Pusat belanja, pertokoan.	550	162	450	132	250	73	200	59
Berjalan; berdiri	Apotik, Bank	550	162	500	146	250	73	250	73
Pekerjaan terus menerus	Restoran	490	144	550	162	275	81	275	81
Pek. bengkel yang ringan	Pabrik	800	235	750	220	275	81	475	139
Berdansa	Hall dansa	900	264	850	249	305	89	545	164
Berjalan 3 mph; pek mesin yang ringan	Pabrik	1000	293	1000	293	375	110	625	183
Bowling	Bowling	1500	440	1450	425	580	170	870	255
Pekerjaan berat	Pabrik	1500	440	1450	425	580	170	870	255
Pek. mesin yang berat, mengangkat	Pabrik	1600	469	1600	469	635	186	965	283
Atletik	Gymnasium	2000	586	1800	528	710	208	1090	325

(Sumber: SNI-6572, 2001)

Kebutuhan beban pendinginan tersebut sangat berkaitan dengan perhitungan selubung bangunan yang mempengaruhi terhadap kondisi luar. Metode Perhitungan beban pendingin ini menggunakan Metode CLTD (*Cooling Load Temperature Difference*) adalah salah satu metode untuk menghitung beban pendingin pada suatu ruangan berdasarkan beda temperatur ruang atau temperatur lingkungan. Perhitungan CLTD dengan kalor terhadap kondisi luar ruangan dapat dilihat dengan rumus sebagai berikut ;

**a) Konduksi melalui atap, dinding, dan kaca**

$$RSHG = U \times A \times CLTD_{corr} \dots\dots\dots 3$$

Dimana:

$RSHG = \text{room sensible heat gain (Btu/h)}$ .

$A = \text{luas atap, dinding, kaca (ft}^2\text{)}$ .

$U = \text{nilai konduktansi bahan (Btu/ ft}^2 \cdot \text{°F.h)}$ .

$CLTD_{corr} = CLTD \text{ tabel} + (78\text{-indoor}) + (\text{outdoor}-85) (\text{°F})$ .

**b) Radiasi Melalui Kaca**

$$RSHG = A \times SC \times SCL \dots\dots\dots 4$$

Dimana:

$A = \text{luas kaca (ft}^2\text{)}$ .

$SC = \text{shading coefficient}$ .

$SCL = \text{solar cooling load (Btu/h.ft}^2\text{)}$

$CLTD = \text{Perbedaan temperatur beban pendinginan atap, dinding atau kaca}$ .

**c) Fresh Air dari Luar**

$$RSHG = 1,218 \times n \times CFM \times \Delta W$$

$$RLHG = 2,998 \times n \times CFM \times \Delta W \dots\dots\dots 5$$

Dimana:

$RSHG = \text{room sensible heat gain (Btu/h)}$

$RLHG = \text{room latent heat gain (Btu/h)}$

$CFM = \text{kebutuhan sirkulasi udara segar untuk tiap orang (cubic feet per minute)}$ .

$\Delta W$  = perbedaan rasio kelembaban outdoor-indoor (lb/lb).

n = jumlah orang.

**d) Penghuni**

$$\mathbf{RSHG = n \times Q_s \times CLF}$$

$$\mathbf{RLHG = n \times Q_l \dots\dots\dots 6}$$

Dimana:

$Q_s$  = beban panas orang sensibel (Btu/h).

$Q_l$  = beban panas orang latent (Btu/h).

$CLF$  = *cooling load factor*, untuk orang.

**e) Lampu**

$$\mathbf{RSHG = Input \times F_u \times CLF \dots\dots\dots 7}$$

Dimana:

Input = jumlah lampu yang terpasang (W) atau standard SNI/ASHRAE.

$F_u$  = *lighting use factor*.

$CLF$  = *cooling load factor*, untuk lampu.

**f) Peralatan**

$$\mathbf{RSHG = Input \times CL_{Feq} \dots\dots\dots 8}$$

Dimana:

Input = jumlah peralatan yang digunakan (Btu/h).

$CL_{Feq}$  = *cooling load factor*, untuk peralatan.

**g) Ton of refrigeration**

$$\mathbf{TR = (RSHG \text{ total} + RLHG \text{ total})/12000 \dots\dots\dots 9}$$

Dimana:

TR = Ton of Refrigeration, kapasitas pendinginan (TR).

### 2.3 Life Cycle Cost

*Life Cycle Cost* (LCC) adalah siklus pembiayaan dari awal hingga akhir yang diringkas dalam suatu model ekonomi untuk mengevaluasi alternatif untuk peralatan dan proyek. Definisi lain *life cycle cost* adalah total biaya kepemilikan mesin dan peralatan, termasuk biaya akuisisi, operasi, pemeliharaan, konversi dan

atau menonaktifkan (SAE 1999). Analisis LCC diperlukan untuk mengetahui alternatif terbaik manakah yang akan dipilih dari investasi atau alternatif yang memiliki biaya kepemilikan terendah dalam jangka waktu tertentu (Utomo, 2011).

Tujuan *Life cycle Cost* (LCC) adalah untuk memperkirakan biaya suatu pekerjaan tertentu berdasarkan alternatif yang tersedia. Hal yang paling mendasar dalam LCC yaitu untuk menentukan dampak yang terjadi pada biaya masing-masing alternatif disain yang ada, sehingga dapat memberikan nilai tambah ketika melakukan pengambilan keputusan. Biaya- biaya yang terdapat dalam perhitungan LCC yaitu:

1. *Initial Cost* (biaya investasi awal)
2. Biaya Operasional dan Perawatan (*Maintanance*)
3. *Replacement cost* (Biaya Penggantian pada akhir usia)
4. *Salvage value* (Nilai sisa)
5. *Life time*

Perhitungan LCC terdapat beberapa standar formula yang dapat dilakukan, yaitu sebagai berikut :

- a) *Single Payment Compound Interest* : Jumlah akumulasi nilai masa datang untuk nilai investasi saat ini

$$F = P(1 + i)^n \text{ atau } (F/P, i\%, N) \dots\dots\dots 10$$

- b) *Single Payment Present Value* : Jumlah akumulasi akan datang diketahui berapa nilai saat ini

$$P = F \left( \frac{1}{1+i} \right)^n = F (1 + i)^{-n} \text{ atau } (P/F, i\%, N) \dots\dots\dots 11$$

- c) *Sinking Fund* : Jumlah yang harus disediakan pada akhir periode

$$A = F \left( \frac{i}{i(1+i)^n} \right) \text{ atau } (A/F, i\%, N) \dots\dots\dots 12$$

- d) *Present Value Uniform series dari Rp. 1/tahun*

$$P = A \left( \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right) \text{ atau } (P/A, i\%, N) \dots\dots\dots 13$$

- e) *Uniform series compound amount annuity*

$$F = A \left( \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right) \text{ atau } (F/A, i\%, N) \dots\dots\dots 14$$



f) *Capital recovery annuity*

$$A = P \left( \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right) \text{ atau } (A/P, i\%, N) \dots\dots\dots 15$$

**2.3.1 Discounted rate (tingkat diskonto)**

Dalam beberapa literatur, banyak yang telah ditulis pada tingkat diskonto dan metode yang tersedia untuk menentukannya. Tidak ada metode atau tingkat hasil yang diterima secara universal. Tingkat diskonto (*discounted rate*) disebut juga *minimum attractive rate of return* (MARR) adalah suku bunga yang mencerminkan nilai waktu dari uang (*time value of money*) pada suatu investasi. Biasanya nilai MARR merupakan hak prerogatif pemilik atau pembuat kebijakan untuk memilih tingkat diskonto, baik sektor umum maupun swasta, keduanya memiliki pertimbangan yang berbeda (Utomo, 2011). Untuk menghitung faktor nilai sekarang dan faktor nilai anuitas saat ini dapat melihat pada rumus (9). Faktor-faktor tersebut harus digunakan karena rupiah hari ini belum tentu memiliki nilai yang sama besok.

Perhitungan biaya penggantian (*replacement*) yang sifatnya berkala dapat dilihat dengan persamaan dibawah ini:

$$PW = \left( \frac{(1+e)^n}{(1+i)^n} \right) \dots\dots\dots 16$$

Dimana :

*PW* = *Present Worth factor* (faktor nilai sekarang)

*i* = *discount rate*

*e* = *escalation rate*

*n* = tahun

Adapun untuk perhitungan biaya *maintenance* yang dikeluarkan setiap tahun dapat menggunakan persamaan di bawah ini:

$$PW A = \frac{1 - \left( \frac{1+e}{1+i} \right)^n}{\left( \frac{1+e}{1+i} \right) - 1} \dots\dots\dots 17$$

Dimana :

*PW A* = *Present Worth factor Annuity*

*i* = *discount rate*

$e$  = *escalation rate*

$n$  = tahun

Persamaan 12 merupakan cara perhitungan untuk biaya tahunan selama masa investasi, seperti biaya operasional dan pemeliharaan (*maintenance*) dan harus didiskontokan ke nilai saat ini sebelum dibandingkan dengan barang-barang seperti biaya perolehan, pendapatan atau pengadaan. Di sisi lain, beberapa biaya akan meningkat seiring waktu. Biaya energi telah menjadi tinggi dan lebih tinggi, namun biaya tenaga kerja juga tidak konstan oleh karena itu diperlukan menghitung tingkat kenaikan biaya-biaya tersebut. Menurut bull (2000) memberikan besarnya discount rate yang direkomendasikan oleh beberapa ahli yaitu; antara 7%-10% dan Gustafsson antara 3%-12%, discount rate ini dapat berasal dari dana perusahaan sendiri ataupun berasal dari dana Bank atau Lembaga Keuangan lainnya (Utomo, 2011).

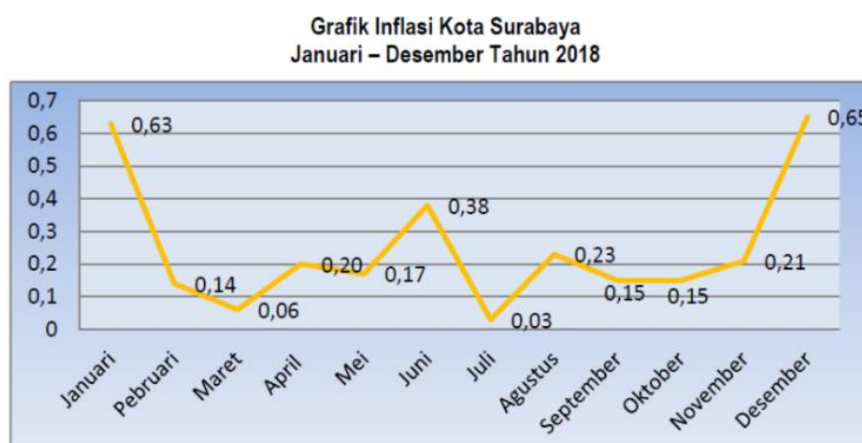
### **2.3.2 Inflation rate (tingkat kenaikan)**

Konsep dasar lain dari LCC adalah inflasi atau eskalasi atau kenaikan harga. Inflasi harga secara umum adalah suatu peningkatan harga yang dibayarkan untuk barang dan jasa yang menyebabkan penurunan daya beli unit moneter, unit moneter yang digunakan dalam hal ini adalah mata uang Rupiah. Tingkat eskalasi berlawanan dengan tingkat diskonto, tingkat eskalasi akan lebih spesifik untuk berbagai jenis biaya. Dengan adanya tingkat diskonto dan eskalasi, memungkinkan untuk menentukan faktor nilai sekarang.

Maxfield, dan Richardson, (2016) menjelaskan bahwa tingkat eskalasi ini meliputi biaya tenaga kerja, bahan, dan pemeliharaan yang terjadi selama periode investasi yang ditentukan. Tingkat eskalasi untuk material, *maintenance*, dan tenaga kerja adalah 1%. Sedangkan untuk eskalasi utilitas seperti energi (bahan bakar, listrik) dan air juga 1%.

Menurut Badan Statistik Surabaya (2018), Berdasarkan hasil pemantauan dan pencatatan BPS kota Surabaya pada Desember 2018 terjadi Inflasi 0.65 persen, atau terjadi kenaikan Indeks Harga Konsumen (IHK) dari 134,36 pada November 2018 menjadi 135,24 pada Desember 2018. Laju inflasi tahun kalender 2018 dan

tingkat inflasi tahun ke tahun (Desember 2018 terhadap Desember 2017) sebesar 3,03 persen.



Gambar 2. 1 Tingkat inflasi di Surabaya  
(Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2017)

Pada gambar 2.1 dapat dilihat periode tahun kalender Inflasi Kota Surabaya sampai dengan Desember 2018 mencapai 3,03 persen. Hal ini berarti lebih rendah dibandingkan dengan tahun sebelumnya yang mencapai 4,37 persen.

#### 2.4 Penelitian Terdahulu

Pada Tesis ini menggunakan telaah penelitian terdahulu oleh para peneliti sebelumnya untuk dijadikan sebagai referensi dan pengumpulan data penulisan.

Dwaikata, Luay N., (2018) menganalisis tentang bagaimana analisis *life cycle cost* dilakukan terhadap *Green Building* (bangunan hijau) dan bagaimana identifikasi variabel *life cycle cost* digunakan untuk mengembangkan anggaran *life cycle* pada *Green Building* selama 60 tahun. Studi kasus yang dianalisis dalam penelitian tersebut adalah Kantor Pusat *Real Estate and Housing Developers Association* (REHDA) di Kuala Lumpur Malaysia. Kantor pusat REHDA merupakan *green office building* berlantai tiga (3) yang disertifikasi oleh *Indeks Green Building Malaysia* (GBI) pada tahun 2014 dengan luas 2.695 m<sup>2</sup>. Hasil penelitian tersebut menunjukkan biaya masa depan yang diselidiki pada *green building* kantor REHDA sekitar 3,6 kali lebih tinggi dari disain awal dan biaya konstruksi. Biaya energinya sekitar 48% dari total anggaran *life cycle* bangunan, serta rasio ini melampaui 60% terhadap biaya operasional gedung saja. Ditemukan

juga, konsumsi energi pada *green building* tersebut berkurang, konsumsi energi adalah faktor yang paling berpengaruh untuk mengurangi total *life cycle cost*.

Loekita, dan Priatman, (2011) Menganalisis dan membandingkan perhitungan OTTV SNI 03-6389-2011 dengan ETTV *Building Construction Authority Singapore* (BCA) 2008 dengan berbagai Bentuk Bangunan, Orientasi selubung bangunan. Penelitian tersebut membandingkan nilai OTTV dan ETTV yang sesuai dengan standar bangunan hemat energi. Setiap hipotesis bangunan terdiri dari 10 lantai dengan ketinggian 4 meter dari lantai ke lantai. Luas lantai keseluruhan adalah 625 m<sup>2</sup> dengan inti 100 m<sup>2</sup>, total lantai yang membutuhkan pendinginan sebesar 525m<sup>2</sup>. Total luas keseluruhan bangunan sampai 10 lantai adalah 5250 m<sup>2</sup>. Delapan (8) bentuk hipotesis bangunan; lingkaran, oktagon sama sisi, segitiga sama sisi, jajaran genjang, persegi, persegi panjang, elips, dan trapesium dengan delapan orientasi (*N, NE, E, SE, S, SW, W, NW*). Tujuan penelitian tersebut adalah menemukan bentuk dan orientasi bangunan yang terbaik untuk bangunan penghemat energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ETTV 2008 (BCA) lebih ketat daripada OTTV (SNI 03-6389-2011) kecuali OTTV dengan selubung bangunan yang hitam (gelap), sedangkan bentuk bangunan jajaran genjang dengan orientasi Utara-Selatan adalah kombinasi terbaik bangunan penghemat energi.

Mostafa M. S. dan Ahmed, (2016) mensurvey, menilai, menganalisis berbagai penelitian dan contoh bangunan untuk memberikan kesimpulan pada berbagai sistem fasade *Double Skin* (kulit ganda). Studi tersebut juga menjelajahi fitur disertai dengan tinjauan misal; saat konstruksi dan saat proposal dari berbagai macam bangunan. Hasil penelitian tersebut adalah fasade *Double skin* terbukti sangat bermanfaat dan signifikan dalam perkembangan gedung saat ini. Satu-satunya hal terburuk dari fasade *Double skin* adalah bahwa dikatakan lebih mahal daripada fasade kaca tunggal tradisional (*Single Skin*). Namun, secara luas disepakati oleh banyak ahli bahwa fasade *Double skin* lebih hemat biaya dalam jangka panjang dibandingkan dengan fasade *Single Skin*.

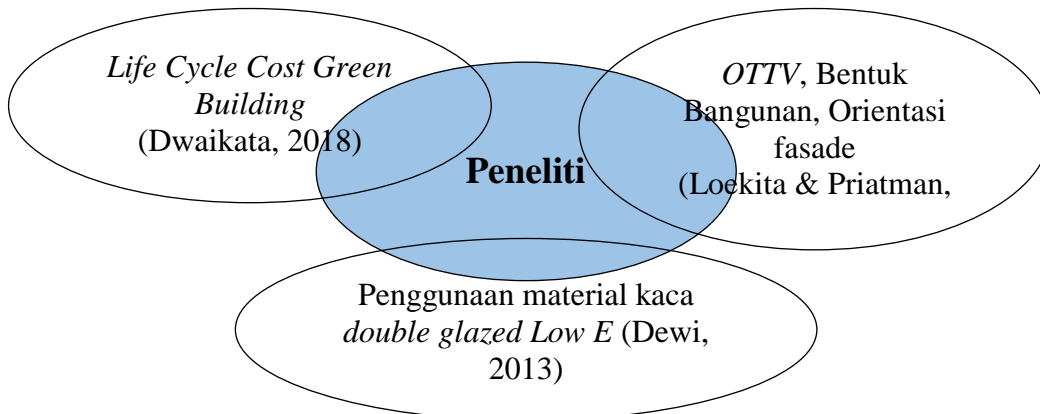
Dewi, dan Huang, (2013) menganalisis penghematan penggunaan energi bangunan untuk membantu menunjang kenyamanan penghuni bangunan. Penelitian tersebut bertujuan untuk melihat pengaruh dari kombinasi modifikasi jarak (*air*

*gap*) dan penggunaan material *Double skin* yang berbeda pada studi kasus gedung kuliah di *National Central University*, Taiwan, dengan iklim panas lembab. Analisis menggunakan software DesignBuilder-EnergyPlus yang digunakan dalam membantu melakukan simulasi energi pada studi kasus tersebut. Bangunan yang digunakan merupakan bangunan konvensional *single skin* yang selanjutnya disebut sebagai *base case*. Teknologi *Double skin* diaplikasikan pada fasade bangunan yang memiliki nilai *heat gain* yang tinggi. Hasil penelitian menunjukkan kombinasi jarak *air gap* 1.2m dan penggunaan material kaca *double glazed Low E* mampu menurunkan penggunaan konsumsi energi untuk pendinginan sebesar 31.28%. dengan adanya penurunan energi yang cukup besar, membuktikan bahwa teknologi *Double skin* juga sesuai digunakan pada bangunan dengan iklim panas lembab.

Peneliti terdahulu telah melakukan penelitian terkait dengan efisiensi energi terhadap fasade. Penelitian terdahulu juga terkait *life cycle cost* namun pada *green building* yang dilakukan di Malaysia. Dari beberapa penelitian terdahulu diatas, Penelitian ini berupaya menggabungkan pada penelitian (Dwaikata, 2018), (Loekita & Priatman, 2011) dan (Dewi, 2013) terkait dengan efisiensi energi fasade bangunan dan *Life Cycle Cost*. Dengan demikian, perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu melakukan analisis yang lebih spesifik dengan metode *Life Cycle Cost* pada efisiensi energi fasade bangunan. Analisis efisiensi energi fasade disimulasikan dengan bentuk bangunan *regular form*, orientasi yang berbeda yang diambil pada Solar faktornya sangat ekstrim (arah barat dan barat daya), jenis dan prosentase material kaca yang berbeda. Kemudian, penelitian ini menganalisis pengaruh yang timbul dari efisiensi energi fasade yaitu analisis beban pendinginan yang berdasarkan perbedaan temperatur ruang dan temperatur kondisi luar ruangan di Wilayah Surabaya. Analisis penelitian ini berdasarkan pada ketentuan Pemerintah Indonesia terkini SNI tahun 2011. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui alternatif jenis fasade dengan biaya yang efisien pada gedung perkantoran. Penggunaan metode *Life Cycle Cost* diharapkan menjadi tolak ukur dari diadakannya kebijakan Pemerintah yang tertuang dalam SNI-6389 tahun 2011 khususnya untuk gedung perkantoran sehingga dapat dilakukan secara seragam di seluruh Wilayah Indonesia.

## 2.5 Posisi Penelitian

Dari beberapa penelitian diatas penulis ingin menggabungkan beberapa penelitian tersebut menjadi sebuah penelitian yang komprehensif sehingga menghasilkan sebuah penelitian baru yang berupa aplikasi dari penelitian-penelitian sebelumnya. Posisi Penelitian saat ini dengan penelitian-penelitian yang sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2. 2 Posisi Penelitian

Pada gambar 2.1 diatas digambarkan bahwa aplikasi pada penelitian ini menggabungkan dari penelitian-penelitian sebelumnya sehingga dapat memberikan sesuatu hal yang masih belum dilakukan yaitu analisis *Life Cycle Cost* efisiensi energi fasade dan beban pendinginan bertujuan mendapatkan alternatif jenis fasade dengan biaya yang efisien pada gedung perkantoran sesuai dengan ketentuan Peraturan di Indonesia.

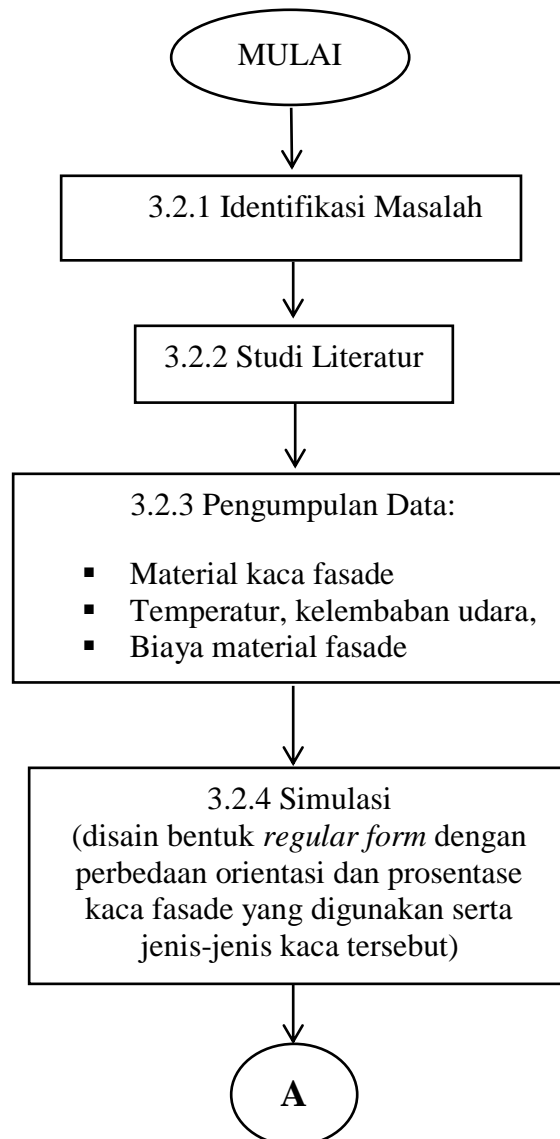
## BAB 3

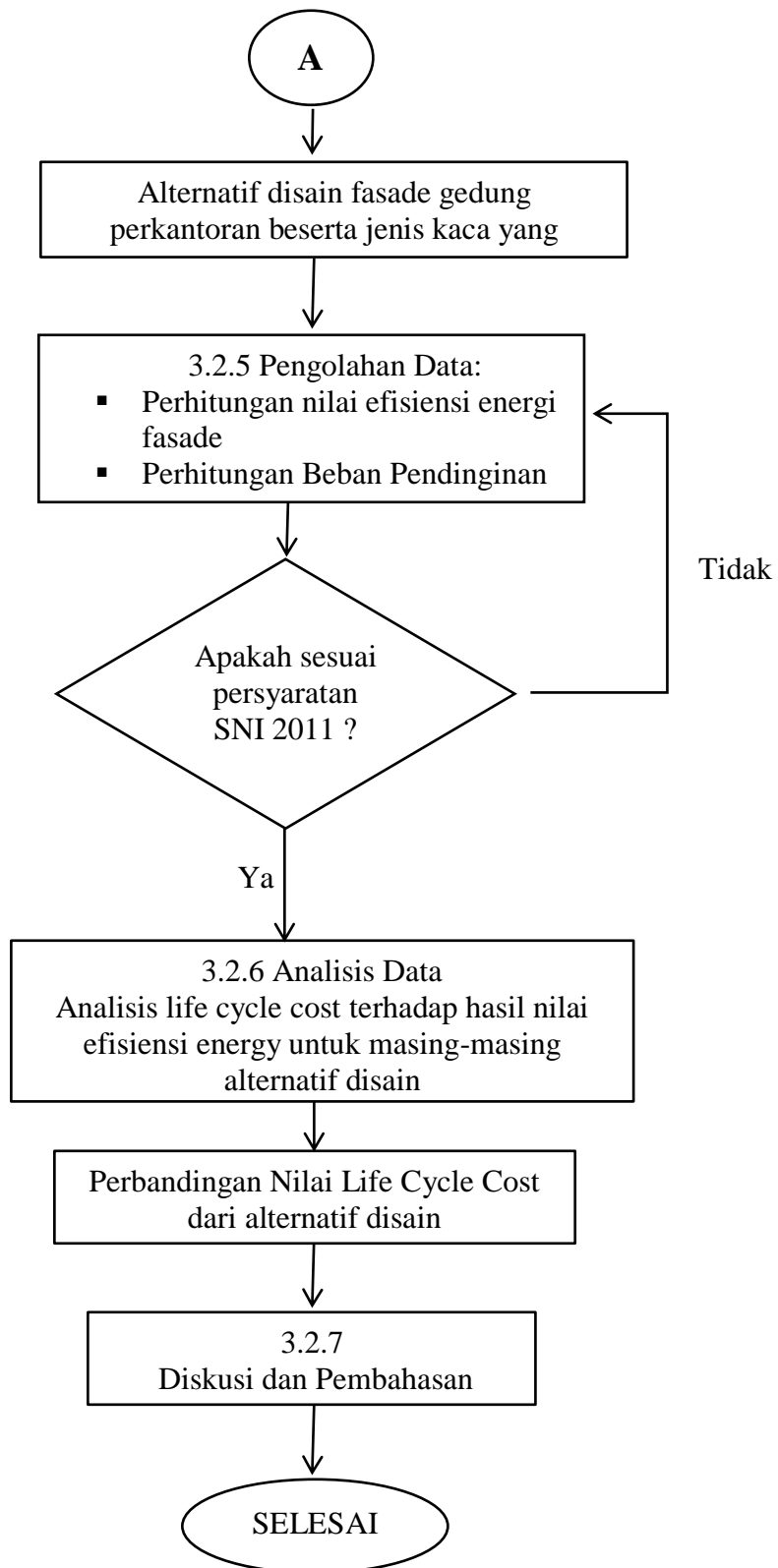
### METODOLOGI PENELITIAN

Pada Bab 3 ini menjelaskan tentang Metodologi Penelitian, yaitu menjelaskan tentang proses-proses dalam melaksanakan penelitian dan tahapan tahapan yang akan dilaksanakan dalam penelitian.

#### 3.1 Diagram Alur Penelitian

Alur penelitian dapat dipergunakan sebagai acuan awal penelitian dimulai sampai dengan terakhir secara sistematis. Alur penelitiannya dapat digambarkan pada dapat dilihat dan dijelaskan dalam diagram alir pada Gambar 3.1 di bawah ini.:





Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian



## **3.2 Prosedur Penelitian**

Gambar 3.1 menunjukkan tahapan dalam pengerjaan Tesis ini. Uraian dalam diagram alir akan dijelaskan seperti di bawah ini:

### **3.2.1 Identifikasi Masalah**

Bangunan tinggi atau *high rise building* sebagai alternatif terbatasnya lahan kosong. Disain gedung perkantoran mayoritas menggunakan kaca sebagai kulit atau selubung bangunan. Alasan utama bagi arsitek dan pemilik bangunan untuk merancang bangunan dengan dinding tirai adalah daya tarik komersial. Jendela kaca yang luas menampilkan pemandangan di sekitar bangunan yang dapat meningkatkan nilai bangunan (Pemerintah DKI, 2012). Bangunan tinggi dengan dinding tirai kaca (*curtain wall*) merupakan penggunaan energi yang potensial dimana sebagian besar energi diperlukan untuk mengaktifkan sistem tata udara guna menjamin tingkat kenyamanan tertentu didalamnya. Besarnya energi yang diperlukan bagi sistem tata udara sangat ditentukan oleh perolehan panas (beban pendinginan) yang terjadi melalui dinding tirai kaca secara konduksi, konveksi dan radiasi termal. Semakin luas dinding tirai kaca semakin besar pula penggunaan energi bangunan (Priatman, 1999). Masalah utama dalam menciptakan bangunan hemat energi berasal dari penyerapan beban panas matahari gedung dan melalui sistem pendingin udara. Membatasi OTTV adalah salah satu strategi efisiensi energi (Loekita & Priatman, 2011).

Sehingga dengan permasalahan pada gedung perkantoran tersebut, Pemerintah Indonesia mengeluarkan langkah kebijakan efisiensi energi pada gedung perkantoran membuat Regulasi yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) Selubung Bangunan tahun 2000 dengan membatasi OTTV 45 watt/m<sup>2</sup>. Kemudian Tahun 2011 Pemerintah Indonesia memperbarui SNI dengan memperketat lagi dengan membatasi nilai OTTV 35Watt/m<sup>2</sup>.

Pada Tahun 2012 Pemerintah Provinsi DKI Jakarta mengeluarkan Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta berdasarkan Peraturan Gubernur No. 38/2012 tentang Bangunan Hijau dengan menerbitkan batasan nilai OTTV 45 Watt/m<sup>2</sup>. Dengan adanya 2 peraturan yang berbeda antara SNI tahun 2011 dengan Peraturan DKI Jakarta tahun 2012, sehingga berakibat ada

kesenjangan/ketidakseimbangan pada penerapan efisiensi energi bangunan gedung perkantoran.

Adanya permasalahan tersebut menjadi tujuan penelitian ini agar mendapatkan nilai yang efisien fasade/selubung bangunan perkantoran dengan mengetahui jenis kaca yang digunakan agar tidak ada kesenjangan antar peraturan sehingga dapat diterapkan diseluruh Indonesia sesuai SNI tahun 2011. Namun, upaya penyalarsan tersebut dengan menyamakan Kebijakan Pemerintah dalam SNI 2011 akan menimbulkan biaya yang cukup besar untuk efisiensi energi melalui fasad bangunan ini. Penelitian ini juga akan menghitung nilai biaya yang akan dikeluarkan dari efisiensi energi melalui fasade bangunan tersebut dengan metode *Life Cycle Cost* terhadap jenis-jenis fasade kaca bangunan. Karena analisis LCC diperlukan untuk mengetahui alternatif terbaik manakah yang akan dipilih dari investasi atau alternatif yang memiliki biaya kepemilikan terendah dalam jangka waktu tertentu (Utomo, 2011).

### **3.2.2 Studi Literatur**

Studi literatur untuk memahami mengenai beberapa permasalahan yang dihadapi pada tesis ini. Permasalahan-permasalahan tersebut antara lain, faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi energi terhadap fasade gedung perkantoran, faktor-faktor penggunaan material terhadap konsumsi energi serta faktor biaya terhadap penerapan efisiensi energi pada fasade gedung perkantoran. Studi literatur diperoleh dari jurnal-jurnal terkait, buku ajar dan juga Regulasi Pemerintah terkini terkait penetapan efisiensi energi pada gas rumah kaca.

### **3.2.3 Pengumpulan Data**

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari penelitian sebelumnya dan juga berasal dari pihak terkait. Data-data yang diperoleh antara lain:

1. Data material kaca fasade

Data material kaca fasade yang digunakan dalam penelitian ini di peroleh dari salah satu produsen perusahaan kaca terbesar di Indonesia yaitu PT. Asahimas Flat Glass, Tbk. Data-data tersebut digunakan untuk mengetahui jenis-jenis

material kaca fasade yang digunakan pada bangunan perkantoran. Berikut data material kaca yang didapatkan dari salah satu buku AGC Architectural Glass dapat dilihat pada Lampiran 3.2.3.A sampai Lampiran 3.2.3.F Karakteristik Kaca.

2. Parameter analisis yang digunakan sebagai bahan analisis efisiensi energi melalui fasade gedung perkantoran ini antara lain :

- Lokasi : Surabaya
- Dimensi Bangunan : Panjang 40m , Lebar 40m
- Tinggi Per lantai : 4,5 meter
- Total lantai bangunan: 22 lantai
- Luas Bangunan : 1600 m<sup>2</sup>
- Area yang dikondisikan : 1344 m<sup>2</sup>
- Kondisi udara luar di Surabaya, *Dry Bulb Temperature* (DBT) : 34°C
- Relatif Kelembaban, *Relative Humidity* (RH) : 76 %
- Kondisi udara dalam bangunan (disain) DBT : 25°C dan RH : 60 %
- Beban penghuni : 10 m<sup>2</sup>/org
- Aktifitas kerja/jam : 8 AM - 6 PM = 10 jam/hari
- Aktifitas kerja/minggu : Monday – Friday = 5 hari/minggu
- Sensible heat gain : 73 W/org
- Latent heat gain : 59 W/org
- Power elektrikal pada pencahayaan : 12 W/m<sup>2</sup>
- Power pada peralatan elektrikal (*plug load*) : 10 W/m<sup>2</sup>
- Power pada elevator : 130 W

3. Data biaya material fasade

Data biaya material ini terkait dengan material fasade yang akan digunakan dalam penelitian ini. Data yang dibutuhkan meliputi:

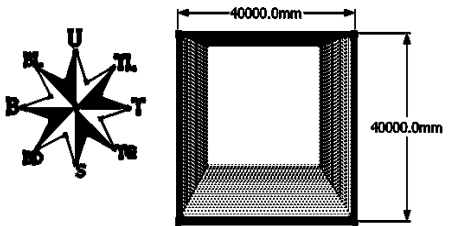
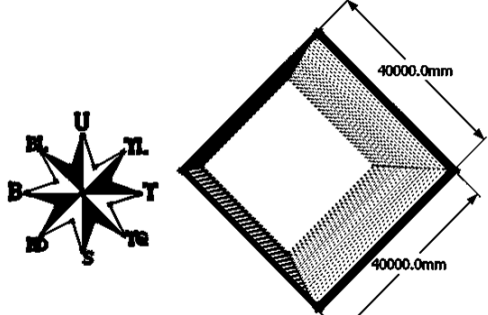
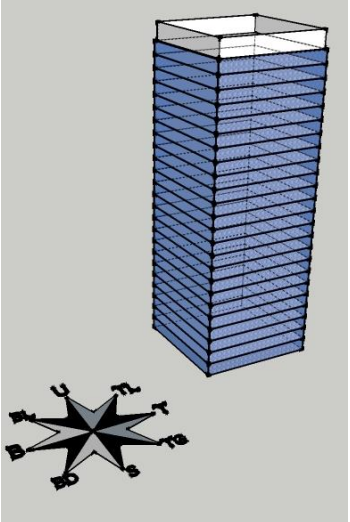
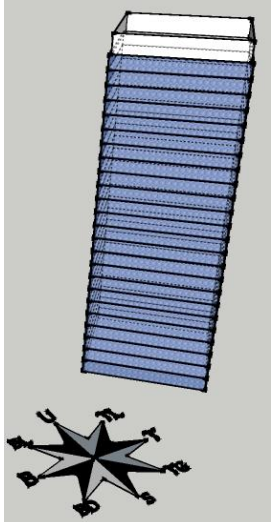
- *Initial cost*
- *Replacement Cost*
- *Maintenance*, Operasional
- *Salvage Value*

Data-data biaya tersebut diperoleh dari PT. Maruni Daya Sakti sebagai distributor resmi dari Asahimas Flat Glass untuk material kaca fasade gedung

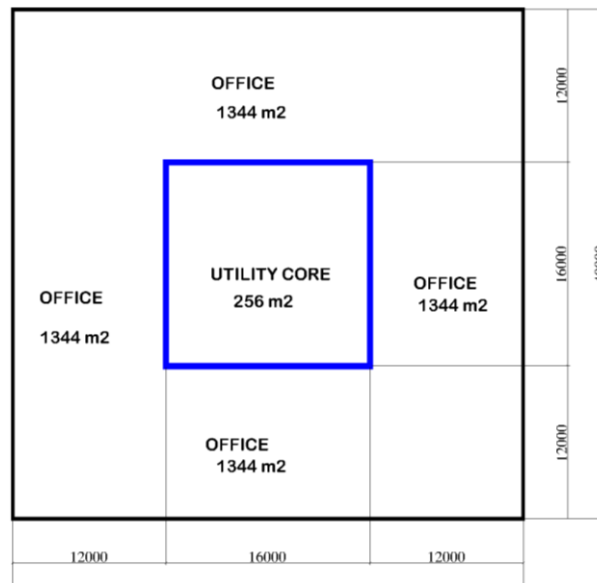
perkantoran. Data tersebut digunakan untuk menganalisis biaya yang timbul terhadap efisiensi energi pada fasade bangunan.

### 3.2.4 Simulasi Gedung Perkantoran

Simulasi bentuk bangunan *regular form* dengan perbedaan orientasi. Simulasi bentuk bangunan ini terbentuk dari persegi dengan panjang dan lebar gedung sama. Pada perbedaan simulasi ini untuk mendapatkan alternatif disain dilakukan pada prosentase jenis kaca fasade beserta macam-macam jenisnya dan orientasi yang berbeda. Simulasi orientasi dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini :

Alternatif ke- 1	Alternatif ke-2
Orientasi Barat, Timur, Selatan, Utara	Orientasi Barat daya, Barat laut, Tenggara, Timur laut
	
	

Gambar 3. 2 Simulasi Orientasi Bentuk Bangunan



Gambar 3. 3 Layout Gedung Perkantoran

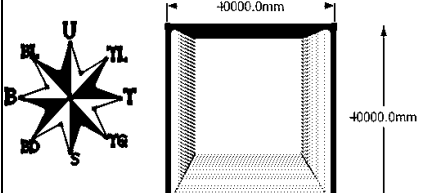
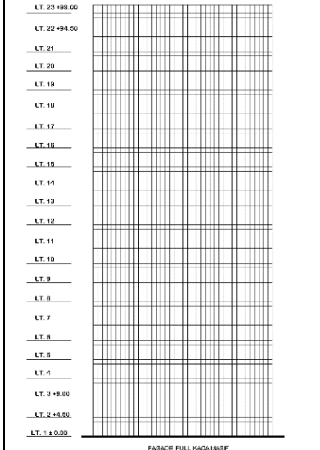
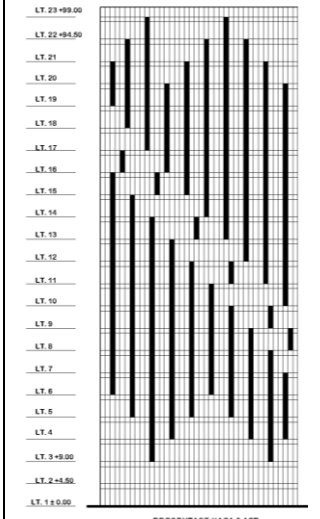
### Simulasi Bentuk Bangunan Perkantoran:

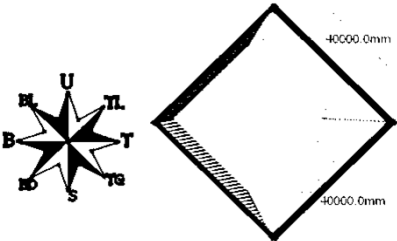
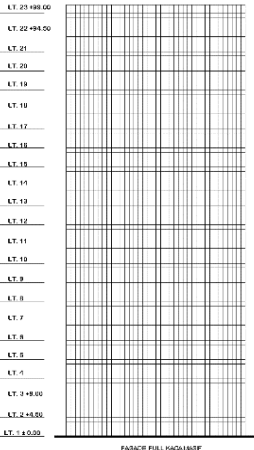
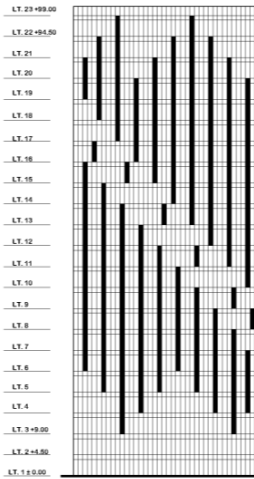
- Bentuk Bangunan : Bentuk persegi (*square*)
- Orientasi bangunan : Barat, Timur, Utara, Selatan (alternatif 1),  
Barat daya, Tenggara, Barat laut, Timur laut (alternatif 2)
- Dimensi Bangunan : Panjang 40 m , Lebar 40 m
- Tinggi Per lantai : 4,5 meter
- Total lantai bangunan : 22 lantai
- Luas Bangunan : 1600 m<sup>2</sup>
- Keliling Bangunan : 160 m<sup>1</sup>
- Area yang dikondisikan : 1344 m<sup>2</sup>

OTTV dengan selubung bangunan yang hitam (gelap), sedangkan bentuk bangunan jajaran genjang dengan orientasi Utara-Selatan adalah kombinasi terbaik bangunan penghemat energi (Loekita & Priatman, 2011). Oleh karena itu simulasi *regular form* pada gedung perkantoran tersebut diambil dengan orientasi gedung menghadap pada arah barat dan barat daya. Pengambilan orientasi tersebut untuk mengetahui jenis material kaca yang efektif dan efisien orientasi bangunan diambil pada solar faktor yang sangat ekstrim yaitu arah barat dan barat daya.

Sebagai analisis efisiensi energi berikut simulasi fasade bangunan yang akan digunakan, sebagai berikut ;

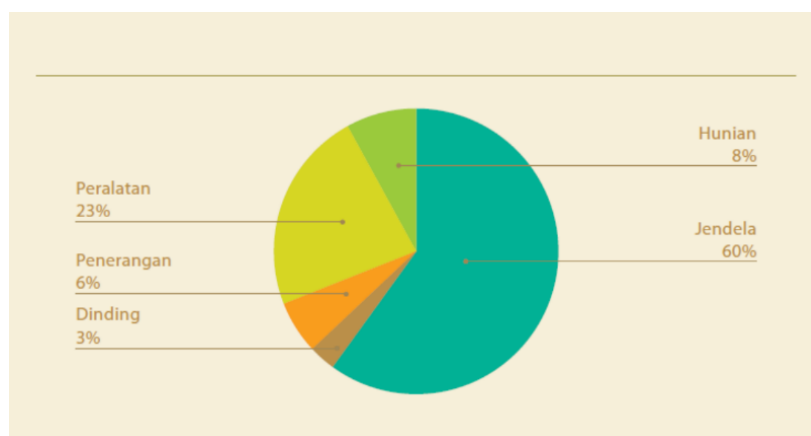
Tabel 3. 1 Simulasi Fasade Kaca Gedung Perkantoran

NO	Kriteria/Alternatif	Simulasi fasade kaca	
1	<p>Orientasi bangunan menghadap Barat, Timur, Selatan, Utara</p> 	<p>100% fasade kaca</p> 	<p>Fasade menggunakan kaca pada seluruh selubung bangunan (100% kaca), alumunium profil dan spandrel dengan material kalsiboard 6 mm.</p>
		<p>65% fasade kaca kombinasi ACP</p> 	<p>Fasade menggunakan kaca (65% glass) kombinasi ACP (35%) beserta kalsiboard 9 mm, alumunium profil dan spandrel ( kalsiboard 6 mm). Kombinasi ini digunakan di semua arah</p>

NO	Kriteria/Alternatif	Simulasi fasade kaca	
2	<p data-bbox="392 327 756 517">Orientasi bangunan menghadap Barat daya, Tenggara, Barat laut, Timur laut</p> 	<p data-bbox="847 327 1082 360">100% fasade kaca</p> 	<p data-bbox="1142 327 1326 1070">Fasade menggunakan kaca pada seluruh selubung bangunan (100% glass), alumunium profil dan spandrel dengan material kalsiboard 6 mm.</p>
		<p data-bbox="855 1104 1074 1167">65% fasade kaca kombinasi ACP</p>	<p data-bbox="1142 1104 1353 1955">Fasade menggunakan kaca (65% kaca) kombinasi ACP (35%) serta kalsiboard 9 mm, alumunium profil dan spandrel ( kalsiboard 6 mm). Kombinasi ini digunakan di semua arah</p>
			

Tabel 3.1 diatas adalah bentuk simulasi yang akan digunakan pada setiap alternatif sebagai perbandingan hasil analisis pada fasade gedung perkantoran. Pada penelitian ini pada setiap alternatif orientasi digunakan simulasi prosentase fasade kaca yaitu simulasi A digunakan prosentase fasade kaca 100% atau seluruh selubung bangunan menggunakan kaca. prosentase ini diambil karena mayoritas desain fasade gedung perkantoran menggunakan kaca sebagai kulit bangunan. Kemudian simulasi B digunakan prosentase fasade kaca 65%, prosentase ini diambil sebagai sebagai perbandingan prosentase terendah dari prosentase tipikal fasade kaca gedung perkantoran pada umumnya yang nantinya akan berpengaruh terhadap kenyamanan dan psikologis penghuni dalam gedung perkantoran.

Pada umumnya, mayoritas bangunan perkantoran menggunakan kaca sebagai kulit bangunan. Alasan utama bagi arsitek dan pemilik bangunan untuk merancang bangunan dengan dinding tirai kaca adalah daya tarik komersial. Jendela kaca yang luas menampilkan pemandangan di sekitar bangunan yang dapat meningkatkan nilai bangunan. (Peraturan, 2012). Pemakaian bidang kaca sebagai bagian dari fasade (selubung bangunan) merupakan elemen kontrol lingkungan, yang memodifikasi lingkungan luar menjadi lingkungan dalam bangunan untuk kenyamanan penghuni. (Juniwati, 2005). Oleh karena itu, banyak disain gedung perkantoran (bangunan tinggi) banyak yang menggunakan kaca sebagai fasade bangunan untuk kenyamanan dan produktivitas kerja bagi para penghuninya.



Gambar 3. 4 Studi tipikal bangunan perkantoran di Jakarta  
Sumber : Pemerintah DKI, 2012

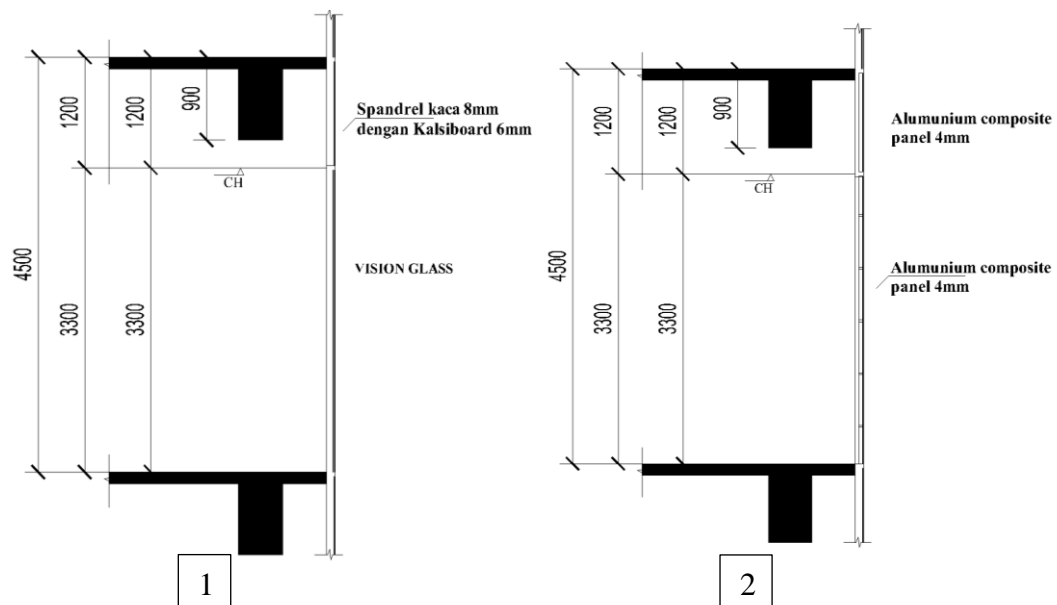
Pada gambar 3.4 merupakan studi tipikal gedung perkantoran di Jakarta yang menunjukkan bahwa energi yang terbanyak didapatkan adalah pada area



jendela/kaca bangunan. (Pemerintah DKI, 2012). Jendela/kaca menjadi kontribusi yang terbesar dalam efisiensi energi pada bangunan perkantoran.

Dari hasil penelitian dan pustaka tersebut penelitian ini menggunakan 2 simulasi pada masing-masing alternatif yaitu simulasi dengan menggunakan kaca full pada seluruh selubung bangunan fasade dan simulasi dengan menggunakan prosentase fasade kaca 65% kombinasi dengan Alumunium Composite Panel (ACP). Simulasi menggunakan kaca full di seluruh selubung bangunan dilakukan untuk mengetahui jenis kaca apa yang paling efisien terhadap energi. Kemudian untuk simulasi pada prosentase fasade kaca 65% diambil menjadi prosentase kaca yang terendah berdasarkan studi pada tipikal perkantoran di Jakarta yang menunjukkan bahwa 60% penggunaan jendela/kaca pada selubung bangunan.

Umumnya mayoritas gedung perkantoran dirancang dengan dinding kaca yang luas untuk memberikan nilai tambah pada komersial. Sehingga tujuannya adalah dapat dilakukan dan diterapkan jenis kaca yang akan digunakan pada gedung perkantoran secara efisien di seluruh Indonesia.



Gambar 3. 5 Potongan fasade kaca (1) dan kombinasi ACP (2)

Gambar 3.4 diatas merupakan gambar potongan detail simulasi yang akan digunakan pada penelitian ini. Pada potongan pertama (1) menggunakan fasade kaca pada area vision (pandangan ke luar) dengan tinggi 3,3 meter dan spandrel kaca *single* 8 mm dengan dilapisi kalsiboard 6 mm pada sisi dalamnya. Sedangkan untuk kombinasi dengan ACP pada potongan kedua (2) menggunakan ACP

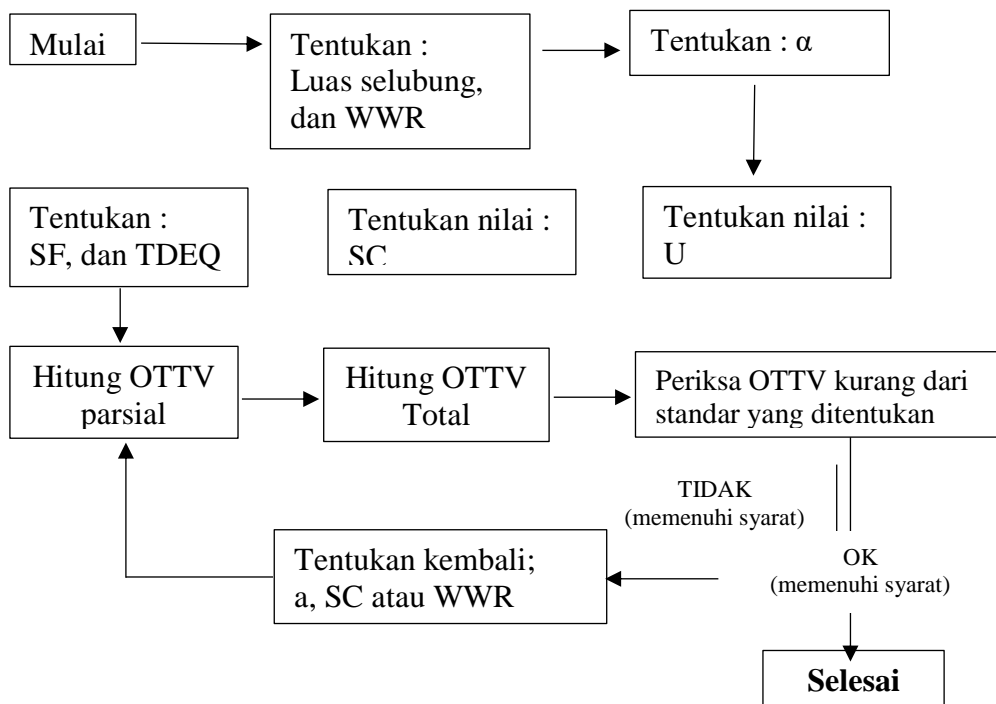
(*aluminium composite panel*) tebal 4 mm dari elevasi *floor to floor* 4,5 meter, kombinasi ACP ini digunakan prosentase 65% dan 70% pada fasade bangunan.

### 3.2.5 Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data ini didapat setelah diketahui dari pengumpulan data sebelumnya. Pengolahan data terhadap simulasi bentuk bangunan perkantoran, jenis material fasade yang digunakan dan disesuaikan dengan kondisi iklim setempat, pengolahan ini bertujuan untuk efektifitas fasade terhadap lingkungan luar bangunan dengan melakukan analisis *OTTV* dan *CLTD* sesuai dengan SNI 2011. Pengolahan data yang dilakukan sebagai berikut :

a) Analisis efisiensi energi terhadap fasade

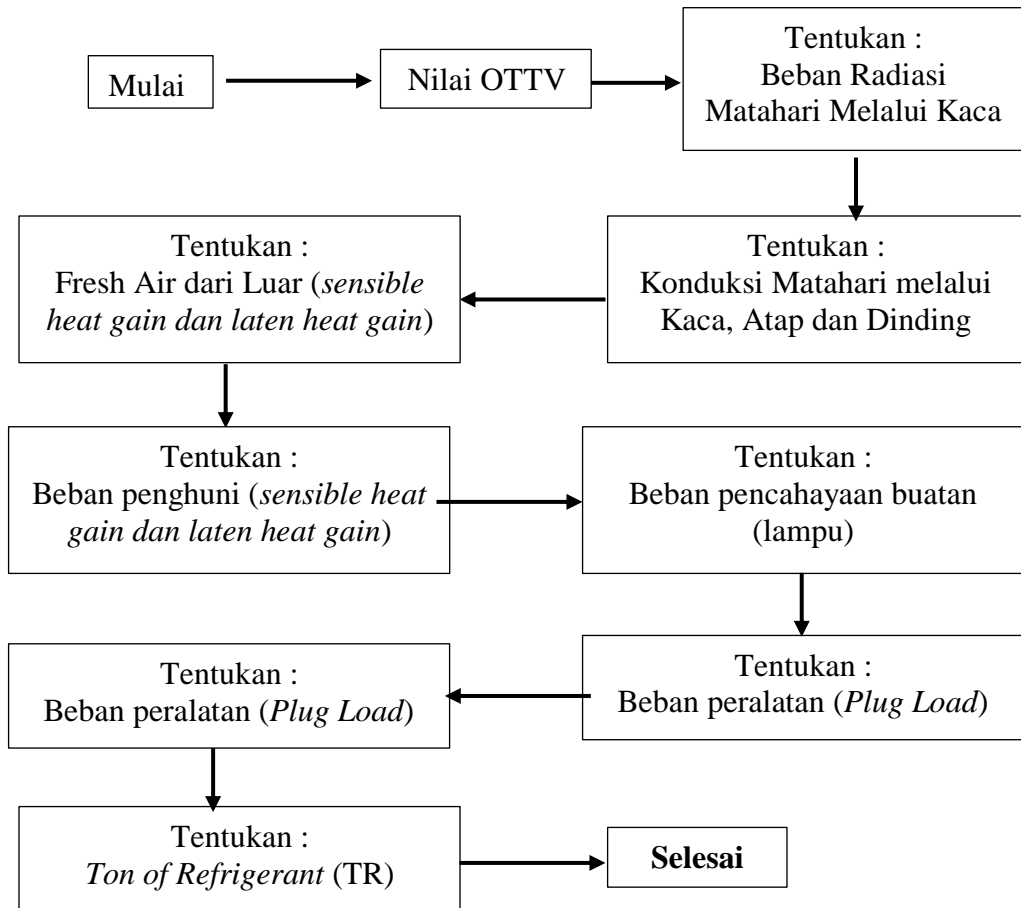
Pada analisis ini tahapan untuk mengetahui seberapa besar energi yang di terima pada beberapa material yang sudah dipilih. Metode analisis ini sesuai dengan ketentuan regulasi Pemerintah Indonesia yang tertuang dalam SNI 2011 terkait selubung bangunan yang disyaratkan maksimum 35w/m<sup>2</sup>. analisis dilakukan supaya mengetahui jenis-jenis material apa saja yang mendapatkan nilai efisiensi sesuai dengan SNI. Perhitungan persamaan dapat dilihat pada Sub-Bab 2.2.1.1. Diagram alur perhitngan OTTV dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3. 6 Diagram alur perhitngan OTTV

b) Analisis Beban Pendinginan

Analisis ini dilakukan pengaruh dari analisis efisiensi energi fasade sehingga nantinya diketahui beban pendingin dengan efisiensi energi fasade yang berkesinambungan. Perhitungan persamaan dapat dilihat pada Sub-Bab 2.2.1.2. Diagram alur perhitngan *cooling load* melalui fasade dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3. 5 Diagram alur perhitungan beban pendinginan

Pada penelitian ini dilakukan hanya sampai pada analisis kebutuhan beban pendinginan yang dipengaruhi oleh selubung bangunan. Analisis energi pencahayaan tidak dilakukan karena peningkatan perolehan cahaya alami justru mendorong peningkatan penerimaan panas yang selanjutnya juga meningkatkan kebutuhan energi pendinginan. Lonjakan kebutuhan energi ini jauh lebih besar dibanding dengan kebutuhan energi pencahayaan. Penerimaan radiasi yang besar melalui kaca merupakan faktor penting yang mempengaruhi kondisi tersebut.

(Juniwati, 2005). Setelah dilakukan pengolahan data, diketahui beberapa alternatif disain jenis material fasade yang sesuai efisiensi energi yang kemudian dilakukan analisis *life cycle cost*.

### 3.2.6 Analisa Data

Tahapan analisa data digunakan untuk menganalisis biaya nilai efisiensi energi terhadap fasade dari beberapa alternatif. Tahapan ini merupakan lanjutan dari pengolahan data yang lebih spesifik pada penelitian ini. Analisis ini menggunakan metode *Life Cycle Cost*.

#### 3.2.6.1 Umur ekonomis

Pada analisis ini untuk mengetahui biaya yang diketahui dari beberapa alternatif disain efisiensi energi fasade kemudian dianalisis sampai pada umur fasade bangunan perkantoran yakni 45 tahun. Umur 45 tahun ini diambil berdasarkan umur ekonomis gedung perkantoran sesuai pada buku ajar *value management* Utomo. C., (2011). Dapat dilihat dari tabel jenis bangunan dan usia ekonomisnya.

Tabel 3. 2 Usia Ekonomis Berdasarkan Jenis Bangunan

No.	Jenis Bangunan	Usia Ekonomis
1	Apartemen/flat	40 tahun
2	Bangunan bank	50 tahun
3	Rumah tinggal	45 tahun
4	Pabrik	45 tahun
5	Bangunan pertanian	25 tahun
6	Garasi/gedung parkir	45 tahun
7	Hotel	40 tahun
8	Bengkel	45 tahun
9	Perkantoran	45 tahun
10	Pertokoan	50 tahun
11	Teater	40 tahun
12	Pergudangan	60 tahun
13	Perbaikan tanah pekerjaan halaman (trotoar, pertamanan)	20 tahun
14	Perlengkapan/peralatan (hotel perusahaan pembersihan, dll)	10 tahun

Sumber : Utomo, 2011

### 3.2.6.2 *Discount Rate (Tingkat Diskonto)*

Nilai discount rate sangat mempengaruhi terhadap hasil biaya *life cycle*. Penjelasan tingkat diskonto seperti dijelaskan pada Sub-Bab 2.3.1. tingkat nilai diskonto yang tinggi mengakibatkan biaya di masa depan menjadi lebih rendah.

Pada penelitian ini digunakan nilai discount rate 11%, angka ini diambil dengan melihat nilai investasi pada kasus penelitian ini cukup besar. Sehingga dimungkinkan adanya dana investasi berasal dari pihak lain (Bank atau lembaga keuangan lainnya) serta melihat lamanya umur ekonomis bangunan perkantoran yakni 45 tahun. Dengan demikian diharapkan pengaruh biaya pada masa depan menjadi lebih rendah.

### 3.2.6.3 *Inflasi Rate (Tingkat kenaikan)*

Tingkat inflasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan data inflasi badan statistik di Surabaya dari tahun 2010 sampai 2018. Pada penelitian akan di ambil nilai rata-rata tingkat inflasi dari 8 tahun terakhir, dapat dilihat pada Gambar 2.1. Tingkat inflasi 8tahun terakhir di Surabaya dapat dilihat pada Tabel 3.3 dibawah ini:

Tabel 3. 3 Tingkat inflasi di Surabaya

<b>TAHUN</b>	<b>Infalsi (%)</b>
2010	7.33
2011	4.72
2012	4.39
2013	7.52
2014	7.90
2015	3.43
2016	3.22
2017	4.37
2018	3.03
<b>Rata-rata</b>	<b>5.10</b>

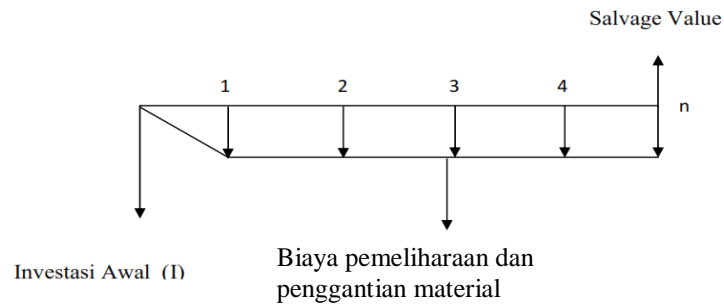
Sumber : Badan Pusat Statistik di Surabaya (2018)

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik di Surabaya dapat dilihat dari Tabel 3.3. data inflasi di Surabaya dari tahun 2010 hingga 2018 diambil rata-rata yakni 5.10%. Sehingga pada penelitian ini nilai inflasi diambil 6% per tahun.

**3.2.6.4 Life Cycle Cost**

Pada analisis life cycle cost digunakan pendekatan ekonomi *Present Worth* (PW). Komponen utama pada life cycle cost ialah *initial cost* (biaya investasi awal) dan *annual cost* (biaya tahunan), biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan, perawatan (*maintenance*) dan operasional sistem maupun energi (listrik).

Diagram analisis metode *Life Cycle Cost* dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3. 7 Diagram *Life Cycle Cost*  
Sumber: Utomo, 2011

Diagram *Life Cycle Cost* diatas sebagai awal perhitungan pada analisis LCC kemudian dilanjutkan dengan menghitung *life cycle cost* dengan rumus :

$$LCC = I + \sum PV (Maintenance Cost) + \sum PV (Replacement Cost) - \sum PV (Salvage Value)..... 18$$

Dimana :

LCC = *Life Cyce Cost*

I = Investasi awal

$\sum PV$  = Seluruh biaya pemeliharaan dan penggantian spare part

PV (*Salvage Value*) = *Present value* dari nilai sisa (jika ada).

$\sum PV$  (maintenance cost) = *Present Value* tahun ke 0 dari seluruh biaya pemeliharaan dan penggantian material,

$\sum PV$  =  $\sum [(P/A, i, n) \times \text{biaya suku cadang tahunan}] + [(P/A, i, n) \times \text{biaya perbaikan tahunan}]$

(P/A, i, n) = Faktor untuk mencari nilai *present* dari nilai *annual value*  
= rumus dapat dilihat pada Rumus 8.

Sedangkan :

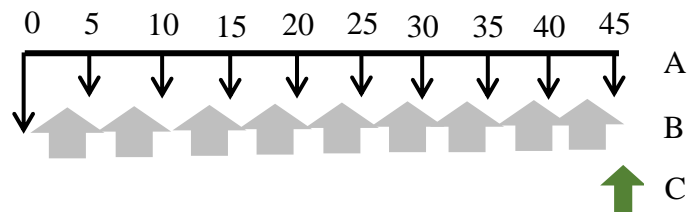
$$PV = (P/F, i, n) \times \text{Salvage Value}$$

$(P/F, i, n)$  = Faktor untuk mencari nilai present dari nilai future value

= *Present value* dari nilai sisa, Rumus dapat dilihat pada Rumus 6

$$\text{Salvage Value} = (\text{Harga Perolehan} - \text{Nilai sisa}) / \text{Umur Ekonomis}$$

Pada penelitian ini komponen LCC yang digunakan meliputi *Initial Cost*, *Operational Cost*, *Maintenance Cost*, *Replacement Cost* dan *Salvage Value*. Analisis *life cycle cost* yang pertama dilakukan pada jenis fasade yang sudah disimulasikan dan diambil nilai OTTV yang terbaik kemudian dihitung komponen yang ada dengan masa investasi umur bangunan perkantoran hingga 45 tahun. Analisis LCC tersebut dapat di simulasikan sebagai berikut :



Gambar 3. 8 *Cashflow* komponen LCC OTTV pada jenis fasade

Keterangan :

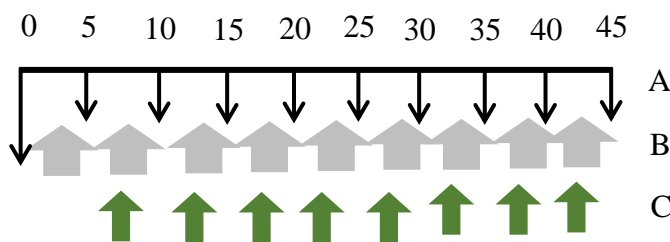
A : Initial Cost

B : Operational Cost, Maintenance Cost / tahun

C : Replacement Cost (selama masa investasi)

Gambar 3.7 menunjukkan model *cashflow* komponen pada hasil OTTV terhadap jenis kaca fasade. Selama rentang waktu 45 tahun diambil dari nilai ekonomis bangunan perkantoran. Pada tahun ke 0 itu adalah waktu sekarang awal pembiayaan (*initial cost*) itu berlangsung diambil pada tahun 2019, Lalu *Operational Cost* dan *Maintenance Cost* terjadi setiap tahun selama umur ekonomis bangunan. Sedangkan *Replacement Cost* terjadi pada akhir masa rencana investasi. Penggantian biaya ini diambil dari wawancara dari PT. Maruni Daya Sakti. Biaya penggantian pada kaca sangat jarang terjadi kecuali akibat kejadian dari luar seperti; benturan, penurunan struktur, huru hara maupun bencana alam. Sehingga dalam pergantian kaca tersebut tidak dihitung (nol). Sedangkan nilai sisa pada kaca sendiri adalah 0 (tidak dapat dijual kembali)

Analisis selanjutnya dilakukan pada analisis *life cycle cost* terhadap pengaruh jenis fasade pada gedung perkantoran yaitu beban pendinginan (*cooling load*). Hasil beban pendinginan diambil dari beberapa alternatif yang sudah dihitung berdasarkan SNI dan nilai OTTV yang terbaik kemudian dilakukan analisis komponen yang ada pada *cooling load* sesuai masa investasi yang sudah ditentukan (45 tahun). Sistem pendinginan yang akan digunakan pada analisis ini menggunakan type VRV merek Daikin.



Gambar 3. 9 *Cashflow* komponen pada beban pendinginan

Keterangan :

A : Initial Cost

B : Operational Cost, Maintenance Cost /tahun

C : Replacement Cost /7 tahun

Pada gambar 3.8 menunjukkan model *cashflow* komponen pada beban pendinginan. Umur bangunan sama seperti pada gambar 3.6 yaitu 30 tahun dan tahun ke 0 diambil pada tahun 2019 sebagai awal pembiayaan. Lalu *Operational Cost dan Maintenance Cost* terjadi setiap tahun selama umur ekonomis bangunan. Sedangkan *Replacement Cost* terjadi setiap periodik 7 tahun, biaya penggantian berdasarkan wawancara *engineer* Daikin terjadi pada pergantian *sparepart* Outdoor maupun Indoor unit AC tersebut. Sedangkan nilai sisa (*Salvage Value*) pada AC sampai pada umur bangunan atau akhir pemakaian penggunaan AC tersebut. Sehingga sisa material AC hanya menjadi material bekas (rongsokan) atau bias disebut *junk value*.

Setelah diketahui komponen dari hasil OTTV fasade dan *cooling load* ditentukan dengan menggunakan metode nilai sekarang (*Present Worth Method*) dan persamaan 16 dan 17. Berikutnya dijadikan satu dan ditampilkan dalam sebuah tabel dari beberapa alternatif terbaik (paling efisien) baik energi maupun biaya yang



sudah hitung sebelumnya hingga rencana masa investasi bangunan. Analisis *life cycle cost* pada penelitian ini mengacu pada tabel Kirk (1995) dalam buku (Utomo, 2011). Banyaknya alternatif dan lamanya masa investasi yang direncanakan menjadi alasan pada penelitian ini menggunakan metode tabel Kirk (1995) agar lebih sederhana dan mudah dipahami. Seperti digambarkan pada Tabel 3.4 dibawah ini.

Tabel 3. 4 Form Analisis *life cycle cost* dari beberapa alternatif

Study title :				Alternatif 1			Alternatif 2	
Discount rate :								
Life Cycle (Year)		Start Life cycle year : 2019		Volume	Satuan	Cost	Estimatel Cost	Present Worth
1	Initial Cost							
Total Initial Cost								
Deviasi:								
2	Replacement Cost (Single Expenditures)	Year	Inflation rate	PWFactor	Volume	Cost	Estimatel Cost	Present Worth
Total Replacement Cost								
3	Annual Cost	Inflation rate	PWF factor	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth
Total Annual Cost								
Total Life Cycle Cost (Present Worth)								
Deviasi Life Cycle Cost (PW)								

Sumber : Kirk, 1995, data diperoleh dari Utomo, 2011

Tabel 3.4 diatas menggambarkan hasil *Life Cycle Cost* dari beberapa alternatif disain sampai masa investasi. Pada analisis *Life Cycle Cost* diambil nilai NPV yang terbaik yaitu nilai NPV yang paling positif atau apabila tidak terjadi nilai NPV yang positif maka diambil nilai NPV negatif yang paling rendah diantara beberapa alternatif disain tersebut.

### 3.2.7 Hasil dan Pembahasan

Tahap ini dilakukan analisis efisiensi energi melalui fasade gedung perkantoran hingga analisis *life cycle cost* kemudian hasil dari analisis tersebut

disampaikan dalam bentuk table dan grafik. Selanjutnya dilakukan pembahasan terhadap hasil analisis hingga kesimpulan. Pembahasan hasil analisis tersebut disampaikan dalam bentuk tabel diambil dari alternatif yang paling efisien. Selanjutnya dimasukkan dalam tabel sehingga diketahui perbandingan maupun pernyataan dari hasil analisis yang sudah dilakukan. Seperti digambarkan pada Tabel 3.5 dibawah ini:

Tabel 3. 5 Hasil analisis efisiensi energi melalui fasade gedung perkantoran

No.	Jenis Fasade Kaca	Hasil Analisis (Alternatif ke-...)			
		OTTV	Cooling Load	EEI (%)	Life Cycle Cost
1.	.....	.....	.....	.....	.....
2.	.....	.....	.....	.....	.....
3.	.....	.....	.....	.....	.....
4.	.....	.....	.....	.....	.....
....	.....	.....	.....	.....	.....
...	.....	.....	.....	.....	.....
...	.....	.....	.....	.....	.....

Pada Tabel 3.5 diatas merupakan tabel hasil perolehan analisis yang dilakukan pada penelitian ini. Nantinya akan dapat dilihat menjadi suatu perbandingan mulai dari analisis perolehan panas (OTTV) hingga analisis *life cycle cost*. Dari tabel diatas diharapkan dapat memberikan kesimpulan pada penelitian ini.

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas hasil dan pembahasan analisis efisiensi energi melalui fasade kaca dengan simulasi *regular form* dan *life cycle cost* pada efisiensi energi melalui fasade gedung perkantoran.

#### **4.1 Analisis OTTV Fasade Kaca Gedung Perkantoran**

Berdasarkan dengan persamaan 1 dan 2 dalam Sub-Bab 2.2.1.1 dan Sub-Bab 2.2.1.2 sesuai SNI nomor 6389 dan 6390 tahun 2011. Perhitungan analisis berdasarkan parameter-parameter pada Sub-Bab 3.2.2 dan Sub-Bab 3.2.3. Untuk kemudahan analisis, perhitungan akan dibuat tabel berdasarkan standard form GBCI dengan standar SNI dan ASHRAE. Dalam Bab ini hanya akan menjelaskan hasil dari perhitungan analisis yang ada dalam Lampiran 4.1 sampai dengan selesai.

##### **4.1.1 Analisis Perolehan Panas Fasade Kaca**

Berdasarkan batasan masalah pada tesis ini perhitungan OTTV pada fasade kaca gedung perkantoran menggunakan kaca produk Asahimas (AGC), sedangkan untuk prosentase fasade digunakan material *Aluminium Composite Panel* (ACP) tebal 4 mm, kalsiboard 9 mm dan rangka hollow aluminium. Perhitungan OTTV menggunakan persamaan 2.2.1.1. Batasan syarat OTTV pada penelitian ini sesuai SNI yaitu 35 W/m<sup>2</sup> dan akan dijadikan sebagai *baseline*.

Pada analisis ini ada dua (2) simulasi yaitu orientasi bangunan menghadap barat, timur, utara, selatan dan orientasi bangunan menghadap barat daya, tenggara, barat laut, timur laut. Masing-masing simulasi menggunakan prosentase kaca yang berbeda yaitu full kaca (100%) area penglihatan ke luar (*vision glass*) dan fasade kaca 65% kombinasi dengan ACP (35%). Tabel simulasi dapat dilihat pada Sub-Bab 3.2.4.

Perhitungan awal simulasi gedung perkantoran ini dilakukan pada perhitungan perolehan panas pada atap (*RTTV*), diketahui sebelumnya pada Sub-Bab 2.2.1.1 dijelaskan bahwa atap pada penelitian ini menggunakan beton tanpa menggunakan *skylight* dengan menggunakan Persamaan 2, sehingga perhitungan RTTV dapat dilihat pada Lampiran 4.1.1 dan hasil analisis RTTV (*Roof Thermal*

*Transfer Value*) yang didapatkan sesuai persamaan pada Sub-Bab 2.2.1.1. Hasil RTTV tanpa *skylight* dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4. 1 Hasil analisis RTTV

$\alpha$ (Ur*TDeK)	Roof Area (m <sup>2</sup> )	Solar Absorption Factor ( $\alpha$ )	Ur (W/m <sup>2</sup> k)	TDeK	RTTV	A x RTTV	SATUAN
<b>Konduksi Panas Melalui Atap</b>	(A)	(B)	(C)	(D)			Watt
Atap beton tanpa skylight	1,600	1.74	0.52	1.20	1.08	1,731.72	
<b>Overall Roof Building (A x RTTV)</b>						1,731.72	
<b>RTTV/m<sup>2</sup> (RTTV/A)</b>						<b>1.082</b>	<b>Watt/m<sup>2</sup></b>

Tabel 4.1 diatas merupakan hasil analisis RTTV pada atap gedung perkantoran simulasi yang digunakan pada penelitian ini. Atap gedung pada semua simulasi menggunakan atap beton tanpa *skylight*. Hasil RTTV adalah 1.082 W/m<sup>2</sup>. Hasil tersebut nantinya akan dijadikan analisis berikutnya yaitu analisis kebutuhan beban pendinginan.

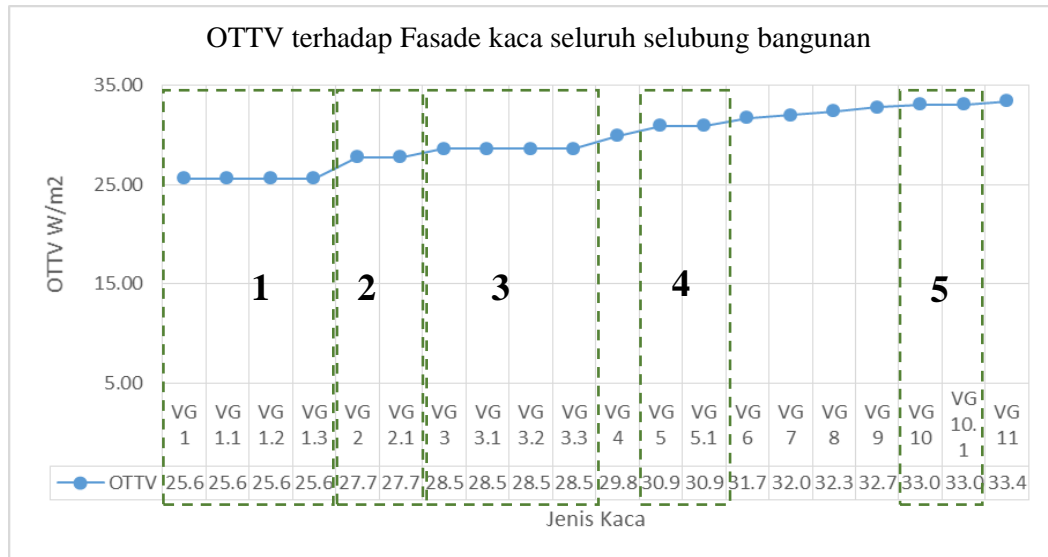
#### 4.1.1.1 Alternatif ke-1 Orientasi Bangunan *Barat, Timur, Utara, Selatan*

Analisis OTTV pada penelitian ini dilakukan pada semua alternative dan masing-masing simulasi prosentase fasade kaca, yang telah dijelaskan pada Sub-Bab 3.2.4. Pertama dilakukan perhitungan pada alternatif ke-1 yaitu orientasi gedung perkantoran menghadap barat, timur, utara, selatan. Perhitungan analisis OTTV menggunakan Persamaan 1 yang dapat dilihat pada Lampiran 4.1.1.1. secara prinsip semua perhitungan OTTV dilakukan dengan cara yang sama, dicari nilai OTTV hingga dibawah SNI yakni 35 W/m<sup>2</sup>. Kemudian dimasukkan harga jenis kaca yang memenuhi syarat sesuai hasil wawancara dari distributor *authorized* Asahimas dan kontraktor fasade. Harga yang didapatkan dalam penelitian berada di Wilayah Surabaya berdasarkan batasan masalah atau topik yang ada dalam penelitian ini. Harga fasade kaca ini tidak dapat menjadi acuan secara luas dan dapat berubah-ubah sesuai lokasi gedung perkantoran.

Hasil analisis OTTV tersebut berdasarkan masing-masing prosentase kaca antara lain sebagai berikut :

a) **Simulasi fasade menggunakan kaca pada seluruh selubung bangunan (simulasi A)**

Hasil perhitungan nilai perolehan panas fasade menggunakan kaca pada seluruh selubung bangunan terutama pada area penglihatan ke luar gedung (*vision glass*) dapat dilihat pada Grafik 4.1.



Grafik 4. 1 Hasil Jenis kaca AGC terhadap nilai OTTV

Pada grafik 4.1 menunjukkan ada beberapa hasil nilai OTTV yang memenuhi syarat dibawah 35 W/m<sup>2</sup>, analisis yang didapatkan diatas ada 11 nilai OTTV yang memenuhi syarat dan ada 20 jenis kaca Asahimas. Semua hasil tersebut didapatkan dengan menggunakan kaca double. Dari hasil tersebut beberapa jenis kaca mendapatkan hasil nilai OTTV yang sama, ada 5 jenis kaca yang sama, yaitu; VG (*vision glass*) 1, VG 2, VG 3, VG 5 dan VG 10. Hasil OTTV dengan jenis kaca dan harga fasade kaca pada simulasi A tersebut dapat dilihat dalam tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4. 2 Jenis Kaca Pada Fasade Menggunakan Kaca Pada Seluruh Selubung Bangunan

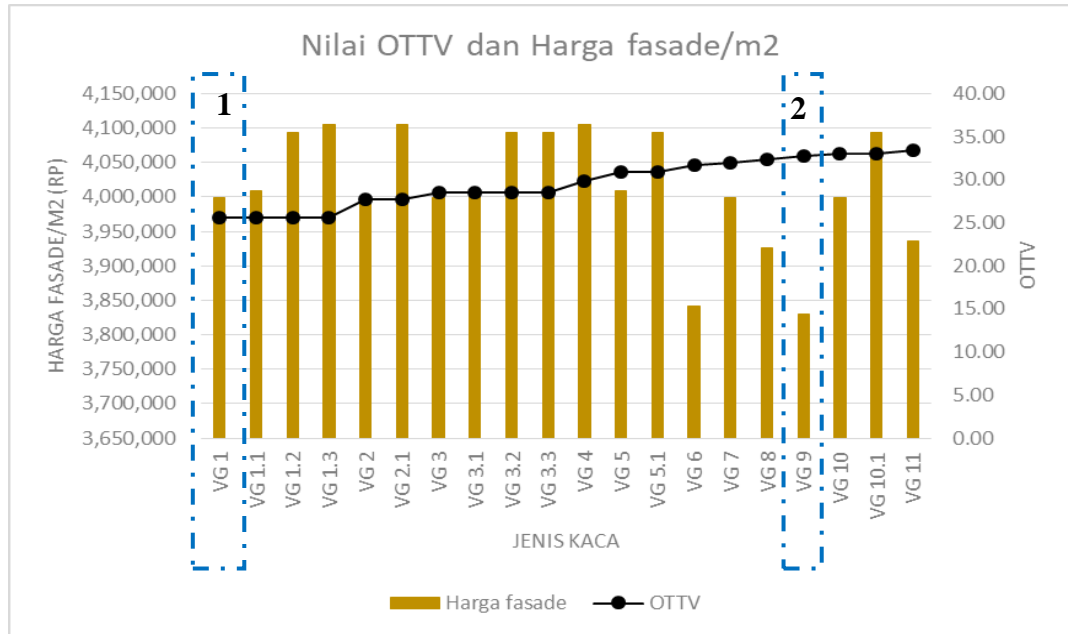
No	KODE	JENIS FASADE KACA AGC	Total harga fasade /m <sup>2</sup> (Rp)	OTTV
1	VG 1	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,005,333	25.60
	VG 1.1	6 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,016,333	25.60

No	KODE	JENIS FASADE KACA AGC	Total harga fasade /m2 (Rp)	OTTV
1	VG 1.2	8 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,100,667</b>	25.60
	VG 1.3	8 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,111,667</b>	25.60
2	VG 2	6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,005,333</b>	<b>27.74</b>
	VG 2.1	8 mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,111,667</b>	27.74
3	VG 3	6 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,005,333</b>	<b>28.58</b>
	VG 3.1	6 mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,016,333</b>	28.58
	VG 3.2	8 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,100,667</b>	28.58
	VG 3.3	8 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,100,667</b>	28.58
4	VG 4	8 mm T-Sunlux CS 520 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,111,667</b>	<b>29.87</b>
5	VG 5	6 mm T-Sunlux CS 520 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,016,333</b>	<b>30.94</b>
	VG 5.1	8 mm T-Sunlux CS 220 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,100,667</b>	<b>30.94</b>
6	VG 6	6 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,847,667</b>	<b>31.70</b>
7	VG 7	6 mm T-Sunlux CS 220 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,005,333</b>	<b>32.01</b>
8	VG 8	8 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,932,000</b>	<b>32.36</b>
9	VG 9	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,836,667</b>	<b>32.77</b>
10	VG 10	6 mm T-Sunlux CS 114 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,005,333</b>	<b>33.07</b>
	VG 10.1	8 mm T-Sunlux CS 114 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,100,667</b>	33.07
11	VG 11	8 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,943,000</b>	<b>33.43</b>

Tabel 4.2. merupakan tabel hasil OTTV beserta harga fasade kaca/m2. Dari hasil tersebut menunjukkan beberapa jenis kaca double yang memenuhi syarat mayoritas kaca menggunakan tipe kaca T-Sunlux dengan sistem double glass yang dapat mereduksi perolehan panas matahari. Perbedaan jenis kaca dan nilai OTTV

dipengaruhi oleh tebal kaca dan kombinasi dengan kaca T- sunlux yang berbeda. Sehingga nilai *shading coefficient* (SC) dan U value kaca double tersebut berbeda.

Berdasarkan tujuan dalam penelitian ini maka hasil OTTV diatas akan diambil jenis kaca dengan nilai yang paling efisien. Nilai yang efisien adalah nilai OTTV minimum dan harga fasade yang minimum.



Grafik 4. 2 OTTV dan Harga fasade/m

Pada grafik 4.2 dapat dilihat perbandingan hasil beberapa nilai *OTTV* dengan harga fasade kaca selalu berbeda sehingga dapat dikatakan nilai *OTTV* rendah tidak menggambarkan harga fasade tinggi ataupun sebaliknya. Hasil grafik diatas akan diambil nilai *OTTV* yang minimum dan jenis kaca fasade dengan harga yang minimum. Pada jenis kaca VG 1, VG 1.2 dan VG 1.3 menunjukkan hasil *OTTV* yang sama yaitu 25.60 W/m<sup>2</sup> namun harga fasade kaca diperoleh berbeda, dari 3 jenis fasade kaca tersebut jenis kaca VG 1 yang mempunyai harga fasade yang rendah yaitu Rp. 4.005.333/m<sup>2</sup>. Selanjutnya dari semua hasil jenis kaca yang diperoleh (20 jenis kaca) harga fasade kaca yang terendah didapatkan pada jenis kaca VG 9 (6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6) yaitu Rp. 3.836.667/m<sup>2</sup>.

Selanjutnya dari hasil 20 jenis kaca dan 11 *OTTV* diatas diambil nilai *OTTV* dan harga fasade kaca/m<sup>2</sup> yang minimum. Hasil nilai minimum tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini :

Tabel 4. 3 Harga Fasade Berdasarkan Jenis Kaca dan Nilai OTTV

Kode	Jenis Fasade Kaca AGC	Total Harga Fasade /M2	OTTV	Selisih OTTV dari 35w/m2	Selisih Harga
VG 1	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,005,333	25.60	26.8%	
VG 2	6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,005,333	27.74	20.7%	
VG 6	6 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	3,847,667	31.70	9.4%	3.9%
VG 9	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	3,836,667	32.77	6.4%	4.2%

Pada Tabel 4.3 diatas merupakan 4 jenis kaca AGC yang diambil berdasarkan nilai OTTV dan harga jenis fasade minimum. Pilihan jenis kaca tersebut diambil dengan nilai yang optimum untuk perbandingan pada analisis berikutnya (analisis *life cycle cost*), agar nantinya dapat diambil sebagai keputusan yang terbaik.

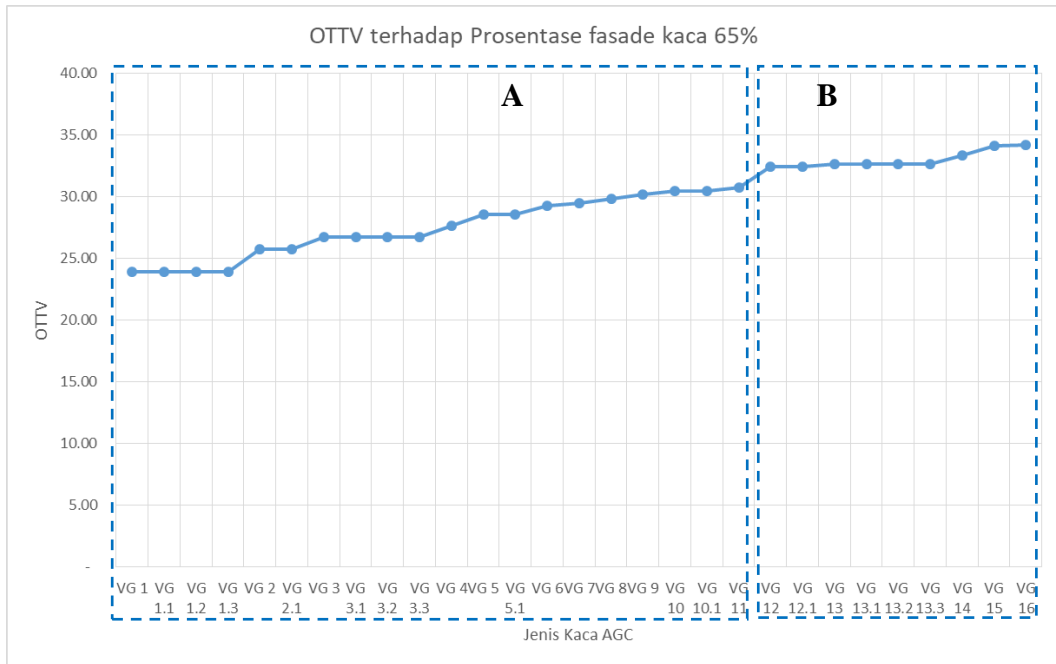
Pada hasil fasade kaca diatas, yang mempunyai nilai OTTV minimum yaitu jenis kaca VG 1 25.60 W/m2 dan VG2 27.74 W/m2 dengan harga fasade masing-masing Rp. 4.005.333/m2. Sedangkan fasade kaca yang mempunyai harga yang minimum yaitu jenis kaca VG 9 sebesar Rp. 3.836.667/ dan m2VG 6 sebesar Rp. 3.847.667/m2. Selisih harga fasade yang paling rendah yaitu mencapai 4.2% yang didapat pada VG 9 (6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6)

#### b) Simulasi Prosentase Fasade Kaca (65%) Kombinasi dengan ACP

Analisis selanjutnya OTTV pada prosentase fasade kaca (65%) kombinasi ACP, gambar fasade gedung perkantoran ini dapat dilihat pada Sub-Bab 3.2.4. dalam Tabel 3.1. Perhitungan analisis ini dapat dilihat pada Lampiran 4.1.1.1. Hasil analisis OTTV prosentase fasade kaca 65% kombinasi ACP dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Grafik 4. 3 Hasil Jenis kaca AGC terhadap nilai OTTV



Grafik 4.3 diatas merupakan hasil nilai OTTV yang memenuhi syarat dibawah 35/m<sup>2</sup> pada simulasi prosentase fasade kaca 65% ada 16 hasil nilai OTTV yang memenuhi persyaratan dengan 29 jenis kaca AGC. Hasil analisis pada simulasi ini mayoritas jenis kaca yang memenuhi syarat sama dengan simulasi A atau fasade kaca pada seluruh selubung bangunan (kode A dalam grafik). Sehingga pada simulasi ini jenis fasade kaca menjadi lebih banyak yang memenuhi syarat (Kode B dalam grafik) ada sekitar 9 jenis kaca lagi yaitu kode VG 12 sampai VG 16, bertambah jenis kaca ini disebabkan oleh penggunaan kaca (*vision glass*) pada bangunan yang berkurang. Sehingga perolehan panas pada fasade menjadi berkurang. Jenis-jenis kaca tersebut dapat dilihat dalam Tabel 4.4.

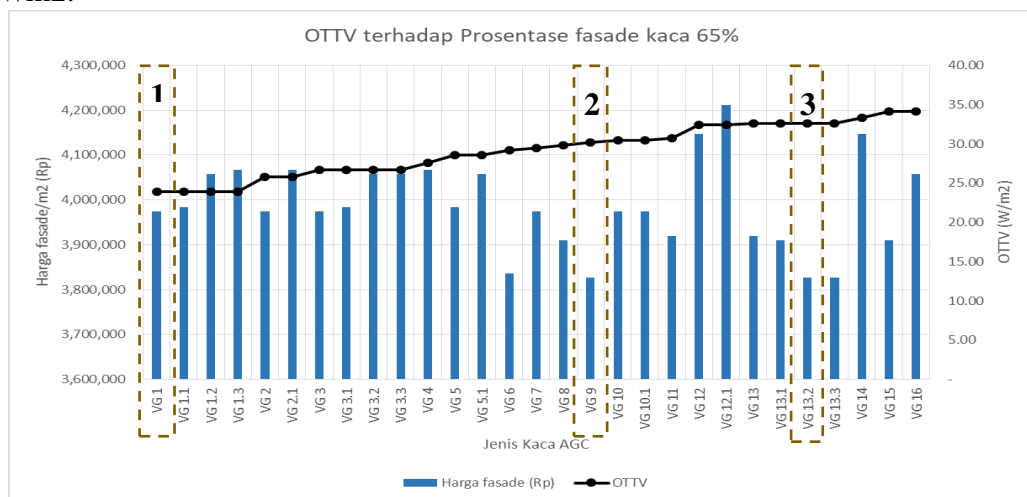
Tabel 4. 4 Hasil OTTV Pada Jenis Prosentase Fasade Kaca 65%.

KODE	JENIS FASADE KACA AGC	Harga Fasade/m2	OTTV
VG 1	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>3,973,687</b>	<b>23.89</b>
VG 1.1	6 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>3,983,308</b>	23.89
VG 1.2	8 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,057,071</b>	23.89

<b>KODE</b>	<b>JENIS FASADE KACA AGC</b>	<b>Harga Fasade/m2</b>	<b>OTTV</b>
VG 1.3	8 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,066,692</b>	23.89
VG 2	6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>3,973,687</b>	<b>25.75</b>
VG 2.1	8 mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,066,692</b>	25.75
VG 3	6 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>3,973,687</b>	<b>26.68</b>
VG 3.1	6 mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>3,983,308</b>	26.68
VG 3.2	8 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,057,071</b>	26.68
VG 3.3	8 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,057,071</b>	26.68
VG 4	8 mm T-Sunlux CS 520 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,066,692</b>	<b>27.62</b>
VG 5	6 mm T-Sunlux CS 520 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>3,983,308</b>	<b>28.55</b>
VG 5.1	8 mm T-Sunlux CS 220 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,057,071</b>	28.55
VG 6	6 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,835,783</b>	<b>29.22</b>
VG 7	6 mm T-Sunlux CS 220 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>3,973,687</b>	<b>29.48</b>
VG 8	8 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,909,545</b>	<b>29.79</b>
VG 9	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,826,162</b>	<b>30.15</b>
VG 10	6 mm T-Sunlux CS 114 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>3,973,687</b>	<b>30.42</b>
VG 10.1	8 mm T-Sunlux CS 114 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,057,071</b>	30.42
VG 11	8 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,919,167</b>	<b>30.73</b>
VG 12	8 mm Stopsol Classic Dark blue #2 + A12 (Argon) + 6 mm Planibel G #3	<b>4,146,869</b>	<b>32.42</b>
VG 12.1	Stopray Smart 30/20	<b>4,211,010</b>	<b>32.42</b>
VG 13	8 mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,919,167</b>	<b>32.59</b>
VG 13.1	8 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,909,545</b>	32.59
VG 13.2	6 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,826,162</b>	32.59

KODE	JENIS FASADE KACA AGC	Harga Fasade/m2	OTTV
VG 13.3	6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,826,162</b>	32.59
VG 14	8 mm Stopsol Classic Green #2 + A12 (Argon) + 6 mm Planibel G #3	<b>4,146,869</b>	<b>33.35</b>
VG 15	8 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,909,545</b>	<b>34.10</b>
VG 16	8 mm T-Sunlux CS 120 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,057,071</b>	<b>34.15</b>

Tabel 4.4. diatas dapat dilihat hasil dari simulasi ini. Mayoritas yang jenis kaca yang memenuhi syarat sama dengan hasil pada simulasi A. Perbedaan jenis kaca yang sama pada nomor 1 sampai 11 pada simulasi A (fasade menggunakan kaca pada seluruh selubung bangunan) dan simulasi B (prosentase fasade kaca 65% kombinasi ACP) mempunyai selisih rata-rata 7.32% lebih kecil daripada simulasi B, dikarenakan penggunaan kaca (*vision glass*) berkurang sehingga nilai OTTV menjadi lebih rendah. Oleh karena itu jenis kaca menjadi lebih banyak yang memenuhi persyaratan. Jenis kaca yang memperoleh nilai OTTV yang paling minimum adalah kaca VG 1 (6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3) dengan nilai OTTV 23.89 W/m2 dan mendapatkan harga Rp. 3.973.687/m2. Sedangkan harga fasade kaca yang minimum terdapat 2 jenis kaca yaitu VG 9 dan VG 13.2 dengan harga sebesar Rp. 3.826.162/m2 (warna kuning dalam tabel). Namun pada 2 jenis kaca tersebut memiliki nilai OTTV yang berbeda, VG 9 memiliki nilai OTTV 30.15 W/m2 dan VG 13.2 memiliki nilai OTTV 32.59 W/m2.



Grafik 4. 4 OTTV dan Harga fasade/m2

Pada grafik 4.4 diatas adalah grafik perbandingan hasil beberapa nilai *OTTV* dengan harga jenis kaca fasade pada prosentase 65%. Hasil grafik diatas dengan nilai *OTTV* yang minimum dan jenis kaca fasade dengan harga yang minimum adalah pada jenis kaca VG 1, VG 9 dan VG 13.3 (nomor 1, 2 dan 3 dalam grafik). Nilai *OTTV* terendah didapatkan pada jenis kaca VG 1 yaitu 23.89 W/m<sup>2</sup>. Sedangkan pada harga jenis kaca yang terendah didapatkan pada jenis kaca VG 9 dan VG 13.3 yaitu sama-sama dengan harga Rp. 3.831.414/m<sup>2</sup>, namun ada pada kedua jenis kaca (VG 9 dan VG 13.4) ada perbedaan pada nilai *OTTV*, kode VG 9 mendapatkan nilai lebih kecil yaitu 31.24 W/m<sup>2</sup> dari pada VG 13.4 yaitu 33.83 W/m<sup>2</sup>.

Tabel 4. 5 Harga Fasade Berdasarkan Jenis Kaca dan Nilai *OTTV*

KODE	JENIS MATERIAL FASADE KOMBINASI KACA AGC	Harga Fasade/m <sup>2</sup>	<i>OTTV</i>	Selisih <i>OTTV</i> dari 35W/m <sup>2</sup>	Selisih Harga
VG 1	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	3,973,687	23.89	31.8%	
VG 2	6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	3,973,687	25.75	26.4%	
VG 9	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	3,826,162	30.15	13.9%	3.7%
VG 13.2	6 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + FL6	3,826,162	32.59	6.9%	3.7%

Tabel 4.5 diatas adalah merupakan pilihan 4 jenis kaca AGC yang diambil berdasarkan nilai *OTTV* dan harga jenis fasade minimum. Jenis kaca tersebut diambil berdasarkan *OTTV* dan harga fasade/m<sup>2</sup> yang minimum, pengambilan tersebut bertujuan sebagai perbandingan pada analisis berikutnya pada analisis *life cycle cost*. Pada fasade kaca yang mempunyai nilai *OTTV* minimum yaitu jenis kaca VG 1 23.89 W/m<sup>2</sup> dan VG 2 25.75 W/m<sup>2</sup> dengan masing-masing harga fasade/m<sup>2</sup> Rp. 3.973.687/m<sup>2</sup>. Sedangkan fasade kaca yang mempunyai harga yang minimum yaitu jenis kaca VG 9 sebesar Rp. 3.826.162/m<sup>2</sup> dan VG 13.2 sebesar Rp. 3.826.162/m<sup>2</sup>. Selisih harga fasade yang paling rendah yaitu mencapai 3,7% yang didapat pada VG 9 dan VG 13.2

#### 4.1.1.2 Alternatif ke-2 simulasi pada orientasi bangunan menghadap barat daya, tenggara, barat laut, timur laut

Analisis selanjutnya yaitu pada alternative ke-2 orientasi bangunan gedung perkantoran menghadap barat daya, tenggara, barat laut, timur laut. Perhitungan analisis pada simulasi dapat dilihat pada Lampiran 4.1.1.2.

Simulasi pada orientasi ini pada dasarnya sama dengan simulasi sebelumnya pada Sub-Bab 4.1.1.1 hanya saja arah atau orientasi bentuk bangunan di putar  $45^{\circ}$  sehingga arah bentuk bangunan menyesuaikan dengan radiasi sinar matahari yang mengakibatkan perolehan panas menjadi berbeda.

Hasil simulasi analisis OTTV berdasarkan masing-masing prosentase kaca beserta perbandingan dengan analisis OTTV alternatif ke-1 adalah sebagai berikut:

##### a) Simulasi fasade menggunakan kaca pada seluruh selubung bangunan

Hasil perhitungan nilai perolehan panas fasade menggunakan kaca pada seluruh selubung bangunan terutama pada area penglihatan ke luar gedung (*vision glass*) dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4. 6 Hasil perolehan OTTV fasade menggunakan kaca pada seluruh selubung bangunan

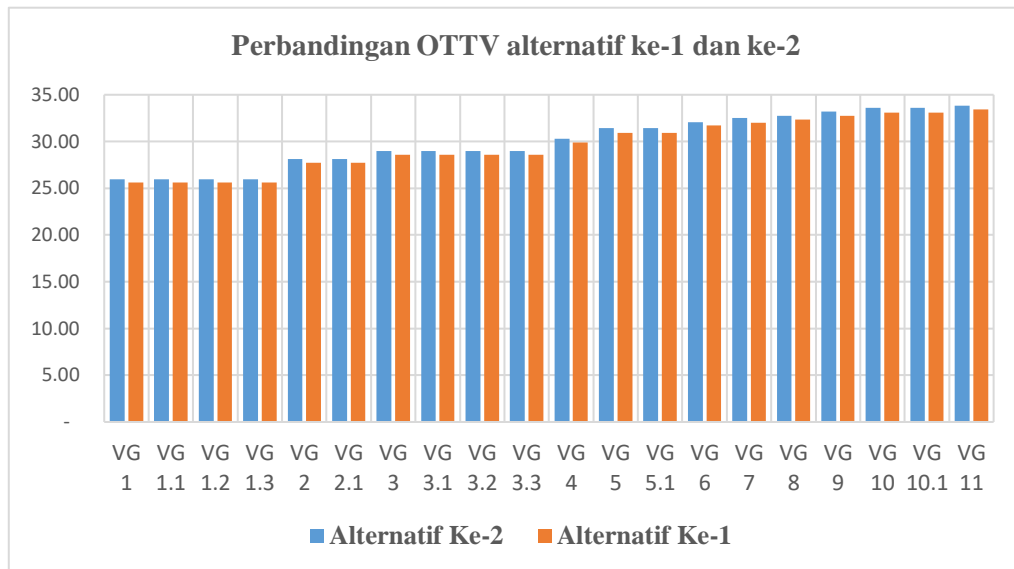
Kode	Jenis Fasade Kaca AGC	Harga fasade/m <sup>2</sup>	OTTV
VG 1	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,005,333	25.93
VG 1.1	6 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,016,333	25.93
VG 1.2	8 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,100,667	25.93
VG 1.3	8 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,111,667	25.93
VG 2	6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,005,333	28.12
VG 2.1	8 mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,111,667	28.12
VG 3	6 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,005,333	28.99
VG 3.1	6 mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,016,333	28.99
VG 3.2	8 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,100,667	28.99

Kode	Jenis Fasade Kaca AGC	Harga fasade/m <sup>2</sup>	OTTV
VG 3.3	8 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,100,667	28.99
VG 4	8 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	4,111,667	30.31
VG 5	6 mm T-Sunlux CS 520 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,016,333	31.41
VG 5.1	8 mm T-Sunlux CS 220 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,100,667	31.41
VG 6	6 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	3,847,667	32.08
VG 7	6 mm T-Sunlux CS 220 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,005,333	32.50
VG 8	8 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	3,932,000	32.74
VG 9	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	3,836,667	33.18
VG 10	6 mm T-Sunlux CS 114 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,005,333	33.60
VG 10.1	8 mm T-Sunlux CS 114 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,100,667	33.60
VG 11	8 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	3,943,000	33.84

Tabel 4.6 diatas adalah hasil analisis OTTV dengan jenis kaca dan harga fasade kaca yang memenuhi syarat. Analisis yang didapatkan yaitu ada 11 nilai OTTV yang dibawah syarat dan ada 20 jenis kaca AGC. Total hasil dan jenis kaca yang didapatkan pada simulasi diatas sama dengan hasil simulasi A pada Sub-Bab 4.1.1.1.

Hasil nilai OTTV dan harga fasade kaca/m<sup>2</sup> yang minimum diperoleh jenis kaca yang sama juga yaitu kode VG 1, VG 6 dan VG 9 (warna biru dalam tabel). Nilai OTTV yang minimum diperoleh pada jenis kaca VG 1 yaitu 25.93 W/m<sup>2</sup> dengan harga fasade kaca/m<sup>2</sup> sebesar Rp. 4,005,333/m<sup>2</sup>. Sedangkan harga fasade kaca yang minimum didapatkan pada jenis kaca VG 9 (6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6) yaitu harga Rp. 3.836.666/m<sup>2</sup>.

Dengan demikian perbandingan hasil analisis antara alternatif ke-2 dan alternatif ke- 1 pada simulasi A (fasade menggunakan kaca pada seluruh selubung bangunan) dalam Sub-Bab 4.1.1.1 dapat dilihat pada Grafik 4.7 dibawah ini:



Grafik 4. 5 Perbandingan OTTV alternatif ke-1 dan alternatif ke-2

Grafik 4.5 diatas dapat dilihat perbandingan hasil OTTV antara alternatif ke-1 dan alternatif ke-2. Hasil pada alternatif ke-2 ini lebih besar dari pada simulasi A (Sub-Bab 4.1.1.1). selisih antar nilai OTTV rata-rata adalah 1.4%.

**b) Simulasi prosentase fasade kaca (65%) dengan kombinasi ACP**

Hasil perhitungan nilai perolehan panas prosentase fasade kaca (65%) menggunakan kombinasi ACP dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 7 Hasil Perolehan OTTV Fasade Kaca 65% Kombinasi ACP

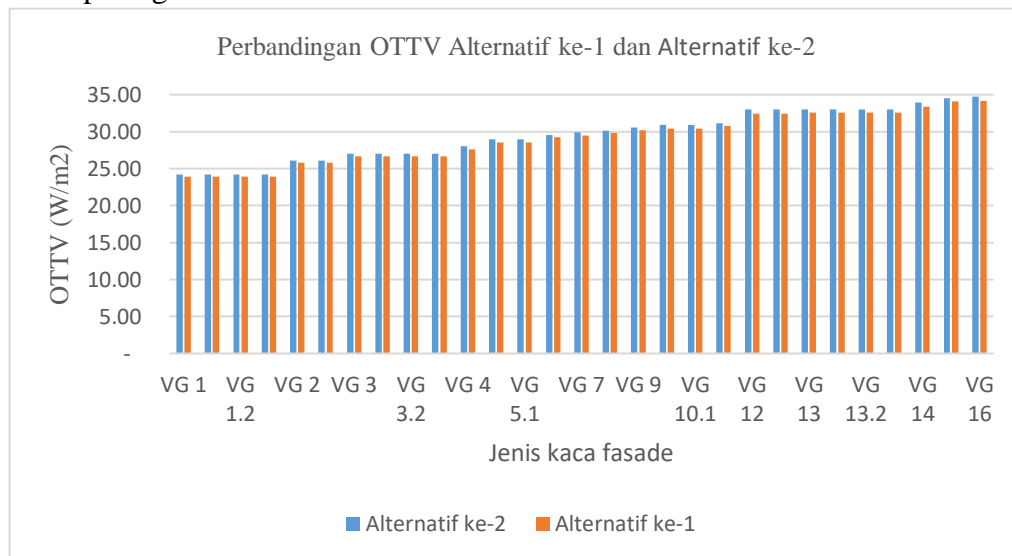
Kode	Jenis material fasade kombinasi kaca	Harga fasade/m2	OTT V
VG 1	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	3,973,687	24.17
VG 1.1	6 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	3,983,308	24.17
VG 1.2	8 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,057,071	24.17
VG 1.3	8 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,066,692	24.17
VG 2	6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	3,973,687	26.09
VG 2.1	8 mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	4,066,692	26.09
VG 3	6 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	3,973,687	27.05
VG 3.1	6 mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	3,983,308	27.05

<b>Kode</b>	<b>Jenis Material Fasade Kombinasi Kaca</b>	<b>Harga Fasade/m2</b>	<b>OTT V</b>
VG 3.2	8 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,057,071</b>	<b>27.05</b>
VG 3.3	8 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,057,071</b>	<b>27.05</b>
VG 4	8 mm T-Sunlux CS 520 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,066,692</b>	<b>28.00</b>
VG 5	6 mm T-Sunlux CS 520 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>3,983,308</b>	<b>28.96</b>
VG 5.1	8 mm T-Sunlux CS 220 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,057,071</b>	<b>28.96</b>
VG 6	6 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,835,783</b>	<b>29.55</b>
VG 7	6 mm T-Sunlux CS 220 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>3,973,687</b>	<b>29.92</b>
VG 8	8 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,909,545</b>	<b>30.13</b>
<b>VG 9</b>	<b>6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6</b>	<b>3,826,162</b>	<b>30.51</b>
VG 10	6 mm T-Sunlux CS 114 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>3,973,687</b>	<b>30.87</b>
VG 10.1	8 mm T-Sunlux CS 114 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,057,071</b>	<b>30.87</b>
VG 11	8 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,919,167</b>	<b>31.09</b>
VG 12	8 mm Stopsol Classic Dark blue #2 + A12 (Argon) + 6 mm Planibel G #3	<b>4,146,869</b>	<b>32.97</b>
VG 12.1	Stopray Smart 30/20, double glazed	<b>4,211,010</b>	<b>32.97</b>
VG 13	8 mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,919,167</b>	<b>33.00</b>
VG 13.1	8 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,909,545</b>	<b>33.00</b>
<b>VG 13.2</b>	<b>6 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + FL6</b>	<b>3,826,162</b>	<b>33.00</b>
<b>VG 13.3</b>	<b>6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6</b>	<b>3,826,162</b>	<b>33.00</b>
VG 14	8 mm Stopsol Classic Green #2 + A12 (Argon) + 6 mm Planibel G #3	<b>4,146,869</b>	<b>33.93</b>
VG 15	8 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>3,909,545</b>	<b>34.54</b>
VG 17	8 mm T-Sunlux CS 120 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>4,057,071</b>	<b>34.70</b>



Tabel 4.7 diatas adalah hasil analisis OTTV dan jenis fasade kaca yang memenuhi syarat. Analisis yang didapatkan ada 16 nilai OTTV yang dibawah syarat dan ada 29 jenis kaca AGC. Total hasil dan jenis kaca yang didapatkan pada simulasi diatas sama dengan hasil simulasi B pada Sub-Bab 4.1.1.1. Hasil nilai OTTV dan harga fasade kaca minimum juga sama yaitu kode VG 1, VG 9, VG 13.2 dan VG 13.3 (warna biru dalam tabel). Nilai OTTV yang minimum diperoleh pada jenis kaca VG 1 yaitu 24.17 W/m<sup>2</sup> dengan harga fasade kaca/m<sup>2</sup> Rp. 3,973,687/m<sup>2</sup>, sedangkan harga fasade kaca yang minimum didapatkan pada jenis kaca VG 9, VG 13.2 dan VG 13.3, tiga jenis fasade kaca tersebut mempunyai harga yang sama yaitu harga Rp. 3.826.162/m<sup>2</sup>.

Dengan demikian perbandingan hasil analisis antara simulasi B (prosentase fasade kaca 65%) alternatif ke-2 dan alternatif ke-1 dalam Sub-Bab 4.1.1.1 dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Grafik 4. 6 Perbandingan OTTV alternatif ke-1 dan alternatif ke-2

Grafik 4.6 diatas adalah perbandingan hasil OTTV antara simulasi B pada alternatif ke-1 dan simulasi B pada alternatif ke-2. Selisih antar nilai OTTV tersebut rata-rata adalah 1.3%.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa alternatif ke-2 (orientasi bangunan pada barat daya, tenggara, barat laut, timur laut) memperoleh nilai OTTV yang lebih tinggi daripada alternatif ke 1 (orientasi bangunan pada barat, timur, selatan, utara). Perbedaan ini disebabkan oleh bedanya orientasi sehingga perolehan solar faktor (SF) atau radiasi matahari yang semakin tinggi pada alternatif ke- 2 ini.

## **4.2 Analisis Konsumsi Energi Pengaruh Penggunaan Fasade Kaca Gedung Perkantoran**

Setelah dilakukan perhitungan analisis perolehan panas (OTTV) pada Sub-Bab 4.1.1, selanjutnya dilakukan analisis konsumsi energi pengaruh terhadap perolehan panas penggunaan fasade kaca tersebut yaitu analisis kebutuhan beban pendinginan hingga pengurangannya terhadap gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).

Perhitungan analisis konsumsi energi tersebut berdasarkan parameter-parameter yang sudah ditentukan yaitu pada pengumpulan data Sub-Bab 3.2.3.

### **4.2.1 Analisis Kebutuhan Beban Pendinginan (*Cooling Load*)**

Setelah dilakukan perhitungan analisis perolehan panas pada Sub-Bab 4.1.1, selanjutnya dilakukan analisis yang mempengaruhi penggunaan fasade kaca yaitu analisis kebutuhan beban pendinginan. Analisis beban pendinginan pada penelitian ini menggunakan metode CLTD (*Cooling Load Temperature Difference*) sesuai dengan SNI 6390 2011.

Perhitungan beban pendinginan dengan metode *CLTD* menggunakan persamaan 3 sampai 9 dalam Sub-Bab 2.2.1.2 dan dibuat tabel berdasarkan standard form GBCI.

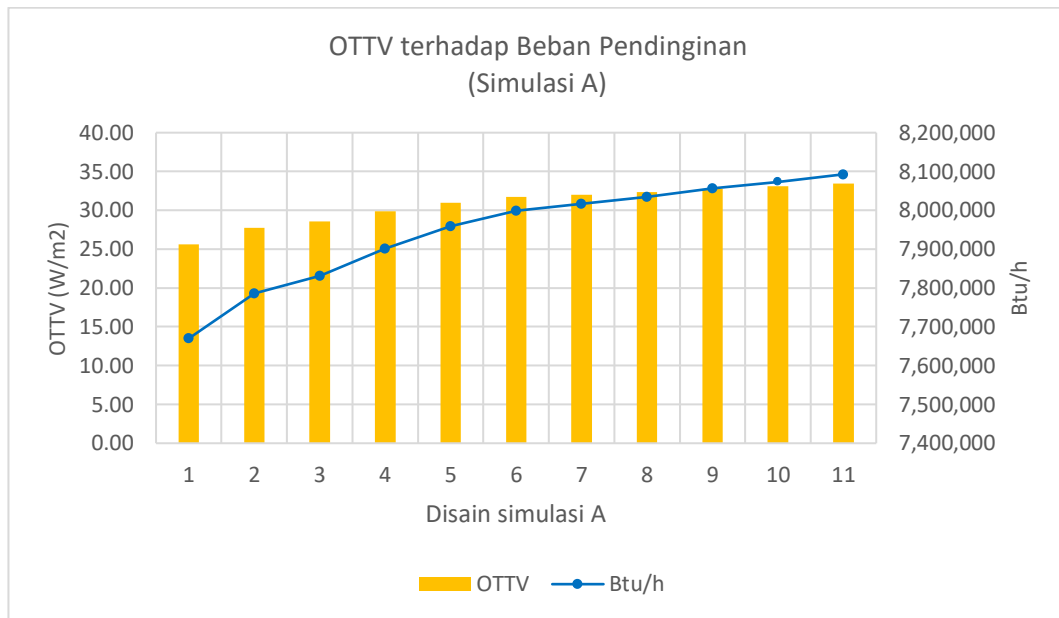
Hasil dari perhitungan kebutuhan beban pendinginan disesuaikan pada masing-masing simulasi berdasarkan orientasi bangunan.

#### **4.2.1.1 Analisis Beban Pendinginan pada Alternatif ke -1 (orientasi bangunan barat, timur, utara, selatan)**

Berdasarkan hasil nilai OTTV dan harga fasade kaca pada Sub-Bab 4.1.1.1 maka selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan beban pendinginan (*cooling load*). Perhitungan analisis *cooling load* dapat dilihat pada Lampiran 4.2.1.1. Hasil perhitungan analisis tersebut masing-masing simulasi sebagai berikut :

##### **a) Beban Pendinginan (BTU) Pada Simulasi Fasade Kaca Pada Seluruh Selubung Bangunan (Simulasi A)**

Pada simulasi A (fasade kaca pada seluruh selubung bangunan) hasil perhitungan analisis beban pendinginan dapat dilihat pada grafik 4.7 dibawah ini:



Grafik 4. 7 Hasil analisis beban pendinginan (simulasi A)

Pada grafik 4.7 dapat dilihat bahwa pada perhitungan beban pendinginan simulasi A, nilai OTTV sangat berpengaruh terhadap kebutuhan beban pendinginan. Semakin rendah nilai OTTV yang didapat maka semakin rendah juga kebutuhan beban pendinginan. Rincian hasil penghematan analisis cooling load yang didapatkan terhadap baseline dapat dilihat pada Tabel 4.8.

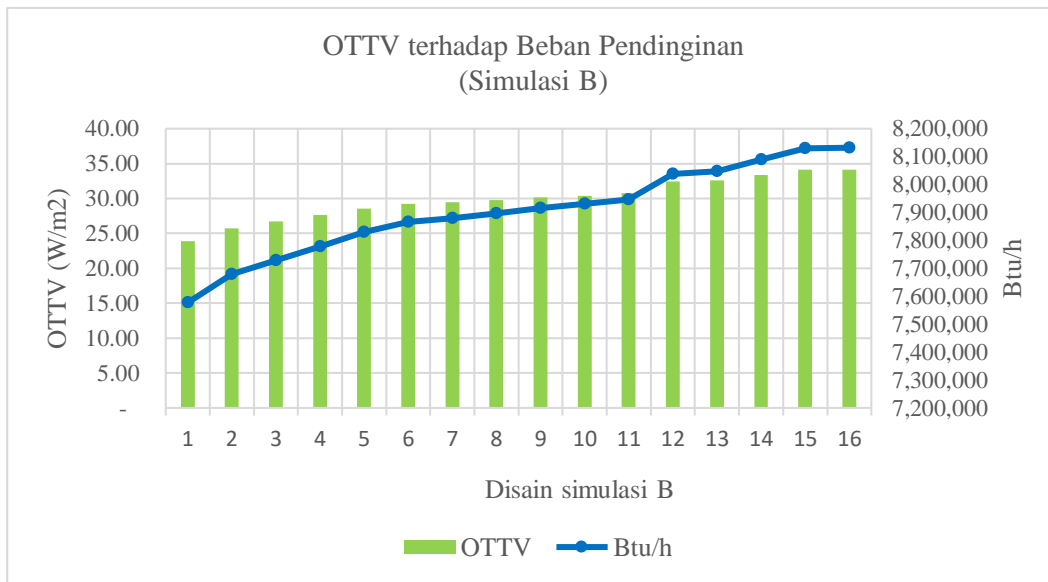
Tabel 4. 8 Hasil analisis beban pendinginan (BTU) fasade kaca seluruh selubung bangunan (simulasi A)

Deskripsi Simulasi	OTTV	Total Average Cooling Load (BTU)	Total Average Cooling Load (TR )	Jumlah Lantai Office	Total cooling Load/ Lantai	Saving from baseline
	W/m <sup>2</sup>	Btu/h	TR	Lantai	Btu/lt	%
Baseline	35.00	8,177,756	681	22	371,716	
Design-1	25.60	7,669,981	639	22	348,635	6.21%
Design-2	27.74	7,785,315	649	22	353,878	4.80%
Design-3	28.58	7,830,521	653	22	355,933	4.25%
Design-4	29.87	7,900,649	658	22	359,120	3.39%
Design-5	30.94	7,958,316	663	22	361,742	2.68%
Design-6	31.70	7,999,337	667	22	363,606	2.18%
Design-7	32.01	8,015,984	668	22	364,363	1.98%
Design-8	32.36	8,035,008	670	22	365,228	1.75%
Design-9	32.77	8,057,005	671	22	366,227	1.48%
Design-10	33.07	8,073,651	673	22	366,984	1.27%
Design-11	33.43	8,092,675	674	22	367,849	1.04%

Tabel 4.8 diatas adalah hasil analisis dari nilai OTTV terhadap beban pendinginan. Hasil tabel diatas menunjukkan bahwa nilai OTTV yang terendah yaitu 25.60 W/m<sup>2</sup> (disain 1) menghasilkan efisiensi sampai 6.21% dengan nilai Btu/h 7.669.981. Sedangkan nilai OTTV tertinggi yaitu 3.43 W/m<sup>2</sup> (disain 11) menghasilkan efisiensi 1.04% dari baseline dengan nilai Btu/h 8.092.675. Dari hasil tabel diatas menunjukkan bahwa OTTV sangat berpengaruh terhadap kebutuhan beban pendinginan baik secara Ton Refrigerant (TR) maupun British Unit Thermal (BTU).

**b) Analisis Beban Pendinginan (BTU) pada simulasi Prosentase fasade (65%) kombinasi ACP**

Pada Simulasi A (fasade kaca pada seluruh selubung bangunan) hasil perhitungan analisis beban pendinginan dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Grafik 4. 8 Hasil analisis beban pendinginan (simulasi B)

Pada grafik 4.8 dapat dilihat bahwa pada perhitungan beban pendinginan simulasi B (prosentase fasade kaca 65%). Dapat dilihat hasil grafik diatas, nilai beban pendinginan terendah yaitu 7.577.042 Btu/h yang didapatkan pada disain 1 dengan OTTV 23.89 W/m<sup>2</sup>. Sedangkan nilai tertinggi beban pendinginan yaitu 8.131.870 Btu/h yang didapatkan pada disain 11 dengan nilai OTTV 34.15 W/m<sup>2</sup>. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa nilai OTTV sangat berpengaruh terhadap kebutuhan beban pendinginan.

Tabel 4. 9 Hasil analisis beban pendinginan (BTU) Prosentase fasade kaca 65% kombinasi ACP (simulasi B)

Deskripsi Simulasi	OTTV	Total Average Cooling Load (AC Hours )	Total Average Cooling Load (AC Hours )	Jumlah Lantai Office	Total cooling Load Per Lantai	Saving from baseline
	W/m2	Btu/h	TR	Lantai	Btu/h/lt	%
Baseline	35.00	8,177,755.56	681.48	22.00	371,716.16	
Design-1	23.89	7,577,041.76	631.42	22.00	344,410.99	7.35%
Design-2	25.75	7,677,919.59	639.83	22.00	348,996.34	6.11%
Design-3	26.68	7,728,358.50	644.03	22.00	351,289.02	5.50%
Design-4	27.62	7,778,797.41	648.23	22.00	353,581.70	4.88%
Design-5	28.55	7,829,236.33	652.44	22.00	355,874.38	4.26%
Design-6	29.22	7,865,115.56	655.43	22.00	357,505.25	3.82%
Design-7	29.48	7,879,675.24	656.64	22.00	358,167.06	3.65%
Design-8	29.79	7,896,314.88	658.03	22.00	358,923.40	3.44%
Design-9	30.15	7,915,554.47	659.63	22.00	359,797.93	3.21%
Design-10	30.42	7,930,114.16	660.84	22.00	360,459.73	3.03%
Design-11	30.73	7,946,753.80	662.23	22.00	361,216.08	2.82%
Design-12	32.42	8,038,271.83	669.86	22.00	365,375.99	1.71%
Design-13	32.59	8,047,631.62	670.64	22.00	365,801.44	1.59%
Design-14	33.35	8,088,710.74	674.06	22.00	367,668.67	1.09%
Design-15	34.10	8,129,269.87	677.44	22.00	369,512.27	0.59%
Design-16	34.15	8,131,869.81	677.66	22.00	369,630.45	0.56%

Dapat dilihat pada Tabel 4.9 diatas, efisiensi (penghematan) energi beban pendinginan melalui nilai OTTV didapatkan hingga 7.35% dan penghematan terendah didapatkan sekitar 0.56% dari baseline. Penghematan terjadi dengan adanya perolehan OTTV yang rendah.

Setelah diketahui semua kebutuhan beban pendinginan (btu/h) secara keseluruhan, selanjutnya ditentukan tipe pendingin AC yang akan digunakan pada gedung perkantoran ini. Pada penelitian ini tipe AC menggunakan tipe VRV merek Daikin. Tipe VRV digunakan karena berkaitan juga secara fungsi bangunan yaitu untuk bangunan perkantoran atau bangunan komersial. Tipe VRV tersebut menggunakan tipe yang terbaru yaitu VRV X. Selanjutnya hasil total beban pendinginan (warna kuning dalam tabel) dibagi jumlah lantai yang ada maka diketahui beban kebutuhan pendingin (btu) perlantai, metode ini dilakukan karena

sistem (terutama outdoor unit) VRV merek Daikin mampu memberikan kapasitas 500.000 btu/h, oleh karena itu mengacu pada kebutuhan beban pendinginan per lantai.

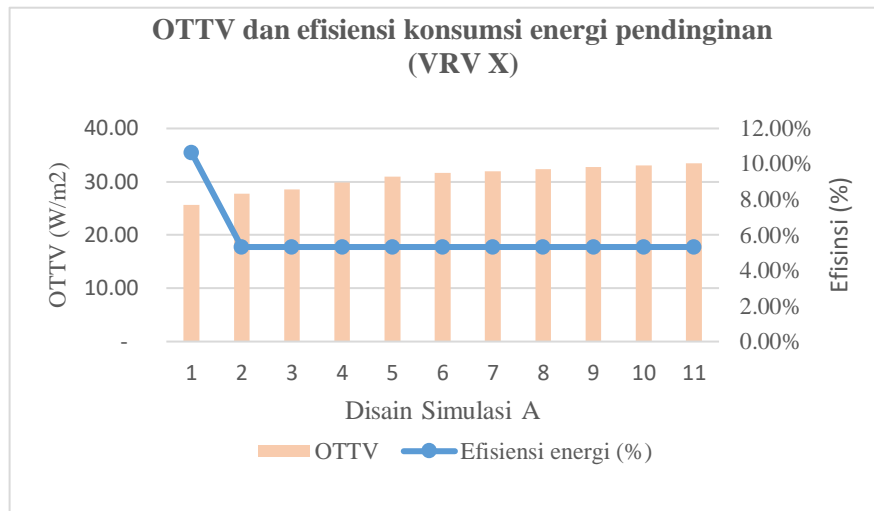
#### 4.2.1.1.1 Energi pendinginan AC tipe VRV X

Setelah ditentukan penggunaan tipe pendinginan pada penelitian ini. Tahap berikutnya adalah menentukan konsumsi energi (kWh) AC. Dari hasil beban pendinginan (BTU) pada Sub-Bab 4.2.1.1 ditentukan tipe outdoor unit dan indoor unit yang kapasitasnya mencapai hasil beban pendinginannya per lantai sesuai sistem yang ada dalam VRV X. Kemudian dihitung penggunaan energi pendinginan berdasarkan parameter-parameter yang ada pada Sub-Bab 3.2.3.

Perhitungan konsumsi energi (kWh) AC dapat dilihat pada Lampiran 4.2.1.1.1. Hasil konsumsi energi kilowatt(kW)/tahun dapat dilihat pada Tabel 4.10 dibawah ini:

Tabel 4. 10 Hasil Analisis energi pendinginan (kWh) dengan AC VRV X Pada Simulasi Fasade Kaca Pada Seluruh Selubung Bangunan (Simulasi A)

<b>Hasil Analisis Energi Pendinginan dengan VRV X (kWh) Alternatif ke-1</b>			
<b>Deskripsi Simulasi (A)</b>	<b>OTTV</b>	<b>AC Indoor dan Outdoor (VRV X)</b>	<b>Efficiency</b>
	<b>W/m2</b>	<b>kW / Tahun</b>	<b>%</b>
Baseline	35.00	1,831,716	-
Design-1	25.60	1,636,664	10.65%
Design-2	27.74	1,734,190	5.32%
Design-3	28.58	1,734,190	5.32%
Design-4	29.87	1,734,190	5.32%
Design-5	30.94	1,734,190	5.32%
Design-6	31.70	1,734,190	5.32%
Design-7	32.01	1,734,190	5.32%
Design-8	32.36	1,734,190	5.32%
Design-9	32.77	1,734,190	5.32%
Design-10	33.07	1,734,190	5.32%
Design-11	33.43	1,734,190	5.32%



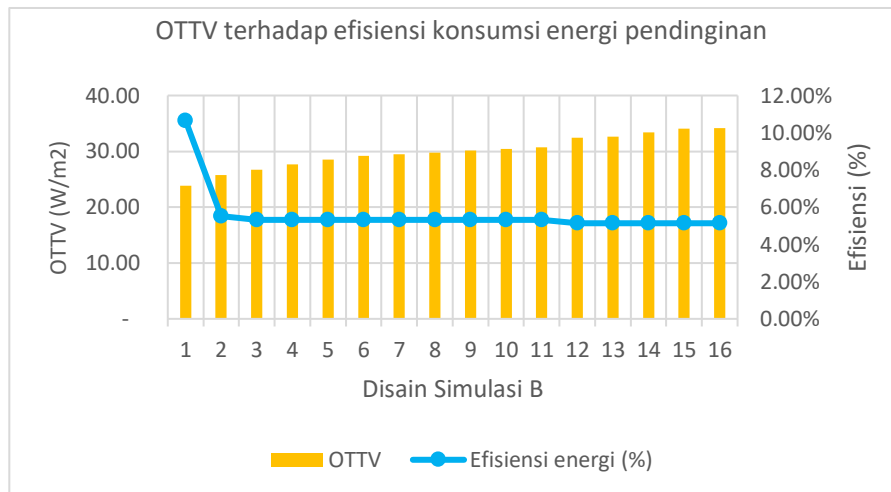
Grafik 4.9 Hasil Efisiensi Konsumsi Energi Pendinginan Menggunakan VRV X (Simulasi A)

Pada Tabel 4.10 dan Grafik 4.9 dapat dilihat setelah dilakukan analisis konsumsi energi (kWh) dengan menggunakan AC tipe VRV X didapatkan hasil selisih yang signifikan yaitu 10.65% dari baseline dengan nilai OTTV 23.89 W/m<sup>2</sup> atau disain 1. Sedangkan pada disain 2 sampai disain 11 rata-rata selisih penghematan sama yaitu 5.32%.

Tabel 4. 11 Hasil Analisis Energi Pendinginan (Kwh) Dengan AC VRV X pada Simulasi Prosentase Fasade Kaca 65% Kombinasi ACP (Simulasi B)

Hasil Analisis Energi Pendinginan dengan VRV X (kWh) Alternatif ke-1			
Deskripsi Simulasi (B)	OTTV	AC Indoor dan Outdoor (VRV X)	Efficiency
	W/m <sup>2</sup>	kW / Tahun	%
Baseline	35.00	1,831,716	
Design-1	23.89	1,636,664	10.65%
Design-2	25.75	1,730,586	5.52%
Design-3	26.68	1,734,190	5.32%
Design-4	27.62	1,734,190	5.32%
Design-5	28.55	1,734,190	5.32%
Design-6	29.22	1,734,190	5.32%
Design-7	29.48	1,734,190	5.32%
Design-8	29.79	1,734,190	5.32%
Design-9	30.15	1,734,190	5.32%
Design-10	30.42	1,734,190	5.32%
Design-11	30.73	1,734,190	5.32%
Design-12	32.42	1,737,622	5.14%
Design-13	32.59	1,737,622	5.14%

Hasil Analisis Energi Pendinginan dengan VRV X (kWh) Alternatif ke-1			
Deskripsi Simulasi B	OTTV	AC Indoor dan Outdoor (VRV X)	Efficiency
	W/m <sup>2</sup>	kW / Tahun	%
Design-14	33.35	1,737,622	5.14%
Design-15	34.10	1,737,622	5.14%
Design-16	34.15	1,737,622	5.14%



Grafik 4.10 Hasil Efisiensi Konsumsi Energi Pendinginan Menggunakan VRV X (Simulasi B)

Pada Grafik 4.10 dan Tabel 4.11 dapat dilihat setelah dilakukan analisis konsumsi energi (kWh) dengan menggunakan AC tipe VRV X didapatkan selisih yang signifikan yaitu 10.65% dari baseline dengan nilai OTTV 23.89 W/m<sup>2</sup> pada disain 1, hasil tersebut sama dengan simulasi B. Sedangkan pada disain 2 sampai disain 11 rata-rata selisih penghematan sama yaitu 5.32%. karena perbandingan perolehan nilai OTTV serta beban pendinginannya selisihnya tidak signifikan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengaruh penghematan nilai OTTV harus signifikan (dibawah 26 W/m<sup>2</sup>) sehingga mendapatkan hasil konsumsi energi (kW) yang sangat efisien.

#### 4.2.1.2 Beban Pendinginan pada alternatif ke-2 (orientasi bangunan barat daya, tenggara, barat laut, timur laut)

Berdasarkan hasil nilai OTTV dan harga fasade kaca pada Sub-Bab 4.1.1.2 maka selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan beban pendinginan (*cooling load*). Perhitungan analisis *cooling load* dapat dilihat pada Lampiran 4.2.1.2. Hasil perhitungan analisis tersebut masing-masing simulasi sebagai berikut :



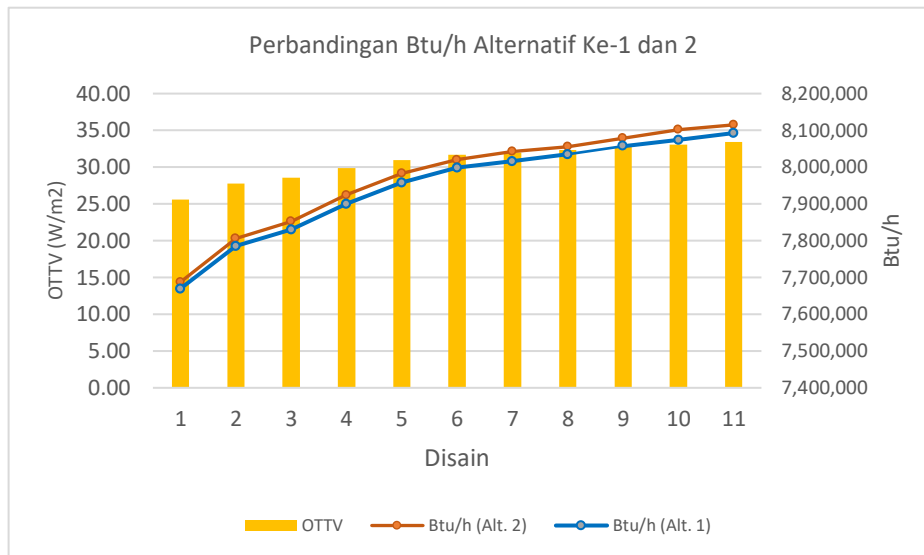
**a) Beban Pendinginan pada simulasi fasade kaca seluruh selubung bangunan (simulasi A)**

Pada simulasi A (fasade kaca pada seluruh selubung bangunan) hasil perhitungan analisis beban pendinginan dapat dilihat Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Hasil beban pendinginan (BTU) pada fasade kaca seluruh selubung bangunan (simulasi A)

Deskripsi Simulasi	OTTV	Total Average Cooling Load (AC Hours )	Total Average Cooling Load (AC Hours )	Jumlah Lantai Office	Total cooling Load Per Lantai	Saving from baseline
	W/m2	Btu/h	TR	Lantai	Btu/lt	%
Baseline	35.00	8,177,756	681.48	22	371,716	
Design-1	25.60	7,687,816	640.65	22	349,446	5.99%
Design-2	27.74	7,806,123	650.51	22	354,824	4.54%
Design-3	28.58	7,852,815	654.40	22	356,946	3.97%
Design-4	29.87	7,924,430	660.37	22	360,201	3.10%
Design-5	30.94	7,983,583	665.30	22	362,890	2.37%
Design-6	31.70	8,020,145	668.35	22	364,552	1.93%
Design-7	32.01	8,042,736	670.23	22	365,579	1.65%
Design-8	32.36	8,055,816	671.32	22	366,173	1.49%
Design-9	32.77	8,079,299	673.27	22	367,241	1.20%
Design-10	33.07	8,101,890	675.16	22	368,268	0.93%
Design-11	33.43	8,114,969	676.25	22	368,862	0.77%

Tabel 4.12 diatas adalah hasil analisis dari nilai OTTV terhadap beban pendinginan. Hasil tabel diatas menunjukkan bahwa nilai OTTV yang terendah yaitu 25.60 W/m2 (disain 1) menghasilkan efisiensi sampai 5.99% dengan nilai Btu/h 7.687.816. Sedangkan nilai OTTV tertinggi yaitu 33.43 W/m2 (disain 11) menghasilkan efisiensi 0.77% dengan nilai Btu/h 8.114.969.



Grafik 4. 11 Hasil perbandingan Btu/h alternatif ke-1 dan ke-2

Pada grafik 4.11 dapat dilihat bahwa perbandingan beban pendinginan simulasi A pada alternatif ke- 1 dan ke- 2, nilai Btu pada masing-masing alternatif mengalami perbedaan. Pada alternatif 1 nilai Btu lebih rendah daripada alternatif ke 2. Dapat dilihat bahwa perbedaan tersebut dipengaruhi oleh meningkatnya nilai OTTV pada alternatif ke- 2 ini. Sehingga kebutuhan pendinginan mengalami kenaikan.

**b) Beban Pendinginan pada simulasi fasade kaca 65% kombinasi ACP (simulasi B)**

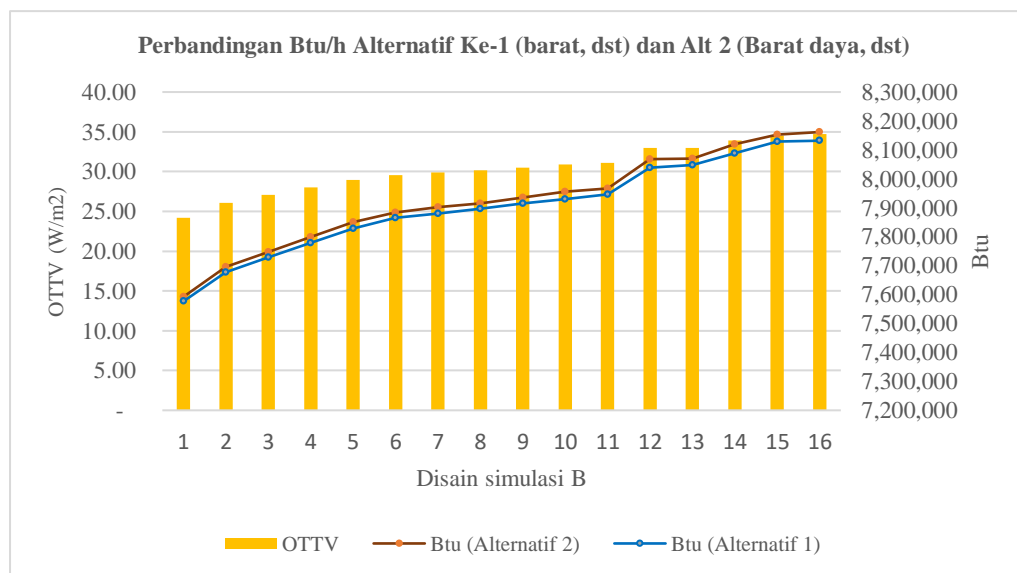
Hasil perhitungan analisis beban pendinginan pada simulasi B dapat dilihat Tabel 4.13 dibawah ini.

Tabel 4. 13 Hasil beban pendinginan (BTU) pada simulasi B

Deskripsi Simulasi (B)	OTTV	Total Average Cooling Load (AC Hours )	Total Average Cooling Load (AC Hours )	Jumlah Lantai Bangunan	Total cooling Load Per Lantai	Saving from baseline
	W/m2	Btu/h	TR	Lantai	Btu/lt	%
Baseline	35.00	8,177,756	681	22	371,716.16	
Design-1	24.17	7,577,042	633	22	345,120.06	7.15%
Design-2	26.09	7,677,920	641	22	349,823.60	5.89%
Design-3	27.05	7,728,359	646	22	352,175.37	5.26%
Design-4	28.00	7,778,797	650	22	354,527.13	4.62%

Deskripsi Simulasi B	OTTV	Total Cooling Load (AC/Hours)	Total Cooling Load	Jumlah Lantai Bangunan	Total Cooling Load/Lantai	Saving From Baseline
	W/m2	Btu/h	TR	Lantai	Btu/lt	%
Design-5	28.96	7,829,236	654	22	356,878.90	3.99%
Design-6	29.55	7,865,116	657	22	358,332.51	3.60%
Design-7	29.92	7,879,675	659	22	359,230.67	3.36%
Design-8	30.13	7,896,315	660	22	359,750.66	3.22%
Design-9	30.51	7,915,554	661	22	360,684.27	2.97%
Design-10	30.87	7,930,114	663	22	361,582.44	2.73%
Design-11	31.09	7,946,754	664	22	362,102.43	2.59%
Design-12	32.97	8,038,272	672	22	366,735.05	1.34%
Design-13	33.00	8,047,632	672	22	366,805.96	1.32%
Design-14	33.93	8,088,711	677	22	369,086.82	0.71%
Design-15	34.54	8,129,270	679	22	370,575.88	0.31%
Design-16	34.70	8,131,870	680	22	370,989.51	0.20%

Tabel 4.13 diatas adalah hasil analisis dari nilai OTTV terhadap beban pendinginan. Hasil tabel diatas menunjukkan bahwa nilai OTTV yang terendah yaitu 24.17 W/m2 (disain 1) menghasilkan efisiensi sampai 7.15% dengan nilai Btu/h 7.592.641. Sedangkan nilai OTTV tertinggi yaitu 34.70 W/m2 (disain 11) menghasilkan efisiensi 0.20% dengan nilai Btu/h 8.161.769. Perbandingan antar *cooling load* alternatif ke- 1 dan alternatif ke- 2 dapat dilihat pada Grafik 4.12 dibawah ini :



Grafik 4. 12 Hasil Perbandingan Btu/h Alternatif ke-1 dan ke-2

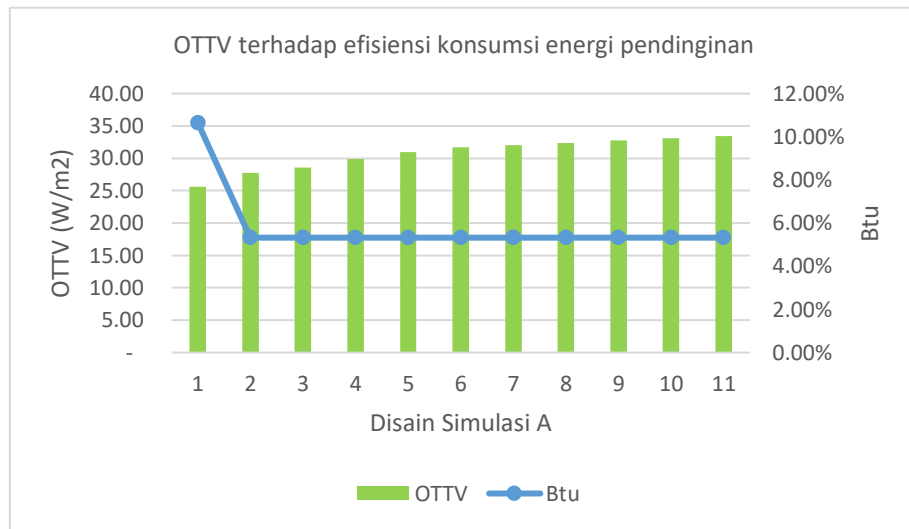
Dapat dilihat pada Grafik 4.12 perbandingan beban pendinginan simulasi B (fasade kaca 65% kombinasi ACP) pada alternatif 1 dan 2, nilai Btu pada masing-masing alternatif mengalami perbedaan. Pada alternatif 1 nilai Btu lebih rendah daripada alternatif ke 2. Dapat dilihat bahwa perbedaan tersebut dipengaruhi oleh meningkatnya nilai OTTV pada alternatif ke 2 ini. Sehingga kebutuhan pendinginan juga mengalami kenaikan.

#### 4.2.1.2.1 Energi pendinginan AC tipe VRV X

Tahap berikutnya adalah menentukan konsumsi energi pendinginan (kWh) AC VRV, kemudian menentukan tipe outdoor unit dan indoor unit yang kapasitasnya mencapai hasil beban pendinginannya per lantai. Perhitungan konsumsi energi (kWh) AC dapat dilihat pada Lampiran 4.2.1.2.1. Hasil konsumsi energi pendinginan didapatkan dalam kilowatt (kW)/tahun, dapat dilihat pada Tabel 4.14 dibawah ini:

Tabel 4. 14 Hasil Analisis energi pendinginan (kWh) menggunakan AC VRV X (Simulasi A – fasade kaca seluruh selubung bangunan)

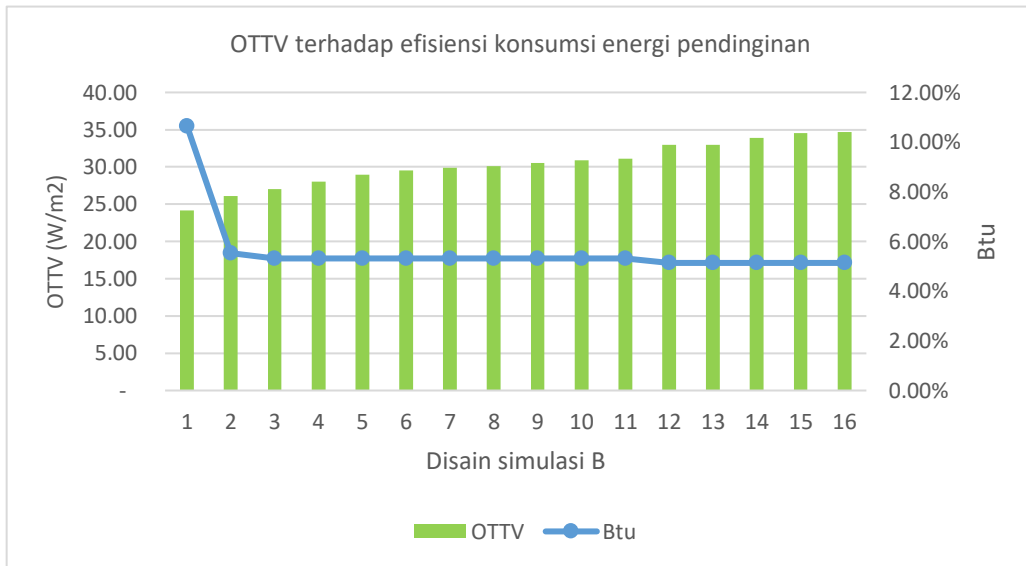
<b>Hasil Analisis Energi Pendinginan dengan VRV X (kWh) Alternatif ke- 2</b>			
<b>Deskripsi Simulasi (A)</b>	<b>OTTV</b>	<b>AC Indoor dan Outdoor (VRV X)</b>	<b>Efficiency</b>
	<b>W/m2</b>	<b>kW / Tahun</b>	<b>%</b>
Baseline	35.00	1,831,716	
Design-1	25.60	1,636,664	10.65%
Design-2	27.74	1,734,190	5.32%
Design-3	28.58	1,734,190	5.32%
Design-4	29.87	1,734,190	5.32%
Design-5	30.94	1,734,190	5.32%
Design-6	31.70	1,734,190	5.32%
Design-7	32.01	1,734,190	5.32%
Design-8	32.36	1,734,190	5.32%
Design-9	32.77	1,734,190	5.32%
Design-10	33.07	1,734,190	5.32%
Design-11	33.43	1,734,190	5.32%



Grafik 4. 13 Hasil efisiensi konsumsi energi pendinginan menggunakan VRV X (simulasi A)

Tabel 4. 15 Hasil Analisis energi pendinginan menggunakan AC VRV X (Simulasi B – Prosentase fasade kaca 65% kombinasi ACP)

Hasil Analisis Energi Pendinginan dengan VRV X (kWh) Alternatif ke- 2			
Deskripsi Simulasi (B)	OTTV	AC Indoor dan Outdoor (VRV X)	Efficiency
	W/m <sup>2</sup>	kW / Tahun	%
Baseline	35.00	1,831,716	
Design-1	24.17	1,636,664	10.65%
Design-2	26.09	1,730,586	5.52%
Design-3	27.05	1,734,190	5.32%
Design-4	28.00	1,734,190	5.32%
Design-5	28.96	1,734,190	5.32%
Design-6	29.55	1,734,190	5.32%
Design-7	29.92	1,734,190	5.32%
Design-8	30.13	1,734,190	5.32%
Design-9	30.51	1,734,190	5.32%
Design-10	30.87	1,734,190	5.32%
Design-11	31.09	1,734,190	5.32%
Design-12	32.97	1,737,622	5.14%
Design-13	33.00	1,737,622	5.14%
Design-14	33.93	1,737,622	5.14%
Design-15	34.54	1,737,622	5.14%
Design-16	34.70	1,737,622	5.14%



Grafik 4. 14 Hasil efisiensi konsumsi energi pendinginan menggunakan VRV X (simulasi B)

Pada Tabel 4.14 - 4.15 dan Grafik 4.13 – 4.14 diatas dapat dilihat hasil perhitungan energi pendinginan dengan menggunakan tipe VRV X hasilnya sama dengan alternatif ke 1. Dapat disimpulkan bahwa selisih nilai OTTV dan beban pendinginan yang rendah rata-rata sekitar 1,7% di simulasi A (fasade kaca seluruh selubung bangunan) dan simulasi B (prosentase fasade 65% dan kombinasi ACP) tidak mempengaruhi pada energi listrik (kWh) beban pendinginan.

#### 4.2.2 Analisis Konsumsi Energi

Pada penelitian ini juga memasukkan analisis perhitungan konsumsi energi selain energi pendinginan seperti :

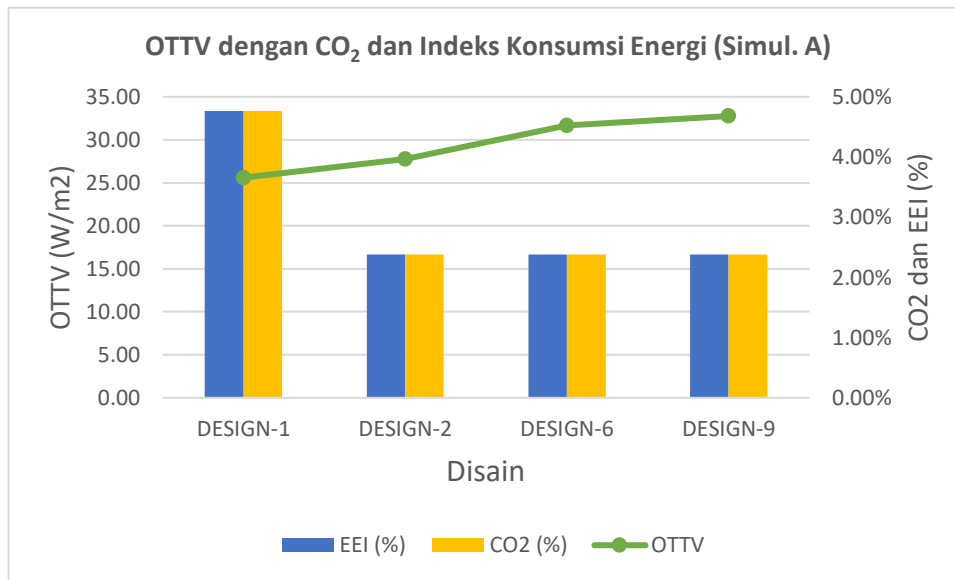
1. Pencahayaan (*Lighting*)
2. Energi peralatan (*Plug Load*)
3. Beban Lainnya (*Others Consumption*)

Analisis konsumsi energi diatas sebagai dasar indikator terhadap indeks efisiensi energi (EEI) dan emisi karbon dioksida (CO<sup>2</sup>). Namun, pada analisis perhitungan konsumsi energi seperti *lighting*, *plug load* dan lainnya hanya mengikuti standar SNI dan ASHRAE atau sesuai parameter-parameter yang sudah ditentukan pada Sub-Bab 3.2.3. Perhitungan total konsumsi energi selain energi pendinginan ini dapat lihat pada Lampiran 4.2.2.

Berdasarkan hasil perhitungan pada analisis OTTV pada Sub-Bab 4.1.1 dan analisis beban pendinginan Sub-Bab 4.2.1. Hasil perhitungan konsumsi energi ini diambil salah satu alternatif yang paling efisien yaitu alternatif ke- 1 (orientasi bangunan ke Barat, Timur, Selatan, Utara) karena memiliki OTTV selisih lebih rendah sekitar 1,3% dari alternatif ke- 2. Simulasi disain fasade kaca ini diambil 4 disain jenis kaca, masing-masing 2 disain dengan nilai OTTV yang minimum dan 2 disain dengan harga fasade kaca yang minimum. Hasil tersebut dapat dilihat tabel dan grafik dibawah ini :

Tabel 4. 16 Hasil Konsumsi Energi (Simulasi A)

No	Deskripsi	Unit	Baseline	Design -1	Design-2	Design-6	Design-9
1	OTTV (simulasi A)		35.00	25.60	27.74	31.70	32.77
2	Total Building Energy Consumption	kW / Tahun	4,096,514	3,901,462	3,998,988	3,998,988	3,998,988
3	Energy Efficiency Index (EEI)	kWh /m2/ yr	139	132	135	135	135
4	Emisi CO2	tonC O2/ MWh	3,654	3,480	3,567	3,567	3,567
5	Pengurangan Emisi CO2	tonC O2/ MWh		174	87	87	87
6	Efficiency			4.76%	2.38%	2.38%	2.38%



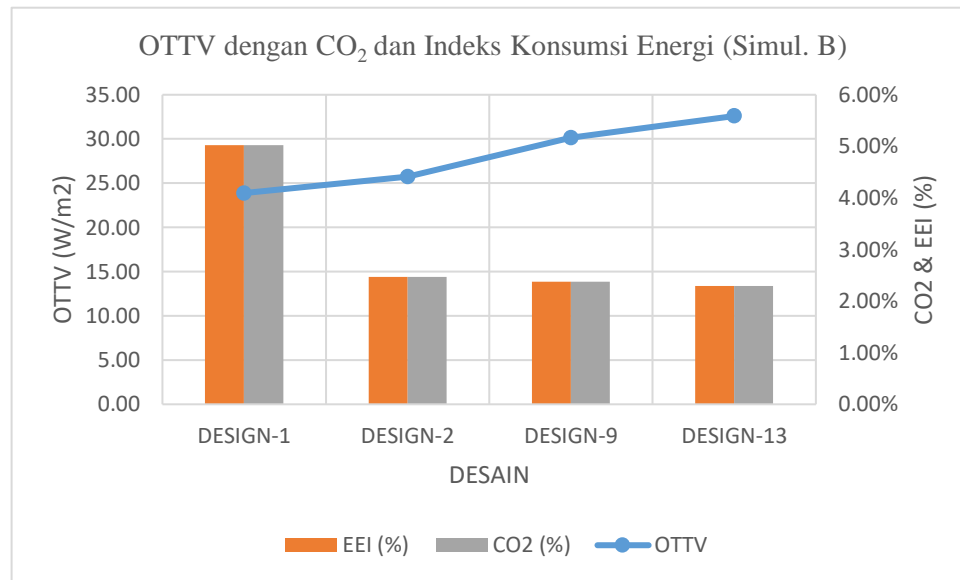
Grafik 4. 15 Hasil OTTV dengan CO<sub>2</sub> dan Indeks efisiensi energi

Tabel 4. 17 Hasil konsumsi energi (simulasi B)

No	Deskripsi	Unit	Baseline	Design-1	Design-2	Design-6	Design-9
1	OTTV (simulasi B)	W/m <sup>2</sup>	35.00	23.89	25.75	30.15	32.59
2	Total Building Energy Consumption	kW / Tahun	4,096,514	3,890,823	3,995,385	3,998,988	4,002,420
3	Energy Efficiency Index (EEI)	kWh/m <sup>2</sup> /yr	139	132	135	135	135
4	Emisi CO <sub>2</sub>	tonCO <sub>2</sub> /MWh	3,654	3,471	3,564	3,567	3,570
5	Pengurangan Emisi CO <sub>2</sub>	tonCO <sub>2</sub> /MWh		183	90	87	84
6	Efficiency	%		5.02%	2.47%	2.38%	2.30%

Tabel 4.16 - 4.17 dan Grafik 4.15 - 4.16 dapat dilihat bahwa hasil total indeks efisiensi energi dan efisiensi CO<sub>2</sub> (karbon dioksida) secara prosentase mendapatkan hasil yang hampir sama antara simulasi A dan B.. Kesamaan hasil tersebut disebabkan karena perhitungan konsumsi energi selain beban pendinginan menggunakan standar yang baku (SNI). Sehingga yang menjadi perbedaan pada indeks konsumsi energi ini hanya pada beban pendinginan. Hasil OTTV terhadap indeks efisiensi energi dan emisi karbon dioksida dapat dilihat pada Grafik 4.16 :





Grafik 4. 16 Hasil OTTV dengan CO<sub>2</sub> dan Indeks efisiensi energi

### 4.3 Analisis Life Cycle Cost

Setelah dilakukan analisis konsumsi energi terhadap nilai OTTV yang diperoleh, maka selanjutnya dilakukan analisis *life cycle cost*. Pada Sub-Bab 4.2 dijelaskan bahwa analisis konsumsi energi pada kedua alternatif diketahui mempunyai hasil akhir yang sama. Kemudian dipilih alternatif ke-1 yaitu simulasi orientasi bangunan menghadap barat, timur, selatan dan utara untuk dilakukan analisis pada tahap ini.

#### 4.3.1 Parameter biaya analisis *life cycle cost*

Selain hasil analisis efisiensi pada Sub-Bab 4.2 dan 4.3 sebagai dasar analisis *life cycle cost*. Parameter-parameter biaya yang digunakan pada analisis *life cycle cost* antara lain :

##### A. Inflasi

Tingkat inflasi pada penelitian ini mengacu pada rata-rata inflasi yang terjadi 8 tahun terakhir inflasi di Surabaya yang telah dijelaskan pada Sub-Bab 2.3.2 dan hasil rata-rata inflasi di Surabaya sejak tahun 2010 hingga tahun 2018 yaitu 6% yang telah dijelaskan pada Sub-Bab 3.2.6.3. Selanjutnya digunakan sebagai perhitungan *life cycle* pada penelitian ini. Tingkat inflasi yang digunakan yaitu 6% per tahun

## B. Discount Rate

Tingkat diskonto seperti yang dijelaskan pada Sub-Bab 3.2.6.2. Nilai tingkat diskonto pada penelitian ini adalah 11%. Untuk perhitungan *present worth* pada biaya penggantian menggunakan persamaan 16. Kemudian tahun penggantian disesuaikan dengan siklus penggantian pada sparepart AC Daikin yang dapat dilihat pada Gambar 4.2. hingga masa investasi yaitu 45 tahun. Hasil masing masing tahun penggantian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 18 Hasil perhitungan *present worth discount rate*

Tahun Investasi (replacement)	Tingkat Inflasi	PW Factor
7	6 %	0.7242
14	6 %	0.5245
21	6 %	0.3799
28	6 %	0.2751
35	6 %	0.1993
42	6 %	0.1443

Sumber: Hasil Analisis *Discount Rate*, 2019

Tabel 4.18 adalah hasil perhitungan tingkat diskonto dengan tingkat inflasi yang terjadi sesuai dengan masa investasi yaitu 45 tahun. Pada tabel diatas diketahui bahwa masa pergantian tiap 7 tahun sesuai dengan siklus pergantian AC.

## C. Initial Cost (biaya awal investasi)

Biaya awal pada analisis *life cycle cost* penelitian ini meliputi; biaya fasade kaca dan biaya AC Daikin tipe VRV. Dapat dilihat dalam tabel dibawah ini:

Tabel 4. 19 Biaya investasi awal pada fasade kaca

DESKRIPSI	VOL	Sat	Harga Satuan	Total Harga (Rp)	
<b>KODE</b>	<b>Fasade kaca seluruh selubung bangunan</b>				
VG1	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	15,840	m2	4,005,333	63,444,474,720
VG 2	6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	15,840	m2	4,005,333	63,444,480,000
VG 6	6 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	15,840	m2	3,847,667	60,947,045,280

DESKRIPSI		Vol	Sat	Harga Satuan	Total Harga (Rp)
<b>KODE</b>	<b>Fasade kaca seluruh selubung bangunan</b>				
VG 9	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	15,840	m2	3,847,667	60,947,045,280
<b>KODE</b>	<b>Fasade kaca 65 % dengan kombinasi ACP</b>				
VG1	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	15,840	m2	3,973,687	62,943,202,080
VG 2	6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2+12 mm AS+6 mm Planibel G #3	15,840	m2	3,973,687	62,943,200,000
VG 9	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	15,840	m2	3,826,162	60,606,406,080
VG 13.2	6 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + FL6	15,840	m2	3,826,162	60,606,406,080

Dapat dilihat pada Tabel 4.19 merupakan total biaya awal investasi pada fasade kaca gedung perkantoran. Harga tersebut meliputi konstruksi pemasangan fasade dan alat bantu, material profil aluminium dan pendukungnya, material ACP, serta material kaca double. Harga merupakan harga fasade/m<sup>2</sup> berdasarkan dari wawancara salah satu distributor kaca resmi dari Asahimas dan kontraktor fasade di Surabaya.

Untuk Harga AC Daikin VRV X dapat dilihat pada Tabel 4.20 dibawah ini:

Tabel 4. 20 Biaya investasi awal pada AC Daikin VRV X

Indoor Unit		VOL	Satuan	Harga satuan	Total Harga
A	FXFQ63LUV1	1.00	unit	30,254,400	30,254,400
Indoor Unit		VOL	Satuan	Harga satuan	Total Harga
A	RXUQ36AMY14	1.00	unit	465,062,400	465,062,400
B	RXUQ38AMY14	1.00	unit	474,732,000	474,732,000
C	RXUQ40AMY14	1.00	unit	501,072,000	501,072,000

Sumber : Hasil Survey dan Wawancara Daikin Surabaya, 2019

Tabel 4.20 dapat dilihat merupakan biaya investasi awal pada AC Daikin yang masih dalam satuan indoor unit maupun outdoor unit. Nantinya harga tersebut akan dikalikan terhadap jumlah total kebutuhan sesuai analisis pada Sub-Bab 4.3. biaya diatas sudah termasuk unit AC (indoor/outdoor), konstruksi pemasangan beserta alat bantu. Biaya tersebut berasal dari wawancara *engineer* Daikin Surabaya.

**c) Biaya operasional dan perawatan (*maintenance*)**

Biaya operasional dan perawatan pada analisis *life cycle cost* penelitian ini bersifat rutin tahunan (*annual cost*). Menurut Hennecke (1997), biaya *maintenance* sistem diperkirakan 1% dari biaya awal investasi untuk tahun pertama, tahun berikutnya mengikuti pada nilai inflasi (6%). Biaya operasional dan perawatan pada penelitian ini antara lain;

1) Pembersihan dan pemeriksaan fasade kaca

Pembersihan dan pemeriksaan fasade kaca merupakan kegiatan rutin setiap tahun dilakukan sebagai *maintenance* terhadap kebocoran air maupun yang terjadi diseluruh selubung bangunan kaca. Biaya perawatan tersebut diambil 0.5% dari total nilai investasi awal pada fasade kaca yang telah dihitung pada 4.19. Biaya perawatan tersebut dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 4. 21 Biaya perawatan fasade kaca

Simulasi fasade kaca seluruh selubung bangunan		Total Harga	Biaya Maintenance	
VG1	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	63,444,474,720	0.5 %	317,222,374
VG 2	6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	63,444,480,000	0.5 %	317,222,400
VG 6	6 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	60,947,045,280	0.5 %	304,735,226
VG 9	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	60,947,045,280	0.5 %	304,735,226
Simulasi fasade kaca dengan kombinasi ACP 65%		Total Harga	Biaya Maintenance	
VG1	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	62,943,202,080	0.5 %	314,716,010
VG 2	6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2+12 mm AS+6 mm Planibel G #3	62,943,200,000	0.5 %	314,716,000
VG 9	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	60,606,406,080	0.5 %	303,032,030

Simulasi fasade kaca dengan kombinasi ACP 65%		Total Harga	Biaya Maintenance	
VG 13.2	6 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + FL6	60,606,406,080	0.5 %	303,032,030

Pada tabel 4.21 dapat dilihat biaya maintenance pada fasade diambil 0.5% dari total harga nilai investasi awal untuk tahun pertama, pada tahun kedua dan berikutnya hingga masa investasi disesuaikan dengan tingkat inflasi (6%).

## 2) Biaya Listrik (kWh)

Konsumsi energi listrik berdasarkan dengan hasil analisis pada Sub-Bab 4.2. Kategori listrik pada analisis penelitian ini disesuaikan dengan golongan atau fungsi bangunan yakni berfungsi untuk perkantoran/bisnis. Biaya listrik mengacu pada tarif PLN berdasarkan Permen ESDM No. 28 tahun 2016. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 22 Tarif Listrik Untuk Keperluan Bisnis

### TARIF TENAGA LISTRIK UNTUK KEPERLUAN BISNIS

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER			PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVArh (Rp/kVArh)		
1.	B-1/TR	450 VA	23.500	Blok I : 0 s.d. 30 kWh : 254 Blok II : di atas 30 kWh : 420		535
2.	B-1/TR	900 VA	26.500	Blok I : 0 s.d. 108 kWh : 420 Blok II : di atas 108 kWh : 465		630
3.	B-1/TR	1.300 VA	*)	966		966
4.	B-1/TR	2.200 VA s.d. 5.500 VA	*)	1.100		1.100
5.	B-2/TR	6.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.352		1.352
6.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.020 Blok LWBP = 1.020 kVArh = 1.117 ***)		-

Catatan :

\*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):

RM1 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian.

\*\*\*) Diterapkan Rekening Minimum (RM):

RM2 = 40 (Jam Nyala) x Daya tersambung (kVA) x Biaya Pemakaian LWBP.

Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

\*\*\*) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVArh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulan kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).

K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem kelistrikan setempat ( $1,4 \leq K \leq 2$ ), ditetapkan oleh Direksi PT Perusahaan Listrik Negara (Persero).

WBP : Waktu Beban Puncak.

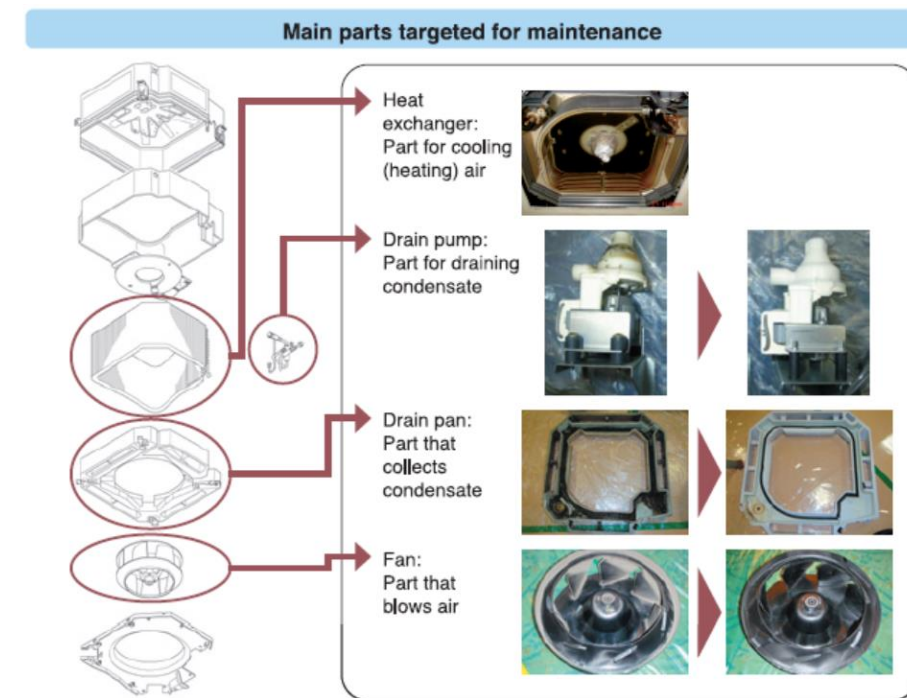
LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

Pada Tabel 4.22 diatas untuk golongan bisnis yang paling besar yaitu nomor 6 golongan B-3/TM. Dari tabel diatas digunakan kategori pada penelitian ini yakni kategori golongan paling tinggi B-3/TM berdasarkan fungsi bangunan yaitu untuk komersial perkantoran.

Kemudian tarif B-3/TM yakni KxRp. 1,020/kWh. K adalah koefisien tarif listrik yang ditetapkan dengan maksimal K adalah 2. Sehingga 2xRp. 1,020/kWh adalah Rp. 2,040/kWh. Tarif listrik yang digunakan pada penelitian ini adalah Rp. 2,040/kWh.

### 3) Biaya perawatan AC Daikin

Perawatan rutin pada AC VRV Daikin ini dilakukan setiap tahun. bagian peralatan yang harus dilakukan ini berdasarkan buku petunjuk *maintenance* Daikin tipe VRV seperti dalam gambar dibawah ini.



Gambar 4. 1 Perawatan *sparepart* pada AC VRV Daikin

Dapat dilihat pada Gambar 4.1 sparepart yang harus dirawat pada setiap tahun. sparepart tersebut yaitu; *heat exchanger*, *drain pump*, *drain pan*, *Fan*, *Air filter*. Perawatan ini sebagai tujuan AC VRV dapat digunakan sesuai masa yang ditentukan pabrikan dan mengurangi pembengkakan biaya terhadap sparepart atau *equipment* yang ada dalam VRV Daikin.

Tabel 4. 23 Biaya perawatan pada AC VRV

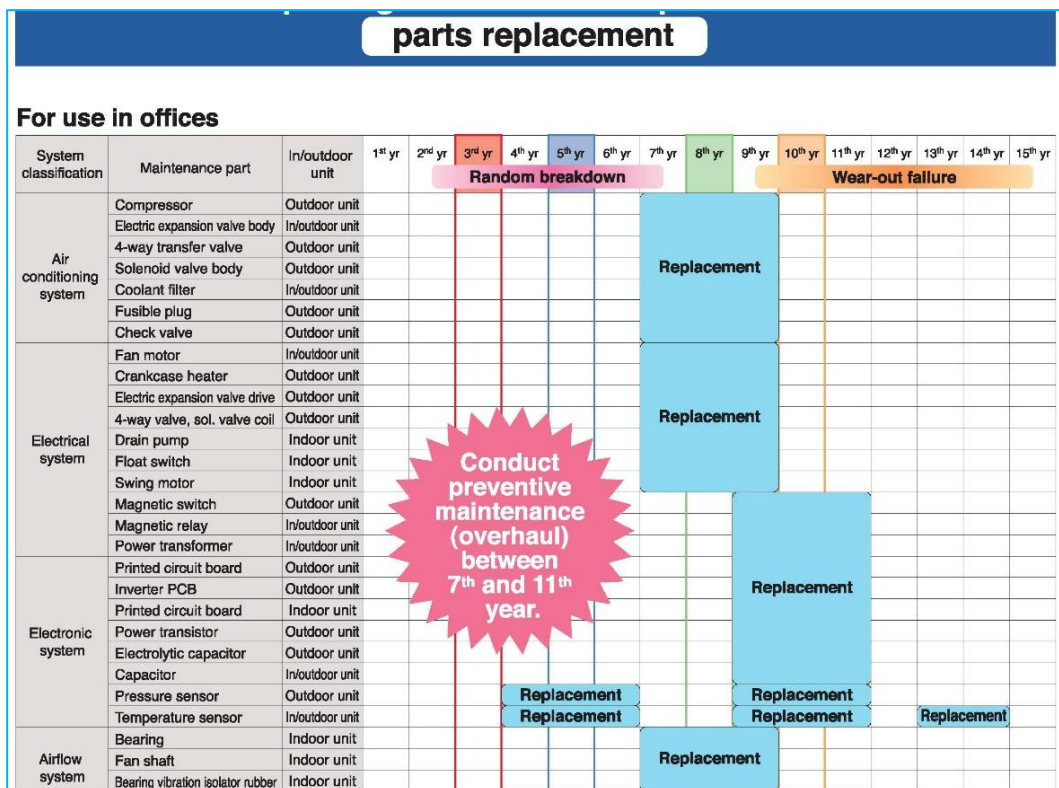
Indoor Unit	Vol	Satuan	Total Harga	Maintenance	
FXFQ63LUV1	1.00	unit	30,254,400	0.5%	151,272

Outdoor Unit	Vol	Satuan	Total Harga	Maintenance	
RXUQ36AMY14	1.00	unit	465,062,400	0.5%	2,325,312
RXUQ38AMY14	1.00	unit	474,732,000	0.5%	2,373,660
RXUQ40AMY14	1.00	unit	501,072,000	0.5%	2,505,360

Pada tabel 4.23 dapat dilihat biaya perawatan pada AC VRV dalam satuan unit, nantinya akan dikalikan dengan jumlah yang dibutuhkan sesuai analisis sebelumnya. Biaya tersebut berdasarkan wawancara dengan engineer Daikin. Biaya perawatan AC diperkirakan 0.5% dari nilai investasi awal, kemudian untuk tahun kedua dan selanjutnya mengikuti nilai inflasi 6%.

#### 4) Biaya Penggantian

Penggantian *sparepart* pada AC VRV Daikin ini dilakukan berdasarkan petunjuk *maintenance* Daikin tipe VRV seperti dalam gambar dibawah ini.



Gambar 4. 2 Penggantian *sparepart* pada AC VRV Daikin

Pada Gambar 4.2 adalah siklus penggantian serta sparepart (*indoor/outdoor* unit) yang harus diganti dalam AC VRV. Siklus diatas antara 7 tahun hingga 11

tahun. Pada analisis ini digunakan tahun ke 7 untuk penggantian sparepart VRV untuk semua sparepart yang ada pada Gambar 4.2.

Biaya penggantian semua sparepart diatas dapat dilihat pada tabel 4.30. Biaya tersebut berdasarkan wawancara pihak *engineer* maupun *marketing engineer* Daikin Surabaya.

Tabel 4. 24 Biaya penggantian sparepart VRV Daikin

Indoor Unit		Vol	Satuan	Total Harga	Biaya Penggantian	
A	FXFQ63LUV1	1.00	unit	30,254,400	30%	9,076,320
Indoor Unit		Vol	Satuan	Total Harga	Biaya Penggantian	
A	RXUQ36AMY14	1.00	unit	465,062,400	30%	139,518,720
B	RXUQ38AMY14	1.00	unit	474,732,000	30%	142,419,600
C	RXUQ40AMY14	1.00	unit	501,072,000	30%	150,321,600

Pada tabel 4.24 diatas dapat dilihat biaya penggantian sparepart AC VRV dalam satuan unit, nantinya akan dikalikan dengan jumlah yang dibutuhkan sesuai analisis sebelumnya. Perkiraan biaya diatas ditentukan untuk semua equipment atau sparepart yang ada dalam indoor maupun outdoor unit VRV Daikin.

Biaya penggantian sparepart AC diperkirakan 30% dari total nilai investasi awal, kemudian untuk tahun kedua dan selanjutnya mengikuti nilai inflasi 6%.

#### 4.3.2 Analisis *Life Cycle cost*

Analisis *life cycle cost* pada penelitian ini menggunakan tabel sesuai pada Sub-Bab 3.2.6.4. atau berdasarkan tabel Kirk, (1995) atau (Utomo, 2011) Perhitungan analisis ini menggunakan persamaan 16, 17 dan 18 dalam Sub-Bab 2.3.

Perhitungan analisis ini diambil dari dari alternatif ke- 1 berdasarkan 4 disain jenis fasade kaca yang optimum. Masing-masing 2 jenis fasade kaca yang mempunyai nilai OTTV minimum dan harga yang minimum. Perhitungan analisis *life cycle cost* dilakukan sesuai masa investasi yang ditentukan yakni 45 tahun. Hasil analisis *life cycle cost* setiap alternatif sebagai berikut:

##### a) Analisis *life cycle cost* pada simulasi A (fasade kaca seluruh permukaan selubung bangunan)

Analisis *life cycle cost* yang pertama dilakukan pada simulasi fasade kaca seluruh permukaan selubung bangunan.



Analisis pada simulasi A dapat dilihat pada Tabel 4.26. Hasil yang didapatkan pada analisis ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.:

Tabel 4. 25 Hasil Analisis *Life Cycle Cost* Pada Simulasi A (Fasade Kaca Seluruh Selubung Bangunan)

Jenis Kaca Fasade		OTTV W/m <sup>2</sup>	Life Cycle Cost (Rp)
VG 1	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	25.60	200,500,197,077
VG 2	6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	27.74	207,300,944,580
VG 6	6 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	31.70	204,572,050,025
VG 9	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	32.77	204,572,050,025

Pada Tabel 4.25 dapat dilihat hasil rekapitulasi nilai *life cycle cost* yang terendah adalah jenis kaca VG 1 (6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3) dengan OTTV 25.60 W/m<sup>2</sup>. Sehingga pengaruh energi yang didapatkan juga rendah yaitu sebesar 1.636.664 kWh/tahun. Sedangkan untuk LCC yang tertinggi, didapatkan pada VG2 (6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3) yaitu sebesar Rp. 207,300,944,580 dengan OTTV 27.74 W/m<sup>2</sup>. Hasil LCC yang tertinggi ini selain di pengaruhi oleh OTTV, dipengaruhi oleh harga fasade kaca/m<sup>2</sup> yang cukup tinggi juga, dibandingkan jenis kaca yang lainnya yaitu VG 6 dan VG 9. Pengaruh perbedaan ini diakibatkan oleh konsumsi energi yang dihasilkan dari OTTV.

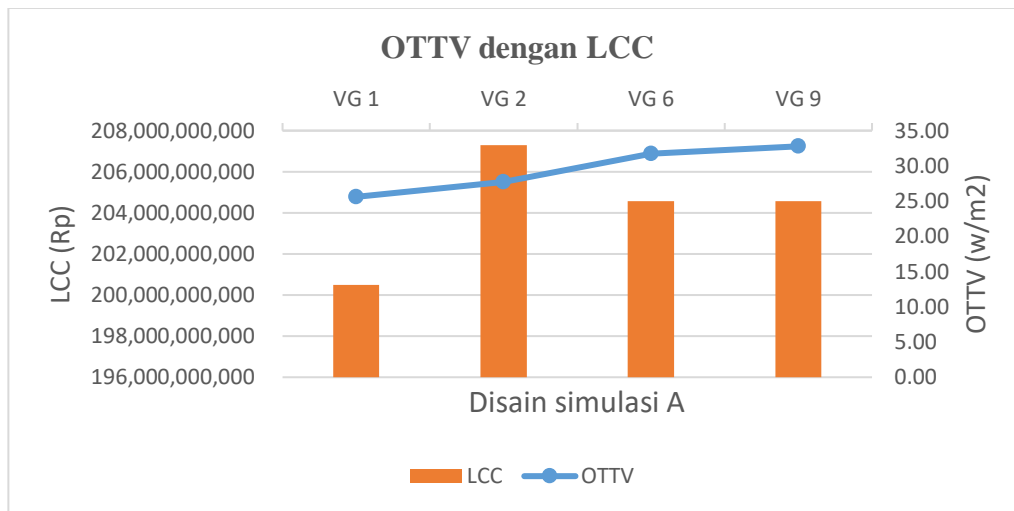
Sehingga dapat dinyatakan bahwa nilai LCC yang minimum tersebut didapatkan pada nilai OTTV yang paling rendah. Detail perhitungan analisis LCC dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4. 26 Analisis *Life Cycle Cost* Simulasi A (1)

				Nilai OTTV = 25.60 W/m2	Jenis fasade kaca ke 1			Nilai OTTV = 27.74 W/m2	Jenis fasade kaca ke 2							
				VG 1	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3			VG 2	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3							
Study title : Simulasi fasade kaca seluruh permukaan																
Discount rate : 11%				Inflasi : 6%												
Life Cycle (Year) 45				Start Life cycle year : 2019			Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth
<b>1 Initial Cost</b>																
<b>Biaya dasar fasade (biaya semua material fasade termasuk pemasangan)</b>																
<b>1 Simulasi fasade kaca seluruh permukaan</b>																
VG 1 6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3				15,840	m2	4,005,333	63,444,474,720	63,444,474,720								
VG 2 6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3											15,840	m2	4,005,333	63,444,480,000	63,444,480,000	
VG 6 6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6																
VG 9 6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6																
<b>Biaya dasar HVAC Merek DAIKIN VRV X (biaya termasuk pemasangan instalasi)</b>																
<b>A. Indoor Unit</b>																
1 FXFQ63LUV1				22	Lantai	308	unit	30,254,400	9,318,355,200	9,318,355,200	330	unit	30,254,400	9,983,952,000	9,983,952,000	
<b>B. Outdoor unit</b>																
1 RXUQ36AMY14				22	Lantai	22	unit	465,062,400	10,231,372,800	10,231,372,800						
2 RXUQ38AMY14											22	unit	474,732,000	10,444,104,000	10,444,104,000	
<b>Total Initial Cost</b>																
Deviasi																
<b>2 Replacement Cost</b>				<b>Year</b>	<b>Inflation rate</b>	<b>PW Factor</b>	<b>Volume</b>	<b>Cost</b>	<b>Estimated Cost</b>	<b>Present Worth</b>	<b>Volume</b>	<b>Satuan</b>	<b>Cost</b>	<b>Estimated Cost</b>	<b>Present Worth</b>	
<b>(Single Expenditures)</b>																
1 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)				7	6%	0.7242	1	8,818,668,773	8,818,668,773	6,386,798,818	1	ls	9,214,872,940	9,214,872,940	6,673,744,203	
2 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)				14	6%	0.5245	1	13,260,017,211	13,260,017,211	6,955,117,934	1	ls	13,855,761,786	13,855,761,786	7,267,596,697	
3 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)				21	6%	0.3799	1	19,938,163,113	19,938,163,113	7,574,008,020	1	ls	20,833,942,682	20,833,942,682	7,914,292,208	
4 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)				28	6%	0.2751	1	29,979,625,365	29,979,625,365	8,247,969,055	1	ls	31,326,546,631	31,326,546,631	8,618,532,889	
5 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)				35	6%	0.1993	1	45,078,271,852	45,078,271,852	8,981,901,438	1	ls	47,103,543,424	47,103,543,424	9,385,439,304	
6 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)				42	6%	0.1443	1	67,781,053,580	67,781,053,580	9,781,141,625	1	ls	70,826,313,198	70,826,313,198	10,220,587,665	
<b>Total Replacement Cost</b>																
<b>3 Annual Cost</b>				<b>Inflation rate</b>	<b>PW Factor</b>	<b>Volume</b>	<b>Satuan</b>	<b>Cost</b>	<b>Estimated Cost</b>	<b>Present Worth</b>	<b>Volume</b>	<b>Satuan</b>	<b>Cost</b>	<b>Estimated Cost</b>	<b>Present Worth</b>	
<b>(Operational and Maintenance)</b>																
<b>A. Power electrical HVAC (kWh)</b>				6%	18.53580657	1,636,664	kWh	2,040	3,338,793,744	61,887,235,026.90	1,734,190	kWh	2,040	3,537,746,784	65,574,990,093.51	
<b>B. Maintenance fasade (cleaning and checking)</b>				6%	18.53580657	1	Ls	317,222,374	317,222,374	5,879,972,557.77	1	Ls	317,222,400	317,222,400	5,879,973,047.12	
<b>C. Maintenance HVAC</b>																
1 Maintenance Indoor unit				6%	18.53580657	1	Ls	46,591,776	46,591,776	863,616,147.84	1	Ls	49,919,760	49,919,760	925,303,015.55	
2 Maintenance Outdoor unit				6%	18.53580657	1	Ls	51,156,864	51,156,864	948,233,736.00	1	Ls	52,220,520	52,220,520	967,949,457.88	
<b>Total Annual Cost</b>																
<b>Total Life Cycle Cost (Present Worth)</b>																
Deviasi Life Cycle Cost (PW)																

Tabel 4. 26 Analisis *Life Cycle Cost* Simulasi A (2)

		Nilai OTTV =	31.70 W/m2	Jenis fasade kaca ke 6		Nilai OTTV =	32.77 W/m2	Jenis fasade kaca ke 9								
		VG 6	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6			VG 9	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6									
Study title :		Simulasi fasade kaca seluruh permukaan														
Discount rate :		11%		Inflasi :		6%										
Life Cycle (Year)45		Start Life cycle year : 2019			Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth		
1	<b>Initial Cost</b>															
	<b>Biaya dasar fasade (biaya semua material fasade termasuk pemasangan)</b>															
	<b>1 Simulasi fasade kaca seluruh permukaan</b>															
	VG 1 6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3															
	VG 2 6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3															
	VG 6 6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6	15,840	m2	3,847,667	60,947,045,280	60,947,045,280	60,947,045,280									
	VG 9 6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6							15,840	m2	3,847,667	60,947,045,280	60,947,045,280	60,947,045,280			
	<b>Biaya dasar HVAC Merek DAIKIN VRV X (biaya termasuk pemasangan instalasi)</b>															
	<b>A. Indoor Unit</b>															
	1 FXFQ63LUV1	22 Lantai	330	unit	30,254,400	9,983,952,000	9,983,952,000	330	unit	30,254,400	9,983,952,000	9,983,952,000	9,983,952,000			
	<b>B. Outdoor unit</b>															
	1 RXUQ36AMY14	22 Lantai				-	-				-	-				
	2 RXUQ38AMY14		22	unit	474,732,000	10,444,104,000	10,444,104,000	22	unit	474,732,000	10,444,104,000	10,444,104,000	10,444,104,000			
	<b>Total Initial Cost</b>												<b>81,375,101,280</b>	<b>81,375,101,280</b>		
	Deviasi												6,128,416,800	1,619,101,440	6,128,416,800	1,619,101,440
2	<b>Replacement Cost (Single Expenditures)</b>	Year	Inflation rate	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth			
	1 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	7	6%	1	ls	9,214,872,940	9,214,872,940	6,673,744,203	1	Ls	9,214,872,940	9,214,872,940	6,673,744,203			
	2 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	14	6%	1	ls	13,855,761,786	13,855,761,786	7,267,596,697	1	Ls	13,855,761,786	13,855,761,786	7,267,596,697			
	3 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	21	6%	1	ls	20,833,942,682	20,833,942,682	7,914,292,208	1	Ls	20,833,942,682	20,833,942,682	7,914,292,208			
	4 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	28	6%	1	ls	31,326,546,631	31,326,546,631	8,618,532,889	1	Ls	31,326,546,631	31,326,546,631	8,618,532,889			
	5 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	35	6%	1	ls	47,103,543,424	47,103,543,424	9,385,439,304	1	Ls	47,103,543,424	47,103,543,424	9,385,439,304			
	6 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	42	6%	1	ls	70,826,313,198	70,826,313,198	10,220,587,665	1	Ls	70,826,313,198	70,826,313,198	10,220,587,665			
	<b>Total Replacement Cost</b>												<b>50,080,192,966</b>	<b>50,080,192,966</b>		
3	<b>Annual Cost</b>	Inflation rate	PW Factor	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth			
	(Operational and Maintenance)															
	A. Power electrical HVAC (kWh)	6%	18.53580657	1,734,190	kWh	2,040	3,537,746,784	65,574,990,093.51	#####	kWh	2,040	3,537,746,784	65,574,990,093.51			
	B. Maintenance fasade (cleaning and checking)	6%	18.53580657	1	Ls	304,735,226	304,735,226	5,648,513,213	1	Ls	304,735,226	304,735,226	5,648,513,212.62			
	C. Maintenance HVAC															
	1 Maintenance Indoor unit	6%	18.53580657	1	Ls	49,919,760	49,919,760	925,303,016	1	Ls	49,919,760	49,919,760	925,303,015.55			
	2 Maintenance Outdoor unit	6%	18.53580657	1	Ls	52,220,520	52,220,520	967,949,458	1	Ls	52,220,520	52,220,520	967,949,457.88			
	<b>Total Annual Cost</b>												<b>73,116,755,780</b>	<b>73,116,755,780</b>		
	<b>Total Life Cycle Cost (Present Worth)</b>												<b>204,572,050,025</b>	<b>204,572,050,025</b>		
	Deviasi Life Cycle Cost (PW)												(4,071,852,948)	(4,071,852,948)		



Grafik 4. 17 Hasil analisis OTTV dengan LCC

Pada simulasi fasade kaca seluruh selubung bangunan dapat dilihat pada Tabel 4.26 dan Grafik 4.17 menunjukkan bahwa hasil analisis *life cycle cost* dengan nilai terendah sebesar Rp. 200.500.197.077, diperoleh jenis fasade kaca VG 1 (6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3). Jenis kaca VG 1 merupakan jenis kaca yang mendapatkan nilai OTTV terendah yakni 25.60 W/m<sup>2</sup>.

Sedangkan pada nilai LCC tertinggi didapatkan pada jenis kaca VG2 (6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2+12 mm AS+6 mm Planibel G #3) sebesar Rp.204.572.050.025. Jenis kaca VG 2 ini merupakan jenis kaca yang mendapatkan nilai OTTV 27.74 W/m<sup>2</sup>. Tingginya nilai LCC dipengaruhi oleh nilai OTTV yang didapatkan sehingga jumlah energi menjadi besar, selain itu juga dipengaruhi oleh harga fasade kaca/m<sup>2</sup> yang tinggi sebesar Rp. 4.005.333/m<sup>2</sup> atau sama dengan harga fasade pada jenis kaca VG 1.

Dapat disimpulkan bahwa nilai OTTV yang minimum dapat mempengaruhi nilai LCC fasade kaca gedung perkantoran. Oleh karena itu diakibatkan pada pemakaian energi (kWh) yang digunakan berdasarkan kebutuhan beban pendinginan (BTU).

**b) Analisis *life cycle cost* pada simulasi B (prosentase fasade kaca 65% kombinasi ACP)**

Analisis *life cycle cost* pertama dilakukan pada simulasi fasade kaca seluruh permukaan selubung bangunan.

Analisis pada simulasi dapat dilihat pada Tabel 4.26 dan Hasil yang didapatkan pada analisis ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.:

Tabel 4. 27 Hasil Analisis *Life Cycle Cost* Pada Simulasi B (Prosentase Fasade Kaca 65% Kombinasi ACP)

Jenis Kaca Fasade		OTTV W/m <sup>2</sup>	Life Cycle Cost (Rp)
VG1	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	23.89	199,550,166,421
VG 2	6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2+12 mm AS+6 mm Planibel G #3	25.75	204,257,922,609
VG 9	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	30.15	204,063,577,623
VG 13.2	6 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + FL6	32.59	208,612,665,396

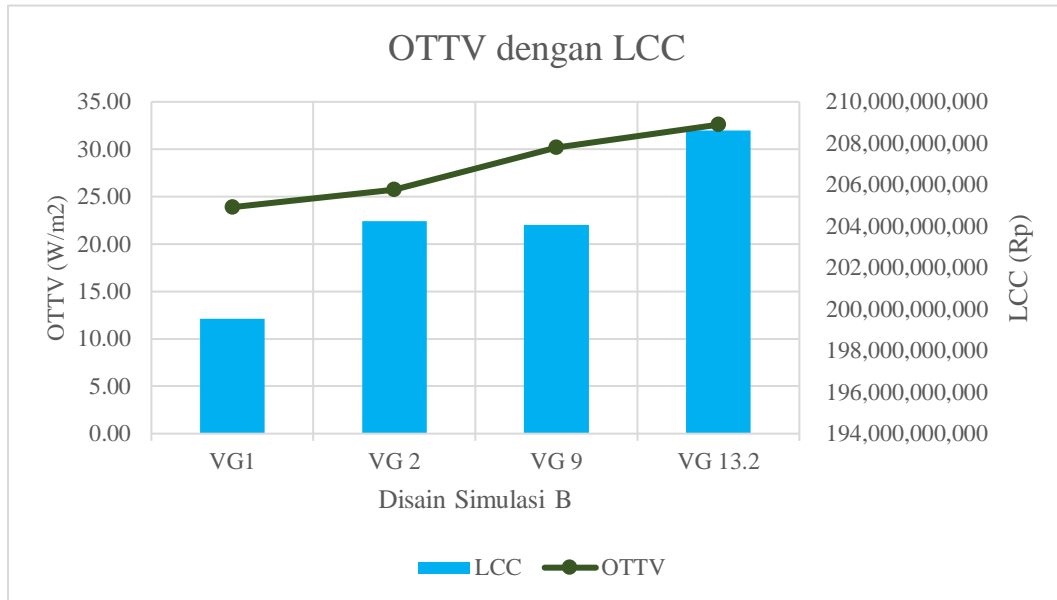
Pada Tabel 4.27 dapat dilihat hasil rekapitulasi nilai *life cycle cost* yang terendah adalah jenis kaca VG 1 (6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3) dengan OTTV 23.89 W/m<sup>2</sup>. Sehingga pengaruh energi yang didapatkan juga rendah yaitu sebesar 1.626.024 kWh/tahun. Sedangkan untuk LCC yang tertinggi, didapatkan pada VG 13.2 (6 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + FL6) yaitu sebesar Rp. 208,612,665,396, dengan OTTV 32.59 W/m<sup>2</sup>. Hasil LCC yang tertinggi ini di pengaruhi oleh OTTV dan harga fasade kaca/m<sup>2</sup> yang cukup tinggi juga. Sehingga pada simulasi ini sangat jelas bahwa pengaruh *life cycle cost* yang tinggi disebabkan oleh nilai OTTV yang tinggi.

Tabel 4. 28 Analisis *Life Cycle Cost* Simulasi B (1)

				Nilai OTTV =	23.89 W/m2	Jenis fasade kaca ke 1			Nilai OTTV =	25.75 W/m2	Jenis fasade kaca ke 2				
				VG1	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3			VG 2	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2+12mm AS+6mm Planibel G #3						
Study title :				Simulasi fasade kaca kombinasi ACP (65%)											
Discount rate :				11%											
Life Cycle (Year) :				45											
Start Life cycle year :				2019											
	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth
<b>1</b>	<b>Initial Cost</b>														
	Biaya dasar fasade (biaya semua material fasade termasuk pemasangan)														
	<b>1 Simulasi fasade kaca seluruh permukaan</b>														
	VG1	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	15,840	m2	3,973,687	62,943,202,080	62,943,202,080								
	VG 2	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2+12mm AS+6mm Planibel G #3						15,840	m2	3,973,687	62,943,200,000	62,943,200,000			
	VG 9	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6													
	VG 13.2	6mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12mm AS + FL6													
	Biaya dasar HVAC Merek DAIKIN VRV X (biaya termasuk pemasangan instalasi)														
	<b>A. Indoor Unit</b>														
	1	FXFQ63LUV1	22	Lantai	308	unit	30,254,400	9,318,355,200	9,318,355,200	308	unit	30,254,400	9,318,355,200	9,318,355,200	
	<b>B. Outdoor unit</b>														
	1	RXUQ36AMY14	22	Lantai	22	unit	465,062,400	10,231,372,800	10,231,372,800						
	2	RXUQ38AMY14						-		22	unit	474,732,000	10,444,104,000	10,444,104,000	
	3	RXUQ40AMY14													
	<b>Total Initial Cost</b>														
	<b>82,492,930,080</b>														
	Deviasi														
	<b>(82,705,659,200)</b>														
<b>2</b>	<b>Replacement Cost (Single Expenditures)</b>														
			<b>Year</b>	<b>Inflation rate</b>	<b>PW Factor</b>	<b>Volume</b>	<b>Cost</b>	<b>Estimated Cost</b>	<b>Present Worth</b>	<b>Volume</b>	<b>Sat</b>	<b>Cost</b>	<b>Estimated Cost</b>	<b>Present Worth</b>	
	1	Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	7	6%	0.7242	1	8,818,668,773	8,818,668,773	6,386,798,818	1	Ls	8,914,629,494	8,914,629,494	6,456,297,042	
	2	Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	14	6%	0.5245	1	13,260,017,211	13,260,017,211	6,955,117,934	1	Ls	13,404,306,654	13,404,306,654	7,030,800,346	
	3	Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	21	6%	0.3799	1	19,938,163,113	19,938,163,113	7,574,008,020	1	Ls	20,155,121,086	20,155,121,086	7,656,424,912	
	4	Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	28	6%	0.2751	1	29,979,625,365	29,979,625,365	8,247,969,055	1	Ls	30,305,849,939	30,305,849,939	8,337,719,682	
	5	Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	35	6%	0.1993	1	45,078,271,852	45,078,271,852	8,981,901,438	1	Ls	45,568,792,992	45,568,792,992	9,079,638,382	
	6	Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	42	6%	0.1443	1	67,781,053,580	67,781,053,580	9,781,141,625	1	Ls	68,518,616,009	68,518,616,009	9,887,575,535	
	<b>Total Replacement Cost</b>														
	<b>47,926,936,888</b>														
<b>3</b>	<b>Annual Cost</b>														
	(Operational and Maintenance)														
	A.	<b>Power electrical HVAC (kWh)</b>	6%	18.53580657	1,626,024	kWh	2,040	3,317,089,776	61,484,934,474.18	1,730,586	kWh	2,040	3,530,395,440	65,438,727,003.07	
	B.	<b>Maintenance fasade (cleaning and checking)</b>	6%	18.53580657	1	Ls	314,716,010	314,716,010	5,833,515,094.29	1	Ls	314,716,000	314,716,000	5,833,514,901.52	
	C. Maintenance HVAC														
	1	Maintenance Indoor unit	6%	18.53580657	1	Ls	46,591,776	46,591,776	863,616,147.84	1	Ls	46,591,776	46,591,776	863,616,147.84	
	2	Maintenance Outdoor unit	6%	18.53580657	1	Ls	51,156,864	51,156,864	948,233,736.00	1	Ls	52,220,520	52,220,520	967,949,457.88	
	<b>Total Annual Cost</b>														
	<b>69,130,299,452</b>														
	<b>Total Life Cycle Cost (Present Worth)</b>														
	<b>199,550,166,421</b>														
	Deviasi Life Cycle Cost (PW)														
	<b>(4,707,756,188)</b>														

Tabel 4.28 Analisis *Life Cycle Cost* Simulasi B (2)

				Nilai OTTV = 30.15 W/m2 Jenis fasade kaca ke 9			Nilai OTTV = 32.59 W/m2 Jenis fasade kaca ke 13						
				VG 9 6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6			VG 13.2 6mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12mm AS + FL6						
Study title : Simulasi fasade kaca kombinasi ACP (65%)													
Discount rate : 11%				Inflasi/tahun 6%									
Life Cycle (Year) : 45				Start Life cycle year : 2019									
1	Initial Cost	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth		
Biaya dasar fasade (biaya semua material fasade termasuk pemasangan)													
1 Simulasi fasade kaca seluruh permukaan													
	VG1 6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3			-	-	-			-	-	-		
	VG 2 6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2+12mm AS+6mm Planibel G #3												
	VG 9 6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6	15,840	m2	3,826,162	60,606,406,080	60,606,406,080							
	VG 13.2 6mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12mm AS + FL6			-	-	-	15,840	m2	3,826,162	60,606,406,080	60,606,406,080		
Biaya dasar HVAC Merek DAIKIN VRV X (biaya termasuk pemasangan instalasi)													
A. Indoor Unit													
	1 FXPQ63LUV1	22 Lantai	330 unit	30,254,400	9,983,952,000	9,983,952,000	352 unit		30,254,400	10,649,548,800	10,649,548,800		
B. Outdoor unit													
	1 RXUQ36AMY14	22 Lantai			-	-				-	-		
	2 RXUQ38AMY14		22 unit	474,732,000	10,444,104,000	10,444,104,000							
	3 RXUQ40AMY14						22 unit		501,072,000	11,023,584,000	11,023,584,000		
Total Initial Cost						81,034,462,080	82,279,538,880						
Devisi				6,128,416,800	1,458,468,000			6,501,939,840			213,391,200		
2	Replacement Cost (Single Expenditures)	Year	Inflation rate	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth
	1 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	7	6%	1	Ls	9,214,872,940	9,214,872,940	6,673,744,203	1	Ls	9,776,513,486	9,776,513,486	7,080,504,596
	2 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	14	6%	1	Ls	13,855,761,786	13,855,761,786	7,267,596,697	1	Ls	14,700,261,504	14,700,261,504	7,710,552,015
	3 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	21	6%	1	Ls	20,833,942,682	20,833,942,682	7,914,292,208	1	Ls	22,103,758,013	22,103,758,013	8,396,663,199
	4 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	28	6%	1	Ls	31,326,546,631	31,326,546,631	8,618,532,889	1	Ls	33,235,879,386	33,235,879,386	9,143,826,894
	5 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	35	6%	1	Ls	47,103,543,424	47,103,543,424	9,385,439,304	1	Ls	49,974,473,929	49,974,473,929	9,957,475,759
	6 Sparepart (AC system, Electrical System, Electronic System, Air flow System)	42	6%	1	Ls	70,826,313,198	70,826,313,198	10,220,587,665	1	Ls	75,143,131,176	75,143,131,176	10,843,525,872
Total Replacement Cost						50,080,192,966	53,132,548,334						
3	Annual Cost	Inflation rate	PW Factor	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth	Volume	Satuan	Cost	Estimated Cost	Present Worth
(Operational and Maintenance)													
	A. Power electrical HVAC (kWh)	6%	18.53580657	1,730,586	kWh	2,040	3,530,395,440	65,438,727,003.07	##### kWh		2,040	3,537,746,784	65,574,990,093.51
	B. Maintenance fasade (cleaning and checking)	6%	18.53580657	1	Ls	303,032,030	303,032,030	5,616,943,101	1	Ls	303,032,030	303,032,030	5,616,943,101.01
C. Maintenance HVAC													
	1 Maintenance Indoor unit	6%	18.53580657	1	Ls	49,919,760	49,919,760	925,303,016	1	Ls	53,247,744	53,247,744	986,989,883.25
	2 Maintenance Outdoor unit	6%	18.53580657	1	Ls	52,220,520	52,220,520	967,949,458	1	Ls	55,117,920	55,117,920	1,021,655,103.84
Total Annual Cost						72,948,922,577	73,200,578,182						
Total Life Cycle Cost (Present Worth)						204,063,577,623	208,612,665,396						
Devisi Life Cycle Cost (PW)						(4,513,411,202)	(9,062,498,975)						



Grafik 4. 18 Hasil analisis OTTV dengan LCC

Pada tabel 4.27 – 4.28 dan Grafik 4.18 merupakan hasil analisis *life cycle cost* pada simulasi prosentase fasade kaca 65% dengan kombinasi ACP. Hasil analisis *life cycle cost* menunjukkan nilai NPV terendah diperoleh pada jenis fasade kaca VG 1 (6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G#3) sebesar Rp.199.550.166.421. Jenis kaca VG 1 merupakan jenis kaca yang mendapatkan nilai OTTV terendah yaitu 23.89 W/m<sup>2</sup>.

Sedangkan nilai LCC tertinggi diperoleh pada jenis kaca VG 13.2 (6 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + FL6) sebesar Rp. 208.612.665.396. Jenis kaca VG 13.2 ini merupakan jenis kaca yang mendapatkan harga fasade kaca terendah yaitu sebesar Rp. 3.826.162/m<sup>2</sup>. Penyebabnya tingginya nilai LCC pada disain ini dipengaruhi oleh tingginya nilai OTTV yang didapatkan yaitu 32.59 W/m<sup>2</sup> dibandingkan dari 3 simulasi lainnya (VG 1, VG 2 dan VG 9) sehingga konsumsi energi (kWh) yang digunakan semakin tinggi. Dengan demikian disimpulkan harga fasade kaca yang rendah tidak menghasilkan nilai *life cycle cost* rendah. Namun dengan nilai OTTV yang rendah sangat mempengaruhi hasil analisis *life cycle cost*.



#### 4.4 Pembahasan

Sesuai identifikasi masalah pada penelitian ini yakni menyelaraskan atau menyamakan antara SNI tahun 2011 yang menerbitkan OTTV 35 W/m<sup>2</sup> dengan Peraturan Gubernur DKI nomor 38 tahun 2012 yang menerbitkan OTTV 45 W/m<sup>2</sup>. Dengan tujuan agar dapat diterapkan pada seluruh bangunan perkantoran di Indonesia, maka penelitian ini mengacu pada satu standar yaitu SNI tahun 2011. Dalam upaya penyelarasan suatu standar tersebut, penelitian ini juga memperhatikan dampak yang timbul yakni biaya yang dikeluarkan akan cukup besar dari upaya efisiensi energi. Sehingga dengan menggunakan metode *life cycle cost* agar dapat diketahui besaran biaya yang dikeluarkan selama masa investasi 45 tahun. Analisis *life cycle cost* diperlukan untuk mengetahui alternatif terbaik manakah yang akan dipilih dari investasi atau alternatif yang memiliki biaya kepemilikan terendah dalam jangka waktu tertentu (Utomo, 2011).

Penelitian ini menggunakan simulasi bangunan perkantoran *regular form* (persegi) dengan dua (2) alternative. Alternatif ke -1 yaitu orientasi bangunan barat, timur, utara, selatan dan alternatif ke-2 yaitu barat daya, barat laut, tenggara, timur laut. Masing-masing alternatif memiliki dua (2) prosentase fasade kaca yakni 100% fasade kaca pada seluruh selubung bangunan dan 65% fasade kaca kombinasi dengan ACP.

Untuk menyamakan standar nilai OTTV (efisiensi energi fasade) yang mengacu pada SNI tahun 2011, dilakukan analisis OTTV yang telah dijelaskan pada Sub-Bab 4.1.1, Hasil yang didapatkan pada jenis kaca yang memiliki energi paling efisien yaitu tipe T- Sunlux dengan sistem *double*. Dengan menggunakan jenis kaca tipe T-Sunlux didapatkan nilai OTTV mencapai 26 W/m<sup>2</sup>. Hal ini didukung dari penelitian (Concina, 2011) yang menyebutkan bahwa teknologi *double skin* fasade mampu menurunkan penggunaan konsumsi energi pendinginan cukup besar, sehingga membuktikan bahwa teknologi *double skin* dapat digunakan pada bangunan dengan iklim panas lembab. Dari semua alternatif simulasi pada penelitian ini didapatkan energi paling efisien yakni jeni kaca *double* 6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) + 12 mm AS + 6 mm Planibel G yang dapat mencapai OTTV hingga dibawah 26 W/m<sup>2</sup> dengan harga fasade rata-rata 4juta/m<sup>2</sup>.

Hasil rekapitulasi analisis OTTV dari simulasi bangunan perkantoran dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 29 Hasil OTTV dan Harga Fasade/m2 antar Simulasi

KODE	JENIS FASADE KACA AGC	Alternatif ke- 1 (barat, timur, selatan, utara)				Alternatif ke- 2 (barat daya, timur laut, tenggara, barat laut)			
		Simulasi A (Fasade kaca seluruh permukaan)		Simulasi B (Fasade kaca 65% kombinasi ACP)		Simulasi A (Fasade kaca seluruh permukaan)		Simulasi B (Fasade kaca 65% kombinasi ACP)	
		OTTV (W/m2)	Harga fasade/m2 (Rp)	OTTV (W/m2)	Harga fasade/m2 (Rp)	OTTV (W/m2)	Harga fasade/m2 (Rp)	OTTV (W/m2)	Harga fasade/m2 (Rp)
<b>VG 1</b>	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>25.60</b>	4,005,333	<b>23.89</b>	3,973,687	<b>25.93</b>	4,005,333	<b>24.17</b>	3,973,687
VG 1.1	6 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	25.60	4,016,333	23.89	3,983,308	25.93	4,016,333	24.17	3,983,308
VG 1.2	8 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	25.60	4,100,667	23.89	4,057,071	25.93	4,100,667	24.17	4,057,071
VG 1.3	8 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	25.60	4,111,667	23.89	4,066,692	25.93	4,111,667	24.17	4,066,692
<b>VG 2</b>	6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>27.74</b>	4,005,333	<b>25.75</b>	3,973,687	<b>28.12</b>	4,005,333	<b>26.09</b>	3,973,687
VG 2.1	8 mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	27.74	4,111,667	25.75	4,066,692	28.12	4,111,667	26.09	4,066,692
<b>VG 3</b>	6 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>28.58</b>	4,005,333	<b>26.68</b>	3,973,687	<b>28.99</b>	4,005,333	<b>27.05</b>	3,973,687

KODE	JENIS FASADE KACA AGC	Alternatif ke- 1 (barat, timur, selatan, utara)				Alternatif ke- 2 (barat daya, timur laut, tenggara, barat laut)			
		Simulasi A (Fasade kaca seluruh permukaan)		Simulasi B (Fasade kaca 65% kombinasi ACP)		Simulasi A (Fasade kaca seluruh permukaan)		Simulasi B (Fasade kaca 65% kombinasi ACP)	
		OTTV (W/m2)	Harga fasade/m2 (Rp)	OTTV (W/m2)	Harga fasade/m2 (Rp)	OTTV (W/m2)	Harga fasade/m2 (Rp)	OTTV (W/m2)	Harga fasade/m2 (Rp)
VG 3.1	6 mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	28.58	4,016,333	26.68	3,983,308	28.99	4,016,333	27.05	3,983,308
VG 3.2	8 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	28.58	4,100,667	26.68	4,057,071	28.99	4,100,667	27.05	4,057,071
VG 3.3	8 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	28.58	4,100,667	26.68	4,057,071	28.99	4,100,667	27.05	4,057,071
<b>VG 4</b>	8 mm T-Sunlux CS 520 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>29.87</b>	4,111,667	<b>27.62</b>	4,066,692	<b>30.31</b>	4,111,667	<b>28.00</b>	4,066,692
<b>VG 5</b>	6 mm T-Sunlux CS 520 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>30.94</b>	4,016,333	<b>28.55</b>	3,983,308	<b>31.41</b>	4,016,333	<b>28.96</b>	3,983,308
VG 5.1	8 mm T-Sunlux CS 220 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	30.94	4,100,667		28.55	4,057,071	31.41	4,100,667	28.96
<b>VG 6</b>	6 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>31.70</b>	3,847,667	<b>29.22</b>	3,835,783	<b>32.08</b>	3,847,667	<b>29.55</b>	3,835,783
<b>VG 7</b>	6 mm T-Sunlux CS 220 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>32.01</b>	4,005,333	<b>29.48</b>	3,973,687	<b>32.50</b>	4,005,333	<b>29.92</b>	3,973,687
<b>VG 8</b>	8 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>32.36</b>	3,932,000	<b>29.79</b>	3,909,545	<b>32.74</b>	3,932,000	<b>30.13</b>	3,909,545

KODE	JENIS FASADE KACA AGC	Alternatif ke- 1 (barat, timur, selatan, utara)				Alternatif ke- 2 (barat daya, timur laut, tenggara, barat laut)			
		Simulasi A (Fasade kaca seluruh permukaan)		Simulasi B (Fasade kaca 65% kombinasi ACP)		Simulasi A (Fasade kaca seluruh permukaan)		Simulasi B (Fasade kaca 65% kombinasi ACP)	
		OTTV (W/m2)	Harga fasade/m2 (Rp)	OTTV (W/m2)	Harga fasade/m2 (Rp)	OTTV (W/m2)	Harga fasade/m2 (Rp)	OTTV (W/m2)	Harga fasade/m2 (Rp)
VG 9	6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>32.77</b>	3,836,667	<b>30.15</b>	3,826,162	<b>33.18</b>	3,836,667	<b>30.51</b>	3,826,162
VG 10	6 mm T-Sunlux CS 114 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	<b>33.07</b>	4,005,333	<b>30.42</b>	3,973,687	<b>33.60</b>	4,005,333	<b>30.87</b>	3,973,687
VG 10.1	8 mm T-Sunlux CS 114 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3	33.07	4,100,667	30.42	4,057,071	33.60	4,100,667	30.87	4,057,071
VG 11	8 mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6	<b>33.43</b>	3,943,000	<b>30.73</b>	3,919,167	<b>33.84</b>	3,943,000	<b>31.09</b>	3,919,167
VG 12	8 mm Stopsol Classic Dark blue #2 + A12 (Argon) + 6 mm Planibel G #3			<b>32.42</b>	4,146,869			<b>32.97</b>	4,146,869
VG 12.1	Stopray Smart 30/20, Double Glazing 6-12-6, (with 100% air)			32.42	4,211,010			32.97	4,211,010
VG 13	8 mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12 mm AS + FL6			<b>32.59</b>	3,919,167			<b>33.00</b>	3,919,167
VG 13.1	8 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + FL6			32.59	3,909,545			33.00	3,909,545
VG 13.2	6 mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12 mm AS + FL6			32.59	3,826,162			33.00	3,826,162

KODE	JENIS FASADE KACA AGC	Alternatif ke- 1 (barat, timur, selatan, utara)				Alternatif ke- 2 (barat daya, timur laut, tenggara, barat laut)			
		Simulasi A (Fasade kaca seluruh permukaan)		Simulasi B (Fasade kaca 65% kombinasi ACP)		Simulasi A (Fasade kaca seluruh permukaan)		Simulasi B (Fasade kaca 65% kombinasi ACP)	
		OTTV (W/m <sup>2</sup> )	Harga fasade/m <sup>2</sup> (Rp)	OTTV (W/m <sup>2</sup> )	Harga fasade/m <sup>2</sup> (Rp)	OTTV (W/m <sup>2</sup> )	Harga fasade/m <sup>2</sup> (Rp)	OTTV (W/m <sup>2</sup> )	Harga fasade/m <sup>2</sup> (Rp)
VG 13.3	6 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6			32.59	3,826,162			33.00	3,826,162
<b>VG 14</b>	8 mm Stopsol Classic Green #2 + A12 (Argon) + 6 mm Planibel G #3			<b>33.35</b>	4,146,869			<b>33.93</b>	4,146,869
<b>VG 15</b>	8 mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12 mm AS + FL6			<b>34.10</b>	3,909,545			<b>34.54</b>	3,909,545
<b>VG 16</b>	8 mm T-Sunlux CS 120 (Clear) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3			<b>34.15</b>	4,057,071			<b>34.70</b>	4,057,071

Dari tabel 4.29 diatas diketahui bahwa selisih efisiensi energi fasade (OTTV) dari baseline mencapai 30% dengan rata-rata selisih harga fasade/m<sup>2</sup> yaitu 7% antar OTTV. Hasil perbandingan dari tabel 4.29 diatas menunjukkan bahwa alternatif ke-2 (orientasi bangunan pada barat daya, tenggara, barat laut, timur laut) memperoleh nilai OTTV yang lebih tinggi daripada alternatif ke-1 (orientasi bangunan pada barat, timur, selatan, utara).

Perbedaan ini disebabkan karena solar faktor atau peroehan panas matahari pada arah barat daya, tenggara, barat laut dan timur laut lebih tinggi daripada arah barat, timur, selatan dan utara. Sehingga orientasi pada alternatif ke-1 lebih hemat energi dibandingkan alternatif

ke-2. Melihat perbedaan selisih antara OTTV dan harga fasade/m<sup>2</sup> tersebut, dapat dikatakan bahwa OTTV yang rendah tidak berdampak pada harga fasade menjadi tinggi.

Hasil nilai OTTV sangat mempengaruhi pada konsumsi energi terutama pada energi pendinginan. Semakin rendah nilai OTTV maka semakin rendah juga kebutuhan energi yang digunakan. Selanjutnya hasil analisis kebutuhan beban (BTU) dan energi (kWh) pendinginan yang juga mengacu pada SNI 2011 dan menggunakan sistem pendinginan VRV tipe X dari Daikin. Hasil analisis telah dijelaskan pada Sub-Bab 4.2.1. dalam Grafik 4.7, 4.8 dan Grafik 4.11, 4.12 yang didapatkan bahwa OTTV sangat berpengaruh terhadap kebutuhan beban pendinginan. Semakin rendah nilai OTTV yang didapat maka semakin rendah juga kebutuhan beban pendinginan (BTU). Namun, hasil analisis energi pendinginan ini menggunakan VRV X dari Daikin tidak sejalan dengan beban pendinginan. Hasil analisis energi pendinginan dapat dilihat pada Grafik 4.9, 4.10 dan Grafik 4.13, 4.14, hasil yang didapatkan adalah pengaruh penghematan OTTV harus signifikan (dibawah 26 W/m<sup>2</sup>) sehingga mendapatkan hasil konsumsi energi (kW) yang sangat efisien. Hasil rekapitulasi analisis kebutuhan beban pendinginan dan energi pendinginan dapat dilihat pada Tabel 4.30 dibawah ini:

Tabel 4. 30 Hasil Beban Pendinginan (BTU) dan Energi Pendinginan (kWh) antar simulasi

KODE	JENIS FASADE KACA AGC	Alternatif ke- 1 (barat, timur, selatan, utara)						Alternatif ke- 2 (barat daya, timur laut, tenggara, barat laut)					
		Simulasi A (Fasade kaca seluruh permukaan)			Simulasi B (Fasade kaca 65% kombinasi ACP)			Simulasi A (Fasade kaca seluruh permukaan)			Simulasi B (Fasade kaca 65% kombinasi ACP)		
		OTTV (W/m2)	BTU	kWh/tahun	OTTV (W/m2)	BTU	kWh/tahun	OTTV (W/m2)	BTU	kWh/tahun	OTTV (W/m2)	BTU	kWh/tahun
<b>VG 1</b>	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	<b>25.60</b>	<b>7,669,981</b>	<b>1,636,664</b>	<b>23.89</b>	<b>7,577,042</b>	<b>1,636,664</b>	<b>25.93</b>	<b>7,669,981</b>	<b>1,636,664</b>	<b>24.17</b>	<b>7,577,042</b>	<b>1,636,664</b>
VG 1.1	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	25.60	7,669,981	1,636,664	23.89	7,577,042	1,636,664	25.93	7,669,981	1,636,664	24.17	7,577,042	1,636,664
VG 1.2	8mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	25.60	7,669,981	1,636,664	23.89	7,577,042	1,636,664	25.93	7,669,981	1,636,664	24.17	7,577,042	1,636,664
VG 1.3	8mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	25.60	7,669,981	1,636,664	23.89	7,577,042	1,636,664	25.93	7,669,981	1,636,664	24.17	7,577,042	1,636,664
<b>VG 2</b>	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	<b>27.74</b>	<b>7,785,315</b>	<b>1,734,190</b>	<b>25.75</b>	<b>7,677,920</b>	<b>1,730,586</b>	<b>28.12</b>	<b>7,785,315</b>	<b>1,734,190</b>	<b>26.09</b>	<b>7,677,920</b>	<b>1,730,586</b>
VG 2.1	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	27.74	7,785,315	1,734,190	25.75	7,677,920	1,730,586	28.12	7,785,315	1,734,190	26.09	7,677,920	1,730,586
<b>VG 3</b>	6mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	<b>28.58</b>	<b>7,830,521</b>	<b>1,734,190</b>	<b>26.68</b>	<b>7,728,359</b>	<b>1,734,190</b>	<b>28.99</b>	<b>7,830,521</b>	<b>1,734,190</b>	<b>27.05</b>	<b>7,728,359</b>	<b>1,734,190</b>
VG 3.1	6mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	28.58	7,830,521	1,734,190	26.68	7,728,359	1,734,190	28.99	7,830,521	1,734,190	27.05	7,728,359	1,734,190
VG 3.2	8mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	28.58	7,830,521	1,734,190	26.68	7,728,359	1,734,190	28.99	7,830,521	1,734,190	27.05	7,728,359	1,734,190
VG 3.3	8mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	28.58	7,830,521	1,734,190	26.68	7,728,359	1,734,190	28.99	7,830,521	1,734,190	27.05	7,728,359	1,734,190
<b>VG 4</b>	8mm T-Sunlux CS 520 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	<b>29.87</b>	<b>7,900,649</b>	<b>1,734,190</b>	<b>27.62</b>	<b>7,778,797</b>	<b>1,734,190</b>	<b>30.31</b>	<b>7,900,649</b>	<b>1,734,190</b>	<b>28.00</b>	<b>7,778,797</b>	<b>1,734,190</b>
<b>VG 5</b>	6mm T-Sunlux CS 520 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	<b>30.94</b>	<b>7,958,316</b>	<b>1,734,190</b>	<b>28.55</b>	<b>7,829,236</b>	<b>1,734,190</b>	<b>31.41</b>	<b>7,958,316</b>	<b>1,734,190</b>	<b>28.96</b>	<b>7,829,236</b>	<b>1,734,190</b>
VG 5.1	8mm T-Sunlux CS 220 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	30.94	7,958,316	1,734,190	28.55	7,829,236	1,734,190	31.41	7,958,316	1,734,190	28.96	7,829,236	1,734,190
<b>VG 6</b>	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6	<b>31.70</b>	<b>7,999,337</b>	<b>1,734,190</b>	<b>29.22</b>	<b>7,865,116</b>	<b>1,734,190</b>	<b>32.08</b>	<b>7,999,337</b>	<b>1,734,190</b>	<b>29.55</b>	<b>7,865,116</b>	<b>1,734,190</b>
<b>VG 7</b>	6mm T-Sunlux CS 220 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	<b>32.01</b>	<b>8,015,984</b>	<b>1,734,190</b>	<b>29.48</b>	<b>7,879,675</b>	<b>1,734,190</b>	<b>32.50</b>	<b>8,015,984</b>	<b>1,734,190</b>	<b>29.92</b>	<b>7,879,675</b>	<b>1,734,190</b>
<b>VG 8</b>	8mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6	<b>32.36</b>	<b>8,035,008</b>	<b>1,734,190</b>	<b>29.79</b>	<b>7,896,315</b>	<b>1,734,190</b>	<b>32.74</b>	<b>8,035,008</b>	<b>1,734,190</b>	<b>30.13</b>	<b>7,896,315</b>	<b>1,734,190</b>
<b>VG 9</b>	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6	<b>32.77</b>	<b>8,057,005</b>	<b>1,734,190</b>	<b>30.15</b>	<b>7,915,554</b>	<b>1,734,190</b>	<b>33.18</b>	<b>8,057,005</b>	<b>1,734,190</b>	<b>30.51</b>	<b>7,915,554</b>	<b>1,734,190</b>
<b>VG 10</b>	6mm T-Sunlux CS 114 (Clear) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	<b>33.07</b>	<b>8,073,651</b>	<b>1,734,190</b>	<b>30.42</b>	<b>7,930,114</b>	<b>1,734,190</b>	<b>33.60</b>	<b>8,073,651</b>	<b>1,734,190</b>	<b>30.87</b>	<b>7,930,114</b>	<b>1,734,190</b>
VG 10.1	8mm T-Sunlux CS 114 (Clear) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	33.07	8,073,651	1,734,190	30.42	7,930,114	1,734,190	33.60	8,073,651	1,734,190	30.87	7,930,114	1,734,190
<b>VG 11</b>	8mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6	<b>33.43</b>	<b>8,092,675</b>	<b>1,734,190</b>	<b>30.73</b>	<b>7,946,754</b>	<b>1,734,190</b>	<b>33.84</b>	<b>8,092,675</b>	<b>1,734,190</b>	<b>31.09</b>	<b>7,946,754</b>	<b>1,734,190</b>
<b>VG 12</b>	8mm Stopsol Classic Dark blue #2 + A12 (Argon) + 6mm Planibel G #3				<b>32.42</b>	<b>8,038,272</b>	<b>1,737,622</b>				<b>32.97</b>	<b>8,038,272</b>	<b>1,737,622</b>
VG 12.1	Stopray Smart 30/20, Double Glazing 6-12-6, (with 100% air)				32.42	8,038,272	1,737,622				32.97	8,038,272	1,737,622
<b>VG 13</b>	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6				<b>32.59</b>	<b>8,047,632</b>	<b>1,737,622</b>				<b>33.00</b>	<b>8,047,632</b>	<b>1,737,622</b>
VG 13.1	8mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12mm AS + FL6				32.59	8,047,632	1,737,622				33.00	8,047,632	1,737,622
VG 13.2	6mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12mm AS + FL6				32.59	8,047,632	1,737,622				33.00	8,047,632	1,737,622
VG 13.3	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + FL6				32.59	8,047,632	1,737,622				33.00	8,047,632	1,737,622
<b>VG 14</b>	8mm Stopsol Classic Green #2 + A12 (Argon) + 6mm Planibel G #3				<b>33.35</b>	<b>8,088,711</b>	<b>1,737,622</b>				<b>33.93</b>	<b>8,088,711</b>	<b>1,737,622</b>
<b>VG 15</b>	8mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + FL6				<b>34.10</b>	<b>8,129,270</b>	<b>1,737,622</b>				<b>34.54</b>	<b>8,129,270</b>	<b>1,737,622</b>
<b>VG 16</b>	8mm T-Sunlux CS 120 (Clear) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3				<b>34.15</b>	<b>8,131,870</b>	<b>1,737,622</b>				<b>34.70</b>	<b>8,131,870</b>	<b>1,737,622</b>

Dari Tabel 4.30 diatas dapat dilihat bahwa energi pendinginan yang paling efisien hanya didapatkan pada nilai OTTV yang paling minimum yakni jenis kaca VG 1 atau kaca 6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) + 12 mm AS + 6 mm Planibel G.

Pada penelitian ini juga memasukkan perhitungan konsumsi energi selain pendinginan seperti, pencahayaan (*Lighting*), energi peralatan (*Plug Load*), beban lainnya (*Elevator, STP*, dan sebagainya) sebagai dasar indeks efisiensi energi dan emisi karbon dioksida (CO<sup>2</sup>). Hasil yang didapatkan pada konsumsi energi tersebut sampai pada emisi CO<sup>2</sup> secara penghematan sama dengan hasil yang didapatkan energi pendinginan yaitu OTTV yang paling minimum, yang telah dijelaskan pada Sub-Bab 4.2.2 dan dapat dilihat pada Grafik 4.15 dan Grafik 4.16. kesamaan ini disebabkan karena perhitungan konsumsi energi (*Lighting, Plug Load, Elevator, STP*, dan beban lainnya) menggunakan standar yang baku (SNI/ASHRAE).

Untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan dilakukan analisis *life cycle cost* yang dijelaskan pada Sub-Bab 4.3.2. Biaya yang dikeluarkan tersebut dibatasi masa investasi bangunan yakni selama 45 tahun, biaya tersebut diakibatkan oleh efisiensi energi melalui fasade. Hasil analisis *life cycle cost* sebelumnya dapat dilihat pada Grafik 4.17 dan Grafik 4.18. Dari grafik tersebut menunjukkan bahwa yang sangat mempengaruhi terhadap siklus biaya selama masa investasi adalah konsumsi energi (kWh), konsumsi energi tersebut didapatkan dari nilai perolehan panas atau OTTV.

Dari hasil analisis dari OTTV hingga *Life cycle cost* yang telah dijelaskan pada Sub-Bab 4.1 sampai Sub-Bab 4.3, dapat dilihat hasil perbandingan OTTV terhadap seluruh efisiensi energi pada tabel 4.31 dibawah ini.

Tabel 4. 31 Hasil Analisis *Life Cycle Cost* Terhadap Efisiensi Energi

No.	Jenis Fasade Kaca	Hasil Analisis (Alternatif ke - 1)			
		OTTV (W/m <sup>2</sup> )	Cooling Load (Btu/h)	EEI (%)	Life Cycle Cost (Rp)
A.	Simulasi A (fasade kaca full seluruh selubung bangunan)				
1.	VG 1	25.60	7,669,981	4,76 %	200,500,197,077
2.	VG 2	27.74	7,785,315	2,38 %	207,300,944,580
3.	VG 6	31.70	7,999,337	2,38 %	204,572,050,025
4.	VG 9	32.77	8,057,005	2,38 %	204,572,050,025



No.	Jenis Fasade Kaca	Hasil Analisis (Alternatif ke - 2)			
		OTTV (W/m <sup>2</sup> )	Cooling Load (Btu/h)	EEI (%)	Life Cycle Cost (Rp)
1.	VG 1	23.80	7,577,042	5,02 %	199,550,166,421
2.	VG 2	25.75	7,677,920	2,47 %	204,257,922,609
3.	VG 6	30.15	7,915,554	2,38 %	204,063,577,623
4.	VG 13.2	32.59	8,047,632	2,30 %	208,612,665,396

Pada Tabel 4.31 dapat dilihat kesimpulan dari beberapa analisis pada penelitian ini. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa hasil nilai OTTV sangat berpengaruh terhadap hasil konsumsi energi sampai pada hasil analisis *life cycle cost*. Pada hasil tersebut menunjukkan hasil diketahui juga rendahnya harga fasade kaca belum tentu menghasilkan nilai *life cycle cost* rendah. Jika OTTV yang didapatkan masih tinggi. Semakin rendah OTTV yang didapatkan maka semakin rendah juga konsumsi energi yang digunakan serta biaya yang dikeluarkan juga semakin minim.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis penelitian yang telah dilakukan, untuk mendapatkan jenis fasade kaca dan nilai *life cycle cost* yang paling efisien pada efisiensi energi melalui fasade kaca Gedung Perkantoran di Surabaya, didapatkan beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Jenis fasade kaca produk Asahimas yang paling efisien pada energi perolehan panas adalah kaca T-sunlux dengan sistem *double glass*. Jenis kaca double tersebut yaitu kaca 6 mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12 mm AS + 6 mm Planibel G #3 (VG1).
2. Hasil nilai *life cycle cost* yang paling efisien berdasarkan alternatif masing-masing simulasi prosentase fasade kaca diperoleh sebagai berikut :
  - Nilai *life cycle cost* simulasi fasade kaca seluruh selubung bangunan bangunan adalah Rp. 200.500.197.077 dengan jenis kaca VG1 dan nilai OTTV 25.60 W/m<sup>2</sup>.
  - Nilai *life cycle cost* simulasi prosentase fasade kaca 65% adalah Rp. 199.550.166.421 dengan jenis kaca VG1 dan nilai OTTV 23.89 W/m<sup>2</sup>.

#### **5.2 Saran**

Dari analisis dan pembahasan diatas ada beberapa saran untuk mengembangkan dan melanjutkan dari penelitian ini, antara lain :

1. Menambahkan alternatif jenis AC selain VRV yang lain untuk membandingkan nilai *life cycle cost*.
2. Mencari perbandingan konsumsi energi lain untuk perhitungan beban konsumsi energi seperti; beban pencahayaan buatan, beban peralatan dan beban konsumsi lainnya tidak hanya mengacu pada standar SNI atau ASHRAE.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. (2017). *Statistik Daerah Kota Surabaya*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Kota Surabaya.
- Concina, W. S. (2011). Development of a Façade Evaluation Facility for Experimental Study of Building Energy. Proceedings of the ASME 2011 5th International Conference on Energy Sustainability. Presented at the International Conference on Energy Sustainability.
- Dewi, C. P.-Y. (2013). Strategi Double Skin Fasade pada Bangunan Kampus National Central University dalam Menurunkan Kebutuhan Energi Pendinginan. *Jurnal RUAS*, 11 No 2, 51-59.
- Dwaikata, L. N. (2018). Green Buildings Life Cycle Cost Analysis and Life Cycle Budget Development: Practical Applications. *Journal of Building Engineering*, 1-19.
- Givoni, B. (1960). *Climate Considerations in Building and Urban Design*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Juniwati, S. A. (2005). Konsekuensi Energi Akibat Pemakaian Bidang Kaca pada Bangunan Tinggi di Daerah Tropis Lembab. *DIMENSI TEKNIK ARSITEKTUR*, 33(1), 70-75.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2017). *Kajian Penggunaan Faktor Emisi Lokal (Tier 2) dalam Inventarisasi GRK Sektor Energi*. Jakarta Pusat: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, R. I. (2016). *Tarif Tenaga Listrik yang Disediakan Oleh PT. PLN (Persero)*. Indonesia: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Loekita, S. (2006). Analisis Konservasi Energi Melalui Selubung. *Civil Engineering Dimension*, No. 2, 93–98.
- Loekita, S., & Priatman, J. (2011). OTTV (SNI 03-6389-2011) and ETTV (BCA 2008) Calculation for Various Building's Shapes, Orientations, Envelope Building Materials: Comparison and Analysis. *Civil Engineering Dimension*, 17, 108-116. doi:10.9744/CED.17.2.108-116
- Maxfield, C., Richardson, H., & Team, a. (2016). *Stanford Life Cycle Cost Analysis Guide*. Stanford: Stanford University Press.
- Mostafa M. S. Ahmed, A. K.-R. (2016). Double Skin Façade: The State of Art on Building Energy Efficiency. *Journal of Clean Energy Technologies*, Vol. 4, No. 1.
- Pemerintah DKI, J. (2012). *Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta Selubung Bangunan vol. 1*. Jakarta: Dinas Penataan Kota Provinsi DKI Jakarta.
- Priatman, J. (1999). “FASADE KACA PINTAR” Teknologi Inovatif Bangunan Tinggi Hemat Energi. *Dimensi Teknik Arsitektur*, 27(1), 76-84.
- Priatman, J. (1999). Tradisi dan Inovasi Material Fasade Bangunan Tinggi. *Dimensi Teknik Arsitektur*, 27(2), 65-73.
- PT. ASAHIMAS FLAT GLASS, Tbk. (2014). *ARCHITECTURAL GLASS*. Retrieved from [www.amfg.co.id](http://www.amfg.co.id): <http://www.amfg.co.id/id/produk/kaca-lembaran/brosur/>

- SNI-6389. (2011). *Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-6390. (2011). *Konservasi Energi Sistem Tata Udara Pada Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI-6572. (2001). *Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Surabaya, B. P. (2018). *Perkembangan Indeks Harga Konsumen Kota Surabaya Desember 2018*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Kota Surabaya.
- Utomo, C. (2011). *Lecture Handout : PM092321-Value Management*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

## LAMPIRAN

### Lampiran 3.2.3.A. Karakteristik Kaca

Technical Data												
Type of glass	Light Performances			Energy Performances						U Value		
	EN			EN	ISO	NFRC	EN	ISO	NFRC	EN	ISO	NFRC
	LT (%)	LR Out (%)	LR In (%)	SF (%)	SHGC (%)	SC			W/m <sup>2</sup> K		U-Summer W/m <sup>2</sup> K	
<b>6mm Single - Coating position # 2</b>												
Sunergy Clear	69	9	11	60	61	60	0.69	0.70	0.69	4.1	4.1	3.3
<b>Sunergy Cool</b>	<b>50</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>0.55</b>	<b>0.56</b>	<b>0.57</b>	<b>4.4</b>	<b>4.4</b>	<b>3.7</b>
Sunergy Green	56	7	10	41	42	42	0.47	0.48	0.48	4.1	4.1	3.3
Sunergy Euro Grey	34	6	8	39	40	42	0.45	0.46	0.48	4.1	4.1	3.3
Sunergy Blue Green	47	7	9	39	40	40	0.45	0.46	0.47	4.1	4.1	3.4
<b>Insulating Unit (IGU)</b>												
Sunergy Cool (#2) 6mm + 16mm(air) + Clear 6mm	45	9	15	39	39	40	0.45	0.45	0.46	2.1	2.1	2.1
Sunergy Cool (#2) 6mm + 16mm(air) + Planibel-G 6mm (#4)	41	9	17	36	36	36	0.42	0.42	0.41	1.7	1.7	1.5
<ul style="list-style-type: none"> <li>• The energy properties are calculated according to EN 410/673, ISO 9050/10292, NFRC 100-2010.</li> <li>• The tolerance of published data with respect to photometric properties is +/- 3 points</li> <li>• The U Value tolerance is +/- 0.1 W/(m<sup>2</sup>.K)</li> <li>• Specifications, technical and other data are based on information available at the time of preparation of this document and are subject to change without notice. AGC can not be held responsible for any deviation between the data introduced and the conditions on site.</li> </ul>												

### Lampiran 3.2.3.B. Karakteristik Kaca

8mm Stopsol #2 + A12 (Air) + 6mm Clear Indoflot										
Type of Glass	Energy Characteristic			Light Characteristic				Factor	Shading Coefficient	U Value
	Transmittance (%)	Reflectance (%)	Absorption (%)	UV Trans. (%)	Transmittance (%)	Reflect Out (%)	Reflect In (%)			
	ISO 9050	ISO 9050	ISO 9050	EN 410	EN 410	EN 410	ISO 9050			
Supersilver Clear	51	26	23	26	57	37	58	0.67	2.8	
Supersilver Green	24	13	63	6	44	24	32			
Supersilver Blue Green	21	11	68	7	36	18	31	0.36	2.8	
Supersilver Dark Blue	21	11	68	10	32	15	30	0.34	2.8	
Supersilver Euro Grey	22	8	70	5	21	9	32	0.37	2.8	
Classic Green	15	10	75	3	26	18	25	0.29	2.8	
Classic Dark Blue	13	8	79	5	19	12	24	0.28	2.8	
<b>8mm Stopsol #2 + A12 (Argon) + 6mm Clear Indoflot</b>										
Type of Glass	Energy Characteristic			Light Characteristic				Factor	Shading Coefficient	U Value
	Transmittance (%)	Reflectance (%)	Absorption (%)	UV Trans. (%)	Transmittance (%)	Reflect Out (%)	Reflect In (%)			
	ISO 9050	ISO 9050	ISO 9050	EN 410	EN 410	EN 410	ISO 9050			
Supersilver Clear	23	12	65	6	44	24	32	0.37	2.7	
Supersilver Green	21	10	69	7	36	18	30	0.34	2.7	
Supersilver Blue Green	20	10	70	10	32	15	29	0.33	2.7	
Supersilver Dark Blue	22	8	70	5	21	9	32	0.37	2.7	
Supersilver Euro Grey	15	9	76	3	26	18	25	0.29	2.7	
Classic Green	13	8	79	5	19	12	23	0.26	2.7	
Classic Dark Blue										

### Lampiran 3.2.3.C. Karakteristik Kaca

T-SUNLUX IGU (6 mm #2 - 12 mm AS - 6 mm)										
Type Of Glass	Glass Substrate	Thickness	Energy Characteristic			Light Characteristic		Solar Factor (%) ISO 9050	Shading Coefficient ISO 9050	U Value (W/m <sup>2</sup> K) EN 673
			Transmittance (%) EN 410	Reflectance (%) ISO 9050	Absorption (%) ISO 9050	Transmittance Reflect Out (%) EN 410	Reflect Out (%) EN 410			
6mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12mm AS + FL6	On Clear	24 mm	7	34	59	9	40	15	0.17	2.6
6mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		24 mm	6	34	60	9	40	13	0.15	1.9
6mm T-Sunlux CS 114 (Clear) #2 + 12mm AS + FL6		24 mm	10	27	62	13	33	19	0.21	2.6
6mm T-Sunlux CS 114 (Clear) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		24 mm	9	27	64	12	33	17	0.19	1.9
6mm T-Sunlux CS 120 (Clear) #2 + 12mm AS + FL6		24 mm	14	22	64	18	27	23	0.27	2.7
6mm T-Sunlux CS 120 (Clear) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		24 mm	12	22	66	17	27	21	0.24	1.9
6mm T-Sunlux CS 130 (Clear) #2 + 12mm AS + FL6		24 mm	23	13	63	29	17	33	0.38	2.7
6mm T-Sunlux CS 130 (Clear) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		24 mm	19	14	67	27	18	30	0.34	1.9
6mm T-Sunlux CS 140 (Clear) #2 + 12mm AS + FL6		24 mm	27	14	59	34	18	38	0.43	2.7
6mm T-Sunlux CS 140 (Clear) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	24 mm	23	14	63	31	19	34	0.38	1.9	
6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6	On Green	24 mm	3	16	81	6	29	13	0.15	2.5
6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		24 mm	3	16	81	6	29	11	0.12	1.9
6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		24 mm	5	14	81	9	25	15	0.17	2.6
6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	On Dark Blue	24 mm	4	14	82	8	25	13	0.14	1.9
6mm T-Sunlux CS 220 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		24 mm	8	11	81	15	18	19	0.21	2.8
6mm T-Sunlux CS 220 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		24 mm	7	11	83	14	19	16	0.18	1.9
6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		24 mm	3	12	85	5	21	13	0.14	2.5
6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		24 mm	2	12	86	5	21	11	0.12	1.9
6mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		24 mm	5	13	82	8	17	16	0.18	2.7
6mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	On Dark Blue	24 mm	5	13	83	8	17	13	0.15	1.9
6mm T-Sunlux CS 520 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		24 mm	7	10	84	11	14	18	0.2	2.7
6mm T-Sunlux CS 520 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		24 mm	6	10	85	10	14	15	0.17	1.9
T-SUNLUX IGU (8 mm #2 - 12 mm AS - 6 mm)										
Type Of Glass	Glass Substrate	Thickness	Energy Characteristic			Light Characteristic		Solar Factor (%) ISO 9050	Shading Coefficient ISO 9050	U Value (W/m <sup>2</sup> K) EN 673
			Transmittance (%) EN 410	Reflectance (%) ISO 9050	Absorption (%) ISO 9050	Transmittance Reflect Out (%) EN 410	Reflect Out (%) EN 410			
8mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12mm AS + FL6	On Clear	26 mm	7	32	61	9	40	15	0.17	2.6
8mm T-Sunlux CS 108 (Clear) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		26 mm	6	32	62	8	40	13	0.15	1.9
8mm T-Sunlux CS 114 (Clear) #2 + 12mm AS + FL6		26 mm	10	26	64	13	33	19	0.21	2.6
8mm T-Sunlux CS 114 (Clear) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		26 mm	8	26	66	12	33	16	0.19	1.9
8mm T-Sunlux CS 120 (Clear) #2 + 12mm AS + FL6		26 mm	14	21	65	18	27	23	0.26	2.7
8mm T-Sunlux CS 120 (Clear) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		26 mm	11	21	68	17	27	20	0.23	1.9
8mm T-Sunlux CS 130 (Clear) #2 + 12mm AS + FL6		26 mm	23	13	65	29	17	32	0.37	2.7
8mm T-Sunlux CS 130 (Clear) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		26 mm	19	13	68	27	18	30	0.34	1.9
8mm T-Sunlux CS 140 (Clear) #2 + 12mm AS + FL6		26 mm	25	14	61	32	19	35	0.4	2.7
8mm T-Sunlux CS 140 (Clear) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	26 mm	21	14	65	29	19	32	0.36	1.9	
8mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6	On Green	26 mm	3	15	82	5	28	13	0.14	2.6
8mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		26 mm	2	15	83	5	28	11	0.12	1.9
8mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		26 mm	6	13	82	11	23	16	0.18	2.7
8mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	On Dark Blue	26 mm	5	13	83	10	23	14	0.15	1.9
8mm T-Sunlux CS 220 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		26 mm	7	11	82	14	19	18	0.21	2.8
8mm T-Sunlux CS 220 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		26 mm	6	11	83	13	19	15	0.17	1.9
8mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		26 mm	3	9	89	5	16	13	0.15	2.6
8mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		26 mm	2	9	89	5	16	11	0.12	1.9
8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		26 mm	4	8	88	7	14	15	0.17	2.6
8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3	On Dark Blue	26 mm	3	8	89	7	14	12	0.14	1.9
8mm T-Sunlux CS 520 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		26 mm	5	7	88	10	12	17	0.19	2.7
8mm T-Sunlux CS 520 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		26 mm	4	7	89	9	12	14	0.16	1.9



### Lampiran 3.2.3.D. Karakteristik Kaca

<b>STOPSOL OPTIMA+ (6mm Stopsol #2 + A12 (Air) + 6mm Planibel G #3)</b>									
Type of Glass	Energy Characteristic				Light Characteristic		Solar Factor (%) ISO 9050	Shading Coefficient ISO 9050	U Value W/m <sup>2</sup> k EN 673
	Transmittance (%) ISO 9050	Reflectance (%) ISO 9050	Absorption (%) ISO 9050	UV Trans. (%) EN 410	Transmittance (%) EN 410	Reflect Out (%) EN 410			
Super silver Clear	46	29	25	22	53	39	56	0.64	1.9
Super silver green	25	15	60	7	44	28	33	0.38	1.9
Super silver Bue Green	23	14	63	7	37	22	31	0.36	1.9
Super silver Dark Blue	22	13	65	10	34	19	31	0.36	1.9
Super silver Euro Grey	24	11	65	6	25	12	33	0.38	1.9
Classic Green	16	12	72	3	26	21	24	0.28	1.9
Classic Dark Blue	14	10	76	5	20	15	23	0.26	1.9

<b>Performance data - Sunergy Optima &amp; Sunergy Optima+ 6mm Sunergy #2 + A12 (Air) + 6mm Clear Indoflot</b>									
Type of Glass	Reflectance (%) ISO 9050	Absorption (%) ISO 9050	UV Trans (%) EN 410	Light Characteristic		Solar Factor (%) ISO 9050	Shading Coefficient ISO 9050	U Value W/m <sup>2</sup> k EN 673	
				Transmittance (%) EN 410	Reflectance (%) EN 410				
Sunergy Clear	12	43	29	61	12	52	0.60	2.2	
Sunergy Green	7	67	10	50	10	34	0.39	2.2	
Sunergy Blue Green	7	68	11	43	8	32	0.37	2.2	
Sunergy Euro Grey	7	68	10	30	6	33	0.38	2.2	

<b>Performance data - Sunergy Optima 6mm Sunergy #2 + A12 (Air) + 6mm Planibel G #3</b>									
Type of Glass	Reflectance (%) ISO 9050	Absorption (%) ISO 9050	UV Trans (%) EN 410	Light Characteristic		Solar Factor (%) ISO 9050	Shading Coefficient ISO 9050	U Value W/m <sup>2</sup> k EN 673	
				Transmittance (%) EN 410	Reflect Out (%) EN 410				
Sunergy Clear	13	46	23	56	14	50	0.57	1.8	
Sunergy Green	8	68	8	46	11	32	0.37	1.8	
Sunergy Blue Green	7	71	9	39	9	30	0.34	1.8	
Sunergy Euro Grey	7	70	8	28	7	31	0.36	1.8	

<b>8mm Stopsol #2 + A12 (Air) + 6mm Planibel G #3</b>									
Type of Glass	Energy Characteristic			Light Characteristic			Solar Factor (%) ISO 9050	Shading Coefficient ISO 9050	U Value W/m <sup>2</sup> k EN 673
	Transmittance (%)	Reflectance (%)	Absorption (%)	UV Trans (%)	Transmittance (%)	Reflect Out (%)			
	(%) ISO 9050	(%) ISO 9050	(%) ISO 9050	(%) EN 410	(%) EN 410	(%) EN 410			
Super silver Clear	41	28	31	20	52	38	53	0.61	1.9
Super silver green	19	13	68	5	40	25	27	0.31	1.9
Super silver Bue Green	17	11	72	5	33	18	26	0.30	1.9
Super silver Dark Blue	16	11	73	7	29	16	25	0.29	1.9
Super silver Euro Grey	17	9	74	4	19	9	27	0.31	1.9
Classic Green	12	10	78	2	24	18	21	0.24	1.9
Classic Dark Blue	12	9	79	4	18	12	20	0.23	1.9

<b>8mm Stopsol #2 + A12 (Argon) + 6mm Planibel G #3</b>									
Type of Glass	Energy Characteristic			Light Characteristic			Solar Factor (%) ISO 9050	Shading Coefficient ISO 9050	U Value W/m <sup>2</sup> k EN 673
	Transmittance (%)	Reflectance (%)	Absorption (%)	UV Trans (%)	Transmittance (%)	Reflect Out (%)			
	(%) ISO 9050	(%) ISO 9050	(%) ISO 9050	(%) EN 410	(%) EN 410	(%) EN 410			
Super silver Clear	41	28	31	20	52	38	53	0.61	1.6
Super silver green	19	13	68	5	40	25	27	0.31	1.6
Super silver Bue Green	17	11	72	5	33	18	26	0.30	1.6
Super silver Dark Blue	16	11	73	7	29	16	25	0.29	1.6
Super silver Euro Grey	17	9	74	4	19	9	27	0.31	1.6
Classic Green	12	10	78	2	24	18	21	0.24	1.6
Classic Dark Blue	12	9	79	4	18	12	20	0.23	1.6

### Lampiran 3.2.3.E. Karakteristik Kaca

<b>PLANIBEL G</b>					
Type of Glass	Light Transmittance	Light Reflectance	Solar Factor (%)	Shading Coefficient t*3*4	U Value W/m <sup>2</sup> k
	%	%			
6mm Stopsol Supersilver Clear#2 + A12 +6mm Planibel G #3	53	39	56	0.64	1.9
6mm Stopsol Supersilver Green#2 + A12 +6mm Planibel G #3 * A12 * 6mm Planibel G#3	43	28	33	0.38	1.9
6mm Stopsol Supersilver Blue Green #2 + A12 + 6mm Planibel G #3	37	22	31	0.36	1.9
6mm Stopsol Supersilver Euro Grey#2 + A12 +6mm Planibel G #3 + A12 + 6mm Planibel G #3	25	12	33	0.38	1.9
6mm Stopsol Supersilver Dark Blue #2 + A12 + 6mm Planibel G #3	34	19	31	0.36	1.9
6mm Stopsol Classic Green#2 + A12 +6mm Planibel G #3 + A12 + 6mm Planibel G#3	26	21	24	0.28	1.9
6mm Stopsol Classic Dark Blue #2 + A12 * 6mm Planibel G #3	21	15	25	0.29	1.9
6mm Sunergy Clear #2 + A12 + 6mm Planibel G #3	55	14	50	0.57	1.8
6mm Sunergy Green #2 + A12 + 6mm Planibel G #3	45	11	32	0.37	1.8
6mm Sunergy Blue Green #2 + A12 + 6mm Planibel G#3	39	9	30	0.34	1.8
6mm Sunergy Euro Grey #2 + A12 -6mm Planibel G #3	27	7	31	0.36	1.8

### Lampiran 3.2.3.F. Karakteristik Kaca

<b>8mm Sunergy #2 + A12 (Air) + 6mm Planibel G #3</b>									
Type of Glass	Energy Characteristic			Light Characteristic			Solar	Shading Coefficient	Value
	Transmittance (%)	Reflectance (%)	Absorption (%)	UV Trans. (%)	Transmittance (%)	Reflect Out (%)	Factor (%)		W/m <sup>2</sup> k
	ISO 9050	ISO 9050	ISO 9050	EN 410	EN 410	EN 410	ISO 9050	ISO 9050	EN 673
Sunergy Clear	37	13	50	20	55	14	46	0.53	1.8
Sunergy Green	19	7	74	5	42	10	27	0.31	1.8
Sunergy Blue Green	17	6	77	6	35	8	25	0.29	1.8
Sunergy Euro Grey	16	7	77	6	21	6	25	0.29	1.8
<b>8mm Sunergy #2 + A12 (Argon) + 6mm Planibel G #3</b>									
Type of Glass	Energy Characteristic			Light Characteristic			Solar	Shading Coefficient	Value
	Transmittance (%)	Reflectance (%)	Absorption (%)	UV Trans. (%)	Transmittance (%)	Reflect Out (%)	Factor (%)		W/m <sup>2</sup> k
	ISO 9050	ISO 9050	ISO 9050	EN 410	EN 410	EN 410	ISO 9050	ISO 9050	EN 673
Sunergy Clear	37	13	50	20	55	14	46	0.53	1.5
Sunergy Green	19	7	74	5	42	10	27	0.31	1.5
Sunergy Blue Green	17	6	77	6	35	8	24	0.29	1.5
Sunergy Euro Grey	16	7	77	6	21	6	25	0.29	1.5

Lampiran 4.1.1. Perhitungan RTTV (*Roof Thermal Transfer Value*)

$\alpha$ (Ur*TDek)	Roof Area (m <sup>2</sup> )	Solar Absorption Factor ( $\alpha$ )	Ur (W/m <sup>2</sup> k)	TDek	RTTV	A x RTTV	SATUAN
<b>Konduksi Panas Melalui Atap</b>	(A)	(B)	(C)	(D)			
Atap beton tanpa skylight	1,600	1.74	0.52	1.20	1.08	1,731.72	Watt
<b>Overall Roof Building (A x RTTV)</b>						1,731.72	
<b>RTTV/m<sup>2</sup> (RTTV/A)</b>						<b>1.082</b>	<b>Watt/m<sup>2</sup></b>

<b>Solar Absorbance Factor (<math>\alpha</math>)</b>			
<b>beton (balok) ekspose</b>			
$\alpha$ bahan	0.61	beton expose	
$\alpha$ cat	0.88	abu-abu	
<b><math>\alpha</math> total</b>	<b>0.5368</b>		
<b>beton dinding parapet</b>			
$\alpha$ bahan	0.61	beton expose	
$\alpha$ cat	0.3	putih sm kilap	
<b><math>\alpha</math> total</b>	<b>0.183</b>		
<b>Atap tebal 150mm</b>			
$\alpha$ bahan	0.86	beton expose	
$\alpha$ cat	0.88	abu-abu	
<b><math>\alpha</math> total</b>	<b>1.74</b>		

Beda temperatur ekuivalen - TD ek Atap (K)					
No	Bahan / Material	Tebal Bahan (t) (m)	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	Berat (kg/m <sup>2</sup> )	
1	gypsum 6mm	0.006	880	5.280	
2	beton plat	0.150	2400	360.000	
3	Expanded Polystrene	0.060	32	1.920	
4	Waterproof membran	0.001	32	0.032	
5	Cement Screed	0.050	1568	78.400	
				Berat Total	445.632
				TD ek 1 (°K)	<b>1.2</b>
					>230

Transmitansi termal rata-rata atap									
Ur =	$\frac{1}{R}$	=	$\frac{1}{R_{udara\_luar} + R_{cement\ screed} + R_{waterproof\ membran} + R_{expanded\ Polystrene} + R_{beton\_150mm} + R_{gypsum\ 6mm} + R_{udara\_dalam}}$						
		=	$\frac{1}{0.044 + 0.05 + 0.001 + 0.06 + 0.15 + 0.006 + 0.12}$						
			$\frac{1}{0.41 + 0.23 + 0.04 + 1.448 + 0.17}$						
<b>Ur</b>	=	1.929184 =	<b>0.52 W/m<sup>2</sup>.K</b>						

Lampiran 4.1.1.1 Perhitungan OTTV Alternatif Ke- 1 (Orientasi Barat, Timur, Utara, Selatan) Pada Simulasi Fasade Kaca Seluruh Selubung Bangunan(1)

$\alpha (U_w*(1-WWR)*T_{Dek})$		Façade Area (A) (m <sup>2</sup> )	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Solar Absorption Factor (a)	Window to Wall Ratio	1-WWR	U <sub>w</sub> (W/m <sup>2</sup> k)	T <sub>Dek</sub>	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D = (B/A)	E = (1-D)	F	G	H	I
<b>A Konduksi Panas Melalui Dinding (tidak transparan)</b>										
	<b>1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.04</b>	<b>0.73</b>	<b>0.27</b>	<b>1.81</b>	<b>15.00</b>	<b>0.26</b>	<b>1,032.68</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.04</b>	<b>0.73</b>	<b>0.27</b>	<b>1.81</b>	<b>15.00</b>	<b>0.26</b>	<b>1,032.68</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
	<b>3 Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.04</b>	<b>0.73</b>	<b>0.27</b>	<b>1.81</b>	<b>15.00</b>	<b>0.26</b>	<b>1,032.68</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
	<b>4 Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.04</b>	<b>0.73</b>	<b>0.27</b>	<b>1.81</b>	<b>15.00</b>	<b>0.26</b>	<b>1,032.68</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
	<b>Total Wall OTTV</b>									<b>4,130.71</b> Watt
<b>(WWR*U<sub>f</sub>*ΔT)</b>										
		Façade Area (A) (m <sup>2</sup> )	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Window to Wall Ratio (WWR)	U <sub>f</sub> Value (W/m <sup>2</sup> k)	ΔT			OTTV	A x OTTV
		A	B	C=B/A	D	E			F	G
<b>Konduksi Panas Melalui Dinding (Transparan)</b>										
	<b>B 1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>1.90</b>	<b>9</b>			<b>12.54</b>	<b>49,658.40</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00		1.90					
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>1.90</b>	<b>9</b>			<b>12.54</b>	<b>49,658.40</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	<b>Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>1.90</b>	<b>9</b>			<b>12.54</b>	<b>49,658.40</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	<b>Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>1.90</b>	<b>9</b>			<b>12.54</b>	<b>49,658.40</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	<b>Total Windows OTTV</b>									<b>198,633.60</b> Watt
<b>(WWR*SC*SF)</b>										
		Façade Area (A) m <sup>2</sup>	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (S <sub>Ck</sub> )	Shading Coefficient Effective (S <sub>Ceff</sub> )	Shading Coefficient (SC=S <sub>Ck</sub> *S <sub>Ceff</sub> )	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Solar Heat Gain Through Windows</b>										
	<b>C 1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>243.00</b>	<b>0.12</b>	<b>1.00</b>	<b>0.12</b>	<b>21.38</b>	<b>84,680.64</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>112.00</b>	<b>0.12</b>	<b>1.00</b>	<b>0.12</b>	<b>9.86</b>	<b>39,029.76</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	<b>3 Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>130.00</b>	<b>0.12</b>	<b>1.00</b>	<b>0.12</b>	<b>11.44</b>	<b>45,302.40</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	<b>4 Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>97.00</b>	<b>0.12</b>	<b>1.00</b>	<b>0.12</b>	<b>8.54</b>	<b>33,802.56</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	<b>Total Solar Heat Gain</b>									<b>202,815.36</b> Watt
<b>Overall Building A x OTTV (A+B+C)</b>										405,579.67 Watt
<b>Total Area</b>										15,840.00 m <sup>2</sup>
<b>Building OTTV</b>										<b>25.60</b> Watt/m <sup>2</sup>

Lampiran 4.1.1.1 Perhitungan OTTV Alternatif Ke- 1 (Orientasi Barat, Timur, Utara, Selatan) Pada Simulasi Fasade Kaca Seluruh Selubung Bangunan(2)

$\alpha (U_w*(1-WWR)*TDek)$		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Solar Absorption Factor (a)	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U <sub>w</sub> (W/m2k)	TDek	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D = (B/A)	E = (1-D)	F	G	H	I
<b>A Konduksi Panas Melalui Dinding (tidak transparan)</b>										
1	Barat	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planibel 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
2	Timur	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planibel 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
3	Utara	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planibel 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
4	Selatan	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planibel 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
<b>Total Wall OTTV</b>										4,130.71 Watt
$(WWR*U_f*\Delta T)$		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Window to Wall Ratio (WWR)	U <sub>f</sub> Value (W/m2k)	ΔT			OTTV	A x OTTV
		A	B	C=(B/A)	D	E			F	G
<b>Konduksi Panas Melalui Dinding (Transparan)</b>										
B	1 Barat	3,960.00	2,904.00	0.73	1.90	9			12.54	49,658.40
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00		1.90					
	2 Timur	3,960.00	2,904.00	0.73	1.90	9			12.54	49,658.40
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	3 Utara	3,960.00	2,904.00	0.73	1.90	9			12.54	49,658.40
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	4 Selatan	3,960.00	2,904.00	0.73	1.90	9			12.54	49,658.40
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
<b>Total Windows OTTV</b>										198,633.60 Watt
$(WWR*SC*SF)$		Façade Area (A) m2	Total Opening Area (m2)	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SCk)	Shading Coefficient Effective (Sceff)	Shading Coefficient (SC=SCk*S Ceff)	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Solar Heat Gain Through Windows</b>										
C	1 Barat	3,960.00	2,904.00	0.73	243.00	0.14	1.00	0.14	24.95	98,794.08
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	2 Timur	3,960.00	2,904.00	0.73	112.00	0.14	1.00	0.14	11.50	45,534.72
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	3 Utara	3,960.00	2,904.00	0.73	130.00	0.14	1.00	0.14	13.35	52,852.80
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	4 Selatan	3,960.00	2,904.00	0.73	97.00	0.14	1.00	0.14	9.96	39,436.32
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
<b>Total Solar Heat Gain</b>										236,617.92 Watt
<b>Overall Building A x OTTV (A+B+C)</b>										439,382.23 Watt
<b>Total Area</b>										15,840.00 m2
<b>Building OTTV</b>										27.74 Watt/m2

Lampiran 4.1.1.1 Perhitungan OTTV Alternatif Ke- 1 (Orientasi Barat, Timur, Utara, Selatan) Pada Simulasi Fasade Kaca Seluruh Selubung Bangunan(3)

$\alpha (U_w \cdot (1-WWR) \cdot TDek)$		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Solar Absorption Factor ( $\alpha$ )	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	Uw (W/m2k)	TDek	OTTV	A x OTTV	
		A	B	C	D = (B/A)	E = (1-D)	F	G	H	I	
<b>A Konduksi Panas Melalui Dinding (tidak transparan)</b>											
	<b>1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.04</b>	<b>0.73</b>	<b>0.27</b>	<b>1.81</b>	<b>15.00</b>	<b>0.26</b>	<b>1,032.68</b>	
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00								
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00			
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.04</b>	<b>0.73</b>	<b>0.27</b>	<b>1.81</b>	<b>15.00</b>	<b>0.26</b>	<b>1,032.68</b>	
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00								
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00			
	<b>3 Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.04</b>	<b>0.73</b>	<b>0.27</b>	<b>1.81</b>	<b>15.00</b>	<b>0.26</b>	<b>1,032.68</b>	
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00								
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00			
	<b>4 Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.04</b>	<b>0.73</b>	<b>0.27</b>	<b>1.81</b>	<b>15.00</b>	<b>0.26</b>	<b>1,032.68</b>	
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00								
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00			
	<b>Total Wall OTTV</b>									<b>4,130.71</b>	Watt
<b>(WWR*Uf*AT)</b>											
		A	B	C=(B/A)	D	E			F	G	
<b>Konduksi Panas Melalui Dinding (Transparan)</b>											
<b>B</b>	<b>1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>2.50</b>	<b>9</b>			<b>16.50</b>	<b>65,340.00</b>	
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00		2.50						
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>2.50</b>	<b>9</b>			<b>16.50</b>	<b>65,340.00</b>	
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00								
	<b>Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>2.50</b>	<b>9</b>			<b>16.50</b>	<b>65,340.00</b>	
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00								
	<b>Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>2.50</b>	<b>9</b>			<b>16.50</b>	<b>65,340.00</b>	
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00								
	<b>Total Windows OTTV</b>									<b>261,360.00</b>	Watt
<b>(WWR*SC*SF)</b>											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	
<b>Solar Heat Gain Through Windows</b>											
<b>C</b>	<b>1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>243.00</b>	<b>0.14</b>	<b>1.00</b>	<b>0.14</b>	<b>24.95</b>	<b>98,794.08</b>	
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00								
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>112.00</b>	<b>0.14</b>	<b>1.00</b>	<b>0.14</b>	<b>11.50</b>	<b>45,534.72</b>	
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00								
	<b>3 Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>130.00</b>	<b>0.14</b>	<b>1.00</b>	<b>0.14</b>	<b>13.35</b>	<b>52,852.80</b>	
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00								
	<b>4 Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>97.00</b>	<b>0.14</b>	<b>1.00</b>	<b>0.14</b>	<b>9.96</b>	<b>39,436.32</b>	
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00								
	<b>Total Solar Heat Gain</b>									<b>236,617.92</b>	Watt
<b>Overall Building A x OTTV (A+B+C)</b>										<b>502,108.63</b>	Watt
<b>Total Area</b>										<b>15,840.00</b>	m2
<b>Building OTTV</b>										<b>31.70</b>	Watt/m2

Lampiran 4.1.1.1 Perhitungan OTTV Alternatif Ke- 1 (Orientasi Barat, Timur, Utara, Selatan) Pada Simulasi Fasade Kaca Seluruh Selubung Bangunan(4)

$\alpha (U_w \cdot (1-WWR) \cdot T_{Dek})$		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Solar Absorption Factor ( $\alpha$ )	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	$U_w$ (W/m2k)	T <sub>Dek</sub>	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D = (B/A)	E = (1-D)	F	G	H	I
<b>A Konduksi Panas Melalui Dinding (tidak transparan)</b>										
	<b>1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.04</b>	<b>0.73</b>	<b>0.27</b>	<b>1.81</b>	<b>15.00</b>	<b>0.26</b>	<b>1,032.68</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		1,056.00	0.04			1.81	15.00		
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.04</b>	<b>0.73</b>	<b>0.27</b>	<b>1.81</b>	<b>15.00</b>	<b>0.26</b>	<b>1,032.68</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
	<b>3 Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.04</b>	<b>0.73</b>	<b>0.27</b>	<b>1.81</b>	<b>15.00</b>	<b>0.26</b>	<b>1,032.68</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
	<b>4 Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.04</b>	<b>0.73</b>	<b>0.27</b>	<b>1.81</b>	<b>15.00</b>	<b>0.26</b>	<b>1,032.68</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
	<b>Total Wall OTTV</b>									<b>4,130.71</b> Watt
<b>(WWR*U<sub>f</sub>*ΔT)</b>										
		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Window to Wall Ratio (WWR)	U <sub>f</sub> Value (W/m2k)	ΔT			OTTV	A x OTTV
		A	B	C=(B/A)	D	E			F	G
<b>Konduksi Panas Melalui Dinding (Transparan)</b>										
	<b>B 1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>2.50</b>	<b>9</b>			<b>16.50</b>	<b>65,340.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00		2.50					
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>2.50</b>	<b>9</b>			<b>16.50</b>	<b>65,340.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	<b>3 Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>2.50</b>	<b>9</b>			<b>16.50</b>	<b>65,340.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	<b>4 Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>2.50</b>	<b>9</b>			<b>16.50</b>	<b>65,340.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	<b>Total Windows OTTV</b>									<b>261,360.00</b> Watt
<b>(WWR*SC*SF)</b>										
		Façade Area (A) m2	Total Opening Area (m2)	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (S <sub>Ck</sub> )	Shading Coefficient Effective (S <sub>ceff</sub> )	Shading Coefficient (SC=S <sub>Ck</sub> *S <sub>Ceff</sub> )	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Solar Heat Gain Through Windows</b>										
	<b>C 1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>243.00</b>	<b>0.15</b>	<b>1.00</b>	<b>0.15</b>	<b>26.73</b>	<b>105,850.80</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>112.00</b>	<b>0.15</b>	<b>1.00</b>	<b>0.15</b>	<b>12.32</b>	<b>48,787.20</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	<b>3 Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>130.00</b>	<b>0.15</b>	<b>1.00</b>	<b>0.15</b>	<b>14.30</b>	<b>56,628.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	<b>4 Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,904.00</b>	<b>0.73</b>	<b>97.00</b>	<b>0.15</b>	<b>1.00</b>	<b>0.15</b>	<b>10.67</b>	<b>42,253.20</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	<b>Total Solar Heat Gain</b>									<b>253,519.20</b> Watt
	<b>Overall Building A x OTTV (A+B+C)</b>									<b>519,009.91</b> Watt
	<b>Total Area</b>									<b>15,840.00</b> m2
	<b>Building OTTV</b>									<b>32.77</b> Watt/m2

Lampiran 4.1.1.1 Perhitungan OTTV Alternatif Ke- 1 (Orientasi Barat, Timur, Utara, Selatan) Pada Simulasi Prosentase Fasade Kaca 65% Kombinasi ACP (1)

$\alpha$ (Uw*(1-WWR)*TDek)		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Solar Absorption Factor ( $\alpha$ )	Window to Wall Ratio	1-WWR	Uw (W/m2k)	TDek	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D = (B/A)	E = (1-D)	F	G	H	I
<b>A Konduksi Panas Melalui Dinding (tidak transparan)</b>										
	<b>1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
	<b>3 Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
	<b>4 Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
	<b>Total Wall OTTV</b>									<b>27,211.26</b> Watt
<b>(WWR*Uf*AT)</b>										
		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Window to Wall Ratio (WWR) C=(B/A)	Uf Value (W/m2k) D	AT E			OTTV F	A x OTTV G
		A	B							
<b>Konduksi Panas Melalui Dinding (Transparan)</b>										
<b>B</b>	<b>1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>1.90</b>	<b>9</b>			<b>10.97</b>	<b>43,434.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00		1.90					
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>1.90</b>	<b>9</b>			<b>10.97</b>	<b>43,434.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	<b>3 Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>1.90</b>	<b>9</b>			<b>10.97</b>	<b>43,434.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	<b>4 Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>1.90</b>	<b>9</b>			<b>10.97</b>	<b>43,434.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	<b>Total Windows OTTV</b>									<b>173,736.00</b> Watt
<b>(WWR*SC*SF)</b>										
		Façade Area (A) m2	Total Opening Area (m2)	Window to Wall Ratio (WWR) C	Solar Factor (SF) D	Shading Coefficient (SCk) E	Shading Coefficient Effective (ScEff) F	Shading Coefficient (SC=SCK *SCeff) G	OTTV H	A x OTTV I
		A	B							
<b>Solar Heat Gain Through Windows</b>										
<b>C</b>	<b>1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>243.00</b>	0.14	1.00	0.14	21.82	86,410.80
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>112.00</b>	0.14	1.00	0.14	10.06	39,827.20
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	<b>3 Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>130.00</b>	0.14	1.00	0.14	11.67	46,228.00
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	<b>4 Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>97.00</b>	0.14	1.00	0.14	8.71	34,493.20
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	<b>Total Solar Heat Gain</b>									<b>206,959.20</b> Watt
<b>Overall Building A x OTTV (A+B+C)</b>										
										407,906.46 Watt
<b>Total Area</b>										
										15,840.00 m2
<b>Building OTTV</b>										
										25.75 Watt/m2



Lampiran 4.1.1.1 Perhitungan OTTV Alternatif Ke- 1 (Orientasi Barat, Timur, Utara, Selatan) Pada Simulasi Prosentase Fasade Kaca 65% Kombinasi ACP (2)

$\alpha (U_w \cdot (1-WWR) \cdot T_{Dek})$		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Solar Absorption Factor ( $\alpha$ )	Window to Wall Ratio	1-WWR	Uw (W/m2k)	TDek	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D = (B/A)	E = (1-D)	F	G	H	I
<b>A Konduksi Panas Melalui Dinding (tidak transparan)</b>										
	<b>1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
	<b>3 Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
	<b>4 Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
	<b>Total Wall OTTV</b>									<b>27,211.26</b> Watt
<b>(WWR*Uf*AT)</b>										
		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Window to Wall Ratio (WWR)	Uf Value (W/m2k)	AT			OTTV	A x OTTV
		A	B	C=(B/A)	D	E			F	G
<b>Konduksi Panas Melalui Dinding (Transparan)</b>										
	<b>1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>1.90</b>	<b>9</b>			<b>10.97</b>	<b>43,434.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00		1.90					
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>1.90</b>	<b>9</b>			<b>10.97</b>	<b>43,434.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00		1.90					
	<b>3 Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>1.90</b>	<b>9</b>			<b>10.97</b>	<b>43,434.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00		1.90					
	<b>4 Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>1.90</b>	<b>9</b>			<b>10.97</b>	<b>43,434.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00		1.90					
	<b>Total Windows OTTV</b>									<b>173,736.00</b> Watt
<b>(WWR*SC*SF)</b>										
		Façade Area (A) m2	Total Opening Area (m2)	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SCk)	Shading Coefficient Effective (Sceff)	Shading Coefficient (SC=SCk *Sceff)	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Solar Heat Gain Through Windows</b>										
	<b>1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>243.00</b>	<b>0.12</b>	<b>1.00</b>	<b>0.12</b>	<b>18.70</b>	<b>74,066.40</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>112.00</b>	<b>0.12</b>	<b>1.00</b>	<b>0.12</b>	<b>8.62</b>	<b>34,137.60</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	<b>3 Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>130.00</b>	<b>0.12</b>	<b>1.00</b>	<b>0.12</b>	<b>10.01</b>	<b>39,624.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	<b>4 Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>97.00</b>	<b>0.12</b>	<b>1.00</b>	<b>0.12</b>	<b>7.47</b>	<b>29,565.60</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	<b>Total Solar Heat Gain</b>									<b>177,393.60</b> Watt
<b>Overall Building A x OTTV (A+B+C)</b>										378,340.86 Watt
<b>Total Area</b>										15,840.00 m2
<b>Building OTTV</b>										<b>23.89</b> Watt/m2

Lampiran 4.1.1.1 Perhitungan OTTV Alternatif Ke- 1 (Orientasi Barat, Timur, Utara, Selatan) Pada Simulasi Prosentase Fasade Kaca 65% Kombinasi ACP (3)

$\alpha (U_w \cdot (1-WWR) \cdot T_{Dek})$		Façade Area (A) (m <sup>2</sup> )	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Solar Absorption Factor ( $\alpha$ )	Window to Wall Ratio	1-WWR	U <sub>w</sub> (W/m <sup>2</sup> k)	T <sub>Dek</sub>	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D = (B/A)	E = (1-D)	F	G	H	I
<b>A Konduksi Panas Melalui Dinding (tidak transparan)</b>										
<b>1 Barat</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
<b>2 Timur</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
<b>3 Utara</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
<b>4 Selatan</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
<b>Total Wall OTTV</b>										<b>27,211.26</b> Watt
<b>(WWR*U<sub>f</sub>*ΔT)</b>										
		Façade Area (A) (m <sup>2</sup> )	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Window to Wall Ratio (WWR)	U <sub>f</sub> Value (W/m <sup>2</sup> k)	ΔT			OTTV	A x OTTV
		A	B	C = (B/A)	D	E			F	G
<b>Konduksi Panas Melalui Dinding (Transparan)</b>										
<b>B</b>	<b>1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>2.50</b>	<b>9</b>			<b>14.43</b>	<b>57,150.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00		2.50					
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>2.50</b>	<b>9</b>			<b>14.43</b>	<b>57,150.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	<b>3 Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>2.50</b>	<b>9</b>			<b>14.43</b>	<b>57,150.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	<b>4 Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>2.50</b>	<b>9</b>			<b>14.43</b>	<b>57,150.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>Total Windows OTTV</b>										<b>228,600.00</b> Watt
<b>(WWR*SC*SF)</b>										
		Façade Area (A) m <sup>2</sup>	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (S <sub>ck</sub> )	Shading Coefficient Effective (S <sub>ceff</sub> )	Shading Coefficient (S <sub>ck</sub> * S <sub>ceff</sub> )	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Solar Heat Gain Through Windows</b>										
<b>C</b>	<b>1 Barat</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>243.00</b>	<b>0.15</b>	<b>1.00</b>	<b>0.15</b>	<b>23.38</b>	<b>92,583.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	<b>2 Timur</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>112.00</b>	<b>0.15</b>	<b>1.00</b>	<b>0.15</b>	<b>10.78</b>	<b>42,672.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	<b>3 Utara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>130.00</b>	<b>0.15</b>	<b>1.00</b>	<b>0.15</b>	<b>12.51</b>	<b>49,530.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	<b>4 Selatan</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>97.00</b>	<b>0.15</b>	<b>1.00</b>	<b>0.15</b>	<b>9.33</b>	<b>36,957.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>Total Solar Heat Gain</b>										<b>221,742.00</b> Watt
<b>Overall Building A x OTTV (A+B+C)</b>										<b>477,553.26</b> Watt
<b>Total Area</b>										<b>15,840.00</b> m <sup>2</sup>
<b>Building OTTV</b>										<b>30.15</b> Watt/m <sup>2</sup>

Lampiran 4.1.1.1 Perhitungan OTTV Alternatif Ke- 1 (Orientasi Barat, Timur, Utara, Selatan) Pada Simulasi Prosentase Fasade Kaca 65% Kombinasi ACP (4)

$\alpha$ ( $U_w \cdot (1-WWR) \cdot T_{Dek}$ )		Façade Area (A) (m <sup>2</sup> )	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Solar Absorption Factor ( $\alpha$ )	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U <sub>w</sub> (W/m <sup>2</sup> k)	T <sub>Dek</sub>	OTT V	A x OTTV
		A	B	C	D = (B/A)	E = (1-D)	F	G	H	I
<b>A Konduksi Panas Melalui Dinding (tidak transparan)</b>										
<b>1 Barat</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
<b>2 Timur</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
<b>3 Utara</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
<b>4 Selatan</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
<b>Total Wall OTTV</b>										<b>27,211.26</b> Watt
<b>(WWR*U<sub>f</sub>*ΔT)</b>										
		Façade Area (A) (m <sup>2</sup> )	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Window to Wall Ratio (WWR)	U <sub>f</sub> Value (W/m <sup>2</sup> k)	ΔT			OTT V	A x OTTV
		A	B	C=(B/A)	D	E			F	G
<b>Konduksi Panas Melalui Dinding (Transparan)</b>										
<b>1 Barat</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>2.60</b>	<b>9</b>			<b>15.01</b>	<b>59,436.00</b>
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00		2.60					
<b>2 Timur</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>2.60</b>	<b>9</b>			<b>15.01</b>	<b>59,436.00</b>
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>Utara</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>2.60</b>	<b>9</b>			<b>15.01</b>	<b>59,436.00</b>
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>Selatan</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>2.60</b>	<b>9</b>			<b>15.01</b>	<b>59,436.00</b>
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>Total Windows OTTV</b>										<b>237,744.00</b> Watt
<b>(WWR*SC*SF)</b>										
		Façade Area (A) m <sup>2</sup>	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC <sub>k</sub> )	Shading Coefficient Effective (SC <sub>eff</sub> )	Shading Coefficient (SC=SC <sub>k</sub> *SC <sub>eff</sub> )	OTT V	A x OTTV
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Solar Heat Gain Through Windows</b>										
<b>C 1 Barat</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>243.00</b>	<b>0.17</b>	<b>1.00</b>	<b>0.17</b>	<b>26.50</b>	<b>104,927.40</b>
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>2 Timur</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>112.00</b>	<b>0.17</b>	<b>1.00</b>	<b>0.17</b>	<b>12.21</b>	<b>48,361.60</b>
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>3 Utara</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>130.00</b>	<b>0.17</b>	<b>1.00</b>	<b>0.17</b>	<b>14.18</b>	<b>56,134.00</b>
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>4 Selatan</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>97.00</b>	<b>0.17</b>	<b>1.00</b>	<b>0.17</b>	<b>10.58</b>	<b>41,884.60</b>
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>Total Solar Heat Gain</b>										<b>251,307.60</b> Watt
<b>Overall Building A x OTTV (A+B+C)</b>										<b>516,262.86</b> Watt
<b>Total Area</b>										<b>15,840.00</b> m <sup>2</sup>
<b>Building OTTV</b>										<b>32.59</b> Watt/m <sup>2</sup>

Lampiran 4.1.1.2 Perhitungan OTTV Alternatif Ke- 2 (Orientasi Barat Daya,  
Tenggara, Barat Laut, Timur Laut) Pada Simulasi Fasade Kaca Seluruh Selubung  
Bangunan (1)

$\alpha$ ( $U_w \cdot (1-WWR) \cdot T_{Dek}$ )		Façade Area (A) (m <sup>2</sup> )	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Solar Absorption Factor ( $\alpha$ )	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U <sub>w</sub> (W/m <sup>2</sup> k)	T <sub>Dek</sub>	OTTV	A x OTTV	
		A	B	C	D = (B/A)	E = (1-D)	F	G	H	I	
<b>A Konduksi Panas Melalui Dinding (tidak transparan)</b>											
1	<b>Barat Daya</b>	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68	
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00								
Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm				0.04			1.81	15.00			
2	<b>Timur Laut</b>	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68	
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00								
Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm				0.04			1.81	15.00			
3	<b>Barat Laut</b>	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68	
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00								
Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm				0.04			1.81	15.00			
4	<b>Tenggara</b>	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68	
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00								
Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm				0.04			1.81	15.00			
<b>Total Wall OTTV</b>										4,130.71 Watt	
$(WWR \cdot U_f \cdot \Delta T)$		Façade Area (A) (m <sup>2</sup> )	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Window to Wall Ratio (WWR)	U <sub>f</sub> Value (W/m <sup>2</sup> k)	$\Delta T$			OTTV	A x OTTV	
		A	B	C = (B/A)	D	E			F	G	
<b>Konduksi Panas Melalui Dinding (Transparan)</b>											
B	1	<b>Barat Daya</b>	3,960.00	2,904.00	0.73	1.90	9			12.54	49,658.40
		6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00		1.90					
2	Timur Laut		3,960.00	2,904.00	0.73	1.90	9			12.54	49,658.40
		6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
Barat Laut			3,960.00	2,904.00	0.73	1.90	9			12.54	49,658.40
		6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
Tenggara			3,960.00	2,904.00	0.73	1.90	9			12.54	49,658.40
		6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
<b>Total Windows OTTV</b>										198,633.60 Watt	
$(WWR \cdot SC \cdot SF)$		Façade Area (A) m <sup>2</sup>	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC <sub>k</sub> )	Shading Coefficient Effective (Seeff)	Shading Coefficient (SC = SC <sub>k</sub> * Seff)	OTTV	A x OTTV	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	
<b>Solar Heat Gain Through Windows</b>											
C	1	<b>Barat Daya</b>	3,960.00	2,904.00	0.73	176.00	0.12	1.00	0.12	15.49	61,332.48
		6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
2	Timur Laut		3,960.00	2,904.00	0.73	113.00	0.12	1.00	0.12	9.94	39,378.24
		6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
3	Barat Laut		3,960.00	2,904.00	0.73	211.00	0.12	1.00	0.12	18.57	73,529.28
		6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
4	Tenggara		3,960.00	2,904.00	0.73	97.00	0.12	1.00	0.12	8.54	33,802.56
		6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
<b>Total Solar Heat Gain</b>										208,042.56 Watt	
<b>Overall Building A x OTTV (A+B+C)</b>										410,806.87 Watt	
<b>Total Area</b>										15,840.00 m <sup>2</sup>	
<b>Building OTTV</b>										25.93 Watt/m <sup>2</sup>	

Lampiran 4.1.1.2 Perhitungan OTTV Alternatif Ke- 2 (Orientasi Barat Daya,  
Tenggara, Barat Laut, Timur Laut) Pada Simulasi Fasade Kaca Seluruh Selubung  
Bangunan (2)

$\alpha (U_w \cdot (1-WWR) \cdot TDek)$		Façade Area (A) (m <sup>2</sup> )	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Solar Absorption Factor (a)	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U <sub>w</sub> (W/m <sup>2</sup> k)	TDek	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D = (B/A)	E = (1-D)	F	G	H	I
<b>A Konduksi Panas Melalui Dinding (tidak transparan)</b>										
1	Barat Daya	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planibel 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
2	Timur Laut	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planibel 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
3	Barat Laut	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planibel 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
4	Tenggara	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planibel 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
<b>Total Wall OTTV</b>										<b>4,130.71</b> Watt
$(WWR \cdot U_f \cdot \Delta T)$		Façade Area (A) (m <sup>2</sup> )	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Window to Wall Ratio (WWR)	U <sub>f</sub> Value (W/m <sup>2</sup> k)	AT			OTTV	A x OTTV
		A	B	C = (B/A)	D	E			F	G
<b>Konduksi Panas Melalui Dinding (Transparan)</b>										
B	1 Barat Daya	3,960.00	2,904.00	0.73	1.90	9			12.54	49,658.40
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00		1.90					
	2 Timur Laut	3,960.00	2,904.00	0.73	1.90	9			12.54	49,658.40
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	3 Barat Laut	3,960.00	2,904.00	0.73	1.90	9			12.54	49,658.40
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	4 Tenggara	3,960.00	2,904.00	0.73	1.90	9			12.54	49,658.40
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
<b>Total Windows OTTV</b>										<b>198,633.60</b> Watt
$(WWR \cdot SC \cdot SF)$		Façade Area (A) m <sup>2</sup>	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SC <sub>ck</sub> )	Shading Coefficient Effective (S <sub>ceff</sub> )	Shading Coefficient (SC = SC <sub>ck</sub> * S <sub>ceff</sub> )	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Solar Heat Gain Through Windows</b>										
C	1 Barat Daya	3,960.00	2,904.00	0.73	176.00	0.14	1.00	0.14	18.07	71,554.56
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	2 Timur Laut	3,960.00	2,904.00	0.73	113.00	0.14	1.00	0.14	11.60	45,941.28
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	3 Barat Laut	3,960.00	2,904.00	0.73	211.00	0.14	1.00	0.14	21.66	85,784.16
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
	4 Tenggara	3,960.00	2,904.00	0.73	97.00	0.14	1.00	0.14	9.96	39,436.32
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,904.00							
<b>Total Solar Heat Gain</b>										<b>242,716.32</b> Watt
<b>Overall Building A x OTTV (A+B+C)</b>										<b>445,480.63</b> Watt
<b>Total Area</b>										<b>15,840.00</b> m <sup>2</sup>
<b>Building OTTV</b>										<b>28.12</b> Watt/m <sup>2</sup>

Lampiran 4.1.1.2 Perhitungan OTTV Alternatif Ke- 2 (Orientasi Barat Daya, Tenggara, Barat Laut, Timur Laut) Pada Simulasi Fasade Kaca Seluruh Selubung Bangunan (3)

$\alpha (U_w \cdot (1 - WWR) \cdot T_{Dek})$		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Solar Absorption Factor (a)	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U <sub>w</sub> (W/m2k)	T <sub>Dek</sub>	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D = (B/A)	E = (1-D)	F	G	H	I
<b>A Konduksi Panas Melalui Dinding (tidak transparan)</b>										
1	Barat Daya	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
2	Timur Laut	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
3	Barat Laut	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
4	Tenggara	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
<b>Total Wall OTTV</b>										<b>4,130.71</b> Watt
$(WWR \cdot U_f \cdot \Delta T)$		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Window to Wall Ratio (WWR)	U <sub>f</sub> Value (W/m2k)	ΔT			OTTV	A x OTTV
		A	B	C=(B/A)	D	E			F	G
<b>Konduksi Panas Melalui Dinding (Transparan)</b>										
B	1 Barat Daya	3,960.00	2,904.00	0.73	2.50	9			16.50	65,340.00
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00		2.50					
2	Timur Laut	3,960.00	2,904.00	0.73	2.50	9			16.50	65,340.00
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
3	Barat Laut	3,960.00	2,904.00	0.73	2.50	9			16.50	65,340.00
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
4	Tenggara	3,960.00	2,904.00	0.73	2.50	9			16.50	65,340.00
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
<b>Total Windows OTTV</b>										<b>261,360.00</b> Watt
$(WWR \cdot SC \cdot SF)$		Façade Area (A) m2	Total Opening Area (m2)	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SCk)	Shading Coefficient Effective (Sceff)	Shading Coefficient (SC=SCK*S Ceff)	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Solar Heat Gain Through Windows</b>										
C	1 Barat Daya	3,960.00	2,904.00	0.73	176.00	0.15	1.00	0.15	19.36	76,665.60
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
2	Timur Laut	3,960.00	2,904.00	0.73	113.00	0.15	1.00	0.15	12.43	49,222.80
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
3	Barat Laut	3,960.00	2,904.00	0.73	211.00	0.15	1.00	0.15	23.21	91,911.60
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
4	Tenggara	3,960.00	2,904.00	0.73	97.00	0.15	1.00	0.15	10.67	42,253.20
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
<b>Total Solar Heat Gain</b>										<b>260,053.20</b> Watt
<b>Overall Building A x OTTV (A+B+C)</b>										<b>525,543.91</b> Watt
<b>Total Area</b>										<b>15,840.00</b> m2
<b>Building OTTV</b>										<b>33.18</b> Watt/m2

Lampiran 4.1.1.2 Perhitungan OTTV Alternatif Ke- 2 (Orientasi Barat Daya,  
Tenggara, Barat Laut, Timur Laut) Pada Simulasi Fasade Kaca Seluruh Selubung  
Bangunan (4)

$\alpha (U_w \cdot (1-WWR) \cdot T_{Dek})$		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Solar Absorption Factor (a)	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U <sub>w</sub> (W/m2k)	T <sub>Dek</sub>	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D = (B/A)	E = (1-D)	F	G	H	I
<b>A Konduksi Panas Melalui Dinding (tidak transparan)</b>										
1	Barat Daya	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
2	Timur Laut	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
3	Barat Laut	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
4	Tenggara	3,960.00	2,904.00	0.04	0.73	0.27	1.81	15.00	0.26	1,032.68
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm			0.04			1.81	15.00		
<b>Total Wall OTTV</b>										4,130.71 Watt
$(WWR \cdot U_f \cdot \Delta T)$		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Window to Wall Ratio (WWR)	U <sub>f</sub> Value (W/m2k)	AT			OTTV	A x OTTV
		A	B	C=(B/A)	D	E			F	G
<b>Konduksi Panas Melalui Dinding (Transparan)</b>										
B	1 Barat Daya	3,960.00	2,904.00	0.73	2.50	9			16.50	65,340.00
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00		2.50					
	2 Timur Laut	3,960.00	2,904.00	0.73	2.50	9			16.50	65,340.00
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	3 Barat Laut	3,960.00	2,904.00	0.73	2.50	9			16.50	65,340.00
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	4 Tenggara	3,960.00	2,904.00	0.73	2.50	9			16.50	65,340.00
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
<b>Total Windows OTTV</b>										261,360.00 Watt
$(WWR \cdot SC \cdot SF)$		Façade Area (A) m2	Total Opening Area (m2)	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SCk)	Shading Coefficient Effective (Sceff)	Shading Coefficient (SC=Sck*S Ceff)	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Solar Heat Gain Through Windows</b>										
C	1 Barat Daya	3,960.00	2,904.00	0.73	176.00	0.14	1.00	0.14	18.07	71,554.56
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	2 Timur Laut	3,960.00	2,904.00	0.73	113.00	0.14	1.00	0.14	11.60	45,941.28
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	3 Barat Laut	3,960.00	2,904.00	0.73	211.00	0.14	1.00	0.14	21.66	85,784.16
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
	4 Tenggara	3,960.00	2,904.00	0.73	97.00	0.14	1.00	0.14	9.96	39,436.32
	6mm T-Sunlux CS 508 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,904.00							
<b>Total Solar Heat Gain</b>										242,716.32 Watt
<b>Overall Building A x OTTV (A+B+C)</b>										508,207.03 Watt
<b>Total Area</b>										15,840.00 m2
<b>Building OTTV</b>										32.08 Watt/m2

Lampiran 4.1.1.2 Perhitungan OTTV Alternatif Ke- 2 (Orientasi Barat Daya, Tenggara, Barat Laut, Timur Laut) Pada Simulasi prosentase fasade kaca 65% kombinasi ACP (1)

$\alpha (U_w \cdot (1-WWR) \cdot T_{Dek})$		Façade Area (A) (m <sup>2</sup> )	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Solar Absorption Factor (a)	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U <sub>w</sub> (W/m <sup>2</sup> k)	T <sub>Dek</sub>	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D = (B/A)	E = (1-D)	F	G	H	I
<b>A Konduksi Panas Melalui Dinding (tidak transparan)</b>										
1	Barat Daya	3,960.00	2,540.00	0.07	0.64	0.36	4.84	15.00	1.72	6,802.81
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
2	Timur Laut	3,960.00	2,540.00	0.07	0.64	0.36	4.84	15.00	1.72	6,802.81
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
3	Barat Laut	3,960.00	2,540.00	0.07	0.64	0.36	4.84	15.00	1.72	6,802.81
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
4	Tenggara	3,960.00	2,540.00	0.07	0.64	0.36	4.84	15.00	1.72	6,802.81
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
	<b>Total Wall OTTV</b>									<b>27,211.26</b> Watt
<b>(WWR*U<sub>f</sub>*AT)</b>										
		Façade Area (A) (m <sup>2</sup> )	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Window to Wall Ratio (WWR)	U <sub>f</sub> Value (W/m <sup>2</sup> k)	AT			OTTV	A x OTTV
		A	B	C = (B/A)	D	E			F	G
<b>Konduksi Panas Melalui Dinding (Transparan)</b>										
B	1 Barat Daya	3,960.00	2,540.00	0.64	1.90	9			10.97	43,434.00
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00		1.90					
2	Timur Laut	3,960.00	2,540.00	0.64	1.90	9			10.97	43,434.00
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Barat Laut	3,960.00	2,540.00	0.64	1.90	9			10.97	43,434.00
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Tenggara	3,960.00	2,540.00	0.64	1.90	9			10.97	43,434.00
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	<b>Total Windows OTTV</b>									<b>173,736.00</b> Watt
<b>(WWR*SC*SF)</b>										
		Façade Area (A) m <sup>2</sup>	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (SCk)	Shading Coefficient Effective (Sc <sub>eff</sub> )	Shading Coefficient (SC-SCK*S <sub>Ceff</sub> )	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Solar Heat Gain Through Windows</b>										
C	1 Barat Daya	3,960.00	2,540.00	0.64	176.00	0.12	1.00	0.12	13.55	53,644.80
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
2	Timur Laut	3,960.00	2,540.00	0.64	113.00	0.12	1.00	0.12	8.70	34,442.40
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
3	Barat Laut	3,960.00	2,540.00	0.64	211.00	0.12	1.00	0.12	16.24	64,312.80
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
4	Tenggara	3,960.00	2,540.00	0.64	97.00	0.12	1.00	0.12	7.47	29,565.60
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	<b>Total Solar Heat Gain</b>									<b>181,965.60</b> Watt
	<b>Overall Building A x OTTV (A+B+C)</b>									<b>382,912.86</b> Watt
	<b>Total Area</b>									<b>15,840.00</b> m <sup>2</sup>
	<b>Building OTTV</b>									<b>24.17</b> Watt/m <sup>2</sup>



Lampiran 4.1.1.2 Perhitungan OTTV Alternatif Ke- 2 (Orientasi Barat Daya, Tenggara, Barat Laut, Timur Laut) Pada Simulasi prosentase fasade kaca 65% kombinasi ACP (2)

$\alpha (U_w \cdot (1-WWR) \cdot T_{Dek})$		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Solar Absorption Factor ( $\alpha$ )	Window to Wall Ratio	1-WWR	Uw (W/m2k)	T <sub>Dek</sub>	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D = (B/A)	E = (1-D)	F	G	H	I
<b>A Konduksi Panas Melalui Dinding (tidak transparan)</b>										
	<b>1 Barat Daya</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
	<b>2 Timur Laut</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
	<b>3 Barat Laut</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
	<b>4 Tenggara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
	<b>Total Wall OTTV</b>									<b>27,211.26</b> Watt
$(WWR \cdot U_f \cdot \Delta T)$		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Window to Wall Ratio (WWR)	Uf Value (W/m2k)	$\Delta T$			OTTV	A x OTTV
		A	B	C = (B/A)	D	E			F	G
<b>Konduksi Panas Melalui Dinding (Transparan)</b>										
	<b>1 Barat Daya</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>1.90</b>	<b>9</b>			<b>10.97</b>	<b>43,434.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00		1.90					
	<b>2 Timur Laut</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>1.90</b>	<b>9</b>			<b>10.97</b>	<b>43,434.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00		1.90					
	<b>3 Barat Laut</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>1.90</b>	<b>9</b>			<b>10.97</b>	<b>43,434.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00		1.90					
	<b>4 Tenggara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>1.90</b>	<b>9</b>			<b>10.97</b>	<b>43,434.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00		1.90					
	<b>Total Windows OTTV</b>									<b>173,736.00</b> Watt
$(WWR \cdot SC \cdot SF)$		Façade Area (A) m2	Total Opening Area (m2)	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (S <sub>Ck</sub> )	Shading Coefficient Effective (S <sub>Ceff</sub> )	Shading Coefficient (S <sub>C</sub> = S <sub>Ck</sub> * S <sub>Ceff</sub> )	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Solar Heat Gain Through Windows</b>										
	<b>1 Barat Daya</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>176.00</b>	0.14	1.00	0.14	15.80	62,585.60
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00		176.00					
	<b>2 Timur Laut</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>113.00</b>	0.14	1.00	0.14	10.15	40,182.80
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00		113.00					
	<b>3 Barat Laut</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>211.00</b>	0.14	1.00	0.14	18.95	75,031.60
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00		211.00					
	<b>4 Tenggara</b>	<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>97.00</b>	0.14	1.00	0.14	8.71	34,493.20
	6mm T-Sunlux CS 214 (Green) #2 + 12mm AS + 6mm Planibel G #3		2,540.00		97.00					
	<b>total Solar Heat Gain</b>									<b>212,293.20</b> Watt
	<b>Overall Building A x OTTV (A+B+C)</b>									413,240.46 Watt
	<b>Total Area Building OTTV</b>									15,840.00 m2
	<b>Building OTTV</b>									<b>26.09</b> Watt/m2

Lampiran 4.1.1.2 Perhitungan OTTV Alternatif Ke- 2 (Orientasi Barat Daya, Tenggara, Barat Laut, Timur Laut) Pada Simulasi prosentase fasade kaca 65% kombinasi ACP (3)

$\alpha (U_w*(1-WWR)*TDek)$		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Solar Absorption Factor (a)	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	Uw (W/m2k)	TDek	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D = (B/A)	E = (1-D)	F	G	H	I
<b>A Konduksi Panas Melalui Dinding (tidak transparan)</b>										
1	Barat Daya	3,960.00	2,540.00	0.07	0.64	0.36	4.84	15.00	1.72	6,802.81
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
2	Timur Laut	3,960.00	2,540.00	0.07	0.64	0.36	4.84	15.00	1.72	6,802.81
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
3	Barat Laut	3,960.00	2,540.00	0.07	0.64	0.36	4.84	15.00	1.72	6,802.81
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
4	Tenggara	3,960.00	2,540.00	0.07	0.64	0.36	4.84	15.00	1.72	6,802.81
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
<b>Total Wall OTTV</b>										27,211.26 Watt
<b>(WWR*Uf*AT)</b>		Façade Area (A) (m2)	Total Opening Area (m2)	Window to Wall Ratio (WWR)	Uf Value (W/m2k)	AT			OTTV	A x OTTV
		A	B	C=(B/A)	D	E			F	G
<b>Konduksi Panas Melalui Dinding (Transparan)</b>										
B	1 Barat Daya	3,960.00	2,540.00	0.64	2.60	9			15.01	59,436.00
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00		2.60					
2	Timur Laut	3,960.00	2,540.00	0.64	2.60	9			15.01	59,436.00
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Barat Laut	3,960.00	2,540.00	0.64	2.60	9			15.01	59,436.00
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Tenggara	3,960.00	2,540.00	0.64	2.60	9			15.01	59,436.00
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>Total Windows OTTV</b>										237,744.00 Watt
<b>(WWR*SC*SF)</b>		Façade Area (A) m2	Total Opening Area (m2)	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (Sck)	Shading Coefficient Effective (Sceff)	Shading Coefficient (SC=Sck*Scff)	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Solar Heat Gain Through Windows</b>										
C	1 Barat Daya	3,960.00	2,540.00	0.64	176.00	0.17	1.00	0.17	19.19	75,996.80
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
2	Timur Laut	3,960.00	2,540.00	0.64	113.00	0.17	1.00	0.17	12.32	48,793.40
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
3	Barat Laut	3,960.00	2,540.00	0.64	211.00	0.17	1.00	0.17	23.01	91,109.80
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
4	Tenggara	3,960.00	2,540.00	0.64	97.00	0.17	1.00	0.17	10.58	41,884.60
	8mm T-Sunlux CS 514 (Dark Blue) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>Total Solar Heat Gain</b>										257,784.60 Watt
<b>Overall Building A x OTTV (A+B+C)</b>										522,739.86 Watt
<b>Total Area</b>										15,840.00 m2
<b>Building OTTV</b>										33.00 Watt/m2

Lampiran 4.1.1.2 Perhitungan OTTV Alternatif Ke- 2 (Orientasi Barat Daya, Tenggara, Barat Laut, Timur Laut) Pada Simulasi prosentase fasade kaca 65% kombinasi ACP (4)

$a (U_w \cdot (1-WWR) \cdot T_{Dek})$		Façade Area (A) (m <sup>2</sup> )	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Solar Absorption Factor (a)	Window to Wall Ratio (WWR)	1-WWR	U <sub>w</sub> (W/m <sup>2</sup> k)	T <sub>Dek</sub>	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D = (B/A)	E = (1-D)	F	G	H	I
<b>A Konduksi Panas Melalui Dinding (tidak transparan)</b>										
<b>1 Barat Daya</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
<b>2 Timur Laut</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
<b>3 Barat Laut</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
<b>4 Tenggara</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.64</b>	<b>0.36</b>	<b>4.84</b>	<b>15.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6,802.81</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
	Spandrel Kaca Single Planible 8mm+ gypsum 6mm		952.00	0.04			1.81	15.00		
	ACP 4mm + gypsum 9mm		468.00	0.03			3.03	15.00		
<b>Total Wall OTTV</b>										<b>27,211.26</b> Watt
$(WWR \cdot U_f \cdot \Delta T)$		Façade Area (A) (m <sup>2</sup> )	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Window to Wall Ratio (WWR)	U <sub>f</sub> Value (W/m <sup>2</sup> k)	ΔT			OTTV	A x OTTV
		A	B	C=(B/A)	D	E			F	G
<b>Konduksi Panas Melalui Dinding (Transparan)</b>										
<b>B 1 Barat Daya</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>2.50</b>	<b>9</b>			<b>14.43</b>	<b>57,150.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00		2.50					
<b>2 Timur Laut</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>2.50</b>	<b>9</b>			<b>14.43</b>	<b>57,150.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>3 Barat Laut</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>2.50</b>	<b>9</b>			<b>14.43</b>	<b>57,150.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>4 Tenggara</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>2.50</b>	<b>9</b>			<b>14.43</b>	<b>57,150.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>Total Windows OTTV</b>										<b>228,600.00</b> Watt
$(WWR \cdot SC \cdot SF)$		Façade Area (A) m <sup>2</sup>	Total Opening Area (m <sup>2</sup> )	Window to Wall Ratio (WWR)	Solar Factor (SF)	Shading Coefficient (S <sub>Ck</sub> )	Shading Coefficient Effective (S <sub>ceff</sub> )	Shading Coefficient (SC=S <sub>Ck</sub> *S <sub>Ceff</sub> )	OTTV	A x OTTV
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Solar Heat Gain Through Windows</b>										
<b>C 1 Barat Daya</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>176.00</b>	<b>0.15</b>	<b>1.00</b>	<b>0.15</b>	<b>16.93</b>	<b>67,056.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>2 Timur Laut</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>113.00</b>	<b>0.15</b>	<b>1.00</b>	<b>0.15</b>	<b>10.87</b>	<b>43,053.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>3 Barat Laut</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>211.00</b>	<b>0.15</b>	<b>1.00</b>	<b>0.15</b>	<b>20.30</b>	<b>80,391.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>4 Tenggara</b>		<b>3,960.00</b>	<b>2,540.00</b>	<b>0.64</b>	<b>97.00</b>	<b>0.15</b>	<b>1.00</b>	<b>0.15</b>	<b>9.33</b>	<b>36,957.00</b>
	6mm T-Sunlux CS 208 (Green) #2 + 12mm AS + FL6		2,540.00							
<b>Total Solar Heat Gain</b>										<b>227,457.00</b> Watt
<b>Overall Building A x OTTV (A+B+C)</b>										<b>483,268.26</b> Watt
<b>Total Area</b>										<b>15,840.00</b> m <sup>2</sup>
<b>Building OTTV</b>										<b>30.51</b> Watt/m <sup>2</sup>

Lampiran 4.1.1.1 sampai 4.1.1.2 Perhitungan OTTV Pada Simulasi fasade kaca  
Seluruh Selubung Bangunan (A)

Transmitans termal dinding tidak tembus cahaya					
Kaca Single 6mm Spandrel + Gypsum 6mm + Beam 500mm					
$U_w =$	$\frac{1}{R}$	$=$	$\frac{1}{R_{udara\_luar} + R_{kaca\_8mm} + R_{gypsum\ 6mm} + R_{beton\_500mm} + R_{udara\_dalam}}$		
		$=$	$\frac{1}{0.044 + 1.053 + 0.008 + 0.170 + 0.50 + 0.12}$		
			$0.552195 = 1.81$ W/m <sup>2</sup> .K		

Solar Arbsorbance			
<b>Spandrel</b>			
$\alpha$ bahan	0.12	lamb al. yg dikilapkan	
$\alpha$ cat	0.3	putih semi kilap	
<b><math>\alpha</math> total</b>	<b>0.036</b>		

Tdek					
TD ek Spandrel					
No	Bahan / Material	Tebal Bahan (t) (m)	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	Berat (kg/m <sup>2</sup> )	
1	Kaca	0.008	-	20.000	
2	Air space (dengan emisifitas tinggi)	0.012	0	0.000	
3	Papan Gypsum 6mm	0.006	880	5.280	
4	Glasswool	0.050	32	1.600	
				Berat Total	26.880
				<b>TD ek 1 (°K)</b>	<b>15</b> <125

$\Delta T$								
$\Delta T$ diambil 9 karena lokasi SURABAYA rata-rata (TAHUN 2018) memiliki suhu luar 34' C dan suhu dalam 25' C								
Faktor radiasi matahari (SF, W/m <sup>2</sup> ) untuk berbagai orientasi								
ORIENTASI	U	TL	T	TGR	S	BD	B	BL
		130	113	112	97	97	176	243
Keterangan :								
U	= Utara							
TL	= Timur Laut							
T	= Timur							
TGR	= Tenggara							
S	= Selatan							
BD	= Barat Daya							
B	= Barat							
BL	= Barat Laut							

Lampiran 4.1.1.1 sampai 4.1.1.2 Perhitungan OTTV Pada Simulasi prosentase fasade kaca 65% kombinasi ACP (B)

Transmitans termal dinding tidak tembus cahaya					
ACP + Gypsum 9mm					
$U_w =$	$\frac{1}{R}$	=	$\frac{1}{R_{udara\_luar} + R_{ACP\_4mm} + R_{rongga\ udara} + R_{gypsum\ 9mm} + R_{udara\_dalam}}$		
		=	$\frac{1}{0.044 + \frac{0.004}{211} + 0.16 + \frac{0.009}{1.448} + 0.12}$		
		$U_w$	=	0.330234 =	<b>3.03</b> W/m <sup>2</sup> .K

Solar Arbsorbance	
<b>Spandrel</b>	
$\alpha$ bahan	0.12 lemb al. yg dikilapkan
$\alpha$ cat	0.3 putih semi kilap
<b><math>\alpha</math> total</b>	<b>0.036</b>
<b>ACP</b>	
$\alpha$ bahan	0.12 lemb al. yg dikilapkan
$\alpha$ cat	0.25 perak/silver
<b><math>\alpha</math> total</b>	<b>0.03</b>

Tdek					
TD ek Spandrel					
No	Bahan / Material	Tebal Bahan (t) (m)	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	Berat (kg/m <sup>2</sup> )	
1	Kaca	0.008	-	20.000	
2	Air space (dengan emisifitas tinggi)	0.012	0	0.000	
3	Papan Gypsum 6mm	0.006	880	5.280	
4	Glasswool	0.050	32	1.600	
				Berat Total	26.880
				TD ek 1 (°K)	<b>15</b> <125
TD ek ACP					
No	Bahan / Material	Tebal Bahan (t) (m)	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	Berat (kg/m <sup>2</sup> )	
1	Alumunium composite	0.005	2672	13.360	
2	Air space (dengan emisifitas tinggi)	0.010	0	0.000	
3	Papan Gypsum 9mm	0.009	880	7.920	
				Berat Total	21.280
				TD ek 1 (°K)	<b>15</b> <125
$\Delta T$					
$\Delta T$ diambil 9 karena lokasi SURABAYA rata-rata (TAHUN 2018) memiliki suhu luar 34° C dan suhu dalam 25° C					

Faktor radiasi matahari (SF, W/m <sup>2</sup> ) untuk berbagai orientasi								
ORIENTASI	U	TL	T	TGR	S	BD	B	BL
	130	113	112	97	97	176	243	211

Lampiran 4.2.1.1 Analisis Perhitungan Beban Pendinginan pada Alternatif ke -1 (orientasi bangunan barat, timur, utara, selatan Pada Simulasi fasade kaca Seluruh Selubung Bangunan (A)

1) Beban Eksternal

No	Deskripsi	Unit	Baseline	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Formula	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	Gross Surface Area of Façade	m <sup>2</sup>	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	Design
2	Roof Area	m <sup>2</sup>	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	Design
3	OTTV	W/m <sup>2</sup>	35.00	25.60	27.74	28.58	29.87	30.94	31.70	32.01	32.36	32.77	33.07	33.43		Calculation
4	Roof U Factor	W/m <sup>2</sup> K	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	Calculation
5	Outdoor Temp ( Dry Bulb )	°C	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	Sesuai Kondisi lapangan
6	Indoor Temp ( Dry Bulb )	°C	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	OPR
7	Δ T	°C	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	5-6
<b>Total Building External Heat Gain</b>																
8	Heat Gain from Facade	KW	554	406	439	453	473	490	502	507	513	519	524	529		1x3
9	Heat Gain from Roof	KW	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16		2x4x7
	Total Heat Gain From Building Envelope	KW	570	421	455	468	489	506	518	523	528	535	539	545		8 + 9
	Net Building External Heat Gain Reduction	%		<b>26.1%</b>	<b>20.2%</b>	<b>17.9%</b>	<b>14.2%</b>	<b>11.3%</b>	<b>9.2%</b>	<b>8.3%</b>	<b>7.3%</b>	<b>6.2%</b>	<b>5.4%</b>	<b>4.4%</b>		

Lampiran 4.2.1.1 Analisis Perhitungan Beban Pendinginan pada Alternatif ke -1 (orientasi bangunan barat, timur, utara, selatan Pada Simulasi Prosentase Fasade Kaca 65% kombinasi ACP (B)

1) **Beban Eksternal**

No	Deskripsi	Unit	Baseline	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Design	FORMULA	
				n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n		n
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
1	Gross Surface Area of Façade	m <sup>2</sup>	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	Design
2	Roof Area	m <sup>2</sup>	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	Design
3	OTTV	W/m <sup>2</sup>	35.00	23.89	25.75	26.68	27.62	28.55	29.22	29.48	29.79	30.15	30.42	30.73	32.42	32.59	33.35	34.10	34.15		Calculation
4	Roof U Factor	W/m <sup>2</sup> K	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	Calculation
5	Outdoor Temp (Dry Bulb)	°C	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	Kondisi lapangan
6	Indoor Temp (Dry Bulb)	°C	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	OPR
7	Δ T	°C	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	5-6
<b>Total Building External Heat Gain</b>																					
8	Heat Gain from Façade	KW	554	378	408	423	437	452	463	467	472	478	482	487	514	516	528	540	541		1x3
9	Heat Gain from Roof	KW	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	2x4x7
	Total Heat Gain	KW	570	394	423	438	453	468	478	483	487	493	497	502	529	532	544	556	557		8 + 9
	Net External Heat Gain Reduction	%		<b>30.9</b>	<b>25.7</b>	<b>23.1</b>	<b>20.5</b>	<b>17.9</b>	<b>16.1</b>	<b>15.3</b>	<b>14.5</b>	<b>13.5</b>	<b>12.7</b>	<b>11.9</b>	<b>7.2%</b>	<b>6.7%</b>	<b>4.6%</b>	<b>2.5%</b>	<b>2.4%</b>		

Lampiran 4.2.1.2 Analisis Perhitungan Beban Pendinginan pada Alternatif ke -2 (orientasi bangunan barat daya, barat laut, timur laut, tenggara) Pada Simulasi fasade kaca Seluruh Selubung Bangunan (A)

1) **Beban Eksternal**

No	Deskripsi	Unit	Baseline	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Formula	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11
1	Gross Surface Area of Façade	m <sup>2</sup>	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	Design
2	Roof Area	m <sup>2</sup>	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	Design
3	OTTV	W/m <sup>2</sup>	35.00	25.93	28.12	28.99	30.31	31.41	32.08	32.50	32.74	33.18	33.60	33.84	Calculation
4	Roof U Factor	W/m <sup>2</sup> K	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	Calculation
5	Outdoor Temp ( Dry Bulb )	°C	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	Sesuai Kondisi lapangan
6	Indoor Temp ( Dry Bulb )	°C	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	OPR
7	Δ T	°C	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	5-6
<b>Total Building External Heat Gain</b>															
8	Heat Gain from Façade	KW	554	411	445	459	480	497	508	515	519	526	532	536	1x3
9	Heat Gain from Roof	KW	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	2x4x7
	Total Heat Gain From Building Envelope	KW	570	426	461	475	496	513	524	530	534	541	548	552	8 + 9
	Net Building External Heat Gain Reduction	%		<b>25.2%</b>	<b>19.1%</b>	<b>16.7%</b>	<b>13.0%</b>	<b>10.0%</b>	<b>8.1%</b>	<b>6.9%</b>	<b>6.3%</b>	<b>5.1%</b>	<b>3.9%</b>	<b>3.2%</b>	



Lampiran 4.2.1.2 Analisis Perhitungan Beban Pendinginan pada Alternatif ke -2 (orientasi bangunan barat daya, barat laut, timur laut, tenggara) Pada Simulasi Prosentase Fasade Kaca 65% kombinasi ACP (B)

1) Beban Eksternal

No	Deskripsi	Unit	Baseline	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Desig	Design	FORMULA	
				n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n		n
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
1	Gross Surface Area of Façade	m <sup>2</sup>	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	15,840	Design
2	Roof Area	m <sup>2</sup>	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	Design
3	OTTV	W/m <sup>2</sup>	35.00	24.17	26.09	27.05	28.00	28.96	29.55	29.92	30.13	30.51	30.87	31.09	32.97	33.00	33.93	34.54	34.70		Calculation
4	Roof U Factor	W/m <sup>2</sup> K	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	1.082	Calculation
5	Outdoor Temp ( Dry Bulb )	°C	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	Kondisi lapangan
6	Indoor Temp ( Dry Bulb )	°C	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	OPR
7	Δ T	°C	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	5-6
<b>Total Building External Heat Gain</b>																					
8	Heat Gain from Façade	KW	554	383	413	428	444	459	468	474	477	483	489	492	522	523	537	547	550		1x3
9	Heat Gain from Roof	KW	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	2x4x7
	Total Heat Gain	KW	570	398	429	444	459	474	484	489	493	499	505	508	538	538	553	563	565		8 + 9
	Net External Heat Gain Reduction	%		<b>30.1</b>	<b>24.8</b>	<b>22.1</b>	<b>19.4</b>	<b>16.8</b>	<b>15.1</b>	<b>14.1</b>	<b>13.5</b>	<b>12.5</b>	<b>11.5</b>	<b>10.9</b>	<b>5.6%</b>	<b>5.6%</b>	<b>3.0%</b>	<b>1.3%</b>	<b>0.8%</b>		

Lampiran 4.2.1.1 dan 4.2.1.2 Analisis Perhitungan Beban Pendinginan pada Alternatif ke -1 dan Alternatif Ke- 2 Pada Simulasi fasade kaca Seluruh Selubung Bangunan (A) dan Simulasi Prosentase Fasade Kaca 65% kombinasi ACP (B)

**2) Beban Penghuni**

No	DESKRIPSI	Unit	Baseline	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	FORMULA	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	Occupant Density	m <sup>2</sup> /Person	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	Kepmen PU No.10/KPTS/2000 & Design
2	Net Lettable Area (NLA)	m <sup>2</sup>	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	Design
3	Total Occupant	person	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	Design
	<b>Heat Gain From People :</b>															
4	<i>Sensible Heat Gain / person</i>	W/person	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	constant ( tabel )
5	<i>Latent Heat Gain / person</i>	W/person	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	constant ( tabel )
6	Total People Sensible Heat Gain	KW	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	(3 x 4) / 1000
7	Total People Latent Heat Gain	KW	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	(3 x 5) / 1000
8	Total People Heat Gain	KW	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	6 + 7
		%		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

Lampiran 4.2.1.1 dan 4.2.1.2 Analisis Perhitungan Beban Pendinginan pada Alternatif ke -1 dan Alternatif Ke- 2 Pada Simulasi fasade kaca Seluruh Selubung Bangunan (A) dan Simulasi Prosentase Fasade Kaca 65% kombinasi ACP (B)

**3) Beban *Fresh Air* dari Luar Ruangan**

NO	DESKRIPSI	UNIT	BASELINE	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	FORMULA
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Outdoor Average Temp during AC hours	°C	34 DB / 76% RH											Kondisi Area Surabaya	
2	Indoor Average Temp during AC hours	°C	25 DB / 60 RH	25 DB / 60 RH	25 DB / 60 RH	25 DB / 60 RH	25 DB / 60 RH	25 DB / 60 RH	25 DB / 60 RH	25 DB / 60 RH	25 DB / 60 RH	25 DB / 60 RH	25 DB / 60 RH	25 DB / 60 RH	SNI
3	ΔT during AC hours	°C	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	Design
4	Outdoor Average Humidity during AC hours	kg / kg	0.0259	0.0259	0.0259	0.0259	0.0259	0.0259	0.0259	0.0259	0.0259	0.0259	0.0259	0.0259	Psychometric Chart
5	Indoor Average Humidity during AC hours	kg / kg	0.0119	0.0119	0.0119	0.0119	0.0119	0.0119	0.0119	0.0119	0.0119	0.0119	0.0119	0.0119	Psychometric Chart
6	ΔR during AC hours	kg / kg	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140	0.0140	4 - 5
7	Total Occupant	person	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	2,956	
8	Outdoor Intake / Introduction	L/s /person	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	SNI /ASHRAE 62.1-2007
9	Total FA	L/s	16,258	16,258	16,258	16,258	16,258	16,258	16,258	16,258	16,258	16,258	16,258	16,258	7 x 8
10	Sensible air intake ( AC hours )	kW	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	Q sens = 1.218 x 9 x 3
11	Latent air intake ( AC hours )	kW	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	Q lat = 2.998 x 9 x 6
12	Total Heat Gain from intake air	kW	861	861	861	861	861	861	861	861	861	861	861	861	10 + 11
		%		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

Lampiran 4.2.1.1 dan 4.2.1.2 Analisis Perhitungan Beban Pendinginan pada Alternatif ke -1 dan Alternatif Ke- 2 Pada Simulasi fasade kaca Seluruh Selubung Bangunan (A) dan Simulasi Prosentase Fasade Kaca 65% kombinasi ACP (B)

**4) Beban Pencahayaan Buatan**

NO	DESKRIPSI	UNIT	BASE LINE	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	FORMULA
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Lighting Power Density (LPD) during AC hours	W/m <sup>2</sup>	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	Data SNI 03-6197-2011
2	Lighting Power during LPD none AC hours	W/m <sup>2</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Desain
3	Conditioned Area (NLA)	m <sup>2</sup>	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	29,568	Desain
4	Daylight Area Percentage in NLA	%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	Desain
5	Percentage of Daylight hours during AC hours	%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	Desain
6	Total hour / year	Jam	8,760	8,760	8,760	8,760	8,760	8,760	8,760	8,760	8,760	8,760	8,760	8,760	24jam x 365
7	AC hours /day	Jam	8 AM - 6 PM												Desain = 10jam
8	AC hours / week	Jam	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	5 hari x 7
9	AC hours / year	Jam	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600	(8) x 52 mgg
10	Non AC hours / year	Jam	6,160	6,160	6,160	6,160	6,160	6,160	6,160	6,160	6,160	6,160	6,160	6,160	6 - 9
11	Daylighting hours / year during AC hours	Jam	1,820	1,820	1,820	1,820	1,820	1,820	1,820	1,820	1,820	1,820	1,820	1,820	5 x 9
12	Non daylighting during AC hours	Jam	780	780	780	780	780	780	780	780	780	780	780	780	9 - 11
13	Floor Area Daylighted	m <sup>2</sup>	8,870	8,870	8,870	8,870	8,870	8,870	8,870	8,870	8,870	8,870	8,870	8,870	3 x 4
14	Floor Area Non Daylight	m <sup>2</sup>	20,698	20,698	20,698	20,698	20,698	20,698	20,698	20,698	20,698	20,698	20,698	20,698	3 - 13

NO	DESKRIPSI	UNIT	BASE LINE	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	FORMULA
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
15	Lighting Heat Gain during AC hours ( none daylight area )	Wh	645,7 65,12 0	645,765, 120	645,76 5,120	645,76 5,120	645,7 65,12 0	645,76 5,120	645,76 5,120	645,76 5,120	645,76 5,120	645,76 5,120	645,76 5,120	645,76 5,120	1 x 9 x 14
16	Lighting Heat Gain during AC hours ( daylight area )	Wh	83,02 6,944	83,026,9 44	83,026, 944	83,026 ,944	83,02 6,944	83,026, 944	83,026, 944	83,026, 944	83,026, 944	83,026, 944	83,026, 944	83,026, 944	1 x 12 x 13
17	Average Lighting Heat Gain during AC hours	W/m <sup>2</sup>	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	(15 + 16) / (3 x 9)
18	Lighting power Density during none AC hours	W/m <sup>2</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
19	<b>Total Lighting Sensible Heat Gain</b>	<b>kW</b>	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	<b>17 x 3</b>
	<i>saving</i>		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	

Lampiran 4.2.1.1 dan 4.2.1.2 Analisis Perhitungan Beban Pendinginan pada Alternatif ke -1 dan Alternatif Ke- 2 Pada Simulasi fasade kaca Seluruh Selubung Bangunan (A) dan Simulasi Prosentase Fasade Kaca 65% kombinasi ACP (B)

### 5) Beban Peralatan

No	Deskripsi	Unit	Basel ine	Design 1	Design 2	Design 3	Design 4	Design 5	Design 6	Design 7	Design 8	Design 9	Design 10	Design 11	Formula
1	Plug power density During AC hours	W/m <sup>2</sup>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	GBCI & Design
2	Plug power density During non AC hours	W/m <sup>2</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	GBCI & Design
3	Plug Heat Gain during AC hours	kW	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	(1) x NLA
4	Plug Heat Gain during non AC hours	kW	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	(2) x NLA
	<b>Sensible Heat Gain from Plug</b>		296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	(3)

Lampiran 4.2.1.1 Analisis Perhitungan Beban Pendinginan pada Alternatif ke -1 (orientasi bangunan barat, timur, utara, selatan Pada Simulasi fasade kaca Seluruh Selubung Bangunan (A)

**6) Kebutuhan Beban Pendinginan**

NO	DESKRIPSI	UNIT	BASE LINE	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	FORMULA
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Nilai OTTV Fasade	W/m <sup>2</sup>	35.00	25.60	27.74	28.58	29.87	30.94	31.70	32.01	32.36	32.77	33.07	33.43	Calculation
<b><i>BUILDING COOLING LOAD</i></b>															
1	Heat Gain From Façade	kW	554	406	439	453	473	490	502	507	513	519	524	529	DATA 1 (8)
2	Heat Gain From Roof	kW	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	DATA 1 (9)
3	Sensible Heat Gain from People	kW	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	DATA 2 (6)
4	Latent Heat Gain from People	kW	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	DATA 2 (7)
5	Sensible Heat Gain from air intake	kW	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	DATA 3 (10)
6	Latent Heat Gain from Air Intake	kW	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	DATA 3 (11)
7	Sensible Heat Gain from Lighting	kW	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	DATA 4 (19)
8	Sensible Heat Gain from Equipment/Plug	kW	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	DATA 5 (3)
9	<b>Total Average Cooling Load ( AC Hours )</b>	kW	2,397	2,248	2,282	2,295	2,316	2,332	2,344	2,349	2,355	2,361	2,366	2,372	SUM of (1) - (8)
10	<b>Total Average Cooling Load ( AC Hours )</b>	Btu/h	8,177,756	7,669,981	7,785,315	7,830,521	7,900,649	7,958,316	7,999,337	8,015,984	8,035,008	8,057,005	8,073,651	8,092,675	(9) x 3412
11	<b>Total Average Cooling Load (AC Hours )</b>	TR	681	639	649	653	658	663	667	668	670	671	673	674	(10) / 12000
12	<b>Total cooling Load Per Lantai</b>	Btu/lt	371,716	348,635	353,878	355,933	359,120	361,742	363,606	364,363	365,228	366,227	366,984	367,849	12 =(10/22 Floor)
	<i>Saving from baseline</i>	%	-	<b>6.21%</b>	<b>4.80%</b>	<b>4.25%</b>	<b>3.39%</b>	<b>2.68%</b>	<b>2.18%</b>	<b>1.98%</b>	<b>1.75%</b>	<b>1.48%</b>	<b>1.27%</b>	<b>1.04%</b>	

Lampiran 4.2.1.1 Analisis Perhitungan Beban Pendinginan pada Alternatif ke -2 (orientasi bangunan barat, timur, utara, selatan) Pada Simulasi Prosentase Fasade Kaca 65% kombinasi ACP (B)

6) Kebutuhan Beban Pendinginan

NO	DESKRIPSI	UNIT	Baseline	DESIGN-1	DESIGN-2	DESIGN-3	DESIGN-4	DESIGN-5	DESIGN-6	DESIGN-7	DESIGN-8	DESIGN-9	DESIGN-10	DESIGN-11	DESIGN-12	DESIGN-13	DESIGN-14	DESIGN-15	DESIGN-16	FORMULA
1	Nilai OTTV Fasade	W/m2	35	23.89	25.75	26.68	27.62	28.55	29.22	29.48	29.79	30.15	30.42	30.73	32.42	32.59	33.35	34.10	34.15	Calculation
<b>TOTAL BUILDING COOLING LOAD</b>																				
1	Heat Gain From Façade	kW	554	378	408	423	437	452	463	467	472	478	482	487	514	516	528	540	541	DATA 1 (8)
2	Heat Gain From Roof	kW	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	DATA 1 (9)
3	Sensible Heat Gain from People	kW	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	DATA 2 (6)
4	Latent Heat Gain from People	kW	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	DATA 2 (7)
5	Sensible Heat Gain from air intake	kW	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	DATA 3 (10)
6	Latent Heat Gain from Air Intake	kW	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	DATA 3 (11)
7	Sensible Heat Gain from Lighting	kW	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	DATA 4 (19)
8	Sensible Heat Gain from Equipment/Pl	kW	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	DATA 5 (3)
9	Total Average Cooling Load ( AC Hours )	kW	2,397	2,221	2,250	2,265	2,280	2,295	2,305	2,309	2,314	2,320	2,324	2,329	2,356	2,359	2,371	2,383	2,383	sum of (1) - (8)
10	Total Average Cooling Load (AC Hours)	Btu/h	8,177,756	7,577,042	7,677,920	7,728,359	7,778,797	7,829,236	7,865,116	7,879,675	7,896,315	7,915,554	7,930,114	7,946,754	8,038,272	8,047,632	8,088,711	8,129,270	8,131,870	(9) x 3412
11	Total Average Cooling Load (AC Hours)	TR	681	631	640	644	648	652	655	657	658	660	661	662	670	671	674	677	678	(10) / 12000
12	Jumlah Lantai Office	Lantai	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	Desain
13	Total cooling Load Per Lantai Saving from baseline	Btu/h/l %	371,716 7.35%	344,411 6.11%	348,996 6.11%	351,289 5.50%	353,582 4.88%	355,874 4.26%	357,505 3.82%	358,167 3.65%	358,923 3.44%	359,798 3.21%	360,460 3.03%	361,216 2.82%	365,376 1.71%	365,801 1.59%	367,669 1.09%	369,512 0.59%	369,630 0.56%	13=(10/12)

Lampiran 4.2.1.2 Analisis Perhitungan Beban Pendinginan pada Alternatif ke -2 (orientasi bangunan barat daya, timur laut, barat laut, tenggara) Pada Simulasi Fasade Kaca Seluruh Selubung Bangunan (A)

6) Kebutuhan Beban Pendinginan

NO	DESKRIPSI	UNIT	BASELINE	DESIGN-1	DESIGN-2	DESIGN-3	DESIGN-4	DESIGN-5	DESIGN-6	DESIGN-7	DESIGN-8	DESIGN-9	DESIGN-10	DESIGN-11	FORMULA
1	Nilai OTTV fasade kaca seluruh permu	W/m2	35.00	25.60	27.74	28.58	29.87	30.94	31.70	32.01	32.36	32.77	33.07	33.43	Calculation
<b>TOTAL BUILDING COOLING LOAD</b>															
1	Heat Gain From Façade	kW	554	411	445	459	480	497	508	515	519	526	532	536	DATA 1 (8)
2	Heat Gain From Roof	kW	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	DATA 1 (9)
3	Sensible Heat Gain from People	kW	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	DATA 2 (6)
4	Latent Heat Gain from People	kW	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	DATA 2 (7)
5	Sensible Heat Gain from air intake	kW	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	DATA 3 (10)
6	Latent Heat Gain from Air Intake	kW	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	DATA 3(11)
7	Sensible Heat Gain from Lighting	kW	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	DATA 5 (19)
8	Sensible Heat Gain from Equipment/Pl	kW	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	DATA 6 (3)
9	Average Cooling Load ( AC Hours )	kW	2,397	2,253	2,288	2,302	2,323	2,340	2,351	2,357	2,361	2,368	2,375	2,378	sum of (1) - (8)
10	Average Cooling Load (AC Hours)	Btu/h	8,177,756	7,687,816	7,806,123	7,852,815	7,924,430	7,983,583	8,020,145	8,042,736	8,055,816	8,079,299	8,101,890	8,114,969	(9) x 3412
11	Average Cooling Load (AC Hours)	TR	681	641	651	654	660	665	668	670	671	673	675	676	(10) / 12000
12	Jumlah Lantai Office	Lantai	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	Desain
13	Total cooling Load Per Lantai Saving from baseline	Btu/h/l %	371,716 5.99%	349,446 4.54%	354,824 4.54%	356,946 3.97%	360,201 3.10%	362,890 2.37%	364,552 1.93%	365,579 1.65%	366,173 1.49%	367,241 1.20%	368,268 0.93%	368,862 0.77%	13=(10/12)

Lampiran 4.2.1.2 Analisis Perhitungan Beban Pendinginan pada Alternatif ke -2 (orientasi bangunan barat daya, timur laut, barat laut, tenggara) Pada Simulasi Prosentase Fasade Kaca 65% kombinasi ACP (B)

6) Kebutuhan Beban Pendinginan

NO	DESKRIPSI	UNIT	Baseline	DESIGN-1	DESIGN-2	DESIGN-3	DESIGN-4	DESIGN-5	DESIGN-6	DESIGN-7	DESIGN-8	DESIGN-9	DESIGN-10	DESIGN-11	DESIGN-12	DESIGN-13	DESIGN-14	DESIGN-15	DESIGN-16	FORMULA
1	Nilai OTTV	W/m2	35.00	24.17	26.09	27.05	28.00	28.96	29.55	29.92	30.13	30.51	30.87	31.09	32.97	33.00	33.93	34.54	34.70	Calculation
<b>TOTAL BUILDING COOLING LOAD</b>																				
1	Heat Gain From Façade	kW	554	383	413	428	444	459	468	474	477	483	489	492	522	523	537	547	550	DATA 1 (8)
2	Heat Gain From Roof	kW	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	DATA 1 (9)
3	Sensible Heat Gain from People	kW	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	DATA 2 (6)
4	Latent Heat Gain from People	kW	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	174	DATA 2 (7)
5	Sensible Heat Gain from air intake	kW	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178	DATA 3 (10)
6	Latent Heat Gain from Air Intake	kW	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	682	DATA 3 (11)
7	Sensible Heat Gain from Lighting	kW	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	DATA 5 (19)
8	Sensible Heat Gain from Equipment	kW	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	296	DATA 6 (3)
9	<b>Total Average Cooling Load (AC Hours)</b>	kW	2,397	2,225	2,256	2,271	2,286	2,301	2,310	2,316	2,320	2,326	2,331	2,335	2,365	2,365	2,380	2,389	2,392	sum of (1) - (8)
10	<b>Total Average Cooling Load (AC Hours)</b>	Btu/h	<b>8,177,756</b>	<b>7,592,641</b>	<b>7,696,119</b>	<b>7,747,858</b>	<b>7,799,597</b>	<b>7,851,336</b>	<b>7,883,315</b>	<b>7,903,075</b>	<b>7,914,514</b>	<b>7,935,054</b>	<b>7,954,814</b>	<b>7,966,253</b>	<b>8,068,171</b>	<b>8,069,731</b>	<b>8,119,910</b>	<b>8,152,669</b>	<b>8,161,769</b>	(9) x 3412
11	<b>Total Average Cooling Load (AC Hours)</b>	TR	681	633	641	646	650	654	657	659	660	661	663	664	672	672	677	679	680	(10) / 12000
12	<b>Jumlah Lantai Office</b>	Lantai	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	Desain
13	<b>Total cooling Load Per Lantai Saving from baseline</b>	Btu/h/lt %	<b>371,716</b>	<b>345,120</b>	<b>349,824</b>	<b>352,175</b>	<b>354,527</b>	<b>356,879</b>	<b>358,333</b>	<b>359,231</b>	<b>359,751</b>	<b>360,684</b>	<b>361,582</b>	<b>362,102</b>	<b>366,735</b>	<b>366,806</b>	<b>369,087</b>	<b>370,576</b>	<b>370,990</b>	13=(10/12)



Lampiran 4.2.1.1.1 Analisis Perhitungan Energi Pendinginan pada Alternatif ke- 1 (orientasi bangunan barat, timur, selatan, utara) Pada Simulasi Fasade Kaca Seluruh Selubung Bangunan (A)

7) Energi Pendinginan (kWh) VRV X Daikin

POWER CONSUMPTION VRV SYSTEM																			
MODEL	Baseline			DESIGN-1			DESIGN-2			DESIGN-3			DESIGN-4			DESIGN-5			
	POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER	QTY		TOTAL POWER	QTY		TOTAL POWER	QTY		TOTAL POWER	QTY		TOTAL POWER	QTY		
	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)
<b>INDOOR UNIT</b>																			
FXFQ63LUV1	0.066	16	22.00	22.92	14	22.00	20.46	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION INDOOR</b>				<b>22.92</b>			<b>20.46</b>			<b>21.72</b>			<b>21.72</b>			<b>21.72</b>			<b>21.72</b>
<b>OUTDOOR UNIT</b>																			
RXUQ40AMY14	29.6		22.00	651.2															
RXUQ36AMY14	24.2			0	22.00		532.4												
RXUQ38AMY14	26.9			0				22.00		591.8		22.00		591.8		22.00		591.8	
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION OUTDOOR</b>				<b>651.2</b>			<b>532.4</b>			<b>591.8</b>			<b>591.8</b>			<b>591.8</b>			<b>591.8</b>
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION (OCCUPANCY 100%)</b>				<b>674.12</b>			<b>552.86</b>			<b>613.52</b>			<b>613.52</b>			<b>613.52</b>			<b>613.52</b>

POWER CONSUMPTION VRV SYSTEM																		
MODEL	DESIGN-6			DESIGN-7			DESIGN-8			DESIGN-9			DESIGN-10			DESIGN-11		
	QTY		POWER CONS.	QTY		POWER CONS.	QTY		POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.
	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)
<b>INDOOR UNIT</b>																		
FXFQ63LUV1	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION INDOOR</b>			<b>21.72</b>			<b>21.72</b>			<b>21.72</b>			<b>21.72</b>			<b>21.72</b>			<b>21.72</b>
<b>OUTDOOR UNIT</b>																		
RXUQ40AMY14																		
RXUQ36AMY14																		
RXUQ38AMY14		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION OUTDOOR</b>			<b>591.8</b>			<b>591.8</b>			<b>591.8</b>			<b>591.8</b>			<b>591.8</b>			<b>591.8</b>
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION (OCCUPANCY 100%)</b>			<b>613.52</b>			<b>613.52</b>			<b>613.52</b>			<b>613.52</b>			<b>613.52</b>			<b>613.52</b>

			Baseline		DESIGN-1		DESIGN-2		DESIGN-3		DESIGN-4		DESIGN-5	
VRV SYSTEM		OCCUPANCY	INDOOR (kW)	22.92	INDOOR (kW)	20.46	INDOOR (kW)	21.72	INDOOR (kW)	21.72	INDOOR (kW)	21.72	INDOOR (kW)	21.72
		100%	OUTDOOR (kW)	651.2	OUTDOOR (kW)	532.4	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8
TIME	AVG. AMBIENT TEMP.	PERCENTAGE	POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS.	
			INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR
8:00	29.6	75%	45.84	769.12	40.92	731.72	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76
9:00	31.1													
10:00	32.6	88%	68.76	1712.7	61.38	1572.12	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08
11:00	33.9													
12:00	34.7													
13:00	35.0	98%	68.76	2234.76	61.38	1950.96	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52
14:00	34.8													
15:00	34.3													
16:00	33.4	97%	68.76	2076.36	61.38	1815.00	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68
17:00	32.3													
18:00	31.1													
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION/DAY</b>			252.12	6792.94	225.06	6069.8	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04
			<b>7,045.06</b>		<b>6,294.86</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>	
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION/YEAR</b>			<b>1,831,715.6</b>		<b>1,636,663.6</b>		<b>1,734,189.6</b>		<b>1,734,189.6</b>		<b>1,734,189.6</b>		<b>1,734,189.6</b>	
Efficiency Energy					<b>10.6%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>	

POWER CONSUMPTION															
			DESIGN-6		DESIGN-7		DESIGN-8		DESIGN-9		DESIGN-10		DESIGN-11		
VRV SYSTEM		OCCUPANCY	21.72	INDOOR (kW)	21.72	INDOOR (kW)	21.72	INDOOR (kW)	21.72	INDOOR (kW)	21.72	INDOOR (kW)	21.72	INDOOR (kW)	21.72
		100%	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8
TIME	AVG. AMBIENT TEMP.	AVG. LOAD PERCENTAGE	POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		
			OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR
8:00	29.6	75%	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	
9:00	31.1														
10:00	32.6	88%	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	
11:00	33.9														
12:00	34.7														
13:00	35.0	98%	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	
14:00	34.8														
15:00	34.3														
16:00	33.4	97%	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	
17:00	32.3														
18:00	31.1														
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION/DAY</b>			6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	
			<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION/YEAR</b>			<b>1,734,189.6</b>		<b>1,734,189.6</b>		<b>1,734,189.6</b>		<b>1,734,189.6</b>		<b>1,734,189.6</b>		<b>1,734,189.6</b>		
Efficiency Energy				<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>	

Lampiran 4.2.1.1.1 Analisis Perhitungan Energi Pendinginan pada Alternatif ke- 1 (Orientasi Bangunan barat, timur, selatan, utara) Pada Simulasi Prosentase Fasade Kaca 65% kombinasi ACP (B)

7) Energi Pendinginan (kWh) VRV X Daikin

MODEL	POWER CONS. (kW)	Baseline			DESIGN-1			DESIGN-2			DESIGN-3			DESIGN-4			DESIGN-5			DESIGN-6		
		QTY		TOTAL POWER (kW)	QTY		TOTAL POWER (kW)	QTY		TOTAL POWER (kW)	QTY		TOTAL POWER (kW)	QTY		TOTAL POWER (kW)	QTY		TOTAL POWER (kW)	QTY		TOTAL POWER (kW)
		Indoor	mlh Lanta		Indoor	mlh Lanta		Indoor	mlh Lanta		Indoor	mlh Lanta		Indoor	mlh Lanta		Indoor	mlh Lanta		Indoor	mlh Lanta	
<b>INDOOR UNIT</b>																						
FXFQ63LUV1	0.066	16	22.00	22.92	14	22.00	20.46	14	22.00	20.46	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION INDOOR</b>			<b>22.92</b>			<b>20.46</b>			<b>20.46</b>			<b>21.72</b>			<b>21.72</b>			<b>21.72</b>			<b>21.72</b>	
<b>OUTDOOR UNIT</b>																						
RXUQ40AMY14	29.6		22.00	651.2																		
RXUQ36AMY14	24.2			0	22.00	532.4																
RXUQ38AMY14	26.9			0				22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8	
				0																		
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION OUTDOOR</b>			<b>651.2</b>			<b>532.4</b>			<b>591.8</b>			<b>591.8</b>			<b>591.8</b>			<b>591.8</b>			<b>591.8</b>	
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION (OCCUPIED)</b>			<b>674.12</b>			<b>552.86</b>			<b>612.26</b>			<b>613.52</b>			<b>613.52</b>			<b>613.52</b>			<b>613.52</b>	

POWER CONSUMPTION VRV SYSTEM																															
MODEL	POWER CONS. (kW)	DESIGN-7			DESIGN-8			DESIGN-9			DESIGN-10			DESIGN-11			DESIGN-12			DESIGN-13			DESIGN-14			DESIGN-15			DESIGN-16		
		QTY		TOTAL POWER (kW)	QTY		TOTAL POWER (kW)	QTY		TOTAL POWER (kW)	QTY		TOTAL POWER (kW)	QTY		TOTAL POWER (kW)	QTY		TOTAL POWER (kW)	QTY		TOTAL POWER (kW)	QTY		TOTAL POWER (kW)	QTY		TOTAL POWER (kW)	QTY		TOTAL POWER (kW)
		Indoor	mlh Lanta		Indoor	mlh Lanta		Indoor	mlh Lanta		Indoor	mlh Lanta		Indoor	mlh Lanta		Indoor	mlh Lanta		Indoor	mlh Lanta		Indoor	mlh Lanta		Indoor	mlh Lanta		Indoor	mlh Lanta	
<b>INDOOR UNIT</b>																															
FXFQ63LUV1	0.066	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.7	16	22.00	22.9	16	22.00	22.9	16	22.00	22.9	16	22.00	22.9	16	22.00	22.9
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION INDOOR</b>			<b>21.72</b>			<b>21.72</b>			<b>21.72</b>			<b>21.72</b>			<b>21.7</b>			<b>22.9</b>			<b>22.9</b>			<b>22.9</b>			<b>22.9</b>			<b>22.9</b>	
<b>OUTDOOR UNIT</b>																															
RXUQ40AMY14	29.6																22.00	651		22.00	651		22.00	651		22.00	651		22.00	651	
RXUQ36AMY14	24.2																														
RXUQ38AMY14	26.9		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	592															
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION OUTDOOR</b>			<b>591.8</b>			<b>591.8</b>			<b>591.8</b>			<b>591.8</b>			<b>592</b>																
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION (OCCUPIED)</b>			<b>613.52</b>			<b>613.52</b>			<b>613.5</b>			<b>613.52</b>			<b>614</b>																

POWER CONSUMPTION (kWh/Years)																				
			Baseline		DESIGN-1		DESIGN-2		DESIGN-3		DESIGN-4		DESIGN-5		DESIGN-6		DESIGN-7			
VRV SYSTEM			OCCUPANCY		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)			
			22.92		20.46		20.46		21.72		21.72		21.72		21.72		21.72			
		100%	OUTDOOR (kW)		OUTDOOR (kW)		OUTDOOR (kW)		OUTDOOR (kW)		OUTDOOR (kW)		OUTDOOR (kW)		OUTDOOR (kW)		OUTDOOR (kW)			
			651.2		532.4		591.8		591.8		591.8		591.8		591.8		591.8		591.8	
TIME	VG. AMBIENT TEM (°C)	AVG. LOAD PERCENTAGE (%)	POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)			
			INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR		
8:00	29.6	75%	45.84	769.12	40.92	731.72	40.92	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76
9:00	31.1																			
10:00	32.6	88%	68.76	1712.7	61.38	1572.12	61.38	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08
11:00	33.9																			
12:00	34.7																			
13:00	35.0	98%	68.76	2234.76	61.38	1950.96	61.38	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52
14:00	34.8																			
15:00	34.3																			
16:00	33.4	97%	68.76	2076.36	61.38	1815.00	61.38	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68
17:00	32.3																			
18:00	31.1																			
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION/DAY</b>			252.12	6792.94	225.06	6069.8	225.06	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04
			<b>7,045.06</b>		<b>6,294.86</b>		<b>6,656.10</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>	
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION/YEAR</b>			<b>1,831,716</b>		<b>1,636,664</b>		<b>1,734,586</b>		<b>1,734,190</b>		<b>1,734,190</b>		<b>1,734,190</b>		<b>1,734,190</b>		<b>1,734,190</b>		<b>1,734,190</b>	
Efficiency Energy					<b>10.6%</b>		<b>5.5%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>	

POWER CONSUMPTION (kWh/Years)																						
			DESIGN-7		DESIGN-8		DESIGN-9		DESIGN-10		DESIGN-11		DESIGN-12		DESIGN-13		DESIGN-14		DESIGN-15		DESIGN-16	
VRV SYSTEM			OCCUPANCY		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)	
			21.72		21.72		21.72		21.72		21.72		22.92		22.92		22.92		22.92		22.92	
		100%	OUTDOOR (kW)		OUTDOOR (kW)		OUTDOOR (kW)		OUTDOOR (kW)		OUTDOOR (kW)		OUTDOOR (kW)		OUTDOOR (kW)		OUTDOOR (kW)		OUTDOOR (kW)		OUTDOOR (kW)	
			591.8		591.8		591.8		591.8		591.8		651.2		651.2		651.2		651.2		651.2	
TIME	VG. AMBIENT TEM (°C)	AVG. LOAD PERCENTAGE (%)	POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)	
			INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR		
8:00	29.6	75%	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	45.84	749.76	45.84	749.76	45.84	749.76	45.84	749.76	45.84	749.76
9:00	31.1																					
10:00	32.6	88%	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	68.76	1642.08	68.76	1642.08	68.76	1642.08	68.76	1642.08	68.76	1642.08
11:00	33.9																					
12:00	34.7																					
13:00	35.0	98%	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	68.76	2093.52	68.76	2093.52	68.76	2093.52	68.76	2093.52	68.76	2093.52
14:00	34.8																					
15:00	34.3																					
16:00	33.4	97%	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	68.76	1945.68	68.76	1945.68	68.76	1945.68	68.76	1945.68	68.76	1945.68
17:00	32.3																					
18:00	31.1																					
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION/DAY</b>			238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	252.12	6431.04	252.12	6431.04	252.12	6431.04	252.12	6431.04	252.12	6431.04
			<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,683.16</b>		<b>6,683.16</b>		<b>6,683.16</b>		<b>6,683.16</b>		<b>6,683.16</b>	
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION/YEAR</b>			<b>1,734,190</b>		<b>1,734,190</b>		<b>1,734,190</b>		<b>1,734,190</b>		<b>1,734,190</b>		<b>1,737,622</b>		<b>1,737,622</b>		<b>1,737,622</b>		<b>1,737,622</b>		<b>1,737,622</b>	
Efficiency Energy					<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.1%</b>		<b>5.1%</b>		<b>5.1%</b>		<b>5.1%</b>		<b>5.1%</b>	

Lampiran 4.2.1.2.1 Analisis Perhitungan Energi Pendinginan pada Alternatif ke- 2 (orientasi bangunan Barat Daya, Timur Laut, Barat Laut, Tenggara) Pada Simulasi Fasade Kaca Seluruh Selubung Bangunan (A)

7) Energi Pendinginan (kWh) VRV X Daikin

POWER CONSUMPTION VRV SYSTEM																							
MODEL	POWER CONS.	Baseline			DESIGN-1			DESIGN-2			DESIGN-3			DESIGN-4			DESIGN-5						
		QTY		TOTAL POWER	QTY		TOTAL POWER	QTY		TOTAL POWER	QTY		TOTAL POWER	QTY		TOTAL POWER	QTY		TOTAL POWER				
		(kW)	Indoor	mlh Lanta	(kW)	Indoor	mlh Lanta	(kW)	Indoor	mlh Lanta	(kW)	Indoor	mlh Lanta	(kW)	Indoor	mlh Lanta	(kW)	Indoor	mlh Lanta	(kW)			
<b>INDOOR UNIT</b>																							
FXFQ63LUV1	0.066	16	22.00	22.92	14	22.00	20.46	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72				
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION INDOOR</b>				<b>22.92</b>					<b>20.46</b>					<b>21.72</b>					<b>21.72</b>				
<b>OUTDOOR UNIT</b>																							
RXUQ40AMY14	29.6		22.00	651.2																			
RXUQ36AMY14	24.2			0		22.00	532.4																
RXUQ38AMY14	26.9			0				22.00	591.8			22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8				
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION OUTDOOR</b>				<b>651.2</b>					<b>532.4</b>					<b>591.8</b>					<b>591.8</b>				
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION (OCCUPANCY)</b>				<b>674.12</b>					<b>552.86</b>					<b>613.52</b>					<b>613.52</b>				

POWER CONSUMPTION VRV SYSTEM																							
MODEL	POWER CONS.	DESIGN-6			DESIGN-7			DESIGN-8			DESIGN-9			DESIGN-10			DESIGN-11						
		QTY		TOTAL POWER	QTY		TOTAL POWER	QTY		TOTAL POWER	QTY		TOTAL POWER	QTY		TOTAL POWER	QTY		TOTAL POWER				
		(kW)	Indoor	mlh Lanta	(kW)	Indoor	mlh Lanta	(kW)	Indoor	mlh Lanta	(kW)	Indoor	mlh Lanta	(kW)	Indoor	mlh Lanta	(kW)	Indoor	mlh Lanta	(kW)			
<b>INDOOR UNIT</b>																							
FXFQ63LUV1	0.066	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72				
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION INDOOR</b>				<b>21.72</b>					<b>21.72</b>					<b>21.72</b>					<b>21.72</b>				
<b>OUTDOOR UNIT</b>																							
RXUQ40AMY14	29.6																						
RXUQ36AMY14	24.2																						
RXUQ38AMY14	26.9		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8				
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION OUTDOOR</b>				<b>591.8</b>					<b>591.8</b>					<b>591.8</b>					<b>591.8</b>				
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION (OCCUPANCY)</b>				<b>613.52</b>					<b>613.52</b>					<b>613.5</b>					<b>613.5</b>				

POWER CONSUMPTION													
			Baseline		DESIGN-1		DESIGN-2		DESIGN-3		DESIGN-4		DESIGN-5
VRV SYSTEM			OCCUPANCY		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)
			100%		651.2		532.4		591.8		591.8		591.8
TIME	AVG. AMBIENT TEMP.	AVG. LOAD PERCENTAGE	POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)
			INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR
			(°C)	(%)									
8:00	29.6	75%	45.84	769.12	40.92	731.72	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44
9:00	31.1												
10:00	32.6	88%	68.76	1712.7	61.38	1572.12	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16
11:00	33.9												
12:00	34.7												
13:00	35.0	98%	68.76	2234.76	61.38	1950.96	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16
14:00	34.8												
15:00	34.3												
16:00	33.4	97%	68.76	2076.36	61.38	1815.00	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16
17:00	32.3												
18:00	31.1												
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION/DAY</b>			252.12	6792.94	225.06	6069.8	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92
			<b>7,045.06</b>		<b>6,294.86</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION/YEAR</b>			<b>1,831,715.6</b>		<b>1,636,663.6</b>		<b>1,734,189.6</b>		<b>1,734,189.6</b>		<b>1,734,189.6</b>		<b>1,734,189.6</b>
<b>Efficiency Energy</b>					<b>10.6%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>

POWER CONSUMPTION															
			DESIGN-6		DESIGN-7		DESIGN-8		DESIGN-9		DESIGN-10		DESIGN-11		
VRV SYSTEM			OCCUPANCY		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		INDOOR (kW)		
			100%		591.8		591.8		591.8		591.8		591.8		
TIME	AVG. AMBIENT TEMP.	AVG. LOAD PERCENTAGE	POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		
			OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	
			(°C)	(%)											
8:00	29.6	75%	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	
9:00	31.1														
10:00	32.6	88%	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	
11:00	33.9														
12:00	34.7														
13:00	35.0	98%	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	
14:00	34.8														
15:00	34.3														
16:00	33.4	97%	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	
17:00	32.3														
18:00	31.1														
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION/DAY</b>			6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	
				<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>	
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION/YEAR</b>				<b>1,734,189.6</b>		<b>1,734,189.6</b>		<b>1,734,189.6</b>		<b>1,734,189.6</b>		<b>1,734,189.6</b>		<b>1,734,189.6</b>	
<b>Efficiency Energy</b>				<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>	

Lampiran 4.2.1.2.1 Analisis Perhitungan Energi Pendinginan pada Alternatif ke- 2 (Orientasi Bangunan Barat Daya, Timur Laut, Barat Laut, Tenggara) Pada Simulasi Prosentase Fasade Kaca 65% kombinasi ACP (B)

7) Energi Pendinginan (kWh) VRV X Daikin

POWER CONSUMPTION VRV SYSTEM																											
MODEL	POWER CONS.	Baseline			DESIGN-1			DESIGN-2			DESIGN-3			DESIGN-4			DESIGN-5			DESIGN-6			DESIGN-7				
		QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.		
		(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	
<b>INDOOR UNIT</b>																											
FXFQ63LUV1	0.066	16	22.00	22.92	14	22.00	20.46	14	22.00	20.46	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72		
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION INDOOR</b>			<b>22.92</b>				<b>20.46</b>				<b>21.72</b>				<b>21.72</b>				<b>21.72</b>				<b>21.72</b>				<b>21.72</b>
<b>OUTDOOR UNIT</b>																											
RXUQ40AMY14	29.6		22.00	651.2																							
RXUQ36AMY14	24.2			0	22.00	532.4																					
RXUQ38AMY14	26.9			0			22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8	
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION OUTDOOR</b>			<b>651.2</b>				<b>532.4</b>				<b>591.8</b>				<b>591.8</b>				<b>591.8</b>				<b>591.8</b>				<b>591.8</b>
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION (OCCUPA</b>			<b>674.12</b>				<b>552.86</b>				<b>612.26</b>				<b>613.52</b>				<b>613.52</b>				<b>613.52</b>				<b>613.52</b>

POWER CONSUMPTION VRV SYSTEM																															
MODEL	POWER CONS.	DESIGN-8			DESIGN-9			DESIGN-10			DESIGN-11			DESIGN-12			DESIGN-13			DESIGN-14			DESIGN-15			DESIGN-16					
		QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.	QTY		TOTAL POWER CONS.			
		(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)	Indoor	Jmlh Lantai	(kW)		
<b>INDOOR UNIT</b>																															
FXFQ63LUV1	0.066	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	15	22.00	21.72	16	22.00	22.92	16	22.00	22.92	16	22.00	22.92	16	22.00	22.92	16	22.00	22.92			
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION INDOOR</b>			<b>21.72</b>				<b>21.72</b>				<b>21.72</b>				<b>22.92</b>				<b>22.92</b>				<b>22.92</b>				<b>22.92</b>				<b>22.92</b>
<b>OUTDOOR UNIT</b>																															
RXUQ40AMY14	29.6													22.00	651.2		22.00	651.2		22.00	651.2		22.00	651.2		22.00	651.2				
RXUQ36AMY14	24.2																														
RXUQ38AMY14	26.9		22.00	591.8	22.00	591.8		22.00	591.8		22.00	591.8																			
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION OUTDOOR</b>			<b>591.8</b>				<b>591.8</b>				<b>591.8</b>				<b>651.2</b>				<b>651.2</b>				<b>651.2</b>				<b>651.2</b>				<b>651.2</b>
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION (OCCUPA</b>			<b>613.52</b>				<b>613.52</b>				<b>613.52</b>				<b>674.12</b>				<b>674.12</b>				<b>674.12</b>				<b>674.12</b>				<b>674.12</b>

POWER CONSUMPTION																				
			Baseline	DESIGN-1		DESIGN-2		DESIGN-3		DESIGN-4		DESIGN-5		DESIGN-6		DESIGN-7		DESIGN-8		
VRV SYSTEM		OCCUPANCY	INDOOR (kW)	22.92	INDOOR (kW)	20.46	INDOOR (kW)	20.46	INDOOR (kW)	21.72	INDOOR (kW)	21.72	INDOOR (kW)	21.72	INDOOR (kW)	21.72	INDOOR (kW)	21.72	INDOOR (kW)	21.72
		100%	OUTDOOR (kW)	651.2	OUTDOOR (kW)	532.4	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8
TIME	AVG. AMBIENT TEMP.	AVG. LOAD PERCENTAGE	POWER CONS. (kW)	POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		
	(°C)	(%)	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR
8:00	29.6	75%	45.84	769.12	40.92	731.72	40.92	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76
9:00	31.1																			
10:00	32.6	88%	68.76	1712.7	61.38	1572.1	61.38	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08
11:00	33.9																			
12:00	34.7																			
13:00	35.0	98%	68.76	2234.76	61.38	1951	61.38	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52
14:00	34.8																			
15:00	34.3																			
16:00	33.4	97%	68.76	2076.36	61.38	1815.00	61.38	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68
17:00	32.3																			
18:00	31.1																			
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION/DAY</b>			252.12	6792.94	225.06	6069.8	225.06	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04
			<b>7,045.06</b>		<b>6,294.86</b>		<b>6,656.10</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>	
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION/YEAR</b>			<b>1,831,716</b>		<b>1,636,664</b>		<b>1,730,586</b>		<b>1,734,190</b>		<b>1,734,190</b>		<b>1,734,190</b>		<b>1,734,190</b>		<b>1,734,190</b>		<b>1,734,190</b>	
Efficiency Energy					<b>10.6%</b>		<b>5.5%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>	

POWER CONSUMPTION																				
			DESIGN-9	DESIGN-10		DESIGN-11		DESIGN-12		DESIGN-13		DESIGN-14		DESIGN-15		DESIGN-16				
VRV SYSTEM		OCCUPANCY	INDOOR (kW)	21.72	INDOOR (kW)	21.72	INDOOR (kW)	21.72	INDOOR (kW)	22.92	INDOOR (kW)	22.92	INDOOR (kW)	22.92	INDOOR (kW)	22.92	INDOOR (kW)	22.92	INDOOR (kW)	22.92
		100%	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	591.8	OUTDOOR (kW)	651.2	OUTDOOR (kW)	651.2	OUTDOOR (kW)	651.2	OUTDOOR (kW)	651.2	OUTDOOR (kW)	651.2	OUTDOOR (kW)	651.2
TIME	AVG. AMBIENT TEMP.	AVG. LOAD PERCENTAGE	POWER CONS. (kW)	POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		POWER CONS. (kW)		
	(°C)	(%)	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR	INDOOR	OUTDOOR
8:00	29.6	75%	43.44	749.76	43.44	749.76	43.44	749.76	45.84	749.76	45.84	749.76	45.84	749.76	45.84	749.76	45.84	749.76	45.84	749.76
9:00	31.1																			
10:00	32.6	88%	65.16	1642.08	65.16	1642.08	65.16	1642.08	68.76	1642.08	68.76	1642.08	68.76	1642.08	68.76	1642.08	68.76	1642.08	68.76	1642.08
11:00	33.9																			
12:00	34.7																			
13:00	35.0	98%	65.16	2093.52	65.16	2093.52	65.16	2093.52	68.76	2093.52	68.76	2093.52	68.76	2093.52	68.76	2093.52	68.76	2093.52	68.76	2093.52
14:00	34.8																			
15:00	34.3																			
16:00	33.4	97%	65.16	1945.68	65.16	1945.68	65.16	1945.68	68.76	1945.68	68.76	1945.68	68.76	1945.68	68.76	1945.68	68.76	1945.68	68.76	1945.68
17:00	32.3																			
18:00	31.1																			
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION/DAY</b>			238.92	6431.04	238.92	6431.04	238.92	6431.04	252.12	6431.04	252.12	6431.04	252.12	6431.04	252.12	6431.04	252.12	6431.04	252.12	6431.04
			<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,669.96</b>		<b>6,683.16</b>		<b>6,683.16</b>		<b>6,683.16</b>		<b>6,683.16</b>		<b>6,683.16</b>		<b>6,683.16</b>	
<b>TOTAL POWER CONSUMPTION/YEAR</b>			<b>1,734,190</b>		<b>1,734,190</b>		<b>1,734,190</b>		<b>1,737,622</b>		<b>1,737,622</b>		<b>1,737,622</b>		<b>1,737,622</b>		<b>1,737,622</b>		<b>1,737,622</b>	
Efficiency Energy					<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.3%</b>		<b>5.1%</b>		<b>5.1%</b>		<b>5.1%</b>		<b>5.1%</b>		<b>5.1%</b>	



Lampiran 4.2.2. Analisis Konsumsi Energi *Lighting, Plug Load, Elevator, Pump, STP*

1) Simulasi Fasade Kaca Seluruh Selubung Bangunan (A)

No	Deskripsi	Unit	Baseline	Design 1	Design 2	Design 3	Design 4	Design 5	Design 6	Design 7	Design 8	Design 9	Design 10	Design 11	Formula
<b>Lighting Energy Consumption</b>															
1	Lighting Power Density (LPD) during AC hours	W/m <sup>2</sup>	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	Data SNI 03-6197-2011
2	Lighting Power Density (LPD) during non operating hours	W/m <sup>2</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	GBCI
3	Lighting Energy during operating hours (daylight Area)	kWh	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	1 x operating hour x daylight area
4	Lighting Energy during operating hours (Non daylight Area)	kWh	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	2 x operating hour x daylight area
5	Lighting Energy during non AC hours	kWh	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	2 x Non operating hour x GFA
	<b>Total Lighting Energy Consumption</b>	kWh/year	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	Sum (3) : (5)
	<b>% Saving</b>			0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
<b>Plug Energy Consumption</b>															
6	Plug Power density during AC Hours	W/m <sup>2</sup>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	SNI 2001
7	Plug Power density during non AC Hours	W/m <sup>2</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Desain
8	Plug Energy during AC Hours	kWh/year	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	6 x Operating hours x GFA

No	Deskripsi	Unit	Baseline	Design 1	Design 2	Design 3	Design 4	Design 5	Design 6	Design 7	Design 8	Design 9	Design 10	Design 11	Formula
9	Plug Energy during non AC Hours	kWh/year	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	7 x Non operating hours x GFA
	<b>Total Plug Energy Consumption</b>	kWh/year	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	(8) + (9)
	<b>% Saving</b>			0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
<b>Lift</b>															
10	Elevator during AC hours	kW	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	SNI/GBCI
		kWh/year	338,000.00	338,000.00	338,000.00	338,000.00	338,000.00	338,000.00	338,000.00	338,000.00	338,000.00	338,000.00	338,000.00	338,000.00	Elevator During Operating Hour (10) x AC Hours
	<b>Total Elevator Energy Consumption</b>		130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	
<b>Others (Pump, STP etc)</b>															
12	Power density	kW	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	Desain / Brosur and catalog
	<b>Total Other Load Energy Consumption</b>		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	12 x Operating Hours

No	Deskripsi	Unit	Baseline	Design -1	Design -2	Design -3	Design -4	Design -5	Design -6	Design -7	Design -8	Design -9	Design -10	Design -11	Formula
<b>Total Average Energy Consumption</b>															
1	AC Indoor dan Outdoor (VRV X)	kW / Tahun	1,831,716	1,636,664	1,734,190	1,734,190	1,734,190	1,734,190	1,734,190	1,734,190	1,734,190	1,734,190	1,734,190	1,734,190	(Calculation)
	Efficiency	%		<b>10.65%</b>	<b>5.32%</b>	<b>5.32%</b>	<b>5.32%</b>	<b>5.32%</b>	<b>5.32%</b>	<b>5.32%</b>	<b>5.32%</b>	<b>5.32%</b>	<b>5.32%</b>	<b>5.32%</b>	
2	Lighting	kW / Tahun	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	(Calculation)
3	Plug Load	kW / Tahun	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	(Calculation)
4	Elevator	kW / Tahun	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	(Calculation)
5	Others	kW / Tahun	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	(Calculation)
<b>Total Building Energy Consumption</b>		<b>kW / Tahun</b>	<b>4,096,514</b>	<b>3,901,462</b>	<b>3,998,988</b>	<b>3,998,988</b>	<b>3,998,988</b>	<b>3,998,988</b>	<b>3,998,988</b>	<b>3,998,988</b>	<b>3,998,988</b>	<b>3,998,988</b>	<b>3,998,988</b>	<b>3,998,988</b>	sum (1:7)
7	Saving			<b>4.76%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.38%</b>	
8	Energy Efficiency Index (EEI)	kWh/m <sup>2</sup> /yr	139	131.95	135.2	135.2	135.2	135.2	135.2	135.2	135.2	135.2	135.2	135.2	Total energy consumption/ NLA
9	Emisi CO2	tonCO2 /MWh	3,654	3,480	3,567	3,567	3,567	3,567	3,567	3,567	3,567	3,567	3,567	3,567	(baseline - BEC design * 0.891 / 1000 factor emisi tahun 2016 Jawa - BALI = 0.891
10	<b>Pengurangan Emisi CO2</b>	tonCO2 /MWh		174	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	

Lampiran 4.2.2. Analisis Konsumsi Energi *Lighting, Plug Load, Elevator, Pump, STP*

2) Simulasi Fasade Kaca Seluruh Selubung Bangunan (A)

NO	DESKRIPSI	UNIT	Baseline	DESIGN-1	DESIGN-2	DESIGN-3	DESIGN-4	DESIGN-5	DESIGN-6	FORMULA
<b>Lighting Energy Consumption</b>										
1	Lighting Power Density (LPD) during AC hours	W/m2	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	data SNI 03-6197-2011
2	Lighting Power Density (LPD) during non operath	W/m2	1	1	1	1	1	1	1	GBCI & design
3	Lighting Energy during operating hours (daylight A	kWh	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	1 x operating hour x daylight area
4	Lighting Energy during operating hours (Non daylig	kWh	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	2 x operating hour x daylight area
5	LE during non AC hours	kWh	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	2 x Non operating hour x GFA
	<b>Total Lighting Energy Consumption</b>	kWh/year	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	Sum (3) : (5)
	<b>% Saving</b>			0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
<b>Plug Energy Consumption</b>										
6	Plug Power density during AC Hours	W/m2	10	10	10	10	10	10	10	GBCI & desain
7	Plug Power density during non AC Hours	W/m2	1	1	1	1	1	1	1	Desain
8	Plug Energy during AC Hours	kWh/year	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	6 x Operating hours x GFA
9	Plug Energy during non AC Hours	kWh/year	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	7 x Non operating hours x GFA
	<b>Total Plug Energy Consumption</b>	kWh/year	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	(8) + (9)
	<b>% Saving</b>			0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
<b>Lift &amp; Escalator</b>										
10	Elevator during AC hours	kW	130	130	130	130	130	130	130	GBCI desain
		kWh/year	338,000.00	338,000.00	338,000.00	338,000.00	338,000.00	338,000.00	338,000.00	Elevator During Operating Hour (10) x AC Hours
	<b>Total Elevator Energy Consumption</b>		130	130	130	130	130	130	130	
<b>Others (Pump, STP etc)</b>										
12	Power density	kW	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	Desain / Brosur and catalog
	<b>Total Other Load Energy Consumption</b>		50	50	50	50	50	50	50	12 x Operating Hours

NO	DESKRIPSI	UNIT	DESIGN-7	DESIGN-8	DESIGN-9	DESIGN-10	DESIGN-11	DESIGN-12	DESIGN-13	DESIGN-14	DESIGN-15	DESIGN-16	FORMULA
<b>Lighting Energy Consumption</b>													
1	Lighting Power Density (LPD) during AC hours	W/m2	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	data SNI 03-6197-2011
2	Lighting Power Density (LPD) during non operati	W/m2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	GBCI & design
3	Lighting Energy during operating hours (daylight A	kWh	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	193,730	1 x operating hour x daylight area
4	Lighting Energy during operating hours (Non daylig	kWh	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	645,765	2 x operating hour x daylight area
5	LE during non AC hours	kWh	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	2 x Non operating hour x GFA
<b>Total Lighting Energy Consumption</b>		<b>kWh/year</b>	<b>1,056,327</b>	<b>1,056,327</b>	<b>1,056,327</b>	<b>1,056,327</b>	<b>1,056,327</b>	<b>1,056,327</b>	<b>1,056,327</b>	<b>1,056,327</b>	<b>1,056,327</b>	<b>1,056,327</b>	Sum (3) : (5)
<b>% Saving</b>			<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	
<b>Plug Energy Consumption</b>													
6	Plug Power density during AC Hours	W/m2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	GBCI & desain
7	Plug Power density during non AC Hours	W/m2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Desain
8	Plug Energy during AC Hours	kWh/year	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	640,640	6 x Operating hours x GFA
9	Plug Energy during non AC Hours	kWh/year	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	216,832	7 x Non operating hours x GFA
<b>Total Plug Energy Consumption</b>		<b>kWh/year</b>	<b>857,472</b>	<b>857,472</b>	<b>857,472</b>	<b>857,472</b>	<b>857,472</b>	<b>857,472</b>	<b>857,472</b>	<b>857,472</b>	<b>857,472</b>	<b>857,472</b>	(8) + (9)
<b>% Saving</b>			<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	
<b>Lift &amp; Escalator</b>													
10	Elevator during AC hours	kW	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	GBCI desain
		<b>kWh/year</b>	<b>338,000.00</b>	<b>338,000.00</b>	<b>338,000.00</b>	<b>338,000.00</b>	<b>338,000.00</b>	<b>338,000.00</b>	<b>338,000.00</b>	<b>338,000.00</b>	<b>338,000.00</b>	<b>338,000.00</b>	Elevator During Operating Hour (10) x AC Hours
<b>Total Elevator Energy Consumption</b>			<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	
<b>Others (Pump, STP etc)</b>													
12	Power density	kW	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	Desain / Brosur and catalog
<b>Total Other Load Energy Consumption</b>			<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	12 x Operating Hours

NO	DESKRIPSI	UNIT	Baseline	DESIGN-1	DESIGN-2	DESIGN-3	DESIGN-4	DESIGN-5	DESIGN-6	DESIGN-7	FORMULA
<b>Total Average Energy Consumption</b>											
1	AC Indoor dan Outdoor (VRV X)	kW / Tahun	1,831,716	1,636,664	1,730,586	1,734,190	1,734,190	1,734,190	1,734,190	1,734,190	(Calculation)
2	Lighting	kW / Tahun	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	(Calculation)
3	Plug Load	kW / Tahun	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	(Calculation)
4	Elevator	kW / Tahun	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	(Calculation)
5	Others	kW / Tahun	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	(Calculation)
6	<b>Total Building Energy Consumption</b>	<b>kW / Tahun</b>	<b>4,096,514</b>	<b>3,901,462</b>	<b>3,995,385</b>	<b>3,998,988</b>	<b>3,998,988</b>	<b>3,998,988</b>	<b>3,998,988</b>	<b>3,998,988</b>	<b>sum (1:7)</b>
7	Efficiency	%		4.76%	2.47%	2.38%	2.38%	2.38%	2.38%	2.38%	
8	<b>Energy Efficiency Index (EEI)</b>	<b>kWh/m2/yr</b>	<b>139</b>	<b>131.95</b>	<b>135.1</b>	<b>135.2</b>	<b>135.2</b>	<b>135.2</b>	<b>135.2</b>	<b>135.2</b>	Total energy consumption/NLA
9	Emisi CO2	tonCO2/MWh	3,654	3,480	3,564	3,567	3,567	3,567	3,567	3,567	(BEC baseline - BEC design * 0.891 / 1000 factor emisi pada perhitungan tahun 2016Jawa - BALI = 0.892
10	<b>Pengurangan Emisi CO2</b>	<b>tonCO2/MWh</b>		<b>174</b>	<b>90</b>	<b>87</b>	<b>87</b>	<b>87</b>	<b>87</b>	<b>87</b>	
6	<b>Efficiency</b>	<b>%</b>		<b>4.76%</b>	<b>2.47%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.38%</b>	

NO	DESKRIPSI	UNIT	DESIGN-8	DESIGN-9	DESIGN-10	DESIGN-11	DESIGN-12	DESIGN-13	DESIGN-14	DESIGN-15	DESIGN-16	FORMULA
<b>Total Average Energy Consumption</b>												
1	AC Indoor dan Outdoor (VRV X)	kW / Tahun	1,734,190	1,734,190	1,734,190	1,734,190	1,737,622	1,737,622	1,737,622	1,737,622	1,737,622	(Calculation)
2	Lighting	kW / Tahun	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	1,056,327	(Calculation)
3	Plug Load	kW / Tahun	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	857,472	(Calculation)
4	Elevator	kW / Tahun	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	338,000	(Calculation)
5	Others	kW / Tahun	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	(Calculation)
6	<b>Total Building Energy Consumption</b>	<b>kW / Tahun</b>	<b>3,998,988</b>	<b>3,998,988</b>	<b>3,998,988</b>	<b>3,998,988</b>	<b>4,002,420</b>	<b>4,002,420</b>	<b>4,002,420</b>	<b>4,002,420</b>	<b>4,002,420</b>	<b>sum (1:7)</b>
7	Efficiency	%	2.38%	2.38%	2.38%	2.38%	2.30%	2.30%	2.30%	2.30%	2.30%	
8	<b>Energy Efficiency Index (EEI)</b>	<b>kWh/m2/yr</b>	<b>135.2</b>	<b>135.2</b>	<b>135.2</b>	<b>135.2</b>	<b>135.4</b>	<b>135.4</b>	<b>135.4</b>	<b>135.4</b>	<b>135.4</b>	Total energy consumption/NLA
9	Emisi CO2	tonCO2/MWh	3,567	3,567	3,567	3,567	3,570	3,570	3,570	3,570	3,570	(BEC baseline - BEC design * 0.891 / 1000 factor emisi pada perhitungan tahun 2016Jawa - BALI = 0.892
10	<b>Pengurangan Emisi CO2</b>	<b>tonCO2/MWh</b>	<b>87</b>	<b>87</b>	<b>87</b>	<b>87</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	
6	<b>Efficiency</b>	<b>%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.38%</b>	<b>2.30%</b>	<b>2.30%</b>	<b>2.30%</b>	<b>2.30%</b>	<b>2.30%</b>	