# PENGARUH PENGGUNAAN MATERIAL KACA TERHADAP BEBAN PANAS PADA BANGUNAN *NATIONAL HOSPITAL* SURABAYA

## SKRIPSI

PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

**HALIZA NING FATMALA**
**NIM. 155060501111052**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**
**FAKULTAS TEKNIK**
**MALANG**
**2019**

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
REPOSITORY.UB.AC.ID
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

## LEMBAR PENGESAHAN

# PENGARUH PENGGUNAAN MATERIAL KACA TERHADAP BEBAN PANAS PADA BANGUNAN *NATIONAL HOSPITAL* SURABAYA

## SKRIPSI

PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

**HALIZA NING FATMALA**
**NIM. 155060501111052**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 23 Oktober 2019

| Mengetahui,<br>Ketua Program Studi Sarjana Arsitektur | Dosen Pembimbing |
|---|---|
| Ir. Heru Sufianto, M.Arch.St., Ph.D.<br>NIP. 19650218 199002 1 001 | Ary Dedy Putranto, ST.,MT<br>NIP. 201106 820107 1 001 |

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
REPOSITORY.UB.AC.ID
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini saya kerjakan sendiri dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai macam karya ilmiah, gagasan, dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi/Tesis/Disertasi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi/Tesis/Disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi/Tesis/Disertasi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 05 November 2019

Mahasiswa,

METERAI TEMPEL 6000

Haliza Ning Fatmala

155060501111052

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
REPOSITORY.UB.AC.ID
Repository Universitas Brawijaya

UNIVERSITAS BRAWIJAYA REPOSITORY.UB.AC.ID

# TURNITIN

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**
**FAKULTAS TEKNIK**
**PROGRAM SARJANA**

## SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 747 /UN10. F07.15/PP/2019

Sertifikat ini diberikan kepada :

**HALIZA NING FATMALA**

Dengan Judul Skripsi :

**PENGARUH PENGGUNAAN MATERIAL KACA TERHADAP BEBAN PANAS PADA BANGUNAN *NATIONAL HOSPITAL* SURABAYA**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi ≤ 20 %, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal **28 Oktober 2019**

Ketua Jurusan Arsitektur

**Dr. Eng. Ir. Herry Santosa, ST., MT**
**NIP. 19730525 200003 1 004**

Ketua Program Studi S1 Arsitektur

**Ir. Heru Sufianto, M.Arch, St., Ph.D**
**NIP. 19650218 199002 1 001**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
REPOSITORY.UB.AC.ID
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
**JURUSAN ARSITEKTUR**
Jl. Mayjend Haryono No. 167 MALANG 65145 Indonesia
Telp. : +62-341-567486 ; Fax : +62-341-567486
http://arsitektur.ub.ac.id E-mail : arsftub@ub.ac.id

## LEMBAR HASIL
## DETEKSI PLAGIASI SKRIPSI

| | |
|---|---|
| Nama | : HALIZA NING FATMALA |
| NIM | : 155060501111052 |
| Judul Skripsi | : Pengaruh Penggunaan Material Kaca Terhadap Beban Panas Terhadap Bangunan *National Hospital* Surabaya |
| Dosen Pembimbing | : Ary Dedy Putranto, ST., MT. |
| Periode Skripsi | : Semester Genap/~~Ganjil~~ 2019/2020 |
| Alamat Email | : halizaningf@gmail.com |

| Tanggal | Deteksi Plagiasi ke- | Plagiasi yang terdeteksi (%) | Ttd Petugas Plagiasi |
|---|---|---|---|
| 30 Oktober 2019 | 1 | 15 | |
| | 2 | | |
| | 3 | | |

Malang, 30 Oktober 2019
Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Ary Dedy Putranto, ST.,MT
NIP. 201106 820107 1 001

Kepala Laboratorium
Dokumentasi Dan Tugas Akhir

Wasiska Iyati, ST, MT
NIP.19870504 201903 2 014

Keterangan:
1. Batas maksimal plagiasi yang terdeteksi adalah sebesar 20%
2. Hasil lembar deteksi plagiasi skripsi dilampirkan bagian belakang setelah surat Pernyataan Orisinalitas dan Sertifikat Bebas Plagiasi

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
REPOSITORY.UB.AC.ID
Repository Universitas Brawijaya

*Kepada segala gagal dan berhasil*

*Juga segala proses, takdir, dan waktu*

*Untuk semua sosok penyokong semangat*

*Dan untuk seseorang yang sudah berani, berusaha, dan tidak menyerah*

*menyelesaikan apa yang sudah dimulai 4 tahun lalu,*

*Terimakasih lebih dari banyak*

# RINGKASAN

Dalam Rancangan Rencana Induk dan Konservasi Energi penggunaan energi bangunan saat ini sebesar 40% dari total energi global dan diperkirakan akan terus meningkat. Indonesia yang memiliki iklim tropis dan memiliki suhu yang cukup tinggi maka untuk memperhatikan kenyamanan pengguna, bangunan yang membutuhkan udara bersih dan steril menggunakan penghawaan buatan yang dapat menyerap energi sebesar 60% dari keseluruhan energi. Konservasi energi dapat diterapkan dengan pemilihan selubung bangunan terutama pemilihan jenis kaca yang baik. Pada bangunan *National Hospital* Surabaya menggunakan selubung material kaca jenis low-e yaitu *sun energy* yang mampu mengurangi panas sebesar 35%. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh jenis kaca *sun energy* terhadap beban panas. Menggunakan metode eksperimen dengan melakukan analisis numerik berupa perhitungan OTTV dengan kesesuaian standar. Hasil yang diperoleh adalah kaca jenis ini belum memenuhi standar ≤35W/m2 maka dilakukan perhitungan OTTV dengan mengganti nilai *shading coefficient* dengan beberapa jenis material kaca. Diperoleh beberapa jenis rekomendasi material kaca yang dapat menurunkan beban panas 40% dari penggunaan kaca biasa dengan hasil perhitungan 25.8W/m2.

Kata kunci: Beban Panas (OTTV), Konservasi Energi, Material Kaca



Repository Universitas Brawijaya
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
REPOSITORY.UB.AC.ID

## *SUMMARY*

*In the Draft Master Plan and Energy Conservation the current use of building energy is 40% from total global energy. Indonesia, which has a tropical climate and has a high temperature, for user comfort buildings that need clean and sterile air use Air Conditioner that can be absorb energy as much as 60% of the overall energy. Energy conservation can be applied by choosing the building envelope especially the choice of a good type of glass. At the National Hospital Surabaya building uses a cover type of low-e glass material that is sun energy that can reduce heat by 35%. The aim of this research is to determine the effect of the type of sun energy glass on heat load. Using the experimental method by conducting numerical analysis in the form of OTTV calculations with standard conformity. The results obtained are that this type of glass does not according to standard <35W/m2 then recalculation OTTV by replacing the value of the shading coefficient with several types of glass material. Obtained several types of glass material recommendations that can reduce the heat load 40% from the use of clear glass with the results of the calculation of 25.8W/m2.*



*Keywords: Heat Load (OTTV), Energy Conservation, Glass Material*

# KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **"Pengaruh Penggunaan Material Kaca Terhadap Beban Panas pada Bangunan *National Hospital* Surabaya"**

Dalam penyusunannya, penulis menyadari laporan skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dan dukungan baik moral maupun materil. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Terimakasih ditujukan kepada :

1. Bapak Nyamiran dan Ibu Siti Hanifah selaku orang tua yang saya sayangi dan Hamamita Nur Maulita dan Hanafi Firmansyah selaku adik-adik tercinta yang telah selalu memberikan doa, kasih sayang, dan dukungannya.
2. Bapak Ary Deddy Putranto, ST.,MT. Selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing dalam proses penyusunan dan telah banyak memberi masukan dan saran.
3. Bapak Jono Wardoyo, ST.,MT dan Ibu Wasiska Iyati, ST.,MT selaku dosen penguji skripsi yang telah banyak memberikan masukan dan saran.
4. Bapak Imam selaku kepala pengelola *National Hospital* Surabaya dan pihak pihak yang telah membantu.
5. Rizka Nur Afifah, Amilia Rosa Yunita sahabat yang selalu ada dan memberikan dukungan dan semangat.
6. Teman seperjuangan Mohammad Dziky Pramuktiagusti dan Archie Favian yang telah membantu selama penelitian berlangsung dan selalu memberi dukungan moral.
7. Teman-teman Atsar, Afidz, Siela, Agi, Ending, Vivi dan teman-teman Jurusan Arsitektur angkatan 2015 yang telah banyak membantu dan mendukung, serta menemani selama masa perkuliahan.

Semoga kebaikan mereka semua mendapat balasan dari Allah SWT. Sehubung dengan keterbatasan pengetahuan penulis, maka penulis mohon maaf apabila banyak kekurangan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat kedepannya.

Malang, 2019

Penulis

# DAFTAR ISI

**RINGKASAN** ..... **vi**
**SUMMARY** ..... **viii**
**KATA PENGANTAR** ..... **ix**
**DAFTAR ISI** ..... **xi**
**DAFTAR GAMBAR** ..... **xiii**
**DAFTAR TABEL** ..... **xv**
**DAFTAR GRAFIK DIAGRAM** ..... **xvii**
**BAB I PENDAHULUAN** ..... **1**
1.1 Latar Belakang ..... 1
1.2 Identifikasi Masalah ..... 4
1.3 Rumusan Masalah ..... 4
1.4 Batasan Penelitian ..... 5
1.5 Tujuan Penelitian ..... 5
1.6 Manfaat Penelitian ..... 5
1.7 Sistematika Penelitian ..... 5
1.8 Kerangka Pemikiran ..... 7
**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** ..... **9**
2.1 Selubung Bangunan ..... 9
2.2 Jenis Material Kaca ..... 11
2.2.1 *Clear Glass* ..... 13
2.2.2 *Tinted Glass* ..... 13
2.2.3 *Reflective Glass* ..... 14
2.2.4 *Low-e Double Glass* ..... 15
2.2.5 *Solar Control Low-e Glass* ..... 16
2.3 Perhitungan Beban Panas (OTTV) ..... 18
2.3.1 Faktor yang Mempengaruhi Nilai Beban Panas (OTTV) ..... 18
2.4 Penelitian Terdahulu ..... 22
2.6 Kerangka Teori ..... 25

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN** ..... **27**
3.1 Definisi Variabel dan Cara Pengukuran ..... 27
3.1.1 OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*) ..... 27
3.1.2 Metode Perhitungan Beban Panas (OTTV) ..... 28
3.2 Lokasi dan Objek Penelitian ..... 30
3.3 Data dan Pengambilan Data ..... 31
3.4 Kerangka Metode ..... 32
**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN** ..... **33**
4.1 Deskripsi Objek ..... 33
4.1.1 Kondisi Iklim Kota Surabaya ..... 33
4.1.2 Gambaran Umum Lingkungan Sekitar ..... 34
4.1.3 Konsep Arsitektural Bangunan ..... 36
4.2 Kondisi Eksisting Bangunan ..... 44
4.2.1 Fungsi Bangunan ..... 46
4.2.2 Kondisi Selubung Bangunan ..... 50
4.3 Perhitungan Beban Panas Berdasarkan Jenis Material ..... 54
4.3.1 Penentuan Nilai Variabel pada Beban Panas (OTTV) ..... 54
4.3.2 Perhitungan Beban Panas (OTTV) Berdasarkan Jenis Material Kaca ..... 57
4.4 Hasil dan Pembahasan ..... 83
**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN** ..... **89**
5.1 Kesimpulan ..... 89
5.2 Saran ..... 90
**DAFTAR PUSTAKA** ..... **91**
**LAMPIRAN** ..... **93**

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Clear Glass* ..... 13
Gambar 2.2 *Tinted Glass* ..... 14
Gambar 2.3 *Reflective Glass* ..... 14
Gambar 2.4 Ilustrasi Kaca Low-e ..... 16
Gambar 3.1 Peta Lokasi Objek Penelitian ..... 30
Gambar 3.2 Objek Bangunan ..... 31
Gambar 4.1 Peta Lokasi Objek Penelitian ..... 34
Gambar 4.2 Batas Sebelah Selatan ..... 35
Gambar 4.3 Batas Sebelah Timur ..... 35
Gambar 4.4 Batas Sebelah Utara ..... 35
Gambar 4.5 Batas Sebelah Barat ..... 36
Gambar 4.6 Gedung *National Hospital* ..... 37
Gambar 4.7 Denah Lantai 1 dan Kondisi Eksisting ..... 38
Gambar 4.8 Kondisi Area Lobi ..... 40
Gambar 4.9 Denah Lantai 2 dan Kondisi Eksisting ..... 41
Gambar 4.10 Ruang Tunggu Sisi Timur ..... 42
Gambar 4.11 Ruang Tunggu Tengah ..... 42
Gambar 4.11 Ruang Tunggu Barat ..... 43
Gambar 4.13 Denah Lantai 3 dan Kondisi Eksisting ..... 44
Gambar 4.14 Ruang Tunggu Operasi ..... 45
Gambar 4.15 Koridor dan Tirai Jendela ..... 45
Gambar 4.16 Denah Ruang Inap Eksekutif ..... 46
Gambar 4.17 Interior Ruang Eksekutif ..... 47
Gambar 4.18 Denah Ruang VIP ..... 48
Gambar 4.19 Interior Ruang Inap VIP ..... 48
Gambar 4.20 Denah Ruang Inap VVIP ..... 49
Gambar 4.21 Interior Ruang Inap VVIP ..... 49
Gambar 4.22 Selubung Bangunan ..... 51
Gambar 4.23 Bangunan dengan Orientasi Selatan ..... 52
Gambar 4.24 Bangunan dengan Orientasi Timur ..... 53

Gambar 4.25 Bangunan dengan Orientasi Utara .....53
Gambar 4.26 Bangunan dengan Orientasi Barat .....54
Gambar 4.27 Penggunaan kaca *clear glass* .....57
Gambar 4.28 Penggunaan Kaca Panasap pada bangunan .....61
Gambar 4.29 Penggunaan Kaca Stopsol pada bangunan .....64
Gambar 4.30 Penggunaan Kaca Planibel G pada Bangunan .....68
Gambar 4.31 Penggunaan Kaca *Low-e* pada *National Hospital* Surabaya.....72
Gambar 4.32 Penggunaan Kaca T-Sun Lux pada Bangunan.....76
Gambar 4.33 Penggunaan Kaca Stopray pada Bangunan.....79

# DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 OTTV di Negara ASEAN ..... 10
Tabel 2.2 Perpindahan Daya Serap Material Tembus Cahaya ..... 11
Tabel 2.3 Nilai Transmisi Cahaya dan Nilai SHGC dari Tipe Material Kaca ..... 12
Tabel 2.4 Dampak SHGC pada Penghematan Energi (%) ..... 12
Tabel 2.5 Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk dinding luar dan atap tak tembus cahaya ..... 19
Tabel 2.6 Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk cat permukaan dinding luar ..... 19
Tabel 2.7 Beda temperatur ekuivalen untuk dinding ..... 20
Tabel 2.8 Faktor radiasi matahari (SF, W/m2) untuk berbagai orientasi ..... 20
Tabel 4.1 Perhitungan Nilai Uw ..... 55
Tabel 4.2 Perhitungan Nilai Uw ..... 55
Tabel 4.3 Perbandingan nilai WWR ..... 56
Tabel 4.4 Faktor Radiasi Matahari Berdasarkan Orientasi ..... 56
Tabel 4.5 Luas Dinding Bangunan ..... 57
Tabel 4.6 Perhitungan SC Clear Glass ..... 58
Tabel 4.7 Perhitungan Konduksi Dinding Masif *Clear Glass* ..... 58
Tabel 4.8 Perhitungan Konduksi Dinding Transparan *Clear Glass* ..... 59
Tabel 4.9 Perhitungan Radiasi Dinding Masif *Clear Glass* ..... 59
Tabel 4.10 Perhitungan Nilai OTTV *Clear Glass* ..... 60
Tabel 4.11 Spesifikasi Kaca *Panasap* (*Tinted Glass*) ..... 61
Tabel 4.12 Perhitungan Konduksi Dinding Masif *Panasap Glass* ..... 62
Tabel 4.13 Perhitungan Konduksi Dinding Transparan *Panasap Glass* ..... 62
Tabel 4.14 Perhitungan Radiasi Dinding Masif *Panasap Glass* ..... 63
Tabel 4.15 Perhitungan Nilai OTTV *Pansap Glass* ..... 63
Tabel 4.16 Spesifikasi Kaca *Stopsol* ..... 64
Tabel 4.17 Perhitungan Konduksi Dinding Masif *Stopsol Glass* ..... 65
Tabel 4.18 Perhitungan Konduksi Dinding Transparan *Stopsol Glass* ..... 66



Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 4.19 Perhitungan Radiasi Dinding Masif *Stopsol Glass* .....66
Tabel 4.20 Perhitungan Nilai OTTV *Stopsol Glass* .....67
Tabel 4.21 Spesifikasi Kaca *Low-e* .....68
Tabel 4.22 Perhitungan Konduksi Dinding Masif *Planibel G Glass* .....69
Tabel 4.23 Perhitungan Konduksi Dinding Transparan *Planibel G Glass* .....70
Tabel 4.24 Perhitungan Radiasi Dinding Masif *Planibel G Glass* .....70
Tabel 4.25 Perhitungan Nilai OTTV *Stopsol Glass* .....71
Tabel 4.26 Spesifikasi Kaca Low-e .....72
Tabel 4.27 Perhitungan Konduksi Dinding Masif *Sun Energy Glass* .....73
Tabel 4.28 Perhitungan Konduksi Dinding Transparan *Sun Energy Glass* .....74
Tabel 4.29 Perhitungan Radiasi Dinding Masif *Sun Energy Glass* .....74
Tabel 4.30 Perhitungan Nilai OTTV *Sun Energy Glass* .....75
Tabel 4.31 Spesifikasi Kaca *Solar Control Low-e* .....76
Tabel 4.32 Perhitungan Konduksi Dinding Masif *T-Sun Lux Glass* .....77
Tabel 4.33 Perhitungan Konduksi Dinding Transparan *T sun lux Glass* .....77
Tabel 4.34 Perhitungan Radiasi Dinding Masif *T sun lux Glass* .....78
Tabel 4.35 Perhitungan Nilai OTTV *T sun lux Glass* .....78
Tabel 4.36 Spesifikasi Kaca *Solar Control Low-e* .....79
Tabel 4.37 Perhitungan Konduksi Dinding Masif *Stopray Smart Glass* .....80
Tabel 4.38 Perhitungan Konduksi Dinding Transparan *Stopray Smart Glass* .....81
Tabel 4.39 Perhitungan Radiasi Dinding Masif *Stopray Smart Glass* .....81
Tabel 4.40 Perhitungan Nilai OTTV *Stopray Smart Glass* .....82

# DAFTAR GRAFIK DIAGRAM

Diagram 1.1 Kerangka Pemikiran ..... 8
Diagram 2.1 *Shading Coefficient Performance* ..... 17
Diagram 2.2 Kerangka Teori ..... 25
Diagram 3.1 Kerangka Metode ..... 32
Grafik 4.1 Iklim Kota Surabaya ..... 33
Diagram 4.2 Nilai Beban Panas Berdasarkan Jenis Kaca ..... 92
Diagram 4.3 Presentase Reduksi Beban Panas Dibanding Kaca Eksisting ..... 92



Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

# BAB 1

# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Dalam rancangan Rencana Induk dan Konservasi Energi (RIKEN) oleh Direktorat Konservasi Energi dan Sumber Daya Mineral penggunaan energi pada setiap tahun akan semakin meningkat. Untuk penggunaan energi pada bangunan saat ini adalah 40% dari total energi global. Tahun 2025, penggunaan energi seperti listrik dan juga pada bangunan diperkirakan akan meningkat sebesar 50%. Sehingga diperkirakan pada tahun 2025, efisiensi penggunaan energi terutama pada bangunan ditargetkan sebesar 10-30% pada bangunan-bangunan komersil seperti kantor sewa, rumah kos, hotel, pusat perbelanjaan, dll. Sedangkan diprediksi akan terus meningkat hingga pada tahun 2040, penggunaan energi pada bangunan akan mencapai 80% dari total energi.

Karena Indonesia merupakan daerah yang memiliki iklim tropis, maka untuk memperhatikan kenyamanan di dalam ruangan, maka banyak bangunan yang menggunakan penghawaan buatan yaitu Air Conditioner (AC) terutama pada daerah yang memiliki suhu yang cukup tinggi. Selain oleh faktor iklim dan cuaca, penggunaan penghawaan buatan juga berdasarkan fungsi bangunan yaitu bangunan yang membutuhkan udara yang bersih dan steril juga tidak terlalu banyak terpengaruh udara yang masuk dari lingkungan luar seperti bangunan rumah sakit. Penggunaan AC dapat meningkatkan kualitas kenyamanan di dalam bangunan juga terhadap penggunanya, namun penggunaan AC juga dapat berpengaruh besar terhadap konsumsi energinya. Menurut (Satwiko, 2004) dalam konsumsi energi listrik yang digunakan oleh penggunaan AC mencapai 60% dari keseluruhan energi.

Dalam hal ini, peran arsitek sangat penting dalam merancang bangunan supaya mempertimbangkan konsep bangunan yang berorientasi pada ramah lingkungan, karena dalam perancangannya selain memikirkan pengguna bangunan di dalamnya perlu mempertimbangkan dampak pada kondisi lingkungan sekitar. Selain itu, konsep ramah lingkungan adalah untuk meminimalisir konsumsi energi bangunan yang berada pada kondisi pemanasan global. Bangunan yang dirancang memiliki konsep arsitektur hijau memiliki

tujuan untuk meningkatkan efisiensi konsumsi air, energi, listrik, dan penggunaan bahan atau material yang bisa mengurangi dampak bangunan terhadap pengguna bangunan baik secara fisik maupun mental dan lingkungan sekitar. Terdapat beberapa elemen yang mendukung dalam perancangan arsitektur hijau yaitu letak bangunan atau orientasi, sistem pengoperasian juga pemeliharaan, konstruksi, dan bahan atau material yang digunakan.

Pemilihan material yang berkualitas baik dan ramah lingkungan yang nantinya digunakan pada bangunan merupakan salah satu elemen yang perlu diperhatikan. Penggunaan material dapat diterapkan pada selubung bangunan seperti dinding, atap bangunan, lantai, dan juga bukaan pada bangunan. Salah satu elemen yang penting adalah dinding karena merupakan elemen yang langsung berdampak secara langsung pada kenyamanan pengguna bangunan yang merupakan faktor internal dan juga faktor eksternal dari luar bangunan seperti iklim, sinar matahari, dan juga angin. Material selubung bangunan ada banyak macam yaitu beton, baca, bata, juga kaca. Material kaca saat ini merupakan material yang banyak digunakan terutama pada bangunan-bangunan komersil yang memanfaatkan material kaca sebagai masuknya pencahayaan alami. Namun, kaca merupakan material yang dapat menyebabkan *global warming* yang dapat berpengaruh terhadap lingkungan. Bidang kaca pada bangunan adalah elemen kontrol lingkungan yang mengubah faktor lingkungan dari luar yang masuk ke dalam bangunan dan berakibat pada kenyamanan pengguna bangunan. (Givoni 1998) menyampaikan bahwa dalam pengaturan faktor lingkungan, kaca dan juga elemen pembayang sangat berpengaruh terhadap terbentuknya iklim yang baik di dalam bangunan. Peran material kaca pada selubung bangunan disini adalah sebagai masuknya radiasi panas dan pencahayaan alami juga memiliki fungsi konservasi energi yang akan didapat efeknya pada bangunan tersebut. Maka dari itu, perlu diketahui penggunaan material kaca yang digunakan pada selubung bangunan yang dapat mengurangi konsumsi energi supaya lebih optimal dalam sebuah bangunan.

Ada berbagai jenis material kaca yang digunakan pada bangunan, namun tidak semua material kaca merupakan bahan yang ramah lingkungan. Pengaplikasian material kaca juga didasarkan pada fungsi ruangan maupun

fungsi bangunan tersebut. Berdasarkan pelapisnya, material kaca ada berbagai macam mulai dari kaca bening, kaca berwarna, hingga *double coating glass*. Dibandingkan dengan material kaca dengan jenis *single glass*, penggunaan material kaca dengan jenis kaca *double glass* memiliki nilai transmisi panas lebih rendah. Penambahan *coating low-e* dan argon gas pada kaca juga dapat menurunkan nilai transmisi panas (Poirazis 2004). Ada baberapa macam kaca pelapis yang digunakan pada bangunan yang mengusung konsep ramah lingkungan, tujuannya untuk mengurangi beban AC yang digunakan karena radiasi panas yang diserap oleh kaca berkurang. Salah satunya adalah jenis kaca sunergy atau *sun energy* yaitu jenis kaca dengan pelapis *low emivisity*. Kaca Sunergy adalah kaca pelapis yang dapat mengurangi panas matahari yang masuk ke dalam bangunan dan termasuk jenis kaca emisivitas rendah. Kaca ini memiliki tampilan *clear* sehingga pencahayaan alami bisa masuk ke dalam bangunan. Material ini dapat mengurangi beban panas dan dapat mengurangi beban AC yang digunakan sehingga kaca Sun energy termasuk kaca yang ramah lingkungan. Namun perlu diketahui seberapa efektif kaca dengan jenis pelapis *low emivisity* dari beban panas yang ditanggung dengan menghitung melalui perhitungan OTTV (Overall Thermal Transfer Value).

Untuk mencapai efektifitas mengurangi beban panas yang ditanggung oleh bidang kaca pada bangunan maka perlu analisa material kaca dengan jenis *low emivisity*. Dalam hal ini, peneliti menggunakan studi kasus bangunan *National Hospital* Surabaya karena menggunakan kaca jenis *low-e* yang Menurut arsitek Prof. Tay Keong Soon dari Singapore yang merancang bangunan tersebut menyatakan bahwa material kacanya dapat mereduksi panas sebesar 35%. Selain itu, perlu rekomendasi jenis material kaca yang lain yang dapat mengoptimalkan untuk mengurangi beban panas matahari yang masuk ke dalam bangunan dengan menggunakan rekomendasi material kaca yang memiliki performa yang lebih namun tetap dapat menurunkan beban panas yang masuk dengan baik (www.metroglass.com). Maka dari itu, perlu dilakukan analisa perhitungan beban panas dari berbagai macam jenis material kaca yang dapat mengoptimalkan dalam menurunkan beban panas dengan studi kasus pada bangunan Rumah Sakit yaitu National Hospital Surabaya.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjabaran pada latar belakang maka identifikasi masalah yang disimpulkan adalah :

1. Penggunaan material yang tidak ramah lingkungan pada bangunan dapat menyebabkan meningkatnya penggunaan energi dan juga pegaruh terhadap kenyamanan pengguna bangunan.
2. Bangunan *National Hospital* Surabaya menggunakan jenis material kaca *single glass* yang memiliki nilai transmisi yang lebih tinggi dibanding kaca jenis *double coated glass.*
3. Pengaplikasian konsep bangunan hijau dengan penggunaan material kaca *Sun Energy* yang dapat mereduksi panas sebesar 35% yang seharusnya dapat mengurangi beban panas.

## 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembahasan sebelumnya, maka rumusan masalah yang dapat diambil adalah :

1. Apa pengaruh penggunaan material kaca *sun energy* (*coated glass low-e*) terhadap beban panas pada bidang bangunan National Hospital Surabaya?

## 1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat berjalan lebih fokus dan mendalam, penelitian perlu dibatasi ruang lingkupnya. Adapun peneliti memiliki batasan penelitian sebagai berikut :

1. Objek studi adalah Natonal Hospital Surabaya yang pada ruang yang terpapar langsung bidang kaca baik interior maupun eksterior
2. Analisis beban panas menggunakan perhitungan OTTV (Overall Thermal Transfer Value).
3. Data faktor radiasi matahari menggunakan daerah DKI Jakarta pada SNI 03-6389-2011

## 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian yang dilakukan adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan material kaca *sun energy* (*coated glass low-e*) terhadap beban panas pada bidang bangunan *National Hospital* Surabaya dan kesesuaiannya terhadap standar bangunan
2. Untuk mengetahui rekomendasi penggunaan material kaca apa saja yang sesuai dan lebih mengoptimalkan pengurangan beban panas matahari pada bangunan *National Hospital* Surabaya

## 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan adalah :

1. Mengetahui analisa mengenai penggunaan material kaca *sun energy* terhadap beban panas pada bangunan objek penelitian
2. Mengetahui rekomendasi material kaca yang dibutuhkan untuk lebih optimal dalam mengurangi beban panas matahari.
3. Menjadi sumbangan pengetahuan dalam ranah arsitektur dan digunakan sebagai referensi dalam penelitian sejenis.

## 1.7 Sistematika Penelitian

Berikut ini adalah sistematika penulisan penelitian dan pembahasnannya :

1. Bab I Pendahuluan

   Membahas tentang latar belakang penelitian, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan penelitian, tujuan penelitian dan manfaat penelitian.

2. Bab II Tinjauan Pustaka

   Membahas tentang kajian teori dan penelitian terdahuluhu mengenai permasalahan yang berkaitan untuk menunjang penelitian yang dilakukan.

3. Bab III Metodologi Penelitian

   Membahas mengenai metode penelitian, variabel penelitian, instrument penelitian, metode pengumpulan data yang nantinya dianalisis.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Membahas tentang hasil penelitian, data yang sudah dikumpul, analisis data berdasarkan variabel yang digunakan dengan menggunakan perhitungan nilai OTTV dan analisis rekomendasi material kaca yang merujuk pada hasil penelitian.

5. Bab V Penutup

Membahas tentang kesimpulan penelitian yang dilakukan dan saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya.

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

## 1.8 Kerangka Pemikiran

**LATAR BELAKANG**

1. Indonesia sebagai iklim tropis yang menjadikan penggunaan AC sebagai solusi kenyamanan dan menyebabkan meningkatnya konsumsi energi
2. Penggunaan material ramah lingkungan pada selubung bangunan
3. Jenis-jenis material kaca yang ramah lingkungan dan pengaruhnya terhadap beban panas yang diserap

↓

**IDENTIFIKASI MASALAH**

1. Penggunaan material yang tidak ramah lingkungan pada bangunan dapat menyebabkan meningkatnya penggunaan energi dan juga pegaruh terhadap kenyamanan pengguna bangunan.
2. Bangunan *National Hospital* Surabaya menggunakan jenis material kaca *single glass* yang memiliki nilai transmisi yang lebih tinggi dibanding kaca jenis *double coated glass*
3. Pengaplikasian konsep bangunan hijau dengan penggunaan material kaca *Sun Energy* yang dapat mereduksi panas sebesar 35% yang seharusnya dapat mengurangi beban panas.

↓

**RUMUSAN MASALAH**

Apa pengaruh penggunaan material kaca *sun energy* (*coated glass low-e*) terhadap beban panas pada bidang bangunan National Hospital Surabaya?

↓

**BATASAN PENELITIAN**

1. Objek studi adalah Natonal Hospital Surabaya yang pada ruang yang terpapar langsung bidang kaca baik interior maupun eksterior
2. Analisis beban panas menggunakan perhitungan OTTV (Overall Thermal Transfer Value).
3. Data faktor radiasi matahari menggunakan daerah DKI Jakarta pada SNI 03-6389-2011

↓

**TUJUAN PENELITIAN**

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan material kaca *sun energy* (*coated glass low-e*) terhadap beban panas pada bidang bangunan National Hospital Surabaya dan kesesuaiannya terhadap standar bangunan
2. Untuk mengetahui rekomendasi penggunaan material kaca apa saja yang sesuai dan lebih mengoptimalkan pengurangan beban panas matahari pada bangunan *National Hospital* Surabaya

Diagram 1.1 Kerangka Pemikiran

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Repository Universitas Brawijaya

# BAB II

# TINJAUAN PUSTAKA

## 1.1 Selubung Bangunan

Selubung bangunan terdiri dari komponen tak tembus cahaya (contohnya dinding) dan sistem fenestrasi atau komponen tembus cahaya (contohnya 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 dan polusi (Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, 2012).

Dalam standar selubung bangunan baik yang memakai standar ASHRAE maupun standar SNI, ada beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan dan diketahui berdasarkan SNI 03-6389-2011 Tentang Konservasi Energi :

1. **Beda temperatur ekuivalen**

   Beda temperatur yang diakibatkan oleh efek radiasi matahari dan temperature udara luar, sehingga menimbulkan aliran panas total ke dalam bangunan.

2. **Faktor radiasi matahari**

   Laju rata-rata setiap jam dari radiasi matahari pada selang waktu tertentu yang sampai pada suatu permukaan.

3. **Fenetrasi Bukaan atau lubang cahaya** di dalam bangunan yang mentransmisikan cahaya termasuk di sini adalah bahan yang tembus cahaya seperti kaca atau plastik, peralatan peneduh luar atau dalam dan system peneduh lainnya.

4. **Nilai perpindahan termal menyeluruh (OTTV)**

   Suatu nilai yang ditetapkan sebagai kriteria perancangan untuk selubung bangunan pada bangunan yang dikondisikan.

5. **Kriteria peneduh**

   Angka perbandingan antara perolehan panas radiasi matahari melalui lubang-lubang cahaya terhadap perolehan kalor radiasi matahari yang melalui kaca bening setebal 3 mm yang tidak terlindung.

6. **Selubung bangunan**

Adalah elemen bangunan yang melingkupi bangunan seperti dinding dan atap bangunan di mana sebagian besar energi termal berpindah lewat elemen tersebut.

7. **Transmitansi termal yang selanjutnya disebut nilai U**

Adalah jumlah panas yang mengalir lewat satu satuan luas bagian bangunan, pada kondisi mantap, per satuan waktu, per satuan beda temperatur udara yang terdapat di tiap permukaan bagian bangunan tersebut.

Selubung bangunan untuk Indonesia (daerah tropis) mempunyai karakteristik tersendiri dan mempunyai SNI tahun 2011 berjudul Konservasi Energi Pada Selubung Bangunan. Dalam SNI tersebut teradapat beberapa kriteria khusus yaitu :

a. Standar SNI selubung bangunan tahun 2011 berlaku untuk komponen dinding (termasuk jendela) dan atap pada bangunan yang dikondisikan. Bangunan yang dikondisikan umumnya menggunakan Air Conditioning (AC/tata udara), oleh karena itu semakin kecil perpindahan panas kedalam bangunan maka akan memperkecil beban pendingin sehingga akan menghemat energi.
b. Berdasarkan SNI tersebut ditetapkan perolehan panas radiasi matahari total untuk dinding dan atap tidak boleh melebihi harga perpindahan panas menyeluruh (OTTV) yaitu 35 Watt/m2. Meskipun untuk negara-negara ASEAN lain tahun 2003 menetapkan OTTV adalah 20 Watt/m2

Tabel 2.1 OTTV di Negara ASEAN

| Tahun | OTTV (Overal Thermal Transfer Value)(W/m2) | |
|---|---|---|
| | Indonesia | Sing, Mal, Thai, Phil |
| 2000-2001 | 45 | 45 |
| 2001-2002 | 40 | 35 |
| 2002-2003 | ≥35 | ≤20 |

*Sumber: (Winarto, 2007)*

Dari benchmark OTTV di atas maka selubung bangunan di Indonesia masih mempunyai potensi yang cukup besar berkaitan langsung dengan penghematan energi (semakin kecil nilai OTTV maka semakin hemat daya tata udara sehingga secara keseluruhan gedung akan lebih hemat).

## 1.2 Jenis Material Kaca

Berdasarkan warna kaca, banyak sedikitnya radiasi matahari yang masuk dipengaruhi oleh proses konduksi yang merambat melalui selubung bangunan seperti dinding, jendela, dan atap. Sehingga transmisi yang masuk ke dalam bangunan dapat mempengaruhi U Value pada materialnya.

Tabel 2.2 Perpindahan Daya Serap Material Tembus Cahaya

| Jenis Kaca | Radiasi Yang Terserap % | Transmisi Langsung % | Total |
|---|---|---|---|
| Kaca Bening / *Clear Glass* | 74 | 9 | 83 |
| Kaca Jendela Biasa | 85 | 3 | 88 |
| Kaca Penyerap Panas | 20 | 25 | 45 |
| Kaca Berlapis | 38 | 17 | 55 |

*Sumber: YB Mangunwijaya, 1994*

Berdasarkan sifat termalnya, material kaca memiliki berbagai karateristik yang berbeda, tergantung dari sifat transmisi radiasi matahari (*solar transmittance),* daya serap radiasi matahari (*solar absorptance*), daya pantulan radiasi matahari (*solar reflectance*) dan transmisi cahaya (*visible transmittance).* Karateristik transmisi termal material kaca diukur dari Nilai-U, untuk konduksi, dan Koefisien Perolehan Panas Matahari (*Solar Heat Gain Coeefficient - SHGC*) atau Koefisien Peneduh (*Shading Coefficient - SC*) untuk radiasi. Dalam hal ini, nilai SHGC = 0,86 SC (Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, 2012).

Tabel 2.3 Nilai U, Transmisi Cahaya dan Nilai SHGC dari Tipikal Material Kaca

| Kaca Tunggal 8mm | Nilai U | Transmisi Visual (%) | SC | SHGC |
|---|---|---|---|---|
| Bening | 4.94 | 89 | 0.95 | 0.82 |
| Berwarna | 5.18 | 55 | 0.51 - 0.57 | 0.44 - 0.49 |
| Reflektif | 5.18 | 42 - 48 | 0.42 - 0.53 | 0.36 – 0.46 |
| Rendah | 4.54 | 35 - 67 | 0.40 - 0.69 | 0.34 – 0.69 |

*Sumber: (Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, 2012)*

Untuk iklim Indonesia dengan perbedaan suhu antara ruang dalam dan ruang luar yang relatif kecil, memperbaiki nilai SHGC akan lebih efektif daripada meningkatkan Nilai-U. Dengan kata lain, memiliki kaca ganda untuk mengurangi perolehan panas konduksi melalui jendela biasanya tidak efisien. Misalnya, mengurangi SHGC dari 0,67 menjadi 0,38 akan mengurangi total konsumsi energi sebesar 8%. Sedangkan menambahkan kaca bening untuk membentuk kaca ganda dengan SHGC yang sama serta menurunkan Nilai-U dari 5,8 menjadi 3,4 hanya akan mengurangi total konsumsi energi sekitar 1%.

Tabel 2.4 Dampak SHGC pada Penghematan Energi (%)

| SHGC | Kantor | Retail | Hotel | Rumah Sakit |
|---|---|---|---|---|
| 0.5 | 5.7% | 2.4% | 5.1% | 5.7% |
| 0.4 | 8.4% | 3.7% | 8.5% | 8.2% |
| 0.3 | 11.0% | 5.1% | 11.9% | 10.8% |
| 0.2 | 14.4% | 6.6% | 15.4% | 13.3% |

*Sumber: (Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, 2012)*

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Sedangkan untuk jenis-jenis material kaca berdasarkan lapisannya ada berbagai macam :

### 1.2.1 *Clear Glass*

*Clear glass* atau kaca bening yang sering diartikan sebagai kaca polos atau float glass yang tidak memilikiki warna, rata, dan transparan. Kaca jenis ini tidak dianjurkan atau kurang cocok untuk digunakan pada eksterior bangunan bertingkat karena rendahnya kemampuan menahan dan memantulkan panas dan sinar matahari. Kaca bening memiliki ketebalan yang beranekaragam dapat disesuaikan dengan ukuran yang akan dibuat. Semakin besar ukurannya, maka semakin baik (patrialand.com)

Gambar 2.1 *Clear Glass*
Sumber : www.achipidi.net

### 1.2.2 *Tinted Glass*

*Tinted Glass* adalah kaca yang dapat memberikan warna pada kaca polos yang dilapisi dengan lembaran warna yang terbuat dari campuran logam, warna tersebut beranekaragam yakni, hitam, abu-abu, biru kehijauan, tembaga, biru gelap, hijau gelap, dan lain-lain . Kemampuan warna pada kaca dapat mereduksi cahaya dan panas matahari , dengan intensitas cahaya dan panas yang masuk pada warna berbeda seperti pada tabel 2.3, sehingga dapat mengurangi silau yang masuk dan menjaga privasi penghuninya. Untuk meningkatkan kegelapanya biasanya kaca ini dapat dilapisi hingga beberapa kali. Karena sifatnya

yang mereduksi cahaya dan matahari, penggunaan utama kaca warna adalah sebagai eksterior bangunan (patrialand.com).

Gambar 2.2 Tinted Glass

Sumber : www.temperedsolarglass.com

### *1.2.3 Reflective Glass*

*Reflective Glass* atau *one way glass* adalah kaca yang diberi lapisan logam atau oksida logam yang sangat tipis pada permukaanya yang dapat mengurangi panas dan silau matahari dan dapat memberikan efek cermin satu arah, jadi hanya terlihat transparan dari satu sisi saja dan sisi lainnya terlihat seperti cermin biasa. Sehingga dapat menjaga privasi, selain itu dapat digunakan sebagai kaca fasad struktural. Untuk penampilan pada kaca reflektif dapat dilapisi dengan warna perak, tembaga, emas dan tanah kemudian dikombinasikan dengan kaca berwarna agar memberikan eksterior pada bangunan yang indah. (www.glazette.com)

Gambar 2.3 Reflective Glass

Sumber : www.munculglass.com

### 1.2.4 *Low-E Double Glass*

*Coating* dilakukan pada salah satu bidang kaca dan dalam pemakaian permukaan kaca yang *di-coating* dapat diletakkan di luar atau di dalam bangunan. Karena di Indonesia radiasi panas adalah kendala, sedangkan radiasi cahaya adalah potensi maka dalam pemilihan *reflective glass*, angka yang harus diperhatikan adalah *reflectance* dan *solar factor* dari karakteristik energi (*energy characteristic*), serta *transmittance* dari karakteristik cahaya (*light characteristic).*

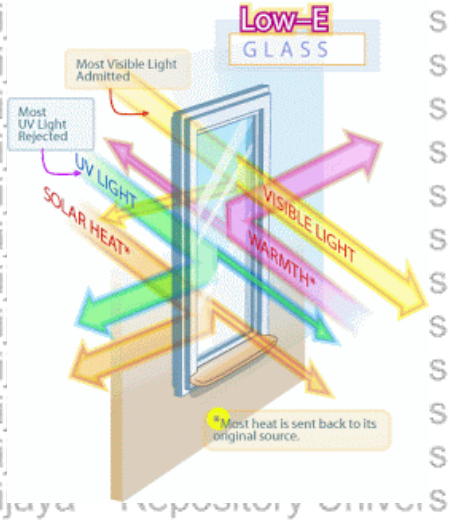
Berdasrkan data dari ketebalan jenis kaca yang dihitung berdasarkan standar NFRC 100 - 2010 and/or ISO/DIS 9050, ISO 9050 and EN 673, serta LBNL W5.2 for NFRC 100-2001 condition didapatkan nilai perpindahan panas melalui *transmittance, reflectance, absorption* dan U *value*. Perpindahan panas tersebut dilihat dari nilai U Value, yakni ukuran transmisi panas karena konduktansi termal dari material dan Single Glass Tipe Kaca Ketebalan (mm) Transmisi (%) *Reflectance (%) Absorption (%) U Value* (W/m²K)

Keadaan tersebut digunakan untuk membandingkan perbedaan suhu dalam dan luar ruangan isolasi produk kaca dan unitnya. Untuk satuan nilai U *Value* tersebut adalah watt per meter persegi per derajat Celcius atau Kelvin (K) (W/m² °C). Semakin rendah nilai U, semakin baik isolasi radiasi panas pada kaca atau sistem kaca. Selain data tabel diatas, terdapat penggunaan jenis kaca dengan nilai U Valuenya berdasarkan katalog online (www.bre.co.uk dan www.mwandd.co.uk), yakni:

a. *Single glazing U Value = 5.6 W/m²K*
b. *Double glazing (with air cavity) U Value = 2.8 W/m²K*
c. *Double glazing (with argon gas cavity ) U Value = 2.6 W/m²K*
d. *Double glazing, Low E Glass (with air cavity) U Value = 1.8 W/m²K*
e. *Double glazing, Low E glass (with argon gas cavity) U Value = 1.5 W/m²K*

*f. Double glazing Low E insulated (with argon gas cavity,) U value = 1.1 W/m²K*

*g. Double Glazed, High Solar Gain Low E glass with Metal and Non Metal Frame U Factor = 0.26*




Gambar 2.4 Ilustrasi Kaca Low-e

Sumber : www.metroglass.com

### *1.2.5 Solar Control Low E Glass*

Kaca dengan jenis ini memiliki fungsi untuk mengurangi panas matahari yang masuk sehingga dapat mengunagi beban energi yang digunakan.Ada banyak macam kaca dengan jenis kaca low-e. Berikut adalah spesifikasi pada berbagai macam jenis kac low-e untuk mengetahui SC pada kaca dan U value :

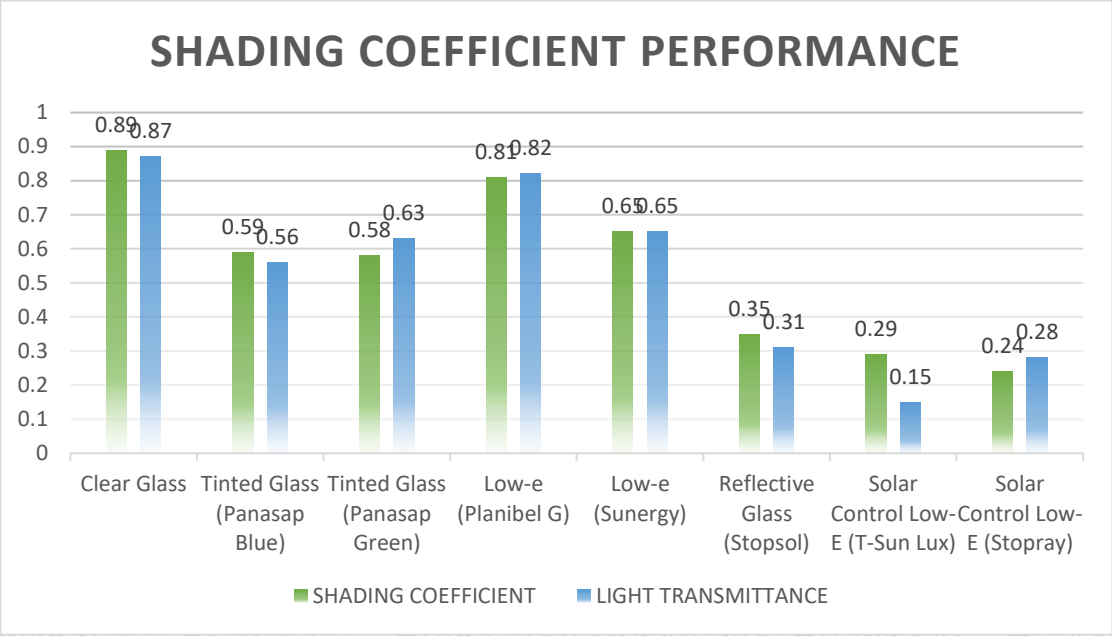



Diagram 2.1 *Shading Coefficient Performance*

*Sumber : www.amfg.co.id*

Selain nilai U, nilai *Shading Coefisient* kaca pada sebuah material kaca juga perlu diperhatikan karena akan mempengaruhi panas yang merambat pada selubung bangunan yang menggunakan dinding tembus cahaya. Semakin kecil nilai SC kaca maka semakin kecil beban panas yang merambat pada material kacanya.

Kaca low-e sendiri bekerja sebagai penangkal radiasi UV dari matahari supaya tidak masuk ke dalam bangunan dan dipantulkan. Sedangkan *solar control* bekerja dengan menahan radiasi matahari untuk tidak masuk ke dalam ruangan. Kelebihan penggunaan kaca *double coating low-e solar* mengurangi silau yang masuk ke dalam bangunan sehingga tetap nyaman untuk pengguna bangunan. Mangurangi panas yang masuk sehingga dapat mengurangi beban penggunaan pendingin ruangan. Pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruangan juga cukup dan tidak berlebihan.

## 1.3 Perhitungan Beban Panas (OTTV)

Teori OTTV *overall thermal transfer value* (SNI 03-6389 2011) adalah angka yang ditetapkan sebagai kriteria perancangan untuk selubung bangunan yang dikondisikan tujuannya adalah untuk mengetahui beban panas yang ada pada selubung bangunan. Selubung bangunan yang dimaksudkan adalah elemen bangunan yang menyelubungi bangunan gedung, yaitu dinding luar dan atap tembus atau yang tidak tembus cahaya dimana sebagian besar energi termal berpindah melalui elemen tersebut.Untuk membatasi perolehan panas akibat radiasi matahari lewat selubung bangunan, maka ditentukan nilai perpindahan termal menyeluruh untuk selubung bangunan tidak melebihi 35 watt/m2.

Nilai OTTV untuk setiap bidang dinding luar bangunan gedung dengan orientasi tertentu, dapat dihitung dengan persamaan berikut :

**OTTV = a.[(Uw x (1 – WWR)] x TDEk + (SC x WWR x SF) + (Uf x WWR x DT)**

### 2.3.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Nilai Beban Panas (OTTV)

Faktor-faktor yang mempengaruhi OTTV merupakan variabel yang berperan penting dan langsung didalam formulasi penghitungan besar nilai OTTV. Adapun variabel tersebut akan dijelaskan satu persatu sebagai berikut.

1. Absorbtansi radiasi matahari

   Nilai penyerapan energi termal akibat radiasi matahari pada suatu bahan dan yang ditentukan pula oleh warna bahan tersebut. Nilai absorbtansi radiasi matahari (α) untuk beberapa jenis permukaan dinding tak tembus cahaya dapat dilihat pada tabel

Tabel 2.5 Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk dinding luar dan atap tak tembus cahaya

| Cat permukaan dinding luar | a |
|---|---|
| Hitam merata | 0.95 |
| Pernis hitam | 0.92 |
| Abu-abu tua | 0.91 |
| Pernis biru tua | 0.91 |
| Cat minyak hitam | 0.9 |
| Coklat tua | 0.88 |
| Abu-abu/ biru tua | 0.88 |
| Biru/hijau tua | 0.88 |
| Coklat medium | 0.84 |
| Pernis hijau | 0.79 |
| Hijau Medium | 0.59 |
| Kuning medium | 0.58 |
| Hijau/biru medium | 0.57 |
| Hijau muda | 0.47 |
| Putih semi kilap | 0.3 |
| Putih kilap | 0.25 |
| Perak | 0.25 |
| Pernis putih | 0.21 |

*Sumber: SNI 03-6389-2011*

Tabel 2.6 Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk cat permukaan dinding luar

| Bahan dinding luar | a |
|---|---|
| Beton berat | 0.91 |
| Bata merah | 0.89 |
| Beton ringan | 0.86 |
| Kayu permukaan halus | 0.78 |
| beton bekas | 0.61 |
| Ubin puth | 0.58 |
| bata kuning tua | 0.56 |
| atap putih | 0.5 |
| Seng putih | 0.26 |
| Bata gelazur putih | 0.25 |
| Lembaran alumunium yang dikilapkan | 0.12 |

*Sumber: SNI 03-6389-2011*

2. Beda temperatur ekuivalen (Equivalent Temperature Difference = TDEk ) beda antara temperatur ruangan dan temperatur dinding luar atau atap yang diakibatkan oleh efek radiasi matahari dan

temperatur udara luar untuk keadaan yang dianggap quasistatik yang menimbulkan aliran kalor melalui dinding atau atap, yang ekuivalen dengan aliran kalor sesungguhnya.

Beda temperatur ekuivalen (TDEk) dipengaruhi oleh :

a. Tipe, massa dan densitas konstruksi.

b. Intensitas radiasi dan lamanya penyinaran.

c. Lokasi dan orientasi bangunan.

d. Kondisi perancangan.

Tabel 2.7 Beda temperatur ekuivalen untuk dinding

| Berat/satuan luas (kg/m²) | $TD_{EK}$ |
|---|---|
| Kurang dari 125 | 15 |
| 126-195 | 12 |
| Lebih dari 195 | 10 |

*Sumber: SNI 03-6389-2011*

3. Faktor radiasi matahari (Solar Factor = SF) laju rata-rata setiap jam dari radiasi matahari pada selang waktu tertentu yang sampai pada suatu permukaan. Faktor radiasi matahari dihitung antara jam 07.00 sampai dengan jam 18.00

Tabel 2.8 Faktor radiasi matahari (SF, W/m2) untuk berbagai orientasi.

| Orientasi | U | TL | T | TG | S | BD | B | BL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 130 | 113 | 112 | 97 | 97 | 176 | 243 | 211 |

*Sumber: SNI 03-6389-2011*

Keterangan :

Rata-rata untuk seluruh orientasi SF = 147

U = utara S = selatan

TL = timur laut

T = timur B = barat

TG = tenggara

BD = barat daya

BL = barat laut

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

4. Fenestrasi

Bukaan pada selubung bangunan.Fenestrasi dapat berlaku sebagai hubungan fisik dan/atau visual ke bagian luar gedung, serta menjadi jalan masuk radiasi matahari.Fenestrasi dapat dibuat tetap atau dibuat dapat dibuka.

5. Koefisien peneduh (Shading Coefficient = SC)

Angka perbandingan antara perolehan kalor melalui fenestrasi, dengan atau tanpa peneduh, dengan perolehan kalor melalui kaca biasa/bening setebal 3 mm tanpa peneduh yang ditempatkan pada fenestrasi yang sama. Elemen bangunan yang menyelubungi bangunan gedung, yaitu dinding dan atap tembus atau yang tidak tembus cahaya dimana sebagian besar energi termal berpindah melalui elemen tersebut. Koefisien peneduh tiap sistem fenestrasi dapat diperoleh dengan cara mengalikan besaran sc kaca dengan SC effektif dari kelengkapan peneduh luar, sehingga persamaannya menjadi:

**SC = SCk x SCEf**

dimana :

SC = koeffisien peneduh sistem fenestrasi.

SCk = koeffisien peneduh kaca.

SCEf = koeffisien peneduh effektif alat peneduh.

Angka koefisien peneduh kaca didasarkan atas nilai yang dicantumkan oleh pabrik pembuatnya, yang ditentukan berdasarkan sudut datang 450 terhadap garis normal. Pengaruh tirai dan atau korden di dalam bangunan gedung, khususnya untuk perhitungan OTTV, tidak termasuk yang diperhitungkan.

6. Luas permukaan selubung bangunan

Luas permukaan selubung bangunan terutama pada pemahaman WWR ( Wall to Window Ratio ) sangat berperan dalam penghitungan OTTV karenaberkaitan dengan besarnya luas paparan radiasi panas yang diterima pada bangunan.

## 1.4 Penelitian Terdahulu

Untuk melengkapi referensi penelitian, peneliti juga mencari sumber berdasarkan penelitian terdahulu yang memiliki topik yang sama untuk dijadikan referensi

a. Penelitian yang dilakukan oleh Wingky Aseani, Erni Setyowati dan Suzanna Ratih Sari dengan penelitiannya yang berjudul "Pengaruh Material Kaca Sebagai Selubung Bangunan Terhadap Besar Perpindahan Panas Pada Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah" yang diterbitkan pada tahun 2019. Penelitian ini membahas untuk mengetahui besarnya kinerja termal perpindahan panas matahari pada selubung bangunan dengan studi kasus Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah. Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif. Pendekatan kuantitatif dipilih karena proses penelitian yang menggunakan cakupan data berupa angka-angka dan dilakukan secara manual. Ruang Lingkup Penelitian Mengulas mengenai hal-hal berikut yaitu definisi dan teori OTTV pada bangunan Gedung, standar dan regulasi yang tertera pada SNI 03-6389-2011 3, deskripsi umum rancangan Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah dan ulasan perhitungan nilai OTTV.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah didapatkan nilai OTTV dinding fasade sebesar 35,5991 W/m2 . Maka nilai OTTV keseluruhan dinding tidak memenuhi persyaratan. Beberapa rekomendasi yang disarankan untuk perbaikan agar nilai OTTV keseluruhan dinding luar sesuai dengan ketentuan SNI-03-6389-2011 adalah penggunaan tipe Kaca yang ada di pasaran yang mempunyai nilai SC minimal 0,41 atau kaca jenis Low –E seperti Jenis SUNERGY Blue Green (SNBN) 8mm dan SUNERGY Euro Grey (SNGE) 8 mm yang mampu menurunkan nilai OTTV sehingga memenuhi persyaratan. Selain itu perlu mengurangi luas bukaan dinding kaca minimal 5% dari bidang kaca existing untuk mencapai nilai OTTV ≤ 35 W/m2.

b. Penelitian yang dilakukan oleh Apriliani Nur Setiani dengan judul "Perhitungan Overall Thermal Transfer Value pada Selubung Bangunan, Studi Kasus : Podium dan Tower Rumah Sakit Siloam pada Proyek Srondol" yang diterbitkan pada tahun 2017. Tujuan peneliti adalah untuk mengetahui apakah bangunan tersebut telah memenuhi standar OTTV untuk menjaga tidak terjadinya pemborosan energi. Metode yang digunakan adalah kuantitatif. Dalam penelitian ini, Penulis mengulas mengenai hal-hal berikut definisi dan teori OTTV pada bangunan Gedung, standar dan regulasi yang tertera pada SNI 03-6389-2011, deskripsi umum rancangan Srondol *Mixed Use Development*, ulasan perhitungan nilai OTTV, dan Rekomendasi / Saran sesuai.

Kesimpulan pada penelitian ini adalah besar nilai OTTV untuk Bangunan Rumah Sakit Siloam pada Proyek Srondol Mixed-Use Development adalah 28,82658 W/m2.

c. Penelitian yang dilakukan oleh Lili Kusumawati dengan Judul " Pengaruh Desain Fasade Terhadap Efisiensi Energi " yang dilakukan pada tahun 2014. Dengan membahas topik pengkajian apakah disain fasade tersebut dapat menghemat energi maka kita perlu memperhitungkan kinerja dari material yang digunakan. Metode yang digunakan adalah kuantitatif dengan mengukur tiap ruang pada objek penelitian. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah untuk efisiensi energi, yang semula desain awal (original) gedung tersebut menggunakan kaca clear 8 mm menghasilkan nilai OTTV 137.77W/m2 dapat diganti desain alternative yang masuk dalam pertimbangan desain terpilih adalah alternatif desain fasade dengan material selubung bangunan terdiri dari kaca murni, dengan jenis kaca Low e (Stopray Ace 52/26) Neutral Bluish Silver, menghasilkan OTTV 30.25 W/m2, yang berarti dapat menghemat 78% energi, alternatif desain fasade dengn material selubung bangunan terdiri dari pandrel, kaca stopsol super silver 12mm, dan parapet bata plester, menghasilkan OTTV 29.04 W/m2, yang berarti menghemat 78.9% energi, alternatif desain fasade

dengan material selubung bangunan terdiri dari pandrel, kaca T-Sunlux 12mm, dan parapet bata plester, menghasilkan OTTV 28.04 W/m2, yang berarti menghemat 79.6 % energi, alternatif desain fasade dengan material selubung bangunan terdiri dari pandrel, kaca Stopray AC 12mm clear, dan parapet bata plester, menghasilkan OTTV 23.37 W/m2, yang berarti menghemat 83 % energi.

## 1.5 Kerangka Teori

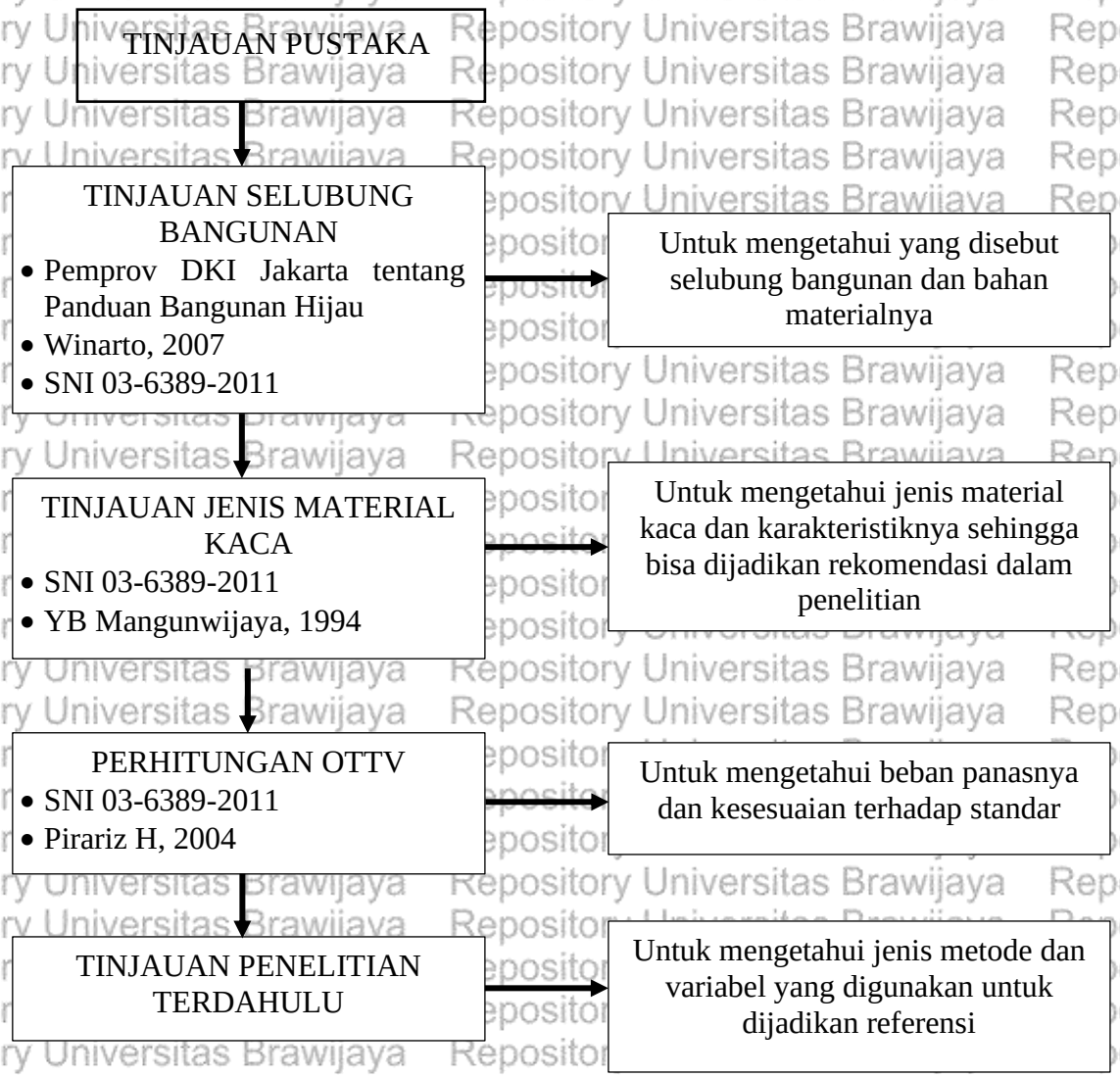



Diagram 2.2 Kerangka Teori

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Repository Universitas Brawijaya
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
REPOSITORY.UB.AC.ID

# BAB III
# METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Karena penelitiaan berhubungan pengukuran dan analisis data yang berupa angka. Dan juga dalam penelitian ini dilakukan etode manipulasi terhadap objek penelitian untuk mengetahui sebab akibatnya sehingga bisa ditarik kesimpulan.

## 3.1 Definisi Variabel dan Cara Pengukuran

Variabel dalam penelitian ini terdiri atas 2 kategori yang telah dijelaskan sebelumnya yang terdiri atas beberapa kriteria dan tolak ukur sebagai berikut :

### 1.1.1 OTTV (Overall Thermal Transfer Value)

Kategori ini mencakup aspek makro dan mikro yang perlu dipertimbangkan agar suatu bangunan yang akan dibangun memeproleh performa selubung bangunan yang baik.

Adapun kriteria dalam kategori ini adalah sebagai berikut

1. Dinding Utara
2. Dinding Selatan
3. Dinding Timur
4. Dinding Barat

Dari empat kriteria diatas memiliki persamaan tolok ukur yaitu :

- Absorbtansi radiasi matahari (α)
- Transmitans termal atap/dinding tak tembus cahaya (W/m².K)
- Luas atap/dinding yang tidak tembus cahaya (m²)
- Beda temperature ekuivalen (K)
- Koefisien peneduh dari system fenestrasi
- Faktor radiasi matahari (W/m²)
- Beda temperature perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam
- WWR
- Faktor radiasi sinar matahari (SF)
- Nilai transmitans termal system fenestrasi (Uf)
- Nilai OTTV yang tidak boleh lebih dari 35 W/m²

### 3.1.2 Metode perhitungan OTTV

Cara perhitungan OTTV ini menggunakan metode perhitungan yang diterbitkan oleh (Green Building Council Indonesia (GBCI), 2014) dengan nilai-nilai yang tetap mengacu pada SNI (Badan Standardisasi Nasional, 2011) yang dibagi menjadi tiga bagian yaitu :

1. **Perpindahan kalor melalui konduksi oleh material yang masif (Qw)**

$$Qw = \alpha \times Uw \times Aw \times TDek / Ai$$

- **Nilai absorbtansi panas atau α** adalah nilai penyerapan energi termal akibat radiasi matahari pada suatu bahan dan yang ditentukan pula oleh warna bahan tersebut. Apabila diketahui nilai α bahan dan nilai α cat maka :

$$\alpha\ total -= \alpha\ bahan \times \alpha\ cat$$

- **Luas dinding masif atau Aw** adalah luas area dinding yang tidak dapat ditembus cahaya termasuk dengan komponen bukaan seperti kusen dan yang lainnya pada suatu orientasi tertentu.
- **Luas dinding keseluruhan atau Ai** adalah luas total dinding massif dan dinding transparan pada suatu orientasi tertentu.
- **Nilai transmitansi termal dinding tak tembus cahaya atau Uw** adalah koefisien perpindahan kalor dari udara pada satu sisi bahan ke udara pada sisi lainnya.

$$Uw = 1/Rtotal$$

- **Beda temperature ekuivalen atau TDek** adalah beda antara temperature ruangan dan temperature dinding luar atap yang diakibatkan oleh efek radiasi matahari yang ekuivalen dengan aliran kalor sesungguhnya

2. **Perpindahan kalor melalui konduksi oleh material yang tidak transparan (Qf1)**

$$Qf = Uf \times Af \times \Delta T / Ai$$

- **Nilai transmitansi termal dinding tembus cahaya atau Uf** adalah koefisien perpindahan kalor dari udara pada satu sisi bahan ke udara pada sisi lainnya. Perhitungan mengacu pada bagan 1.

$$Uf = 1/Rtotal$$

- **Luas dinding masif atau Af** adalah luas dinding yang dapat ditembus cahaya tidak termasuk dengan komponen bukaan seperti kusen dan lainnya pada suatu orientasi tertentu.
- **Luas dinding keseluruhan atau Ai** adalah luas total dinding masif dan dinding transparan oleh suatu orientasi tertentu.
- **Beda temperature atau ΔT** adalah beda temperature perencanaan antara bagian ;uar dan bagian dalam, umumnya diambil 5K.

**3. Perpindahan kalor melalui konduksi oleh material yang transparan (Qf2)**

- **Faktor radiasi matahari atau SF** adalah angka perbandingan antara perolehan kalor melalui fenestrasi, dengan atau tanpa peneduh, dengan perolehan kalor melalui kaca biasa/bening setebal 3 mm tanpa peneduh yang ditempatkan pada fenestrasi yang sama
- **Luas dinding masih atau Af** adalah luas area dinding yang dapat ditembus cahaya tidak termasuk dengan komponen bukaan seperti kusen dan yang lainnya pada suatu orientasi tertentu.
- **Luas dinding keseluruhan atau Ai** adalah luas total dinding masif dan dinding transparan oleh suatu orientasi tertentu.
- **Koefisien peneduh dari system fenestrasi atau SC** adalah laju rata-rata setiap jam dari radiasi matahari pada selang waktu tertentu yang sampai pada suatu permukaan.

$$SC = SCk \times SCeff$$

Keterangan :

SCk : Koefisien peneduh kaca (dari pabrik)

SCeff : Koefisien peneduh efektif alat peneduh

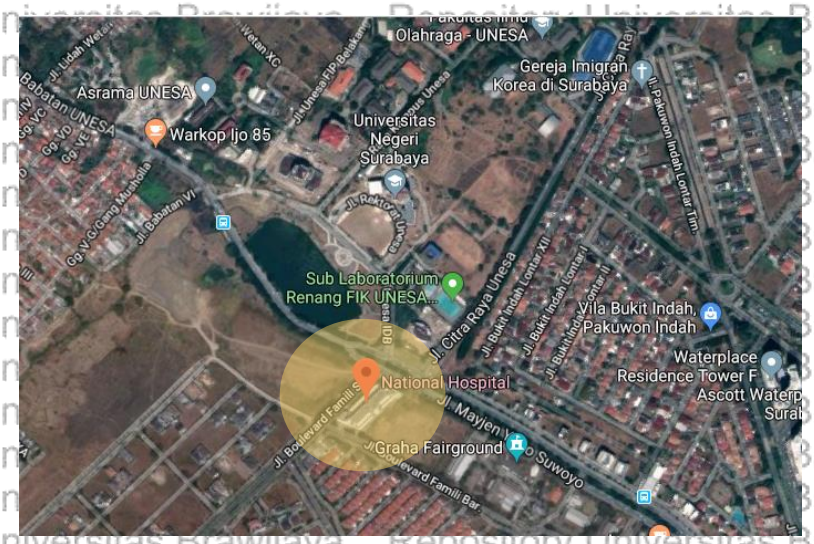
Jika terdapat teritisan/overstock diberi 0.5. Jika terekspos nilai 1. Terteduh total nilai 0. Untuk mencari nilai SCeff yang dimiliki, dibutuhkan nilai rasio proyeksi untuk peneduh horizontal maupun peneduh vertical terlebih dahulu.

Setelah melakukan perhitungan rasio peneduh, sesuaikan hasilnya dengan nilai SCeff yang tersedia pada Tabel Koefisien Peneduh Efektif Proyeksi Horizontal dan/atau Tabel Koefisien Peneduh Efektif Proyeksi Vertikal pada SNI 03-6389-2011 atau SNI 03-6389 terbaru sesuai dengan orientasinya.

Apabila selimut gedung memuliki peneduh vertical dan horizontal sekaligus maka nilai SCeff dapat juga dilihat pada tabel koefisien Pendeuh Efektif untuk peneduh berbentuk kotak (Egg-Crate Louvers) pada SNI 03-6389-2011 atau SNI 03-6389 terbaru sesuai dengan orientasinya.

## 1.2 Lokasi dan Obyek Penelitian

Dalam penyusunan seminar hasil ini, penelitian dilakukan di National Hospital Surabaya tepatnya di Jalan Boulevard Famili Sel. No Kav 1, Babatan, Wiyung, Kota Surabaya, Jawa Timur merupakan rumah sakit yang perencanaan pembangunannya menggunakan konsep bangunan hijau yang hemat energi.




Gambar 3.1 Peta Lokasi Objek Penelitian

*Sumber : www.gogle.co.id/maps/place/National+Hospital/*

Objek yang diteliti adalah beberapa titik di ruangan di lantai 1-10 dengan batasan ruang yaitu ruang yang terpapar secara langsung selubung bangunan berupa kaca emivisitas rendah dan penelitian dilakukan baik interior maupun eksterior bangunan.

Gambar 3.2 Objek Bangunan

*Sumber : www.gogle.co.id/maps/place/National+Hospital/*

## 1.3 Data dan Pengambilan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Data primer, berupa data-data yang terkait hasil rancangan dari studi kasus, yang ,meliputi laporan perancangan yang didalamnya menjelaskan konsep, anaslisis dan pertimbangan desain : gambar kerja dan spesifikasi material yang digunakan pada selubung bangunan.
2. Data sekunder, merupakan pengumpulan data secara tidak langsung yang berkaitan dengan objek penelitian. Sumber didapat dari buku-buku, dokumen, dinas-dinas terkait dan sumber referensi lainnya yang berkaitan dengan fungsi aktifitas pada objek penelitian

## 3.4 Kerangka Metode

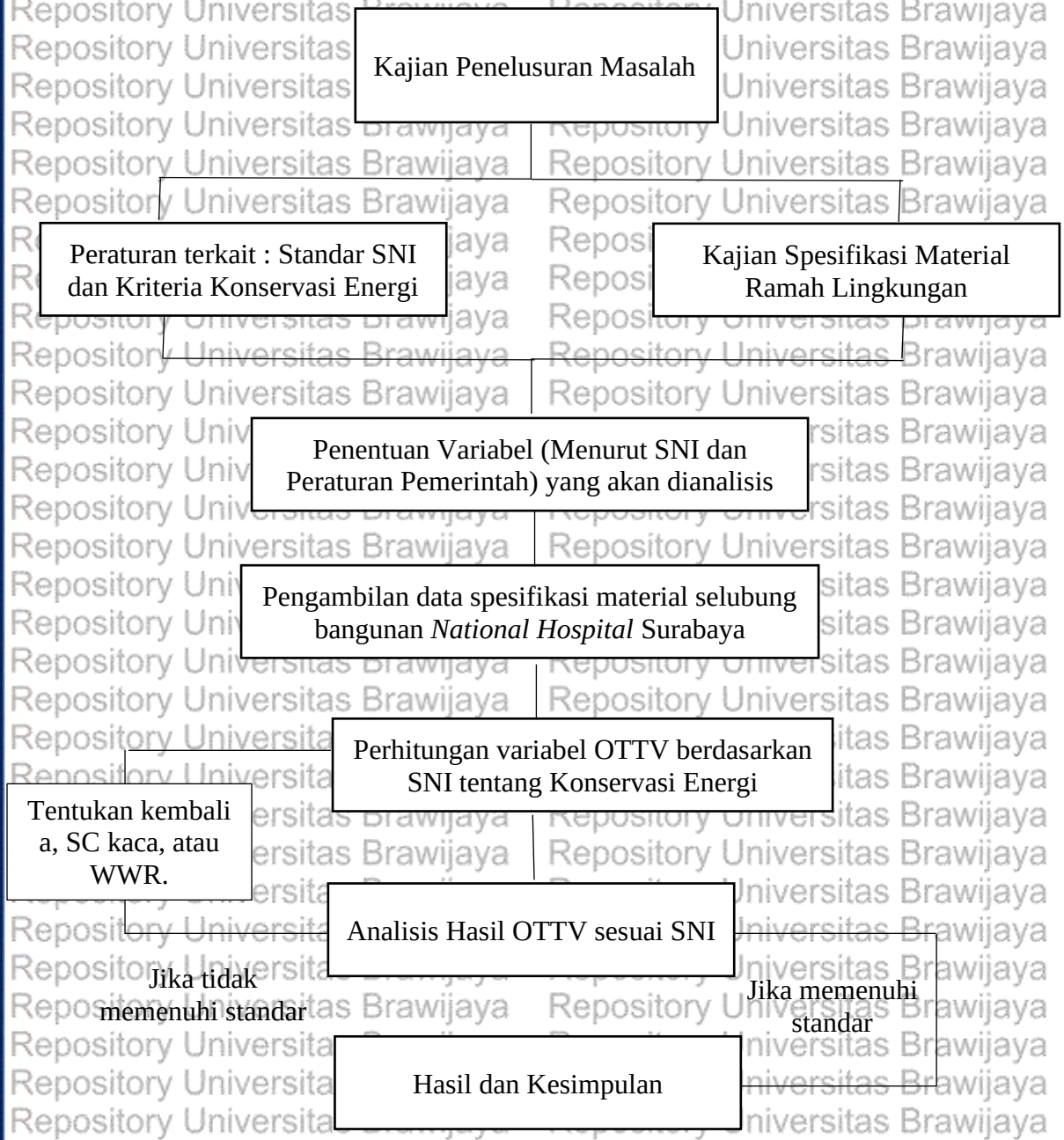



Diagram 3.3 Kerangka Metode

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Repository Universitas Brawijaya

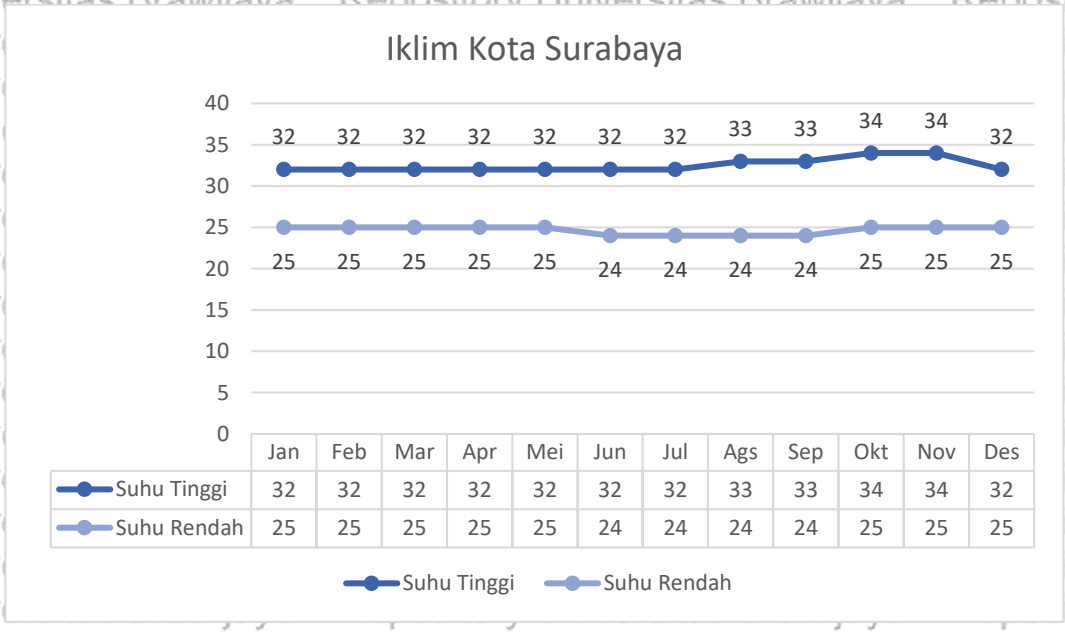
# BAB IV

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## 1.1 Deskripsi Objek

### 1.1.1 Kondisi Iklim Kota Surabaya

Objek penelitian berlokasi di Jalan Boulevard Famili Sel. No Kav 1, Babatan, Wiyung, Kota Surabaya, Jawa Timur dengan titik koordinat yang termasuk dalam iklim tropis dengan posisinya di sebelah selatan khatulistiwa dan berada di daerah dataran rendah dan dekat dengan laut maka mengakibatkan memiliki suhu luar yang tinggi rata-rata per tahun berkisar $32^0$ C hingga $34^0$ C (*national climatic data center*). Memiliki berbatasan di sebelah barat dengan Jalan Meyjen Suyono dan sebelah utara dan selatan mmerupakan tanah kosong yang lapang dan sebelah timur merupakan perumahan.



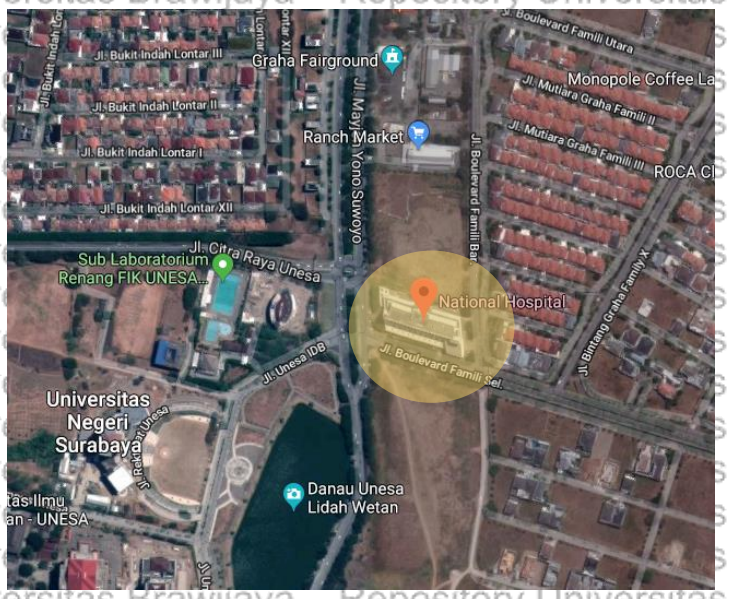

Grafik 4.1 Iklim Kota Surabaya

Dari data diatas maka dapat disimpulkan bahwa suhu rata rata tertinggi pada suhu $34^0$C dan suhu rata-rata paling rendah ada pada suhu $24^0$C. Sedangkan untuk rata-rata suhu luar adalah $32^0$C dan kelembaban udara sebesar 60% sedangkan panas radiasi sebesar 0.45kWH/$m^2$ (*weather data file* Surabaya ).

*Sumber : www.ncdc.noaa.gov*

### 1.1.2 Gambaran Umum Lingkungan Sekitar

Bangunan National Hospital Surabaya yang berada di Jalan Boulevarrd Famili Kota Surabaya ini memiliki batasan bangunan sebagai berikut :




Gambar 4.1 Peta Lokasi Objek Penelitian

1. Di sebelah selatan merupakan Jl. Boulevard Famili dan tanah kosong
2. Di Sebelah Timur merupakan perumahan dengan rata-rata adalah rumah 2 lantai
3. Di Sebelah Utara merupakan tanah kosong dan terdapat pasar modern dengan jarak 500 m
4. Di Sebelah Barat merupakan jalan arteri yaitu Jl.Mayjen Yono dan dekat dengan universitas UNESA
5. Berikut ini merupakan gambar lingkungan sekitar objek penelitian :

Gambar 4.2 Batas Sebelah Selatan

Gambar 4.3 Batas Sebelah Timur

Gambar 4.4 Batas Sebelah Utara

Gambar 4.5 Batas Sebelah Barat

### 1.1.3 Konsep Arsitektural Bangunan

Bangunan National Hospital Surabaya merupakan bangunan rumah sakit dengan perancangnya adalah Profesor Tay Keong Soon yang berasal dari Singapore. Rumah sakit yang dirancang dengan mengusung konsep *green building* atau arsitektur yang ramah lingkungan. Penerapan arsitektur hijau dilansir dari (www.nationalhospital.com) dalam perencanaannya, National Hospital Surabaya menerapkan berbagai macam komponen yang dapat menunjang bangunan yang hemat energi.

Beberapa perancangannya yaitu penggunaan pendingin udara (AC) yaitu sistem AC VRV (*variable refrigerant volume*) adalah sistem yang memiliki kemampuan untuk mencegah pendinginan pada ruangan yang berlebihan, sehingga dapat menghemat konsumsi penggunaan listrik pada bangunan. Sistem AC VRV juga memiliki tingkat kebisingan yang rendah dan tidak memakan tempat terlalu banyak karena dapat menggunakan satu unit outdoor untuk menyuplai beberapa unit indoor, serta dapat mengatur jadwal dan temperatur AC yang didinginkan secara terkomputerisasi Penggunaan *vaccum cleaner* terpusat yamng mampu menjaga kebersihan dengan tingkat yang tinggi.

Pada selubung bangunan yang dominan menggunakan material kaca, bangunan ini didesain dengan menggunakan bahan yang ramah

lingkungan yaitu dengan material kaca pelapis *low emisivity*. Kaca ini mampu mengurangi beban panas yang masuk sehingga berdampak pada konsumsi energi yang berkurang dan berdampak kepada beban pendingin ruangan. Selain material bangunan yang ramah lingkungan, orientasi bangunan juga berpengaruh terhadap kenyamanan penggunan bangunan terkait pencahayaan yang masuk. Bangunan ini memiliki orientasi bangunan membujur dari timur ke barat sehingga sisi terpanjang bangunan menghadap ke arah selatan utara sehingga tidak matahari secara langsung.

Gambar 4.6 Gedung National Hospital

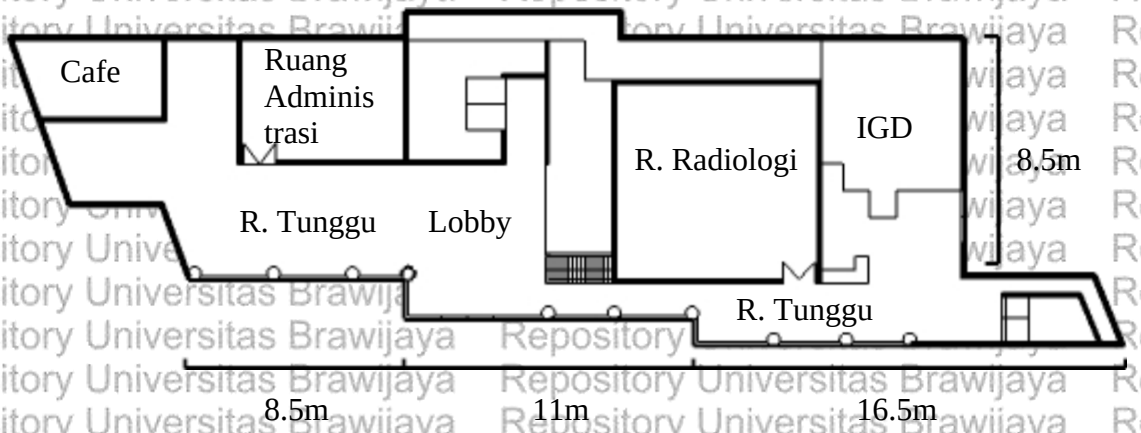
Berdasarkan data sekunder dan pengamatan yang dilakukan. Bangunan ini memiliki selubung bangunan yang sisi terpanjang yang menggunakan bidang kaca menghadap ke Selatan. Dengan ruang yang langsung terpapar berada pada lantai 1-3. Lantai 1 merupakan main lobby dan ruang tunggu bagi pengunjung. Sedangkan lantai 2 merupakan ruang tunggu bagi pengunjung untuk ke poli. Dan lantai 3 merupakan ruang tunggu pengunjung untuk ruang operasi. Sedangkan untuk lantai 5-10 adalah ruang rawat inap.

## 1.2 Kondisi Eksisting Bangunan

### 1.2.1 Fungsi Bangunan

National Hospital adalah salah satu Rumah Sakit di Surabaya yang perancangan bangunannya menggunakan konsep Arsitektur Hijau yang ramah lingkungan dan hemat energi. Berlokasi di Jalan Boulevard Famili Sel. No Kav 1, Babatan, Wiyung, Kota Surabaya, Jawa Timur. Dari sisi desain, bangunan National Hospital yang didominasi oleh kaca dibuat membujur dari timur ke barat, sehingga cahaya yang masuk ke gedung dari arah utara dan selatan, tidak menatap matahari langsung. Rumah sakit yang telah beroperasi sejak akhir tahun lalu ini didirikan di atas lahan seluas 8.530 meter persegi dan memiliki luas bangunan 32.000 meter persegi. National Hospital juga memiliki fasilitas pelayanan kesehatan yang terintegrasi, antara lain *emergency room* dengan 8 tempat tidur, 30 kamar klinik spesialis, dan 123 kamar rawat inap. Saat ini tersedia 250 tempat tidur yang terdiri dari kelas 3 hingga Suite Room, serta kamar Isolasi.

1. Lantai 1 National Hospital Surabaya



Gambar 4.7 Denah Lantai 1 dan Kondisi Eksisiting

Lantai 1 merupakan ruang yang difungsikan sebagai ruang publik. Memiliki luas sebesar 3.057m$^2$ juga tinggi bangunan adalah 3,5 m dan terdiri dari ruang lobby, ruang administrasi, ruang apotek, ruang gawat darurat, ruang radiologi, toilet, dan cafe. Pada lantai 1 sisi terpanjang menghadap utara-selatan dan berorientasi ke arah selatan bangunan. Diluar bangunan terdapat *drop zone* dan ternaungi bangunan. Pada area ini, terlihat penggunaan selubung bangunan tembus cahaya dengan material kaca ada pada sepanjang sisi selatan bangunan untuk memaksimalkan pencahayaan alami yang masuk sehingga terlihat minim penggunaan pencahayaan dari lampu dari pagi pukul 06.00 WIB hingga sore hari pukul 17.00 WIB. Namun untuk penggunaan pendingin ruangan stabil pada suhu 24-27$^0$C.

Berikut adalah ruang di lantai 1 yang langsung terpapar sinar matahari dengan penggunaan selubung bangunan menggunakan material kaca :

a. Lobby dan Ruang Administrasi

Pada ruang publik seperti lobby dan area administrasi yang terbuka tanpa sekat, area ini memiliki area yang luas dan mendapat kenyamanan pencahayaan alami yang baik dari penggunaan material kaca di sepanjang sisi bangunan. Area lobby memiliki ruang tunggu bagi pengunjung yang datang dan berjarak kurang dari 1 m dari jendela kaca. Sehingga penting untuk memperhatikan kenyamanan pengguna bangunan di dalamnya supaya tidak terkena silau dari sinar

matahri langsung. Aktivitas yang terlihat adalah duduk, berdiri, dan ramai pada pukul 11.00 WIB sampai dengan pukul 15.00 WIB.

Gambar 4.8 Kondisi Area Lobby

b. Ruang Radiologi

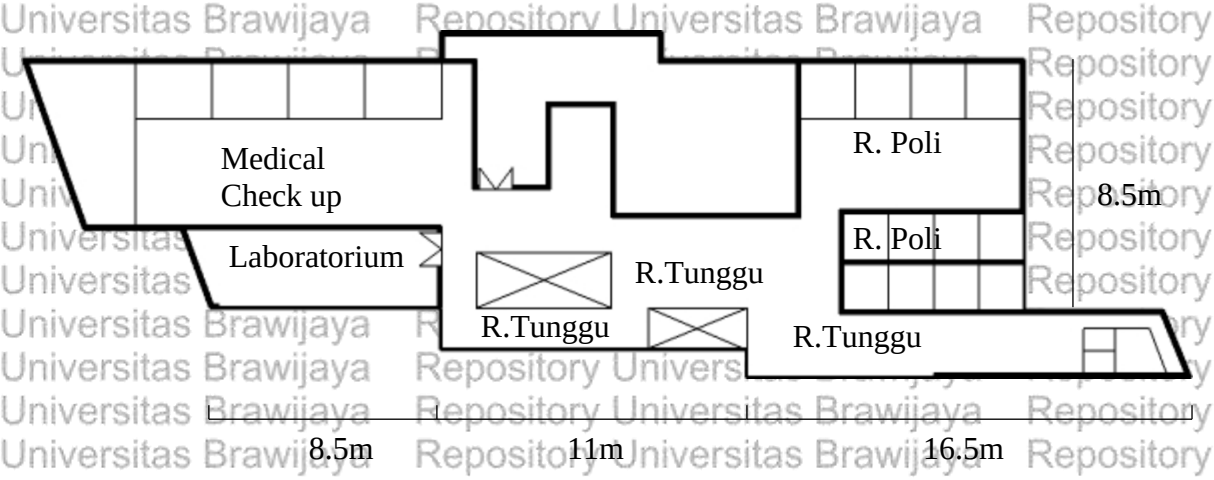
Ruang radiologi merupakan salah satu ruang dengan zonasi semi private dan memiliki ruang yang tertutup di lantai 1 ini. Terdiri dari beberapa sekat ruang untuk masuk para pasien dengan pembagian fungsinya masing-masing dan terdapat aktivitas yang fungsional. Ruang ini tidak memiliki jendela tembus cahaya karena fungsi ruangan yang membutuhkan dan menggunakan pencahayaan buatan. Ruang ini hanya terdapat akses pintu masuk dan keluar.

c. Ruang IGD

Di lantai 1 juga terdapat ruang gawat darurat supaya mudah dalam mengaksesnya. Ruang yang termasuk dalam zona private ini memiliki ruang yang sangat tertutup dan hanya terdapat satu ruang besar dengan *double door* dan tidak terdapat jendela

tembus cahaya sehingga keseluruhan ruang ini menggunakan pencahayaan buatan dan penghawaan buatan sepanjang waktu yang disebabkan oleh fungsi ruang itu sendiri dan membutuhkan udara yang steril.

2. Lantai 2 National Hospital Surabaya



Gambar 4.9 Denah Lantai 2 dan Kondisi Eksisiting

Lantai 2 bangunan National Hospital Surabaya masih difungsikan sebagai ruang publik dan semi private yaitu ruang laboratorium, ruang spesialis dari THT, mata, gigi, kandungan, anak, psikiatri, dan ruang administrasi dan ruang tunggu pasien.

Seperti kondisi eksisting pada lantai 1, lantai 2 ini memiliki selubung bangunan tembus cahaya di sepanjang sisi selatannya. Sehingga pencahayaan alami masuk dengan sangat baik dan minim penggunaan pencahayaan buatan. Namun tidak ada bukaan karena fungsi ruangnya yang membutuhkan udara yang steril.

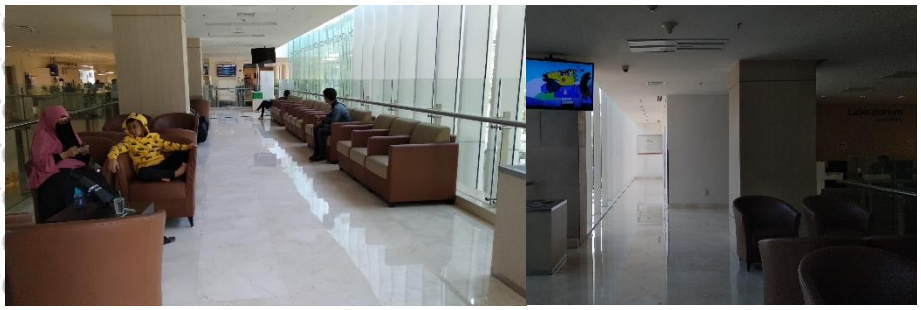
Berikut adalah ruang di lantai 2 yang langsung terpapar sinar matahari dengan penggunaan selubung bangunan menggunakan material kaca :

a. Ruang Adminstrasi dan Ruang Tunggu

Ruang publik ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu ruang tunggu untuk poli ibu dan anak pada sisi timur, lalu ruang tunggu administrasi di bagian tengah, dan ruang tunggu di sebelah barat untuk pasien poli THT. Aktivitas mulai ramai pada saat pukul 11.00—16.00 WIB dengan aktivitas duduk, membaca, menonton tv, berdiri, bermain bagi anak-anak yang menunggu.

Gambar 4.10 Ruang Tunggu Sisi Timur

Gambar 4.11 Ruang Tunggu Tengah



Gambar 4.12 Ruang Tunggu Sisi Barat

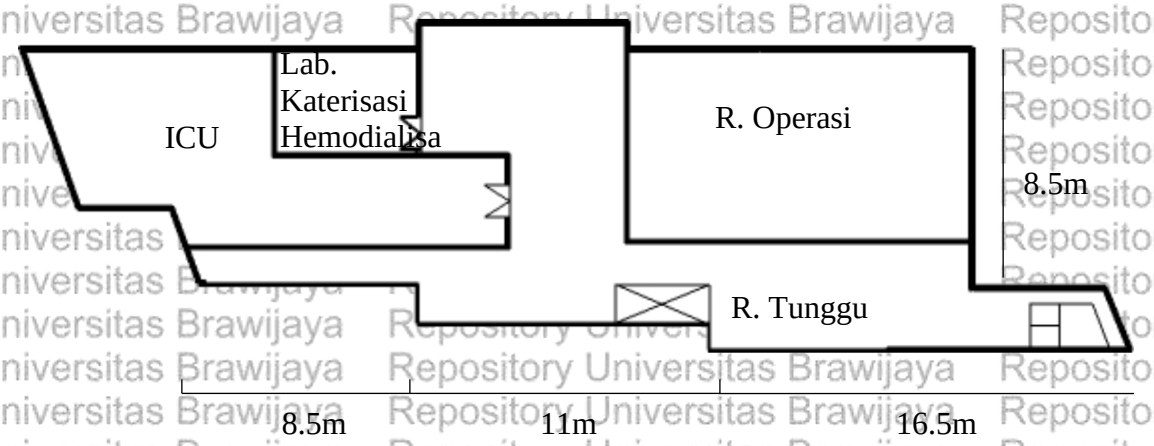
b. Laboratorium

Ruang ini merupakan ruang private yang hanya yang berkepentingan khusus saja. Maka dari itu, ruang ini tertutup dan tidak ada jendela langsung yang menghadap keluar. Hanya diberikan pintu sebagai akses keluar-masuk ruangan.

c. Ruang Spesialis

Ruang spesialis biasa disebut juga ruang poli yang berfungsi sebagai rung pemeriksaan yang dibagi sesuai dengan fungsi ruang seperti THT, mata, gigi, kandungan, anak, dan psikiatri. Ruang ini adalah ruang single loaded pada sisi utara bangunan dan memiliki dinding tembus cahaya untuk masuknya pencahayaan alami.

3. Lantai 3 National Hospital Surabaya



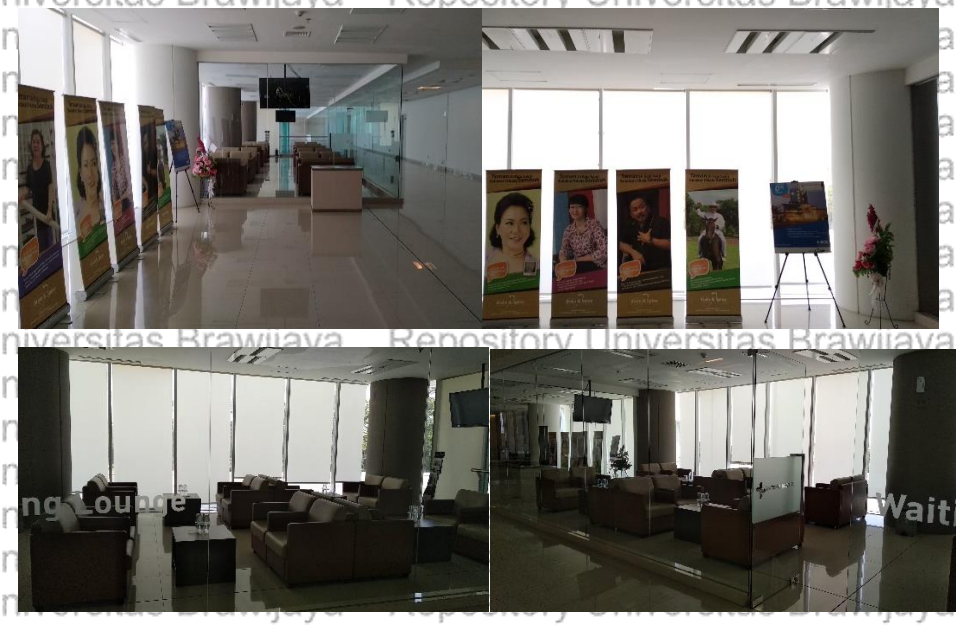
Gambar 4.13 Denah Lantai 3 dan Kondisi Eksisiting

Pada lantai 3 bangunan National Hospital Surabaya, memiliki tinggi bangunan 3 m dan memiliki banyak fungsi ruang privat yaitu ruang tunggu pengunjung dan pasien, ruang ICU, ruang operasi, ruang administrasi, ruang labortaorium kateriasisai, dan ruang hemodialisa. Di lantai 3 ini banyak ruang tertutup karena fungsinya yang privat.

Berikut adalah ruang di lantai 2 yang langsung terpapar sinar matahari dengan penggunaan selubung bangunan menggunakan material kaca :

a. Ruang tunggu operasi dan ICU

Ruang tunggu pengunjung dan pasien operasi dan ICU ini memiliki ruang 1 ruang tunggu seluas 74m$^2$ dan memiliki dampak langsung dari selubung bangunan pada dinding tembus cahayanya. Namun, karena fenetrasi yang minim maka untuk menghalau silau dari sinar matahari yang masuk maka digunakan tirai pada jendela. Di lantai ini tidak ada bukaan untuk memaksimalkan penghawaan alami maka digunakan penghawaan buatan yang suhunya stabil dan minim penggunaan pencahayaan buatan. Aktivitas cenderung tidak banyak dan sepi.



Gambar 4.14 Ruang Tunggu Operasi

Gambar 4.15 Koridor dan Tirai Jendela

b. Kamar Operasi dan Ruang Lab. Katerisasi dan Hemodialisa

Pada ruang operasi, merupakan ruang yang tertutup dan tidak adanya jendela untuk pencahayaan alami karena fungsi ruangnya yang sangat privat dan banyak dibutuhkan pencahayaan buatan.

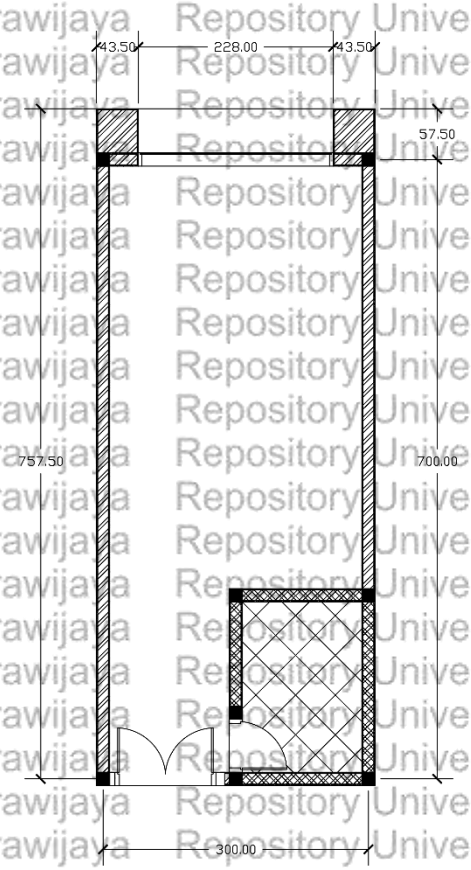
Ruang Lab berada di sebelah utara bangunan dan memiliki jendela kaca yang terkena cahaya dari arah selatan. Ruang ini juga termasuk ruang privat.

4. Ruang Rawat Inap

Untuk ruang rawat inap pada bangunan ada pada lantai 5 sampai lantai 10 dan terdapat jumlah keseluruhan 123 kamar rawat inap yang terbagi menjadi 3 kelas yaitu kelas eksekutif, kelas VIP, dan VVIP.

a. Ruang Eksekutif

Ruang inap eksekutif merupakan ruang inap yang memiliki standar dengan kelas yang paling rendah di National Hospital Surabaya dengan luas ruangan yaitu 21m$^2$ .



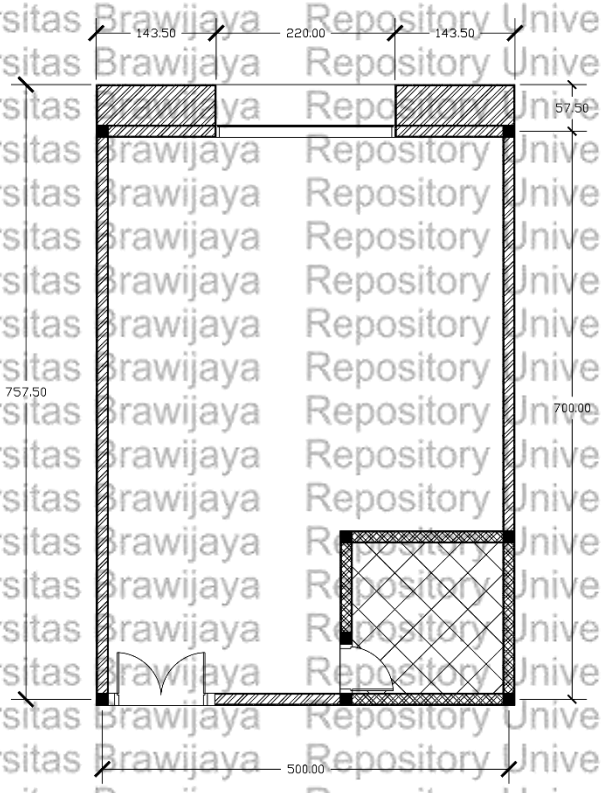

Gambar 4.16 Denah Ruang Inap Eksekutif

Gambar 4.17 Interior Ruang Eksekutif

Ruang inap ini memiliki jendela kaca yang berukuran 2,28 x 2,8 m dan berjenis kaca *low-e clear* dan memiliki dinding berwarna putih sehingga terkesan silau karena banyak cahaya yang dipantulkan. Dengan perbandingan ruang dan besarnya jendela pada ruangan, serta penempatan tempat tidur yang diletakan di dekat jendela maka akan mempengaruhi kenyamanan pengguna kamar dari segi banyaknya cahaya yang masuk ke dalam ruangan. Sedangkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 24 Tahun 2016 Tentang Persyaratan Teknis Bangunan dan Prasarana Rumah Sakit, bangunan rumah sakit harus mempertimbangkan pencahayaan alami dna buatan yang optimal sehingga tidak menimbulkan silau atau pantulan.

b. Ruang VIP

Kamar dengan kelas menengah pada rumah sakit ini sudah termasuk kelas VIP dengan fasilitas yang memadai dan memiliki luas ruangan 35m$^2$.




Gambar 4.18 Denah Ruang Inap VIP

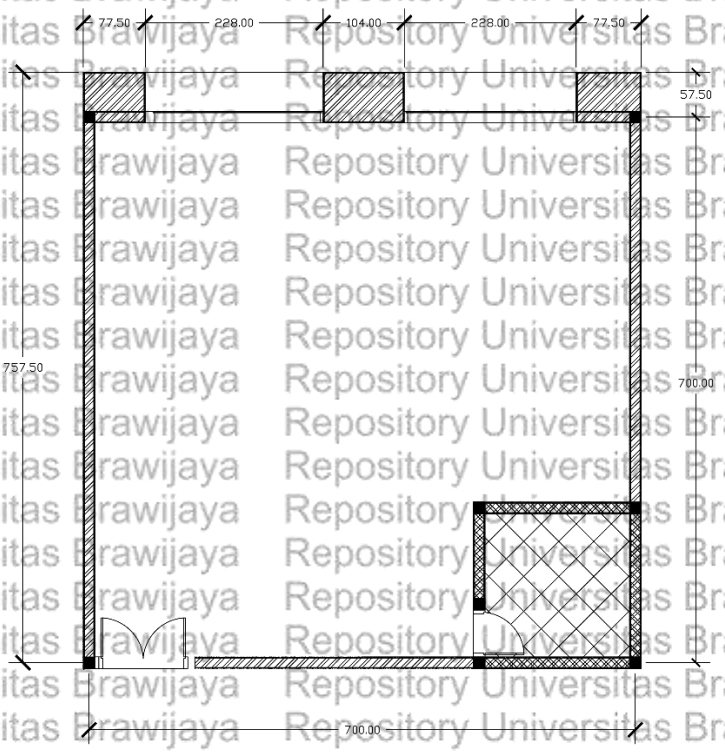
Gambar 4.19 Interior Ruang Inap VIP

Interior ruang pada ruang inap VIP memiliki perpaduan warna putih dan krem dan memiliki jendela kaca di sisi samping kamar tidur yang berukuran 2,28 x 2,8 m dan berjenis kaca *low-e clear*. Untuk meminimalisir cahaya matahari yang masuk, disediakan tirai berwarna putih untuk menghalau silau yang masuk ke dalam ruangan. Rawat inap ini juga memiliki fenetrasi pada jendelanya sehingga meminimalisir perambatan radiasi matahari yang masuk dan pencahayaan alami yang masuk akan

cukup baik. Dan untuk peghawaan dari AC bisa diatur sendiri sesuai kebutuhan pemilik dan pengguna ruangan.

c. Ruang VVIP

Standar ruang rawat inap paling tinggi pada bangunan ini adalah rawat inap kelas VVIP yang memiliki luas ruangan 49m$^2$ dan memiliki fasilitias yang mewah dan lengkap untuk kenyamanan pengguna ruang.



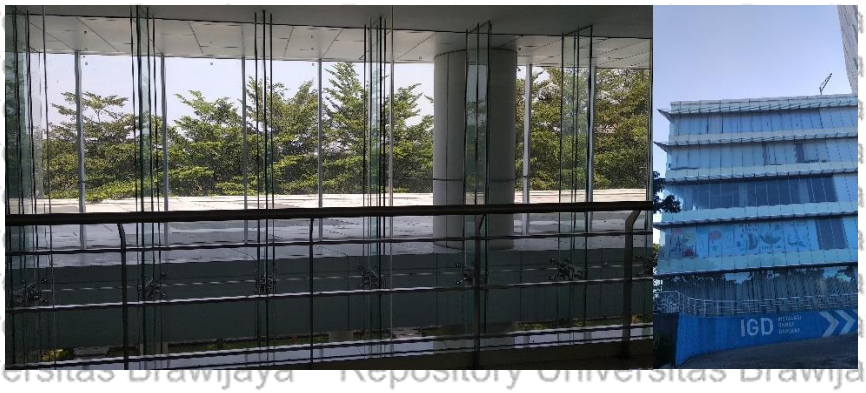

Gambar 4.20 Denah Ruang Inap VVIP

Gambar 4.21 Interior Ruang Inap VVIP

Interior pada kamar inap ini memiliki warna dominan krem dan coklat sehingga tidak terlalu memantulkan cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan. Memiliki 2 jendela kaca pada sisi ruang sehingga cahaya alami masuk dengan maksimal ditambah dengan adanya fenetrasi dan tirai untuk mengurangi silau dan radiasi matahari yang masuk berlebih pada jam tertentu. Jenis kaca yang digunakan adalah kaca *low-e clear*. Selain itu, jarak antara jendela dan tempat tidur tidak terlalu dekat dan terdapat tirai sebagai penyekat ruang.

### 1.2.2 Kondisi Selubung Bangunan

Menurut SNI Konservasi Energi Selubung Bangungan Tahun 2011 dijelaskan bahwa selubung bangunan merupakan bagian pelingkup bangunan baik dinding atau atap yang meliputi bidang transparan tembus cahaya maupun bidang tidak tembus cahaya dimana energi termal merambat dan berpindah dari elemen tersebut. Dari pernyataan tersebut maka selubung bangunannya ada dinding yang tembus cahaya dan tidak tembus cahaya, bangunan National Hospital Surabaya memiliki selubung bangunan yang sebagian sisinya menggunakan material kaca dengan jenis *low-e* dan warna kaca yang *clear* dengan orientasi sisi terbpanjang bangunan menghadap utara-selatan sebagai pertimbahangan masuknya pencahayaan alami yang cukup. Untuk material dinding tidak tembus cahaya, bangunan ini menggunakan bata ringan dan batu bata yang dirancang sesuai dengan ruangannya masing-masing.




Gambar 4.22 Selubung Bangunan

Sedangkan warna eksterior bangunan ini adalah dominan putih dan warna abu-abu, untuk interior bangunan dominan putih dan krem juga coklat. Warna cat yang digunakan nantinya akan berdampak pada banyak sedikitnya absorbsi radiasi matahari yang merambat pada bangunan ini. Dalam SNI 03-6389-2011 Tentang konservasi Energi sudah diatur warna yang baik untuk mengurangi radiasi matahari yang merambat.

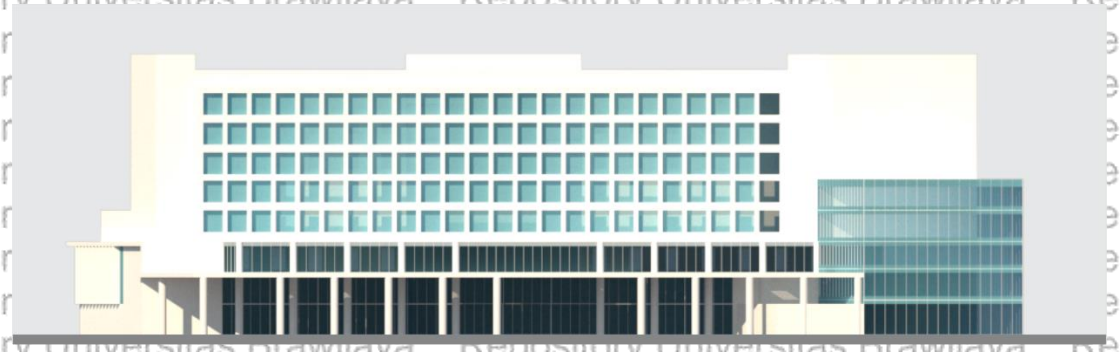
Pemilihan material diharapkan sesuai dengan fungsi bangunan tersebut dan bisa berdampak positif bagi kenyamanan pengguna ruangan dan juga lingkungan bangunan, serta dapat menggunakan energi dengan optimal dan tidak berlebihan.

Berikut ini adalah visualisasi tampak bangunan dari tiap orientasi :

**a. Selatan**

Bangunan ini menggunakan bidang kaca yang cukup dominan pada sisi yang menghadap Selatan terutama pada lantau

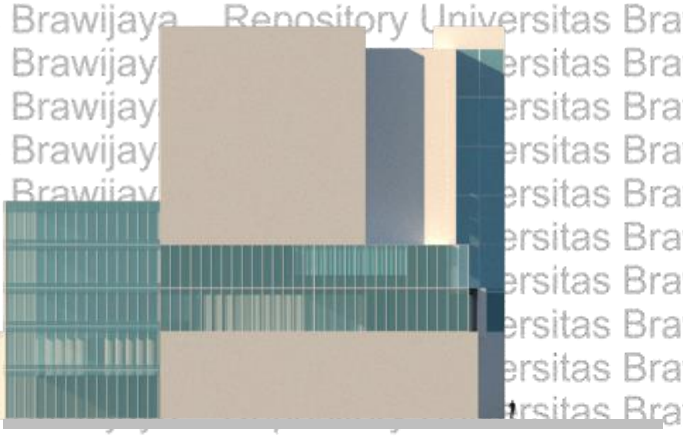
1-3 yang ruangnya bersifat publik karena pada sisi ini terdapat pintu masuk utama



Gambar 4.23 Bangunan dengan orientasi Selatan

**b. Timur**

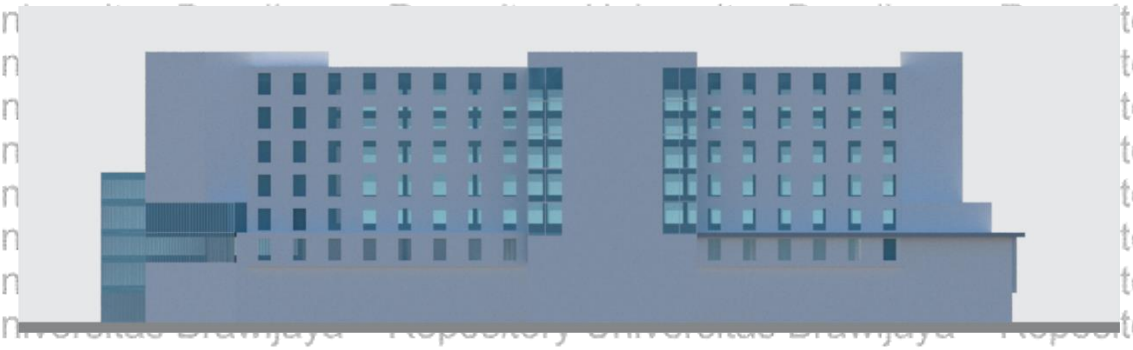
Pada sisi Timur bangunan, dominan bidang kaca namun tidak pada bangunan utama rumah sakit, melainkan bangunan yang memiliki fungsi tambahan saja. Untuk bangunan utama, memiliki dinding yang dominan masif.



Gambar 4.24 Bangunan dengan orientasi Timur

**c. Utara**

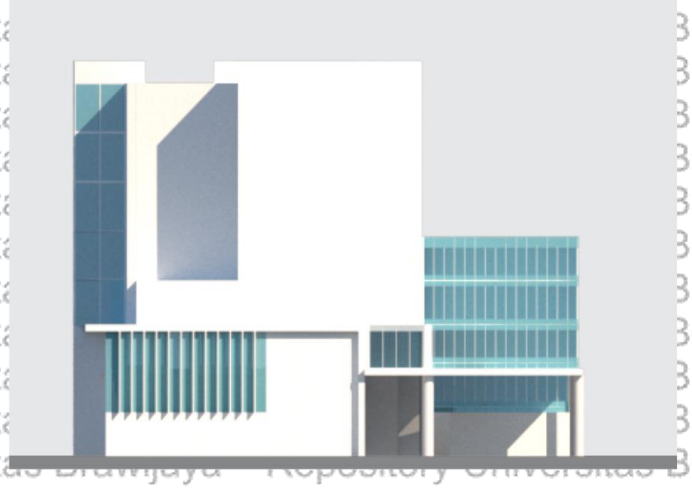
Sisi utara bangunan terdiri dari ruangan poli, ruang inap, dan juga ruang kantor. Sehingga terdapat bangunan yang masif dan juga bidang kaca yang merata pada bangunan.



Gambar 4.25 Bangunan dengan orientasi Utara

**d. Barat**

Objek bangunan dengan orientasi barat merupakan bangunan yang masif dibandingkan sisi bangunan lainnya. Karena pengaruh cahaya matahari yang masuk lebih panas menurut waktu panasnya matahari. Maka dari itu penggunaan bidang kaca lebih diminimalisir.



Gambar 4.26 Bangunan dengan orientasi Barat

## 1.3 Perhitungan Beban Panas Berdasarkan Jenis Material Kaca

### 1.3.1 Penentuan Nilai Variabel pada OTTV

Sebelum melakukan tahap perhitungan OTTV (Overall Thermal Transfer Value) maka perlu dilakukan penentuan nilai variable yang nantinya dapat memudahkan dalam perhitungan nilai OTTV. Ada beberapa aspek yaitu Absorbtansi radiasi matahari (α), transmitans termal dinding tak tembus cahaya (W/m².K), luas dinding yang tidak tembus cahaya (m²), beda temperature ekuivalen (TDek), nilai transmitansi termal dinding tembus cahaya atau Uf, dan perbanding luas jendela dan dinding luar yang telah ditentukan (WWR).

**1. Absorbtansi radiasi matahari (α)**

Nilai absorbtansi radiasi matahari bahan ACP (Alumunium Composite Panel) beton ringan plesteran warna cat putih

α = (α dinding + α warna) : 2

= ( 0,86 + 0,3) : 2

= 0.56

Nilai absorbtansi radiasi matahari bahan ACP (Alumunium Composite Panel) bata plesteran warna cat abu-abu

α = (α dinding + α warna) : 2

= ( 0,89 + 0,88) : 2

= 0.885

Nilai absorbtansi radiasi matahari bahan ACP (Alumunium Composite Panel) bata plesteran warna cat putih

α = (α dinding + α warna) : 2
= ( 0,89 + 0,3) : 2
= 0.59

**2. Nilai Tranmintasi Termal Dinding Tak Tembus Cahaya (Uw)**

Menentukan Nilai Uw :

Tabel 4.1 Perhitungan Nilai Uw

| Komponen Masif | Konduksi | Tebal | Densitas | Resistensi | Berat |
|---|---|---|---|---|---|
| Udara Luar | | | | 0.044 | |
| Dinding Bata | 0.807 | 0.12 | 1760 | 0.149 | 211.2 |
| Plester Semen | 0.533 | 0.03 | 1580 | 0.056 | 47.4 |
| Udara Dalam | | | | 0.12 | |
| | | | Total | 0.369 | 258.6 |

Uw = 1 / Rtotal
= 1 / 0.389
= 2.710

Keterangan :

- Nilai konduksi dan densitas material diperoleh dari lampiran tabel SNI mengenai nilai K bahan bangunan, sedangkan tebal material diperoleh dari data spesifikasi material yang digunakan pada selubung.
- Nilai Resistensi udara ada pada tabel SNI dan untuk resistensi bahan didapat dari tebal bahan dibagi dengan nilai konduksi
- Pada total berat material yang ditunjukkan pada kolom di atas menghasilkan nilai 258.6 kg/m², jika disesuaikan dari Maka diperoleh bahwa berat total adalah lebih besar dari 195. Sehingga **TDek bernilai 10**.

Tabel 4.2 Perhitungan Nilai Uw

| Komponen Masif | Konduksi | Tebal | Densitas | Resistensi | Berat |
|---|---|---|---|---|---|
| Udara Luar | | | | 0.044 | |
| Beton Ringan | 0.303 | 0.12 | 960 | 0.396 | 240 |
| Plester Semen | 0.533 | 0.03 | 1580 | 0.056 | 47.4 |
| Udara Dalam | | | | 0.12 | |
| | | | Total | 0.616 | 287.6 |

Uw = 1 / Rtotal
= 1 / 0.389
= 1.623

Keterangan :

- Nilai konduksi dan densitas material diperoleh dari lampiran tabel SNI mengenai nilai K bahan bangunan, sedangkan tebal material diperoleh dari data spesifikasi material yang digunakan pada selubung.
- Nilai Resistensi udara ada pada tabel SNI dan untuk resistensi bahan didapat dari tebal bahan dibagi dengan nilai konduksi
- Pada total berat material yang ditunjukkan pada kolom di atas menghasilkan nilai 287.6 kg/m², jika disesuaikan dari Maka diperoleh bahwa berat total adalah lebih besar dari 195. Sehingga **TDek bernilai 10**.

**3. Perbandingan Luas Jendela dengan Dinding Luar (WWR)**

Tabel 4.3 Perbandingan nilai WWR

| | Luas Jendela ($m^2$) | Dinding Luar ($m^2$) | **WWR** |
|---|---|---|---|
| Selatan | **1.925,25** | **1.376,45** | **1,39** |
| Timur | **640,64** | **4.473,49** | **0,14** |
| Utara | **601,32** | **2.635,91** | **0,22** |
| Barat | **393,44** | **781,74** | **0,50** |

**4. Faktor Radiasi Matahari (SF)**

Faktor radiasi matahari merupakan laju rata-rata setiap jamnya berdasarkan jam panas matahari dari pukul 09.00-17.00 WIB.

Tabel 4.4 Faktor Radiasi Matahari Berdasarkan Orientasi

| Orientasi | Utara | Timur | Selatan | Barat |
|---|---|---|---|---|
| | 130 | 112 | 97 | 243 |

Sumber : SNI 03-6389-2011

**5. Nilai Tranmitansi Termal Sistem Fenetrasi (Uf)**

Kaca Uf = 1 / R(eks + bahan + int)
= 1 / (0.05+4.2+0.12)
= 5.0 W/$m^2$ degK

**6. Luas Dinding yang Dihitung (Aoi)**

Nilai Aoi merupakan luas total dinding secara keseluruhan pada bangunan :

Tabel 4.5 luas dinding bangunan

| | Luas Jendela ($m^2$) | Dinding Luar ($m^2$) | Jumlah |
|---|---|---|---|
| Selatan | 1.925,25 | 1.376,45 | 3.301,7 |
| Timur | 640,64 | 4.473,49 | 5.114,13 |
| Utara | 601,32 | 2.635,91 | 3.237,23 |
| Barat | 393,44 | 781,74 | 1.175,18 |
| | | ∑Aoi | 12.828,24 |

**1.3.2 Perhitungan OTTV Berdasarkan Jenis Material Kaca**

**1. Clear Glass**

Clear Glass atau biasa yang disebut dengan kaca bening merupakan kaca yang tidak memiliki warna dan memiliki permukaan yang halus dan bersih. Kelebihan kaca jenis ini yaitu mampu membiaskan objek mendekati sempurna yaitu sebesar lebih dari 90%. Kaca ini bisa diaplikasikan baik di interior bangunan maupun eksterior. Namun kaca ini memiliki kekurangan yaitu tidak bisa memantulkan cahaya atau sinar matahari yang masuk juga kurang mampu dalam menahan radiasi matahari yang masuk. Maka dari itu, kaca jenis ini kurang disarankan untuk bangunan bertingkat tinggi.

Gambar 4.27 Penggunaan kaca *clear glass*

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**a. Perhitungan SC Kaca**

Tabel 4.6 Perhitungan SC Clear Glass

| | | | | Spesifikasi Peneduh Luar | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nama | SC | U value | Peneduh Luar | p | l | Θ | Sef |
| Clear Lamminated | 0.8 | 4.99 | yes | 1.2 | 2.5 | 0 | 0.76 |
| Sunergy Glass | 0.65 | 4.1 | yes | 1.2 | 2.5 | 0 | 0.76 |

SC = SCkaca x Sef

= 0.89 x 0.76

= 0.67

**b. Perhitungan Konduksi Pada Dinding Masif**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding masif apabila menggunakan *clear glass* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.7 Perhitungan Konduksi Dinding Masif *Clear Glass*

| Orientasi | α | Uw | Aw | Tdek | α x Uw x Aw x Tdek | Aoi | Qfw |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 0,56 | 2,71 | 1376,45 | 10 | 20889 | 3301,7 | 6,32674 |
| Timur | 0,56 | 2,71 | 4473,49 | 10 | 67889,7 | 5114,13 | 13,2749 |
| Utara | 0,885 | 2,71 | 2635,00 | 10 | 63196,5 | 3237 | 19,5232 |
| Barat | 0,59 | 2,71 | 781,74 | 10 | 12499,2 | 1175,18 | 10,636 |

Keterangan :

- Nilai α, Uw, Aw, dan Tdek sudah dihitung sebelumnya pada Penentuan Variabel OTTV.
- Nilai Qfw (konduksi pada dinding masif) pada masing-masing orientasi berasal dari (α x Uw x Aw x Tdek) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**c. Perhitungan Konduksi Pada Dinding Transparan**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding transparan apabila menggunakan *clear glass* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.8 Perhitungan Konduksi Dinding Transparan *Clear Glass*

| Orientasi | Uf | Af | DT | Uf x Af x DT | Aoi | Qf1 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 5 | 1925,25 | 5 | 48131,3 | 3301,7 | 14,5777 |
| Timur | 5 | 640,64 | 5 | 16016 | 5114,13 | 3,13172 |
| Utara | 5 | 601,32 | 5 | 15033 | 3237 | 4,64411 |
| Barat | 5 | 393,44 | 5 | 9836 | 1175,18 | 8,36978 |

Keterangan :

- Nilai Uf dan DT sesuai SNI.
- Nilai Qf1 (konduksi pada dinding transparan) pada masing-masing orientasi berasal dari (Uf x Af x DT) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**d. Perhitungan Radiasi Pada Dinding Transparan**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding transparan apabila menggunakan *clear glass* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.9 Perhitungan Radiasi Dinding Masif *Clear Glass*

| Orientasi | SC | Af | SF | SC x Af x SF | Aoi | Qf2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 0,67 | 1925,25 | 97 | 125122 | 3301,7 | 37,8962 |
| Timur | 0,67 | 640,64 | 112 | 48073,6 | 5114,13 | 9,40016 |
| Utara | 0,67 | 601,32 | 130 | 52375 | 3237 | 16,1801 |
| Barat | 0,67 | 393,44 | 243 | 64056 | 1175,18 | 54,5074 |

Keterangan :

- Nilai SC akan berbeda berdasarkan jenis kacanya
- Nilai Qf2 (radiasi pada dinding transparan) pada masing-masing orientasi berasal dari (SC x Af x SF) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**e. Perhitungan Nilai OTTV**

Tabel 4.10 Perhitungan Nilai OTTV *Clear Glass*

| Orientasi | ∑Qf | ∑AOI | ∑OTTV | |
|---|---|---|---|---|
| Selatan | 58,80069 | 3301,7 | 194142,3 | |
| Timur | 25,8068 | 5114,13 | 131979,3 | |
| Utara | 40,34739 | 3237 | 130604,5 | |
| Barat | 73,51317 | 1175,18 | 86391,21 | **OTTV** |
| | Total | 12828,01 | 543117,3 | **42,4** |

Keterangan :

- Nilai OTTV dihasilkan dari jumlah OTTV masing-masing orientasi dibagi dengan keseluruhan permukaan selubung bangunan (Aoi)

Dari perhitungan beban panas yang dihasilkan pada jenis kaca *clear* adalah **42,4 W/m2** yang artinya **tidak memenuhi** standar yaitu ≤35W/m2

**2. Kaca Panasap (*Tinted Glass*)**

Kaca Panasap adalah salah satu jenis kaca berwarna yang dapat menyerap panas matahari yang merambat pada selubung bangunan dengan baik. Dengan adanya penambahan warna pada material kaca ini, maka sebagian panas matahari yang diserap rata-rata sebesar 55%. Sehingga diharapkan mampu mengurangi beban pendingin yang digunakan oleh suatu bangunan. Dalam meneruskan cahaya yang masuk, kaca Panasap memiliki kemampuan meneruskan cahaya sebesar 45% sehingga cahaya yang masuk bisa lebih lembut, tidak banyak silau. Untuk sifat daya tembus pandang akan menjadi lebih rendah dan akibatnya pencahayaan dari luar akan lebih terang dibandingkan cahaya di dalam ruangan. Sehingga kaca jenis ini sangat baik untuk menjaga privacy dari pengguna bangunan.

Berikut merupan spesifikasi jenis kaca *Panasap* (*Tinted Glass*) :

Tabel. 4.11 Spesifikasi Kaca *Panasap* (*Tinted Glass*)

| PANASAP | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Type Of Glass | Thickness (mm) | Energy Characteristic | | | | Light Characteristic | | Solar Factor % | Shading Coeficient *3 *4 |
| | | Transmittance (%) | Reflectance (%) | Absorption (%) | UV Transmision (%) | Transmittance (%) | Reflectance (%) | | |
| Panasap Blue | 5 | 56 | 5 | 39 | 25 | 55 | 5 | 67 | 0.77 |
| | 6 | 50 | 5 | 44 | 20 | 50 | 5 | 64 | 0.73 |
| | 8 | 41 | 5 | 54 | 14 | 41 | 5 | 58 | 0.66 |
| Panasap Green (GNFL) | 5 | 43 | 5 | 52 | 24 | 74 | 7 | 58 | 0.67 |
| | 6 | 38 | 5 | 57 | 20 | 70 | 6 | 55 | 0.63 |
| | 8 | 30 | 5 | 65 | 14 | 64 | 6 | 50 | 0.58 |
| | 10* | 25 | 5 | 70 | 10 | 59 | 6 | 47 | 0.54 |
| | 12 | 21 | 4 | 74 | 7 | 54 | 6 | 44 | 0.51 |

Sumber : www.amfg.co.id

Gambar 4.28 Penggunaan kaca Panasap pada bangunan

Sumber : www.amfg.co.id

Setelah diketahui spesifikasi dari material kaca yang digunakan, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai SC untuk mengetahui beban panasnya yang diterima oleh kaca. Berikut adalah perhitungan SC menggunakan pelapis kaca low-e :

**a. Perhitungan SC Kaca**

SC = SCkaca x Sef

= 0.58 x 0.76

= 0.44

**b. Perhitungan Konduksi Pada Dinding Masif**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding masif apabila menggunakan *Panasap glass* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.12 Perhitungan Konduksi Dinding Masif *Panasap Glass*

| Orientasi | α | Uw | Aw | Tdek | α x Uw x Aw x Tdek | Aoi | Qfw |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 0,56 | 2,71 | 1376,45 | 10 | 20889 | 3301,7 | 6,32674 |
| Timur | 0,56 | 2,71 | 4473,49 | 10 | 67889,7 | 5114,13 | 13,2749 |
| Utara | 0,885 | 2,71 | 2635,00 | 10 | 63196,5 | 3237 | 19,5232 |
| Barat | 0,59 | 2,71 | 781,74 | 10 | 12499,2 | 1175,18 | 10,636 |

Keterangan :

- Nilai α, Uw, Aw, dan Tdek sudah dihitung sebelumnya pada Penentuan Variabel OTTV.
- Nilai Qfw (konduksi pada dinding masif) pada masing-masing orientasi berasal dari (α x Uw x Aw x Tdek) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**c. Perhitungan Konduksi Pada Dinding Transparan**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding transparan apabila menggunakan *Panasap glass* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.13 Perhitungan Konduksi Dinding Transparan *Panasap Glass*

| Orientasi | Uf | Af | DT | Uf x Af x DT | Aoi | Qf1 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 5 | 1925,25 | 5 | 48131,3 | 3301,7 | 14,5777 |
| Timur | 5 | 640,64 | 5 | 16016 | 5114,13 | 3,13172 |
| Utara | 5 | 601,32 | 5 | 15033 | 3237 | 4,64411 |
| Barat | 5 | 393,44 | 5 | 9836 | 1175,18 | 8,36978 |

Keterangan :

- Nilai Uf dan DT sesuai SNI.
- Nilai Qf1 (konduksi pada dinding transparan) pada masing-masing orientasi berasal dari (Uf x Af x DT) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**d. Perhitungan Radiasi Pada Dinding Transparan**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding transparan apabila menggunakan *Panasap glass* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.14 Perhitungan Radiasi Dinding Masif *Panasap Glass*

| Orientasi | SC | Af | SF | SC x Af x SF | Aoi | Qf2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 0.44 | 1925.25 | 97 | 82169.7 | 3301.7 | 24.8871 |
| Timur | 0.44 | 640.64 | 112 | 31570.7 | 5114.13 | 6.17324 |
| Utara | 0.44 | 601.32 | 130 | 34395.5 | 3237 | 10.6257 |
| Barat | 0.44 | 393.44 | 243 | 42066.6 | 1175.18 | 35.7959 |

Keterangan :

- Nilai SC akan berbeda berdasarkan jenis kacanya
- Nilai Qf2 (radiasi pada dinding transparan) pada masing-masing orientasi berasal dari (SC x Af x SF) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**e. Perhitungan Nilai OTTV**

Tabel 4.15 Perhitungan Nilai OTTV *Pansap Glass*

| Orientasi | ∑Qf | ∑AOI | ∑OTTV |
|---|---|---|---|
| Selatan | 45.7915 | 3301.7 | 151190 |
| Timur | 22.5799 | 5114.13 | 115476 |
| Utara | 34.793 | 3237 | 112625 |
| Barat | 54.8017 | 1175.18 | 64401.8 |
| | Total | 12828 | 443693 | **OTTV** |
| | | | | **34.5** |

Keterangan :

- Nilai OTTV dihasilkan dari jumlah OTTV masing-masing orientasi dibagi dengan keseluruhan permukaan selubung bangunan (Aoi)

Dari perhitungan beban panas yang dihasilkan pada jenis kaca *Panasap* adalah **34.5 W/m2** yang artinya **memenuhi** standar yaitu ≤35W/m2.

**3. Kaca Stopsol (*Reflective Glass*)**

Kaca Stopsol adalah salah satu jenis kaca yang memiliki pelapis yang tipis sebagai bahan pemantul cahaya. Dengan bahan pelapis terseut, kaca jenis ini dapat tahan terhadap kondisi cuaca maupun suhu yang tinggi. Walaupun kaca ini merupakan kaca yang fungsinya untuk memantulkan cahaya matahari, tetapi nilai transmisi tidak terlalu tinggi sehingga efek terhadap lingkungan luar tidak menimbulkan silau yang melelahkan mata.

Berikut merupan spesifikasi jenis kaca *Solar Control Low-e* :

Tabel. 4.16 Spesifikasi Kaca *Stopsol*

| Type Of Stopsol | Standard Thickness (mm) | Coating Position | Light Performances | | | Energy Performances | | | SF (%) | SC | U Value ( W/m²K ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | VLT (%) | VLR ext (%) | VLR int (%) | DET (%) | ER (%) | EA (%) | | | |
| Classic Green (CGN) | 5 | #1 | 31 | 34 | 20 | 24 | 28 | 48 | 36 | 0.42 | 5.8 |
| | | #2 | 31 | 20 | 34 | 24 | 11 | 65 | 40 | 0.46 | 5.7 |
| | 6 | #1 | 29 | 34 | 19 | 21 | 28 | 51 | 34 | 0.39 | 5.7 |
| | | #2 | 29 | 19 | 34 | 21 | 10 | 69 | 38 | 0.44 | 5.7 |
| | 8 | #1 | 27 | 34 | 16 | 16 | 28 | 56 | 31 | 0.35 | 5.7 |
| | | #2 | 27 | 16 | 34 | 16 | 9 | 75 | 35 | 0.41 | 5.6 |
| Classic Dark Blue (CDH) | 5 | #1 | 28 | 32 | 16 | 28 | 27 | 45 | 40 | 0.46 | 5.8 |
| | | #2 | 28 | 16 | 32 | 28 | 12 | 60 | 44 | 0.50 | 5.7 |
| | 6 | #1 | 26 | 32 | 14 | 25 | 26 | 49 | 37 | 0.43 | 5.7 |
| | | #2 | 26 | 14 | 32 | 25 | 10 | 65 | 41 | 0.48 | 5.7 |
| | 8 | #1 | 22 | 32 | 12 | 20 | 26 | 54 | 34 | 0.39 | 5.7 |
| | | #2 | 22 | 12 | 32 | 20 | 9 | 71 | 38 | 0.44 | 5.6 |

Sumber : www.amfg.co.id

Gambar 4.29 Penggunaan kaca Stopsol pada bangunan

Sumber : www.amfg.co.id

Setelah diketahui spesifikasi dari material kaca yang digunakan, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai SC untuk mengetahui beban panasnya yang diterima oleh kaca. Berikut adalah perhitungan SC menggunakan pelapis kaca low-e :

**a. Perhitungan SC Kaca**

SC = SCkaca x Sef

= 0.35 x 0.76

= 0.26

**b. Perhitungan Konduksi Pada Dinding Masif**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding masif apabila menggunakan *Stopsol* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.17 Perhitungan Konduksi Dinding Masif *Stopsol Glass*

| Orientasi | α | Uw | Aw | Tdek | α x Uw x Aw x Tdek | Aoi | Qfw |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 0,56 | 2,71 | 1376,45 | 10 | 20889 | 3301,7 | 6,32674 |
| Timur | 0,56 | 2,71 | 4473,49 | 10 | 67889,7 | 5114,13 | 13,2749 |
| Utara | 0,885 | 2,71 | 2635,00 | 10 | 63196,5 | 3237 | 19,5232 |
| Barat | 0,59 | 2,71 | 781,74 | 10 | 12499,2 | 1175,18 | 10,636 |

Keterangan :

- Nilai α, Uw, Aw, dan Tdek sudah dihitung sebelumnya pada Penentuan Variabel OTTV.
- Nilai Qfw (konduksi pada dinding masif) pada masing-masing orientasi berasal dari (α x Uw x Aw x Tdek) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**c. Perhitungan Konduksi Pada Dinding Transparan**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding transparan apabila menggunakan *Stopsol* pada

bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.18 Perhitungan Konduksi Dinding Transparan *Stopsol Glass*

| Orientasi | Uf | Af | DT | Uf x Af x DT | Aoi | Qf1 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 5 | 1925,25 | 5 | 48131,3 | 3301,7 | 14,5777 |
| Timur | 5 | 640,64 | 5 | 16016 | 5114,13 | 3,13172 |
| Utara | 5 | 601,32 | 5 | 15033 | 3237 | 4,64411 |
| Barat | 5 | 393,44 | 5 | 9836 | 1175,18 | 8,36978 |

Keterangan :

- Nilai Uf dan DT sesuai SNI.
- Nilai Qf1 (konduksi pada dinding transparan) pada masing-masing orientasi berasal dari (Uf x Af x DT) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**d. Perhitungan Radiasi Pada Dinding Transparan**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding transparan apabila menggunakan *Stopsol* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.19 Perhitungan Radiasi Dinding Masif *Stopsol Glass*

| Orientasi | SC | Af | SF | SC x Af x SF | Aoi | Qf2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 0,26 | 1925,25 | 97 | 48554,8 | 3301,7 | 14706 |
| Timur | 0,26 | 640,4 | 112 | 18655,4 | 5114,13 | 3,64782 |
| Utara | 0,26 | 601,32 | 130 | 20324,6 | 3237 | 6,27884 |
| Barat | 0,26 | 393,44 | 243 | 24857,5 | 1175,18 | 21,1521 |

Keterangan :

- Nilai SC akan berbeda berdasarkan jenis kacanya
- Nilai Qf2 (radiasi pada dinding transparan) pada masing-masing orientasi berasal dari (SC x Af x SF) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**e. Perhitungan Nilai OTTV**

Tabel 4.20 Perhitungan Nilai OTTV *Stopsol Glass*

| Orientasi | ∑Qf | ∑AOI | ∑OTTV | |
|---|---|---|---|---|
| Selatan | 35,6105 | 3301,7 | 117575 | |
| Timur | 20,0545 | 5114,13 | 102561 | |
| Utara | 30,4461 | 3237 | 98554,1 | |
| Barat | 40,1579 | 1175,18 | 47192,8 | **OTTV** |
| | Total | 12828 | 365883 | **28.5** |

Keterangan :

- Nilai OTTV dihasilkan dari jumlah OTTV masing-masing orientasi dibagi dengan keseluruhan permukaan selubung bangunan (Aoi)

Dari perhitungan beban panas yang dihasilkan pada jenis kaca *Stopsol* adalah **28.5 W/m2** yang artinya **memenuhi** standar yaitu ≤35W/m2.

**4. Kaca *Planibel G* (*Low-e)***

Kaca Planibel G merupakan kaca dengan 2 pelapis kaca pada satu sisi yang salah satu pelapisnya adalah pelapis low-e yang bertujuan untuk mengurangi panas yang merambat pada kaca yang akan berdampak pada pengguna bangunan di dalam ruangan. Kaca ini memiliki transmisi cahaya yang baik yaitu dengan memberikan tampilan kaca seperti *clear glass*. Kaca ini juga dapat diproses menjadi laminated glass atau double glazing glass apabila akan digunakan pada bangunan tinggi yang membutuhkan kaca pelapis.

Dalam pengaplikasiannya, kaca ini baik digunakan pada bukaan jendela pada suatu ruangan karena dapat merefleksikan objek dengan jelas baik dari dalam maupun luar ruangan yang tidak terlalu membutuhkan privacy yang tinggi atau pada bangunan di tingkat yang tinggi.

Berikut merupan spesifikasi jenis kaca *Solar Control Low-e* :

Tabel. 4.21 Spesifikasi Kaca *Low-e*

| PLANIBEL G | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Type Of Glass | Standard Thickness (mm) | Energy Characteristic | | | | Light Characteristic | | Solar Factor (%) | Shading Coeficient *3*4 |
| | | Transmittance (%) | Reflectance (%) | Absorption (%) | Ultra Violet Transmission (%) | Transmittance (%) | Reflectance (%) | | |
| Planibel G | 3.2 | 70 | 10 | 20 | 55 | 82 | 11 | 73 | 0.84 |
| | 4 | 68 | 10 | 22 | 53 | 82 | 11 | 72 | 0.83 |
| | 5 | 67 | 10 | 23 | 51 | 81 | 10 | 71 | 0.81 |
| | 6 | 66 | 10 | 25 | 47 | 80 | 10 | 70 | 0.80 |

Sumber : www.amfg.co.id

Gambar 4.30 Penggunaan kaca Planibel G pada bangunan

Sumber : www.amfg.co.id

Setelah diketahui spesifikasi dari material kaca yang digunakan, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai SC untuk mengetahui beban

panasnya yang diterima oleh kaca. Berikut adalah perhitungan SC menggunakan pelapis kaca low-e :

**a. Perhitungan SC Kaca**

SC = SCkaca x Sef

= 0.8 x 0.76

= 0.6

**b. Perhitungan Konduksi Pada Dinding Masif**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding masif apabila menggunakan *Planibel G glass* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.22 Perhitungan Konduksi Dinding Masif *Planibel G Glass*

| Orientasi | α | Uw | Aw | Tdek | α x Uw x Aw x Tdek | Aoi | Qfw |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 0,56 | 2,71 | 1376,45 | 10 | 20889 | 3301,7 | 6,32674 |
| Timur | 0,56 | 2,71 | 4473,49 | 10 | 67889,7 | 5114,13 | 13,2749 |
| Utara | 0,885 | 2,71 | 2635,00 | 10 | 63196,5 | 3237 | 19,5232 |
| Barat | 0,59 | 2,71 | 781,74 | 10 | 12499,2 | 1175,18 | 10,636 |

Keterangan :

- Nilai α, Uw, Aw, dan Tdek sudah dihitung sebelumnya pada Penentuan Variabel OTTV.
- Nilai Qfw (konduksi pada dinding masif) pada masing-masing orientasi berasal dari (α x Uw x Aw x Tdek) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**c. Perhitungan Konduksi Pada Dinding Transparan**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding transparan apabila menggunakan *Planibel G glass* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.23 Perhitungan Konduksi Dinding Transparan *Planibel G Glass*

| Orientasi | Uf | Af | DT | Uf x Af x DT | Aoi | Qf1 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 5 | 1925,25 | 5 | 48131,3 | 3301,7 | 14,5777 |
| Timur | 5 | 640,64 | 5 | 16016 | 5114,13 | 3,13172 |
| Utara | 5 | 601,32 | 5 | 15033 | 3237 | 4,64411 |
| Barat | 5 | 393,44 | 5 | 9836 | 1175,18 | 8,36978 |

Keterangan :

- Nilai Uf dan DT sesuai SNI.
- Nilai Qf1 (konduksi pada dinding transparan) pada masing-masing orientasi berasal dari (Uf x Af x DT) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**d. Perhitungan Radiasi Pada Dinding Transparan**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding transparan apabila menggunakan *Planibel G glass* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.24 Perhitungan Radiasi Dinding Masif *Planibel G Glass*

| Orientasi | SC | Af | SF | SC x Af x SF | Aoi | Qf2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 0,6 | 1925,25 | 97 | 112050 | 3301,7 | 33,9369 |
| Timur | 0,6 | 640,64 | 112 | 43051 | 5114,13 | 8,41805 |
| Utara | 0,6 | 601,32 | 130 | 46903 | 3237 | 14,4896 |
| Barat | 0,6 | 393,44 | 243 | 57363,6 | 1175,18 | 48,8126 |

Keterangan :

- Nilai SC akan berbeda berdasarkan jenis kacanya
- Nilai Qf2 (radiasi pada dinding transparan) pada masing-masing orientasi berasal dari (SC x Af x SF) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**e. Perhitungan Nilai OTTV**

Tabel 4.25 Perhitungan Nilai OTTV *Stopsol Glass*

| Orientasi | ∑Qf | ∑AOI | ∑OTTV | |
|---|---|---|---|---|
| Selatan | 54,8414 | 3301,7 | 181070 | |
| Timur | 24,8247 | 5114,13 | 126957 | |
| Utara | 38,6569 | 3237 | 125132 | |
| Barat | 67,8184 | 1175,18 | 79698,8 | **OTTV** |
| | Total | 12828 | 512858 | **40** |

Keterangan :

- Nilai OTTV dihasilkan dari jumlah OTTV masing-masing orientasi dibagi dengan keseluruhan permukaan selubung bangunan (Aoi)

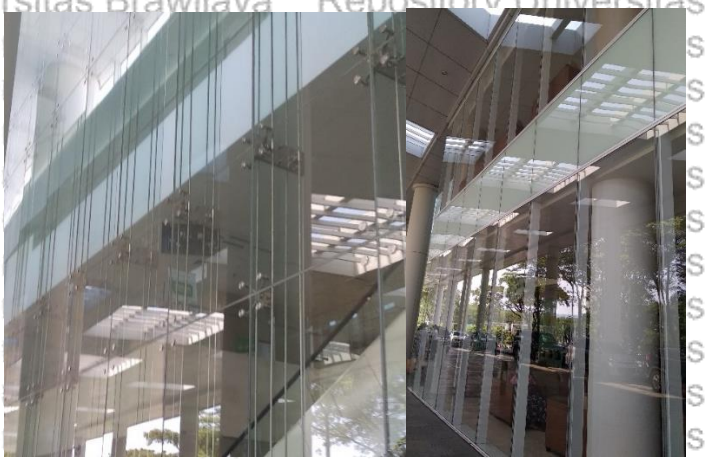
Dari perhitungan beban panas yang dihasilkan pada jenis kaca *Planibel G* adalah **40 W/m2** yang artinya **tidak memenuhi** standar yaitu ≤35W/m2.

**5. Kaca *Sun energy* (*Low-e*)**

Kaca ini merupakan kaca yang memiliki tingkat rendah dalam merefleksikan cahaya. Memiliki penampilan kaca yang bening dan memiliki pelapis kaca yang dapat mengurangi beban panas (low-e) dan juga refleksi yang rendah yang dijadikan menjadi satu lapis kaca. Sehingga pencahayaan alami bisa masuk ke dalam bangunan dengan maksimal dan efeknya dapat mengurangi beban pendingin yang digunakan pada ruangan. Dan dalam penggunaannya biasanya digunakan sebagai partisi ataupun dinding eksterior pada bangunan. Selain itu dapat diproses lebih lanjut sebagai *tempered glass* atau *insulted glass*.

Kaca ini sedikit memantulkan apabila dari luar bangunan, namun di dalam bangunan, dapat melihat objek dengan jelas. Sangat baik digunakan pada bangunan yang tidak terlalu membutuhkan privacy yang tinggi.

Seperti halnya dengan clear glass namun kaca ini penampilannya dapat memantulkan cahaya sedikit. Dan fungsinya adalah untuk mengurangi silau yang masuk ke dalam ruangan.



Gambar 4.31 Penggunaan kaca low-e pada National Hospital Surabaya

Pada bangunan National Hospital Surabaya menggunakan material kaca *low-e* yang memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 4.26 Spesifikasi Kaca Low-e

| SUNERGY LOW-E | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Type Of Glass | Standard Thickness (mm) | Coating Position | Energy Characteristic | | | | Light Characteristic | | Solar Factor % | Shading Coeficient *3*4 | U Value W/m2k |
| | | | Transmittance (%) | Reflectance (%) | Absorption (%) | Ultra Violet Transmission (%) | Transmittance (%) | Reflectance (%) | | | |
| Sunergy Clear SNFL | 3 | #2 | 53 | 10 | 37 | 50 | 70 | 7 | 60 | 0.70 | 4.2 |
| | 4 | #2 | 52 | 10 | 38 | 47 | 70 | 7 | 59 | 0.68 | 4.2 |
| | 5 | #2 | 52 | 10 | 38 | 46 | 69 | 7 | 59 | 0.67 | 4.1 |
| | 6 | #2 | 51 | 9 | 40 | 44 | 69 | 7 | 59 | 0.67 | 4.1 |
| | **8** | **#2** | **49** | **9** | **42** | **42** | **68** | **7** | **57** | **0.65** | **4.1** |
| | 10 | #2 | 47 | 8 | 45 | 38 | 67 | 6 | 56 | 0.64 | 4.1 |

Sumber : www.amfg.co.id

Setelah diketahui spesifikasi dari material kaca yang digunakan, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai SC untuk mengetahui beban panasnya yang diterima oleh kaca. Berikut adalah perhitungan SC menggunakan pelapis kaca low-e :

**a. Perhitungan SC Kaca**

SC = SCkaca x Sef

= 0.65 x 0.76

= 0.494

**b. Perhitungan Konduksi Pada Dinding Masif**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding masif apabila menggunakan *sun energy glass* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.27 Perhitungan Konduksi Dinding Masif *Sun Energy Glass*

| Orientasi | α | Uw | Aw | Tdek | α x Uw x Aw x Tdek | Aoi | Qfw |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 0,56 | 2,71 | 1376,45 | 10 | 20889 | 3301,7 | 6,32674 |
| Timur | 0,56 | 2,71 | 4473,49 | 10 | 67889,7 | 5114,13 | 13,2749 |
| Utara | 0,885 | 2,71 | 2635,00 | 10 | 63196,5 | 3237 | 19,5232 |
| Barat | 0,59 | 2,71 | 781,74 | 10 | 12499,2 | 1175,18 | 10,636 |

Keterangan :

- Nilai α, Uw, Aw, dan Tdek sudah dihitung sebelumnya pada Penentuan Variabel OTTV.
- Nilai Qfw (konduksi pada dinding masif) pada masing-masing orientasi berasal dari (α x Uw x Aw x Tdek) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**c. Perhitungan Konduksi Pada Dinding Transparan**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding transparan apabila menggunakan *sun energy glass*

pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.28 Perhitungan Konduksi Dinding Transparan *Sun Energy Glass*

| Orientasi | Uf | Af | DT | Uf x Af x DT | Aoi | Qf1 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 5 | 1925,25 | 5 | 48131,3 | 3301,7 | 14,5777 |
| Timur | 5 | 640,64 | 5 | 16016 | 5114,13 | 3,13172 |
| Utara | 5 | 601,32 | 5 | 15033 | 3237 | 4,64411 |
| Barat | 5 | 393,44 | 5 | 9836 | 1175,18 | 8,36978 |

Keterangan :

- Nilai Uf dan DT sesuai SNI.
- Nilai Qf1 (konduksi pada dinding transparan) pada masing-masing orientasi berasal dari (Uf x Af x DT) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**d. Perhitungan Radiasi Pada Dinding Transparan**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding transparan apabila menggunakan *sun energy glass* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.29 Perhitungan Radiasi Dinding Masif *Sun Energy Glass*

| Orientasi | SC | Af | SF | SC x Af x SF | Aoi | Qf2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 0,49 | 1925,25 | 97 | 91507,1 | 3301,7 | 27,7152 |
| Timur | 0,49 | 640,64 | 112 | 35158,3 | 5114,3 | 6,87474 |
| Utara | 0,49 | 601,32 | 130 | 38304,1 | 3237 | 11,8332 |
| Barat | 0,49 | 393,44 | 243 | 46846,9 | 1175,18 | 39,8636 |

Keterangan :

- Nilai SC akan berbeda berdasarkan jenis kacanya
- Nilai Qf2 (radiasi pada dinding transparan) pada masing-masing orientasi berasal dari (SC x Af x SF) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**e. Perhitungan Nilai OTTV**

Tabel 4.30 Perhitungan Nilai OTTV *Sun Energy Glass*

| Orientasi | ∑Qf | ∑AOI | ∑OTTV | |
|---|---|---|---|---|
| Selatan | 48,61962 | 3301,7 | 160527,4 | |
| Timur | 23,28138 | 5114,13 | 119064 | |
| Utara | 36,0005 | 3237 | 116533,6 | |
| Barat | 58,8694 | 1175,18 | 69182,14 | **OTTV** |
| | Total | 12828,01 | 465307,1 | **36,27** |

Keterangan :

- Nilai OTTV dihasilkan dari jumlah OTTV masing-masing orientasi dibagi dengan keseluruhan permukaan selubung bangunan (Aoi)

Dari perhitungan beban panas yang dihasilkan pada jenis kaca *sun energy* adalah **36,27 W/m2** yang artinya **tidak memenuhi** standar yaitu ≤35W/m2.

**6. Kaca *T Sun Lux* (*Low-e Solar Control*)**

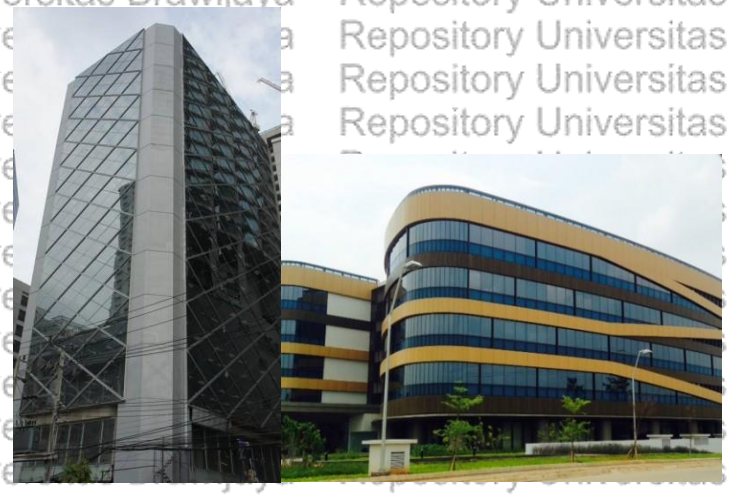
Rekomendasi jenis kaca *Solar Control Low-e* merupakan kaca pelapis ganda yang memiliki tampilan yang netral namun juga memiliki tingkat tansparansi yang tinggi salah satunya adalah kaca T Sun Lux. Kaca jenis ini memiliki performa yang baik dalam menahan panas matahari yang masuk ke dalam bangunan. Tampilan kaca dari dalam ruangan yang menggunakan kaca ini merefleksikan objek dengan baik namun tidak sebening tampilan clear glass. Dari arah luar bangunan, kaca ini memantulkan cahaya namun masih nyaman dan tidak membuat mata silau.

Berikut merupan spesifikasi jenis kaca *Solar Control Low-e* :

Tabel. 4.31 Spesifikasi Kaca *Solar Control Low-e*

| T SUNLUX | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Type Of Glass | Thickness (mm) | Energy Characteristic | | | Light Characteristic | | Solar Factor % ISO 9050 | Shading Coeficient ISO 9050 |
| | | Transmittance (%) ISO 9050 | Reflectance (%) ISO 9050 | Absorption (%) ISO 9050 | Transmittance (%) EN 410 | Reflect Out (%) EN 410 | | |
| T-Sunlux CS 114 #2 | 5 mm | 13 | 27 | 60 | 15 | 33 | 25 | 0.29 |
| | 6 mm | 13 | 27 | 60 | 14 | 33 | 25 | 0.29 |
| | **8 mm** | **12** | **26** | **62** | **14** | **32** | **25** | **0.29** |

Sumber : www.amfg.co.id



Gambar 4.32 Penggunaan kaca T Sun Lux pada bangunan

Sumber : www.amfg.co.id

Setelah diketahui spesifikasi dari material kaca yang digunakan, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai SC untuk mengetahui beban panasnya yang diterima oleh kaca. Berikut adalah perhitungan SC menggunakan pelapis kaca low-e :

**a. Perhitungan SC Kaca**

SC = SCkaca x Sef

= 0.29 x 0.76

= 0.22

**b. Perhitungan Konduksi Pada Dinding Masif**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding masif apabila menggunakan *T sun lux glass* pada

bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.32 Perhitungan Konduksi Dinding Masif *T sun lux Glass*

| Orientasi | α | Uw | Aw | Tdek | α x Uw x Aw x Tdek | Aoi | Qfw |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 0,56 | 2,71 | 1376,45 | 10 | 20889 | 3301,7 | 6,32674 |
| Timur | 0,56 | 2,71 | 4473,49 | 10 | 67889,7 | 5114,13 | 13,2749 |
| Utara | 0,885 | 2,71 | 2635,00 | 10 | 63196,5 | 3237 | 19,5232 |
| Barat | 0,59 | 2,71 | 781,74 | 10 | 12499,2 | 1175,18 | 10,636 |

Keterangan :

- Nilai α, Uw, Aw, dan Tdek sudah dihitung sebelumnya pada Penentuan Variabel OTTV.
- Nilai Qfw (konduksi pada dinding masif) pada masing-masing orientasi berasal dari (α x Uw x Aw x Tdek) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**c. Perhitungan Konduksi Pada Dinding Transparan**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding transparan apabila menggunakan *T sun lux glass* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.33 Perhitungan Konduksi Dinding Transparan *T sun lux Glass*

| Orientasi | Uf | Af | DT | Uf x Af x DT | Aoi | Qf1 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 5 | 1925,25 | 5 | 48131,3 | 3301,7 | 14,5777 |
| Timur | 5 | 640,64 | 5 | 16016 | 5114,13 | 3,13172 |
| Utara | 5 | 601,32 | 5 | 15033 | 3237 | 4,64411 |
| Barat | 5 | 393,44 | 5 | 9836 | 1175,18 | 8,36978 |

Keterangan :

- Nilai Uf dan DT sesuai SNI.
- Nilai Qf1 (konduksi pada dinding transparan) pada masing-masing orientasi berasal dari (Uf x Af x DT) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**d. Perhitungan Radiasi Pada Dinding Transparan**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding transparan apabila menggunakan *T sun lux glass* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.34 Perhitungan Radiasi Dinding Masif *T sun lux Glass*

| Orientasi | SC | Af | SF | SC x Af x SF | Aoi | Qf2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 0,22 | 1925,25 | 97 | 41084,8 | 3301,7 | 12,4435 |
| Timur | 0,22 | 640,64 | 112 | 15785,4 | 5114,13 | 3,08662 |
| Utara | 0,22 | 601,32 | 130 | 17197,8 | 3237 | 5,31287 |
| Barat | 0,22 | 393,44 | 243 | 21033,3 | 1175,18 | 17,8979 |

Keterangan :

- Nilai SC akan berbeda berdasarkan jenis kacanya
- Nilai Qf2 (radiasi pada dinding transparan) pada masing-masing orientasi berasal dari (SC x Af x SF) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**e. Perhitungan Nilai OTTV**

Tabel 4.35 Perhitungan Nilai OTTV *T sun lux Glass*

| Orientasi | ∑Qf | ∑AOI | ∑OTTV | |
|---|---|---|---|---|
| Selatan | 33,348 | 3301,7 | 110105 | |
| Timur | 19,4933 | 5114,13 | 99691,1 | |
| Utara | 29,4802 | 3237 | 95427,3 | |
| Barat | 36,9037 | 1175,18 | 43368,5 | **OTTV** |
| | Total | 12828 | 348592 | **27,17** |

Keterangan :

- Nilai OTTV dihasilkan dari jumlah OTTV masing-masing orientasi dibagi dengan keseluruhan permukaan selubung bangunan (Aoi)

Dari perhitungan beban panas yang dihasilkan pada jenis kaca *T sun lux* adalah **27,17 W/m2** yang artinya **memenuhi** standar yaitu ≤35W/m2.

**7. Kaca *Stopray* (*Low-e Solar Control*)**

Rekomendasi jenis kaca *Solar Control Low-e* merupakan kaca pelapis ganda yang memiliki tampilan yang netral namun juga memiliki tingkat tansparansi yang tinggi sehingga pencahayaan alami bisa masuk dengan maksimal dan juga dapat mereduksi transmisi panas sinar matahari akibatnya dapat memberikan insulasi termal yang baik. Jenis kaca ini hamper mirip fungsinya dengan kaca yang digunakan pada objek bangunan namun performa yang diberikan lebih baik. Karena kaca tipe ini sudah mendapatkan kategosi excellent yang diberikan dari Green Building Council Singapore, yang nantinya akan membantu mereduksi beban panas sari matahari yang masuk dan mengurangi konsumsi energi pada bangunan secara signifikan (www.greendirectoryindonesia.com)

Berikut merupan spesifikasi jenis kaca *Solar Control Low-e :*

Tabel. 4.36 Spesifikasi Kaca *Solar Control Low-e*

| *Solar Control Low-e* | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kind of Glass | Light Performances (EN 410) | | | Energy Performances (ISO 9050) | | | U Value (W/m2k) (EN 673) |
| | VLT (%) | VLR ext (%) | VLR Int (%) | EA (%) | SF (%) | SC (%) | |
| Double Glazing Unit 6-12-6, 6mm Stopray + 12mm 100% Air + 6mm Clear | | | | | | | |
| **Stopray Smart** | **29** | **28** | **15** | **53** | **21** | **0.24** | **1.6** |

Sumber : www.amfg.co.id

Gambar 4.33 Penggunaan kaca Stopray pada bangunan

Sumber : www.amfg.co.id

Setelah diketahui spesifikasi dari material kaca yang digunakan, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai SC untuk mengetahui beban panasnya yang diterima oleh kaca. Berikut adalah perhitungan SC menggunakan pelapis kaca low-e :

**a. Perhitungan SC Kaca**

SC = SCkaca x Sef

= 0.24 x 0.76

= 0.18

**b. Perhitungan Konduksi Pada Dinding Masif**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding masif apabila menggunakan *stopray smart glass* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.37 Perhitungan Konduksi Dinding Masif *stopray smart Glass*

| Orientasi | α | Uw | Aw | Tdek | α x Uw x Aw x Tdek | Aoi | Qfw |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 0,56 | 2,71 | 1376,45 | 10 | 20889 | 3301,7 | 6,32674 |
| Timur | 0,56 | 2,71 | 4473,49 | 10 | 67889,7 | 5114,13 | 13,2749 |
| Utara | 0,885 | 2,71 | 2635,00 | 10 | 63196,5 | 3237 | 19,5232 |
| Barat | 0,59 | 2,71 | 781,74 | 10 | 12499,2 | 1175,18 | 10,636 |

Keterangan :

- Nilai α, Uw, Aw, dan Tdek sudah dihitung sebelumnya pada Penentuan Variabel OTTV.
- Nilai Qfw (konduksi pada dinding masif) pada masing-masing orientasi berasal dari (α x Uw x Aw x Tdek) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**c. Perhitungan Konduksi Pada Dinding Transparan**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding transparan apabila menggunakan *stopray smart*

*glass* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.38 Perhitungan Konduksi Dinding Transparan *stopray smart Glass*

| Orientasi | Uf | Af | DT | Uf x Af x DT | Aoi | Qf1 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 5 | 1925,25 | 5 | 48131,3 | 3301,7 | 14,5777 |
| Timur | 5 | 640,64 | 5 | 16016 | 5114,13 | 3,13172 |
| Utara | 5 | 601,32 | 5 | 15033 | 3237 | 4,64411 |
| Barat | 5 | 393,44 | 5 | 9836 | 1175,18 | 8,36978 |

Keterangan :

- Nilai Uf dan DT sesuai SNI.
- Nilai Qf1 (konduksi pada dinding transparan) pada masing-masing orientasi berasal dari (Uf x Af x DT) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**d. Perhitungan Radiasi Pada Dinding Transparan**

Perhitungan untuk menghitung konduksi yang merambat pada dinding transparan apabila menggunakan *stopray smart glass* pada bangunan National Hospital Surabaya dengan orientasi bangunan dari Selatan, Timur, Utara, dan Barat.

Tabel 4.39 Perhitungan Radiasi Dinding Masif *stopray smart Glass*

| Orientasi | SC | Af | SF | SC x Af x SF | Aoi | Qf2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Selatan | 0,18 | 1925,25 | 97 | 33614,9 | 3301,7 | 10,1811 |
| Timur | 0,18 | 640,64 | 112 | 12915,3 | 5114,13 | 2,52542 |
| Utara | 0,18 | 601,32 | 130 | 14070,9 | 3237 | 4,34689 |
| Barat | 0,18 | 393,44 | 243 | 17209,1 | 1175,18 | 14,6438 |

Keterangan :

- Nilai SC akan berbeda berdasarkan jenis kacanya
- Nilai Qf2 (radiasi pada dinding transparan) pada masing-masing orientasi berasal dari (SC x Af x SF) : Aoi (jumlah luas dinding masig masing orientasi)

**e. Perhitungan Nilai OTTV**

Tabel 4.40 Perhitungan Nilai OTTV *stopray smart Glass*

| Orientasi | ∑Qf | ∑AOI | ∑OTTV | |
|---|---|---|---|---|
| Selatan | 31.0855 | 3301.7 | 102635 | |
| Timur | 18.9321 | 5114.13 | 96821 | |
| Utara | 28.5142 | 3237 | 92300.4 | |
| Barat | 33.6496 | 1175.18 | 39544.3 | **OTTV** |
| | Total | 12828 | 331301 | **25.8** |

Keterangan :

- Nilai OTTV dihasilkan dari jumlah OTTV masing-masing orientasi dibagi dengan keseluruhan permukaan selubung bangunan (Aoi)

Dari perhitungan beban panas yang dihasilkan pada jenis kaca *stopray smart* adalah **25,8 W/m2** yang artinya **memenuhi** standar yaitu ≤35W/m2.

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

## 1.4 Hasil dan Pembahasan

Dari hasil perhitungan OTTV yang dilakukan, dapat diketahui beban panas yang masuk ke dalam melalui dinding pada bangunan yang menggunakan pendingin ruangan dengan menggunakan berbagai macam jenis material kaca . Menurut standar Konservasi Energi (Badan Standarisasi Nasional, 2011), jumlah beban panas bangunan untuk memenuhi stardar konservasi energi adalah ≤35W/m2 sehingga bangunan ini dikategorikan bangunan yang hemat energi dalam mengurangi beban energi. Karena semakin nilai OTTV pada bangunan memiliki nilai yang kecil, maka semakin rendah beban panas yang diterima sehingga dapat meringankan kerja beban pendingin ruangan yang digunakan. Setelah dilakukan perhitungan beban panas pada berbagai macam material kaca yang digunakan guna mengetahui pengaruhnya selubung bangunan material kaca yang dilihat dari nilai beban panasnya dan bagaimana nantinya bangunan tersebut dapat menjadi mengoptimalkan konservasi energi apabila tidak memenuhi standar yang ditentukan. Berikut ini adalah hasil perhitungan berbagai jenis material kaca dari *clear glass, reflectice glass, low-e glass, dan solar control low-e glass* :

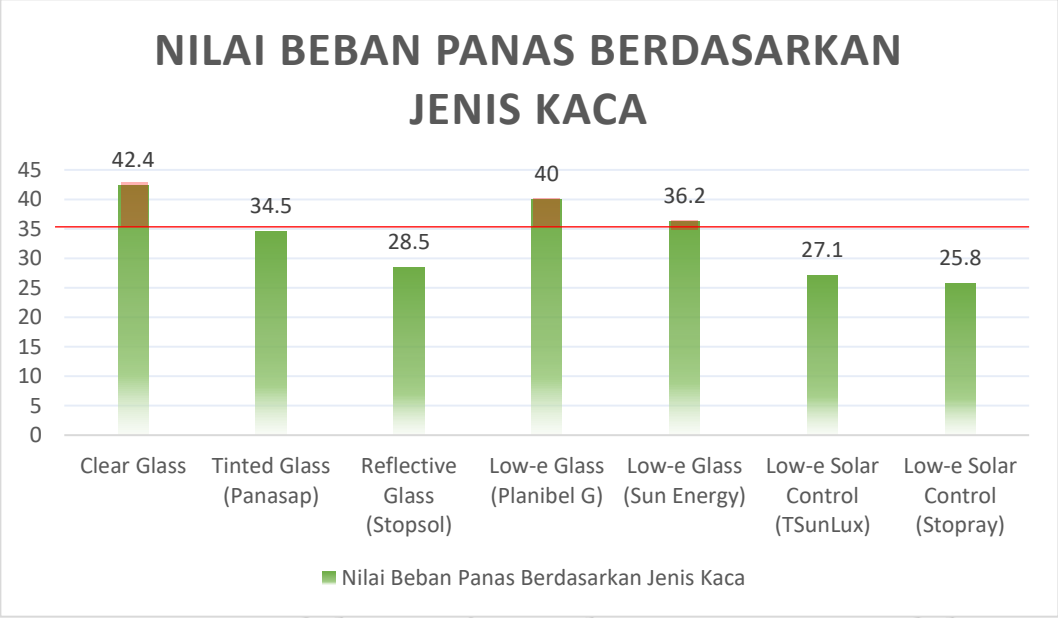



Diagram 4.2 Nilai Beban Panas Berdasarkan Jenis Kaca

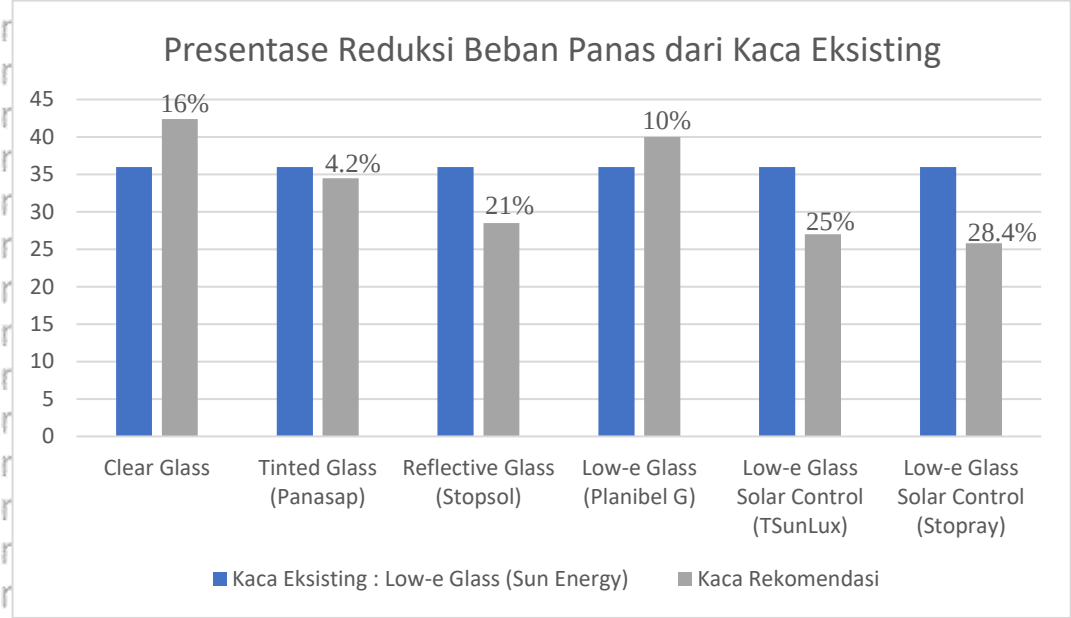



Diagram 4.3 Presentase Reduksi Beban Panas Dibanding Kaca Eksisting

**1. *Clear Glass***

Berdasarkan grafik diatas, nilai beban panas paling tinggi ada pada penggunaan material kaca bening dengan nilai 42,4W/m2 apabila menggunakan material kaca bening sebagai selubung bangunan karena kemampuan dalam mereduksi dan memantulkan panas sangat minim maka dari itu beban panas yang dibebankan pada material kacanya sangat besar sehingga tidak memenuhi standar SNI yang seharusnya bernilai ≤35W/m2. Kaca jenis kurang baik jika digunakan pada eksterior bangunan tinggi dan bangunan yang memiliki aktivitas yang dampaknya secara langsung dalam ruangan kepada pengguna bangunan. Clear Glass disarankan digunakan sebagai sekat antar ruang yang membutuhkan transparansi yang cukup tinggi karena kemampuan kaca ini dalam merefleksikan objek lebih dari 90% sehingga terlihat lebih jelas baik dari dalam ruangan maupun dari luar ruangan. Namun tidak disarankan untuk penggunaan yang langsung terpapar sinar matahari secara langsung. Dari hasil perhitungan, dibandingkan dengan kaca eksistig, clear glass mengalami peningkatan sebesar 16% dalam penyerapan beban panas dibanding kaca eksisting dengan jenis low-e.

2. ***Tinted Glass* (Panasap)**

Dari perhitungan OTTV yang dihasilkan apabila objek bangunan mengunakan kaca tinted glass dengan warna hijau karena tingkat transmisi cahayanya lebih rendah dibandingkan kaca dengan warna biru. Juga tingkat refleksi terhadap objek yang lebih tinggi sehingga pengguna masih tetap nyaman dalam melihat ke luar bangunan. Kaca dengan warna hijau ini memiliki beban panas sebesar 34,5W/m2 dimana dalam standar konservasi energi masih memenuhi standar yaitu ≤35W/m2.

Pada sebuah penelitian oleh Niel Finsen pada tahun 1932 dikatakn bahwa penggunaan warna dan pengaruh cahaya matahari bisa berpengaruh dalam penyembuhan pasien. Menurut Dr. Babbit, seorang ahli kremoterapi (metode pengobatan berdasarkan warna) bahwa sinar matahari memiliki peran yang penting dalam menyembuhkan penyakit, selain itu dalam penelitiannya mengatakan bahwa warna hijau berpengaruh sebagai warna harmoni yang dapat membawa ketenangan. Dalam hal ini dapat berpengaruh pada penyembuhan penyakit syaraf, demam, pilek, hingga kanker, serta dapat membantu memperkuat juga memelihara penglihatan. Selain itu bisa berpengaruh sebagai obat depresi dan peradangan. Penggunaan kaca ini mampu mengurangi panas sebesar 4,2% dari jenis *low-e sun energy* yang merupakan kaca eksisting. Selain itu, kaca ini juga direkomendasikan karena memenuhi standar dalam konservasi energi.

3. ***Reflective Glass* (Stopsol)**

Beban panas yang dihasilkan dari perhitungan OTTV apabila menggunakan kaca ini memiliki nilai sebesar 28,5 W/m2 yang berarti jika diaplikasikan pada bangunan ini, telah memenuhi standar konservasi energi yaitu ≤35W/m2. Kaca berfungsi untuk memantulkan cahaya matahari yang merambat sehingga silaunya bisa dihalau. Jarak pandang objek dari luar bangunan tidak bisa melihat objek dalam ruangan dengan jelas namun objek dalam ruangan bisa melihat objek diluar dengan jelas. Penggunaan kaca ini mampu mengurangi panas sebesar 21% dari jenis *low-e sun energy* yang

merupakan kaca eksisting. Kaca ini cocok jika membutuhkan privasi pengguna ruangannya.

**4. *Low – E***

**a. Planibel G**

Kaca ini memiliki nilai OTTV sebesar 40 W/m2 yang berati tidak memenuhi standar dan melebihi nilai standar 35W/m2. Maka dari itu penggunaan kaca ini tidak disarankan untuk bangunan National Hospital yang memiliki konsep bangunan ramah lingkungan. Kaca jenis ini disarankan untuk diteruskan menjadi *double glazing glass* yang dilapisi dengan kaca jenis *solar control* atau *reflective glass*. Penggunaan kaca ini mengalami peningkatan nilai beban panas sebesar 10% dari jenis *low-e sun energy* yang merupakan kaca eksisting.

**b. Sun Energy**

Kaca Sun Energy adalah kaca yang saat ini digunakan pada eksisting bangunan National Hospital Surabaya dan dalam perhitungan beban panasnya, kaca ini memiliki nilai 36,2 W/m2 yang berate tidak memenuhi standar konservasi bangunan sebesar yaitu 35W/m2. Maka dari itu perlu direkomendasikan material kaca yang lebih memenuhi standar sebagai selubung bangunannya yaitu dengan mencari material kaca yang nilai shading coeffisientnya lebih rendah dari kaca sun energy dan memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mereduksi panas matahari. Pada bangunan ini, penggunaan kaca *sun energy* ini diaplikasikan di seluruh selubung bangunan yang menggunakan material kaca sehingga tidak sesuai dengan jenis dan fungsinya serta kenyamanan terhadap pengguna tersebut.

**5. *Low – E Solar Control***

**a. T – Sun Lux**

Kaca jenis ini memiliki nilai reflective ke dalam bangunan yang rendah tetapi memiliki nilai reflektif yang lebih tinggi ke luar bangunan namun memiliki daya serap cahaya yang baik sehingga silau dari

matahari tidak masuk ke dalam bangunan terlalu banyak. Nilai beban panas pada perhitungan OTTV apabila diaplikasikan pada bangunan ini adalah sebesar 27,1w/m2 sehingga dikategorikan memenuhi standar konservasi energi. Kaca ini direkomendasikan pada ruangan publik yang dapat melihat objek dengan jelas baik dari dalam ruangan maupun luar ruangan yang langsung terkena cahaya matahari sehingga pengguna bangunan tetap nyaman. Penggunaan kaca ini mampu mengurangi nilai beban panas sebesar 25% dari jenis *low-e sun energy* yang merupakan kaca eksisting.

**b. Stopray**

Kaca ini memiliki karakteristik yang sama dengan T-Sun Lux namun memiliki performa mereduksi radiasi panas lebih baik dibanding kaca yang lain. Nilai beban panas apabila menggunakan kaca jenis ini adalah 25,8 W/m2 dan memenuhi standar konservasi energi. Kaca jenis ini juga cocok digunakan pada ruang publik dan tidak membutuhkan privasi yang tinggi apabila di aplikasikan di bangunan yang berada di ketinggian yang tidak terlalu tinggi.

Karena kemampuannya untuk mereduksi panas sangat baik yaitu mampu mengurangi nilai beban panas sebesar 28,4% dari jenis *low-e sun energy* yang merupakan kaca eksisting, maka kaca ini direkomendasikan pada ruangan yang orientasinya mendapat pengaruh cahaya yang cukup tinggi seperti orientasi barat dan timur yang langsung terpapar cahaya matahari langsung.

Dari pembahasan masing-masing jenis kaca, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan material kaca yang paling efektif untuk menurunkan beban panas pada bangunan yang nantinya akan berpengaruh terhadap efektifitas penggunaan energi AC adalah kaca jenis *double coating low-e solar control (stopray)* karena memiliki nilai beban panas (OTTV) paling rendah yaitu 25,8 W/m2 dibandingkan kaca jenis lain yang memiliki beban panas lebih tinggi

# BAB V
# KESIMPULAN DAN SARAN

## 1.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis perhitungan OTTV untuk mengetahui beban panas oleh selubung bangunan, terdapat beberapa elemen yang dapat mempengaruhi perbedaan beban panas pada sebuah bangunan adalah jenis material yang digunakan pada selubung bangunan. Sehingga faktor inilah yang nantinya perlu diperhatikan dalam merancang sebuah bangunan dengan upaya konservasi energi. Dalam pemilihan material bangunan adalah factor yang penting pula, dari pemilihan material yang digunakan pada selubung bangunan yang masif, juga yang transparan.

Dalam hal ini, ada berbagai macam jenis material kaca ramah lingkungan dengan keunggulannya masing-masing. Penggunaan material kaca dengan tipe kaca *low-e* dan *solar control* adalah salah satu upaya dalam konservasi energi pada bangunan karena nantinya akan dapat mengurangi energi listrik terutama beban pada pendingin ruangan. Dari hasil analisis perhitungan OTTV pada bangunan kaca yang menggunakan jenis kaca *low-e* memiliki hasil perhitungan sebesar 36 W/m2 namun tidak sesuai dengan standar karena penggunaan material yang tidak sesuai dengan fungsi ruangnya. Dalam Standar Konservasi Energi, bangunan untuk melakukan upaya konservasi energi, maka nilai OTTV pada bangunan $\leq$ 35W/m2. Maka dari itu diperlukan perhitungan ulang apabila tidak memenuhi standar dengan mengganti material kaca yang digunkana. Setelah dilakukan perhitungan ulang, terdapat beberapa material kaca yang memenuhi standar dan dikekomendasikan untuk ruang tertentu sesuai dengan fungsinya.

Penggunaan *tinted glass* dengan hasil perhitungan 34,5 W/m2. Penggunaan *reflective glass* dengan hasil perhitungan 28,5 W/m2. Penggunaan *low-e solar control glass* dengan hasil perhitungan 27,1 W/m2. Penggunaan *low-e solar contol glass* 2 dengan hasil perhitungan 25,8 W/m2. Dapat disimpulkan penggunaan material transparan dengan spesifikasi yang lebih

baik, dapat mengurangi beban panas pada bangunan sehingga nantinya dapat mengurangi beban pendingin ruangan adalah menggunakan jenis kaca tipe *double coating low-e solar control (stopray)* karena memiliki nilai beban panas (OTTV) paling rendah yaitu 25,8 W/m2 karena mampu mengurangi nilai beban panas sebesar 28,4% dibanding menggunakan jenis kaca *low-e sun energy* yang merupakan kaca eksisting pada bangunan *National Hospital* Surabaya.

**1.2 Saran**

Untuk merancang sebuah bangunan, seorang arsitek diharapkan tidak hanya memperhatikan nilai estetika namun juga kesinambungan antara bangunan dan dampak bagi lingkungan sekitar. Karena ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan dan dapat membantu dalam merancang bangunan yang mereduksi energi dengan mengurangi beban panas matahari yang masuk.

- Pemilihan jenis material selubung bangunan yang memiliki nilai absortansi matahari yang kecil dan juga memiliki nilai *shading coefficient* yang kecil pada material kaca bangunan
- Penggunaan fenetrasi pada bangunan sangat diperlukan untuk menghalau panas matahari yang masuk
- Pemilihan warna bangunan yang tidak terlalu gelap. Semakin cerah warna bangunan, maka sinar matahari yang dipantulkan akan semakin banyak, dan semakin gelap warna bangunan maka akan semakin banyak menyerap panas matahari yang masuk

Untuk bidang akademik, diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat kepada penelitian dengan topik atau bahasan serupa sehingga dapat menjadi bahan evaluasi pada aspek masalah yang diteliti, metode yang digunakan, atau aspek lainnya pada penelitian lain kedepannya.

# DAFTAR PUSTAKA


Arseani, Wengky.2019. Pengaruh Material Kaca Sebagai Selubung Bangunan Terhadap Besar Perpindahan Panas Pada Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Undip*

Archipidi. (2014, Juni 20). Dikutip 14 Agustus 2019 www.achipidi.net http://www.archipidi.net/mengenal-macam-macam-jenis-dan-ukuran-kaca/

Amfg.(2015, Januari 07). Dikutip 14 Agustus 2019 dari www.amfg.co.id http://www.amfg.co.id/id/kaca-lembaran/exterior/sunergy.html

Badan Standardisasi Nasional. (2011). Konservasi Energi pada Selubung Bangunan. *Sni 03-6389-2011*, 1–39.

BRE Group. (2017, Juni 15). Dikutip 14 Agustus 2019 www.bre.co.uk: https://www.bre.co.uk/page.jsp?id=3388

Givoni, B., 1994, Passive and Low Energy Cooling of Building, Van Nostrand Reinhold, United State of America.

Glazette, Reflective Glass. Diakses 20 Juni 2019 dari http://www.glazette.com: http://www.glazette.com/Glass-Knowledge-Bank-57/Reflective-and-AntiReflective-glass.html

Google. Diakses 27 Mei 2019 www.google.co.id https://www.google.co.id/maps/place/National+Hospital/

Green Directory Indonesia. (2015, Juli 03) Dikutip 14 Agustus 2019 http://greendirectoryindonesia.com http://greendirectoryindonesia.com/product/view/88/stopray-high-performance-solar-control-low-e-glass

Indonesian Tempered Glass. Diakses 17 Agustus 2019 http://m.indonesian.temperedsolarglass.com http://m.indonesian.temperedsolarglass.com/sale-10085337-ford-blue-tinted-float-glass-flat-shape-coloured-float-glass-for-furniture-decoration.html

International Finance Corporation (IFC). 2011. Jakarta Building Energy Efficiency Baseline and Saving Potential: Sensitivity Analysis.

Kusumawati, Lili. 2014 . Pengaruh Desain Fasade Terhadap Efisiensi Energi . *Jurnal Trisakti*

Kaca Tempered. Diakses 15 Agustus 2019 dari https://kacatempered.wordpress.com. https://kacatempered.wordpress.com/kaca-sunergy/

Metro Performance Glass. Diakses 28 Juli 2019 dari www.metroglass.co.nz: https://www.metroglass.co.nz/catalogue/056.aspx

National Climatic Data Center. Diakses 20 Oktober 2019 dari https://www.ncdc.noaa.gov/

BRE Group. Diakses 15 Juni 2019 dari www.bre.co.uk: https://www.bre.co.uk/page.jsp?id=3388

Muncul Glass. Diakses 17 Agustus 2019 dari www.munculglass.com http://www.munculglass.com/product/kaca-reflektif-murah-p568878.aspx

Poirazis, H. (2004). Double Skin Facade Office Building. Sweden: KFS AB, Lund

Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. (2012). *PANDUAN PENGGUNA BANGUNAN GEDUNG HIJAU JAKARTA* (Vol. 1).

Peraturan Menteri. 2016. Peraturan Menteri No 24 Tahun 2016 Tentang Persyaratan Teknis Bangunan dan Prasarana Rumah Sakit

Patrialand. Jenis - Jenis Kaca Sebagai Bahan Bangunan. Diakses 10 Agustus 2019 dari patrialand.com: https://patrialand.com/2018/04/11/jenis-jenis-kaca-sebagai-bahanbangunan/

Srtiani, Apriliani Nur. 2017 . Perhitungan Overall Thermal Transfer Value pada Selubung Bangunan, Studi Kasus : Podium dan Tower Rumah Sakit Siloam pada Proyek Srondol . *Jurnal Arsir*.

Undang-Undang Republik Indonesia. 2009. Nomor 44 Tahun 2009 Tentang Rumah Sakit

Winarto, S. (2007). SELUBUNG BANGUNAN DAN LINGKUNGAN LUAR ( PASSIVE COOLING ), *4*(4), 37–47.

# LAMPIRAN

1. Tabel SNI 03-6389-2011
2. Iklim Surabaya
3. Denah Bangunan
4. Tampak Bangunan Berdasarkan Orientasinya

**Tabel SNI 03-6389-2011**

Tabel 1. Nilai absorbtansi radiasi matahari (α) untuk dinding luar tak tembus cahaya.

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

[1)] Untuk bangunan nuklir.

Repository Universitas Brawijaya

Tabel 2. Nilai absorbtansi radiasi matahari (α) untuk cat permukaan dinding luar

| Cat permukaan dinding luar | α |
|---|---|
| Hitam merata | 0,95 |
| Pernis hitam | 0,92 |
| Abu-abu tua | 0,91 |
| Pernis biru tua | 0,91 |
| Cat minyak hitam | 0,90 |
| Coklat tua | 0,88 |
| Abu-abu/biru tua | 0,88 |
| Biru/hijau tua | 0,88 |
| Coklat medium | 0,84 |
| Pernis hijau | 0,79 |
| Hijau medium | 0,59 |
| Kuning medium | 0,58 |
| Hijau/biru medium | 0,57 |
| Hijau muda | 0,47 |
| Putih semi kilap | 0,30 |
| Putih kilap | 0,25 |
| Perak | 0,25 |
| Pernis putih | 0,21 |

Tabel 3. Nilai R lapisan udara permukaan untuk dinding dan atap

| Jenis permukaan | | Resistans Termal *R* ($m^2$.K/W) |
|---|---|---|
| Permukaan dalam ($R_{UP}$) | Emisivitas tinggi [1)] | 0,120 |
| | Emisivitas rendah [2)] | 0,299 |
| Permukaan luar ($R_{UL}$) | Emisivitas tinggi | 0,044 |

Keterangan :

1) Emisifitas tinggi adalah permukaan halus yang tidak mengkilap (non reflektif)
2) Emisifitas rendah adalah permukaan dalam yang sangat reflektif, seperti alumunium foil.

Tabel 4. Nilai K bahan bangunan

| No | Bahan bangunan | Densitas (kg/m$^3$) | k (W/m.K) |
|---|---|---|---|
| 1 | Beton | 2400 | 1,448 |
| 2 | Beton ringan | 960 | 0,303 |
| 3 | Bata dengan lapisan plester | 1760 | 0,807 |
| 4 | Bata langsung dipasang tanpa plester,tahan terhadap cuaca | | 1,154 |
| 5 | Plesteran pasir semen | 1568 | 0,533 |
| 6 | Kaca lembaran | 2512 | 1,053 |
| 7 | Papan gypsum | 880 | 0,170 |
| 8 | Kayu lunak | 608 | 0,125 |
| 9 | Kayu keras | 702 | 0,138 |
| 10 | Kayu lapis | 528 | 0,148 |
| 11 | *Glasswool* | 32 | 0,035 |
| 12 | Fibreglass | 32 | 0,035 |
| 13 | Paduan Alumunium | 2672 | 211 |
| 14 | Tembaga | 8784 | 385 |
| 15 | Baja | 7840 | 47,6 |
| 16 | Granit | 2640 | 2,927 |
| 17 | Marmer/Batako/terazo/keramik/mozaik | 2640 | 1,298 |

Tabel 5. Beda Temperatur ekuivalen untuk dinding

| Berat per satuan luas atap (kg/m$^2$) | Tarnsmitansi termal maksimum (W/m$^2$.K) |
|---|---|
| Di bawah 50 [1)] | 0.4 |
| 50 ~ 230 [2)] | 0.8 |
| lebih dari 230 [3)] | 1.2 |

Tabel 6. Faktor radiasi matahari (SF, W/m²) untuk berbagai orientasi [1)]

| | U | TL | T | TGR | S | BD | B | BL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|


| Berat per satuan luas atap (kg/m$^2$) | Tarnsmitansi termal maksimum (W/m$^2$.K) |
|---|---|
| Di bawah 50 [1)] | 0.4 |
| 50 ~ 230 [2)] | 0.8 |
| lebih dari 230 [3)] | 1.2 |


Tabel 6. Beda temperature ekuivalen berbagai penutup atap

| Berat atap per satuan luas (kg/m$^2$) | Beda temperatur ekuivalen ($TD_{EQ}$ ), K |
|---|---|
| Kurang dari 50 | 24 |
| 50 ~ 230 | 20 |
| lebih dari 230 | 16 |

Tabel 7. Koefisien peneduh efektif untuk proyeksi horizontal pada berbagai sudut kemiringan

Orientasi: Utara dan Selatan

| $R_1$ | 0° | 10° | 20° | 30° | 40° | 50° |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.1 | 0.9380 | 0.9330 | 0.9300 | 0.9291 | 0.9303 | 0.9336 |
| 0.2 | 0.8773 | 0.8674 | 0.8613 | 0.8595 | 0.8619 | 0.8685 |
| 0.3 | 0.8167 | 0.8017 | 0.7927 | 0.7899 | 0.7935 | 0.8033 |
| 0.4 | 0.7560 | 0.7392 | 0.7288 | 0.7245 | 0.7263 | 0.7382 |
| 0.5 | 0.7210 | 0.7080 | 0.7001 | 0.6950 | 0.6927 | 0.6938 |
| 0.6 | 0.7041 | 0.6921 | 0.6848 | 0.6804 | 0.6774 | 0.6760 |
| 0.7 | 0.6923 | 0.6842 | 0.6775 | 0.6723 | 0.6689 | 0.6672 |
| 0.8 | 0.6871 | 0.6779 | 0.6702 | 0.6661 | 0.6641 | 0.6626 |
| 0.9 | 0.6819 | 0.6718 | 0.6670 | 0.6643 | 0.6621 | 0.6604 |
| 1.0 | 0.6767 | 0.6690 | 0.6655 | 0.6625 | 0.6600 | 0.6583 |
| 1.1 | 0.6731 | 0.6678 | 0.6640 | 0.6607 | 0.6584 | 0.6577 |
| 1.2 | 0.6713 | 0.6667 | 0.6685 | 0.6589 | 0.6577 | 0.6577 |
| 1.3 | 0.6705 | 0.6656 | 0.6611 | 0.6582 | 0.6577 | 0.6577 |
| 1.4 | 0.6698 | 0.6644 | 0.6596 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |
| 1.5 | 0.6690 | 0.6633 | 0.6588 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |
| 1.6 | 0.6683 | 0.6622 | 0.6582 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |
| 1.7 | 0.6675 | 0.6610 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |
| 1.8 | 0.6667 | 0.6599 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |
| 1.9 | 0.6660 | 0.6594 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |
| 2.0 | 0.6652 | 0.6589 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |
| 2.1 | 0.6645 | 0.6585 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |
| 2.2 | 0.6637 | 0.6581 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |
| 2.3 | 0.6630 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |
| 2.4 | 0.6622 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |
| 2.5 | 0.6614 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |
| 2.6 | 0.6607 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |
| 2.7 | 0.6604 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |
| 2.8 | 0.6601 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |
| 2.9 | 0.6599 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |
| 3.0 | 0.6596 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 | 0.6577 |

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 8. Koefisien peneduh efektif untuk proyeksi horizontal pada berbagai sudut kemiringan

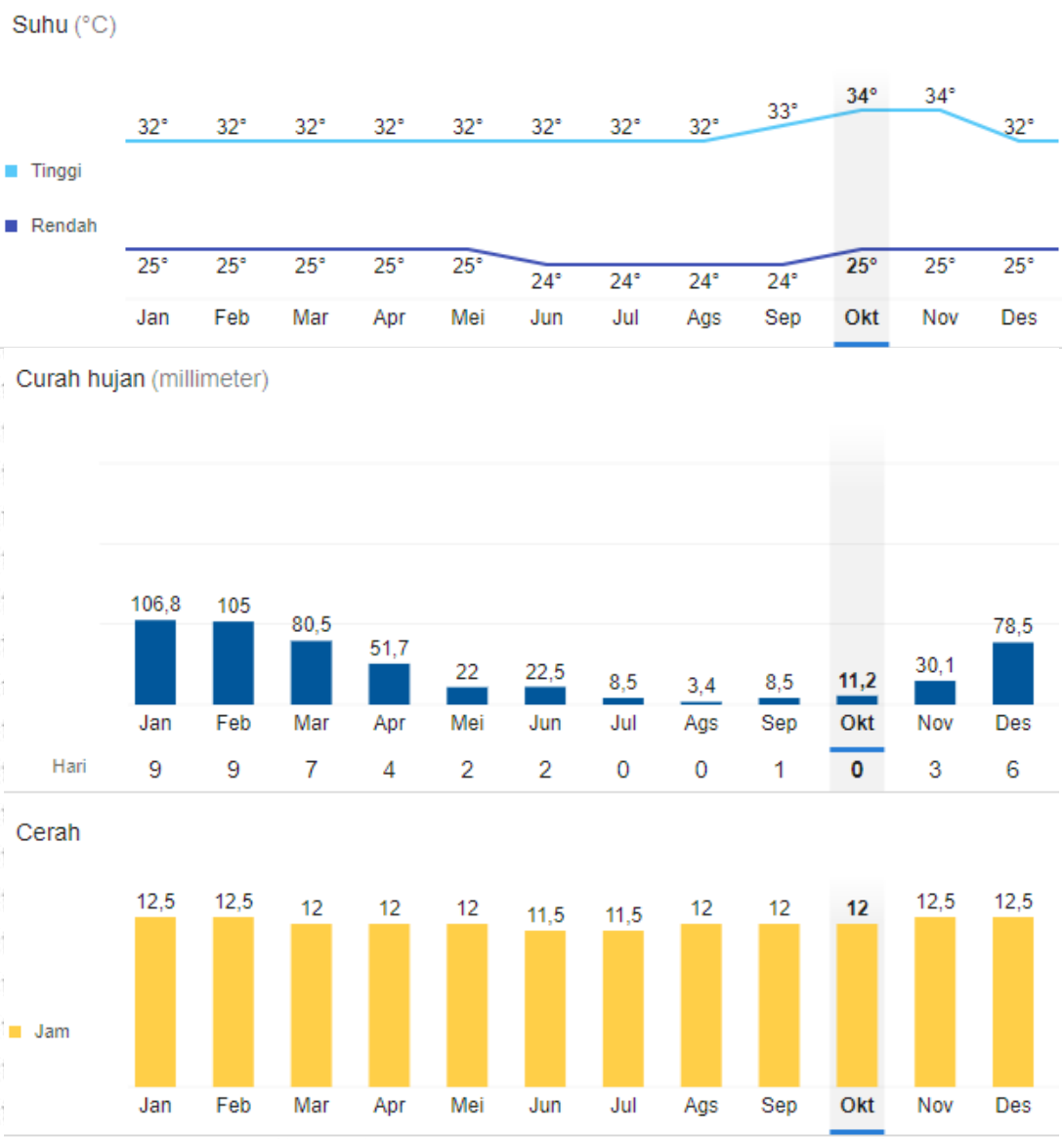
Orientasi: Timur dan Barat

| $R_1$ | 0° | 10° | 20° | 30° | 40° | 50° |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.1 | 0.9363 | 0.9268 | 0.9195 | 0.9147 | 0.9124 | 0.9129 |
| 0.2 | 0.8752 | 0.8565 | 0.8416 | 0.8309 | 0.8257 | 0.8257 |
| 0.3 | 0.8228 | 0.7947 | 0.7723 | 0.7563 | 0.7470 | 0.7448 |
| 0.4 | 0.7703 | 0.7330 | 0.7036 | 0.6820 | 0.6693 | 0.6664 |
| 0.5 | 0.7248 | 0.6842 | 0.6550 | 0.6231 | 0.6045 | 0.5946 |
| 0.6 | 0.6911 | 0.6424 | 0.6013 | 0.5691 | 0.5467 | 0.5349 |
| 0.7 | 0.6574 | 0.6006 | 0.5559 | 0.5249 | 0.5012 | 0.4581 |
| 0.8 | 0.6237 | 0.5693 | 0.5273 | 0.4923 | 0.4651 | 0.4467 |
| 0.9 | 0.5998 | 0.5463 | 0.4991 | 0.4608 | 0.4389 | 0.4237 |
| 1.0 | 0.5827 | 0.5232 | 0.4727 | 0.4442 | 0.4222 | 0.4062 |
| 1.1 | 0.5656 | 0.5002 | 0.4587 | 0.4296 | 0.4075 | 0.4010 |
| 1.2 | 0.5485 | 0.4828 | 0.4468 | 0.4154 | 0.4036 | 0.3969 |
| 1.3 | 0.5314 | 0.4739 | 0.4349 | 0.4089 | 0.3999 | 0.3963 |
| 1.4 | 0.5156 | 0.4650 | 0.4230 | 0.4059 | 0.3969 | 0.3963 |
| 1.5 | 0.5051 | 0.4561 | 0.4147 | 0.4029 | 0.3963 | 0.3963 |
| 1.6 | 0.4995 | 0.4472 | 0.4123 | 0.3999 | 0.3963 | 0.3963 |
| 1.7 | 0.4939 | 0.4383 | 0.4101 | 0.3974 | 0.3963 | 0.3963 |
| 1.8 | 0.4882 | 0.4294 | 0.4079 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 |
| 1.9 | 0.4826 | 0.4237 | 0.4057 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 |
| 2.0 | 0.4770 | 0.4204 | 0.4035 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 |
| 2.1 | 0.4713 | 0.4190 | 0.4013 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 |
| 2.2 | 0.4657 | 0.4176 | 0.3991 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 |
| 2.3 | 0.4601 | 0.4163 | 0.3978 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 |
| 2.4 | 0.4544 | 0.4149 | 0.3968 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 |
| 2.5 | 0.4488 | 0.4135 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 |
| 2.6 | 0.4432 | 0.4122 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 |
| 2.7 | 0.4400 | 0.4108 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 |
| 2.8 | 0.4369 | 0.4094 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 |
| 2.9 | 0.4339 | 0.4081 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 |
| 3.0 | 0.4333 | 0.4067 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 | 0.3963 |

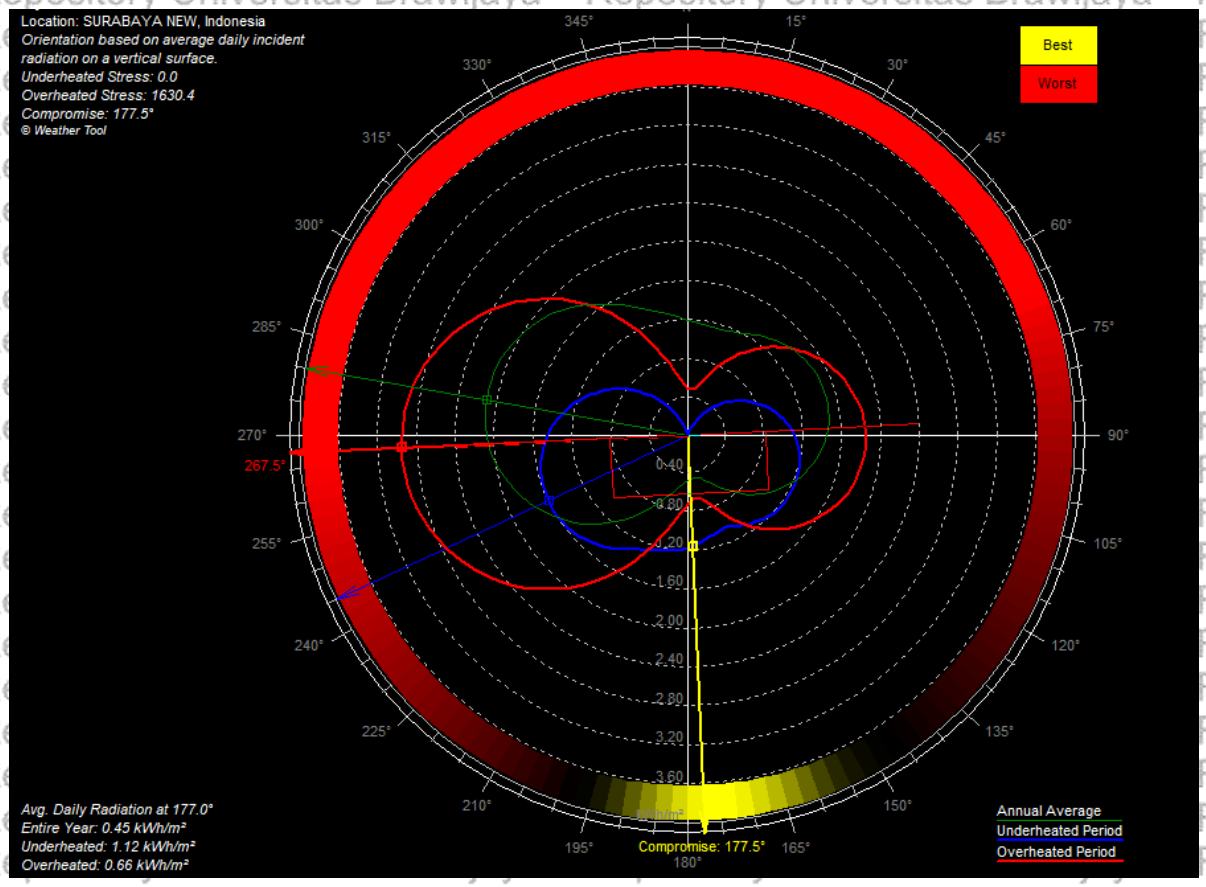
Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**Iklim Kota Surabaya**

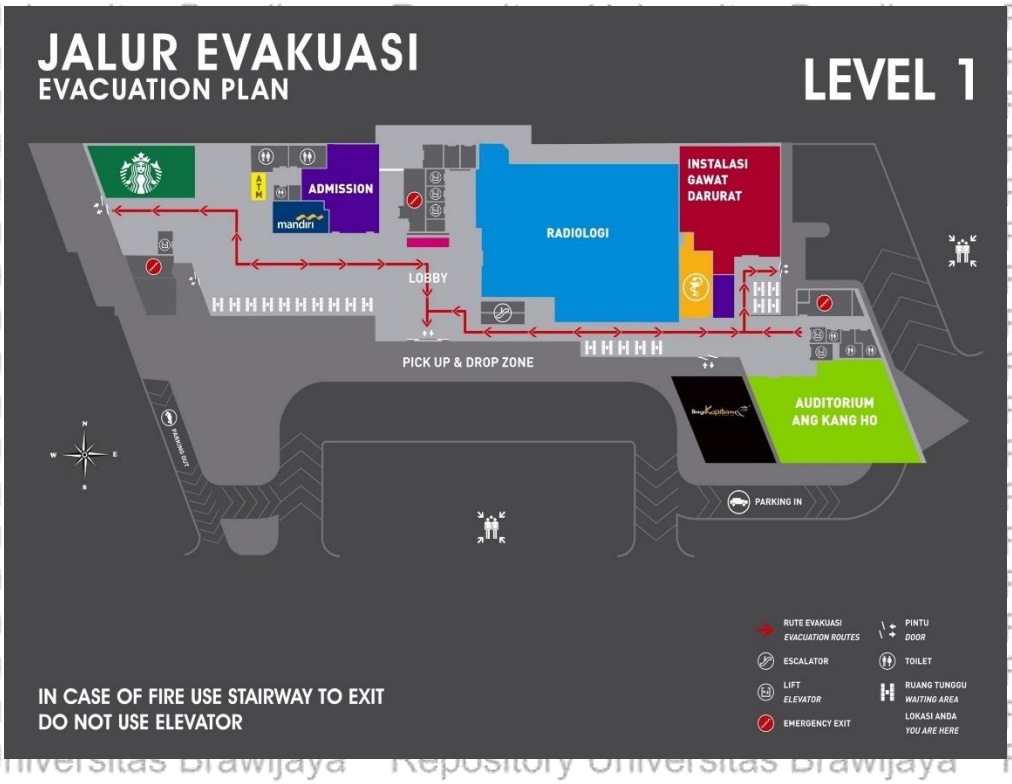
Iklim Rata-Rata Kota Surabaya

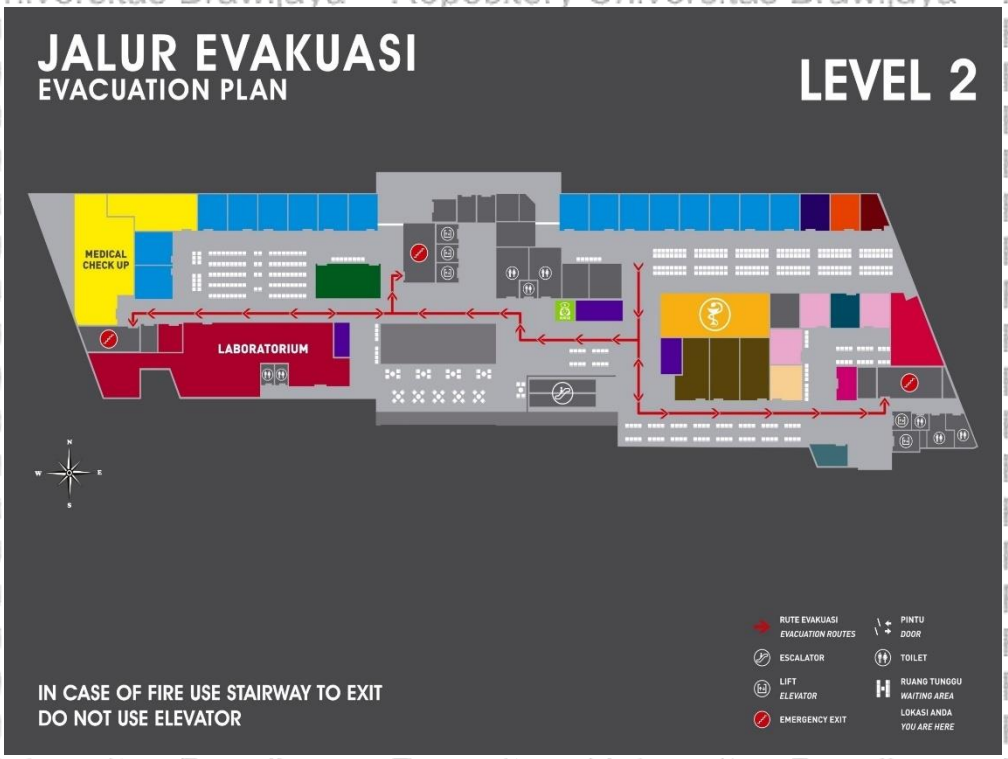


Rata – rata radiasi matahari Kota Surabaya



**Denah Bangunan *National Hospital* Surabaya**



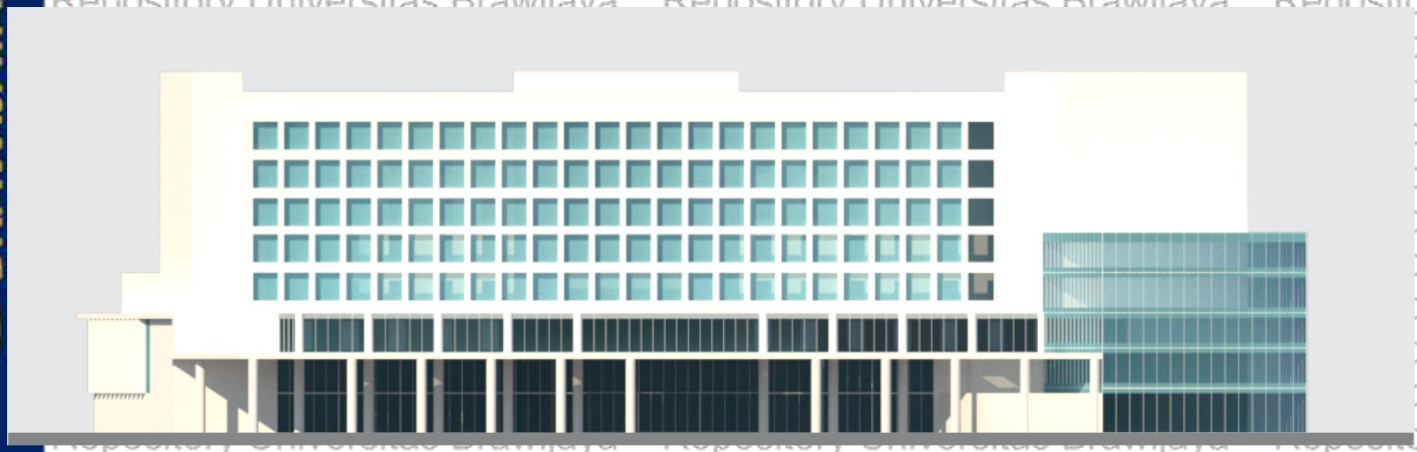
Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

JALUR EVAKUASI
EVACUATION PLAN
LEVEL 6
NURSE
NURSE
RUTE EVAKUASI
EVACUATION ROUTES
TOILET
LIFT
ELEVATOR
EMERGENCY EXIT
PINTU
DOOR
RUANG TUNGGU
WAITING AREA
LOKASI ANDA
YOU ARE HERE
IN CASE OF FIRE USE STAIRWAY TO EXIT
DO NOT USE ELEVATOR

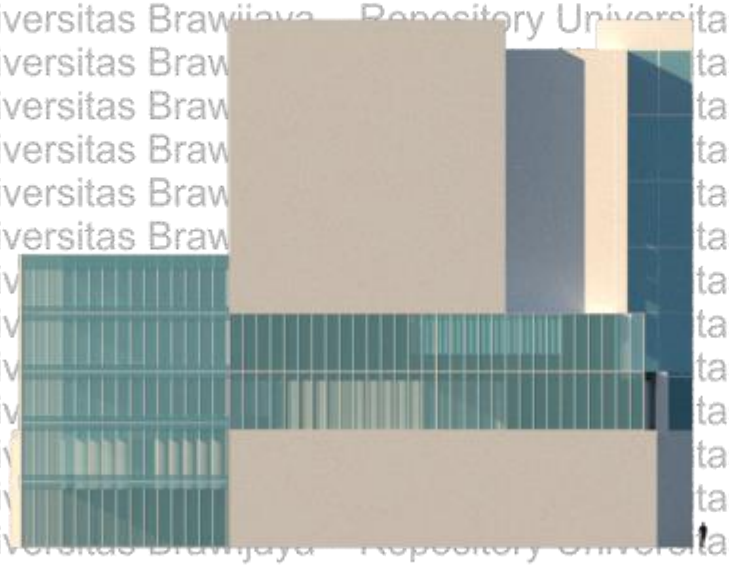
JALUR EVAKUASI
EVACUATION PLAN
LEVEL 7
NURSE
NURSE
RUTE EVAKUASI
EVACUATION ROUTES
TOILET
LIFT
ELEVATOR
EMERGENCY EXIT
PINTU
DOOR
RUANG TUNGGU
WAITING AREA
LOKASI ANDA
YOU ARE HERE
IN CASE OF FIRE USE STAIRWAY TO EXIT
DO NOT USE ELEVATOR

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**Tampak Bangunan Berdasarkan Orientasinya**

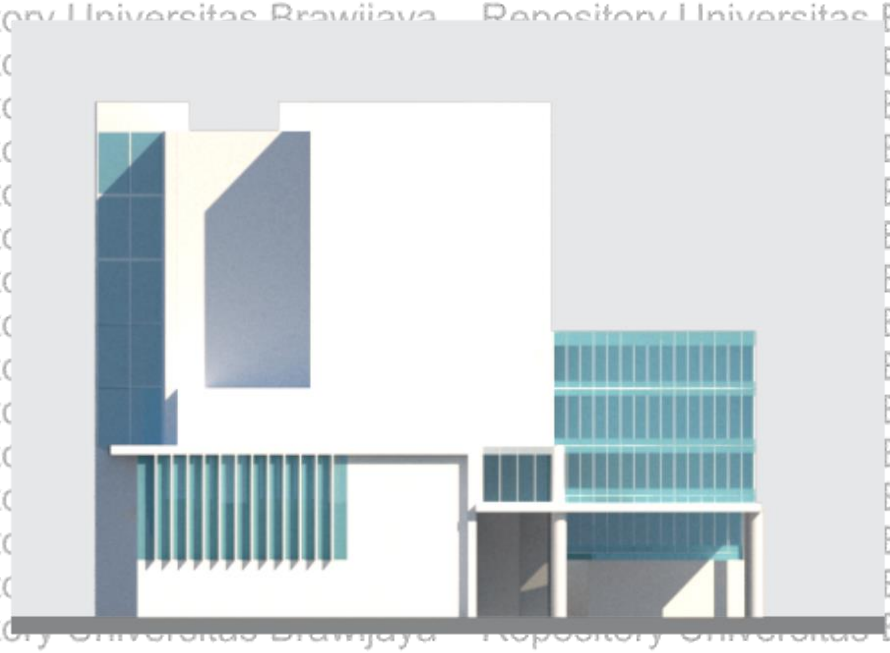


Gambar 1 Bangunan Orientasi Selatan



Gambar 2 Bangunan Orientasi Timur

Gambar 3 Bangunan Orientasi Utara



Gambar 4 Bangunan Orientasi Barat