

BAB 3

PELAKSANAAN MAGANG INDUSTRI

3.1. Jadwal Kegiatan

Aktivitas magang industri dilaksanakan dari 24 Juli 2023 hingga 1 Desember 2023 selama 640 jam kerja. Setiap minggunya, pekerjaan umumnya dimulai pada hari Senin hingga Jumat dan umumnya dimulai dari jam 09:00 hingga 17:00 selama 8 jam. Jenis-jenis pekerjaan yang dilakukan antara lain membaca dan mencari informasi dari denah atau gambar teknik, melakukan perhitungan, melakukan pembuatan atau pengaturan model 3D bangunan, mencari data cuaca pada suatu daerah, mempersiapkan laporan untuk suatu proyek, dan sebagainya. Kegiatan mingguan dideskripsikan secara lebih mendalam pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Deskripsi Kegiatan Magang Setiap Minggu

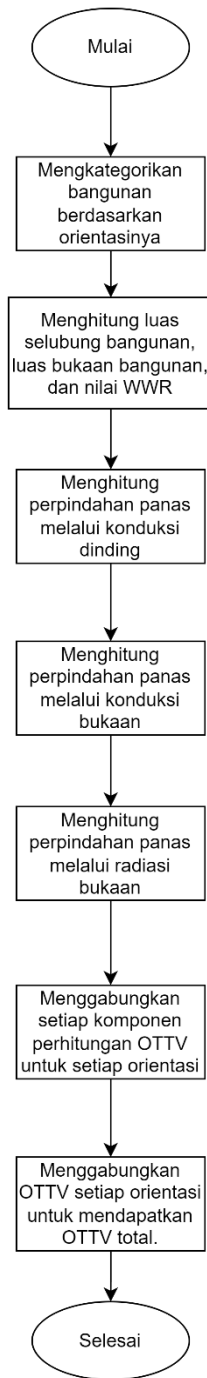
| Minggu ke- | Deskripsi Kegiatan |
|-------------------|--|
| 1 | Mempelajari EDGE dan memperhitungkan WWR dan OTTV <i>Warehouse Genero</i> . |
| 2 | Rapat koordinasi dan menyelesaikan perhitungan WWR dan OTTV <i>Genero</i> . |
| 3 | Pembahasan dan rapat proyek bangunan DJBC serta mempersiapkan format laporan sertifikasi <i>Greenshipnya</i> . |
| 4 | Menyelesaikan format laporan <i>Greenship</i> dan memulai perancangan model bangunan DJBC pada <i>SketchUp</i> . |
| 5 | Melanjutkan, revisi, dan menyelesaikan model bangunan <i>SektchUp DJBC</i> untuk melakukan simulasi energi <i>Sefaira</i> . |
| 6 | Memulai perhitungan OTTV DJBC, mengikuti seminar GBCI, dan <i>Yodaya Fun Day</i> . |
| 7 | Koreksi model <i>SketchUp DJBC</i> , melanjutkan simulasi bangunan DJBC, dan melanjutkan perhitungan OTTV bangunan DJBC. |
| 8 | Menyelesaikan simulasi energi bangunan DJBC dan membuat laporan energi bangunannya. Memulai perhitungan OTTV bangunan <i>Onkologi RSUP Soeradji</i> . |
| 9 | Menyelesaikan perhitungan OTTV <i>RSUP Soeradji</i> dan membuat serta menyelesaikan laporan OTTVnya. |
| 10 | Membuat variasi perhitungan OTTV bangunan <i>Onkologi RSUP Soeradji</i> , menghitung luas area serta mencari data cuaca pada rumah proyek <i>Greenland</i> . |
| 11 | Melakukan perhitungan <i>fresh air IKN Kemenko</i> dan memulai pengaturan model <i>DIALux</i> bangunan <i>IKN Kemenko</i> . |

| Minggu ke- | Deskripsi Kegiatan |
|-------------------|--|
| 12 | Melakukan perhitungan LPD bangunan IKN Kemenko, menjalankan simulasi, serta koreksi luminer model DIALuxnya. |
| 13 | Mengukur luas bangunan berdasarkan kategori EDGE dan mencari spesifikasi debit air saniter rumah proyek Greenland. |
| 14 | Melakukan pengaturan ulang cat, dinding, dan deskripsi ruangan untuk model DIALux IKN Kemenko. |
| 15 | Melanjutkan pengaturan model DIALux IKN Kemenko serta memulai perhitungan LPD berdasarkan pengaturan baru. |
| 16 | Menyelesaikan pengaturan model DIALux IKN Kemenko dan membuat laporan LPD. Mempelajari metode perhitungan angka rebar dan menjalankan perhitungan angka rebar proyek Genero. |
| 17 | Penyelesaikan laporan LPD dan koreksi model dan perhitungan proyek IKN Kemenko. Memindahkan format perhitungan OTTV RSUP Onkologi Klaten ke format OTTV BGH Kementrian PUPR, membuat variasi jenis kaca, dan membuat laporannya. |
| 18 | Menghitung LPD proyek Summitmas serta perhitungan area hijau dan jenis pohon proyek Bangunan Onkologi RSUP Soeradji. |
| 19 | Memindahkan data konsumsi energi serta perhitungan BTUh proyek Summitmas dari Januari hingga Juli. |

3.2. Uraian Data dan Analisis

3.2.1. Pengertian OTTV

OTTV atau Nilai Perpindahan Termal Menyeluruh dinyatakan sebagai nilai perpindahan panas dari matahari ke dalam bangunan melalui fasad atau selubung bangunan; karena itu, OTTV menjadi indeks performa termal [8]. OTTV dinyatakan dalam satuan daya panas per luas area selubung bangunan. Selubung atau fasad bangunan merupakan gabungan material kokoh atau material transparan yang menyelubungi bangunan dan mempengaruhi karakteristik arsitektural serta termal bangunan [9]. Gambar Gambar 3.1 menunjukkan diagram alir proses perhitungan OTTV



Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Perhitungan OTTV

Berdasarkan SNI 6389:2020, OTTV suatu bangunan tidak diperbolehkan melebihi 35 W/m^2 agar menjamin kenyamanan termal bangunan dan menghindari kebutuhan pendinginan berlebihan. Faktor-faktor yang berkontribusi pada perpindahan panas ke bangunan melalui fasad adalah konduksi dinding, konduksi bukaan, dan radiasi bukaan. Perhitungan radiasi dinding tidak diperhitungkan karena radiasi matahari tidak mampu menembus dinding padat. Hubungan ini dideskripsikan pada persamaan berikut [6]:

$$OTTV = \alpha[U_w * (1 - WWR) * TD_{EK}] + [U_F * WWR * \Delta T] + [SC * WWR * SF].(1)$$

Dimana:

- α : Absorbtansi radiasi matahari
- U_w : Transmittan termal dinding tidak tembus cahaya ($\text{W/m}^2\text{K}$)
- WWR : Perbandingan antara luas area bukaan/jendela dengan luas area keseluruhan fasad.
- TD_{EK} : Beda temperatur ekuivalen (K)
- SF : Faktor radiasi matahari (W/m^2);
- SC : Koefisien peneduh dari sistem fenestrasi
- U_F : Transmittan termal fenestrasi ($\text{W/m}^2\text{K}$)
- ΔT : Perbedaan suhu dalam bangunan dengan lingkungan

OTTV dihitung untuk setiap orientasi bangunan akibat dan digabungkan berdasarkan rumus berikut:

$$OTTV = \frac{\Sigma(A_i * OTTV_i)}{\Sigma A_i} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan:

- A_i : Luas area fasad pada salah satu bagian perhitungan bangunan (m^2)
- $OTTV_i$: Nilai OTTV pada salah satu bagian perhitungan bangunan (W/m^2)

Tabel 3.2, Tabel 3.3, Tabel 3.4, dan Tabel 3.5 menunjukkan nilai-nilai untuk variabel dalam perhitungan OTTV berdasarkan SNI 6389:2020.

Tabel 3.2 Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk dinding luar dan atap tidak transparan [6]

| Bahan dinding luar | α |
|------------------------------------|----------------------------|
| Beton berat | 0,91 |
| Bata merah | 0,89 |
| <i>Bituminous felt</i> | 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 |

Tabel 3.3 Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk cat permukaan dinding luar [6]

| Bahan 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 3.4 Beda Temperatur Ekuivalen Untuk Dinding [6]

| Berat/Satuan luas (kg/m ²) | TD _{EK} |
|--|------------------|
| Kurang dari 126 | 15 |
| 125-195 | 12 |
| Lebih dari 195 | 10 |

Nilai faktor radiasi matahari (SF) berpengaruh pada lokasi bangunan serta orientasinya. Karena Bangunan Onkologi terletak di Klaten, maka akan diambil nilai SF lokasi terdekat yaitu tercatat pada SNI yaitu di Yogyakarta. Nilai SF di Yogyakarta untuk setiap orientasi mata angin terdapat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Nilai Faktor Radiasi di Yogyakarta Berdasarkan Orientasi [6]

| U | TL | T | TGR | S | BD | B | BL |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 152 | 168 | 170 | 130 | 105 | 139 | 178 | 168 |

3.2.2. Keterangan Bangunan Onkologi RSUP Soeradji

Bangunan Onkologi RSUP Soeradji yang berlokasi di Klaten adalah bangunan yang sedang dalam tahap perencanaan pembangunannya. Sebagai bagian dari perolehan perizinan pembangunan, diperlukan perhitungan OTTV pada Bangunan Onkologi RSUP Soeradji agar menemukan kebutuhan/penyusunan material bangunan yang memenuhi standar OTTV SNI. Untuk membantu pelaksanaan perhitungan OTTV, disediakan denah Bangunan Onkologi dalam format denah dan tampak bangunan *AutoCAD* serta model *SketchUp* dan pengolahan data dilakukan pada *Microsoft Excel*.

Bangunan Onkologi RSUP Soeradji didirikan untuk menambahkan fasilitas dan sarana bagi spesialis onkologi untuk membantu perawatan pasien kanker serta menyediakan layanan lainnya. Dalam Bangunan Onkologi RSUP Soeradji, tersedia fasilitas seperti ruangan rawat inap pasien, terapi radiasi untuk mengobati kanker,

pendeteksi dini kanker, kemoterapi, konsultasi dengan ahli, *scan* pasien melalui MRI, dst. Bangunan Onkologi memiliki 7 lantai dengan luas lantai dasar 2198 m² serta terdapat *Roof Garden* pada lantai 5 dan 7 bangunan. Bangunan Onkologi memiliki orientasi mata angin Tenggara, Barat Daya, Barat Laut, dan Timur Laut, dengan tampak depan menghadap ke arah Tenggara. Gambar 3.2, Gambar 3.3, Gambar 3.4, dan Gambar 3.5 menunjukkan model bangunan Bangunan Onkologi pada perangkat lunak *SketchUp* untuk setiap orientasinya.



Gambar 3.2 Tampilan Model Bangunan Onkologi Arah Tenggara (Depan)



Gambar 3.3 Tampilan Model Bangunan Onkologi Arah Barat Daya (Kiri)



Gambar 3.4 Tampilan Model Bangunan Onkologi Arah Barat Laut (Belakang)



Gambar 3.5 Tampilan Model Bangunan Onkologi Arah Timur Laut (Kanan)

Dalam perancangannya, diasumsikan bahwa Bangunan RSUP Soeradji Klaten hanya memiliki lapisan beton ringan. Selain dari itu, kaca yang digunakan memiliki ketebalan kaca 8 mm, dengan variasi perhitungan OTTV dilakukan untuk kaca jenis *Clear Glass*, ET725, ST750, dan ST767 tanpa mempertimbangkan pengaruh dari peneduh bangunan. Tabel 3.6 menunjukkan spesifikasi dari kaca yang relevan terhadap perhitungan OTTV.

Tabel 3.6 Jenis, Ketebalan, Nilai Koefisien Peneduh, dan Nilai Transmittan Panas Setiap Kaca Yang Diuji

| Jenis Kaca | <i>Clear Glass</i> | ET725 | ST750 | ST767 |
|------------|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| Ketebalan | 8 mm | 8 mm | 8 mm | 8 mm |
| SC | 0.93 | 0.35 | 0.50 | 0.56 |
| U_F | 5.7 W/m ² K | 3 W/m ² K | 5.7 W/m ² K | 5.7 W/m ² K |

Dengan menetapkan *Clear Glass* sebagai dasar, maka seluruh perhitungan OTTV dalam laporan akan menggunakan nilai SC dan U_F dari *Clear Glass*. Hasil OTTV dari *Clear Glass* akan dibandingkan dengan jenis kaca lainnya secara langsung sebagai perubahan persentase terhadap nilai OTTV *Clear Glass*. Dengan perubahan jenis kaca, maka parameter yang akan mengalami perubahan adalah nilai SC dan U_F yang akan mempengaruhi perhitungan komponen OTTV konduksi bukaan dan radiasi bukaan.

3.2.3. Perhitungan WWR Bangunan Onkologi

Perhitungan OTTV dimulai dari perhitungan WWR. Nilai tersebut didapatkan berdasarkan gambar tampak setiap orientasi bangunan Onkologi dan hanya memperhitungkan fasad yang terletak pada area terkondisikan. Sehingga, area seperti lobi, ruang pasien, ruang tunggu, laboratorium, dll berkontribusi pada perhitungan fasad terkondisikan; sementara area seperti toilet, tangga darurat, dan *void* tidak berkontribusi pada panjang fasad terkondisikan. Gambar 3.6, Gambar 3.7, Gambar 3.8, dan Gambar 3.9 menunjukkan tampak setiap orientasi bangunan dengan arsiran merah menunjukkan bagian bangunan yang tidak terkondisikan, sementara arsiran hijau menunjukkan bagian bangunan yang terkondisikan:



Gambar 3.6 Arsiran Tampak Tenggara (Depan) Bangunan Onkologi



Gambar 3.7 Arsiran Tampak Barat Daya (Kiri) Bangunan Onkologi



Gambar 3.8 Arsiran Tampak Barat Laut (Belakang) Bangunan Onkologi



Gambar 3.9 Arsiran Tampak Timur Laut (Kanan) Bangunan Onkologi

Berdasarkan arsiran tersebut, perhitungan WWR dapat dilakukan dengan menjumlahkan luas fasad terkondisikan pada setiap orientasi bangunan serta luas bukaan yang terletak pada fasad terkondisikan; untuk mempermudah perhitungan, perhitungan luas fasad dan bukaan dilakukan per lantai pada setiap orientasi. Luas fasad terkondisikan dihitung dengan mencari panjang fasad terkondisikan dan mengkalikannya dengan tinggi lantai; sementara luas bukaan terkondisikan dilakukan dengan mencari luas setiap bukaan menggunakan fungsi *Area* pada perangkat lunak AutoCad. Untuk menemukan WWR orientasi, luas fasad serta luas bukaan dijumlahkan dan dilakukan pembagian antara total luas bukaan terkondisikan dengan total luas fasad terkondisikan. menunjukkan proses perhitungan WWR setiap orientasi pada Bangunan Onkologi RSUP Soeradji. Perhitungan WWR Bangunan Onkologi dilakukan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Tabel Perhitungan WWR Bangunan Onkologi RSUP Soeradji Berdasarkan Orientasi

| Orientasi | Lantai | Tinggi Lantai (m) | Panjang Fasad Terkondisikan (m) | Luas Fasad Terkondisikan (m ²) | Luas Bukaan (m ²) | WWR Lantai | WWR Orientasi | WWR Bangunan |
|-------------------|-----------|-------------------|---------------------------------|--|-------------------------------|------------|--|------------------------|
| | | (1) | (2) | (3) (1) × (2) | (4) | (4) ÷ (3) | $\sum(4)^\dagger \div \sum(3)^\dagger$ | $\sum(4) \div \sum(3)$ |
| Tenggara (Depan) | Dasar | 3.68 | 29.3 | 107.8 | 70.5 | 65.4% | 56.9% | 38.4% |
| | Mezzanine | 3.68 | 8.1 | 29.8 | 25.6 | 85.9% | | |
| | 1 | 4.03 | 11.8 | 47.6 | 30.2 | 63.6% | | |
| | 2 | 4.03 | 39.0 | 157.2 | 96.9 | 61.6% | | |
| | 3 | 4.55 | 37.7 | 171.5 | 97.5 | 56.8% | | |
| | 4 | 4.03 | 37.7 | 151.9 | 90.5 | 59.6% | | |
| | 5 | 4.03 | 38.0 | 153.2 | 78.8 | 51.4% | | |
| | 6 | 4.03 | 38.0 | 153.2 | 80.7 | 52.7% | | |
| | 7 | 4.20 | 41.0 | 172.2 | 80.7 | 46.8% | | |
| Barat Daya (Kiri) | Dasar | 3.68 | 31.3 | 115.3 | 22.4 | 19.4% | 19.4% | 38.4% |
| | Mezzanine | 3.68 | 27.7 | 101.8 | 26.7 | 26.2% | | |
| | 1 | 4.03 | 27.5 | 110.8 | 13.7 | 12.4% | | |
| | 2 | 4.03 | 24.8 | 99.8 | 13.7 | 13.7% | | |
| | 3 | 4.55 | 27.7 | 125.9 | 22.4 | 17.8% | | |
| | 4 | 4.03 | 21.2 | 85.2 | 5.1 | 5.9% | | |
| | 5 | 4.03 | 30.5 | 122.9 | 31.0 | 25.2% | | |
| | 6 | 4.03 | 30.5 | 122.9 | 31.0 | 25.2% | | |
| | 7 | 4.20 | 30.5 | 128.1 | 31.0 | 24.2% | | |
| | Dasar | 3.68 | 46.0 | 169.3 | 0.0 | 0.0% | 47.4% | |

| Orientasi | Lantai | Tinggi Lantai (m) | Panjang Fasad Terkondisikan (m) | Luas Fasad Terkondisikan (m ²) | Luas Bukaan (m ²) | WWR Lantai | WWR Orientasi | WWR Bangunan |
|-----------------------|-----------|-------------------|---------------------------------|--|-------------------------------|------------|--|------------------------|
| | | (1) | (2) | (3) (1) × (2) | (4) | (4) ÷ (3) | $\sum(4)^\dagger \div \sum(3)^\dagger$ | $\sum(4) \div \sum(3)$ |
| Barat Laut (Belakang) | Mezzanine | 3.68 | 49.6 | 182.5 | 108.0 | 59.2% | | |
| | 1 | 4.03 | 53.0 | 213.6 | 111.9 | 52.4% | | |
| | 2 | 4.03 | 53.0 | 213.6 | 111.9 | 52.4% | | |
| | 3 | 4.55 | 46.5 | 211.6 | 115.8 | 54.7% | | |
| | 4 | 4.03 | 27.0 | 108.8 | 46.4 | 42.7% | | |
| | 5 | 4.03 | 53.0 | 213.6 | 111.9 | 52.4% | | |
| | 6 | 4.03 | 53.0 | 213.6 | 111.9 | 52.4% | | |
| | 7 | 4.20 | 53.0 | 222.6 | 111.9 | 50.3% | | |
| Timur Laut (Kanan) | Dasar | 3.68 | 14.9 | 54.6 | 8.6 | 15.8% | 19.1% | |
| | Mezzanine | 3.68 | 25.4 | 93.4 | 18.0 | 19.3% | | |
| | 1 | 4.03 | 21.3 | 86.0 | 17.3 | 20.1% | | |
| | 2 | 4.03 | 24.8 | 100.1 | 18.0 | 18.0% | | |
| | 3 | 4.55 | 25.4 | 115.5 | 18.0 | 15.6% | | |
| | 4 | 4.03 | 25.4 | 102.3 | 18.0 | 17.6% | | |
| | 5 | 4.03 | 30.8 | 124.0 | 26.7 | 21.5% | | |
| | 6 | 4.03 | 30.8 | 124.0 | 26.7 | 21.5% | | |
| 7 | 4.20 | 30.8 | 129.3 | 25.9 | 20.1% | | | |

† : Mendeskripsikan penjumlahan data untuk salah satu orientasi secara individual

3.2.4. Perhitungan Komponen Konduksi Dinding

Perhitungan komponen OTTV konduksi dinding mendeskripsikan panas dari matahari yang mengenai selubung bangunan dan dikonduksikan ke dalam ruangan. Dalam perhitungan komponen OTTV konduksi dinding, diperlukan nilai 1-WWR untuk mendeskripsikan area fasad yang bukan bukaan, Berdasarkan material bangunan berupa beton ringan, maka diperlukan nilai absorbtansi radiasi matahari (α), transmitan termal dinding tidak tembus cahaya (U_w), serta beda temperatur ekuivalen (TD_{EK}). Nilai α untuk beton ringan terdapat pada Tabel 3.2 sebesar 0.86, sementara nilai U_w dan TD_{EK} perlu diperhitungkan menggunakan data massa jenis dan konduktivitas beton ringan. Nilai massa jenis dan konduktivitas terdapat pada SNI (5) dengan nilai massa jenis beton ringan dinyatakan sebagai 960 kg/m^3 , sementara konduktivitas beton ringan dinyatakan sebesar 0.303 W/m.K .

Pertama, akan dilakukan perhitungan nilai U_w yang didapatkan dengan mencari nilai resistan panas material berdasarkan nilai konduktivitas dan ketebalannya. Dalam hal ini, diasumsikan bahwa ketebalan dinding Bangunan Onkologi adalah 0.14 m . Perhitungan U_w terdapat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Perhitungan Nilai Resistan Beton Ringan

| Jenis Material | Ketebalan (m) | Konduktivitas (W/m.K) | Resistan ($\text{m}^2.\text{K/W}$) |
|----------------|---------------|-----------------------|--------------------------------------|
| | (1) | (2) | (3) (1) ÷ (2) |
| Beton Ringan | 0.14 | 0.303 | 0.462 |

Berdasarkan nilai resistan panas yang didapatkan, nilai U_w dapat ditemukan dengan menjumlahkan nilai resistan material dinding dengan nilai resistan lapisan udara dan mencari kebalikannya (membagi 1 dengan nilai resistan). Resistansi lapisan udara diperhitungkan untuk lapisan dalam ruang (R_{UP}) serta lapisan luar ruang (R_{UL}). Nilai resistansi termal untuk lapisan udara terdapat pada SNI (5) dengan nilai R_{UP} diambil emisivitas rendah untuk permukaan non reflektif dengan nilai $0.299 \text{ m}^2.\text{K/W}$ dan R_{UL} sebesar $0.044 \text{ m}^2.\text{K/W}$. Perhitungan nilai U_w terdapat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Perhitungan Trasmitan Termal Dinding Beton Ringan

| Lapisan | Indeks | Resistan (m ² .K/W) |
|---|------------------------|-----------------------------------|
| Permukaan Dalam (R _{UP}) | (1) | 0.299 |
| Permukaan Luar (R _{UL}) | (2) | 0.044 |
| Beton Ringan (0.14 m) | (3) | 0.462 |
| Total Resistan | (4) (1) + (2) + (3) | 0.805 |
| Transmitan Termal (U _w) (W/m ² K) | $\frac{1}{(4)}$ | 1.242 |

Bagian yang akan dihitung berikutnya adalah TD_{EK} yang memiliki nilai tertentu berdasarkan berat material dinding per satuan luas (kg/m²) sesuai dengan Tabel 3.4. Sehingga, diperlukan nilai kg/m² untuk dinding Bangunan Onkologi berdasarkan ketebalan dinding dan massa jenisnya. Perhitungan kg/m² untuk material dinding Bangunan Onkologi terdapat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Perhitungan Massa per Luas Dinding Beton Ringan

| Jenis Material | Ketebalan (m) | Massa Jenis (kg/m ³) | Massa per Luas (kg/m ²) |
|----------------|---------------|----------------------------------|--|
| | (1) | (2) | (3) (1) × (2) |
| Beton Ringan | 0.14 | 960 | 134.4 |

Dengan nilai massa per luas dinding sebesar 134.4 kg/m², maka berdasarkan Tabel 3.4 nilai TD_{EK} masuk kategori 125 ~ 195 dengan nilai 12. Dengan nilai U_w dan TD_{EK} yang sudah ditemukan, maka perhitungan komponen OTTV konduksi dinding dapat dilakukan. Tabel 3.11 menampilkan hasil perhitungan komponen OTTV konduksi dinding.

Tabel 3.11 Perhitungan Komponen Konduksi Dinding OTTV

| Orientasi | Lantai | WWR | 1-WWR | α | U_w | TD_{EK} | Konduksi Dinding |
|--------------------------|-----------|-----|--------------|----------|-------|-----------|-----------------------|
| | | (1) | (2) 1-(1) | (3) | (4) | (5) | (2) × (3) × (4) × (5) |
| Tenggara (Depan) | Dasar | 65% | 35% | 0.86 | 1.24 | 12 | 4.44 |
| | Mezzanine | 86% | 14% | 0.86 | 1.24 | 12 | 1.81 |
| | 1 | 64% | 36% | 0.86 | 1.24 | 12 | 4.67 |
| | 2 | 62% | 38% | 0.86 | 1.24 | 12 | 4.92 |
| | 3 | 57% | 43% | 0.86 | 1.24 | 12 | 5.54 |
| | 4 | 60% | 40% | 0.86 | 1.24 | 12 | 5.18 |
| | 5 | 51% | 49% | 0.86 | 1.24 | 12 | 6.23 |
| | 6 | 53% | 47% | 0.86 | 1.24 | 12 | 6.07 |
| Barat Daya (Kiri) | Dasar | 19% | 81% | 0.86 | 1.24 | 12 | 10.33 |
| | Mezzanine | 26% | 74% | 0.86 | 1.24 | 12 | 9.46 |
| | 1 | 12% | 88% | 0.86 | 1.24 | 12 | 11.23 |
| | 2 | 14% | 86% | 0.86 | 1.24 | 12 | 11.06 |
| | 3 | 18% | 82% | 0.86 | 1.24 | 12 | 10.54 |
| | 4 | 6% | 94% | 0.86 | 1.24 | 12 | 12.06 |
| | 5 | 25% | 75% | 0.86 | 1.24 | 12 | 9.59 |
| | 6 | 25% | 75% | 0.86 | 1.24 | 12 | 9.59 |
| Barat Laut (Belakang) | Dasar | 0% | 100% | 0.86 | 1.24 | 12 | 12.82 |
| | Mezzanine | 59% | 41% | 0.86 | 1.24 | 12 | 5.24 |
| | 1 | 52% | 48% | 0.86 | 1.24 | 12 | 6.10 |
| | 2 | 52% | 48% | 0.86 | 1.24 | 12 | 6.10 |
| | 3 | 55% | 45% | 0.86 | 1.24 | 12 | 5.80 |
| | 4 | 43% | 57% | 0.86 | 1.24 | 12 | 7.35 |
| | 5 | 52% | 48% | 0.86 | 1.24 | 12 | 6.10 |
| | 6 | 52% | 48% | 0.86 | 1.24 | 12 | 6.10 |
| Timur Laut (Kanan) | Dasar | 16% | 84% | 0.86 | 1.24 | 12 | 10.79 |
| | Mezzanine | 19% | 81% | 0.86 | 1.24 | 12 | 10.35 |
| | 1 | 20% | 80% | 0.86 | 1.24 | 12 | 10.24 |
| | 2 | 18% | 82% | 0.86 | 1.24 | 12 | 10.51 |
| | 3 | 16% | 84% | 0.86 | 1.24 | 12 | 10.82 |
| | 4 | 18% | 82% | 0.86 | 1.24 | 12 | 10.56 |
| | 5 | 22% | 78% | 0.86 | 1.24 | 12 | 10.06 |
| | 6 | 22% | 78% | 0.86 | 1.24 | 12 | 10.06 |
| 7 | 20% | 80% | 0.86 | 1.24 | 12 | 10.25 | |

3.2.5. Perhitungan Komponen Konduksi Bukaan

Komponen perhitungan OTTV bangunan berikutnya adalah konduksi panas yang terjadi melalui material bukaan bangunan. Perhitungan konduksi panas melalui material bukaan melibatkan nilai WWR, transmittan panas material bukaan (U_F) dan selisih dari antara suhu ruangan terkondisikan dengan suhu lingkungan luar (ΔT). Nilai WWR diperhitungkan pada Tabel 3.7, U_F material bukaan terdapat pada Tabel 3.6, dan ΔT diperhitungkan sebesar 6.5 dengan mengasumsikan suhu ruangan 25°C dan mengambil suhu rata-rata dari setiap bulan berdasarkan data *World Weather Online* [10]. Tabel 3.12 menunjukkan perhitungan suhu rata-rata lingkungan pada Klaten, Tabel 3.13 menampilkan perhitungan ΔT , dan Tabel 3.14 menampilkan hasil perhitungan komponen OTTV konduksi bukaan.

Tabel 3.12 Data Suhu Bulanan di Klaten [10]

| Bulan | Suhu Siang Hari ($^\circ\text{C}$) |
|----------------|--------------------------------------|
| Januari | 30 |
| Februari | 30 |
| Maret | 30 |
| April | 31 |
| Mei | 31 |
| Juni | 31 |
| Juli | 32 |
| Agustus | 33 |
| September | 34 |
| Oktober | 34 |
| November | 32 |
| Desember | 30 |
| Suhu Rata-rata | 31.5 |

Tabel 3.13 Perhitungan Nilai ΔT Berdasarkan Suhu Lingkungan dan Suhu Ruang Bangunan Onkologi

| | |
|--|------|
| Suhu rata-rata lingkungan ($^{\circ}\text{C}$) | 31.5 |
| Suhu dalam ruangan ($^{\circ}\text{C}$) | 25 |
| ΔT ($^{\circ}\text{C}$) | 6.5 |

Tabel 3.14 Perhitungan Komponen Konduksi Buka OTTV

| Orientasi | Lantai | WWR | U_F ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) | ΔT ($^{\circ}\text{C}$) | Konduksi Jendela ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$) |
|--------------------------|-----------|-----|--|--------------------------------------|---|
| | | (1) | (2) | (3) | (1) \times (2) \times (3) |
| Tenggara (Depan) | Dasar | 65% | 5.7 | 6.5 | 24.23 |
| | Mezzanine | 86% | 5.7 | 6.5 | 31.83 |
| | 1 | 64% | 5.7 | 6.5 | 23.55 |
| | 2 | 62% | 5.7 | 6.5 | 22.84 |
| | 3 | 57% | 5.7 | 6.5 | 21.05 |
| | 4 | 60% | 5.7 | 6.5 | 22.08 |
| | 5 | 51% | 5.7 | 6.5 | 19.05 |
| | 6 | 53% | 5.7 | 6.5 | 19.52 |
| Barat Daya (Kiri) | Dasar | 19% | 5.7 | 6.5 | 7.19 |
| | Mezzanine | 26% | 5.7 | 6.5 | 9.71 |
| | 1 | 12% | 5.7 | 6.5 | 4.59 |
| | 2 | 14% | 5.7 | 6.5 | 5.09 |
| | 3 | 18% | 5.7 | 6.5 | 6.58 |
| | 4 | 6% | 5.7 | 6.5 | 2.20 |
| | 5 | 25% | 5.7 | 6.5 | 9.34 |
| | 6 | 25% | 5.7 | 6.5 | 9.34 |
| Barat Laut (Belakang) | Dasar | 0% | 5.7 | 6.5 | 0.00 |
| | Mezzanine | 59% | 5.7 | 6.5 | 21.92 |
| | 1 | 52% | 5.7 | 6.5 | 19.41 |
| | 2 | 52% | 5.7 | 6.5 | 19.41 |
| | 3 | 55% | 5.7 | 6.5 | 20.28 |
| | 4 | 43% | 5.7 | 6.5 | 15.80 |
| | 5 | 52% | 5.7 | 6.5 | 19.41 |
| | 6 | 52% | 5.7 | 6.5 | 19.41 |
| | Dasar | 16% | 5.7 | 6.5 | 5.86 |
| | Mezzanine | 19% | 5.7 | 6.5 | 7.15 |

| Orientasi | Lantai | WWR | U_F (W/m ² K) | ΔT (°C) | Konduksi Jendela (W/m ² K) |
|--------------------------|--------|-----|-------------------------------|--------------------|--|
| | | (1) | (2) | (3) | (1) × (2) × (3) |
| Timur Laut (Kanan) | 1 | 20% | 5.7 | 6.5 | 7.45 |
| | 2 | 18% | 5.7 | 6.5 | 6.68 |
| | 3 | 16% | 5.7 | 6.5 | 5.79 |
| | 4 | 18% | 5.7 | 6.5 | 6.53 |
| | 5 | 22% | 5.7 | 6.5 | 7.97 |
| | 6 | 22% | 5.7 | 6.5 | 7.97 |
| | 7 | 20% | 5.7 | 6.5 | 7.43 |

3.2.6. Perhitungan Komponen Radiasi Bukaan

Komponen terakhir dalam perhitungan OTTV bangunan adalah radiasi matahari yang melalui bukaan bangunan. Perhitungan OTTV dari radiasi bukaan terdiri WWR, nilai koefisien peneduh material bukaan (SC), serta faktor radiasi matahari berdasarkan lokasi bangunan (SF). Nilai WWR diperhitungkan pada Tabel 3.6, nilai SC material bukaan terdapat pada Tabel 3.7, SF terdapat pada Tabel 3.5 untuk daerah Yogyakarta yang mendekati lokasi Bangunan Onkologi RSUP Soeradji di Klaten. Hasil perhitungan komponen OTTV radiasi kaca ditampilkan pada Tabel 3.15.

Tabel 3.15 Perhitungan Komponen Radiasi Buka OTTV

| Orientasi | Lantai | WWR | SC | SF (W/m ²) | Radiasi Buka (W/m ²) |
|--------------------------|-----------|------|------|---------------------------|-------------------------------------|
| | | (1) | (2) | (3) | (1) × (2) × (3) |
| Tenggara (Depan) | Dasar | 65% | 0.96 | 130 | 81.60 |
| | Mezzanine | 86% | 0.96 | 130 | 107.22 |
| | 1 | 64% | 0.96 | 130 | 79.31 |
| | 2 | 62% | 0.96 | 130 | 76.92 |
| | 3 | 57% | 0.96 | 130 | 70.91 |
| | 4 | 60% | 0.96 | 130 | 74.38 |
| | 5 | 51% | 0.96 | 130 | 64.18 |
| | 6 | 53% | 0.96 | 130 | 65.74 |
| Barat Daya (Kiri) | Dasar | 19% | 0.96 | 139 | 25.88 |
| | Mezzanine | 26% | 0.96 | 139 | 34.97 |
| | 1 | 12% | 0.96 | 139 | 16.51 |
| | 2 | 14% | 0.96 | 139 | 18.34 |
| | 3 | 18% | 0.96 | 139 | 23.70 |
| | 4 | 6% | 0.96 | 139 | 7.94 |
| | 5 | 25% | 0.96 | 139 | 33.65 |
| | 6 | 25% | 0.96 | 139 | 33.65 |
| Barat Laut (Belakang) | Dasar | 0% | 0.96 | 168 | 0.00 |
| | Mezzanine | 59% | 0.96 | 168 | 95.40 |
| | 1 | 52% | 0.96 | 168 | 84.48 |
| | 2 | 52% | 0.96 | 168 | 84.48 |
| | 3 | 55% | 0.96 | 168 | 88.29 |
| | 4 | 43% | 0.96 | 168 | 68.79 |
| | 5 | 52% | 0.96 | 168 | 84.48 |
| | 6 | 52% | 0.96 | 168 | 84.48 |
| Timur Laut (Kanan) | Dasar | 16% | 0.96 | 168 | 25.50 |
| | Mezzanine | 19% | 0.96 | 168 | 31.12 |
| | 1 | 20% | 0.96 | 168 | 32.41 |
| | 2 | 18% | 0.96 | 168 | 29.06 |
| | 3 | 16% | 0.96 | 168 | 25.18 |
| | 4 | 18% | 0.96 | 168 | 28.43 |
| | 5 | 22% | 0.96 | 168 | 34.68 |
| | 6 | 22% | 0.96 | 168 | 34.68 |
| 7 | 20% | 0.96 | 168 | 32.34 | |

3.2.7. Perhitungan OTTV Bangunan Onkologi Keseluruhan

Setelah setiap komponen OTTV diperhitungkan, maka nilai setiap komponen OTTV akan dijumlahkan berdasarkan lantainya dan orientasinya. Kemudian, berdasarkan rumus (2) akan dilakukan perhitungan OTTV untuk setiap orientasi serta perhitungan total keseluruhan Bangunan Onkologi. Perhitungan OTTV suatu orientasi akan menjumlahkan hasil perkalian OTTV setiap lantai dengan luas fasad terkondisikan pada lantai tersebut; hasil tersebut akan dibagi dengan jumlah luas fasad terkondisikan pada orientasi tersebut. Untuk perhitungan OTTV keseluruhan bangunan, maka penjumlahan perkalian OTTV dengan luas area terkondisikan akan mencakup seluruh orientasi bangunan dan membaginya dengan total luas terkondisikan bangunan. Tabel 3.16 menampilkan perhitungan OTTV untuk setiap orientasi Bangunan serta perhitungan OTTV totalnya.

Tabel 3.16 Tabel Perhitungan OTTV Orientasi dan Keseluruhan Bangunan Onkologi RSUP Soeradji Kaca Clear Glass

| Orientasi | Lantai | Konduksi Dinding (W/m ²) | Konduksi Bukaannya (W/m ²) | Radiasi Bukaannya (W/m ²) | OTTV Lantai (W/m ²) | Luas Fasad Terkondisikan Lantai (m ²) | Luas Bukaannya (m ²) | OTTV * Luas (W) | OTTV Orientasi (W/m ²) | OTTV Fasad Luar Keseluruhan (W/m ²) |
|-------------------|-----------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------|---|----------------------------------|------------------|--|---|
| | | (1) | (2) | (3) | (4) (1) + (2) + (3) | (5) | (6) | (7) (4) × (5) | $\sum(5)^\dagger \div \sum(7)^\dagger$ | $\sum(5) \div \sum(7)$ |
| Tenggara (Depan) | Dasar | 4.44 | 24.23 | 81.60 | 110.27 | 107.8 | 70.46 | 11,881 | 97.64 | 77.94 |
| | Mezzanine | 1.81 | 31.83 | 107.22 | 140.85 | 29.8 | 25.61 | 4,198 | | |
| | 1 | 4.67 | 23.55 | 79.31 | 107.53 | 47.6 | 30.22 | 5,114 | | |
| | 2 | 4.92 | 22.84 | 76.92 | 104.68 | 157.2 | 96.87 | 16,452 | | |
| | 3 | 5.54 | 21.05 | 70.91 | 97.49 | 171.5 | 97.46 | 16,723 | | |
| | 4 | 5.18 | 22.08 | 74.38 | 101.64 | 151.9 | 90.55 | 15,442 | | |
| | 5 | 6.23 | 19.05 | 64.18 | 89.46 | 153.2 | 78.78 | 13,704 | | |
| | 6 | 6.07 | 19.52 | 65.74 | 91.32 | 153.2 | 80.68 | 13,988 | | |
| Barat Daya (Kiri) | Dasar | 10.33 | 7.19 | 25.88 | 43.40 | 115.3 | 22.35 | 5,002 | 43.47 | |
| | Mezzanine | 9.46 | 9.71 | 34.97 | 54.13 | 101.8 | 26.67 | 5,510 | | |
| | 1 | 11.23 | 4.59 | 16.51 | 32.33 | 110.8 | 13.71 | 3,582 | | |
| | 2 | 11.06 | 5.09 | 18.34 | 34.48 | 99.8 | 13.71 | 3,441 | | |
| | 3 | 10.54 | 6.58 | 23.70 | 40.82 | 125.9 | 22.35 | 5,138 | | |
| | 4 | 12.06 | 2.20 | 7.94 | 22.20 | 85.2 | 5.07 | 1,892 | | |
| | 5 | 9.59 | 9.34 | 33.65 | 52.58 | 122.9 | 30.99 | 6,462 | | |
| | 6 | 9.59 | 9.34 | 33.65 | 52.58 | 122.9 | 30.99 | 6,462 | | |
| 7 | 9.72 | 8.96 | 32.28 | 50.97 | 128.1 | 30.99 | 6,529 | | | |

| Orientasi | Lantai | Konduksi Dinding (W/m ²) | Konduksi Bukaannya (W/m ²) | Radiasi Bukaannya (W/m ²) | OTTV Lantai (W/m ²) | Luas Fasad Terkondisikan Lantai (m ²) | Luas Bukaannya (m ²) | OTTV * Luas (W) | OTTV Orientasi (W/m ²) | OTTV Fasad Luar Keseluruhan (W/m ²) |
|-----------------------|-----------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------|---|----------------------------------|------------------|--|---|
| | | (1) | (2) | (3) | (4) (1) + (2) + (3) | (5) | (6) | (7) (4) × (5) | $\sum(5)^\dagger \div \sum(7)^\dagger$ | $\sum(5) \div \sum(7)$ |
| Barat Laut (Belakang) | Dasar | 12.82 | 0.00 | 0.00 | 12.82 | 169.3 | 0.00 | 2,170 | 100.80 | |
| | Mezzanine | 5.24 | 21.92 | 95.40 | 122.55 | 182.5 | 107.97 | 22,369 | | |
| | 1 | 6.10 | 19.41 | 84.48 | 109.99 | 213.6 | 111.88 | 23,492 | | |
| | 2 | 6.10 | 19.41 | 84.48 | 109.99 | 213.6 | 111.88 | 23,492 | | |
| | 3 | 5.80 | 20.28 | 88.29 | 114.37 | 211.6 | 115.82 | 24,198 | | |
| | 4 | 7.35 | 15.80 | 68.79 | 91.94 | 108.8 | 46.41 | 10,004 | | |
| | 5 | 6.10 | 19.41 | 84.48 | 109.99 | 213.6 | 111.88 | 23,492 | | |
| | 6 | 6.10 | 19.41 | 84.48 | 109.99 | 213.6 | 111.88 | 23,492 | | |
| Timur Laut (Kanan) | Dasar | 10.79 | 5.86 | 25.50 | 42.15 | 54.6 | 8.64 | 2,304 | 48.22 | |
| | Mezzanine | 10.35 | 7.15 | 31.12 | 48.62 | 93.4 | 18.03 | 4,543 | | |
| | 1 | 10.24 | 7.45 | 32.41 | 50.10 | 86.0 | 17.28 | 4,308 | | |
| | 2 | 10.51 | 6.68 | 29.06 | 46.25 | 100.1 | 18.03 | 4,628 | | |
| | 3 | 10.82 | 5.79 | 25.18 | 41.79 | 115.5 | 18.03 | 4,825 | | |
| | 4 | 10.56 | 6.53 | 28.43 | 45.52 | 102.3 | 18.03 | 4,656 | | |
| | 5 | 10.06 | 7.97 | 34.68 | 52.71 | 124.0 | 26.67 | 6,538 | | |
| | 6 | 10.06 | 7.97 | 34.68 | 52.71 | 124.0 | 26.67 | 6,538 | | |
| | 7 | 10.25 | 7.43 | 32.34 | 50.02 | 129.3 | 25.92 | 6,466 | | |

† : Mendeskripsikan penjumlahan data untuk salah satu orientasi secara individual

3.2.8. Analisis

Berdasarkan perhitungan OTTV untuk material *Clear Glass*, dapat terlihat bahwa terdapat OTTV Bangunan Onkologi RSUP Soeradji dengan nilai 77.94 W/m²; nilai ini jauh melebihi batas OTTV pada SNI dengan nilai 35 W/m². Namun, material *Clear Glass* tidak memiliki spesifikasi khusus dalam mengurangi panas dan memiliki tujuan sebagai patokan. Dengan material *Clear Glass* sebagai patokan maka akan diperhitungkan performa OTTV dari kaca ET725, ST750, dan ST767 pada Tabel 3.17.

Tabel 3.17 Perbandingan Performa OTTV Kaca kaca ET725, ST750, dan ST767 Dengan *Clear Glass*

| Material | OTTV Total (W/m ²) | Perubahan OTTV Terhadap <i>Clear Glass</i> |
|--------------------|--------------------------------|--|
| <i>Clear Glass</i> | 77.94 | 0% |
| ET725 | 35.74 | -54% |
| ST750 | 51.19 | -34% |
| ST767 | 54.68 | -30% |

Dapat dilihat bahwa kaca ET725 memiliki performa paling signifikan untuk menurunkan nilai OTTV dengan penurunan sebesar 54% terhadap performa *Clear Glass* dan mendekati standar SNI. Sementara, kaca ST750 dan ST767 memiliki performa serupa dengan penurunan sebesar 34% dan 30% secara berurutan yang masih melebihi standar SNI. Dari ketiga pilihan kaca alternatif, tidak terdapat kaca yang mampu memenuhi standar SNI. Perpindahan panas ke dalam bangunan terlalu besar dan tidak mampu memenuhi kenyamanan termal penghuni Bangunan Onkologi.

Umumnya penyebab nilai OTTV yang tinggi adalah nilai WWR bangunan yang berlebihan. Namun dapat dilihat dari perhitungan WWR bangunan pada Tabel 3.7 bahwa WWR keseluruhan Bangunan Onkologi hanya sebesar 38.4%. Dapat juga dilakukan pemilihan kaca lain dengan kualitas pemantulan panas yang lebih baik dengan penghantaran panas yang lebih rendah untuk menurunkan OTTV.

Namun, faktor yang paling berkontribusi pada nilai OTTV yang melebihi SNI adalah faktor peneduh bukaan bangunan yang tidak diperhitungkan.

Dengan adanya peneduh bangunan, maka dampak panas dari konduksi serta radiasi melalui bukaan dapat dikurangi; bila dampaknya signifikan, maka terdapat potensial material ST750 dan ST767 untuk mencapai standar SNI OTTV. Penyebab perhitungan OTTV Bangunan Onkologi RSUP Soeradji tidak memperhitungkan peneduh adalah proses perhitungan saat itu hanya memerlukan nilai OTTV secara langsung. Dalam kegiatan magang, proses perhitungan yang dilakukan ini sudah dikumpulkan Pembimbing Lapangan untuk dicek dan dipertimbangkan.