

16/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2023

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH SELISIH PERBEDAAN TEMPERATUR
EKSTERNAL DAN INTERNAL DI SEKITAR BANGUNAN TERHADAP
PEMENUHAN NILAI OTTV (*STUDI KASUS: PROYEK IT MANDIRI BUMI
SLIPT*)



Disusun Oleh:

Khafiyya Ramadhani Bittaqwa

NIM 1901421041

Pembimbing I:

Dr. Dyah Nurwidyaningrum, ST.,MM.,M.Ars

NIP 197407061999032001

Pembimbing II:

Tri Wulan Sari, S.Si., M.Si

NIP 198906302019032014

PROGRAM STUDI D4 TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2023



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul:

**ANALISIS PENGARUH SELISIH PERBEDAAN TEMPERATUR
EKSTERNAL DAN INTERNAL DI SEKITAR BANGUNAN TERHADAP
PEMENUHAN NILAI OTTV (*STUDI KASUS: PROYEK IT MANDIRI BUMI
SLIPI*) yang disusun oleh**

Khafiyya Ramadhani Bittaqwa (1901421041) telah disetujui dosen pembimbing
untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi**

Pembimbing 1,

Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars
NIP. 197407061999032001

Pembimbing 2,

Tri Wulan Sari, S.Si., M.Si
NIP. 198906302019032014



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH SELISIH PERBEDAAN TEMPERATUR EKSTERNAL DAN INTERNAL DI SEKITAR BANGUNAN TERHADAP PEMENUHAN NILAI OTTV (STUDI KASUS: PROYEK IT MANDIRI BUMI SLIPD) yang disusun oleh **Khafiyya Ramadhani Bittaqwa (1901421041)** telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi Tahap 1 di depan Tim Penguji pada hari Senin tanggal 31 Juli 2023

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Yanuar Setiawan, S.T., M.T. NIP. 199001012019031015	
Anggota	Devi Megarusti Pratiwi, S.Pd., M.Eng. NIP. 199405302022032014	
Anggota	Suripto, S.T., M.Si. NIP.196512041990031003	

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta



Dr. Dyah Nurwidyaningrum S.T., MM, M.Ars.
NIP. 197407061999032001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Khafiyya Ramadhani Bittaqwa

NIM : 1901421041

Program Studi : D-4 Teknik Konstruksi Gedung

Alamat Email : khafiyya.ramadhanibittaqwa.ts19@mhs.w.pnj.ac.id

Judul Naskah : Analisis Pengaruh Selisih Perbedaan Temperatur Eksternal dan Internal di Sekitar Bangunan Terhadap Pemenuhan Nilai OTTV (*Studi Kasus: Proyek IT Mandiri Bumi Slipi*)

Dengan ini menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2022/2023 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk kegiatan akademis. Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Jakarta, 14 Agustus 2023
Mahasiswa,



(Khafiyya Ramadhani Bittaqwa)

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat-Nya sehingga penelitian ini dapat tersusun hingga selesai.

Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa melimpah dalam setiap langkah perjalanan saya.
2. Orang tua saya yang selalu memberikan dukungan moral dan doa agar saya berhasil dalam menyelesaikan penelitian ini.
3. Dosen pembimbing saya, Ibu Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars. dan Ibu Tri Wulan Sari, S.Si., M.Si., yang dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan penelitian ini.
4. PT PP (Persero) Tbk. yang sudah mengizinkan saya melakukan penelitian di proyek IT Mandiri Bumi Slipi, Grogol, Jakarta Barat.
5. Hana Rizqy Tazkia, selaku kakak saya yang sudah menemani proses penulisan skripsi ini.
6. Mochammad Arvi Dzakwani, selaku partner saya yang sudah menemani dan mempercayai saya bahwa saya bisa menyelesaikan skripsi ini.
7. Namira Alfiani, Muhammad Ihsan, Sulthan Verzha Rafi dan Matthew Nicholas Kussoy selaku sahabat saya yang selalu membantu saya dalam urusan perkuliahan dari semester satu sampai saat ini.
8. Teman-teman seperjuangan saya, angkatan 2019, yang selalu memberikan dukungan dan motivasi dalam menghadapi berbagai tantangan selama perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki kekurangan di berbagai aspek. Oleh karena itu, dengan rendah hati, penulis meminta maaf apabila terdapat kekurangan dalam penulisan maupun isi penelitian.

Penulis

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I.....	14
PENDAHULUAN	14
1.1 Latar Belakang.....	14
1.2 Rumusan Masalah	16
1.3 Pembatasan Masalah	16
1.4 Tujuan.....	17
1.5 Sistematika Penulisan.....	17
BAB II.....	18
TINJAUAN PUSTAKA.....	18
2.1 Green Building	18
2.1.1 Konsep Bangunan Hijau	18
2.1.2 Kriteria Bangunan Hijau	19
2.1.3 <i>Shading Device</i> (Alat Peneduh).....	20
2.2 Konservasi Energi.....	21
2.3 Bangunan Kantor.....	23
2.4 Kondisi Iklim dan Temperatur Eksternal.....	24
2.5 Transformasi Panas	25
2.5.1 Kinerja Thermal	25
2.5.2 Isolasi <i>Thermal</i>	25
2.5.3 R-Value	26
2.5.4 U-Value	26
2.5.5 K-Value	27
2.5.6 Orientasi Bangunan	27
2.6 Faktor Kenyamanan Termal	28
2.6.1 Internal.....	28
2.6.2 Eksternal.....	29
2.7 Curtain Wall.....	29
2.8 Perhitungan Nilai OTTV.....	30
2.8.1 Definisi OTTV	30

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.8.2 Perhitungan OTTV	30
2.9 Standar Nasional Indonesia	31
2.10 Penelitian Terdahulu	31
2.11 Hipotesis.....	33
BAB III.....	34
METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1 Lokasi Penelitian	34
3.2 Waktu Penelitian.....	36
3.3 Alat Penelitian	36
3.4 Diagram Alir.....	37
3.5 Bahan Penelitian	38
3.6 Variabel Penelitian.....	38
3.6.1 Variabel Terikat.....	38
3.6.2 Variabel Bebas	38
3.6.3 Populasi dan Sampel.....	38
3.7 Teknik Pengumpulan Data	38
3.7.1 Data Primer	38
3.7.2 Data Sekunder	39
3.7.3 Metode Analisis	39
3.8 Luaran.....	39
BAB IV	40
DATA DAN PEMBAHASAN	40
4.1. Kondisi Eksisting Bangunan Proyek Gedung IT Mandiri Bumi Slipi.....	40
4.2. Spesifikasi Bangunan Eksisting	41
4.3. Spesifikasi Material Fasad	47
4.3.1. Spesifikasi <i>Curtain Wall</i> yang Digunakan pada Bangunan Eksisting	47
4.4. Pengamatan Suhu di Sekitar Bangunan Eksisting	48
4.5. Analisis Perhitungan OTTV Bangunan Eksisting	50
4.5.1. Luas Fasad dan WWR.....	50
4.5.2. Konduktivitas Material Fasad	51
4.5.3. Konduksi Dinding dan Radiasi Kaca	53
4.5.4. Perhitungan OTTV Bangunan Eksisting.....	54
4.6. Analisis Modifikasi Perhitungan OTTV untuk Bangunan Eksisting.....	55
Modifikasi Kaca GL-02 dengan Sunlux Gold SS 13/20.....	55
Konduktivitas Material Fasad Termodifikasi	56
Konduksi Dinding dan Radiasi Kaca Termodifikasi.....	58
4.6.1. Perhitungan OTTV Bangunan Termodifikasi	59



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.7.	Analisis Modifikasi Selisih Temperatur pada Perhitungan OTTV.....	60
4.7.1.	Modifikasi dengan Temperatur Internal Berupa Suhu Aktual.....	60
4.7.2.	Modifikasi Temperatur Internal berupa Suhu Ruang (24°).....	64
4.8	Relevansi Perolehan Nilai OTTV Modifikasi dengan Temperatur Eksternal dan Internal	67
4.8.1.	Analisis Modifikasi Menggunakan Selisih Suhu Terbesar.....	68
4.8.2.	Analisis Modifikasi Menggunakan Selisih Suhu Terkecil.....	69
4.9	Solusi dan Rekomendasi.....	70
BAB V	73
PENUTUP	73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.1.	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	77



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kriteria Greenship Berdasarkan GBCI.....	18
Gambar 2.2 Macam-Macam Shading Device pada Jendela Bangunan.....	20
Gambar 2.3 Ilustrasi Pencahayaan Alami pada Suatu Ruang.....	22
Gambar 2.4 Orientasi Bangunan Berdasarkan Perhitungan.....	27
Gambar 2.5 Bioclimatic Chart terhadap Zona Kenyamanan pada Area Tertentu.....	27
Gambar 3.1 Lokasi Gedung Kantor IT Mandiri Bumi Slipi.....	33
Gambar 3.2 Rata-Rata Suhu Tertinggi dan Terdingin di Jakarta Barat.....	34
Gambar 3.3 Suhu rata-rata per-jam di Jakarta Barat.....	35
Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian.....	36
Gambar 4.1 Permodelan Rencana Pembangunan Gedung IT Mandiri Bumi Slipi.....	40
Gambar 4.2 Tampak Timur Laut Gedung IT Mandiri Bumi Slipi.....	41
Gambar 4.3 Tampak Tenggara Gedung IT Mandiri Bumi Slipi.....	42
Gambar 4.4 Tampak Barat Daya Gedung IT Mandiri Bumi Slipi.....	42
Gambar 4.5 Tampak Barat Laut Gedung IT Mandiri Bumi Slipi.....	43
Gambar 4.6 Denah Lantai 13 pada Proyek IT Mandiri Bumi Slipi.....	44
Gambar 4.7 Denah Lantai 14 pada Proyek IT Mandiri Bumi Slipi.....	45
Gambar 4.8 Denah Lantai 15 pada Proyek IT Mandiri Bumi Slipi.....	46
Gambar 4.9 Denah Lantai 16 pada Proyek IT Mandiri Bumi Slipi.....	47
Gambar 4.10 Tipe dan Karakteristik Kaca yang Digunakan.....	48
Gambar 4.11 Detail Tampak dan Potongan Spesifikasi <i>Curtain Wall</i> pada Bangunan Eksisting.....	48
Gambar 4.12 Grafik Hasil Pengukuran Temperatur di Bulan Mei.....	49
Gambar 4.13 Grafik Hasil Pengukuran Temperatur di Bulan Juni.....	49
Gambar 4.14 Grafik Hasil Pengukuran Temperatur di Bulan Juli.....	50
Gambar 4.15 Kaca Sunlux Gold SS 13/20.....	56
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Suhu & OTTV Rata-Rata Per Bulan yang Belum Dimodifikasi dan Sudah Dimodifikasi (Suhu Aktual).....	68
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Suhu & OTTV Per Lokasi dan Orientasi Per Bulan yang Belum Dimodifikasi dan Sudah Dimodifikasi (Suhu Aktual).....	69
Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Suhu & OTTV Rata-Rata Per Bulan yang Belum Dimodifikasi dan Sudah Dimodifikasi (Suhu Aktual).....	70
Gambar 4.19 Grafik Perbandingan Suhu & OTTV Per Lokasi dan Orientasi Per Bulan yang Belum Dimodifikasi dan Sudah Dimodifikasi (Suhu Aktual).....	70

Gambar 4.20 Grafik Modifikasi ΔT terhadap Perbandingan Nilai OTTV dengan menggunakan suhu 24° dan 27°C..... 72



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Perhitungan Nilai WWR untuk Kaca GL-01	50
Tabel 4.2	Tabel Perhitugan Nilai WWR untuk Kaca GL-02	51
Tabel 4.3	Identifikasi Thermal Properties Material Fasad	52
Tabel 4.4	Perhitungan Shading Coefficient (SC).....	53
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan Konduksi Dinding pada Masing-Masing Kaca.....	53
Tabel 4.6	Perhitungan Konduksi Kaca.....	53
Tabel 4.7	Perhitungan Radiasi Kaca	54
Tabel 4.8	Perbandingan Sunlux Gold SS 13/20 dengan Single 8 mm HS-T Sunlux 155 (#2)	56
Tabel 4.9	Modifikasi Kaca GL-02 dengan Sunlux SS 13/20	56
Tabel 4.10	Perhitungan Nilai Shading Coefficient (SC) Termodifikasi	57
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan Konduksi Dinding pada Kaca GL-02 yang Termodifikasi	58
Tabel 4.12	Perhitungan Konduksi Kaca Termodifikasi	58
Tabel 4.13	Perhitungan Radiasi Kaca Termodifikasi.....	59
Tabel 4.14	Perhitungan OTTV Rata-Rata Termodifikasi	59
Tabel 4.15	Perhitungan Konduksi Kaca dengan Suhu Termodifikasi.....	60
Tabel 4.16	Perhitungan Nilai OTTV Rata-Rata dengan Suhu Termodifikasi.....	61
Tabel 4.17	Perhitungan Konduksi Kaca dengan Suhu Termodifikasi.....	62
Tabel 4.18	Hasil Perhitungan OTTV Rata-Rata dengan Suhu Termodifikasi	62
Tabel 4.19	Perhitungan Konduksi Kaca dengan Suhu Termodifikasi.....	63
Tabel 4.20	Hasil Perhitungan OTTV Rata-Rata dengan Suhu Termodifikasi	63
Tabel 4.21	Perhitungan Konduksi Kaca dengan Suhu Termodifikasi.....	64
Tabel 4.22	Hasil Perhitungan OTTV Rata-Rata dengan Suhu Termodifikasi	64
Tabel 4.23	Perhitungan Konduksi Kaca dengan Suhu Termodifikasi.....	65
Tabel 4.24	Perhitungan Konduksi Kaca dengan Suhu Termodifikasi.....	66

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , pennisan karya ilmiah, pennisan laporan, pennisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pengamatan Suhu di Sekitar Bangunan Eksisting Bulan Mei 2023	95
Lampiran 2	Pengamatan Suhu di Sekitar Bangunan Eksisting Bulan Juni 2023	95
Lampiran 3	Pengamatan Suhu di Sekitar Bangunan Eksisting Bulan Juli 2023	96
Lampiran 4	Perhitungan Luasan Fasad Bangunan Eksisting	97
Lampiran 5	Perhitungan Luas Jendela GL-01	98
Lampiran 6	Perhitungan Luas Jendela GL-02	99
Lampiran 7	Data Resistensi Thermal Bahan	100
Lampiran 8	Data Resistensi Thermal untuk Lapisan Rongga Udara	100
Lampiran 9	Nilai Solar Factor (SF)	101
Lampiran 10	Perhitungan SCeff Overhang	101
Lampiran 11	Perhitungan Konduksi Dinding untuk Kaca GL-01	101
Lampiran 12	Perhitungan Konduksi Dinding untuk Kaca GL-02	102
Lampiran 13	Perhitungan OTTV Eksisting Keseluruhan	104
Lampiran 14	Data Resistensi Termal Bahan Setelah Modifikasi	105
Lampiran 15	Perhitungan Konduksi Dinding akibat GL-01	105
Lampiran 16	Perhitungan Konduksi Dinding Akibat GL-02	107
Lampiran 17	Perhitungan OTTV Rata-Rata Eksisting Modifikasi	108
Lampiran 18	Perhitungan OTTV Modifikasi di Bulan Mei dengan Suhu Eksisting	109
Lampiran 19	Perhitungan OTTV Modifikasi di Bulan Juni dengan Suhu Eksisting	110
Lampiran 20	Perhitungan OTTV Modifikasi di Bulan Juli dengan Suhu Eksisting	112
Lampiran 21	Perhitungan OTTV Modifikasi di Bulan Mei dengan Suhu Ruang (24°C) ..	113
Lampiran 22	Perhitungan OTTV di Bulan Juni dengan Suhu Ruang (24°C)	114
Lampiran 23	Perhitungan OTTV di Bulan Juli dengan Suhu Ruang (24°C)	116
Lampiran 24	Perhitungan Konduksi Kaca dengan Suhu Termodifikasi (27°C)	117
Lampiran 25	Perhitungan Konduksi Kaca dengan Suhu Termodifikasi (27°C)	117
Lampiran 26	Brosur Spesifikasi Produk	118

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada tahun 2008, pemerintah Indonesia menerbitkan peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 02/PRT/M/2008 tentang Pedoman Teknis Bangunan Gedung yang mencantumkan persyaratan performansi bangunan, termasuk persyaratan termal atau kebutuhan energi untuk pendinginan. Salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas bangunan adalah mengoptimalkan fasad bangunan gedung. Fasad bangunan adalah elemen terluar dari bangunan yang berfungsi sebagai pelindung dari cuaca, suara, dan panas. Cuaca panas di Indonesia direduksi dengan *air conditioner* sebagai pendingin ruangan merupakan konsumsi energi terbesar dalam operasional bangunan (Zulfiana et al., 2022). Desain bangunan gedung saat ini diharapkan dapat menghemat energi dan biaya operasional, serta berkontribusi pada peningkatan kualitas lingkungan.

Peningkatan kualitas lingkungan dipengaruhi oleh suhu global dan urbanisasi yang pesat sehingga mendorong dilakukannya evaluasi bangunan dengan pemakaian energi yang lebih efisien. Salah satu indikator efisiensi energi bangunan adalah nilai OTTV (*Overall Thermal Transfer Value*), yang mengatur nilai perpindahan panas pada fasad dinding bangunan. OTTV merupakan sebuah nilai yang menunjukkan seberapa besar perpindahan panas dari luar ke dalam bangunan melalui selubung bangunan, dan telah menjadi standar tolok ukur kinerja selubung bangunan di berbagai negara (Octarino & Feriadi, 2021). Terdapat dua batasan yang biasa digunakan dalam penilaian terhadap OTTV di Indonesia yaitu SNI 03-6389-2000 dengan batasan maksimal nilai OTTV yang diizinkan adalah sebesar 45 watt/ m² dan SNI 03-6389-2011 dengan batasan maksimal sebesar 35 Watt/ m² (Zulfa Yuzni et al., 2022). Nilai OTTV sebuah bangunan menjadi dasar dalam menentukan prinsip kenyamanan termal, sementara tingkat kenyamanan termal untuk setiap perbedaan orientasi didekati melalui pengukuran lapangan, menggunakan alat maupun perhitungan manual (Setyowati & Trilistyo, 2013). Oleh karena itu, perhitungan OTTV sangat penting dalam perencanaan dan perancangan bangunan gedung di Indonesia.

Pemilihan material bangunan dapat berpengaruh besar terhadap nilai OTTV sebuah bangunan. Salah satu material bangunan yang mempengaruhi nilai OTTV



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

adalah kaca. Faktor-faktor yang berkontribusi pada radiasi, termasuk penggunaan peneduh, pengurangan luas area jendela, dan pemilihan jenis material kaca yang tepat, harus diperhatikan karena sinar matahari melalui selubung bangunan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan perolehan panas (Utari, 2018). Kaca memiliki karakteristik transparansi yang baik sehingga dapat memperbaiki kualitas pencahayaan alami di dalam bangunan. Namun, kaca juga dapat meningkatkan nilai OTTV karena dapat membiarkan sinar matahari masuk ke dalam bangunan dan meningkatkan suhu di dalamnya. Pemilihan jenis kaca yang sesuai memiliki peranan penting dalam mempertahankan keseimbangan antara pencahayaan berkualitas dan nilai OTTV pada bangunan gedung, di mana kaca sebagai elemen penutup bangunan seharusnya berfungsi secara positif sebagai kontrol dan filter lingkungan. Givoni (1998) menyatakan bahwa desain dan karakteristik kaca bersama elemen peneduhnya memiliki dampak signifikan terhadap iklim dalam bangunan, dan pilihan desain serta material kaca dapat menjadi faktor utama dalam konsumsi energi bangunan, terutama terkait sifat termal, optikal, dan luas area kaca (Window-to-Wall Ratio/WWR) pada penutup bangunan (Utama & Setyowati, 2022).

Nilai OTTV sangat penting dalam perancangan bangunan gedung yang efisien secara energi. Perhitungan OTTV pada bangunan hunian dan apartemen dihitung dengan cara yang berbeda dengan perhitungan pada bangunan kantor. Hal ini disebabkan karena pada apartemen dan bangunan hunian, biaya pemakaian dan penggunaannya ditanggung oleh unit-unit yang mendiaminya. Sebaliknya, pada bangunan kantor, biaya tersebut ditanggung oleh keseluruhan unit yang menempati gedung, termasuk biaya sewa yang juga termasuk dalam pengelolaan gedung. Namun, perhitungan nilai OTTV saat ini masih memiliki beberapa kelemahan, antara lain kurang mempertimbangkan variabilitas kondisi lingkungan yang dinamis seperti temperatur eksternal dan temperatur internal. Panas yang ada dalam bangunan, baik yang berasal dari internal dan eksternal bangunan juga mempengaruhi kenyamanan dan produktivitas pengguna bangunan (Damastuti & Nasihien, 2017). Hal ini dapat menyebabkan hasil perhitungan nilai OTTV tidak akurat dan tidak mewakili kinerja bangunan secara keseluruhan. Fluktuasi temperatur eksternal dapat mempengaruhi kinerja bangunan dalam mempertahankan suhu interior yang stabil dan kenyamanan penghuni bangunan. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang lebih mendalam untuk



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

memperbaiki perhitungan dan penggunaan nilai OTTV sebagai indikator efisiensi energi yang lebih akurat.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa bangunan yang berada di daerah Grogol dengan suhu eksternal yang cukup tinggi memerlukan upaya yang besar untuk mencapai nilai OTTV yang sesuai dengan SNI-03-6389-2020. Reduksi nilai OTTV dan peningkatan kenyamanan penggunaan pada bangunan perlu dilakukan untuk memaksimalkan prinsip konservasi energi. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan rancangan bangunan yang hemat energi dan nyaman bagi penghuninya, terutama bagi bangunan kantor yang berada di daerah dengan suhu eksternal yang tinggi seperti daerah Grogol, Jakarta Barat.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa nilai OTTV pada kondisi eksisting bangunan IT Mandiri Bumi Slipi berdasarkan SNI 6389-2020?
2. Bagaimana material fasad yang dapat memenuhi nilai OTTV pada bangunan IT Mandiri Bumi Slipi berdasarkan SNI 6389-2020?
3. Bagaimana pengaruh temperatur eksternal pada fasad bangunan IT Mandiri Bumi Slipi yang memenuhi persyaratan OTTV berdasarkan SNI 6389-2020?

1.3 Pembatasan Masalah

Adapun batasan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Analisis penelitian ini hanya dilakukan pada fasad *curtain wall system double glass unit* di lantai 13 sampai lantai 16 gedung IT Mandiri Bumi Slipi dalam kondisi bangunan masih dalam tahap perencanaan.
2. Data yang mendapatkan izin untuk dilakukan penelitian ini berupa denah dan gambar potongan yang didalamnya terdapat spesifikasi material secara umum.
3. Waktu pengamatan tentang kondisi temperatur eksternal dilaksanakan pada pukul 08.00 – 16.00 pada hari kerja.
4. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Mei 2023 sampai dengan Juli 2023.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menilai nilai OTTV pada kondisi eksisting bangunan IT Mandiri Bumi Slipi berdasarkan SNI 6389-2020.
2. Memodifikasi jenis fasad guna meningkatkan efisiensi energi pada gedung IT Mandiri Bumi Slipi.
3. Meninjau pengaruh selisih temperatur eksternal dan internal pada fasad gedung IT Mandiri Bumi Slipi yang dapat memenuhi nilai OTTV.

1.5 Sistematika Penulisan

- I. Bab I diberi judul pendahuluan yang menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, serta sistematika penulisan secara umum.
- II. Bab II diberi judul Tinjauan Pustaka yang menjelaskan dasar teori yang menjadi acuan serta ringkasan yang berhubungan dengan permasalahan yang diajukan dan dilengkapi dengan sumber yang dipakai sebagai batasan masalah.
- III. Bab III diberi judul Metodologi yang menjelaskan tentang objek penelitian yaitu gedung it mandiri bumi slipi tentang alur penelitian, metode-metode yang digunakan dalam pengumpulan data, seperti data primer yang didapatkan dari proyek, data sekunder, tahapan penelitian.
- IV. Bab IV diberi judul Data dan Pembahasan, menjelaskan dan melampirkan data-data yang diperlukan untuk mengetahui nilai OTTV dan perhitungan pengurangan transmisi panas pada gedung it mandiri slipi serta pembahasan dari dasar teori dan data yang telah didapatkan pada proyek gedung it mandiri
- V. Bab V diberi judul Penutup. Merupakan bab penutup yang menyajikan kesimpulan berdasarkan hasil analisa, pembahasan dan saran untuk pembaca.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Nilai OTTV pada kondisi eksisting bangunan IT Mandiri Bumi Slipi belum memenuhi persyaratan berdasarkan SNI 6389-2020 yaitu
 - a. Orientasi timur laut sebesar $44,789 \text{ W/m}^2$, orientasi tenggara dan selatan sebesar $39,052 \text{ W/m}^2$, orientasi barat daya sebesar $67,378$, dan orientasi barat laut sebesar $79,928 \text{ W/m}^2$.
 - b. Lantai 13 sebesar $56,6 \text{ W/m}^2$, lantai 14, lantai 15 dan lantai 16 rata-rata sebesar $56,7 \text{ W/m}^2$.
2. Material fasad *curtain wall* yang dapat memenuhi nilai OTTV pada bangunan IT Mandiri Bumi Slipi berdasarkan SNI 6389-2020 adalah memodifikasi jenis kaca pada kaca GL-02 dari kaca Single 8 mm HS T-Sunlux 155 (#2) menjadi Sunlux Gold 6 mm SS 13/20 Tempered (#2). Kaca Sunlux Gold SS 13/20 Tempered memiliki nilai SCk yang lebih kecil dibandingkan kaca T-Sunlux dengan nilai sebesar 0,230 sehingga mampu mereduksi radiasi panas yang masuk melalui kaca. Modifikasi kaca GL-02 menghasilkan nilai OTTV adalah sebagai berikut:
 - a. Orientasi timur laut sebesar $29,360 \text{ W/m}^2$, orientasi tenggara dan selatan sebesar $25,849 \text{ W/m}^2$, orientasi barat daya sebesar $43,186$, dan orientasi barat laut sebesar $50,868 \text{ W/m}^2$.
 - b. Lantai 13 dan 14 sebesar $36,6 \text{ W/m}^2$, lantai 15 dan lantai 16 sebesar $36,7 \text{ W/m}^2$.

Modifikasi material kaca GL-02 tersebut mampu mereduksi sebesar 36% dari kondisi awal.

3. Pengaruh temperatur eksternal dan internal pada fasad bangunan IT Mandiri Bumi Slipi yang memenuhi persyaratan OTTV berdasarkan SNI 6389-2020 yaitu semakin kecil selisih antara suhu eksternal dan suhu internal, maka semakin besar pula kemungkinan nilai OTTV tereduksi. Walaupun demikian, suhu tidak bisa menjadi acuan utama untuk mereduksi nilai OTTV dikarenakan kondisi lingkungan selalu berubah mengikuti cuaca dan iklim pada daerah tersebut.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.1. Saran

1. Untuk mereduksi nilai OTTV melalui modifikasi material, dapat dilakukan salah satunya dengan memilih material *curtain wall* yang memiliki nilai SCK yang rendah, contohnya yaitu jenis kaca T-Sunlux, Sunlux Gold SS dan Stopray. Hal ini dapat mereduksi radiasi matahari sehingga mampu mereduksi nilai OTTV secara keseluruhan. Apabila desain fasad menggunakan dua jenis kaca, maka nilai SCK harus diseimbangkan agar tidak memperbesar nilai OTTV.
2. Menjaga suhu ruangan berada pada kisaran 26-27°C, terutama untuk wilayah tropis di Indonesia. Meskipun suhu internal ini mungkin tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap OTTV, namun hal ini merupakan langkah efisien untuk mengoptimalkan penggunaan pendingin ruangan kantor.
3. Menambahkan *thermostat* untuk mengatur sirkulasi cairan pendingin sebagai upaya pencegahan *overheat* pada mesin pendingin ruangan.



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M., & Fauzi, R. T. (2012). Kajian Sistem Assessment Proses Konstruksi pada Greenship Rating Tool Strategic Logistics Services for Small-size Contractors View project Gambaran Perkembangan Teknologi Konstruksi di Indonesia View project. *ResearchGate*, 111–120. <https://www.researchgate.net/publication/331718031>
- Agni, F. W. (2014). *Penerapan Curtain Wall-Stick System pada Kawasan Indische Gedung Perkantoran Sewa di Kotabaru*. Universitas Islam Indonesia.
- Aseani, W. (2018). *Pengaruh Material Kaca Sebagai Selubung Bangunan Terhadap Besar Perpindahan Panas pada Gedung Diklat PMI Provinsi Jawa Tengah*. Universitas Diponegoro Semarang.
- Athailah, A., Iqbal, M., & Situmeang, I. S. (2017). Simulasi Pencahayaan Alami pada Gedung Program Studi Arsitektur Universitas Malikussaleh. *NALARs*, 16(2), 113. <https://doi.org/10.24853/nalars.16.2.113-124>
- Damastuti, N., & Nasihien, R. D. (2017). Kenyamanan Thermal pada Masjid Narotama Menggunakan Overall Thermal Transfer Value (OTTV). *Seminar Nasional Sistem Informasi*, 828–836.
- D Nurwidyaningrum, TW Sari, & I Amelyana. (2021). Modifikasi Shading Devices terhadap Penurunan OTTV (Overall Thermal Transfer Value) pada Apartemen X. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(2), 64–69.
- Hariyadi, A., Suryabrata, J. A., Fitriana, A. N., & Fukuda, H. (2015). Performance Based Façade Design Study of Department of Public Affair Building Complex in Jakarta Indonesia. *Journal of Asian Urban Environment*, 7–12.
- Hizra Muhammad, A., Djunaedy, E., Sujatmiko, W., & Riu, A. (2019). Analisis Pengaruh OTTV Terhadap Intensitas Konsumsi Energi pada Berbagai Tipe Bangunan. *E-Proceeding of Engineering*, 6(2), 4994–5001.
- Irvandi, M., Soebiyani, V., & Tomasowa, R. (2021). OTTV Based Shading Devices Optimization for Multi-Storey Building in Tropical Jakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 794(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/794/1/012239>
- Kusumawati, L., Setyowati, E., & Purnomo, A. B. (2018). Konservasi Energi Termal di Daerah Iklim Tropis Lembab Studi Kasus: Gedung C Kampus A, Universitas Trisakti. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 4, 435–441.
- Laksmi Widyawati, R. (2017). Green Building dalam Pembangunan Berkelanjutan Konsep Hemat Energi Menuju Green Building di Jakarta. *Jurnal Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Borobudur*, 43–59.
- Latifah, N. L., Perdana, H., Prasetya, A., & Siahaan, O. P. M. (2012). *Kajian Kenyamanan Termal pada Bangunan Student Center ITENAS Bandung*.
- Loekita, S. (2006). Analisis Konservasi Energi Melalui Selubung Bangunan. *Civil Engineering Dimension*, 8(2), 93–98. <http://puslit.petra.ac.id/journals/civil>
- Mahyuddin, E. R., Rilatupa, J., & Marpaung, C. O. P. (2020). Optimasi Facade Kantor Dinas Pendidikan Provinsi DKI Jakarta, Jalan Gatot Subroto Kavling 40-41, Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dengan Konsep Bangunan Hijau. *Jurnal Magister Arsitektur Universitas Kristen Indonesia*.

- Octarino, C. N., & Feriadi, H. (2021). Evaluasi Kinerja Selubung Bangunan Gedung Agape Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta. *LANGKAU BETANG: JURNAL ARSITEKTUR*, 8(2), 86. <https://doi.org/10.26418/lantang.v8i2.45436>
- Putri, A. A., Rohman, M. A., & Utomo, C. (2012). Penilaian Kriteria Green Building pada Gedung Teknik Sipil ITS. *JURNAL TEKNIK ITS*, 1(1), 107–112.
- Roshaunda, D., Diana, L., Princhika, L., Khalisha, S., & Septiady, R. (2019). Penilaian Kriteria Green Building Pada Bangunan Gedung Universitas Pembangunan Jaya Berdasarkan Indikasi Green Building Council Indonesia. *Widyakala*, 6(Special Issue), 28–46.
- Sasotya Kirana, P., Nurwidyaningrum, D., & Edistria, E. (2022). Optimasi Material Double Skin Facade terhadap Penurunan Nilai OTTV pada Gedung Kantor Pusat ASDP Indonesia Ferry. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 134–140.
- Setyowati, E., & Trilistyo, H. (2013). Konsep Berkelanjutan Melalui OTTV (Overall Thermal Transfer Value) dan Model Hubungan Orientasi Bangunan dengan Tingkat Kenyamanan Termal pada Perumahan Kawasan Pantai. *MODUL*, 13(1), 9–16. www.google-earth.com
- Song, Y., Mao, F., & Liu, A. Q. (2016). Human Comfort in Indoor Environment: A Review Assessment Criteria, Data Collection and Data Analysis Methods. *IEEE Access*, 4, 1–13.
- Thojib, J., & Adhitama, M. S. (2013). Kenyamanan Visual Melalui Pencahayaan Alami pada Kantor (Studi Kasus Gedung Dekanat Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang). *Jurnal RUAS*, 11(2), 10–15.
- Utama, H., & Setyowati, E. (2022). Optimalisasi Konservasi Energi Bangunan Bertingkat melalui Pilihan Material Kaca sebagai Fasad. *ARSITEKTURA*, 20(2), 353–364. <https://doi.org/10.20961/arst.v20i2.65099>
- Utari, R. P. (2018). Analisa Nilai Overall Thermal Transfer Value (OTTV) Sebagai Konservasi Energi Selubung Bangunan Berdasarkan SNI 03-6389-2011. *Seminar Nasional Teknologi Dan Rekayasa (SENTRA)*, 40–47.
- Vijayalaxmi, J. (2010). Concept of Overall Thermal Transfer Value (OTTV) in Design of Building Envelope to Achieve Energy Efficiency. *International Journal of Thermal and Environmental Engineering*, 1(2), 75–80. <https://doi.org/10.5383/ijtee.01.02.003>
- Wibawa, B. A., & Utama, A. N. (2019). Optimalisasi Bukaannya dan Kenyamanan Ruang Melalui Analisis OTTV dan Sun Shading. *MODUL*, 19(2), 68–77. <https://doi.org/10.14710/mdl.19.2.2019.68-77>
- Zulfa Yuzni, S., Mahmud, M., Caisarina, I., & Priandi, R. (2022). Evaluasi Bangunan Ruko sebagai Sebuah Langkah Penghematan Energi. *Jurnal Arsitektur Dan Perencanaan*, 11(1), 13–21.
- Zulfiana, I. S., Harianja, B., Salipu, M. A., & Zebua, M. T. (2022). Analisis Hemat Energi Pada Selubung Bangunan Biro Layanan Pengadaan Barang Dan Jasa Dinas PUPR Provinsi Papua Dengan OTTV. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 10(2), 127–135.