

SKRIPSI 54

**KONTRIBUSI APLIKASI BUILDING
INTEGRATED PHOTOVOLTAICS (BIPV) UNTUK
EFISIENSI ENERGI DAN DAN PENCEGAHAN
SILAU BAGI AKTIVITAS MANUSIA PADA
RUANG KANTOR CABANG UTAMA BCA
PONDOK INDAH JAKARTA SELATAN**



**NAMA : ADRIAN PUTRA WAHONO
NPM : 6111901107**

PEMBIMBING: DR. IR. YASMIN SURIANSYAH, MSP

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**

**Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 1998/SK/BAN-
PT/Ak.Ppj/PT/XII/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN
Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021**

**BANDUNG
2023**

SKRIPSI 54

**KONTRIBUSI APLIKASI BUILDING
INTEGRATED PHOTOVOLTAICS (BIPV) UNTUK
EFISIENSI ENERGI DAN DAN PENCEGAHAN
SILAU BAGI AKTIVITAS MANUSIA PADA
RUANG KANTOR CABANG UTAMA BCA
PONDOK INDAH JAKARTA SELATAN**



**NAMA : ADRIAN PUTRA WAHONO
NPM : 6111901107**

PEMBIMBING:

Dr. Ir. Yasmin Suriansyah, MSP

PENGUJI :

Ir. Mimie Purnama, MT

Ir. E.B. Handoko Sutanto, MT

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**

Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 1998/SK/BAN-PT/Ak.Ppj/PT/XII/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021

**BANDUNG
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI
(Declaration of Authorship)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Adrian Putra Wahono

NPM : 6111901107

Alamat : Citra Garden 3 Blok A 10 nomor 16, Pegadungan, Kalideres,
Jakarta Barat

Judul Skripsi : Kontribusi Aplikasi Building Integrated Photovoltaics (BIPV)
untuk Efisiensi Energi dan Pencegahan Silau bagi Aktivitas
Manusia pada Ruang Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah
Jakarta Selatan

Dengan ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa :

1. Skripsi ini sepenuhnya adalah hasil karya saya pribadi dan di dalam proses penyusunannya telah tunduk dan menjunjung Kode Etik Penelitian yang berlaku secara umum maupun yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.
2. Jika di kemudian hari ditemukan dan terbukti bahwa isi di dalam Skripsi ini, baik sebagian maupun keseluruhan terdapat penyimpangan-penyimpangan dari Kode Etik Penelitian antara lain seperti tindakan merekayasa atau memalsukan data atau tindakan sejenisnya, tindakan plagiarisme atau autoplagiarisme, maka saya bersedia menerima seluruh konsekuensi hukum sesuai ketentuan yang berlaku.

Bandung, Juni 2023



METERAI TEMPEL
BB9AKX513566099
Adrian Putra Wahono

Abstrak

KONTRIBUSI APLIKASI BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAICS (BIPV) UNTUK EFISIENSI ENERGI DAN PENCEGAHAN SILAU BAGI AKTIVITAS MANUSIA PADA RUANG KANTOR CABANG UTAMA BCA PONDOK INDAH JAKARTA SELATAN

Oleh
Adrian Putra Wahono
NPM: 6111901107

Fasad merupakan bagian yang tidak dapat terlepas dari sebuah bangunan. Desain fasad yang beragam ini selain berpengaruh pada tampilan eksternal bangunan juga berpengaruh pada faktor internal bangunan seperti kenyamanan ruang dan penggunaan energi bangunan. Pengaruh terhadap kenyamanan ruang dan efektivitas penggunaan energi bangunan dalam bangunan yang dapat terlihat dari faktor nilai Overall Thermal Transfer Value (OTTV) pada bangunan.

Bangunan Kantor Cabang Utama (KCU) BCA Pondok Indah merupakan sebuah bangunan dengan fungsi perkantoran yang didirikan pada tahun 2008. Bangunan yang terletak di Jakarta Selatan ini memiliki fasad yang didominasi kaca berwarna biru yang menjadi ciri khas dari PT Bank Central Asia yang merupakan pemilik dari bangunan ini. Fasad bangunan yang didominasi oleh kaca tanpa adanya sirip pembayangan berpotensi terjadinya silau yang berlebih serta memiliki nilai OTTV yang tinggi.

Adanya permasalahan tersebut, maka penelitian ini mengoptimasi fasad bangunan KCU BCA Pondok Indah menggunakan teknologi Building Integrated Photovoltaics (BIPV) yang merupakan teknologi baru dari solar panel konvensional. Solar Panel yang terintegrasi dengan fasad dapat memberikan pembayangan pada ruang dalam bangunan sehingga dapat mengurangi potensi silau serta mengurangi nilai OTTV bangunan dengan mendapat energi terbarukan dari BIPV.

Penelitian ini menggunakan metode evaluasi pasca-huni dengan beberapa tahap penelitian. Diawali dengan perhitungan awal untuk melihat nilai OTTV pada bangunan dan simulasi potensi silau yang mengacu pada standar Daylight Glare Probability (DGP) pada kondisi eksisting. Hasil perhitungan dan simulasi ditemukan bahwa nilai OTTV pada bangunan masih di atas standar kriteria SNI 03 – 6389 – 2011 serta nilai DGP yang juga melebihi standar. Selanjutnya dibuat solusi alternatif untuk kedua permasalahan tersebut dengan menentukan posisi paling ideal pemasangan BIPV pada fasad melalui analisis beberapa pertimbangan seperti kebutuhan listrik, luas bukaan kaca, sisi dengan nilai OTTV paling tinggi, posisi matahari, dan potensi terjadinya silau paling tinggi. Berdasarkan analisis tersebut ditemukan sisi paling ideal adalah pada sisi A (Timur Laut) dan sisi B (Tenggara)

Setelah menemukan posisi ideal pemasangan BIPV, analisis dilanjutkan dengan membandingkan solusi alternatif dengan kondisi eksisting untuk melihat pengaruh BIPV terhadap nilai OTTV, intensitas pencahayaan alami, nilai DGP, dan energi terbarukan yang dapat dihasilkan. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa BIPV dapat dijadikan solusi alternatif pengganti sirip penangkal sinar matahari untuk mengurangi nilai OTTV dan potensi silau yang cukup besar serta dapat menggantikan kebutuhan listrik dengan energi terbarukan pada bangunan. Namun perlu memperhatikan posisi perletakan karena dapat mengurangi intensitas pencahayaan alami yang masuk.

Kata-kata kunci: OTTV, Intensitas Pencahayaan Alami, Daylight Glare Probability, Fasad, BIPV, Solar Panel, Efisiensi Energi



Abstract

BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAICS (BIPV) CONTRIBUTION IN ENERGY EFFICIENCY AND GLARE PREVENTION FOR HUMAN ACTIVITIES AT BCA MAIN BRANCH OFFICE ROOM PONDOK INDAH JAKARTA SELATAN

by

Adrian Putra Wahono
NPM: 6111901107

facade is an inseparable part of a building. Apart from influencing the external appearance of the building, the various facade designs also affect the internal factors of the building, such as space comfort and building energy use. The influence on space comfort and the effectiveness of building energy use in buildings can be seen from the Overall Thermal Transfer Value (OTTV) value factor in buildings.

The Main Branch Office Building (KCU) BCA Pondok Indah is a building with office functions that was built in 2008. Located in South Jakarta, this building has a facade dominated by blue colored glass which is the hallmark of PT Bank Central Asia, the owner of the building. Building facades that are dominated by the glass without shading fins have the potential for excessive glare and have a high OTTV value.

With these problems in mind, this research optimizes the facade of the KCU BCA Pondok Indah building using Building Integrated Photovoltaics (BIPV) technology, which is a new technology from conventional solar panels. Solar panels that are integrated with the facade can provide shading to the space in the building so that it can reduce the potential for glare and reduce the OTTV value of the building by obtaining renewable energy from BIPV.

This study uses the post-occupational evaluation method with several research stages. It begins with an initial calculation to see the OTTV value of the building and a glare potential simulation that refers to the Daylight Glare Probability (DGP) standard in existing conditions. The results of calculations and simulations found that the OTTV value in buildings is still above the SNI 03 – 6389 – 2011 criteria standard and the DGP value also exceeds the standard. Then an alternative solution was made for these two problems by determining the most ideal position for installing BIPV on the facade through an analysis of several considerations such as electricity demand, the area of the glass opening, the side with the highest OTTV value, the position of the sun, and the potential for the highest glare. Based on this analysis, it was found that the most ideal sides were side A (Northeast) and side B (Southeast).

After finding the ideal position for installing BIPV, the analysis is continued by comparing alternative solutions with existing conditions to see the effect of BIPV on the OTTV value, natural lighting intensity, DGP value, and the renewable energy that can be generated. The results of the study can be concluded that BIPV can be used as an alternative solution to replace sun protection fins to reduce the OTTV value and potential for glare which is quite large and can replace the need for electricity with renewable energy in buildings. However, it is necessary to pay attention to the placement position because it can reduce the intensity of incoming natural lighting.

Keywords: *OTTV, Natural Lighting Intensity, Daylight Glare Probability, Building Facade, BIPV, Solar Panels, Energy Efficiency*



PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi yang tidak dipublikasikan ini, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Katolik Parahyangan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI dan tata cara yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.

Referensi kepastakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Skripsi haruslah seizin Rektor Universitas Katolik Parahyangan.





KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penelitian ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir Program Studi Sarjana Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Selama proses penelitian berlangsung, penyusun mendapatkan bimbingan, arahan, dukungan, dan saran. Untuk itu rasa terima kasih sedalam-dalamnya penyusun sampaikan kepada:

- Universitas Katolik Parahyangan Bandung, selaku institusi yang telah memberikan ilmu arsitektur dan membimbing penyusun selama 4 tahun.
- Dosen pembimbing, Ibu Dr. Ir. Yasmin Suriansyah, MSP, selaku dosen pembimbing yang dengan sabar telah memberikan saran, pengarahan, dan masukan yang berharga.
- Dosen penguji, Ir. Mimie Purnama, MT dan Ir. E.B. Handoko Sutanto, MT atas masukan dan bimbingan yang diberikan.
- Orang tua dan keluarga yang telah menyemangati, mendukung, dan mendoakan selama proses pengerjaan skripsi.
- Pihak Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah atas kesempatan untuk memberikan izin observasi objek.
- Bapak Rachmat Fadhil Afrizal Zamri selaku Kepala Divisi 3 Arsitek PT Arkonin telah menyediakan gambar kerja Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah.

Bandung, 6 Juli 2023

Adrian Putra Wahono



DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| Abstrak | i |
| Abstract | iii |
| PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI | v |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xix |
| | |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah | 5 |
| 1.3. Pertanyaan Penelitian..... | 6 |
| 1.4. Target Temuan | 6 |
| 1.5. Tujuan Penelitian | 6 |
| 1.6. Manfaat Penelitian | 7 |
| 1.7. Ruang Lingkup Penelitian | 7 |
| 1.7.1. Objek Studi | 7 |
| 1.7.2. Latar Belakang Pemilihan Objek | 7 |
| 1.7.3. Pembatasan Lingkup Studi..... | 8 |
| 1.8. Kerangka Teoritikal | 9 |
| 1.9. Kerangka Penelitian | 10 |
| 1.10. Sistematika Penyusunan Penelitian..... | 11 |
| | |
| BAB 2 GREEN BUILDING, SELUBUNG BANGUNAN, PANEL SURYA,SILAU DAN PENCAHAYAAN ALAMI PADA BANGUNANAN PUSTAKA | 12 |
| 2.1. Teknologi dalam Arsitektur | 12 |
| 2.2. Green building | 12 |
| 2.2.1. Definisi..... | 13 |
| 2.2.2. Efisiensi dan Konservasi Energi | 14 |
| 2.3. Panel Surya | 16 |
| 2.3.1. Definisi..... | 16 |
| 2.3.2. Jenis Panel Surya | 16 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 2.3.3. | Faktor Kinerja Panel Surya | 17 |
| 2.3.4. | Building Integrated Photovoltaics (BIPV) | 18 |
| 2.3.5. | Jenis-Jenis Building Integrated Photovoltaics (BIPV) | 20 |
| 2.3.6. | Konstruksi Building Integrated Photovoltaics (BIPV)..... | 21 |
| 2.4. | Selubung Bangunan | 22 |
| 2.4.1. | Definisi | 22 |
| 2.4.2. | Orientasi Bangunan | 23 |
| 2.4.3. | Dinding dan Jendela | 23 |
| 2.4.4. | Tipe Curtain Wall..... | 25 |
| 2.4.5. | Jenis – Jenis Kaca..... | 27 |
| 2.5. | Nilai OTTV | 28 |
| 2.6. | Pencahayaan Alami | 29 |
| 2.6.1. | Intensitas Pencahayaan Alami | 30 |
| 2.6.2. | Silau..... | 31 |
| 2.7. | Gerak Semu Tahunan Matahari | 32 |
| BAB 3 | METODE PENELITIAN | 34 |
| 3.1. | Jenis Penelitian..... | 34 |
| 3.2. | Tahap Penelitian..... | 34 |
| 3.3. | Tempat dan Waktu Penelitian | 35 |
| 3.4. | Variabel Penelitian | 36 |
| 3.5. | Teknik Pengumpulan Data..... | 37 |
| 3.5.1. | Tabel Perhitungan OTTV | 37 |
| 3.5.2. | Simulasi <i>Software</i> LightStanza | 39 |
| 3.6. | Teknik Analisis Data..... | 41 |
| 3.7. | Teknik Penarikan Kesimpulan | 43 |
| BAB 4 | HASIL PENGAMATAN | 45 |
| 4.1. | Kondisi Eksisting | 45 |
| 4.2. | Sistem Fasad Bangunan | 46 |
| 4.3. | Lingkungan Sekitar Bangunan | 47 |
| 4.4. | Kondisi Nilai OTTV Eksisting Bangunan KCU BCA Pondok Indah..... | 48 |

| | |
|---|------------|
| 4.5. Kondisi Kenyamanan Visual Eksisting Bangunan | 51 |
| 4.5.1. Intensitas Pencahayaan Alami | 51 |
| 4.5.2. Potensi Silau pada Bangunan | 58 |
| BAB 5 ANALISA | 61 |
| 5.1. Pertimbangan Posisi Perletakan Panel BIPV | 61 |
| 5.1.1. Analisis Kebutuhan Listrik pada Bangunan..... | 61 |
| 5.1.2. Luas Bukaannya Kaca yang dapat Digantikan BIPV | 63 |
| 5.1.3. Analisis Nilai OTTV | 66 |
| 5.1.4. Analisis Posisi Tapak Berdasarkan Garis Khatulistiwa | 68 |
| 5.1.5. Analisis Simulasi Silau dalam Bangunan | 69 |
| 5.2. Kesimpulan Pertimbangan Posisi Perletakan Panel BIPV | 72 |
| 5.3. Hasil Analisis Perbandingan Nilai OTTV | 77 |
| 5.4. Hasil Analisis Perbandingan Intensitas Pencahayaan Alami | 77 |
| 5.5. Hasil Analisis Perbandingan Nilai DGP untuk Silau..... | 85 |
| 5.6. Hasil Analisis Efisiensi Energi | 90 |
| BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN | 91 |
| 6.1. Kesimpulan Akhir..... | 91 |
| 6.2. Saran | 96 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 97 |
| LAMPIRAN..... | 100 |



DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------|--|----|
| Gambar 1. 1. | Diagram Emisi Karbon CO ₂ dan Kebutuhan Energi Dunia 2021 | 1 |
| Gambar 1. 2. | Perspektif Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah | 2 |
| Gambar 1. 3. | Lantai 01 yang Tertutup Vegetasi Sekitar Tapak dan Bukaannya Jendela yang Minim | 3 |
| Gambar 1. 4. | Roller Blind pada Interior Fasad Bangunan | 4 |
| Gambar 1. 5. | Contoh Penerapan Building Integrated Photovoltaics | 5 |
| Gambar 1. 6. | Kerangka Teoritikal | 9 |
| Gambar 1. 7. | Kerangka Penelitian | 10 |
| Gambar 2. 1. | Katalog Produk BIPV Untuk Fasad Bangunan | 19 |
| Gambar 2. 2. | Isometri Detail BIPV yang Terintegrasi dengan Curtain Wall | 22 |
| Gambar 2. 3. | Isometri Sambungan Kaca BIPV dengan Mullions Curtain Wall | 22 |
| Gambar 2. 4. | Isometri Detail Bagian Curtain Wall | 26 |
| Gambar 2. 5. | Sistem Stick Mullion Facade Curtain Wall | 26 |
| Gambar 2. 6. | Sistem Unitized Mullion Facade Curtain wall | 27 |
| Gambar 2. 7. | Gerak Semu Tahunan Matahari | 33 |
| Gambar 3. 1. | Tampilan <i>Software</i> Lightstanza | 40 |
| Gambar 3. 2. | Tampilan Simulasi Illuminance Grid dan Glare Analisis | 41 |
| Gambar 3. 3. | Contoh Tampilan Glare Analysis | 41 |
| Gambar 3. 4. | Diagram Garis Besar Metode Penelitian | 43 |
| Gambar 4. 1. | Perspektif Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah | 43 |
| Gambar 4. 2. | Denah Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah | 44 |
| Gambar 4. 3. | Detail Fasad Bangunan KCU BCA Pondok Indah | 45 |
| Gambar 4. 4. | Vegetasi Sekitar Tapak dalam <i>Site Plan</i> | 46 |
| Gambar 4. 5. | Vegetasi Sekitar Tapak dalam Potongan | 46 |
| Gambar 4. 6. | Tipe Fasad Bangunan | 47 |
| Gambar 5. 1. | Panel Monocrystalline BIPV (Kiri) dan Grafik Perbandingan Intensitas Cahaya dengan Energi yang Dihasilkan (Kanan) | 63 |
| Gambar 5. 2. | Denah Lantai 02 Bangunan KCU BCA Pondok Indah | 63 |
| Gambar 5. 3. | Tampak Timur Laut (Sisi A) | 64 |
| Gambar 5. 4. | Tampak Tenggara (Sisi B) | 64 |
| Gambar 5. 5. | Tampak Barat Daya (Sisi C) | 65 |
| Gambar 5. 6. | Tampak Barat laut (Sisi D) | 65 |

| | | |
|---------------|--|----|
| Gambar 5. 7. | Posisi Ideal Pemasangan BIPV Berdasarkan Luas Bukaannya pada Fasad | 66 |
| Gambar 5. 8. | Posisi Ideal Pemasangan BIPV Berdasarkan Analisis Nilai OTTV | 67 |
| Gambar 5. 9. | Posisi Jakarta terhadap Garis Khatulistiwa | 68 |
| Gambar 5. 10. | Perbandingan Jumlah Energi yang Dihasilkan dengan Orientasi Utara (Kiri) dan Selatan (Kanan) | 68 |
| Gambar 5. 11. | Posisi Ideal Pemasangan BIPV Berdasarkan Analisis Posisi Site Terhadap Garis Khatulistiwa | 69 |
| Gambar 5. 12. | Perbandingan Bukaannya Jendela pada Sisi B Tenggara (Kiri) dan Sisi D Barat Laut (Kanan) | 70 |
| Gambar 5. 13. | Gerak Semu Tahunan Matahari | 71 |
| Gambar 5. 14. | Posisi Ideal Pemasangan BIPV Berdasarkan Analisis Potensi Silau pada Bangunan | 71 |
| Gambar 5. 15. | Ilustrasi Posisi Pemasangan BIPV Paling Ideal pada Fasad Bangunan KCU BCA Pondok Indah | 73 |
| Gambar 5. 16. | Potongan Fasad Modifikasi Fasad Solar Panel BIPV | 74 |
| Gambar 5. 17. | Modul Kaca Tipe 1 dengan Total 40 Panel BIPV | 75 |
| Gambar 5. 18. | Modul Kaca Tipe 2 dengan Total 20 Panel BIPV | 75 |
| Gambar 5. 19. | Detail Ukuran Panel BIPV Mengacu pada Katalog OnyxSolar | 76 |
| Gambar 5. 20. | Ilustrasi Hasil Akhir Modifikasi Fasad Solar Panel Sebelum (Kiri) dan Sesudah (Kanan) | 76 |
| Gambar 5. 21. | Hasil Simulasi Energi Terbarukan dari Solusi Alternatif | 90 |
| Gambar 6. 1. | Hasil Kesimpulan Akhir Posisi Perletakan BIPV pada Fasad Sisi A dan Sisi B Bangunan | 91 |
| Gambar 6. 2. | Ilustrasi Hasil Akhir Modifikasi Fasad Solar Panel | 92 |
| Gambar 6. 3. | Modul Kaca Tipe 1 dengan Total 40 Panel BIPV (Kiri) dan Modul Kaca Tipe 2 (Kanan) dengan Total 20 Panel BIPV | 93 |
| Gambar 6. 4. | Detail Ukuran Panel BIPV yang Terpasang Mengacu pada Katalog OnyxSolar | 93 |



DAFTAR TABEL

| | | |
|--------------|--|----|
| Tabel 1. 1. | Perhitungan Nilai OTTV pada Setiap Lantai Bangunan Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah | 3 |
| Tabel 2. 1. | Tabel Peringkat Predikat GreenShip | 14 |
| Tabel 2. 2. | Tabel Penjabaran Nilai Pada Setiap Kategori | 14 |
| Tabel 2. 3. | Tabel Penjabaran Kategori Efisiensi Dan Konservasi Energi | 15 |
| Tabel 2. 4. | Tabel Perbedaan BIPV dan BAPV | 18 |
| Tabel 2. 5. | Tabel Perbedaan BIPV dan BAPV | 21 |
| Tabel 2. 6. | Tabel Faktor Radiasi Matahari (SF, W/m ²) untuk Berbagai Orientasi | 23 |
| Tabel 2. 7. | Tabel Nilai Absorbansi Panas Matahari untuk Berbagai Tipe Dinding | 24 |
| Tabel 2. 8. | Tabel Nilai Absorbansi Panas Matahari untuk Berbagai Tipe Kaca | 25 |
| Tabel 2. 9. | Tabel Standar Kenyamanan Visual Berdasarkan Fungsi Bangunan | 31 |
| Tabel 2. 10. | Pembagian standar DGP | 32 |
| Tabel 3. 1. | Contoh Tabel Perhitungan U-value Dinding Bata dan ACP | 38 |
| Tabel 3. 2. | Contoh Tabel Perhitungan OTTV pada Lantai 2 Bangunan | 38 |
| Tabel 3. 3. | Tabel Pertimbangan Masalah oleh Teori pada Bab 2 | 42 |
| Tabel 4. 1. | Tabel Data Fasad Bangunan KCU BCA Pondok Indah | 49 |
| Tabel 4. 2. | Rangkuman Nilai OTTV Masing-Masing Lantai | 50 |
| Tabel 4. 3. | Tabel Tingkat Iluminasi Lantai 02 dengan Renderasi False Color dan Persentase Luas Lantai Kerja | 51 |
| Tabel 4. 4. | Tabel Tingkat Iluminasi Lantai 03 dengan Renderasi False Color dan Persentase Luas Lantai Kerja | 52 |
| Tabel 4. 5. | Tabel Tingkat Iluminasi Lantai 04 dengan Renderasi False Color dan Persentase Luas Lantai Kerja | 53 |
| Tabel 4. 6. | Tabel Tingkat Iluminasi Lantai 05 dengan Renderasi False Color dan Persentase Luas Lantai Kerja | 54 |
| Tabel 4. 7. | Tabel Tingkat Iluminasi Lantai 06 dan 07 dengan Renderasi False Color dan Persentase Luas Lantai Kerja | 55 |
| Tabel 4. 8. | Tabel Tingkat Iluminasi Lantai 08 dengan Renderasi False Color dan Persentase Luas Lantai Kerja | 56 |
| Tabel 4. 9. | Tabel Rangkuman Rata-rata Kuantitas Pencahayaan Alami | 57 |
| Tabel 4. 10. | Tabel Kriteria Silau dengan Standar Daylight Glare Probability (DGP) | 58 |
| Tabel 4. 11. | Tabel Potensi Silau Yang Terjadi Pada Setiap Lantai Bangunan | 59 |

| | | |
|--------------|---|----|
| Tabel 5. 1. | Tabel Luas Bukaannya Kaca pada Masing – Masing Sisi | 66 |
| Tabel 5. 2. | Tabel Faktor Radiasi Matahari (SF, W/m ²) untuk Berbagai Orientasi | 67 |
| Tabel 5. 3. | Sampel Potensi Silau Pada Denah dan Perspektif Mata Manusia | 69 |
| Tabel 5. 4. | Standar Silau Berdasarkan DGP | 70 |
| Tabel 5. 5. | Tabel Rangkuman Pertimbangan Posisi Perletakan Panel BIPV | 72 |
| Tabel 5. 6. | Tabel Hasil Perbandingan Nilai OTTV Kondisi Eksisting dan Solusi Alternatif | 77 |
| Tabel 5. 7. | Tabel Tingkat Iluminasi Lantai 02 dengan Renderasi False Color dan Persentase Luas Lantai Kerja dari Hasil Solusi Alternatif Desain Pemasangan Panel BIPV | 78 |
| Tabel 5. 8. | Tabel Tingkat Iluminasi Lantai 03 dengan Renderasi False Color dan Persentase Luas Lantai Kerja | 79 |
| Tabel 5. 9. | Tabel Tingkat Iluminasi Lantai 04 dengan Renderasi False Color dan Persentase Luas Lantai Kerja | 80 |
| Tabel 5. 10. | Tabel Tingkat Iluminasi Lantai 05 dengan Renderasi False Color dan Persentase Luas Lantai Kerja | 81 |
| Tabel 5. 11. | Tabel Tingkat Iluminasi Lantai 06 dan 07 dengan Renderasi False Color dan Persentase Luas Lantai Kerja | 82 |
| Tabel 5. 12. | Tabel Tingkat Iluminasi Lantai 08 dengan Renderasi False Color dan Persentase Luas Lantai Kerja | 83 |
| Tabel 5. 13. | Tabel Rangkuman Rata-rata Kuantitas Pencahayaan Alami | 84 |
| Tabel 5. 14. | Tabel Rangkuman Perbandingan Intensitas Pencahayaan Alami Kondisi Eksisting dengan Solusi Alternatif | 85 |
| Tabel 5. 15. | Tabel Kriteria Silau Dengan Standar Daylight Glare Probability (DGP) | 86 |
| Tabel 5. 16. | Tabel Potensi Silau Yang Terjadi Pada Setiap Lantai Bangunan dari Hasil Solusi Alternatif Desain Pemasangan Panel BIPV | 86 |
| Tabel 5. 17. | Tabel Rangkuman Perbandingan Silau Kondisi Eksisting dengan Solusi Alternatif | 88 |
| Tabel 6. 1. | Tabel Kesimpulan Akhir Hasil Penelitian | 94 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|-------------|--|-----|
| Lampiran 1 | Gambar Kerja Denah dan Tampak Bangunan Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah | 100 |
| Lampiran 2 | Nilai U Value Fasad Bangunan | 102 |
| Lampiran 3 | Perhitungan Nilai OTTV Kondisi Eksisting Lantai 02 | 103 |
| Lampiran 4 | Perhitungan Nilai OTTV Kondisi Eksisting Lantai 03 | 105 |
| Lampiran 5 | Perhitungan Nilai OTTV Kondisi Eksisting Lantai 04 | 107 |
| Lampiran 6 | Perhitungan Nilai OTTV Kondisi Eksisting Lantai 05 | 109 |
| Lampiran 7 | Perhitungan Nilai OTTV Kondisi Eksisting Lantai 06 dan 07 | 111 |
| Lampiran 8 | Perhitungan Nilai OTTV Kondisi Eksisting Lantai 08 | 113 |
| Lampiran 9 | Perhitungan Nilai OTTV Solusi Alternatif Lantai 02 | 115 |
| Lampiran 10 | Perhitungan Nilai OTTV Solusi Alternatif Lantai 03 | 117 |
| Lampiran 11 | Perhitungan Nilai OTTV Solusi Alternatif Lantai 04 | 119 |
| Lampiran 12 | Perhitungan Nilai OTTV Solusi Alternatif Lantai 05 | 121 |
| Lampiran 13 | Perhitungan Nilai OTTV Solusi Alternatif Lantai 06 dan 07 | 123 |
| Lampiran 14 | Perhitungan Nilai OTTV Solusi Alternatif Lantai 08 | 125 |
| Lampiran 15 | Katalog Produk untuk Fasad Building Integrated Photovoltaics (BIPV) dari Onyx Solar | 127 |





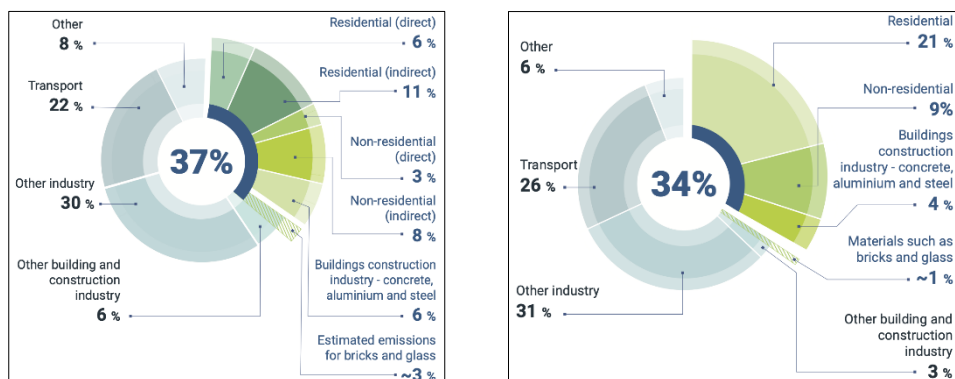
BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi merupakan sesuatu hal yang abstrak dan tidak dapat dilihat namun dapat dibuktikan serta dirasakan keberadaannya oleh manusia atau dalam ilmu fisika dapat juga diartikan sebagai objek yang dapat berpindah melalui interaksi secara ilmiah dan tidak dapat hilang ataupun diciptakan, sehingga pada dasarnya energi selalu ada di sekitar manusia. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) energi adalah daya yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses kegiatan, misalnya dapat merupakan bagian suatu bahan atau tidak terikat pada bahan (seperti sinar matahari). Melalui definisi tersebut maka manusia dapat menggunakan energi untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Kebutuhan dan populasi manusia yang meningkat setiap harinya membuat kebutuhan energi juga semakin meningkat sehingga dewasa ini isu krisis energi menjadi sering dijumpai di berbagai negara.

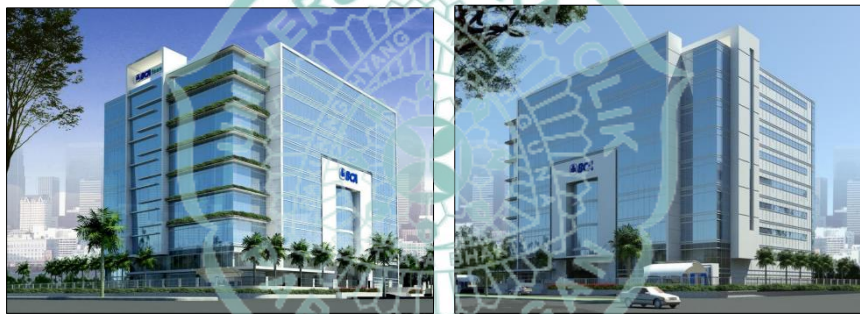
Di sisi lain permasalahan *global warming* juga menjadi salah satu isu yang sering dibicarakan hal ini dikarenakan setiap tahunnya temperature dunia terus menerus naik hingga 2°C. Meningkatnya suhu dunia berdampak buruk bagi manusia seperti mencairnya es pada kutub bumi yang menyebabkan kenaikan permukaan laut (Shahzad, 2015). Global warming dapat terjadi akibat emisi karbon CO₂ yang terus meningkat setiap harinya. Salah satu penyumbang terbesar emisi karbon CO₂ dengan presentase yang dapat dilihat pada diagram di bawah.



Gambar 1. 1. Diagram Emisi Karbon CO₂ Dunia dan Kebutuhan Energi Final Tahun 2021 (Sumber: <https://globalabc.org/news/>)

Pada diagram tersebut dapat terlihat bahwa kebutuhan energi pada konstruksi dan bangunan mencapai 34% dari kebutuhan energi dunia serta bangunan juga menjadi penyumbang terbesar emisi karbon CO₂ yaitu sebesar 37%. Salah satu faktor penyebabnya adalah penggunaan batu bara, minyak, dan gas alam untuk pembangkit listrik dimana hampir seluruh bangunan membutuhkan listrik dalam operasionalnya.

Beberapa kasus pada bangunan yang sudah terbangun akan sulit untuk mencapai performa green building sehingga perlu ada solusi alternatif pada bangunan yang sudah terbangun untuk dapat menerapkan energi terbarukan. Salah satu bangunan yang telah terbangun dan berpotensi untuk menerapkan green building adalah bangunan Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah. Bangunan ini adalah bangunan dengan fungsi gedung perkantoran yang dibangun pada tahun 2008 dan dengan luas 15.000 m². Fasad bangunan didominasi oleh kaca berwarna biru yang menjadi ciri khas dari gedung perkantoran PT Bank Central Asia. Pada bangunan ini memiliki sisi terlebar mengarah ke Timur Laut dan Barat Daya tanpa adanya sirip penangkal sinar matahari.



Gambar 1. 2. Perspektif Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah
(Sumber: Dokumentasi PT Arkonin)

Penggunaan kaca sebagai fasad utama bangunan KCU BCA Pondok Indah ini dalam upaya memasukan pencahayaan alami semaksimal mungkin akan bertolak belakang dengan upaya penghematan energi pada sebuah bangunan. Hal ini dikarenakan semakin luas area bukaan pada fasad maka panas matahari semakin banyak masuk ke dalam bangunan. Apabila sebuah bangunan menjadi panas maka hal ini dapat berdampak pada tingginya penggunaan energi pada sebuah bangunan. Upaya untuk mengukur tingkat panas matahari yang masuk ke dalam bangunan dapat dilakukan dengan perhitungan nilai OTTV (Overall Thermal Transer Value). OTTV merupakan nilai perolehan panas yang masuk ke dalam bangunan akibat radiasi matahari.

Pada tahap pra-penelitian, penyusun telah melakukan perhitungan awal nilai OTTV pada bangunan Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah untuk melihat seberapa besar

panas yang masuk ke dalam bangunan serta simulasi untuk melihat tingkat pencahayaan alami yang masuk ke dalam bangunan dengan mengacu pada standar penilaian GBCI dimana dalam memasukkan pencahayaan alami ke dalam ruangan, perlu adanya rata-rata rasio luas lantai kerja dengan iluminansi 300 lux terhadap luas lantai kerja keseluruhan harus di atas 30%. Standar ini dapat dijadikan acuan untuk menentukan kenyamanan visual pada ruang dalam bangunan. Hasil dari pra-penelitian tersebut adalah berikut :

Tabel 1. 1. Perhitungan Nilai OTTV pada Setiap Lantai Bangunan Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah

| Lantai | OTTV |
|----------------|------------------------|
| Lantai 02 | 49,01 W/m ² |
| Lantai 03 | 51,38 W/m ² |
| Lantai 04 | 48,95 W/m ² |
| Lantai 05 | 46,19 W/m ² |
| Lantai 06 & 07 | 52,12 W/m ² |
| Lantai 08 | 55,62 W/m ² |
| Rata - Rata | 50,45 W/m ² |

Pada tabel tahap pra-penelitian di atas terlihat bahwa nilai OTTV pada bangunan Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah secara keseluruhan masih belum memenuhi kriteria bangunan hijau menurut peraturan pemerintah yaitu Peraturan Menteri PUPR Nomor 21 Tahun 2021 yang mengatur mengenai Bangunan Hijau dimana kriteria bangunan hijau adalah memiliki nilai OTTV dibawah 35 W/m², sehingga nilai OTTV pada bangunan ini masih dapat dioptimasi untuk mengurangi panas bangunan secara keseluruhan. Lantai 01 tidak dimasukkan perhitungan dikarenakan pada lantai 01 desain fasad tertutup vegetasi sekitar tapak serta bukaan jendela yang minim membuat kurangnya potensi pemasangan Building Integrated Photovoltaics pada fasad lantai 01.



Gambar 1. 3. Lantai 01 yang Tertutup Vegetasi Sekitar Tapak dan Bukaan Jendela yang Minim (Sumber: Dokumentasi PT Arkonin)

Selain itu dikarenakan fasad bangunan yang didominasi kaca, maka kondisi eksisting pada bangunan ini juga telah memberikan adanya roller blind untuk menangkal panas matahari masuk ke dalam ruangan. Berdasarkan penelitian terdahulu (Naomi, 2014, 77) yang berjudul *Optimasi Redesain Selubung Bangunan Untuk Pemenuhan Standar Intensitas Pencahayaan Alami dan Nilai OTTV* adanya roller blind ini dapat mengurangi nilai OTTV pada bangunan namun di sisi lain dapat mengurangi intensitas cahaya yang masuk ke dalam ruang sehingga kenyamanan visual dalam bangunan akan terganggu.



Gambar 1. 4. Roller Blind pada Interior Fasad Bangunan

Di sisi lain penggunaan roller blind juga menghalangi pemandangan ke luar bangunan. Dari permasalahan ini maka perlu ada solusi yang dapat mengatasi beberapa isu tersebut, salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah dengan menggunakan Building Integrated Photovoltaics (BIPV) yang merupakan teknologi baru dari solar panel konvensional yang memungkinkan panel *photovoltaics* (PV) terpasang menjadi bagian konstruksi dari bangunan seperti pada atap atau dinding bangunan. Dalam kasus ini BIPV dapat diterapkan pada fasad bangunan Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah untuk mengurangi panas matahari yang masuk ke dalam bangunan juga dapat meningkatkan kenyamanan visual dengan tetap memasukkan cahaya matahari ke dalam bangunan. Hal ini dikarenakan fasad bangunan yang didominasi kaca dan tidak adanya sirip penangkal sinar matahari yang akan menghalangi cahaya matahari apabila menggunakan Building Integrated Photovoltaics (BIPV).

Di Indonesia sendiri penggunaan Building Integrated Photovoltaics (BIPV) masih belum terlalu populer dapat terlihat dari belum ada bangunan di Indonesia yang menggunakan panel surya terintegrasi dengan struktur bangunan. Melalui penelitian ini diharapkan dapat memperkenalkan teknologi Building Integrated Photovoltaics (BIPV) dengan melihat dari sisi arsitektur dalam upaya menurunkan panas bangunan serta menjaga kenyamanan visual dengan mendapatkan energi terbarukan untuk bangunan menjadi lebih hemat energi.



Gambar 1. 5. Contoh Penerapan Building Integrated Photovoltaics pada Fasad Bangunan
(Sumber: Archdaily.com)

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan perhitungan pra-penelitian ditemukan bahwa nilai OTTV pada bangunan Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah secara keseluruhan adalah $50,45 \text{ W/m}^2$, nilai ini belum memenuhi kriteria SNI 03 – 6389 – 2011 serta Peraturan Menteri PUPR Nomor 21 Tahun 2021, yaitu sebesar 35 W/m^2 . Hal ini terjadi dikarenakan belum ada regulasi saat bangunan tersebut didirikan sehingga bangunan ini berpotensi untuk dapat menerapkan konsep green building dengan mengoptimalkan nilai OTTV agar mendekati standar yang berlaku saat ini. Fasad yang didominasi kaca juga menyebabkan adanya potensi terjadi silau yang berlebih oleh matahari ke dalam bangunan.

Di sisi lain untuk mengatasi permasalahan ini bangunan sudah menggunakan roller blind yang dipasang dibelakang fasad kaca, dengan adanya roller blind ini dapat mengurangi panas matahari yang masuk ke dalam bangunan namun di sisi lain untuk mendapatkan pengurangan yang maksimal, roller blind perlu diturunkan hingga 100% sedangkan dengan menurunkan roller blind secara menyeluruh maka pencahayaan alami yang masuk ke dalam bangunan semakin berkurang sehingga melalui penelitian ini mengusulkan solusi dengan penggunaan Building Integrated Photovoltaics (BIPV) untuk meningkatkan kenyamanan visual dengan mengurangi panas dalam bangunan secara bersamaan serta mendapatkan energi terbarukan dari BIPV.

1.3. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan permasalahan penelitian di atas dirumuskan pertanyaan:

- Bagaimana desain posisi pemasangan Building Integrated Photovoltaics (BIPV) yang paling optimal pada selubung bangunan untuk mengurangi nilai OTTV, terjadinya silau, dan mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan pada Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah?
- Bagaimana pengaruh solusi alternatif desain pemasangan Building Integrated Photovoltaics (BIPV) yang direkomendasikan terhadap nilai OTTV, potensi silau dalam ruang, intensitas cahaya alami, dan efisiensi energi Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah?

1.4. Target Temuan

Penelitian ini diharapkan berhasil menemukan solusi desain pemasangan Building Integrated Photovoltaics (BIPV) yang paling optimal pada selubung bangunan yang dapat mengoptimasi nilai OTTV dengan mempertimbangkan intensitas pencahayaan alami yang masuk dalam bangunan serta mengurangi potensi silau yang terjadi dalam ruang. Hasil penelitian ini dapat memberikan potensi bagi bangunan untuk dapat menerapkan energi terbarukan untuk investasi di masa yang akan datang.

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Mengetahui nilai OTTV, intensitas cahaya alami, dan potensi terjadinya silau pada kondisi eksisting.
- Memberikan rekomendasi desain pemasangan BIPV yang paling optimal untuk mengoptimasi desain selubung bangunan dalam upaya menurunkan nilai OTTV bangunan serta mengurangi potensi terjadinya silau dengan mempertimbangkan intensitas cahaya alami yang masuk berdasarkan kriteria GreenShip NB 1.2
- Mengetahui kelebihan dan kekurangan dari desain selubung bangunan yang sudah terbangun serta dapat memberikan rekomendasi untuk penghematan energi pada bangunan.
- Bagi pihak lain, penelitian ini juga diharapkan sebagai masukan dalam bidang arsitektur agar dalam mendesain sebuah bangunan perlu mempertimbangkan dampak bagi lingkungan sekitar.

1.6. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yang berguna bagi beberapa pihak antara lain sebagai berikut :

- Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi penyusun dan mahasiswa arsitektur lainnya untuk memperluas ilmu dan pengetahuan terkait dengan teknologi solar panel terbaru yaitu BIPV sehingga dapat menginspirasi desain untuk keperluan kuliah.
- Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi penyusun dan mahasiswa arsitektur lainnya untuk melihat pengaruh pemasangan BIPV pada fasad bangunan terhadap pencahayaan alami yang masuk ke dalam bangunan.

1.7. Ruang Lingkup Penelitian

1.7.1. Objek Studi

Nama bangunan : Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah
Owner : PT Bank Central Asia, Tbk
Alamat : Wisma BCA Pondok Indah, Jl. Metro Pondok Indah No.3,
RW.17, Pondok Pinang, Jakarta, Kota Jakarta Selatan, DKI
Jakarta
Luas lantai bangunan : 15.879 m²
Jumlah lantai : 8

1.7.2. Latar Belakang Pemilihan Objek

Pemilihan bangunan Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah dipilih berdasarkan beberapa pertimbangan berikut :

- Bangunan Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah merupakan bangunan yang dibangun pada tahun 2008 sebelum adanya regulasi nilai OTTV sehingga bangunan berpotensi memiliki nilai OTTV yang belum optimal
- Bangunan Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah memiliki desain fasad tanpa adanya sirip penangkal sinar matahari sehingga cahaya matahari kemungkinan besar akan menimbulkan panas bangunan dan menyebabkan silau yang tinggi.
- Bangunan Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah memiliki desain selubung bangunan yang didominasi oleh kaca sehingga sesuai untuk rekomendasi pemasangan panel Building Integrated Photovoltaics (BIPV) yang terintegrasi dengan fasad bangunan.

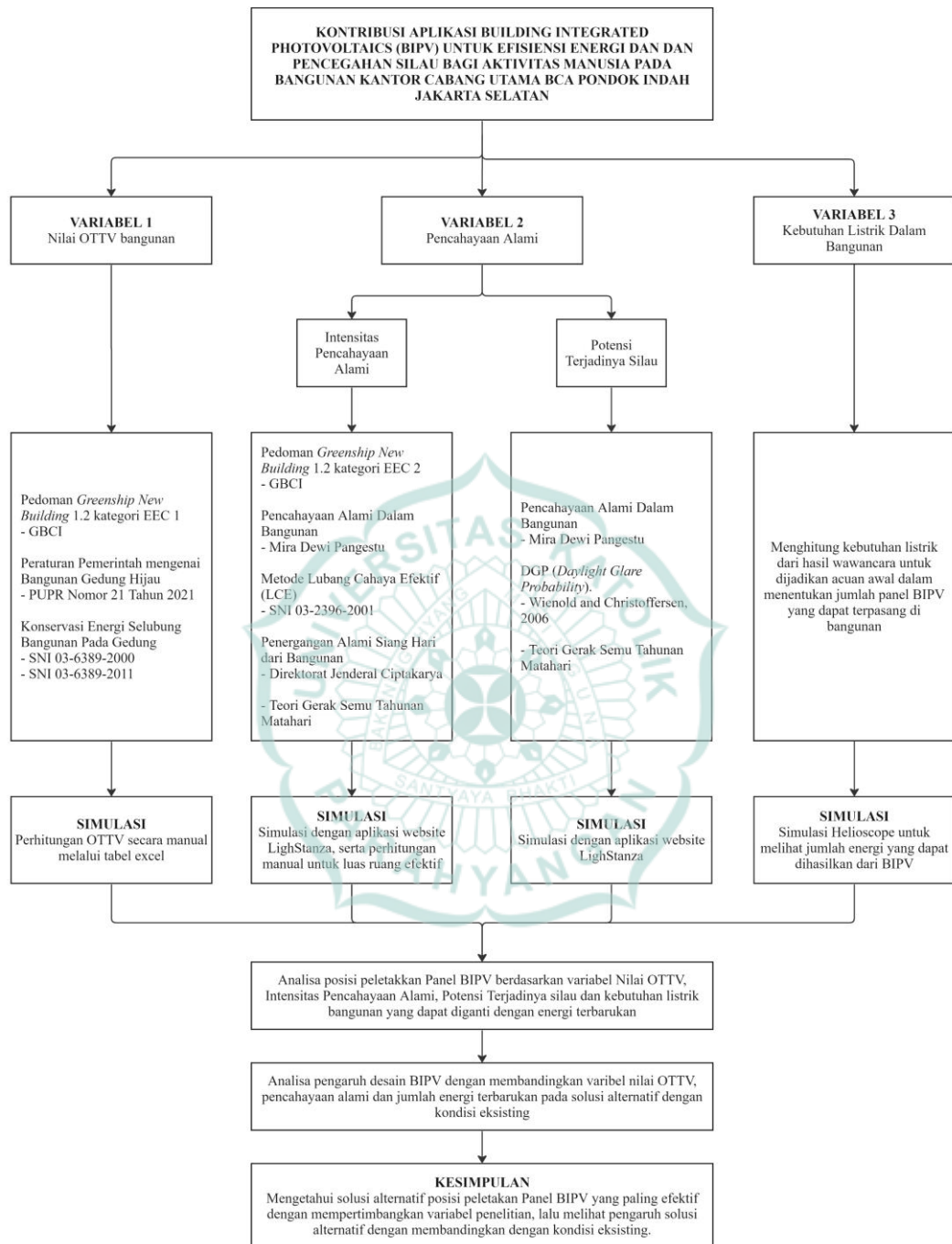
1.7.3. Pembatasan Lingkup Studi

Dalam melakukan penelitian ini, penyusun memberikan pembatasan lingkup studi dengan mempertimbangkan keterbatasan waktu dalam penyusunan penelitian ini. Batas lingkup studi tersebut adalah sebagai berikut :

- Lingkup materi
 1. Lingkup studi materi lebih memfokuskan untuk menurunkan nilai OTTV pada bangunan dengan mempertimbangkan intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam ruang dengan solusi menggunakan Building Integrated Photovoltaics (BIPV).
 2. Penelitian untuk variabel potensi silau yang terjadi, dibatasi hanya untuk melihat pengaruh silau dari luar ke dalam bangunan oleh matahari.
 3. Penelitian ini dibatasi tidak melihat pengaruh BIPV pada malam hari hal ini karena BIPV berfungsi dengan mengandalkan cahaya matahari, pengambilan sampel penelitian juga dilakukan pada rentang jam 08.30 - 17.30 mengikuti jam kerja aktivitas dalam bangunan KCU BCA Pondok Indah.
- Lingkup area

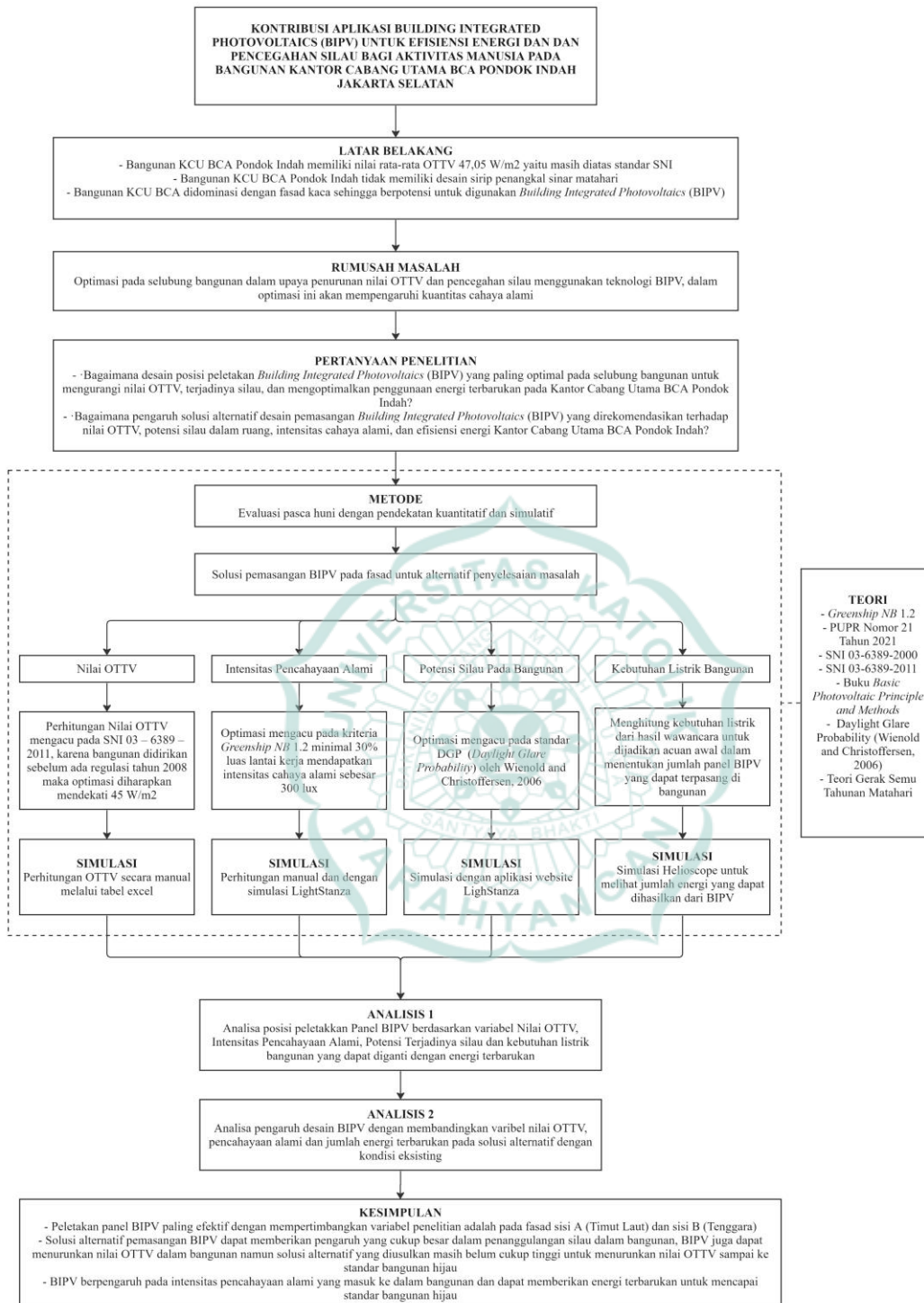
Lingkup area dibatasi pada lantai 2 sampai 8 Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah untuk desain penurunan nilai OTTV. Lantai 1 tidak termasuk lingkup area dikarenakan adanya pembayangan dari vegetasi sekitar tapak yang memungkinkan Building Integrated Photovoltaics (BIPV) tidak dapat bekerja dengan optimal. Selain itu roller blind tidak dimasukkan dalam perhitungan OTTV karena roller blind dianggap kurang berfungsi dengan baik karena menghalangi pencahayaan alami masuk secara menyeluruh.

1.8. Kerangka Teoritikal



Gambar 1. 6. Kerangka Teoritikal

1.9. Kerangka Penelitian



Gambar 1. 7. Kerangka Penelitian

1.10. Sistematika Penyusunan Penelitian

BAB I Pendahuluan

Pendahuluan berisi uraian latar belakang, rumusan masalah, pertanyaan penelitian, target temuan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, kerangka teoritikal, kerangka penelitian, dan sistematika penyusunan penelitian.

BAB II Green Building, Selubung Bangunan, Panel Surya, Silau, dan Pencahayaan Alami pada Bangunan

Kerangka dasar teori membahas mengenai teori-teori yang berkaitan dengan penelitian dan pembahasan mengenai green building. Selain itu bab ini juga membahas mengenai pengertian dan teori Building Integrated Photovoltaics (BIPV), solar panel, selubung bangunan, nilai OTTV, Silau dan pencahayaan alami dalam bangunan.

BAB III Metode Penelitian

Metode Penelitian membahas mengenai jenis penelitian yang akan digunakan untuk memperoleh optimasi selubung bangunan yang optimal. Pada bab metode penelitian juga berisi tempat dan waktu penelitian, variabel, teknik pengambilan data, sumber, *timeline*, serta teknik penarikan kesimpulan.

BAB IV Hasil Pengamatan

Hasil Pengamatan membahas perhitungan awal data bangunan, nilai OTTV, nilai DGP, dan intensitas pencahayaan alami pada kondisi eksisting untuk melihat permasalahan dan solusi yang dapat diterapkan dalam bangunan.

BAB V Analisis

Analisis membahas bagaimana solusi perletakan BIPV untuk mengatasi permasalahan nilai OTTV dan pencegahan silau dengan mempertimbangkan intensitas pencahayaan alami serta jumlah energi terbarukan yang dapat dihasilkan, serta analisis bagaimana solusi desain yang diberikan berpengaruh terhadap kondisi eksisting bangunan.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Bab terakhir berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian selubung bangunan pada Kantor Cabang Utama BCA Pondok Indah.