

BIM IMPLEMENTATION FOR BIPV LAYING AND SLOPE DESIGN IN ENERGY-EFFICIENT BUILDING

Mohammad Andri Febru¹, Yulita Hanifah², Aisyah Ardanareswari Setiawan^{3*}

^{1,2,3} Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Pancasila

*Corresponding Author: 4120210062@univpancasila.ac.id

Informasi artikel	ABSTRAK
<p>Sejarah artikel: Diterima 25 Januari 2024 Revisi 25 Maret 2024 Dipublikasikan 31 Maret 2024</p> <p>Kata kunci: Fasad Panel surya Photovoltaic Radiasi Matahari Revit Autodesk</p>	<p>Pada saat ini, konsumsi listrik terbanyak berasal dari bangunan yaitu sebanyak 35% dari total konsumsi energi. Salah satu sistem yang dapat digunakan dalam penggunaan panel surya pada bangunan adalah sistem Building Integrated Photovoltaic (BIPV). BIPV adalah sistem panel surya pada bangunan yang terintegrasi ke dalam struktur bangunan seperti fasad atau atap sehingga dapat memanfaatkan radiasi matahari lebih banyak. Building Information Modeling Technology (BIM) merupakan salah satu metode yang saat ini digunakan untuk melakukan desain dan simulasi untuk mencapai bangunan hemat energi karena dianggap bisa mengintegrasikan aspek-aspek tersebut. BIM digunakan pada penelitian ini dalam proses desain BIPV pada bangunan middle rise untuk mengetahui bagaimana potensi terkait perletakan dan desain BIPV pada bangunan. metode yang digunakan untuk mendapatkan optimasi desain BIPV terhadap pembayangan bangunan adalah penggunaan BIM. BIM merupakan sebuah pendekatan untuk desain bangunan, konstruksi, dan manajemen yang memungkinkan untuk menganalisis dan melakukan simulasi. Fokus utama penelitian ini adalah mengevaluasi potensi penggunaan BIM dalam proses desain bangunan hemat energi melalui perhitungan nilai radiasi matahari yang dihasilkan melalui simulasi <i>solar path</i> pada Revit 2021. Tujuan penelitian ini sebagai kajian awal dalam menerapkan BIPV dengan analisis pembayangan melalui modelling BIM.</p>
<p>Key word: Façade Solar Panels Photovoltaic Solar Radiation Revit Autodesk</p>	<p>ABSTRACT</p> <p><i>Currently, most of the electricity consumption comes from buildings, which is as much as 35% of total energy consumption. One of the systems that can be used in the use of solar panels in buildings is the Building Integrated Photovoltaic (BIPV) system. BIPV is a solar panel system in buildings that is integrated into building structures such as facades or roofs so that they can take advantage of more solar radiation. Building Information Modeling Technology (BIM) is one of the methods currently used to design and simulate to achieve energy efficient buildings because it is considered capable of integrating these aspects. BIM was used in this research in the BIPV design process in middle rise buildings to find out how the potential is related to the placement and design of BIPV in buildings. The method used to optimize the BIPV design for building shading is the use of BIM. BIM is an approach to building design, construction and management that allows for analysis and simulation. The main focus of this research is evaluating the potential for using BIM in the process of designing energy-efficient buildings by calculating the value of solar radiation generated through a solar path simulation in Revit 2021. The purpose of this research is as an initial study in implementing BIPV with shading analysis through BIM modeling.</i></p>

PENDAHULUAN

Pada saat ini, konsumsi listrik terbanyak berasal dari bangunan yaitu sebanyak 35% dari total konsumsi energi listrik (Hamilton, 2020). Pada saat ini, produksi listrik masih menggunakan energi fosil sebagai sumber utama. Melalui RUEN (Rencana Umum Energi Nasional), EBT (Energi Baru Terbarukan) menjadi fokus pada beberapa tahun ke depan sebagai alternatif energi. Khusus untuk rencana pembangunan pembangkit tenaga surya, penggunaan tenaga surya direncanakan harus mencapai 6.500 MW pada tahun 2025 dan sebanyak 45.000 pada tahun 2050 (Lihat tabel 1). Dibandingkan dengan target pada jenis EBT lainnya, tenaga surya memiliki target paling besar secara total dari rahun 2025-2050.

Tabel 1. Target Implementasi Energi Baru Terbarukan di Indonesia

Jenis Energi	Target Tahun 2023	Target Tahun 2050
Panas Bumi	7.241,5	17.546,0
Air	17.986,7	38.000,0
Minihidro dan mikrohidro	3.000,0	7.000,0
Bioenergi	5.500,0	26.000,0
Surya	6.500,0	45.000,0
Angin	1.800,0	28.000,0
Energi Terbarukan Lainnya	3.125,0	6.100,0

Dalam pemanfaatan energi surya pada bangunan, terdapat dua teknik yaitu dengan dipasang terintegrasi pada bangunan atau disebut dengan BIPV (*Building Integrated Photovoltaic*) dan BAPV (*Building Applied Photovoltaic*) (Febru & Hanifah, 2023; Biyik, 2017). Kedua sistem ini tidak dijelaskan secara mendetail bagaimana perbedaan cara pemasangannya (Shi, 2012; Jelle, 2012), namun secara umum BIPV adalah sistem pemasangan panel surya dimana panel surya berfungsi sebagai struktur bangunan. Sementara itu BAPV adalah sistem pemasangan yang tidak terintegrasi dengan struktur bangunan. BIPV ini biasanya digunakan untuk optimalisasi jumlah modul panel surya (Abdelhafez, 2021).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan optimasi desain BIPV terhadap pembayangan bangunan adalah dengan penggunaan BIM. BIM merupakan sebuah pendekatan untuk desain bangunan, konstruksi, dan manajemen yang memungkinkan untuk menganalisis dan melakukan simulasi. Berdasarkan studi literatur, didapatkan beberapa jenis perangkat lunak yang dapat digunakan untuk desain BIPV salah satunya dengan BIM.

Building Information Modeling (BIM) adalah salah satu pengembangan yang paling menjanjikan dalam bidang Arsitektur, Enjiniring, dan Konstruksi. Dengan adanya teknologi BIM, model dari suatu bangunan yang akan dibangun dapat dimodelkan secara digital dengan akurat dan hasilnya mampu mendukung seluruh *stakeholder* yang terlibat (Kensek & Noble, 2011). Selain itu, BIM berbasis *smart object* dimana objek memiliki parameter yang dapat dibaca dan diperoleh informasinya dengan mudah, sehingga dapat membantu proses *schedulling*, estimasi biaya, dan juga analisis model masa bangunan atau lingkungan sekitar bangunan (Eastman, dkk., 2008).

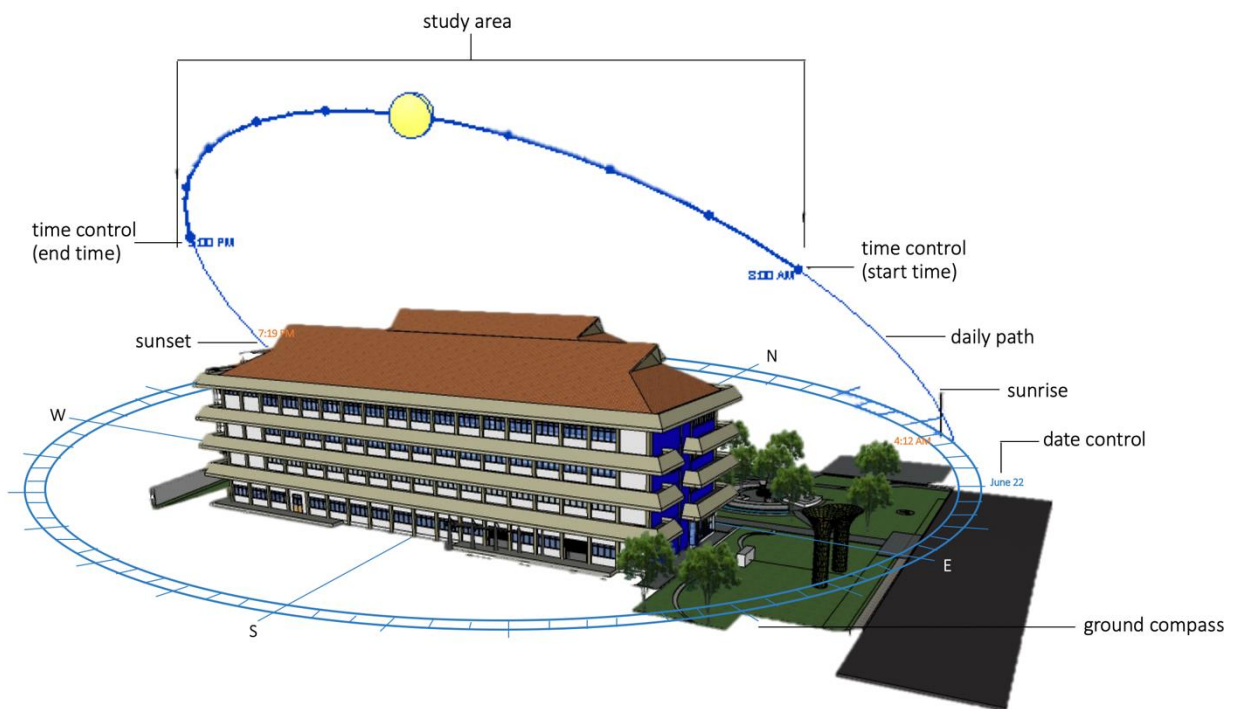
BIM sering disebut sebagai teknologi yang terintegrasi. Dengan adanya integrasi, proses pemodelan sampai dengan simulasi akan menjadi mungkin dilakukan dengan menggunakan BIM. BIM merupakan program yang cenderung lebih akurat dibandingkan dengan perangkat utama lainnya, karena BIM bersifat terintegrasi dan memiliki parameter-parameter yang lebih terukur (Eastman, dkk., 2008; Santos, 2019). Pada BIM juga sudah terdapat fitur *plug-in Insight* yang dapat mengukur koordinat sesuai dengan lokasi (Santiago, 2020). Pada penelitian ini akan dilakukan penggunaan BIM dalam simulasi optimasi desain BIPV.

MATERIAL DAN METODOLOGI PENELITIAN

Pada tahapan ini akan dilakukan analisis solar path yaitu analisis arah matahari. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana kondisi pembayangan bangunan kasus pada lokasi yang sebenarnya (Gambar 1) (Febru & Hanifah, 2023). Data yang akan dimasukkan ke dalam model simulasi antara lain yaitu:

1. Data terkait kondisi geografis dan iklim bangunan melalui penentuan lokasi yang secara otomatis akan menggunakan data pergerakan dan radiasi matahari
2. Data terkait lokasi bangunan dan orientasi yang didapatkan melalui Google Maps.

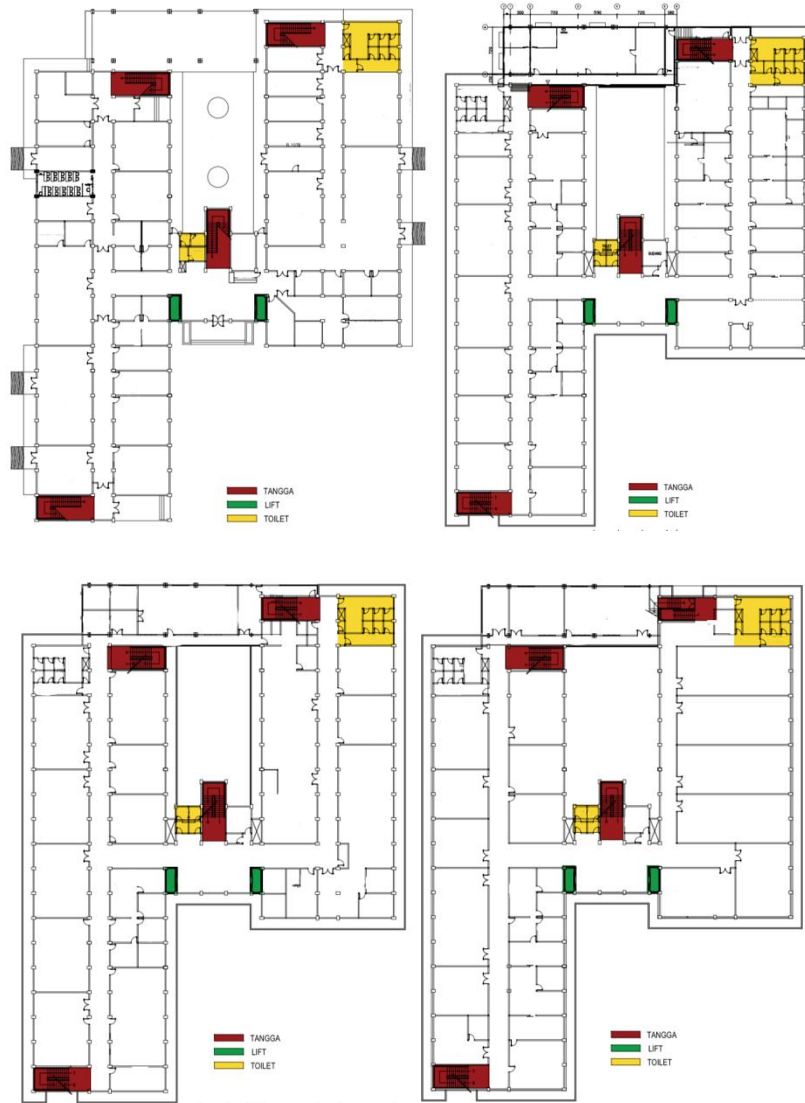
Hasil dari analisis merupakan identifikasi area bangunan yang mungkin bebas dari pembayangan pada hasil analisis sunpath. Hasil identifikasi ini kemudian diujicobakan sebagai area yang berpotensi sebagai area pemasangan BIPV (Febru & Hanifah, 2023).



Gambar 1. Analisis Sunpath

Persiapan pemodelan bangunan menggunakan software Revit (BIM) terlebih dahulu dilakukan dengan mengumpulkan data-data terkait model yang akan dibuat seperti informasi denah, tampak dan potongan bangunan. Semua informasi terkait jenis material dan ukuran-ukurannya penting juga untuk dipersiapkan sehingga model yang akan dibuat informasinya lengkap dan akurat mencakup informasi dimensi dan materialnya.

Di dalam pemodelan kasus pada penelitian ini yaitu bangunan FTUP kegiatan pengumpulan data dilakukan dengan cara menggunakan dokumen DED yang berbentuk format .cad dan .skp (Lihat Gambar 3 dan 4). Selain itu untuk meningkatkan akurasi data, dilakukan pengecekan ulang model oleh peneliti melalui survei langsung di lapangan pada bagian-bagian yang kurang jelas pada dokumen gambar kerja DED bangunan. Adapun beberapa hal dilakukan proses pengukuran ulang seperti ukuran pintu, jendela, kolom dan jarak antar lantai ke langit-langit.



Gambar 2. Data DED yang dikumpulkan melalui dokumen digital AutoCAD

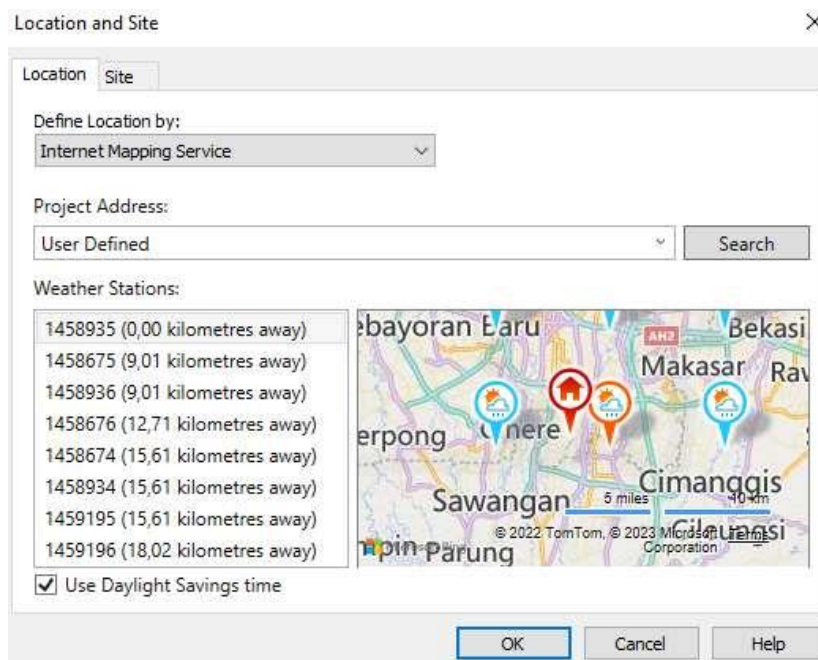


Gambar 3. Data DED yang dikumpulkan melalui dokumen digital Sketchup

HASIL DAN PEMBAHASAN

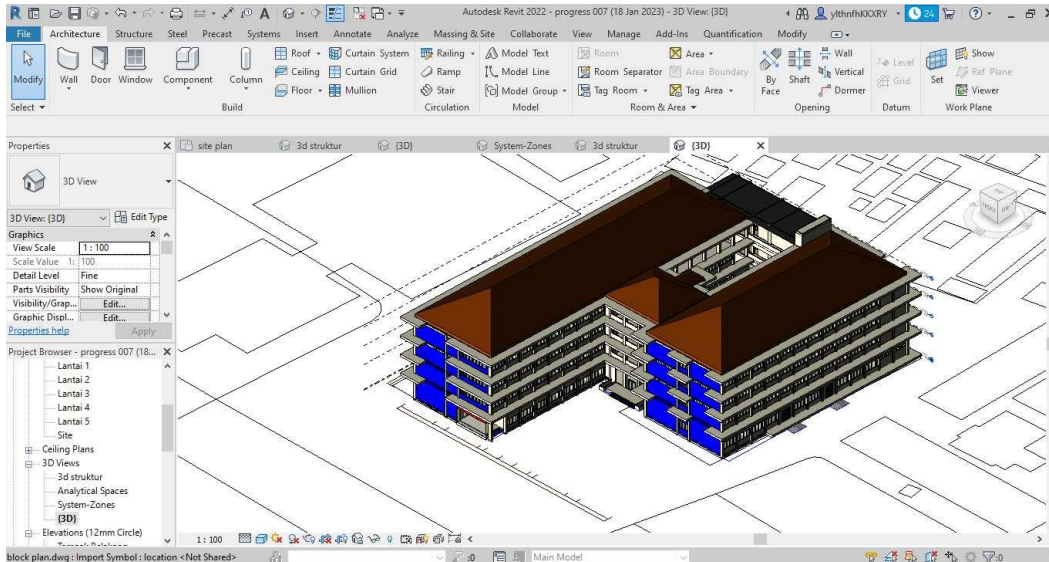
Adapun hasil simulasi sunpath dan pembayangan pada tahap ini baru dilakukan pada tipe pemodelan satu. Hasil simulasi merupakan hasil pemodelan secara visual yang menunjukkan arah pergerakan matahari dan pembayangannya (Febru & Hanifah, 2023). Pada proses analisis ini perlu dilakukan data input terkait lokasi dan posisi bangunan yang sesuai. Adapun proses data input pada Revit terkait lokasi dilakukan dengan melalui Location and Site.

Pada bagian ini, dilakukan data input Longitude dan Latitude untuk mendapatkan lokasi yang tepat sesuai dengan lokasi bangunan. Data ini didapatkan melalui titik pin pada situs Google Maps. Jika data Longitude dan Latitude sudah sesuai maka tampilan peta akan sesuai titik lokasi (Lihat Gambar 4) melalui penentuan lokasi Internet Mapping Service. Posisi yang sesuai akan menentukan data cuaca dan tingkat radiasi matahari yang dihasilkan pada lokasi.



Gambar 4. Titik lokasi bangunan pada revit

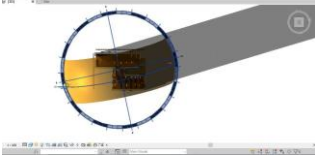
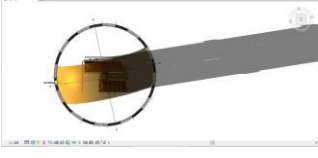
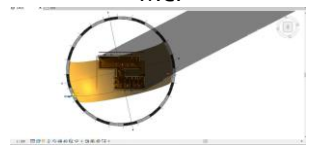

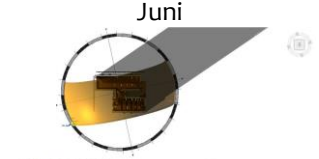
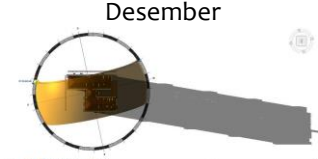
Data tersebut secara otomatis akan diinput oleh Revit melalui data Weather Station yang terdekat dari lokasi. Data Weather Station pada masing-masing lokasi merupakan database yang disediakan oleh Revit untuk proses simulasi solar path dan radiasi untuk menentukan produksi energi matahari. Autodesk Revit mengakses data iklim melalui server cloud yang disebut Autodesk Climate Server. Server ini mengumpulkan data dari stasiun cuaca fisik terdekat dan dari simulasi meteorologi. Melalui data ini, Autodesk Revit dapat menghasilkan simulasi menggunakan data hasil pengukuran stasiun baik pada pengukuran waktu yang lalu maupun waktu yang akan datang dengan menggunakan data perkiraan solar path dan radiasi.



Gambar 5. Model utuh bangunan FTUP (Model tipe 1)

Penelitian ini melakukan simulasi pada satu tahun kedepan untuk mengetahui perkiraan pergerakan matahari terhadap potensi produksi energi pada bangunan FTUP. Proses simulasi ini dilakukan untuk mengetahui desain BIPV yang optimal pada masa mendatang. Proses analisis dilakukan pada satu tahun penuh yaitu dari bulan Januari 2022- Januari 2023. Posisi dan arah bayangan bangunan yang diakibatkan oleh matahari setiap bulannya disimulasikan. Hasil simulasi kemudian dicatat kedalam tabel. Hasil sunpath kemudian menjadi acuan perhitungan nilai azimuth bayangan pada masing-masing bulan selama satu tahun (Lihat Tabel 2). Hasil nilai minimum, maksimum dan rerata azimuth bayangan per jam selama 12 bulan dari hasil simulasi solar path kemudian dihitung untuk mengetahui potensi kemiringan panel BIPV optimal yang dapat di desain pada fasad bangunan FTUP. Dari hasil simulasi dapat diidentifikasi bahwa kemungkinan kemiringan panel dapat mencakup 30 sampai dengan -24 derajat dari muka bangunan bagian depan agar dapat mencapai nilai produksi BIPV yang optimal (Tabel 2)

<p>Januari</p> <p>Azimuth bayangan: 122</p>	<p>Juli</p> <p>Azimuth bayangan: 69</p>
<p>Februari</p> <p>Azimuth bayangan: 116</p>	<p>Agustus</p> <p>Azimuth bayangan: 70</p>
<p>Maret</p> <p>Azimuth bayangan: 107</p>	<p>September</p> <p>Azimuth bayangan: 80</p>

	
Azimut bayangan: 87	Azimut bayangan: 93
	
Azimut bayangan: 73	Azimut bayangan: 112
	
Azimut bayangan: 68	Azimut bayangan: 118

Tabel 2. Tabel nilai azimuth bayangan selama 12 bulan

	Azimut bayangan	Azimut bangunan	Selisih kemiringan
Jan	122	92	30
Feb	116	92	24
Mar	107	92	15
Apr	87	92	-5
May	73	92	-19
Jun	68	92	-24
Jul	68	92	-24
Aug	70	92	-22
Sep	80	92	-12
Oct	93	92	1
Nov	112	92	20
Dec	118	92	26

PENUTUP

Simpulan

Hasil analisis dari *sunpath* menunjukkan bahwa fasad disarankan memiliki kemiringan yang ideal, yaitu mencapai 30 sampai dengan - 24 derajat dari muka bangunan bagian depan agar dapat mencapai nilai produksi BIPV yang optimal.

Untuk atap karena bentuk posisinya Gedung FTUP ini adalah atap perisai, maka hasil *sunpath* tidak bisa digunakan, sebagai acuan menghitung kemiringan panel.

Adapun untuk hasil analisis solar didapat bahwa model di sekitar dapat berpengaruh namun tidak signifikan, karena bangunan sekitarnya lebih rendah dari Gedung FTUP.

Terkait halnya dengan penempatan pepohonan di sekitar bangunan Gedung FTUP ternyata berpengaruh cukup besar terhadap produksi nilai energi, terutama di area fasadnya.

Saran

Pada penelitian ini disimpulkan masih diperlukannya permodelan yang lebih mendetail lagi terutama pemetaan area disekitar bangunan serta pepohonannya supaya bisa didapat potensi lokasi penempatan instalasi BIPV yang lebih akurat dan terukur.

Penelitian ini masih terbatas pada mendata kemiringan dan posisi terbaik BIPV untuk bangunan Gedung FTUP.

Untuk penelitian berikutnya dapat mengarah pada kebutuhan listrik yang dibutuhkan dan juga untuk material PV yang akan digunakan. Juga dapat pula dilanjut dengan bangunan-bangunan lainnya di Universitas Pancasila.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelhafez, M. H. (2021, Februari 8). *Integrating Solar Photovoltaics in Residential Buildings: Towards Zero Energy Buildings in Hail City, KSA*. MDPI. Retrieved March 22, 2024, from <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/4/1845>
- Biyik, E. (2017). A key review of building integrated photovoltaic (BIPV) systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 20, 833-858. *Engineering Science and Technology, an International Journal*
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). *BIM Handbook, A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
https://www.academia.edu/27485924/BIM_handbook_A_guide_to_building_information_modeling_for_owners_managers_designers_engineers_and_contractors
- Febru, M. A., & Hanifah, Y. (2023). Optimasi Desain BIPV (Building Integrated Photovoltaic) berdasarkan pembayangan antar bangunan pada middle-rise di iklim tropis lembap. studi kasus: gedung fakultas teknik universitas pancasila. Hibah Penelitian Muda (HPMu).
- Hamilton, I. (2020, September 3). 2020 GLOBAL STATUS REPORT FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION. Globalabc. Retrieved March 22, 2024, from https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT.pdf
- Jelle, B. P. (2012, Mei). Building integrated photovoltaic products: A state-of-the-art review and future research opportunities. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 100, 69-96. Retrieved March 22, 2024, from <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2011.12.016>
- Okakpu, A. (2018, September 19). A proposed framework to investigate effective BIM adoption for refurbishment of building projects. *Architectural Science Review*. Retrieved March 22, 2024, from https://www.researchgate.net/publication/327756410_A_proposed_framework_to_investigate_effective_BIM_adoption_for_refurbishment_of_building_projects
- Shi, L. (2012, Januari). A review on sustainable design of renewable energy systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 192-207. Retrieved March 22, 2024, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032111003947?via%3Dihub>

- Santiago, F. J. M. (2020, Juli 16). Sustainability. *Sustainability and Energy Efficiency: BIM 6D. Study of the BIM Methodology Applied to Hospital Buildings. Value of Interior Lighting and Daylight in Energy Simulation*, 12 (14), 1-29. DOI: 10.3390/su12145731
- Santos, R. (2019, Juli). Informetric analysis and review of literature on the role of BIM in sustainable construction. *Automation in Construction*, 103, 221-234. Retrieved March 22, 2024, from <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.02.022>