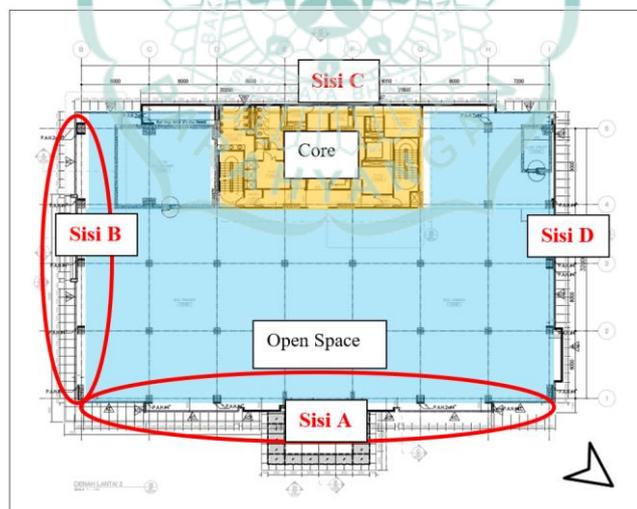


BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan Akhir

Bangunan KCU BCA Pondok Indah yang terletak di Jakarta Selatan dengan fungsi perkantoran memiliki fasad bangunan yang didominasi oleh kaca. Desain fasad yang didominasi kaca dapat memiliki keuntungan dan juga beberapa kerugian. Keuntungan dari desain fasad yang didominasi kaca adalah intensitas pencahayaan alami yang masuk ke dalam bangunan dapat dimaksimalkan, namun hal ini bertentangan dengan jumlah energi yang dibutuhkan bangunan dengan melihat nilai OTTV dan potensi terjadinya silau akan sangat tinggi, oleh karena itu perlu adanya penanggulangan lebih lanjut pada fasad. Pada penelitian ini penanggulangan lebih lanjut adalah memodifikasi fasad dengan memasang panel BIPV sehingga dapat mengurangi nilai OTTV dan terjadinya silau sekaligus mendapat sumber energi terbarukan dari fasad bangunan. Hasil Analisis pada bangunan KCU BCA Pondok Indah adalah posisi terbaik peletakan panel BIPV adalah pada sisi A dan sisi B seperti pada gambar denah di bawah.



Gambar 6. 1. Hasil Kesimpulan Akhir Posisi Perletakan BIPV pada Fasad Sisi A dan Sisi B Bangunan

Perletakan panel BIPV pada sisi A dan sisi B didasari oleh beberapa pertimbangan di antaranya adalah sebagai berikut :

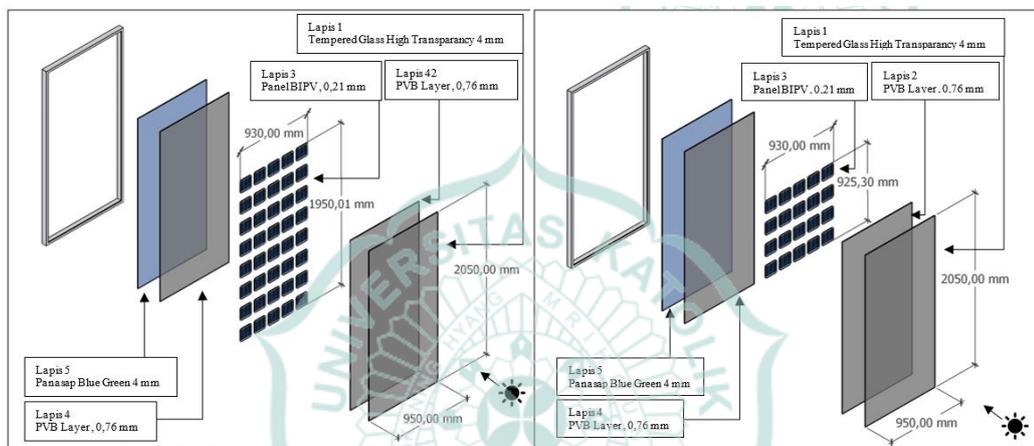
1. 318 KW yang dapat digantikan oleh BIPV hanya dapat dipasang pada 2 sisi, dengan pertimbangan fasad kaca 1 sisi diganti BIPV secara menyeluruh.
2. Walaupun berdasarkan teori OTTV sisi C memberikan pengaruh OTTV paling besar karena solar factor, namun pada sisi tersebut terdapat *core* bangunan sehingga pemasangan BIPV tidak terlalu berpengaruh pada ruang dalam.
3. Walaupun berdasarkan garis khatulistiwa, sisi A dan sisi D merupakan sisi paling ideal untuk memasang solar panel, namun pada sisi D, bukaan yang dapat digantikan kaca sedikit sehingga kurang efektif untuk memasang pada 1 sisi D.
4. Sisi B diutamakan untuk dipasang BIPV karena berpotensi terjadi silau yang tinggi akibat bukaan jendela yang besar.

Dari posisi pemasangan paling ideal panel BIPV tersebut, selanjutnya dengan mempertimbangkan estetika bangunan serta mengurangi potensi terjadinya silau yang efisien, maka perletakan BIPV dapat didesain tidak pada seluruh fasad kaca bangunan. Secara potongan untuk mengurangi silau maka dapat diambil acuan dengan standar tinggi manusia duduk pada meja kantor, kemudian panel BIPV cukup dipasang hingga ketinggian level mata manusia yang sedang dalam posisi duduk, hal ini dikarenakan potensi silau semakin tinggi apabila matahari sejajar dengan posisi mata manusia. Desain BIPV pada fasad dapat diubah menjadi seperti gambar di bawah.

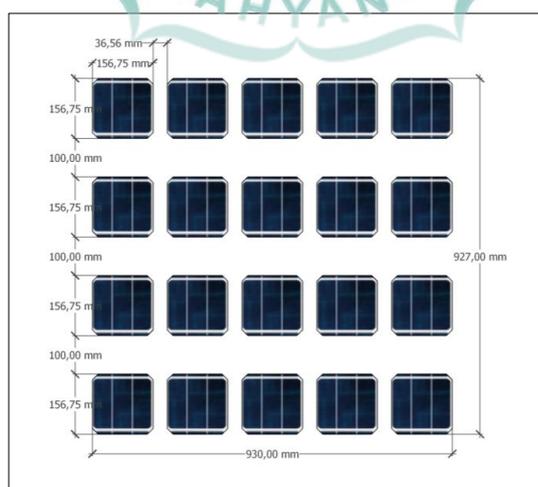


Gambar 6. 2. Ilustrasi Hasil Akhir Modifikasi Fasad Solar Panel

Detail modifikasi pada fasad ini akan mengganti kaca dengan BIPV dengan ukuran mengikuti katalog produk referensi dari OnyxSolar, dan dengan mempertimbangkan arah matahari dan jumlah kebutuhan listrik yang dapat digantikan. Maka panel kaca dapat dibedakan menjadi 2 tipe dimana pada tipe 1, seluruh modul kaca 1000 mm x 2050 mm dipasang BIPV secara menyeluruh dengan total jumlah panel 40, sedangkan pada tipe 2 hanya setengah dari modul kaca 1000 mm x 2050 mm yang dipasang BIPV dengan total jumlah panel 20. Kemudian Modifikasi juga mengganti panel kaca yang tadinya 1 lapis menjadi 3 lapis sehingga dapat lebih berdampak untuk mengurangi Nilai OTTV. Detail dari hasil modifikasi dapat terlihat pada gambar di bawah.



Gambar 6. 3. Modul Kaca Tipe 1 dengan Total 40 Panel BIPV (Kiri) dan Modul Kaca Tipe 2 (Kanan) dengan Total 20 Panel BIPV



Gambar 6. 4. Detail Ukuran Panel BIPV yang Terpasang Mengacu pada Katalog OnyxSolar

Secara umum solusi alternatif pemasangan BIPV pada fasad bangunan akan berpengaruh terhadap 4 variabel yaitu mengurangi nilai OTTV, mengurangi potensi terjadinya silau dengan mengurangi nilai DGP, menggantikan sebagian kebutuhan listrik bangunan dengan energi terbarukan, serta akan berpengaruh terhadap intensitas pencahayaan alami yang masuk ke dalam bangunan dengan kesimpulan akhir sebagai berikut.

Tabel 6. 1. Tabel Kesimpulan Akhir Hasil Penelitian

Variabel	Kondisi Eksisting	Solusi Alternatif	Kesimpulan
Nilai 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	Lantai 02 = 47,51 W/m ² Lantai 03 = 49,88 W/m ² Lantai 04 = 47,86 W/m ² Lantai 05 = 44,86 W/m ² Lantai 06-07 = 50,43 W/m ² Lantai 08 = 53,93 W/m ² Rata-rata = 49,07 W/m ²	Desain solusi alternatif dapat mengurangi nilai OTTV dengan memperkecil U-Value dan mengubah WWR namun solusi yang ditawarkan hanya mampu mengurangi nilai OTTV sebesar 1,38 W/m ² , yaitu 2,73% dari kondisi eksisting. Hal ini dikarenakan pemasangan panel BIPV diletakan pada fasad Tenggara dan Timur Laut yang memiliki <i>solar factor</i> yang kecil dan karena pemasangan BIPV tidak menyeluruh pada fasad namun hanya sampai setinggi mata manusia dalam posisi duduk.
Potensi Silau	Nilai DGP pada sampel titik X setiap lantai Lantai 02 Pk 09.00 = 99,7 % Pk 11.00 = 49,7 % Lantai 03 Pk 09.00 = 97,7 % Pk 11.00 = 49,6% Lantai 04 Pk 09.00 = 98,4 % Pk 11.00 = 27,8% Lantai 05 Pk 09.00 = 98,5%	Nilai DGP pada sampel titik X setiap lantai Lantai 02 Pk 09.00 = 32,1% Pk 11.00 = 25,3% Lantai 03 Pk 09.00 = 28,5% Pk 11.00 = 21,8% Lantai 04 Pk 09.00 = 49,1 % Pk 11.00 = 21,3% Lantai 05 Pk 09.00 = 28,2%	Sampel titik X diambil pada sisi B sebagai sisi yang paling tinggi terjadi potensi silau. Potensi silau dengan nilai DGP melebihi batas pada kondisi eksisting terjadi pada jam 09.00 – 11.00 dimana pada jam 09.00 terjadi silau yang lebih tinggi hal ini karena sudut kemiringan matahari mendekati sejajar dengan mata manusia yang menyebabkan terjadi silau yang lebih tinggi . Solusi desain alternatif berhasil mengurangi nilai DGP di setiap lantai sampai < 40% sehingga sudah masuk ke dalam kategori nyaman bagi mata manusia.

	<p>Pk 11.00 = 49,3%</p> <p>Lantai 06,07</p> <p>Pk 09.00 = 97,8%</p> <p>Pk 11.00 = 50,3%</p> <p>Lantai 08</p> <p>Pk 09.00 = 94,5%</p> <p>Pk 11.00 = 51,2%</p>	<p>Pk 11.00 = 21%</p> <p>Lantai 06,07</p> <p>Pk 09.00 = 28,3%</p> <p>Pk 11.00 = 21,2%</p> <p>Lantai 08</p> <p>Pk 09.00 = 27,9%</p> <p>Pk 11.00 = 20,7%</p>	
Energi Terbarukan	Belum menggunakan energi terbarukan	Mendapatkan energi terbarukan sebesar 137 kWp	Solusi desain alternatif yang diberikan mampu menggantikan kebutuhan listrik pada bangunan sebesar 137 kWp yaitu 6,44% dari kebutuhan listrik seluruh bangunan sehingga kriteria EEC 5 GreenShip terpenuhi
Intensitas Pencahayaan Alami	<p>% luas lantai \geq 300 lux</p> <p>Lantai 02 = 42,85%</p> <p>Lantai 03 = 44,49%</p> <p>Lantai 04 = 43,61%</p> <p>Lantai 05 = 42,65%</p> <p>Lantai 06, 07 = 44,73%</p> <p>Lantai 08 = 45,53%</p>	<p>% luas lantai \geq 300 lux</p> <p>Lantai 02 = 29,21%</p> <p>Lantai 03 = 31,15%</p> <p>Lantai 04 = 30,51%</p> <p>Lantai 05 = 27,22%</p> <p>Lantai 06, 07 = 31,86%</p> <p>Lantai 08 = 33,22%</p> <p>Rata-rata luas lantai dengan intensitas cahaya \geq 300 lux = 30,52%</p>	<p>Analisa mengacu pada standar GBCI agar intensitas pencahayaan alami berada di \geq 300 lux. Solusi desain alternatif berdampak pada pengurangan intensitas pencahayaan alami yang masuk pada interval 13-15%, pada lantai 02 dan lantai 05 desain solusi alternatif masih belum memenuhi standar GBCI, namun hal ini masih dapat ditoleransi karena lantai lainnya sudah melebihi standar GBCI sehingga secara keseluruhan bangunan memiliki rata-rata 30,52% sudah di atas standar greenShip.</p>
Kesimpulan Akhir	<p>Berdasarkan analisa keempat variabel di atas, 2 permasalahan utama yaitu nilai OTTV dan silau dapat dipengaruhi oleh pemasangan BIPV. Solusi desain alternatif dipilih dengan memasang BIPV hanya pada sisi A Timur Laut dan sisi B Tenggara. Sehingga nilai OTTV hanya berkurang 1,38 W/m². Namun di sisi lain solusi desain berhasil mengurangi potensi silau akibat matahari hingga ke batas normal serta tetap menjaga luas lantai bangunan yang mendapat pencahayaan alami 300 lux berada di 30%. Di sisi lain solusi desain juga berhasil memberikan energi terbarukan sebesar 137 kWp yaitu sebesar 6,44% sehingga poin EEC 5 GreenShip terpenuhi dan mendapat maksimal 5 poin.</p>		

6.2. Saran

Saran penelitian ini ditujukan kepada :

1. Pihak BCA

Penelitian ini dapat menjadi masukan bagi pihak BCA agar desain fasad kaca yang menjadi ciri khas BCA dapat terintegrasi dengan BIPV tipe curtain wall yang dapat menjadi solusi permasalahan seperti nilai OTTV tinggi serta silau yang mengganggu kenyamanan visual. Selain itu BIPV juga dapat menghasilkan energi terbarukan yang dapat menjadi investasi bagi pihak BCA

2. Pihak lain yang bergerak di bidang arsitektur

BIPV sudah banyak ditemukan pada bangunan-bangunan tinggi di banyak negara, namun di Indonesia BIPV masih jarang ditemukan, maka dari itu melalui penelitian ini dapat membuktikan bahwa BIPV memiliki banyak manfaat dan dapat menjadi solusi alternatif dari sirip penangkal sinar matahari ataupun pemasangan roller blind dalam bangunan. Hal ini dapat menjadi inspirasi bagi arsitek atau pihak lain yang bergerak di bidang arsitektur Indonesia dalam mendesain fasad bangunan agar memiliki alternatif lain selain menggunakan sirip penangkal sinar matahari pada bangunan.

3. Penelitian serupa

Penelitian ini dapat memberikan penjelasan mengenai pertimbangan dalam memasang solar panel ataupun BIPV pada fasad bangunan serta pengaruh dari BIPV terhadap nilai OTTV, intensitas pencahayaan alami, silau yang terjadi, dan energi terbarukan yang dapat diperoleh. Di sisi lain penelitian ini masih dapat dikembangkan karena keterbatasan waktu dan fitur pada simulasi software, masih ada variabel lain seperti biaya modal dari BIPV, investasi yang dapat diperoleh dari energi terbarukan yang dihasilkan BIPV, Jenis dan tipe BIPV, perubahan interior ruang, serta faktor kualitas kenyamanan visual lain yang memiliki kemungkinan juga dapat menjadi pertimbangan dalam pemasangan BIPV atau terpengaruh akibat pemasangan BIPV.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Prakiraan Musim Kemarau 2023 di Indonesia, BMKG. Diakses tanggal 20 Mei 2023, dari <https://www.bmkg.go.id/iklim/prakiraan-musim.bmkg>
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 03-6389-2011 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 03-2369-2011 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung. Jakarta
- C. Peng, Y. Huang dan Z. Wu. (2011). Building Integrated Photovoltaics (BIPV) in Architectural Design in China, Elsevier, no. Energy and Buildings. Nanjing.
- Chaloeytoy, K., Ichinose, M., & Chien, S.-C. (2020). Determination of the simplified daylight glare probability (DGPS) criteria for Daylit office spaces in Thailand. Buildings, 10(10), 180. <https://doi.org/10.3390/buildings10100180>
- Dora, P. E., & Nilasari, P. F. (2011). Pemanfaatan Pencahayaan Alami pada Rumah Tinggal Tipe Townhouse Di Surabaya. https://doi.org/https://repository.petra.ac.id/15247/5/PEMANFAATAN_CAHAYA_ALAMI_PADA_RUMAH_TINGGAL_TIPE_TOWNHOUSE_DI_PERKOTAAN_PADAT_PENDUDUK.pdf
- Daylighting – lightstanza. (n.d.). <https://lightstanza.com/daylight/>
- Garg, N.K. (2007). *Guidelines for Use of Glass in Building*. New age international publisher. New Delhi
- GBCI. (2013). GREENSHIP Panduan Teknis Perangkat Penilaian Bangunan Hijau Untuk Bangunan Baru Versi 1.2. Jakarta: Green Building Council Indonesia
- Hopkinson, R. G. (1970). *Glare from windows*. Construction Research and Development Journal. Vol. 2. No.3. pp 98-105; No.4, 169-175.
- Hasanah, N., & Nurdiawati, D. (2017). Analisis Pengukuran Iluminasi Penerangan Lampu FL Pada Ruang Perkuliahan, 7, 3. <https://doi.org/chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/http://repository.unsada.ac.id/1341/1/ANALISIS%20PENGUKURAN%20ILUMINASI%20PENERANGAN%20LAMPU%20FL%20PADA%20RUANG%20PERKULIAHAN.pdf>
- Indonesia. Peraturan Menteri PUPR Nomor 21 Tahun 2021 tentang Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Jamaluddin, M. (2017). Desain Building Integrated Photovoltaics Pada Bangunan *Food Court* Di Wilayah Surabaya, 2017. https://doi.org/chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://repository.its.ac.id/3848/1/2412100122-Undergraduate_Theses.pdf

- Kurniasih, S. (2010). Evaluasi Tentang Penerapan Prinsip Arsitektur Berkelanjutan (Sustainable Architecture) Studi Kasus : Gedung *Engineering Center & Perpustakaan FTUI*. Arsitron Vol.1 No.1.
- Kurniawan, I. A. (2016). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Pemanfaatan Lahan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton, 21–26. https://doi.org/chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repository.its.ac.id/75189/1/2412100007-Undergraduate_Thesis.pdf
- M. Memari, A. (2013). *Curtain wall Systems A Primer*. (A. M. Memari, Ed.). Reston: American Society of Civil Engineers.
- Mentens, A., Martin, S., Descamps, F., Lataire, J., & Jacobs, V. A. (2021). *Daylight glare probability prediction for an office room. Proceedings of the Conference CIE 2021*. <https://doi.org/10.25039/x48.2021.op20>
- Pangestu, Mira. (2023). *Pencahayaan Alami Dalam Bangunan*. Bandung: Unpar Press.
- Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. (2012). *Panduan Pengguna Bangunan Gedung Hijau Jakarta Berdasarkan Peraturan Gubernur No. 28/2012, Vol.1 Selubung Bangunan*. Jakarta
- P. P. Eiffert dan G. J. Kiss. (2000). *Building Integrated Photovoltaics Designs for Commercial and Institutional Structures: A Sourcebook for Architects*, U.S Departement of Energy. New York.
- PT Asahimas Flat Glass, Tbk. (2023). *Asahimas Group*. Diakses tanggal 15 Maret 2023, dari <http://amfg.co.id/assets/tas/brosur/04-Panasap.pdf>
- Rafaela A. Agathokleus. (2016). *Thermal Analysis of Building Integrated Photovoltaics (BIPV) System*. *Proceedings of ECOS 2016*, Portoroz, Solevina
- Rizal, F. (2008). Penerapan Panel Fotovoltaik Terintegrasi Fasad Dan Atap, 30–35. <https://doi.org/chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://lib.ui.ac.id/file?file=digital/125409-050834.pdf>
- Sahid, M. N., dan Ashar, I., (2010). Analisis Perbandingan Waktu dan Biaya Antara Metode Konvensional dan Shotcrete pada Plesteran Dinding Bata. (Tidak Diterbitkan). Civil Engineering Department Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Santoso, N. (2018). *Optimasi Redesain Selubung Bangunan Untuk Pemenuhan Standar Intensitas Pencahayaan Alami Dan Nilai OTTV Pada Kantor South Quarter Jakarta Berdasarkan Kriteria Greenship*.
- Shahzad, U. (2015). *Global Warming: Causes, Effects and Solutions*, 1(4), 2. <https://www.researchgate.net/publication/316691239>

Singh, D., Akram, S. V., Singh, R., Gehlot, A., Buddhi, D., Priyadarshi, N., Sharma, G., & Bokoro, P. N. (2022). Building integrated photovoltaics 4.0: Digitization of the photovoltaic integration in buildings for a resilient infra at large scale. *Electronics*, 11(17), 2700. <https://doi.org/10.3390/electronics11172700>

Sustainability - Onyx Solar. (n.d.-b). <https://onyxsolar.com/about-onyx/sustainability>

Tanuwidjaja, G. (2011). *Desain Arsitektur Berkelanjutan Di Indonesia: Hijau Rumahku Hijau Negeriku*. Seminar Workshop Lingkungan Hidup

Technical Information Office, Solar Energy Research Institute. (1982). *Basic Photovoltaic Principles and Methods*. U.S Department of Energy: Springfield.

Tubagus A. Dimas. (2016). *Perbandingan Perhitungan OTTV dan ETTV Gedung Komersial – Kantor*. Jakarta: PT. Asdi Swasatya.

Utsman, M., Suroto, W., & Winarto, Y. (2019). Penerapan Prinsip Arsitektur Hijau Pada Bangunan Kantor Sewa Di Surakarta. *SenThong* Vol.2 No.2.

