

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Hasil dari serangkaian penelitian dengan eksperimen dan analisis hasil simulasi, didapatkan beberapa hasil. Faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas penerapan panel surya pada fasad antara lain adalah orientasi fasad, jalur matahari (*sunpath*), lama penyinaran matahari (*sunhour*), dan radiasi matahari. Faktor tersebut yang mempengaruhi efektivitas dan potensi apakah suatu bangunan baik untuk diterapkan panel fotovoltaik. Selain faktor tersebut, pemilihan jenis panel PV juga mempengaruhi efektivitas dengan variasi yang berbeda.

Pada penelitian ini ditemukan hasil bervariasi antar panel PV, dengan parameter penentu tingkat efektivitas dari suatu panel dilihat dari hasil *output* energi yang dihasilkan (kWh) dan kecepatan BEP panel surya tersebut. Tingkat *output* energi dan kecepatan balik modal dari setiap jenis panel pada setiap orientasi ditentukan dari berbagai faktor utama penentu yaitu:

a. Luas Efektif Selubung Bangunan

Luas selubung bangunan yang dapat dimanfaatkan untuk pemasangan solar panel sangat berpengaruh terhadap banyak PV yang dapat dipasang dan jumlah radiasi dan jam penyinaran yang didapatkan PV. Jenis fasad bangunan yang tidak terlalu rumit memungkinkan pemasangan panel yang lebih menyeluruh dan efektif, seperti pada Hotel Akmani Jakarta, fasad memiliki karakteristik yang unik, tetapi tidak memiliki banyak tonjolan sehingga pembayangan yang dialami fasad lebih minim dan pemasangan panel PV khususnya pada sisi memanjang dapat diaplikasikan pada sebagian besar fasad.

b. Sudut Kemiringan Panel

Karena keterbatasan penelitian dan tujuan integrasi PV yang menjaga citra bangunan, maka sudut kemiringan paling efektif hanya diterapkan untuk pemasangan PV di atap. Pemasangan PV pada fasad dapat berpotensi lebih baik apabila dilakukan pemasangan berdasarkan sudut PV yang paling efektif.

b. Spesifikasi Panel

Spesifikasi panel berperan besar dalam mempengaruhi *output* energi yang dihasilkan dan juga harga modal yang perlu dikeluarkan untuk instalasi. Tipe dan

merek sel surya yang digunakan akan mempengaruhi besar efektivitas panel PV, dan dimensi penampang PV mempengaruhi luasan yang menerima insolasi matahari. Pada penelitian ini tipe panel PV *amorphous thin film* memiliki tingkat efektivitas yang rendah dibandingkan jenis PV lain, karena terdapat faktor transparansi sel surya dan juga jenis sel surya tersebut.

Dalam upaya menjaga estetika bangunan, maka dilakukan pemilihan panel PV yang menyesuaikan dengan fasad. Warna, material, dan transparansi PV berpengaruh dalam menjaga estetika secara konsisten. Penerapan CIGS yang merupakan thin film menjaga agar sisi bangunan tetap terlihat polos dan menjaga nilai bangunan yang memiliki target kalangan menengah atas. Material PV CIGS *thin film* menjadi substitusi dari GRC Board yang digunakan pada dinding eksterior kamar. Dalam pemanfaatan fasad *curtain wall* dan kaca maka diterapkan panel PV transparan sehingga fungsi jendela tetap dapat berfungsi, dan karakteristik fasad dari kaca tetap ada.

Besar pemanfaatan area yang dapat digunakan untuk integrasi panel surya yang sesuai dengan fasad hotel Akmani Jakarta didapatkan sebagai berikut:

1. Pada atap dengan PV monokristalin = 279.98 m²
2. Pada Sisi Barat dengan PV CIGS = 538.97 m²
3. Pada Sisi Barat dengan PV *Transparent Amorphous Thin Film* = 172.8 m²
4. Pada Sisi Timur dengan PV CIGS = 992.84 m²
5. Pada Sisi Timur dengan PV *transparent amorphous thin film* = 226.8 m²

Total pemanfaatan area efektif pada seluruh selubung bangunan Hotel Akmani Jakarta adalah sebesar 2211.39 m². Material PV dengan luas pemanfaatan paling besar adalah PV CIGS yang menggantikan dinding eksterior GRC.

Output bersih yang dihasilkan setiap PV yang diintegrasikan pada selubung bangunan hotel Akmani Jakarta adalah sebagai berikut:

1. Pada atap dengan PV monokristalin = 71,204.28 kWh/tahun
2. Pada Sisi Barat dengan PV CIGS = 86,817.98 kWh/tahun
3. Pada Sisi Barat dengan PV *Transparent Amorphous Thin Film* = 17,579 kWh/tahun
4. Pada Sisi Timur dengan PV CIGS = 65,194.24 kWh/tahun
5. Pada Sisi Timur dengan PV *transparent amorphous thin film* = 20,606.97 kWh/tahun

Total *output* energi yang dihasilkan seluruh PV yang diaplikasikan pada selubung bangunan hotel Akmani Jakarta adalah 261,402.47 kWh/tahun, yang menunjang sebesar 52.41% energi yang dibutuhkan untuk seluruh kamar hotel. Pada tahun ke-25, yaitu

perkiraan akhir umur PV, maka seluruh *output* PV menunjang sebesar 189,811.82 kWh/tahun yaitu 38.06% dari energi yang dibutuhkan untuk seluruh kamar hotel.

Berdasarkan *output* PV, letak dan tipe PV pada hotel Akmani Jakarta yang berkontribusi paling besar dalam menunjang kebutuhan listrik kamar adalah PV CIGS yang diletakan pada fasad sisi Barat. Berdasarkan kecepatan BEP dan keuntungan yang dihasilkan PV, maka yang paling menguntungkan adalah PV monokristalin yang diletakan di atap. Investasi yang perlu dilakukan untuk tetap menjaga estetika bangunan relatif lebih besar dibandingkan pemasangan PV yang lebih umum digunakan di pasar seperti monokristalin dan polikristalin. Dengan mempertimbangkan fungsi bangunan hotel bintang 4 dapat mengeluarkan biaya investasi lebih besar untuk menyesuaikan dengan target pengguna, maka penyesuaian pemilihan material PV dapat tetap berpotensi.

Pemasangan panel PV pada bangunan Hotel Akmani Jakarta memiliki potensi baik untuk berkontribusi dalam membantu mengurangi konsumsi energi bangunan dan menjadi bangunan yang lebih ramah lingkungan. PV yang diintegrasikan dengan fasad berkontribusi besar dalam menambah *output* yang dikeluarkan PV. Selain mendukung aspek kepedulian lingkungan, pemasangan PV pada Hotel Akmani Jakarta juga memiliki potensi besar dalam memberikan keuntungan finansial dengan jumlah balik modal lebih besar dari biaya investasi inisial yang perlu dipersiapkan.

5.2. Saran

Dalam penelitian ini ditemukan bahwa aplikasi PV pada selubung bangunan meliputi fasad dan atap terhitung cukup baik dan berpotensi dalam mengurangi konsumsi energi bangunan. Maka untuk mengembangkan skripsi ini dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dalam pemanfaatan material yang lebih efektif maupun lebih terintegrasi dengan baik terhadap fasad bangunan, khususnya untuk bangunan menengah ke atas. Adapun beberapa faktor yang perlu diperhatikan sebelum pengaplikasian panel fotovoltaik pada selubung bangunan dengan fungsi hotel yaitu citra fasad bangunan hotel, letak bangunan, keberadaan bangunan terbangun di sekitar objek studi, insulasi yang diterima bangunan, jam penyinaran bangunan, dan spesifikasi pemilihan panel.

Diharapkan dalam penelitian selanjutnya dilakukan analisis yang lebih dalam mengenai faktor efisiensi dan parameter yang digunakan dalam penentuan efektivitas dan integrasi panel surya pada fasad sebuah bangunan tinggi. Metode penelitian yang dapat dilakukan juga tidak terbatas oleh aplikasi Rhino dan Grasshopper dengan plug in ladybug, dan proses pengolahan data yang didapatkan dapat dilakukan dengan lebih teliti karena

penggunaan aplikasi tambahan dapat membantu menjadi tambahan validasi data. Penelitian selanjutnya diharapkan mengkaji lebih banyak sumber dan referensi agar integrasi panel PV pada fasad menjadi semakin baik. Pengambilan dan pengumpulan data pada penelitian selanjutnya juga diharapkan agar dipersiapkan dengan lebih baik agar data yang menunjang dapat menggambarkan secara tepat hasil penelitian.



DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Kencana, B., Agustina, I., Panjaitan, R., & Sulistiyanto, T. (2015). *Panduan Praktis Penghematan Energi di Hotel*. www.iced.or.id
- Khanna, A., Arora, S., Chhabra, A., Bhardwaj, K. K., & Sharma, D. K. (2019). IoT architecture for preventive energy conservation of smart buildings. In *Studies in Systems, Decision and Control* (Vol. 206). https://doi.org/10.1007/978-981-13-7399-2_8
- Neufert, E., & Neufert, P. (2014). Neufert Architects' Data Third Edition. In *Vascular* (Issue January 2010).
- Rachmi, A., Prakoso, B., Berchmans, H., Agustina, I., Sara, I. D., & Winne. (2020). *Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS ATAP DI INDONESIA*.

Jurnal

- Adzikri, F., Notosudjono, D., & Suhendi, D. (2017). Strategi Pengembangan Energi Terbarukan di Indonesia. *Jurnal Online Mahasiswa (Jom) Bidang Teknik Elektro*, 1(1).
- Atluri, K., Hananya, S. M., & Navothna, B. (2018, September 28). Performance of Rooftop Solar PV System with Crystalline Solar Cells. *2018 National Power Engineering Conference, NPEC 2018*. <https://doi.org/10.1109/NPEC.2018.8476721>
- Dobos, A. P. (2014). *PVWatts Version 5 Manual*. <http://developer.nrel.gov>
- Fiqi Rizal, M. (2008). *PENERAPAN PANEL FOTOVOLTAIK TERINTEGRASI PADA FASADE DAN ATAP APPLICATION OF INTEGRATED PHOTOVOLTAICS PANEL IN FAÇADE AND ROOF*.
- K. Vinil. (2013). Improvement of Solar Cell Efficiency. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT), India, 2013, Vol 4*.
- Ketut Suantika, I., Rinas, W., & Made Suartika, I. (2018). Studi Analisis Pengaruh Perubahan Posisi Terhadap Efisiensi Panel Surya LPJU By Pass Ngurah Rai. In *I Made Suartika E-Journal SPEKTRUM* (Vol. 5, Issue 1).
- Laksmiyanti, D. P. E. (2016). KINERJA BENTUK BANGUNAN PERKANTORAN BERTINGKAT MENENGAH DI SURABAYA TERHADAP EFISIENSI ENERGI PENDINGINAN. *Jurnal IPTEK*, 20(1). <https://doi.org/10.31284/j.ipitek.2016.v20i1.16>
- Mauboy, E. R. (2019). Audit Energi Listrik pada Hotel Sotis Kupang. *Jurnal Media Elektro*. <https://doi.org/10.35508/jme.v0i0.1789>
- Muhammad Bachtiar. (2006). Prosedur Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Perumahan (Solar Home System). *SMARTek, Vol.4 No.3, Agustus 2006 : 176-182*.

Pangestuningtyas D, & Hermawan, K. (2013). *ANALISIS PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA TERHADAP RADIASI MATAHARI YANG DITERIMA OLEH PANEL SURYA TIPE LARIK TETAP*.

Rangkuti, C., & Teknik Mesin, J. (2016). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti. *Seminar Nasional Cendekiawan*.

Setiawan, E. (2019). KBBI - Kamus Besar Bahasa Indonesia. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*.

Suhono. (2009). *Inventarisasi Permasalahan pada Instalasi Solar House System di Wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta*.

Viviani, N., Wijaksono, S., & Mariana, Y. (2021). Solar radiation on photovoltaics panel arranging angles and orientation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 794(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/794/1/012230>

Wayan Arta Saputra, I., Nyoman Setiawan, I., Gede Ariastina, W., Raya Kampus UNUD, J., Bukit Jimbaran, K., & Badung, K. (2021). *PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ATAP DI HOTEL NOVOTEL UBUD RESORT & SUITE BALI* (Vol. 8, Issue 3).

Internet

Adam Diehl. (2020). *Determining Module Inter-Row Spacing*. Diakses tanggal 14 Mei 2022, dari <https://www.cedgreentech.com/article/determining-module-inter-row-spacing>.

Aditya. (2020). *Mengenal Perbedaan Sistem Panel Surya On Grid dan Off Grid*. Diakses tanggal 3 Juni 2022, dari <https://xurya.com/en/news/7>.

Batam Tourism Polytechnic. (2021). *Mengenal Serba-serbi Boutique Hotel*. Batam Tourism Polytechnic. Diakses tanggal 3 Juni 2022, dari <https://btp.ac.id/mengenal-serba-serbi-boutique-hotel/>.

Giuletta. (2021). *What is a Boutique Hotel? 6 Requirements and How to Find Beautiful Hotels*. Diakses 3 Juni 2022, dari Hotel Guide. <https://lesboutiquehotels.com/what-is-a-boutique-hotel-requirements>.

University of Oregon Solar Radiation Monitoring Laboratory: Sun Path Chart Program (2022). Diakses tanggal 9 Mei 2022, dari <http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.php>