

## **Analisis Perencanaan dan Kajian Ekonomi dalam Penggunaan PV Menuju *Low Energy Building* Pada Hote Inaya Putri Bali**

**<sup>1</sup>Fendy Eventius Mugni, <sup>2</sup>Bambang Widodo, <sup>3</sup>Stepanus**

Magister Teknik Elektro, Universitas Kristen Indonesia Jakarta

[fendy.mugni@yahoo.com](mailto:fendy.mugni@yahoo.com)

### **ABSTRAK**

Pertumbuhan industri dan bisnis berkembang dengan cepat dari waktu ke waktu. Hal ini juga mendorong penggunaan energi yang semakin tinggi dan menjadikan penggunaan energi menjadi salah satu kontribusi besar biaya operasional yang harus dikeluarkan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan Perencanaan dan Kajian Ekonomi dalam Penggunaan PV Menuju *Low Energy Building* Pada Hote Inaya Putri Bali. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Survei dan Studi Pustaka. Data Primer diperoleh dari Tagihan Listrik tahun 2019. Data tersebut kemudian digunakan untuk menghitung Intensitas Konsumsi Energi kemudian dilakukan simulasi penghematan energi menggunakan solar surya dengan simulasi software *Homer*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa IKE pada gedung Hotel Inaya Putri Bali sebesar 131.8 kWh/m<sup>2</sup>/tahun artinya penggunaan energi pada gedung Hotel Inaya Putri Bali masih efisien. Hasil simulasi Penggunaan *Solar cell* diperoleh produksi energi sebesar 443.732 kWh per tahun dengan biaya sebesar Rp. 972/kWh, artinya penghematan energi sebesar Rp. 35.942.292 perbulan atau 14.5 % per tahun

**Kata kunci:** *Energi listrik, Audit Energi, Intensitas Konsumsi Energi.*

### **ABSTRACT**

*Industrial and business growth develops rapidly from time to time. This also encourages higher energy use and energy use is a major contributor to operational costs. This study aims to carry out planning and economic studies in the use of PV towards a low-energy building at Hote Inaya Putri Bali. The method used in this research is the survey method and literature study. Primary*

*data is obtained from the 2019 Electricity Bill. The data is then used to calculate the Intensity of Energy Consumption, then taken from energy simulations using solar solar with Homer software simulations. The results showed that the IKE in the Inaya Putri Bali Hotel building was 131.8 kWh / m<sup>2</sup> / year, meaning that energy use in the Inaya Putri Bali Hotel building was still efficient. Using the solar cell simulation results, the energy obtained is 443,732 kWh per year at a cost of Rp. 972 / kWh, which means energy savings of Rp. 35,942,292 per month or 14.5% per year.*

**Keywords: Electrical energy, Energy Audit, Energy Consumption Intensity.**

## **PENDAHULUAN**

Energi adalah suatu besaran yang dimiliki oleh setiap benda, namun energi yang dikandung oleh setiap benda tersebut ada yang dapat dimanfaatkan dengan langsung dan ada yang memerlukan adanya suatu proses konversi energi terlebih dahulu. Salah satu bentuk energi yang sering dimanfaatkan bagi kehidupan manusia pada zaman modern ini adalah energi listrik. Seiring berkembangnya zaman, terjadi proses yang sebaliknya terhadap energi listrik yaitu semakin tidak seimbangannya penggunaan energi listrik dengan pembangkitannya. Hal ini disebabkan semakin banyaknya penggunaan energi listrik dalam kegiatan sehari-hari, oleh karena itu perlu adanya tindakan yang tepat untuk mengatur penggunaan dan pelestarian terhadap energi tersebut. Salah satu upaya pemerintah terhadap pelestarian energi adalah dengan tindakan konservasi energi yang pada dasarnya adalah pengurangan biaya melalui strategi manajemen energi. Konservasi energi dapat dicapai melalui penggunaan teknologi hemat energi

dalam penyediaan, baik dari sumber energi terbarukan maupun sumber energi tak terbarukan dan menerapkan budaya hemat energi dalam pemanfaatan energi. Penerapan konservasi energi meliputi perencanaan, pengoperasian, dan pengawasan dalam pemanfaatan energi. Kebutuhan energi yang terus meningkat pada satu sisi dan kekurangan pasokan pada sisi lainnya mengharuskan adanya kegiatan konservasi energi, yaitu suatu bentuk pengelolaan energi yang benar dan efisien. Tindakan konservasi energi yaitu melalui audit energi. Audit energi merupakan suatu penelusuran atas sumber daya energi dari mulai masuknya sampai ke pengguna akhir untuk mencari kebocoran serta membuat rekomendasi yang akan memperbaiki sistem pemanfaatan energi dari suatu fasilitas. Gedung bangunan yang ada saat ini sebagian besar menggunakan energi yang berasal dari energi listrik komersial seperti dari PT. PLN, dimana perusahaan tersebut memanfaatkan energi fosil dan non fosil untuk menghasilkan energi listrik yang kemudian akan disuplai kepada konsumen. Namun pada kenyataannya,

penggunaan energi fosil lebih banyak digunakan untuk menghasilkan energi listrik tersebut. Seturut dengan perkembangan zaman, penggunaan energi lebih mengarah kepada energi non fosil. Oleh karena itu, banyak gedung-gedung yang mulai mengarah kepada penggunaan energi non fosil atau biasa disebut dengan energi terbarukan. Salah satu energi terbarukan yang banyak digunakan adalah energi matahari dengan pendekatan stand alone (off grid). Dan apabila sebuah gedung dapat disuplai seluruhnya oleh energi matahari tersebut, maka gedung itu disebut Zero Energy Building.

Dari beberapa sumber-sumber energi alternatif yang tersedia dan kemungkinan yang bisa dipergunakan dikemudian hari seperti yang dipaparkan di atas, maka perlu adanya analisis perbandingan penggunaan PLN dan PLTS untuk mengetahui efisiensi penghematan energi.

Penggunaan energi di sebuah bangunan dapat dihitung dari besarnya energi yang digunakan per meter kuadrat (IKE = Intensitas Konsumsi Energi) dan jenis energi yang digunakan pada bangunan tersebut. Besarnya IKE sangat bergantung pada teknologi yang digunakan pada bangunan tersebut khususnya teknologi-teknologi yang menggunakan energi listrik. Teknologi yang dimaksud adalah untuk keperluan fungsi bangunan, baik sektor bisnis, sektor industri, sektor gedung dan perkantoran. Sektor rumah tangga yang meliputi motor-motor listrik, lampu penerangan, AHU (Air Handling Unit) atau HVAC (Heating, Ventilation and Air-Conditionig), komputer, dan lainnya.

Penelitian-penelitian terkait audit energi sebuah gedung telah dilakukan beberapa peneliti diantaranya Jati Untoro (2014) dengan judul “Audit Energi dan Analisis Penghematan

Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik di Gedung Pelayanan Unila” menyimpulkan bahwa penggunaan energi listrik pada setiap gedung sudah sangat efisien karena standard IKE pada gedung perkantoran adalah 240kWh/m<sup>2</sup>/tahun. Begitu juga dengan hasil penelitian Pratama, dkk (2018) dalam penelitian berjudul “Potensi Pemanfaatan Atap Gedung Pusat Pemerintahan Kabupaten Badung Untuk PLTS Rooftop menyimpulkan bahwa memproduksi energi listrik terbesar, yaitu 1.847.361 kWh/tahun. Penelitian yang serupa juga dilakukan oleh Budi Agung, dkk (2018) pada penelitiannya berjudul “Studi Analisis Konsumsi dan Penghematan Energi di PT. P.G. Kreet Baru I” yang menyimpulkan bahwa penghematan pada motor listrik sebesar 26,84 % atau 6.038.628,14 kWh/giling, pada penerangan adalah 75% atau 261.152,67 kWh/giling, dan pada AC adalah 28% atau 11.203,03 kWh/giling. Rata-rata efisiensi sebuah gedung yang diukur menggunakan IKE memiliki nilai 48,33 kWh/m<sup>2</sup>/tahun, masuk dalam kategori sangat efisien seperti kesimpulan penelitian yang dilakukan oleh Agung W (2017) dengan judul penelitian “Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Di Gedung AB, Kabupaten Tangerang, Banten. Dari beberapa penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa rata-rata audit energi hanya dilakukan untuk satu gedung/perkantoran saja, artinya masih kurang bahkan belum ada yang melakukan penelitian perbandingan beberapa untuk mengevaluasi konsumsi daya listrik dengan biaya 1 milyar/bulan, oleh sebab itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Perencanaan Penggunaan dan Kajian Ekonomi Dalam Penggunaan PVC Menuju Low Energy Building Pada Hotel Inaya Putri Bali”.

## TEORI PUSTAKA

### Perhitungan IKE

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) menggunakan persamaan dibawah ini.

I

Keterangan.

Ke: Konsumsi Energi

Lb: Luas Bangunan

### Homer

*HOMER* merupakan *software* yang digunakan untuk merancang dan menganalisis sistem energi *hybrid* dan dikembangkan oleh Nasional Laboratorium Energi Terbarukan, Amerika Serikat. *HOMER* memodelkan sistem tenaga listrik dan biaya selama beroperasi, yang merupakan biaya total pemasangan dan biaya pengoperasian sistem. Selain itu, dalam *HOMER* banyak pilihan desain sistem yang bisa digunakan berdasarkan manfaat teknis dan nilai ekonominya

### Net present cost (NPC)

*Net present cost* yaitu biaya total yang akan digunakan selama masa pemasangan atau pun pengoperasian komponen sepanjang proyek berjalan.

### Total Produksi Energi

Parameter ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar energi yang dihasilkan dari sebuah sistem yang dirancang.

### Annualized Cost (AC)

*Annualized Cost* digunakan untuk mengetahui total biaya tahunan dari desain sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid*.

### Cost of Energy (COE)

*Cost of Energy* digunakan untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan per kWh dari sistem.

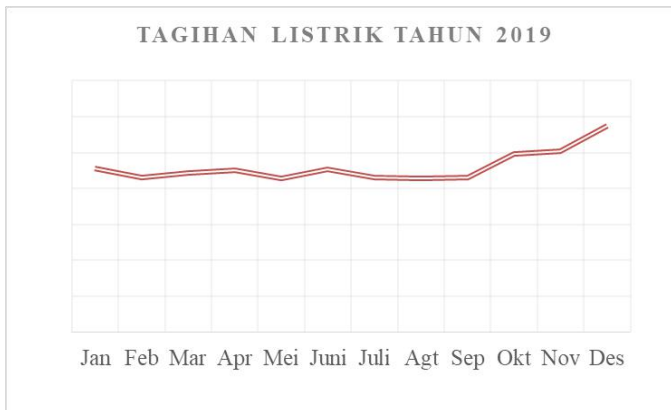
## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode survei dan dokumentasi. Data primer diperoleh dari beban penggunaan listrik tahun 2019 yang diperoleh dari PLN. Sebelum dilakukan analisis, terlebih dahulu dilakukan perhitungan Intensitas Konsumsi Energi pada gedung untuk mengetahui beban. Data yang terkumpul kemudian di analisis untuk menentukan *Cost*. Kemudian dilakukan skema pemasangan 600 PV menggunakan *software* Homer. *Software* ini memungkinkan untuk menganalisis besaran beban yang bisa digunakan untuk mengurangi beban listrik kedua gedung.

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Item	Hotel Inaya Putri Bali
Jumlah Lantai	2
Rata-Rata Biaya Listrik (Rp)/bulan	920.991.235
Daya Terpasang	3.465 KVA

Dari tabel diatas diperoleh bahwa daya terpasang Hotel Inaya Putri Bali yaitu 3.465 KVA. Jumlah lantai 3 dan 2 basement, jika dilihat dari biaya listrik gedung Hotel Inaya Putri Bali pada tahun 2019, rarta-rata tagihan listrik sebesar Rp. 920.991.235/bulan. Berikut grafik pemakaian listrik.



Grafik konsumsi energi listrik Hotel Inaya Putri Bali tahun 2019

### Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Menurut jenisnya, gedung Hotel Inaya Putri Bali masuk kedalam jenis gedung Hotel dan Resort . Dilihat dari standarisasi yang berlaku, IKE untuk sektor Hotel dan resort memiliki atas 300 kWh/m<sup>2</sup>/tahun. Berdasarkan data yang ada, Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada gedung Hotel Inaya Putri Bali dapat dihitung besarnya dengan persamaan sebagai berikut (SNI 03-6196-2000).

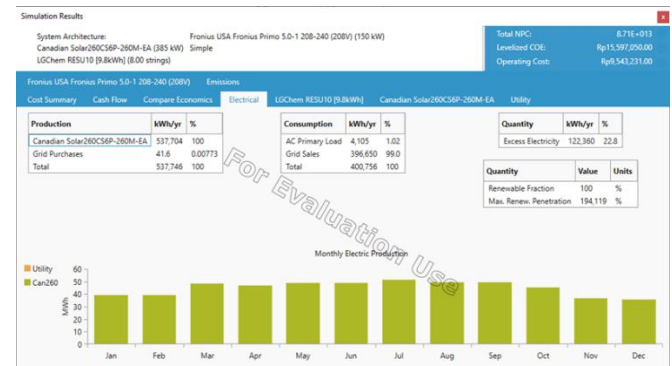
Setelah dilakukan perhitungan, besarnya IKE gedung Hotel Inaya Putri Bali sebesar 131.8

kWh/m/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa besar IKE pada gedung Hotel Inaya Putri Bali berada pada rentang yang lebih rendah dari pada batas sesuai SNI 03-6196-2000 artinya, Hotel Inaya Putri Bali masih memenuhi standarisasi SNI 03-6196-2000.

### Produksi energy listrik solar cell (per bulan dan per hari)

Komponen	Produksi (kwp)	Rasio (%)
<i>Canadian Solar 260CS6P-260M-EA - 385wp</i>	231.0	82,89

Energi listrik yang dihasilkan solar cell per bulan tergantung dari radiasi matahari pada masing-masing bulan. Grafik energi listrik yang dihasilkan solar cell per bulan dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Grafik energi listrik yang dihasilkan solar cell per bulan dalam setahun

Berdasarkan Gambar diatas dapat dijelaskan bahwa energy listrik yang dihasilkan solar cell pada bulan Juli merupakan yang tertinggi sedangkan yang terendah pada bulan Desember karena radiasi matahari pada bulan November Juli

merupakan yang tertinggi sedangkan pada bulan Desember merupakan yang terendah. Rata-rata energi listrik yang dihasilkan per bulan dari yang terendah sampai yang tertinggi antara 5.59 kW (bulan Desember) -12,33 kW (bulan November) dan maksimal energi listrik harian yang dihasilkan per bulan dalam setahun dari yang terendah sampai yang tertinggi antara 22,28 kW (bulan Desember) - 41,95 kW (bulan November). Sedangkan maksimal energi listrik tahunan yang dihasilkan per bulan dari yang terendah sampai yang tertinggi antara 45,83kW (bulan Desember) - 50,22 kW (bulan November).

### Total Produksi Energi

Total produksi energi yang dihasilkan selama setahun dari sistem pembangkit listrik tenaga *Hybrid* sebagai penyedia cadangan energi listrik sebesar 231 kWp/tahun. Simulasi ini menggunakan *Canadian Solar 260CS6P-260M-EA -385wp*/buah dengan asumsi 600 panel. Hasil dari total produksi energi selama setahun dari system pembangkit listrik tenaga *Hybrid* dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel Total Produksi Energi Listrik

Untuk menghitung total produksi energi yang dihasilkan dapat menggunakan rumus pada Persamaan:

$$\begin{aligned} \text{Total produksi energi} &= \text{Jumlah panel} \\ &\times \text{wp}/1000 \\ &= 600 \times 385/1000 \\ &= 231 \text{ kVa} \end{aligned}$$

Sehingga persentase efisiensi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &: \text{Daya masuk/daya} \\ &\text{reaktif} \times 100\% \\ &: 231/1.497 \times 100 \\ &: 15.4\% \end{aligned}$$

### Net present cost (NPC)

*Net present cost* digunakan untuk mengetahui total biaya keseluruhan yang akan dikeluarkan untuk membangun pembangkit listrik tenaga *hybrid (solar cell)*. Adapun biaya yang akan dikeluarkan untuk membeli komponen dalam proyek pembangkit listrik tenaga *hybrid* sebesar Rp.3.062.770.639

### Annualized cost (AC)

*Annualized cost* digunakan untuk mengetahui total biaya tahunan yang akan dikeluarkan dari sistem PLTH. Total biaya tahunan yang dikeluarkan dari sistem PLTH sebesar Rp.430.033.863. Nilai *annualized cost* akan digunakan untuk mengetahui nilai *Cost of energi*.

### Cost of energi (COE)

*Cost of Energy* dihitung untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan per 1 kWh dari desain sistem. *Cost of Energy* yang dihasilkan dari simulasi system *hybrid* menggunakan HOMER sebesar Rp.1.035,78/kWh. Untuk menghitung nilai *Cost of Energy* yang dihasilkan dari system dapat menggunakan rumus pada persamaan.

Berdasarkan perhitungan *cost of* energi diatas diketahui besaran biaya yang dikeluarkan per kWh sebesar Rp. /kWh.

### ***Payback period***

Sebelum menentukan nilai *payback period*, terlebih dahulu menghitung jumlah pendapatan pertahun dari sistem. Jumlah pendapatan pertahun dapat diketahui dengan mengkalikan jumlah produksi energi listrik yang dihasilkan dengan harga jual energi listrik terbaru. Harga jual energi listrik terbaru untuk wilayah Jawa-Bali secara keseluruhan sebesar Rp.1.035,78per kWh, sehingga pendapatan per tahun yang dihasilkan pembangkit sebesar:  
Pendapatan = Total produksi energi × harga jual listrik

$$= \times 1.035,78$$

$$= \text{Rp. } 239.085.000 \text{ per tahun.}$$

Setelah mengetahui pendapatan yang diperoleh per tahun, kemudian menghitung nilai *payback period*. Untuk mengetahui waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal biaya pembangunan dapat dilihat pada lampiran 8. Waktu yang dibutuhkan untuk pengembalian modal biaya yang dikeluarkan pada pembangunan PV ini selama 7 tahun 4 bulan.

### ***Analisa carbon credit***

Pada penelitian ini menggunakan PV berkapasitas 231 kWp dengan energi yang dihasilkan sebesar 385.5 MW/tahun. Dari pengolahan data tersebut diperoleh karbon reduksi sebanyak 316 tonCO<sup>2</sup>/tahun dengan perhitungan sebagai berikut. (Kepmen ESDM 1567.K/21/MEM/2018 tentang Pengesahan RUPTL PLN Tahun 2018-2027)

Karbon reduksi : Faktor emisi ketenagalistrikan x total energi PV/tahun  
: 0.819 tCO<sub>2</sub>/mWh x 385.5 MWh  
: 316 tonCO<sup>2</sup>

Demikian juga *life time* karbon reduksi diperoleh sebanyak 9.473 tonCO<sup>2</sup> dengan perhitungan sebagai berikut:

Life time : faktor emisi ketenagalistrikan x total energi PV/30 tahun  
: 0.819 tCO<sub>2</sub>/mWh x 11.566,2 MWh  
: 9.473 tonCO<sup>2</sup>

### **Kesimpulan**

1. Rata-rata Penggunaan energi pada gedung Hotel Innaya Putri Bali sebesar 794.850 kWh/bulan.
2. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada gedung Hotel Innaya Putri Bali yaitu sebesar 131.8 kWh/m<sup>2</sup>/tahun

3. Hasil perhitungan menggunakan 600 buah panel dengan kapasitas 385 wp/panel diperoleh energi sebesar 231 kVa dengan daya reaktif 1.497 kVa, artinya efisiensi penghematan energi sebesar 15.4%.

#### **Saran**

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan analisis jumlah luas lahan dan bangunan untuk pemasangan PV dengan kapasitas yang lebih besar.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait penghematan Konsumsi Energi dengan sumber energi alternatif lainnya.
3. Perlu adanya langkah-langkah penghematan energi untuk mengurangi konsumsi energi pada Hotel Inaya Putri Bali.
4. Perlu adanya pemasangan PV dengan kapasitas yang lebih besar untuk meminimalisir penggunaan energi konvensional menuju *Zero Energy Building*.
5. Dibutuhkan analisis ekonomi yang lebih komprehensif sebagai landasan dalam mengambil keputusan untuk investasi pada pemasangan PV.



Saanin Padang. *Jurnal Teknik Elektro-Itp*, 5(2).

- [5].... Erliansyah, A. Performansi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Surya–Genset Pada Kantor Gubernur Kalimantan Barat. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1).
- [6].... Fonash, S. (2012). *Solar Cell Device Physics*. Elsevier.
- [7].... García Martínez, M. (2018). *Microxarxa D'alimentació Híbrida, Amb Suport Fotovoltaic I Generació Dièsel, Per A Instal·lacions D'ús Públic Amb Xarxa Elèctrica Feble* (Bachelor's Thesis, Universitat Politècnica De Catalunya).
- [8].... Green, M. A., Emery, K., Hishikawa, Y., & Warta, W. (2010). Solar Cell Efficiency Tables (Version 37). *Progress In Photovoltaics: Research And Applications*, 1(19), 84-92.
- [9].... Grid-Connected System: Simulation parameters.2020. PT Hexamitra Daya Prima.
- [10].. Gunawan, W. (2018). Mengurangi Konsumsi Energi Dengan Audit Dan Manajemen Energi Pada Ruang Kendali (Studi Kasus Di Pt Pwi). *Journal Industrial Servicess*, 4(1).
- [11].. Hilton, P., Armstrong, N., Brennan, C., Howel, D., Shen, J., Bryant, A., ... & Homer, T. (2015). Patient Interview Study. In *Investigate-I (Invasive Evaluation Before Surgical Treatment Of Incontinence Gives Added Therapeutic Effect?): A Mixed-Methods Study To Assess The Feasibility Of A Future Randomised Controlled Trial Of Invasive Urodynamic Testing Prior To Surgery For Stress Urinary Incontinence In Women*. Nihl Journals Library.
- [12].. Hou, J., Inganäs, O., Friend, R. H., & Gao, F. (2018). Organic Solar Cells Based On Non-Fullerene
- DAFTAR PUSTAKA**
- [1].... Adiprama, T. R., & Ciptomulyono, U. (2012). Audit Energi Dengan Pendekatan Metode Mcdm-Promethee Untuk Konservasi Serta Efisiensi Listrik Di Rumah Sakit Haji Surabaya. *Jurnal Teknik Its*, 1(1), A465-A470.
- [2].... Adlie, T. A., Amir, F., & Effendi, Z. (2015). Analisa Biaya Pembuatan Turbin Angin Sumbu Horizontal Di Wilayah Pesisir Kota Langsa. *Jurutera*, 2(02), 1-7.
- [3].... Ariodarma, D. (2016). Analisis Potensi Plth (Surya & Angin) Untuk Penyediaan Energi Listrik Di Pulau Ketapang.
- [4].... Effendi, A. (2016). Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik Di Rsj. Prof. Hb.

- Acceptors. *Nature Materials*, 17(2), 119-128.
- [13].. Jovanovic, J., Sun, X., Stevovic, S., & Chen, J. (2017). Energi-Efficiency Gain By Combination Of Pv Modules And Trombe Wall In The Low-Energi Building Design. *Energi And Buildings*, 152, 568-576.
- [14].. Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A., & Kim, K. H. (2018). Solar Energi: Potential And Future Prospects. *Renewable And Sustainable Energi Reviews*, 82, 894-900.
- [15].. Kepmen ESDM 1567.K/21/MEM/2018 tentang Pengesahan RUPTL PLN Tahun 2018-2027
- [16].. Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor: 91 K/12/Mem/2020 Tentang Harga Gas Bumi Di Pembangkit Tenaga Listrik (*Plant Gate*).
- [17].. Konversi Energi Surya Dan Angin, 2015. Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Guru Dan Tenaga Kependidikan.
- [18].. Lukman, A. Audit Energi Pemakaian Air Conditioning (Ac) Di Gedung Dinas Pekerjaan Umum Kab. Ketapang Propinsi Kalimantan Barat. *Elkha*, 10(1), 1-5.
- [19].. Martín-Chivelet, N., Gutiérrez, J. C., Alonso-Abella, M., Chenlo, F., & Cuenca, J. (2018). Building Retrofit With Photovoltaics: Construction And Performance Of A Bipv Ventilated Façade. *Energies*, 11(7), 1719.
- [20].. Marzuki, A. (2013). Audit Energi Pada Bangunan Gedung Direksi Pt. Perkebunan Nusantara Xiii (Persero).
- [21].. Maternaghan, C., & Turner, K. J. (2011, May). A Configurable Telecare System. In *Proceedings Of The 4th International Conference On Pervasive Technologies Related To Assistive Environments* (Pp. 1-8).
- [22].. Meier, J., Flückiger, R., Keppner, H., & Shah, A. (1994). Complete Microcrystalline P-I-N Solar Cell—Crystalline Or Amorphous Cell Behavior?. *Applied Physics Letters*, 65(7), 860-862.
- [23].. Meng, L., Zhang, Y., Wan, X., Li, C., Zhang, X., Wang, Y., ... & Yip, H. L. (2018). Organic And Solution-Processed Tandem Solar Cells With 17.3% Efficiency. *Science*, 361(6407), 1094-1098.
- [24].. Mikita, M., Kolcun, M., Čonka, Z., Vojtek, M., & Špes, M. (2016). Sizing Of Small Grid-Off Renewable Sources Hybrid In Conditions Of North-Eastern Slovakia. *Power And Electrical Engineering*, 33, 31-34.
- [25].. Mikita, M., Kolcun, M., Špes, M., Vojtek, M., & Ivancak, M. (2017). Impact Of Electrical Power Load Time Management At Sizing And Cost Of Hybrid Renewable Power System. *Polish Journal Of Management Studies*, 15.
- [26].. Muhammad, A. H., Djunaedy, E., Sujatmiko, W., & Utami, A. R. I. (2019). Lisis Pengaruh Ottv Terhadap Intensitas Konsumsi Energi Pada Berbagai Tipe Bangunan. *Eproceedings Of Engineering*, 6(2).
- [27].. Myson, M. (2018). Peluang Efisiensi Penggunaan Energi Pada Sektor Perhotelan Di Kota Jambi. *Jurnal Civronlit Unbari*, 3(1), 37-45.
- [28].. Nawaitulah, N., & Natsir, A. (2018). Analisis Efisiensi Energi Pada Bangunan Gedung Untuk Mendukung Program Konservasi Energi. *Dielektrika*, 5(1), 1-7.
- [29].. O'shaughnessy, E., Cutler, D., Ardani, K., & Margolis, R. (2018). Solar Plus: A

- Review Of The End-User Economics Of Solar Pv Integration With Storage And Load Control In Residential Buildings. *Applied Energi*, 228, 2165-2175.
- [30].. Paudel, S., Elmitri, M., Couturier, S., Nguyen, P. H., Kamphuis, R., Lacarrière, B., & Le Corre, O. (2017). A Relevant Data Selection Method For Energi Consumption Prediction Of Low Energi Building Based On Support Vector Machine. *Energi And Buildings*, 138, 240-256.
- [31].. Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2020 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor 45 Tahun 2017 Tentang Pemanfaatan Gas Bumi Untuk Pembangkit Tenaga Listrik.
- [32].. Priyarsono, D. S., Tambunan, M., & Firdaus, M. (2012). Perkembangan Konsumsi Dan Penyediaan Energi Dalam Perekonomian Indonesia. *Ijae (Jurnal Ilmu Ekonomi Pertanian Indonesia)*, 2(01).
- [33].. Raharjo, B. A., Wibawa, U., & Suyono, H. (2014). Studi Analisis Konsumsi Dan Penghematan Energi Di Pt. Pg Krebet Baru I. *Jurnal Mahasiswa Teub*, 2(1).
- [34].. Raharjo, M & Riadi, S. Audit Konsumsi Energi Untuk Mengetahui Peluang Penghematan Energi Pada Gedung Pt Indonesia *Caps And Closures*. Program Studi Teknik Industri, Universitas Mercu Buana, Jakarta. *Jurnal Pasti Volume X No. 3*, 342 – 356.
- [35].. Riyadi, S., & Tambunan, J. M. (2018, April). Analisis Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem Pencahayaan Dan Air Conditioning Di Gedung Graha Mustika Ratu. In *Prosiding Seminar Nasional Energi & Teknologi (Sinergi)* (Pp. 107-121).
- [36].. Rong, Y., Hu, Y., Mei, A., Tan, H., Saidaminov, M. I., Seok, S. I., ... & Han, H. (2018). Challenges For Commercializing Perovskite Solar Cells. *Science*, 361(6408), Ea8235.
- [37].. Salpanio, R., Warsito, A., & Winardi, B. (2011). Audit Energi Listrik Pada Gedung Kampus Undip Pleburan Semarang (Doctoral Dissertation, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik).
- [38].. Statistik Ketenagalistrikan. Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan 2018.
- [39].. Syarif, M. (2018). *Audit Energi Listrik Pada Gedung Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Sultan Agung).
- [40].. Untoro, J. (2014). Audit Energi Dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi Pada Sistem Peralatan Listrik Di Gedung Pelayanan Unila. *Electrician*, 8(2), 93-104.
- [41].. Yola, O. A. (2020). *Studi Perilaku Konsumsi Energi Listrik Di Universitas Andalas* (Doctoral Dissertation, Universitas Andalas).
- [42].. You, J., Dou, L., Yoshimura, K., Kato, T., Ohya, K., Moriarty, T., ... & Yang, Y. (2013). A Polymer Tandem Solar Cell With 10.6% Power Conversion Efficiency. *Nature Communications*, 4, 1446.