

ANALISIS PERBANDINGAN PENGHEMATAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK DAN PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *HYBRYD* MENUJU *LOW ENERGY BUILDING* PADA HOTEL MERCURE PONTIANAK DAN HOTEL IBIS STYLES BANDARA SOEKARNO HATTA JAKARTA

¹⁾ Teddy Gama Silalahi, ²⁾ Stepanus, ³⁾ Bambang Widodo
Magister Teknik Elektro, Universitas Kristen Indonesia Jakarta
Korespondensi: tdy766hi@gmail.com

Dalam era kemajuan teknologi dan informasi sekarang ini, pertumbuhan industri dan bisnis menjadi semakin cepat dari waktu ke waktu. Namun 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 Analisis perbandingan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Hotel Mercure Pontianak dan Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta Jakarta. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Survei dan Studi Pustaka. Data Primer diperoleh dari Tagihan Listrik tahun 2018. 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 Mercure Pontianak lebih besar dari pada Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta yaitu sebesar 323.390 kWh/m²/tahun artinya penggunaan energi pada gedung Hotel Mercure Pontianak lebih besar dibanding gedung Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta Jakarta dengan selisih sebesar 79.389kWh/tahun dengan perbedaan usia bangunan +/- 5 tahun lebih lama Hotel Mercure Pontianak sementara luas bangunan dan jumlah kamar yang hampir sama. Hasil simulasi Penggunaan *Solar cell* diperoleh produksi energi sebesar 221.866 kWh per tahun dengan biaya sebesar Rp. 972/kWh, artinya penghematan energi sebesar 6-8% tahun.

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

ABSTRACT

In the current era of technological and information advancements, the growth of industry and business is becoming faster and faster. But this also encourages higher energy use and makes energy use a major contribution to operational costs that must be spent. This study aims to conduct a comparative analysis of Energy Consumption Intensity (IKE) at the Mercure Pontianak Hotel and the Ibis Styles Hotel SoekarnoHatta Airport Jakarta. The method used in this study is the Survey and Literature Study methods. Primary data is obtained from the 2018 Electricity Bill. The data is then used to calculate the Energy Consumption Intensity and then a simulation of energy savings using solar solar with Homer software simulation. The results showed that the IKE in the Mercure Pontianak Hotel building is bigger than the Ibis Styles Hotel SoekarnoHatta Airport which is 323,390 kWh / m² / year meaning the energy usage in the Mercure Pontianak Hotel building is greater than the Ibis Styles Hotel SoekarnoHatta Airport Jakarta building with a difference of 79,389 kWh / year with a building age difference of +/- 5 years older Mercure Pontianak Hotel while the building area and number of rooms are almost the same. The simulation results of using solar cells obtained energy production of 221,866 kWh per year at a cost of Rp. 972 / kWh, meaning energy savings of 6-8% a year.

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

PENDAHULUAN

Jumlah penduduk di Indonesia semakin tahun semakin meningkat. Hal ini diiringi juga

dengan pertumbuhan industri yang menggunakan alat-alat elektronik dan memproduksi alat-alat elektronik. Oleh karena

itu, pemerintah banyak merencanakan pembangunan pembangkit listrik agar dapat memenuhi kebutuhan listrik dan mensejahterakan masyarakat. Konservasi Energi adalah peningkatan efisiensi energi yang digunakan atau biasa disebut dengan proses penghematan energi.

Indonesia yang terletak di wilayah khatulistiwa memiliki potensi rata-rata energi surya sebesar 4,8 kWh/m²/hari. Dari potensi tersebut, jumlah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang terpasang hingga bulan November tahun 2016 hanya sekitar 11 MW saja. Dalam RUPTL, pemerintah telah mencanangkan pengembangan potensi PLTS sebesar 5000 MW pada tahun 2025.

Melihat jumlah PLTS yang terpasang saat ini masih jauh dari target 5000 MW, maka diperlukan beragam upaya agar target tersebut dapat tercapai. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan atap gedung. Gedung umumnya beroperasi di siang hari, sehingga tenaga listrik yang dikonsumsi lebih banyak pada siang hari. Hal inilah yang menyebabkan PLTS cocok dipasang di gedung, karena PLTS merupakan pembangkit listrik yang tergantung dengan sinar matahari. Dengan melakukan hal tersebut, diharapkan gedung mampu mengurangi penggunaan energi listrik dari PLN.

Bangunan-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 diatas, 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 Intensitas Konsumsi Energi (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, maupun sektor rumah tangga yang meliputi motor-motor listrik, lampu penerangan, AHU (*Air Handling Unit*) atau HVAC (*Heating, Ventilation and Air-Conditioning*), 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/m²/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/m²/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 gedung untuk mengevaluasi efisiensi penghematan energi pada beberapa gedung dengan menggunakan simulasi *Homer*, oleh sebab itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Perbandingan Penghematan Konsumsi Energi Listrik Dan Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* Menuju *Low Energy Building* Pada Hotel Mercure Pontianak Dan Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta Jakarta. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung *cost of energy* dari ke dua gedung, menentukan IKE (Intensitas Konsumsi Energi) serta besar beban pemakaian berdasarkan observasi penggunaan energi secara detail dan waktu penggunaannya dan menghitung persentasi energi yang dihasilkan dari simulasi pembangkit listrik *hybrid* menggunakan modul PV.

TEORI PUSTAKA

Perhitungan Profil Penggunaan Energi

Besarnya tingkat konsumsi energi masing-masing peralatan terpasang pada bangunan, dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1 (Sihombing, 2014)

$$P_{pe} = \frac{K_{e.pr}}{K_{e.B}} \times 100\%$$

Dimana :

P_{pe} = profil penggunaan energi (%)

$K_{e.pr}$ = besarnya konsumsi energi peralatan (kWh)

$K_{e.B}$ = besarnya konsumsi energi total bangunan (kWh)

Perhitungan IKE

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) menggunakan persamaan 2.6 dibawah ini.

$$IKE = \frac{K_e}{L_b}$$

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. Untuk mengetahui nilai NPC (*net present cost*) dengan menggunakan persamaan 2.6 dibawah ini (Kusakana, 2014).

Total Produksi Energi

Parameter ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar energi yang dihasilkan dari sebuah sistem yang dirancang. Untuk mengetahui jumlah energi listrik yang dihasilkan dari sistem energi terbarukan (tenaga *hybrid*) sepanjang sistem beroperasi dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.6 dibawah ini (Kanata, 2015).

Annualized cost (AC)

Annualized cost digunakan untuk mengetahui total biaya tahunan dari desain sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid*. Untuk mengetahui biaya tahunan dari sistem PLTH dapat diketahui dengan menggunakan rumus pada Persamaan dibawah ini (Bunga, 2017)

Cost of Energi (COE)

Cost of Energi digunakan untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan per kWh dari sistem. Untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan 2.10 dibawah ini (Shantia, 2014)

Renewable penetration (RP)

Renewable penetration digunakan untuk mengetahui seberapa besar energi listrik yang dihasilkan dari total energi listrik yang diproduksi oleh sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid* (PLTH). Nilai *renewable penetration* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan dibawah ini (Razak, 2019)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode survei dan dokumentasi. Data primer diperoleh dari beban penggunaan listrik kedua gedung yang diperoleh dari PLN. Sebelum dilakukan analisis, terlebih dahulu dilakukan perhitungan Intensitas Konsumsi Energi pada kedua gedung untuk mengetahui beban masing-masing kedua gedung. Data yang

terkumpul kemudian di analisis untuk menentukan *Cost*. Kemudian dilakukan skema pemasangan 166 PV pada kedua gedung menggunakan software Homer. Software ini memungkinkan untuk menganalisis besaran beban yang bisa digunakan untuk mengurangi beban listrik kedua gedung.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Uraian data Gedung	Hoter Mercure Pontianak Kalimantan	Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta Jakarta
Umur Gedung (Tahun)	10	5
Daya Terpasang (kVA)	865	690
Luas Bangunan (m ²)	9.405	9.410
Jumlah Lantai	7	6
Rata-Rata Biaya Listrik (Rp)	324.399.500	224.041.181
Jumlah Kamar	251	249

Dari tabel diatas diperoleh bahwa umur Gedung Hotel Mercure Pontianak Kalimantan Barat lebih tua yang dibangun pada tahun 2009 dibanding hotel Ibis Bandara Soekarno Hatta yang dibangun pada tahun 2014 dengan selisih 5 tahun, sementara jika dilihat dari selisih daya terpasang, hotel Mercure lebih besar yaitu 865 KVA sementara hotel Ibis sebesar 690 KVA. Jumlah lantai dan kamar tidak memiliki selisih yang tinggi yaitu untuk Hotel Mercure Pontianak adalah sebanyak 251 Kamar dan Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta 249 kamar, jika dilihat dari biaya listrik kedua gedung pada tahun 2018, Hotel Mercure Pontianak lebih besar dari gedung Hotel Ibis Soekarno dengan selisih sebesar Rp. 100.358.319. Perbandingan Konsumsi kedua Gedung dapat dilihat di Gmabar dibawah ini.

No	Bulan	LWBP MERCURE	LWBP IBIS	KETERANGAN LWBP	WBP MERCURE	WBP IBIS	Keterangan WBP
1	Des	199,12	206,04	IBIS LEBIH BESAR	44,57	40,88	MERCURE LEBIH BESAR
2	Nov	188,88	84,89	MERCURE LEBIH BESAR	40,49	66,7	IBIS LEBIH BESAR
3	Okt	173,23	116,09	MERCURE LEBIH BESAR	37,28	38,55	IBIS LEBIH BESAR
4	Sep	177	199,26	IBIS LEBIH BESAR	40	42,45	IBIS LEBIH BESAR
5	Agt	173	203,45	IBIS LEBIH BESAR	38	42,42	IBIS LEBIH BESAR
6	Jul	141	186,37	IBIS LEBIH BESAR	31	39,21	IBIS LEBIH BESAR
7	Jun	158	204,99	IBIS LEBIH BESAR	36	43,1	IBIS LEBIH BESAR
8	Mei	197	200,44	IBIS LEBIH BESAR	44	42,28	MERCURE LEBIH BESAR
9	Apr	181	201,59	IBIS LEBIH BESAR	41	42,1	IBIS LEBIH BESAR
10	Mar	156	176,2	IBIS LEBIH BESAR	39	37,07	IBIS LEBIH BESAR
11	Feb	162	190,82	IBIS LEBIH BESAR	37	40,52	IBIS LEBIH BESAR
12	Jan	164	197,97	IBIS LEBIH BESAR	38	41,81	IBIS LEBIH BESAR

Dari tabel diatas diperoleh bahwa umur Hotel Mercure Pontianak lebih lama dibangun yaitu pada tahun 2009, sedangkan Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta Jakarta dibangun pada tahun 2014 sehingga selisih +/- 5 tahun lebih lama usia bangunan Hotel Mercure Pontianak. Daya PLN Hotel Mercure Pontianak 865 kVA sementara Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta Jakarta sebesar 690 kVA, bila dilihat dari selisih Daya PLN terpasang kedua hotel adalah 175 kVA lebih besar Daya PLN Mercure Pontianak, sementara luas bangunan dan jumlah kamar hampir sama dan jika dilihat dari biaya listrik kedua gedung pada tahun 2018, Hotel Mercure Pontianak lebih besar dari gedung Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta Jakarta dengan selisih sebesar Rp. 100.358.319.

Dari Tabel dapat dilihat pemakaian KWH Lewat Waktu Beban Puncak (LWBP) dan Waktu Beban Puncak (WBP) Hotel Mercure Pontianak yaitu pemakaian rata-rata KWH LWBP jauh lebih besar digunakan dibandingkan KWH WBP.

Kemudian dapat dilihat pemakaian KWH Lewat Waktu Beban Puncak (LWBP) dan Waktu Beban Puncak (WBP) Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta juga untuk pemakaian rata-rata KWH LWBP jauh lebih besar digunakan dibandingkan KWH WBP.

Selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.4, dapat dilihat perbandingan pemakaian KWH Lewat Waktu Beban Puncak (LWBP) dan Waktu Beban Puncak (WBP) Hotel Mercure Pontianak dan Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta dalam waktu 1 (satu) tahun atau pemakaian 12 (dua belas) bulan yaitu KWH LWBP Hotel Mercure Pontianak selama 2 (dua) bulan sedangkan Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta adalah 10 (sepuluh) bulan, maka dapat disimpulkan bahwa pemakaian KWH LWBP Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta jauh lebih besar, serta dapat dilihat juga perbandingan pemakaian KWH Waktu Beban Puncak (WBP) Hotel Hotel Mercure Pontianak dan

Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta dalam waktu 1 (satu) tahun atau pemakaian 12 (dua belas) bulan yaitu KWH WBP Hotel Mercure Pontianak selama 2 (dua) bulan sedangkan Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta adalah 10 (sepuluh) bulan, maka dapat disimpulkan bahwa pemakaian KWH LWBP Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta juga jauh lebih besar. Sehingga dengan demikian dapat dilihat dengan pemakaian KWH LWBP dan WBP Hotel Ibis Styles Bandara yang jauh lebih besar namun bilang dihitung dari pemakaian KWH yang dibayarkan masih lebih murah Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta.

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Gedung Hotel Mercure Pontianak

Menurut jenisnya, gedung Hotel Mercure Pontianak masuk kedalam jenis gedung Hotel dan Apartemen . Dilihat dari standarisasi yang berlaku, IKE untuk sektor Hotel dan Apartemen memiliki atas 300 kWh/m²/tahun. Berdasarkan data yang ada, Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada gedung Hotel Mercure Pontianak dapat dihitung besarnya dengan persamaan sebagai berikut (SNI 03-6196-2000).

$$IKE = \frac{K_e}{L_b} = \frac{3.041.484}{9405} = 323,390 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}.$$

Setelah dilakukan perhitungan, besarnya IKE gedung Hotel Mercure Pontianak sebesar **323.390 kWh/m²/tahun** . Hal ini menunjukkan bahwa besar IKE pada gedung Hotel Mercure Pontianak berada pada rentang yang lebih tinggi daripada batas sesuai SNI 03-6196-2000 artinya, Hotel Mercure Pontianak perlu melakukan penghematan penggunaan energi. Hal ini disebabkan karena lampur yang digunakan belum LED dan mesin-mesin belum yang Inverter.

Gedung Hotel Ibis Styles Soekarno Hatta

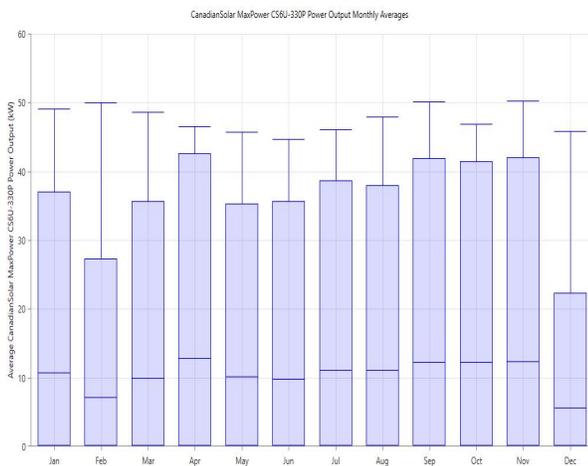
Menurut jenisnya, gedung Hotel Ibis Styles Soekarno Hatta masuk kedalam jenis gedung Hotel dan Apartemen . Dilihat dari standarisasi yang berlaku, IKE untuk sektor Hotel dan Apartemen memiliki atas 300 kWh/m²/tahun. Berdasarkan data yang ada, Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada gedung Hotel Ibis Styles Soekarno Hatta dapat dihitung besarnya dengan persamaan sebagai berikut (SNI 03-6196-2000).

$$IKE = \frac{K_e}{L_b} = \frac{2.296.152}{9410} = 244.012 \text{ kWh/m}^2/\text{tahun}.$$

Setelah dilakukan perhitungan, besarnya IKE gedung Hotel Ibis Styles Soekarno Hatta sebesar **244.012 kWh/m²/tahun**. Hal ini menunjukkan bahwa besar IKE pada gedung Hotel Ibis Styles Soekarno Hatta sesuai SNI 03-6196-2000 artinya, Hotel Ibis Styles Soekarno Hatta harus mempertahankan penghematan penggunaan energi dengan pemeliharaan yang sistematis.

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

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 November merupakan yang tertinggi sedangkan yang terendah pada bulan Desember karena radiasi matahari pada bulan November merupakan yang tertinggi sedangkan pada bulan Desember merupakan yang terendah. Rata-rata energil 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

energy 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 system pembangkit listrik tenaga hybrid sebagai penyedia cadangan energy listrik masyarakat sebesar 221.866 kWh/tahun. Hasil dari total produksi energy selama setahun dari system pembangkit listrik tenaga hybrid dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Komponen	Produksi (kWh)	Effisiensi (%)
Canadian Solar MaxPower CS6U-330P	188.082	84,7
Grid	33.784	15,2
Total	221.866	100

Tabel Total produksi energi listrik

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

$$E_{Totalproduksi} = E_{SolarCell} + E_{Grid} = 188.082 + 33.784 = 221.866 \text{ kWh per tahun}$$

Net present cost (NPC)

Net present cost digunakan untuk mengetahui total biaya keseluruhan yang akan dikeluarkan untuk membangun pembangkit listrik tenaga hybrid (bayu-solar cell). Adapun biaya yang akan dikeluarkan untuk membeli komponen dalam proyek pembangkit listrik tenaga hybrid sebesar Rp.2.789.010.000. Pembagian biaya komponen dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Hasil pembagian biaya *Net present cost*

Untuk menghitung nilai *net present cost* dapat menggunakan rumus pada persamaan *NPC*

$$\begin{aligned}
 &= \text{Capital costs} + \text{Replacement costs} + \text{O\&M costs} + \text{Fuel costs} - \text{salvage} \\
 &= \text{Rp.1.509.222.924} + \text{Rp.733.099.189} + \\
 &\text{Rp.681.753.139} + \text{Rp.0} - \text{Rp.135.065.166} \\
 &= \text{Rp.2.789.010.086}
 \end{aligned}$$

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.215.742.140. Nilai *annualized cost* akan digunakan untuk mengetahui nilai *Cost of energi*. Pembagian biaya tahunan komponen dari desain system dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar Pembagian biaya tahunan komponen Untuk menghitung nilai *annualized cost* dapat menggunakan rumus pada Persamaan dibawah ini.

$$\begin{aligned}
 AC &= \text{Capital costs} + \text{Replacement costs} + \text{O\&M costs} + \text{Fuel costs} - \text{salvage} \\
 &= \text{Rp.116.745.000} + \text{Rp.56.708.431} + \\
 &\text{Rp.52.736.589} + \text{Rp.0} - \text{Rp.10.447.881} \\
 &= \text{Rp.215.742.140}
 \end{aligned}$$

Cost of energi (COE)

Cost of energi dihitung untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan per 1 kWh dari desain sistem. *Cost of energi* yang dihasilkan dari simulasi system *hybrid* menggunakan HOMER sebesar Rp.980,45/kWh. Untuk menghitung nilai *Cost of energi* yang dihasilkan dari system dapat menggunakan rumus pada persamaan.

$$COE = \frac{\text{Total AC}}{\text{Energi total produksi sistem}}$$

$$COE = \frac{\text{Rp.215.742.140}}{221.866} = 972 \text{ per kWh}$$

Berdasarkan perhitungan *cost of energi* diatas diketahui besaran biaya yang dikeluarkan per kWh sebesar Rp. 972/kWh. Hasil optimasi pada *software* HOMER dan perhitungan terjadi perbedaan biaya yang dikeluarkan per kWh sebesar Rp.8.

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 secara keseluruhan sebesar Rp.911 per kWh, sehingga pendapatan per tahun yang dihasilkan pembangkit sebesar:

$$\begin{aligned}
 \text{Pendapatan} &= \text{Total produksi energi} \times \text{harga jual listrik} \\
 &= 221.866 \times 911 \\
 &= 202.119.926,00 \text{ per tahun.}
 \end{aligned}$$

Setelah mengetahui pendapatan yang diperoleh per tahun, kemudian menghitung nilai *payback period*. Untuk mengetahui waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal biaya pembangunan dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini.

$$\begin{aligned}
 \text{Payback period} &= \frac{\text{modal biaya}}{\text{pendapatan}} \\
 &= \frac{2.789.010.086}{202.119.926} \\
 &= 13 \text{ tahun } 8 \text{ bulan}
 \end{aligned}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk pengembalian modal biaya yang dikeluarkan untuk membangun pembangkit listrik tenaga hibrid selama 13 tahun 8 bulan.

KESIMPULAN

Kesimpulan

1. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada gedung Hotel Mercure Pontianak lebih besardaripada Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta. Hotel Mercure Pontianak belum memenuhi Standar IKE yaitu 323,390 kWh/m²/tahun artinya melebihi Standar IKE yaitu 300 kWh/m²/tahun sementara Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta Jakarta memenuhi

Standar IKE 244,012 kWh/m²/tahun yang artinya masih dibawah Strandar IKE 300 kWh/m²/tahun .

2. Penggunaan energi pada Hotel Mercure Pontianak lebih besar dibanding Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta Jakarta dengan selisih sebesar 79.389 kWh/Tahun sementara perbedaan usia bangunan +/- 5 tahun lebih lama Hotel Mercure Pontianak namun luas bangunan dan jumlah kamar Hotel Mercure Pontianak dan Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta Jakarta yang hampir sama.
3. Hasil simulasi menggunakan *Solar cell* diperoleh produksi energi sebesar 221.866 kWh per tahun dengan biaya sebesar Rp. 972/kWh, artinya penghematan energi sebesar 6-8% tahun.

Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan studi lebih lanjut dengan membandingkan lebih dari 2 gedung bahkan dalam satu kawasan tertentu.
2. Penelitian selanjutnya perlu menggunakan data yang persis sama, misalnya jumlah lantai, luas bangunan dan daya terpsang serta umur gedung yang sama, untuk melihat perbedaan IKE.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait penghematan Konsumsi Energi dengan sumber energi energi lainnya.
4. Perlu dilakukan langkah-langkah penghematan energi salah satu cara mengurangi konsumsi energi khususnya pada Hotel Mercure Pontianak adalah mengganti seperti lampu penerangan menggunakan LED dan Perawatan terhadap peralatan Chiller, AHU dan Motor Pompa serta Peralatan Mesin menggunakan VSD (Variable Speed Drive) atau Inverter, serta perawatan dari Peralatan yang digunakan harus sering dilakukan.
5. Untuk perencanaan pada Instalasi Elektrikal Hotel mesti diperhatikan peralatan yang Daya beban harus efisien serta besarnya Daya yang digunakan benar-benar dihitung karena terlihat contoh pada Hotel Mercure Pontianak dan Hotel Ibis Styles bandara Soekarno Hatta jumlah kamar hampir sama dan luasan bangunan juga hampir sama teteapi pada

penentuan Daya terpasang bisa lebih kecil pada Hotel Ibis Styles Bandara Soekarno Hatta +/- 20 % sehingga pemakaian energi bisa sedikit jadi biaya lebih murah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ariodarma, D. (2016). Analisis Potensi PLTH (Surya & Angin) Untuk Penyediaan Energi Listrik Di Pulau Ketapang.
2. Biantoro, A. W., & Permana, D. S. (2017). Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Di Gedung Ab, Kabupaten Tangerang, Banten. *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana*, 6(2), 85-93.
3. Bunga, P. T. (2017). Analisis Biaya Satuan (Unit Cost) Pada Pelayanan Kesehatan Unit Rawat Inap Rumah Sakit Umum Daerah Tora Belo Di Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah. *Katalogis*, 5(5).
4. Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). *Solar Engineering Of Thermal Processes*. John Wiley & Sons.
5. Fonash, S. (2012). *Solar Cell Device Physics*. Elsevier.
6. Foster R., Ghassemi M., Cota A. (2010) "Solar Energy :Renewable Energy And The Environment", Boca Raton, Fl : Crc Press, Taylor & Francis Group, New York.
7. Gultom, T. T. (2015). Pemanfaatan Photovoltaic Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya.
8. Hani, S. (2015). Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan Solar Cell. *Jurnal Teknologi Technoscintia*, 7(2), 157-163.
9. Harga Listrik Pln Per Kwh, (On-Line) Available At [Http://Www.PlN.Co.Id/Statics/Upload/2017/6/Permen-Esdm-No-28-Tahun-2016](http://www.pln.co.id/statics/upload/2017/6/Permen-Esdm-No-28-Tahun-2016).
10. Kananda, K., & Nazir, R. (2013). Konsep Pengaturan Aliran Daya Untuk Plts Tersambung Ke Sistem Grid Pada Rumah Tinggal. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 2(2), 65-71.
11. Kanata, S. (2015). Kajian Ekonomis Pembangkit Hybrid Renewable Energi Menuju Desa Mandiri Energi Di Kabupaten Bone-Bolango. *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, 11(3), 114-122.

12. Kementerian Esdm. (2017) "Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Tahun 2017". Indonesia.
13. Kusakana, K., & Vermaak, H. J. (2014). Cost And Performance Evaluation Of Hydrokinetic-Diesel Hybrid Systems. *Energy Procedia*, 61, 2439-2442.
14. Lucky, V. R. (2012). *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Permintaan Energi Listrik Rumah Tangga Di Sumatera Barat* (Doctoral Dissertation, Universitas Andalas).
15. Pratama, I. D. G. Y. P., Kumara, I. N. S., & Setiawan, I. N. (2018). Potensi Pemanfaatan Atap Gedung Pusat Pemerintahan Kabupaten Badung Untuk Plts Rooftop. *Jurnal Spektrum*, 5(2), 119-128.
16. 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).
17. Razak, I. (2019). Studi Kelayakan Pemasangan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Tenaga Hybrid (Studi Kasus: Desa Gadingsari, Dusun Wonoroto, Bantul).
18. Sari, D. P., & Nazir, R. (2015). Optimalisasi Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Diesel Generator-Photovoltaic Array Menggunakan Homer (Studi Kasus: Desa Sirilogui, Kabupaten Kepulauan Mentawai). *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 4(1), 1-12.
19. Shantia, K., Wibawa, U., & Suyono, H. (2014). Analisis Pemanfaatan Energi Listrik Pada Mesin-Mesin Produksi Divisi Pabrikasi Di Pt Inka Madiun. *Jurnal Mahasiswa Teub*, 2(1).
20. Sihombing, V., Hariyanto, N., & Saodah, S. (2014). Analisis Perhitungan Ekonomi Dan Potensi Penghematan Energi Listrik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Di Pabrik Kelapa Sawit Pt. X. *Reka Elkomika*, 2(2).
21. Sitorus, R. J., & Warman, E. (2013). Studi Kualitas Listrik Dan Perbaikan Faktor Daya Pada Beban Listrik Rumah Tangga Menggunakan Kapasitor. *Singuda Ensikom*, 3(2), 64-69.
22. Wicaksana, M. R., Kumara, I. N. S., & Giriantari, I. A. D. (2019). Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop 158 Kwp Pada Kantor Gubernur Bali. *Jurnal Spektrum*, 6(3), 107-113.
23. Wideasanti, A. A., Hermawan, H., & Karnoto, K. (2013). Analisis Penempatan Sel Surya Pada Atap Setengah Lingkaran Sebagai Aplikasi Sistem Tenaga Off Grid. *Transient*, 2(3), 791-798.