

KAJIAN POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI BANDARA SULTAN ISKANDAR MUDA BANDA ACEH

Istyawan Pryahapsara¹, Muhammad Anka Al Pasha²

^{1,2}Department of Aerospace Engineering, Adisutjipto Aerospace Institute of Technology, Yogyakarta
istyawanpryahapsara@gmail.com¹

Abstract

Sources of electrical energy in Indonesia still use a lot of conversion results from fossil energy such as coal, gas and oil. This fossil energy source is getting less and less and the price keeps going up and contributes a lot of carbon gas emissions that are released into the air, renewable energy, such as solar energy, wind, hydropower, and biomass are alternative energy sources that are environmentally friendly. which needs to be further developed in the future. The author's analysis will take into account the effect of implementing solar panels on several obstacles to the failure of the electricity supply from PLN at Sultan Iskandar Muda International Airport. The purpose of implementing solar panels is to overcome the failure of PLN electricity supply, save electricity costs and reduce carbon gas emissions to the environment in a step to support the concept of an airport with green energy or Eco-Airport, in the calculation method using component analysis, the effect of temperature and also from an economic perspective on the initial investment of the project.

Keywords: Energi, PLN and green energy

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Hal ini menjadikan industri kebandar udara sebagai salah satu industri penghubung yang sangat vital. Ada banyak sekali dampak positif yang dihasilkan, namun tidak sedikit pula dampak negatif yang dihasilkan terhadap lingkungan. Salah satunya suplai listrik PLN yang meskipun tidak langsung menghasilkan dampak lingkungan di Bandar Udara namun sumber pembangkit yang akan berpengaruh terhadap lingkungan. Sebagai salah satu tindakan dalam mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, pemerintah menetapkan aturan yang ditujukan kepada pelaku industri bandar udara untuk menerapkan industri bandar udara yang ramah lingkungan atau disebut juga *Eco-Airport*. Hal tersebut tertuang dalam Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara No.SKEP/124/VI/2009 tentang "Pedoman Pelaksanaan Bandar Udara Ramah Lingkungan atau *Eco-Airport*". Sumber energi listrik di Indonesia masih banyak mempergunakan hasil konversi dari energi fosil seperti batubara, gas dan minyak bumi. Sumber energi fosil ini semakin lama semakin berkurang dan harganya terus naik dan menyumbang tidak sedikit emisi gas karbon yang dilepaskan ke udara. Memasuki abad 21, persediaan minyak dan gas bumi semakin menipis, sementara kebutuhan energi semakin meningkat, utamanya di negara-negara industri meningkat sampai 70% antara tahun 2000 sampai dengan 2030. Di Indonesia cadangan minyak bumi akan tersedia hingga 9,5 tahun mendatang, sementara umur cadangan gas bumi Indonesia mencapai 19,9 tahun, dan cadangan batubara Indonesia saat ini mencapai 38,84 miliar ton maka umur cadangan batubara masih 65 tahun apabila diasumsikan tidak ada temuan cadangan baru. Sumber energi terbarukan (*Renewable Energy*), seperti energi matahari, angin, tenaga air, dan biomassa merupakan sumber - sumber energi alternatif ramah lingkungan yang perlu dikembangkan secara lebih luas di masa mendatang. Pada industri bandar udara kestabilan suplai listrik sangat penting bagi kelancaran operasional penerbangan, dimana seluruh fasilitas yang tergolong *Critical Load* yang vital dalam proses landing dan *take-off* nya sebuah pesawat udara. Sehingga cadangan pembangkit harus tetap mendistribusikan selama beroperasinya Bandar Udara. Berdasarkan dari sumber data penelitian lapangan saat ini Angkasa Pura II Banda Aceh memiliki sistem 3 set generator sinkron sharing load dengan

catu daya sebesar 3000 KVA sebagai sistem cadangan yang masih harus memiliki jeda waktu 10-20 detik apabila terjadi kegagalan suplai listrik PLN seperti undervoltage, namun kinerjanya belum terlalu maksimal. Oleh sebab itu salah satu energi alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah energi matahari, dengan membangun pembangkit listrik tenaga surya dengan sistem PLTS *Hybrid* diharapkan dapat mendistribusikan di saat kendala suplai listrik terjadi, dengan kinerja operasional yang lebih baik, dimana nantinya sistem kerja PLTS yang di lengkapi dengan baterai akan membackup saat terjadi *Critical Load*. Untuk Intensitas radiasi matahari di area bandara di rasa cukup untuk membuat sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan rata-rata intensitas radiasi pertahun sebesar 1757.1 kWh/m², dan 4.8 kWh/m² perhari

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini metode yang digunakan yaitu :

- a. Analisis Sistem Pembangkit
Analisis ini adalah memperhitungkan faktor-faktor pengaruh dari instalasi pembangkit dari segi wilayah, salah satunya diawali dengan meliha intensitas radiasi matahari di area sekitar proyek, sebagai sumber dan informasi radiasi matahari penulis mengacu pada data roadmap yang tersedia sebagai acuan yaitu Global Solar Atlas.
- b. Analisis Ekonomi
Analisis ekonomi dilakukan berdasarkan nilai investasi dan cost awal proyek. Pada Analisis diperhitungkan biaya awal komponen dari proyek.
- c. Analisis Kelayakan (*payback periode dan Net Cash Flow*)
 - 1) Kelayakan Investasi Dasar Tarif
 - 2) Kelayakan Investasi Dasar Perhitungan COE

3. Pengolahan Data dan Pembahasan

Seluruh biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan system PLTS hingga operasi dan pemeliharaannya sering disebut sebagai *Life Cycle Cost* (LCC) atau biaya siklus hidup. LLC dalam penelitian ini di bagi menjadi 2 komponen biaya, yaitu investasi awal dan biaya tahunan. Nilai investasi awal diperlihatkan dalam Table 4.3 Nilai Investasi Awal PLTS.

a. Investasi Awal (*Initial Investment*)

Nilai investasi awal atau *Initial Investment* diasumsikan dari data komponen dan harga pada penelitian Mengacu pada data tersebut data diolah dan disesuaikan dengan jumlah komponen yang akan digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Bandara Sultan Iskandar Muda pada tabel 1

Tabel 1. Nilai Investasi Awal PLTS

No	Komponen	Jumlah	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Subtotal harga (Rp)
A. Komponen Utama					
1	Panel Surya TSM-DEG15M	192	Unit	3.217.890,00	617.840.000,00
2	Inverter Growatt 33000TL3-S	11	Unit	43.000.000,00	231.000.000,00
3	Baterai Lifepo4 48V 100Ah Lithium	88	Unit	7.000.000,00	616.000.000,00
Total Harga A					1.281.140.000,00

B. Komponen Sistem Penyangga					
3	Alumium Rail 4200 mm	85	Batang	220.000,00	18.700.000,00
4	Alumium Rail 3300 mm	9	Batang	210.000,00	1.890.000,00
5	Alumium Rail 2100 mm	9	Batang	157.000,00	1.413.000,00
6	L Feet Bracket 85 x 40 mm	505	Pcs	25.000,00	12.625.000,00
7	Hanger Bolt M8 x 100 mm	505	Pcs	1.650,00	833.250,00
8	Rail Join Splice	83	Pcs	25.000,00	2.075.000,00
9	Mid Clamp 40 mm	386	Pcs	15.500,00	5.983.000,00
10	End Clamp 40 mm	58	Pcs	14.500,00	841.000,00
11	Grounding Lug	211	Pcs	30.000,00	6.330.000,00
Total Harga B					50.690.250,00
C. Perangkat Proteksi Sisi DC					
12	Panel Box 30 x 40 x 17 cm	2	Pcs	885.000,00	1.770.000,00
13	Fuse Link 15 A + Fuse Holder 30A	11	Pcs	74.000,00	814.000,00
14	DC MCB 4P 40A 1000V	4	Pcs	399.000,00	1.596.000,00
C	DC SPD 3P 40KA 1000V	4	Pcs	446.600,00	1.786.400,00
Total Harga C					5.966.400,00
D. Perangkat Proteksi Sisi AC					
16	Panel Box 60 x 40 x 18 cm	1	Pcs	216.000,00	216.000,00
17	MCB 3 Phase 4P 63A	2	Pcs	795.000,00	1.590.000,00
18	MCCB 3 Phase 3P 300A	1	Pcs	860.000,00	860.000,00
19	AC SPD 3 Phase 4P 40kA	1	Pcs	999.000,00	999.000,00
20	Digital Energy Meter	2	Pcs	2.520.000,00	5.040.000,00
21	Panel Distribusi 150 kVA	1	Paket	6.750.000,00	6.750.000,00
Total Harga D					15.455.000,00
E. Perkabelan					
22	Kabel NYAF 4 mm ² (B & R)	3	Roll	646.800,00	1.940.400,00
23	Kabel NYAF 10 mm ² (B & R)	2	Roll	3.800.000,00	7.600.000,00
24	Kabel NYY 4 x 16	10	Roll	230.000,00	2.300.000,00
25	Kabel BC 25 mm ²	300	Meter	20.900,00	6.270.000,00
26	Kabel NYAF 10 mm ² (Y/G)	1	Roll	1.593.900,00	1.593.900,00
27	Kabel NYA 1 x 16 mm ² (Y/G)	50	Meter	25.000,00	1.250.000,00
Total Harga E					20.954.300,00
F. Komponen/Peralatan Lainnya					
28	Konektor MC4 4 mm ²	192	Pcs	15.000,00	2.880.000,00
29	Klip Kabel 10 mm	489	Pcs	7.500,00	3.667.000,00

30	Terminal Block Kabel 10 mm ²	7	Pcs	18.000,00	126.000,00
31	Gland Kabel PG 9	50	Pcs	900,00	45.000,00
32	Flexible Conduit 3/4" Liquid Tight	4	Roll	35.000,00	140.000,00
33	Kabel Skun Ring 4 mm + Isolasi	3	Pcs	28.440,00	85.320,00
34	Kabel Skun Ring 4 mm + Isolasi	3	Pcs	28.440,00	85.320,00
35	Din Rail MCB 1 meter	10	Batang	15.000,00	150.000,00
36	Busbar Plat Tembaga 40 cm	5	Batang	145.000,00	725.000,00
37	Grounding Bar Tembaga	3	Batang	36.500,00	109.500,00
38	Jasa Distribusi Barang, Jasa instalasi	340	kWp	1.500.000,00	510.000.000,00
39	Belanja tidak terduga (5% investasi awal)	1	Lot	.565.000,00	41.565.000,00
				Total	1.931.105.770,00

Dari tabel di atas total nilai investasi awal dari keseluruhan komponen PLTS adalah sebesar Rp.1.931.105.770,00.

b. Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Standar nilai biaya operasional dan pemeliharaan ($C_{cost,total}$) PLTS per tahun per kWp terpasang berkisar antara USD12 – USD15. Berdasarkan Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat kementerian ESDM. Dalam rincian biaya proyek harus memasukkan kontijensi dan jaminan penyelesaian yang nilai standarnya adalah 1% dari total biaya dengan setidaknya dicadangkan sebagai *loss in mounting structure* dan *loss in solar panel*, sementara standar *lifetime* PLTS adalah 25 tahun. Maka biaya O&M adalah 1% dari biaya investasi awal yakni Rp. 19.311.057,7/tahun. Total biaya operasional dan pemeliharaan selama *lifetime system* PLTS. Menurut (Sardi Salim, dkk. 2022) total O&M *cost* dapat biaya operasional dan pemeliharaan didapatkan aliran kas masuk setelah dikurang dengan aliran kas keluar di tahun ke 25 yakni sebesar Rp. 482.776.442,5 dan dari hasil perhitungan *Net Cash Flow* (CF) didapatkan aliran kas masuk setelah dikurang dengan aliran kas keluar yakni sebesar Rp. 24.825.164 Metode Net Present Value (NPV) dasar perhitungan LWBP atau tarif dasar terlihat bahwa total nilai kas sampai akhir masa pakai PLTS (*lifetime*), yakni pada tahun ke-25 adalah sebesar Rp. 350.283.076,74. NPV PLTS yang direncanakan dalam penelitian ini dapat :

$$NPV = NCF_t - \text{Initial Investment} \quad (1)$$

Dimana:

NCF_t : Rp. 350.283.076,74 (tahun ke 25)

Initial Investment : Rp. 1.498.805.770,00

Maka:

NPV = Rp. 350.283.076,74 (tahun ke 25) – Rp. 1.498.805.770,00

= Rp. -1.148.552.693,26

4. Kesimpulan

Dengan total keseluruhan beban fasilitas bandara, pada kajian ini lebih melokalisir kepada beban *Critical Load*, yaitu beban APP, dan Runway dengan total beban 321.790 Watt. Dalam spesifikasi dan keadaan lapangan yang mana telah diperhitungkan pengaruh suhu di dapatkan efisiensi modul surya tipe TSM-DEG15M berkapasitas 410 Wp adalah 19,94%. Dan dibutuhkan luas area sebesar 396,93 m² dan dibutuhkan Modul Surya sebanyak 192 unit dan dengan inverter berkapasitas 33.000 Watt berjumlah 11 buah, Baterai 88 buah. Dan daya yang dapat di suplai PLTS dengan penyimpanan baterai adalah. 337.879 Wh. Nilai investasi awal atau modal proyek pembangunan PLTS dalam pengadaan *plant and equipment* atau asset memakan biaya sebesar Rp. 1.931.105.770,00 dan biaya operasional pertahunnya adalah 1% dari total modal yakni Rp. 19.311.057,7. Dengan jangka waktu umur PLTS adalah 25 tahun, maka dengan metode *Payback Periode* (PP) dana investasi akan dapat di kembalikan selama 77,7 tahun sehingga dinyatakan tidak layak (*unfeasible*) karena dana tidak dapat dikembalikan lebih singkat dari umur pakai PLTS. Namun dengan metode *Net Present Value* (NPV) dengan suku bunga 5% hingga tahun ke-25 dikurang biaya modal awal didapatkan NCFt = Rp. – 1.148.552.693,26 dimana nilai NPV < 0 sehingga proyek akan mengalami kerugian dan dinyatakan tidak layak (*unfeasible*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zakiati, (2018) “Perbandingan Biaya Beban Listrik yang disuplai oleh PT PLN dengan beban generator set di Bandara Sultan Iskandar muda, Banda Aceh”, 2018.
- [2] I Wayan Sukadana, dkk, (2022) “Proyeksi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dalam mendukung Program *Ecogreen Airport* di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai Bali”.
- [3] Jatmiko Hadin P, (2016), “Analisis kebutuhan energi listrik di daerah Kulon Progo”.
- [4] Eka Sulistiawati, dkk (2019) “Analisis Tingkat Efisiensi Energi Dalam Penerapan Solar Panel Pada Atap Rumah Tinggal”.
- [5] Septian Rianto, (2020) “Optimalisasi PLTD Legon Bajak Menggunakan PLTS *On-Grid* 800 kWp Dalam Upaya Penghematan Konsumsi Bahan Bakar (Studi kasus di Karimunjawa).
- [6] Sri Mulyani , (2015)“Ecological engineering”.
- [7] A. R. F. S. P. Hasyim Asy’ari, (2015) “Pemanfaatan Solar Cell Dengan PLN Sebagai Sumber Energi Listrik Rumah Tangga,” Jurnal Emitter.
- [8] Emilia Roza, M. Mujirudin, (2019) “Perancangan Pembangkit Tenaga Surya Fakultas Teknik UHAMKA”.
- [9] N. M. Karmiathi, (2011) “Rancang Bangun Modul Solar Cell Dengan Memanfaatkan Komponen,” Jurnal Logic, p. 45.
- [10] Syahrial Yudistira, dkk, (2019) “Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Di Pulau Liukang Loe Desa Bira Kecamatan Botohbahari Kabupaten Bulukumba”
- [11] Ing Bagus Ramadhani, (2018)“Buku Panduan Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya”, Dirjen EBTKE, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) Republik Indonesia, Jakarta.
- [12] Rizki Firmansyah Setya Budi, (2013) “Perhitungan Faktor Emisi CO2 PLTU BATUARA dan PLTN”.
- [13] Maritha Nilam Kusuma, (2015) “FAKTOR EMISI ENERGI TIDAK