

Analisis Tekno-Ekonomi Pengembangan Photovoltaic Pada Gedung Politeknik Jambi

Sepdian¹, Puspita Ayu Armi²

[#] Teknik Listrik, Politeknik Jambi, Jl. Lingkar Barat 2, Lrg Veteran, Alam Barajo, Jambi, 36129, Indonesia
E-mail: sepdian@politeknikjambi.ac.id

Abstrak— Penelitian ini menawarkan pemanfaatan sumber daya energi yang tidak akan pernah habis (terbarukan), tetapi untuk membangun sistem pembangkit pv itu membutuhkan biaya yang cukup besar sehingga perlukan analisis terkait dengan dampak tekno-ekonomi terhadap keberdaaan pembangkit pv. Penelitian berkaitan dengan analisis tekno-ekonomi sistem pembangkit pv pada gedung politeknik jambi (poljam), tujuan dari penelitian ini adalah merancang system pembangkit pv sekaligus menganalisa dampak tekno-ekonomi sesuai dengan kebutuhan energi listrik sebesar 66 kwh (PLN) dengan pemakaian rata rata 6 kw/jam yang diperlukan pada gedung politeknik jambi dengan pembayaran bulanan mencapai +- rp. 7.000.000. Per bulannya, analisis tekno-ekonomi dilakukan menggunakan *software retscreen* untuk mengetahui kebutuhan biaya dan jangka waktu Return Of Investment (ROI) berkaitan dengan pembangunan pembangkit pv pada gedung politeknik jambi.

Kata Kunci --- Photovoltaik (PV), Analisa Tekno-Ekonomi, *Retscreen*.

I. PENDAHULUAN

Pembangkit photovoltaic (PV) menjadi pilihan yang ditawarkan karena pemanfaatan sumber daya energi yang tidak akan pernah habis dan PV juga cocok digunakan dalam kondisi iklim di Propinsi Jambi dengan rata – rata mendapatkan sinar matahari 8 jam per hari, selain Politeknik Jambi (POLJAM) PV ini juga bisa digunakan untuk fasilitas umum seperti penerangan jalan umum, stasiun terminal sarana Pendidikan lainnya.

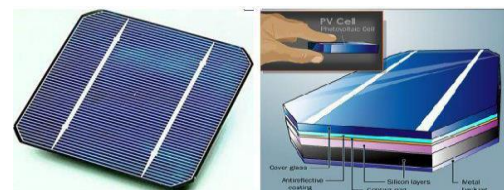
Untuk membangun pembangkit PV masih terkendala dengan biaya pembangunan PV yang lumayan besar, oleh karena itu penelitian ini menawarkan penghitungan jangka waktu biaya balik modal untuk pembangunan PV. Dalam menganalisis tekno ekonomi harus mempertimbangkan kebutuhan energi listrik dan gedung, termasuk juga peralatan yang digunakan dan tersedianya energy, oleh karenanya itu diperlukan *software RETScreen*

Beberapa penelitian tentang Analisis Tekno-Ekonomi Pembangkit PV menggunakan *software RETScreen* sebagai yang telah dilakukan pada penelitian [1,2,3], namun hasil penelitian tidak dapat dijadikan acuan dalam membangun sistem PV berkaitan dengan model pembangkit, keadaan geografi termasuk juga kebutuhan teknis yang dibutuhkan. Perbedaan model pembangkit PV dan ketersediaan energi matahari akan berdampak pada perbedaan analisa teknis dan finansial dari sistem PV yang disesuaikan dengan kebutuhan energi dari gedung.

Penelitian yang dilakukan penelitian ini berkaitan dengan simulasi teknis dan ekonomi dari sistim PV yang dirancang untuk pembangkit listrik pada Politeknik Jambi dengan *software RETScreen*. Analisa teknis berkaitan dengan kapasitas dari pembangkit dan kebutuhan energi listrik Politeknik Jambi sedangkan analisa finansial berkaitan dengan pembiayaan sistem PV dan return of investement pembiayaan pemasangan PV.

II. TINJAUAN PUSTAKA

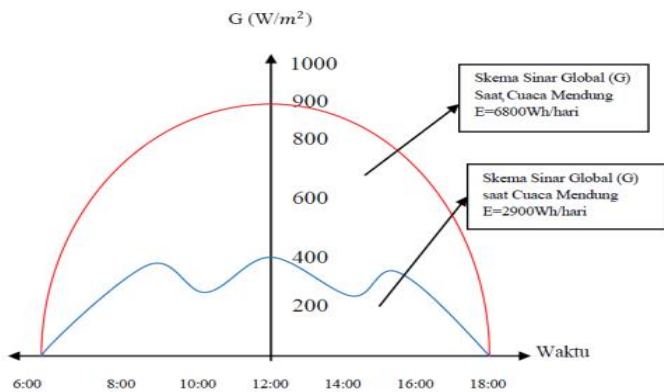
A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya



Gambar 1. Sel Surya (Size 10 X10mm)

Potensi tenaga surya Indonesia secara umum ada pada tingkat satisfy (cukup). Hal ini tentunya dapat menjadi salah satu patokan kita dalam menyusun perencanaan energy di masa depan. Selain itu potensi ini setidaknya dapat menjadi penyejuk di tengah panasnya isu krisis listrik yang selama ini menghantui Indonesia. Suplai energy surya dari matahari yang di terima oleh permukaan bumi sangat luar biasa besarnya yaitu mencapai 3 X 10²⁴ joule pertahun, energy ini setara dengan 2 X 10¹⁷ Watt. Jumlah energy sebesar itu setara dengan menutup 0,1 persen saja permukaan bumi dengan divais solar sel yang memiliki

efisiensi 10% sudah mampu untuk menutupi kekurangan kebutuhan energy diseluruh dunia saat ini. [1]



Gambar 2. Skema sinar global

Tenaga matahari dapat diubah menjadi tenaga listrik dengan dua cara yakni:

1) *Photovoltaic (PV device)*: atau solar cell, yaitu mengubah cahaya matahari langsung menjadi listrik. Cara ini umumnya digunakan di daerah terpencil yang belum ada jaringan listrik konvensional. Penggunaan photovoltaic banyak digunakan untuk kakulator, jam tangan, rambu-rambu jalan, lampu penerangan taman, dan sebagainya.

2) *Solar panel plant*: sistem ini tidak secara langsung menghasilkan listrik yaitu panas yang dihasilkan alat pengumpul panas matahari digunakan untuk memanaskan suatu cairan sehingga menghasilkan tenaga uap untuk tenaga generator.

B. Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Energi angin adalah sama halnya dengan energi surya, yaitu merupakan salah satu dari energi alternatif non fosil yang bersifat renewable dimana ketersediaanya di alam ini sangat berlimpah. Syarat-syarat dan kondisi angin yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel I. Tabel kondisi angin yang ideal sebagai pembangkit listrik tenaga angin [1]

TABEL KONDISI ANGIN			
Kelas Angin	Kecepatan Angin m/d	Kecepatan Angin Km/jam	Kecepatan Angin Knot/ jam
1	0.3-1.5	1-5.4	0.58-2.92
2	1.6-3.3	5.5-11.9	3.11-6.42
3	3.4-5.4	12.0-19.5	6.61-10.5
4	5.5-7.9	19.6-28.5	10.7-15.4
5	8.0-10.7	28.6-38.5	15.6-20.8
6	10.8-13.8	38.6-49.7	21-26.8
7	13.9-17.1	49.8-61.5	27-33.3
8	17.2-20.7	61.6-74.5	33.5-40.3
9	20.8-24.4	74.6-87.9	40.5-47.5
10	24.5-28.4	88.0-102.3	47.7-55.3

III. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini berdasarkan tahapan yang telah direncanakan sesuai dengan alur penelitian dimana tahapan tahapannya Sebagai berikut :

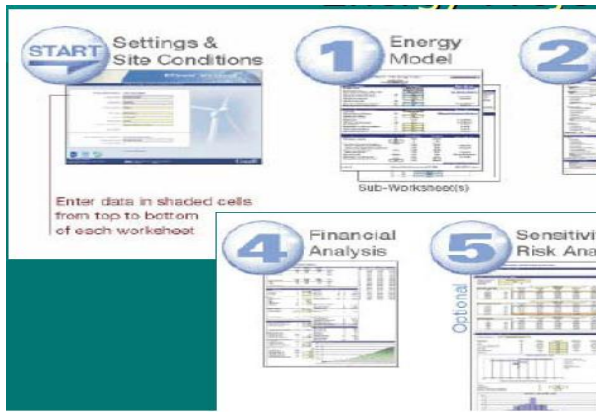
- a. **survey lapangan**
untuk kelayakan pengujian dan pengukuran kapasitas rata rata cahaya matahari yang dapat diserap per hari,
- b. **mengumpulkan data,**
Tahap Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data konsumsi listrik bulanan atau tagihan listrik yang telah dibayarkan oleh politeknik jambi dalam jangka waktu satu tahun terakhir. Data tersebut sebagai informasi dari total konsumsi daya listrik dan daya minimum yang harus tersedia di politeknik jambi dalam tiap bulannya, sekaligus sebagai bahan perbandingan untuk analisis finansial dari sistem pembangkit yang ditawarkan dengan mengumpulkan data tagihan PLN pada gedung politeknik Jambi tiap bulannya yang mencakup jumlah KWh yang terpakai [11] :

- c. **menganalisa data,**
tahap analisa data dilakukan penghitungan data data yang didapat dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Daya terpakai Per hari} = \frac{\text{Jumlah beban (Watt)} \times \text{Waktu pemakai (Jam)}}{\text{Waktu pemakai (Jam)}}$$

Data Energi listrik tiap bulan= $\text{daya terpakai perhari} \times 30 \text{ hari}$
 Total daya (Wj) = Jumlah beban x Kapasitas beban x Waktu pemakaian

- d. **analisis sistim perancangan PV**
tahap analisis system ini dilakukan analisis penggunaan bahan dari PV yang akan dihitung waktu Return Of Investment (ROI) dari pemasangan PV tersebut
- e. **software RETScreen [6].**
Sebagai bagian dari *software RETScreen Clean Energy Project Analisis*, lembar kerja mulai digunakan untuk memasukkan informasi umum tentang proyek, serta kondisi referensi situs mengenai iklim. Itu juga digunakan untuk memilih pengaturan standar yang digunakan untuk melakukan analisis



Gambar 1. 5-Langkah Standar Analisa Energi Terbarukan [10]

Mesin photocopy 1,3

Tabel 4.3 Data Konsumsi Daya Listrik Lantai 3

Penggunaan daya	Jumlah daya (KW)	Total daya (KW)
AC	5,884	8,558
Kipas	0,55	
Komputer	-	
Lampu	1,118	
Proyektor	1,35	

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Data Komsumsi Daya Listrik Politeknik Jambi

Sumber yang di dapat dari hasil survei di kampus Politeknik Jambi pada Bulan Juli 2019. Total daya yang ada pada kampus politeknik jambi dapat dilihat pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3 dimana masing-masing tabel terlihat data tiap lantai pada gedung politeknik jambi:

Tabel 4.1 Data Konsumsi Daya Listrik Lantai 1

No	Penggunaan daya	Jumlah daya (KW)	Total daya (KW)
1	AC	12,503	21,407
2	Kipas	0,77	
3	Komputer	4,95	
4	Lampu	2,766	
5	TV	0,068	
6	Dispenser	0,35	

Tabel 2 Data Konsumsi Daya Listrik Lantai 2

No	Penggunaan daya	Jumlah daya (KW)	Total daya (KW)
1	AC	18,02	38,897
2	Kipas	0,385	
3	Komputer	14,85	
4	Lampu	2,574	
5	TV	0,068	
6	Dispenser	0,35	
7	Proyektor	1,35	

Tabel 4.4 Data Konsumsi Daya Listrik Lain – Lain

No	Penggunaan daya	Jumlah daya (KW)	Total daya (KW)
1	TV	0,116	4,039
2	Lampu	0,268	
3	Komputer	2,385	
4	Motor Listrik	0,75	

Dari table diatas dapat dihitung jika semua komponen yang menggunakan daya listrik kita gunakan maka jumlah semua daya listrik yang dikonsumsi oleh politeknik jambi sebanyak 72,901 KW.

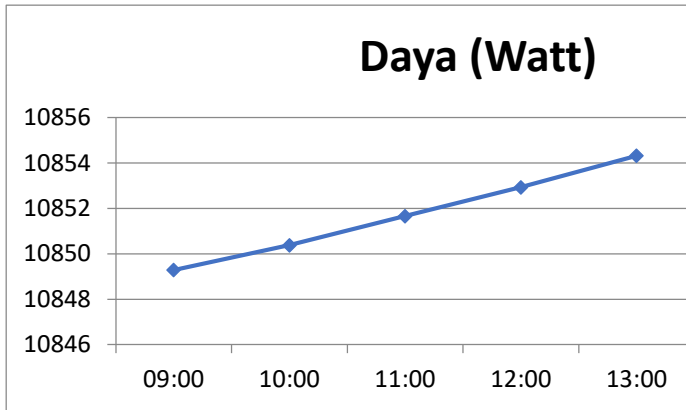
b. Data Penggunaan Harian Pada Kampus Politeknik Jambi

Data pemakaian daya harian pada gedung politeknik jambi adalah data real yang diambil saat kampus sedang operasi sebagai berikut :

Tabel 5. Pemakaian Daya Harian Pada Gedung Politeknik Jambi

Jam	Vr (Volt)	Ir (Amper)	Cos Ø	Frekuensi (Hz)	Daya (KWh)
9:00	223	1.26	0.99	49.42	10849.29

10:00	224	1.33	0.98	49.77	10850.38
11:00	221.8	1.43	0.97	50.08	10851.66
12:00	226.7	1.28	0.99	49.82	10852.93
13:00	223.5	0.79	0.98	49.97	10854.32



Gambar 2. Grafik Pemakaian Daya Harian Pada Gedung Politeknik Jambi

Dari hasil pengolahan data daya pemakaian harian gedung Politeknik Jambi dapat dilihat rata – rata pemakaian adalah 1 KWh.

c. Analisa Kebutuhan Daya Perhari

Untuk menghitung kebutuhan pemakain daya listrik pada gedung politeknik selama satu bulan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} & \text{Total pemakaian Daya (kWh)/bulan} \\ &= \frac{\text{total pembayaran PLN/Bulan}}{\text{Tarif Dasar} \frac{\text{PLN}}{1} \text{KWh}} \\ &= \frac{7.000.000}{1.467,28/\text{KWh}} \\ &= 4.770,72 \text{ kWh/Bulan} \end{aligned}$$

Maka kebutuhan konsumsi daya listrik pada gedung politeknik jambi perbulan adalah 4.770,72 kWh

Dari data konsumsi daya perbulan dapat kita sederhanakan menjadi konsumsi perhari menjadi 4.770,72 kW/30 hari = 159,424 kW/hari. Estimasi Energi yang hilang pada Sistem PV= 30 % Energi yang dibutuhkan PV = 1,3 x konsumsi daya per hari

$$\begin{aligned} &= 1,3 \times 159,424 \\ &= 207,25 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

d. Total Daya Puncak Modul PV dan Jumlah Panel

Untuk menentukan total daya puncak dari modul photovoltaik (Wp) sama dengan energi yang dibutuhkan pv perhari dibagi dengan *Panel Generation Factor (PGF)*

$$\begin{aligned} \text{PGF} &= \text{Panel generation factor} \\ \text{Wp} &= \frac{\text{Energi yang dibutuhkan PV/Hari}}{\text{PGF}} \\ &= \frac{207,25 \text{ KWh/hari}}{0.32} = 647.65 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah panel PV yang dibutuhkan} &= \frac{\text{wp}}{\text{Wp Module PV}} \\ &= \frac{64765}{230} = 281.6 \approx 282 \text{ panel} \end{aligned}$$

e. Analisa Biaya Dan Finansial Sistem PV Menggunakan Software RETScreen

1. Biaya Pembangunan

Development				
Contract negotiations	p-d			IDR -
Permits & approvals	p-d	1	IDR 3.000.000	IDR 3.000.000
Site survey & land rights	p-d			IDR -
GHG validation & registration	project			IDR -
Project financing	p-d			IDR -
Legal & accounting	p-d			IDR -
Project management	p-d	20	IDR 500.000	IDR 10.000.000
Travel & accommodation	p-trip			IDR -
Other - Electricity Connection	cost	1	IDR 500.000	IDR 500.000
Credit-Base case system	credit	1		IDR -
Subtotal:				IDR 13.500.000 3,6%

Gambar 3. Biaya Pembangunan

2. Biaya Teknik

Engineering				
Site & building design	p-d			IDR -
Mechanical design	p-d	7	IDR 150.000	IDR 1.050.000
Electrical design	p-d	30	IDR 130.000	IDR 3.900.000
Civil design	p-d	30	IDR 150.000	IDR 4.500.000
Tenders & contracting	p-d	4	IDR 50.000	IDR 200.000
Construction supervision	p-d	8	IDR 50.000	IDR 400.000
Other - Engineering	cost	1		IDR -
Credit-Base case system	credit	1		IDR -
Subtotal:				IDR 10.050.000 2,7%

Gambar 4. Biaya Teknik

3. Biaya Sistem Pembangkit

Power system				
Photovoltaic	kW	135,00	IDR 13.000	IDR 1.755.000
Road construction	km			IDR -
Transmission line	km			IDR -
Substation	project			IDR -
Energy efficiency measures	project			IDR -
Batteries	cost	214	IDR 1.400.000	IDR 299.600.000
	credit			IDR -
Subtotal:				IDR 301.355.000 80,2%

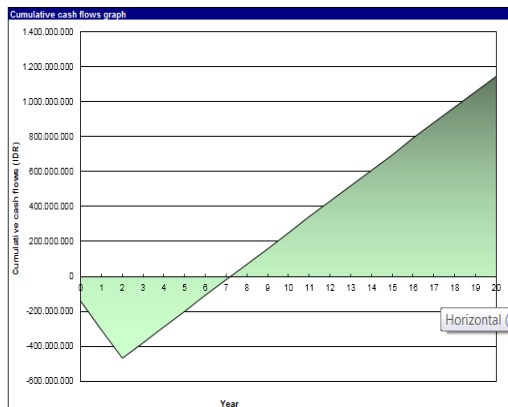
Gambar 5 Biaya Sistem Pembangkit

4. Biaya Keseimbangan Sistem dan Lain Lain

Balance of system & miscellaneous		Photovoltaic		
Specific project costs				
Inverter	kW	200	IDR 130.000	IDR 26.000.000
Collector support structure	m ²			-
Installation	project	1	IDR 1.500.000	IDR 1.500.000
Building & yard construction	m ²			-
Spare parts	%	10,0%	IDR 100.000.000	IDR 10.000.000
Transportation	project			-
Training & commissioning	p-d			-
Installation	cost			-
Contingencies	%		IDR 610.500.001	IDR -
Interest during construction			IDR 610.500.001	IDR -
Subtotal		Enter number of months		IDR 37.600.000 6,1%
Total initial costs				IDR 610.500.001 100,0%

Gambar 6. Biaya keseimbangan Sistem dan Lain – Lain

5. waktu Return Of Investment (ROI)



GAMBAR 6. GRAFIK WAKTU RETUN OF INVESTMEN (ROI)

V. KESIMPULAN

Dari data konsumsi listrik harian yang ada di politeknik jambi menunjukkan bahwa kebutuhan energi listrik tiap harinya sebesar 159,424 kW/hari sehingga sistem pembangkit listrik *photovoltaic* yang dapat dibangun pada skala 207,65 kW/hari, dengan asumsi faktor loss daya 30%. Sedangkan, berdasarkan analisa menggunakan *software RETScreen* kebutuhan untuk membangun sistem pembangkit photo voltaic dibutuhkan dana IDR 610.500.000. dan prediksi untuk waktu Return Of Investment (ROI) pembangunan system PV selama 7 tahun

NOMENKLATUR

I	arus listrik	ampere
V	tegangan listrik	volt
WP	Daya PV	watt
PGF	Panel generation factor	
kWh	Kilo Watt Hourse	VA

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Vijayalekshmy, G. R. Bindu, and S. R. Iyer, “Estimation of power losses in photovoltaic array configurations under moving cloud conditions,” *Proc. - 2014 4th Int. Conf. Adv. Comput. Commun. ICACC 2014*, vol. I, pp. 366–369, 2014.

[2] A. Sasitharanuwat, W. Rakwichian, N. Ketjoy, and W. Suponthana, “10 kW Multi Photovoltaic Cell Stand-alone / Grid Connected System for Office Building,” *naresuan Univ.*, pp. 638–639, 2005.

[3] H. Jahankhani and A. Hosseinian-far, “Efficiency Analysis of the Photovoltaic Systems for Carbon Footprint Reduction (Case Study : University of East London),” *wsforum*, pp. 1–10, 2011.

[4] T. Tin, B. K. Sovacool, D. Blake, P. Magill, S. El, S. Lidstrom, K. Ishizawa, and J. Berte, “Energy efficiency and renewable energy under extreme conditions : Case studies from Antarctica,” *Elsevier*, pp. 1–9, 2009.

[5] M. Chandel, G. D. Agrawal, S. Mathur, and A. Mathur, “Case Studies in Thermal Engineering Techno-economic analysis of solar photovoltaic power plant for garment zone of Jaipur city,” *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 2, pp. 1–7, 2014.

[6] D. Dwivedy, “Study of Cost Analysis and Emission Analysis for Grid Connected PV Systems using RETSCREEN 4 Simulation Software,” *IJERT ISSN 2278-0181*, vol. 4, no. 04, pp. 203–207, 2015.

[7] S. J. Park, J. H. Shin, J. H. Park, and H. J. Jeon, “Dynamic analysis and controller design for standalone operation of photovoltaic power conditioners with energy storage,” *J. Electr. Eng. Technol.*, vol. 9, no. 6, pp. 2004–2012, 2014.

[8] Kementerian ESDM, “RUPTL PLN 2016-2025.pdf.” 2016.

[9] R. Swaroop and P. K. Sadhu, “Feasibility Analysis of Photovoltaic System for Green house using Energy Analysis Software,” *IJERT ISSN 2278-0181*, vol. 2, no. 11, pp. 386–391, 2013.

[10] J. Leboyer, “A Quick Review on RETScreen,” Madison, 2013.

Sepdian, “Simulasi Tekno-Ekonomi Pengembangan PV pada Gedung” *Surya Teknika ISSN : 2354-6751, Vol 5, No 01, 2017*