

ANALISIS EKONOMI PENGGUNAAN PLTS SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF HYDROFARM BERBASIS IoT

Steven Lumban Gaol¹, Fitriani Said², Abil Huda³

^{1,2,3}Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

¹stevenlumban11@gmail.com

²fitrianiubt22@gmail.com

³aby16666@gmail.com

Abstract—Hydrofarm is a modern farming technique by utilizing water. The pump motor controlled using IoT is used as a water supply so that the needs of the hydrofarm are met, but if the electrical equipment relies on electricity from state-owned electricity company (PLN), the bill will be expensive, therefore another source of electricity is required, namely Solar Power Plant (PLTS). The purpose of this research was to analyze the economic aspects of the PLTS system that was built. This type of research was quantitative research. This research was conducted from November 2023 to March 2024 and used primary data and secondary data analyzed with Microsoft Excel. The results of the research were to determine the cost and financial aspects. In the cost aspect, the initial cost was IDR 7.159.000, the life cycle cost for 10 years was IDR 9.897.061, producing 468.9kWh of energy with an electricity tariff of IDR 2.743 and internet costs for 10 years of IDR 12.383,28. In the financial aspect, the results revealed a positive NPV value of IDR 1.780.583.813 and an IRR value of 11%, with these results the project in this study is feasible / profitable.

Keywords: Hydrofarm, Solar Power Plant, Economic Aspects

Intisari—Hydrofarm merupakan teknik bercocok tanam yang modern dengan memanfaatkan air. Motor pompa yang dikontrol menggunakan IoT dimanfaatkan sebagai penyuplai air agar kebutuhan hydrofarm terpenuhi, namun peralatan listrik tersebut apabila mengandalkan listrik dari PLN maka tagihan akan mahal, oleh karena itu diperlukan sumber listrik lain yaitu PLTS. Tujuan penelitian ini agar dapat menganalisis aspek ekonomi dari sistem PLTS yang dibangun. Penelitian dikategorikan penelitian kuantitatif, mulai dikerjakan pada bulan November 2023 hingga Maret 2024, dimana data primer dan juga data sekunder dianalisis dengan aplikasi microsoft excel. Hasil dari penelitian yaitu mengetahui aspek biaya dan aspek finansial. Pada aspek biaya seperti biaya awal (Initial Cost) sebesar Rp 7.159.000, biaya siklus hidup (Life Cycle Cost) selama 10 tahun sebesar Rp 9.897.061, energi yang dihasilkan sebesar 468,9kWh dengan tarif listrik sebesar Rp 2743 dan biaya internet selama 10 tahun sebesar Rp 12.383,28. Pada aspek finansial mendapatkan nilai NPV positif sebesar Rp 1.780.583,813 dan nilai IRR sebesar 11% dengan hasil tersebut proyek pada penelitian ini dapat dikatakan layak/menguntungkan.

Kata Kunci ; Hydrofarm, PLTS, Aspek Ekonomi

I. PENDAHULUAN

Hydrofarm atau yang biasa disebut budidaya tanaman merupakan salah satu bidang pertanian yang modern dengan memanfaatkan air tanpa memakai tanah. Hal itu bermula karena adanya beberapa masyarakat yang hendak

mencoba bercocok tanam tetapi terkendala karena lahan, sehingga dengan membuat hydrofarm mereka dapat menjual ataupun menikmati hasil budidaya tanaman mereka yang kualitasnya tidak kalah bagusnya dari hasil budidaya yang menggunakan tanah. Selain itu waktu yang sangat sedikit untuk mengolah budidaya tanaman dikarenakan kesibukan untuk menyelesaikan tuntutan pekerjaan juga merupakan kendala yang sangat banyak didapatkan. Oleh sebab itu, hydrofarm sangat bisa diandalkan karena dapat dikontrol dari jarak jauh dengan menggunakan IoT (Internet of Things). Agar dapat mengontrol hydrofarm seperti nutrisi, ketinggian dan pH air maka membutuhkan alat-alat yang mendukung, tentunya alat-alat tersebut memakai energi listrik agar dapat bekerja. Hal ini juga menjadi perhatian yang sangat perlu dipertimbangkan, sebab apabila mengandalkan PLN sebagai penyuplai energi listrik utama maka akan membuat tagihan listrik yang sangat tinggi, sehingga diperlukan energi alternatif yang bisa dipakai untuk menghasilkan listrik bagi hydrofarm tersebut yaitu energi surya atau biasa disebut PLTS.

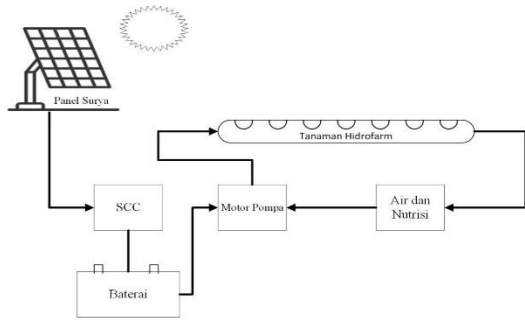
PLTS yaitu pembangkitan listrik yang diperoleh dari hasil konversi energi sinar matahari. Energi listrik dari sumber ini juga sangat dapat diandalkan sebagai sumber energi listrik bagi sistem hydrofarm. Sehingga dengan memanfaatkan PLTS sebagai suplai energi bagi sistem hydrofarm, maka tagihan listrik yang akan dikeluarkan juga menjadi lebih sedikit. Namun untuk membangun sistem PLTS tentunya membutuhkan biaya yang relatif besar dikarenakan komponen-komponen, jasa instalasi PLTS dan biaya lainnya. Untuk itu sangat perlu dilakukan perhitungan ekonomi pada sistem ini guna mengetahui secara detail pada aspek ekonominya. Latar belakang tersebut menimbulkan inisiatif penulis untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Ekonomis Penggunaan PLTS sebagai Energi Alternatif Hydrofarm Berbasis IoT”.

II. LANDASAN TEORI

A. Hydrofarm

Hydrofarm merupakan teknik bercocok tanam yang sangat sederhana karena tidak menggunakan tanah melainkan memanfaatkan air sebagai media tanamnya. Air yang dicampur dengan nutrisi sesuai dengan tanaman yang ditanam dimana hasilnya tidak kalah bagus kualitasnya dibandingkan berococok tanam seperti biasanya.

Hydrofarm memiliki banyak keunggulan salah satunya dapat memakai wilayah atau lahan yang tidak cukup luas sehingga masyarakat perkotaan dapat mengaplikasikan *hydrofarm*.



Gambar 1. Hydrofarm menggunakan energi PLTS

Keluaran PLTS merupakan tegangan berupa tegangan DC namun tegangan itu tidak dapat langsung digunakan motor karena tegangannya belum stabil, sehingga tegangan distabilkan terlebih dahulu kemudian disimpan pada baterai. Tegangan baterai akan digunakan motor pompa sehingga sistem dapat bekerja.

B. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah salah satu pembangkit energi baru terbarukan yang mengubah energi foton (energi dalam bentuk radiasi elektromagnetik) dari surya menjadi energi listrik [2].



Gambar 2. Panel Surya

Prinsip kerja sel fotovoltaik yaitu radiasi cahaya matahari diubah pada panel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor sehingga menimbulkan efek fotovoltaik. Efek fotovoltaik ini terjadi ketika energi foton mengenai semikonduktor, foton akan diserap oleh elektron kemudian akan berpindah dari tipe N ke tipe P sehingga meninggalkan *hole* pada pita valensinya lalu timbul arus listrik searah atau DC [7]. PLTS memanfaatkan foto sel untuk mengonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Energi listrik tersebut digunakan untuk mengisi baterai atau aki. Saat sinar matahari cukup banyak, foto sel mengisi baterai atau aki tersebut, namun pada malam hari energi listrik diambil dari baterai/aki untuk digunakan [16].

C. Aspek Ekonomi

Pada bagian ini akan mendetailkan tentang aspek ekonomi dimana aspek biaya mencakup biaya dan aspek finansial.

1. Aspek Biaya

a. Biaya Awal (*Initial Cost*)

Biaya awal adalah investasi yang dikeluarkan untuk membangun suatu sistem sampai siap operasional. [5].

b. Biaya Operasional dan Pemeliharaan (*Operational and Maintenance Cost*)

Pada saat sistem siap digunakan maka akan membutuhkan Biaya operasional dan pemeliharaan biasanya sekitar 1-2% dari biaya investasi awal. Besar biaya operasi dan pemeliharaan per tahun untuk PLTS dapat dianalisis menggunakan [1]

$$M = 1\% \times \text{Total biaya investasi} \quad (1)$$

Biaya operasional dan pemeliharaan yang akan dikeluarkan dalam beberapa tahun ke depan (selama masa pakai sistem) dianalisis menggunakan

$$M_{pw} = M \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (2)$$

Dengan :

M_{pw} = Nilai saat ini dari biaya tahunan selama masa pakai sistem (Rp)

M = Biaya tahunan untuk operasional dan pemeliharaan (Rp)

i = Tingkat diskonto (%)

n = Masa pakai sistem (tahun)

c. Biaya Penggantian Komponen (*Replacement Cost*)

Hal ini dilakukan ketika salah satu alat pendukung sistem tidak berfungsi dan harus diganti. Untuk menentukan nilai sekarang dari biaya penggantian komponen maka harus mengetahui faktor nilai sekarang atau *Present Worth Factor* (PWF) dapat dianalisis dengan [1]

$$PWF = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (3)$$

$$R_{batt} = \frac{Y}{Y_b} - 1 \quad (4)$$

$$R_{pw} = B.PWF \quad (5)$$

Dengan :

R_{batt} = Jumlah penggantian baterai

Y = Masa pakai sistem (tahun)

Y_b = *Lifetime* baterai (tahun)

B = Biaya penggantian komponen (Rp)

i = Tingkat diskonto (%)

n = Masa pakai sistem (tahun)

R_{pw} = Biaya saat ini untuk penggantian komponen (Rp)

PWF = *Present Worth Factor* (%)

d. Biaya Siklus Hidup (*Life Cycle Cost*)

Biaya siklus hidup yaitu metode untuk menghitung total biaya pengeluaran suatu sistem dalam tempo pakainya. Biaya siklus hidup dapat dianalisis menggunakan. [5]

$$LCC = C + M_{pw} + R_{pw} \quad (6)$$

Dengan :

LCC = Biaya Siklus Hidup

C = Biaya Investasi Awal

M_{pw} = Biaya saat ini untuk total biaya operasi dan pemeliharaan

R_{pw} = Biaya saat ini untuk penggantian komponen

e. Levelized Cost of Energy (LCOE)

Jumlah biaya energi bergantung pada biaya siklus hidup, produksi kWh tahunan, serta faktor pemulihan modal dari PLTS dapat dianalisis menggunakan [10]

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (7)$$

$$Yield\ energy = Daya\ Panel \times PSH \quad (8)$$

$$A_{kWh} = \frac{Yield\ energi \times 365}{1000} \quad (9)$$

Dengan :

CRF = Capital Recovery Factor

i = Tingkat diskonto (%)

n = Masa pakai sistem (tahun)

Yield energi = Energi keluaran PLTS (Wh)

PSH = Peak Sun Hour (1 PSH = 1kWh/m²)

A_{kWh} = Produksi kWh/tahun

365 = Jumlah hari 1 tahun

1000 = mengubah dari W ke kW

Biaya produksi energi listrik PLTS dapat dianalisis menggunakan

$$LCOE = \frac{LCC \times CRF}{A_{kWh}} \quad (10)$$

Dengan :

LCOE = Levelized Cost of Energy

LCC = Life Cycle Cost

CRF = Capital Recovery Factor

2. Aspek Finansial

Dua metode yang sering digunakan untuk mengevaluasi arus kas dan investasi adalah Net Present Value (NPV) dan Internal Rate of Return (IRR). [6].

a. Metode Net Present Value (NPV)

Net Present value yaitu cara yang digunakan untuk mengetahui nilai bersih (*netto*) pada waktu sekarang. Dapat dianalisis menggunakan

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+i)^t} - C \quad (11)$$

Dengan :

NPV = Net Present Value (Rp)

NCF_t = Net Cash Flow tahun ke-1 sampai ke- n

C = Biaya awal

t = Periode waktu (tahun)

n = Umur investasi (tahun)

i = Tingkat diskonto (%)

Untuk menilai apakah suatu investasi sistem ekonomis atau tidak, dalam metode NPV diperlukan suatu indikator.

Jika :

NPV > 0 (positif), maka investasi dianggap menguntungkan.

NPV < 0 (negatif), maka investasi dianggap tidak menguntungkan.

NPV = 0, maka investasi dianggap seimbang antara keuntungan dan kerugian.

b. Metode Internal Rate of Return

Internal Rate of Return yaitu metode yang digunakan untuk mencari tingkat pengembalian di mana NPV sama dengan nol.. Dapat dianalisis menggunakan

$$IRR = i_1 + \left\{ \left(\frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \right) (i_2 - i_1) \right\} \quad (12)$$

Dengan :

IRR = Internal Rate of Return (%)

NPV_1 = Net Present Value dengan tingkat bunga rendah (Rp)

NPV_2 = Net Present Value dengan tingkat bunga tinggi (Rp)

i_1 = tingkat bunga pertama (%)

i_2 = tingkat bunga kedua (%)

Untuk menilai apakah suatu sistem ekonomis atau tidak, dalam metode IRR diperlukan suatu indikator.

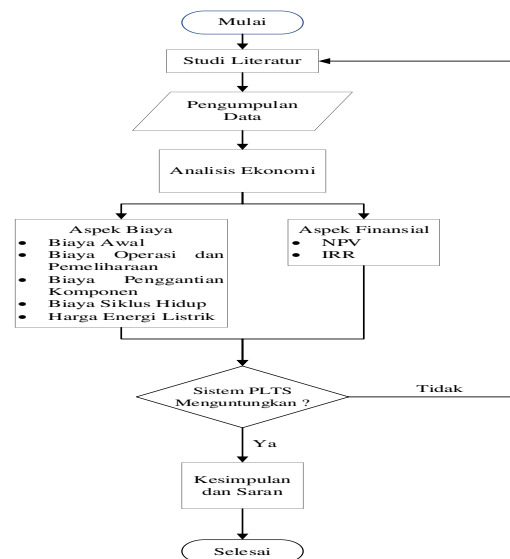
Jika :

IRR > suku bunga bank, artinya investasi akan menguntungkan

IRR < suku bunga bank, artinya investasi tidak menguntungkan

III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir

B. Metode Penelitian

Metode penelitian yaitu metode kuantitatif. Penelitian kuantitatif yaitu metode penelitian yang dilakukan secara terencana, sistematis, dan terstruktur dengan sangat rinci, dan menghasilkan data berupa angka. Pada penelitian kuantitatif ini data yang digunakan merupakan biaya yang digunakan untuk membangun PLTS guna menyuplai

energi listrik untuk alat-alat elektronik pendukung *hydrofarm*, dan juga memperhitungkan aspek ekonomis seperti NPV dan IRR sehingga diketahui kelayakan investasi penelitian ini.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Aspek Biaya

1. Biaya Awal (*Initial Cost*)

Membangun sistem PLTS membutuhkan biaya awal, sistem PLTS yang dibangun terdiri dari beberapa komponen yang dimana semua komponen tersebut dapat dilihat lebih detail beserta dengan harganya pada Tabel I.

2. Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Biaya yang dikeluarkan biasanya sekitar 1-2% dari biaya awal.

$$\begin{aligned} M &= 1\% \times \text{Total biaya investasi} \\ &= 1\% \times \text{Rp } 7.159.000 \\ &= \text{Rp } 71.590/\text{tahun} \end{aligned}$$

Sedangkan nilai saat ini dari biaya operasional dan pemeliharaan tahunan sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Mpw} &= M \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \\ &= \text{Rp } 71.590 \frac{(1+0.06)^{10} - 1}{0.06(1+0.06)^{10}} \\ &= \text{Rp } 565.561 \end{aligned}$$

3. Biaya Penggantian Komponen (*Replacement Cost*)

Pada sistem PLTS komponen yang biasanya diganti adalah baterai/aki karena *lifetime*. Biaya penggantian komponen dapat dianalisis menggunakan persamaan berikut

$$\text{Rbatt} = \frac{Y}{Yb} - 1 = \frac{10}{5} - 1 = 1$$

$$B = 1 \times \text{Rp } 3.950.000 = \text{Rp } 3.950.000$$

$$\begin{aligned} \text{RPW} &= B \times \text{PWF} \\ &= \text{Rp } 3.950.000 \times 0.55 \\ &= \text{Rp } 2.172.500 \end{aligned}$$

4. Biaya Siklus Hidup (*Life Cycle Cost*)

Biaya ini dapat dianalisis yaitu menjumlahkan keseluruhan biaya yang dikeluarkan untuk membangun sistem selama penelitian.

$$\begin{aligned} \text{LCC} &= C + \text{Mpw} + \text{Rpw} \\ &= \text{Rp } 7.159.000 + \text{Rp } 565.561 + \text{Rp } 2.172.500 \\ &= \text{Rp } 9.897.061 \end{aligned}$$

5. Biaya Energi (*Levelized Cost of Energi*)

Analisis ini digunakan untuk mengetahui tarif listrik yang dihasilkan oleh sistem PLTS yang dibangun. Biaya energi dapat dianalisis menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{LCOE} &= \frac{\text{LCC} \times \text{CRF}}{\text{AkwWh}} \\ &= \frac{9.897.061 \times 0,13}{468,9} \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 2743/\text{kWh}$$

6. Biaya Internet sistem PLTS berbasis IoT

Sistem PLTS pada penelitian ini berbasis *Internet of Thing* (IoT). IoT pada sistem PLTS ini digunakan untuk mengetahui keluaran PLTS seperti tegangan, arus, dan daya tanpa harus melakukan pengukuran. Informasi terkait keluaran PLTS dapat dilihat pada aplikasi *Blynk*. Berdasarkan tarif internet yang dikeluarkan selama PLTS beroperasi dapat dianalisis seperti berikut [9]

$$\begin{aligned} 1024\text{Mb} &= \text{Rp } 4401,446 \\ 4,9\text{Mb} &= \text{Rp } 21,06 \\ 4,9\text{Mb} \times 120 &= 588\text{Mb} \\ 588\text{Mb} \times \text{Rp } 21,06 &= \text{Rp } 12.383,28 \end{aligned}$$

B. Aspek Finansial

1. Metode *Net Present Value* (NPV)

Net Present Value merupakan variabel yang menjadi gambaran pendapatan yang dicapai diwaktu yang akan datang dengan bunga telah dibayar diawal. Metode NPV menggunakan arus kas bersih, faktor diskonto, dan nilai sekarang dari arus kas bersih sebagai dasarnya. Benefit diperoleh dari hasil perkalian antara produksi kWh tahunan sistem PLTS dengan biaya energi, sedangkan pengeluaran diperoleh dari biaya operasional dan pemeliharaan. *Net cash flow* diperoleh dari hasil pengurangan benefit dengan pengeluaran, sedangkan (PVNCF) diperoleh dari hasil perkalian NCF dengan faktor diskonto. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada Tabel II.

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \sum_{t=1}^n \frac{\text{NCF}_t}{(1+i)^t} - C \\ &= \text{PVNCF} - C \\ &= 8.939.583,813 - 7.159.000 \\ &= 1.780.583,813 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisis diatas nilai NPV yaitu sebesar Rp 1.780.583,813 nilai tersebut berupa positif yang artinya pembangunan sistem PLTS ini menguntungkan.

2. Metode *Internal Rate of Return* (IRR)

Metode Internal Rate of Return digunakan untuk mencari tingkat pengembalian di mana NPV sama dengan nol. NPV positif dan NPV negatif dapat dilihat pada Tabel III

$$\begin{aligned} \text{IRR} &= i_1 + \left\{ \left(\frac{\text{NPV}_1}{\text{NPV}_1 - \text{NPV}_2} \right) (i_2 - i_1) \right\} \\ \text{IRR} &= 0,06 + \left\{ \left(\frac{1.780.583,813}{1.780.583,813 + 5921} \right) (0,11 - 0,06) \right\} \\ &= 0,06 + \left\{ \left(\frac{1.780.583,813}{1.780.583,813 + 5921} \right) (0,05) \right\} \\ &= 0,06 + (0,99) (0,05) \\ &= 0,1095 \times 100 = 10,95\% = 11\% \end{aligned}$$

Dari hasil analisis tersebut nilai *Internal Rate of Return* sebesar 11%. sedangkan suku bunga bank adalah 6%, sehingga dapat diambil keputusan bahwa sistem PLTS yang dibangun pada penelitian ini menguntungkan karena nilai IRR > suku bunga bank.

Tabel I
Biaya awal PLTS

Nama Komponen	Jumlah	Harga	Total Harga
Panel Surya SY-100M	1	Rp. 1.305.000	Rp. 1.305.000
Rak Sel Sueya	1	Rp. 186.000	Rp. 186.000
Aki	1	Rp. 3.950.000	Rp. 3.950.000
MCB C23N	2	Rp. 44.000	Rp. 88.000
Kabel Jumper	1	Rp. 194.000	Rp. 194.000
Automatic Transfer Switch (ATS) AC	1	Rp. 374.000	Rp. 374.000
Inverter PSW 500W	1	Rp. 499.000	Rp. 499.000
Sensor PZEM-004T	1	Rp. 152.000	Rp. 152.000
Solar Charge Controller	1	Rp.116.000	Rp.116.000
MPPT	1	Rp. 121.000	Rp. 121.000
Module ESP 32	1	Rp. 64.000	Rp. 64.000
Terminal	2	Rp. 55.000	Rp. 110.000
Total Biaya			Rp. 7.159.000

Tabel II
Hasil analisis benefit, O&M, NCF, DF, dan PVNCF

Tahun	Investasi	Benefit	O & M	NCF	<i>i</i> 6%		<i>i</i> 11%	
					DF	PVNCF	DF	PVNCF
	7159000							
1		1286193	71590	1214603	0,943396226	1145851,887	0,900900901	1094236,937
2		1286193	71590	1214603	0,88999644	1080992,346	0,811622433	985799,0423
3		1286193	71590	1214603	0,839619283	1019804,1	0,731191381	888107,2453
4		1286193	71590	1214603	0,792093663	962079,3396	0,658730974	800096,6174
5		1286193	71590	1214603	0,747258173	907622,0185	0,593451328	720807,7634
6		1286193	71590	1214603	0,70496054	856247,1873	0,534640836	649376,3634
7		1286193	71590	1214603	0,665057114	807780,3654	0,481658411	585023,7508
8		1286193	71590	1214603	0,627412371	762056,9485	0,433926496	527048,4242
9		1286193	71590	1214603	0,591898464	718921,6495	0,390924771	474818,4002
10		1286193	71590	1214603	0,558394777	678227,9712	0,352184479	427764,3245
Total						8939583,813		7153078,868

Tabel III
Data NPV positif dan NPV negatif

No	Nama	Tingkat diskon	NPV
1	Nilai NPV Positif	6%	1.780.583,813
2	Nilai NPV Negatif	11%	-5.921,131

V. KESIMPULAN

1. Pada aspek biaya untuk sistem PLTS sebagai energi alternatif *hydrofarm* berbasis *Internet of Thing* (IoT), terdapat beberapa biaya yang dianalisis seperti biaya awal (*Initial Cost*) sebesar Rp 7.159.000, biaya operasi dan pemeliharaan (*Operational and Maintenance*)

dengan tujuan agar sistem PLTS terjaga keandalannya selama masa operasi dengan menghabiskan biaya sebesar Rp71.590/tahun dan nilai sekarang dari biaya operasi dan pemeliharaan sebesar Rp 565.561, biaya penggantian komponen yaitu penggantian baterai 1 kali sehingga mengeluarkan biaya sebesar Rp 2.172.500, selama sistem PLTS beroperasi

mengeleuarkan biaya siklus hidup sebesar Rp9.897.061, sistem PLTS dengan panel surya berkapasitas 100Wp yang diasumsikan beroperasi 10 tahun menghasilkan estimasi energi sebesar 468,9 kWh dengan tarif listrik sebesar Rp 2743/kWh, mengeluarkan biaya internet selama 10 tahun operasi sebesar Rp 12.383,28 dengan melakukan *hybrid* ke PLN maka menghemat biaya sebesar Rp 689.044,83.

2. Pada aspek finansial untuk sistem PLTS sebagai energi alternatif *hydrofarm* berbasis *Internet of Thing* (IoT), menggunakan 2 metode yaitu untuk mengetahui besar benefit yang akan diterima atau *Net Present Value* (NPV) yaitu sebesar Rp 1.780.583,813 dan besar tingkat pengembalian modal atau *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 11%, berdasarkan hasil tersebut maka penelitian ini dapat dikatakan layak/menguntungkan.

REFERENSI

- [1] Akbar, M.A. (2022). Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terintegrasi Vertical Indoor farming. *Repository UIN SUSKA RIAU*, 23-25.
- [2] Arindya, R. (2021). *Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*. Kapalo Koto: Mitra Cendekia Media.
- [3] Denis, dkk. (2022). Analisis Teknik Serta Kelayakan Ekonomi Pada Perancangan Pembangkit Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Hybrid. *Jurnal Infotekmesin*, 85-86.
- [4] Kodoatie, R. (2005). *Analisis Ekonomi Teknik*. Yogyakarta: Andi.
- [5] Vernando, Y. (2021). Analisis Teknis dan Ekonomi Teknologi Semi Transparent Photovoltaic (STPV) Terintegrasi Greenhouse di Indonesia. *Repository UIN SUSKA RIAU*, 54-58.
- [6] Giatman, M. (2011). *EKONOMI TEKNIK*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- [7] Rudiyanto, dkk. (2023). *Dasar-Dasar Pemasangan Panel Surya*. Malang: Unisma Press.
- [8] Mahanani. (2021). Budidaya Sayuran dengan Sistem Hidroponik. *ResearchGate*, 1.
- [9] cable.co.uk. (2024, Februari 29). Retrieved from cable.co.uk Web site: <https://www.cable.co.uk/mobiles/worldwide-data-pricing/>
- [10] Erikson, Y. (2022). Studi kelayakan panel surya sebagai alternatif pembangkit listrik di kota Tarakan menggunakan hellioscope. 91-109.
- [11] Lazou, & Papatsouris. (2000). "The economics of PV stand alone residential household: A case study for various European and mediterranean locations", *Solar Energy Materials and solar cells*. 411-327.
- [12] Bank Indonesia. (2024, 1 17). Retrieved from Bank Indonesia Web Site : <https://www.bi.go.id/en/statistik/indikator/bi-rate.aspx>
- [13] Beale, A.(2024, 2 21). *Footprint Hero*. Retrieved from Footprint Hero Web Site: <http://footprinthero.com/peak-sun-hours-calculator>
- [14] PLN. (2024, 3 6). Retrieved from PLN Web Site: <https://web.pln.co.id/stakeholder/laporan-statistik>
- [15] Artiyasa, M. (2022). *PLTS di Indonesia*. Sukabumi: CV Jejak.
- [16] Marsudi, D. (2005). *Pembangkitan Energi Listrik*. Jakarta: Erlangga.