

## OPTIMASI SISTEM OPERASI PEMBANGKIT HIBRIDA DENGAN PEMODELAN PROFIL BEBAN DI DAERAH 3T

**Adinda Prawitasari, Iwa Garniwa**

Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Indonesia

Email: adien\_15@yahoo.com, adinda.prawitasari01@ui.ac.id

### Abstrak

Indonesia merupakan negara kepulauan yang harus dapat mengoptimalkan sumber daya energi sehingga tercapai kemandirian dan ketahanan energi untuk pemerataan dan percepatan pembangunan perekonomian daerah yang jauh dari pusat kota atau disebut daerah 3T (Terdepan, Terpencil, Tertinggal). Peningkatan keandalan listrik untuk daerah 3T di Indonesia yang lebih ekonomis dapat dilakukan dengan optimasi sistem manajemen energi terbarukan dengan energi fosil yang sudah digunakan sebelumnya. Oleh karena itu dilakukan optimasi kedua sumber energi tersebut dengan tiga rancangan optimasi yaitu (1) PV-Baterai; (2) PV-Baterai-Generator Diesel 24 jam; (3) PV-Baterai-Generator Diesel 12 jam;. Sumber energi dari rancangan optimasi yang dilakukan tanpa terhubung ke jaringan utama dikarenakan daerah 3T yang tidak dapat akses dari jaringan utama. Simulasi menggunakan profil beban harian pada 7 daerah di Indonesia dengan hasil rancangan optimasi 1 memerlukan kapasitas PV dan baterai yang lebih besar dibandingkan rancangan optimasi lain dimana besar kapasitas PV juga mempengaruhi besar kapasitas baterai tetapi jika dalam sistem terdapat generator diesel hal tersebut tidak terpengaruh dikarenakan adanya sumber energi lainnya. Jika dilihat dari pembiayaan seluruh sistem pada ketiga rancangan optimasi, lebih baik menggunakan rancangan optimasi 3 untuk profil beban harian community dan rancangan optimasi 2 untuk profil beban harian residential. Kendala yang terjadi di daerah 3T yaitu permasalahan pengiriman bahan bakar fosil, maka pertimbangan rancangan Optimasi 3 untuk profil beban harian community lebih baik karena waktu penjadwalan generator diesel berpengaruh pada jumlah produksi energi yang memperpanjang usia mesin generator diesel dan mengurangi bahan bakar fosil.

**Kata kunci:** Optimasi, Pembangkit Hibrida, Daerah 3T, PV, Baterai, Generator Diesel

### Abstract

*Indonesia is an archipelago country that must be able to optimize energy resources so that energy independence and security are achieved for equalization and acceleration of regional economic development far from the city center or called 3T (Foremost, Remote, Lagging) areas. Improving electricity reliability for more economical 3T areas in Indonesia can be done by optimizing renewable energy management systems with fossil energy that has been used before. Therefore, optimization of the two energy sources is carried out with three optimization plans, namely (1) PV-Battery; (2) PV-Battery-Generator Diesel 24 hours; (3) PV-Battery-*

*Generator Diesel 12 hours;. The energy source of the optimization design is done without connecting to the main network due to the 3T area that cannot be accessed from the main network. Simulation using daily load profiles in 7 regions in Indonesia with the results of optimization design 1 requires PV capacity and batteries that are greater than other optimization designs where the amount of PV capacity also affects the size of the battery capacity but if in the system there is a diesel generator it is not affected due to other energy sources. When viewed from the financing of the entire system on all three optimization plans, it is better to use optimization design 3 for community daily load profile and optimization plan 2 for residential daily load profile. The constraints that occur in the 3T area are the problem of fossil fuel delivery, so the consideration of optimization 3 design for community daily load profile is better because the scheduling time of diesel generators affects the amount of energy production that extends the life of diesel generator engines and reduces fossil fuels.*

**Keywords:** *Optimization, Hybrid Generation, 3T Area, PV, Battery, Diesel Generator*

## **Pendahuluan**

Indonesia akan menjadi acuan dan tujuan investasi rendah karbon diberbagai sektor pembangunan baik di sektor energi, transportasi maupun manufaktur. Peraturan Presiden tentang Nilai Ekonomi Karbon (NEK) dapat menanggulangi perubahan iklim dan sumber-sumber energi terbarukan seperti tenaga surya, panas bumi dan angin akan menjadi pendongkrak atau pemulihan ekonomi pasca pandemi Covid-19. Pada tahun 2016, pemerintah Indonesia telah meratifikasi *Paris Agreement* yang di dalamnya terdapat komitmen *Nationally Determined Contribution* (NDC) tahun 2021 dimana Indonesia menargetkan untuk mencapai *Net Zero Emission* (NZE) di tahun 2060 atau lebih awal.

Saat ini transisi energi jaringan cerdas pembangkit listrik yaitu *De-Carbonization, Digitalization, Decentralization, Demand Disruption* dapat dijadikan dasar tantangan kegagalan pasar energi baru terbarukan (EBT) di Indonesia. Dijadikan tantangan bagi Indonesia karena Indonesia merupakan negara kepulauan dengan 62 daerah 3T yaitu terdepan, terluar dan tertinggal berdasarkan PERPRES Nomor 63 Tahun 2020, tentang Penetapan Daerah Tertinggal Tahun 2020-2024, konsumsi energi tidak merata, ketimpangan distribusi penduduk dan pendapatan antar wilayah. Secara geografi Indonesia merupakan negara kepulauan sehingga sulit untuk menghubungkan setiap wilayah dengan sistem jaringan listrik terpusat sehingga masih banyak wilayah yang menggunakan generator diesel dengan bahan bakar fosil sebagai sumber energi listriknya.

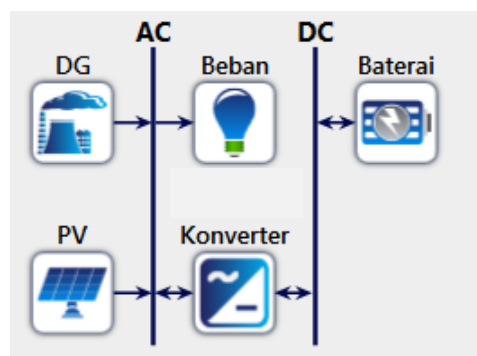
Program dedieselisasi Indonesia yang diambil sebagai langkah awal dalam mereduksi emisi dari pembangkit dengan bahan bakar fosil serta meningkatkan bauran energi baru dan terbarukan (EBT) yang lebih handal. Program ini tidak merubah seluruh kapasitas generator diesel menjadi pembangkit EBT lainnya dikarenakan generator diesel akan difungsikan sebagai sistem *black-start* saat terjadi pemadaman. Sistem pembangkit dengan baterai dapat menghaluskan pola beban jaringan pada sistem pembangkit hibrida PV-baterai-generator diesel (Imam, 2020). Penggunaan pembangkit listrik tenaga surya dalam rancangan sistem operasi 24 jam merupakan hasil yang optimal dengan biaya bahan bakar terendah pada sistem dikarenakan memiliki intensitas radiasi matahari yang

tinggi (Yusmar, 2021) tetapi tidak semua daerah memiliki intensitas radiasi yang tinggi. Pembangkit biomasa dengan pelet limbah, sekam dan arang kayu sebagai bahan bakar pembangkit listrik tenaga biomassa layak (Ginas, 2021) dapat dimanfaatkan di Indonesia yang memiliki bahan bakunya disetiap daerah termasuk daerah 3T. Pembangkit biomasa ini dapat difungsikan sebagai sistem *black-start* pengganti generator diesel. Nilai COE sensitif terhadap variabel biaya bahan bakar diesel, radiasi matahari dan biaya PV (Mujammil, 2021) oleh karena itu diperlukan rancangan optimasi pembangkit hibrida yang dianalisa dari beberapa daerah 3T di Indonesia.

Optimasi sistem pembangkit hibrida yang akan dilakukan dengan pertimbangan permasalahan transisi energi dengan dilakukan beberapa rancangan optimasi dengan tujuan meminimalkan atau mengoptimalkan total biaya energi dalam jaringan sistem kecil untuk daerah 3T di Indonesia. Dengan mengharuskan tersedianya sistem *black-start* maka optimasi yang akan dilakukan yaitu program dedieselisasi dengan sistem pembangkit hibrida sumber energi generator diesel yang banyak digunakan daerah 3T dan energi baru terbarukan yaitu PV dan baterai.

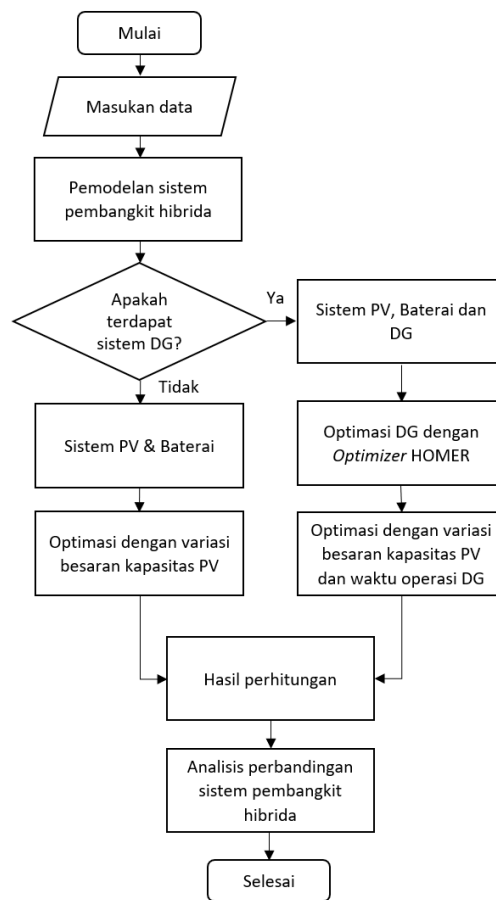
### Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam optimasi sistem pembangkit hibrida dengan melakukan simulasi perangkat lunak untuk optimasi seperti pada arsitektur gambar 1.



**Gambar 1**  
**Arsitektur Sistem Pembangkit Hibrida**

Optimasi yang dilakukan dalam penelitian ini dengan tiga rancangan optimasi yaitu (1) PV-Baterai 24 jam (00:00 – 23:59) ; (2) PV-Baterai-Generator Diesel 24 jam (00:00 – 23:59); (3) PV-Baterai-Generator Diesel (06:00 – 18:00 PV+Baterai dan 18:00 – 06:00 Generator Diesel). Adapun arsitektur sistem pembangkit hibrida seperti gambar 1 untuk PV-Baterai-Generator Diesel sedangkan untuk arsitektur PV-Baterai yaitu dengan menghilangkan generator diesel pada arsitektur gambar 1. Penelitian dilakukan dengan diagram alir yang telah ditentukan untuk ketiga rancangan optimasi seperti gambar 2 untuk tujuh daerah 3T.



**Gambar 2**  
**Diagram Alir Penelitian**

**Hasil dan Pembahasan**

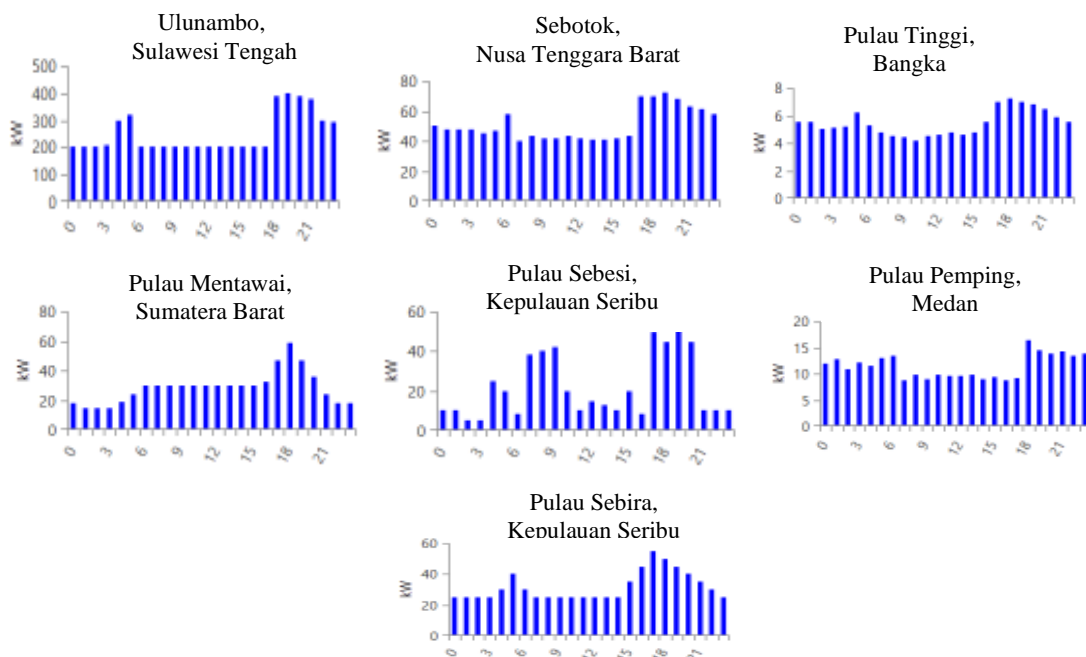
Profil beban harian yang digunakan untuk simulasi penelitian pada perangkat lunak seperti pada tabel 1 dimana menggunakan data dari 1\* (Yusmar A., 2021), 2\* (F.H.Jufri., 2021), 3\* (M. A. Rahmanta., 2021), 4\* (A.Muhtar, 2021), 5\* (G.Alvianingsih., 2021), 6\* (F.R.A.Bukit., 2020), 7\* (A.Purwadi., 2012).

**Tabel 1**  
**Profil Data Harian Daerah 3T**

<b>Waktu (Jam)</b>	<b>1*</b>	<b>2*</b>	<b>3*</b>	<b>4*</b>	<b>5*</b>	<b>6*</b>	<b>7*</b>
00.00	200	17.7	50	10	5.5	11.9	25
01.00	200	14.75	48	10	5.5	12.8	25
02.00	200	14.75	48	5	5	10.9	25
03.00	210	14.75	48	5	5.1	12.2	25
04.00	300	18.88	45	25	5.2	11.4	30
05.00	320	23.6	47	20	6.2	13	40
06.00	200	30	58	8	5.3	13.3	30
07.00	200	30	40	38	4.8	8.7	25
08:00	200	30	43	40	4.5	9.7	25

Waktu (Jam)	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*
09:00	200	30	42	42	4.4	9	25
10:00	200	30	42	20	4.2	9.8	25
11:00	200	30	43	10	4.5	9.5	25
12:00	200	30	42	15	4.6	9.6	25
13:00	200	30	41	13	4.8	9.7	25
14:00	200	30	41	10	4.6	9	25
15:00	200	30	42	20	4.8	9.4	35
16:00	200	32.45	43	8	5.5	8.8	45
17:00	200	47.2	70	50	7	9.1	55
18:00	390	59	70	45	7.2	16.3	50
19:00	400	47.2	72	52	7	14.5	45
20:00	390	35.4	68	45	6.8	13.9	40
21:00	380	23.6	63	10	6.5	14.2	35
22:00	300	17.7	61	10	5.9	13.4	30
23:00	290	17.7	58	10	5.5	13.9	25

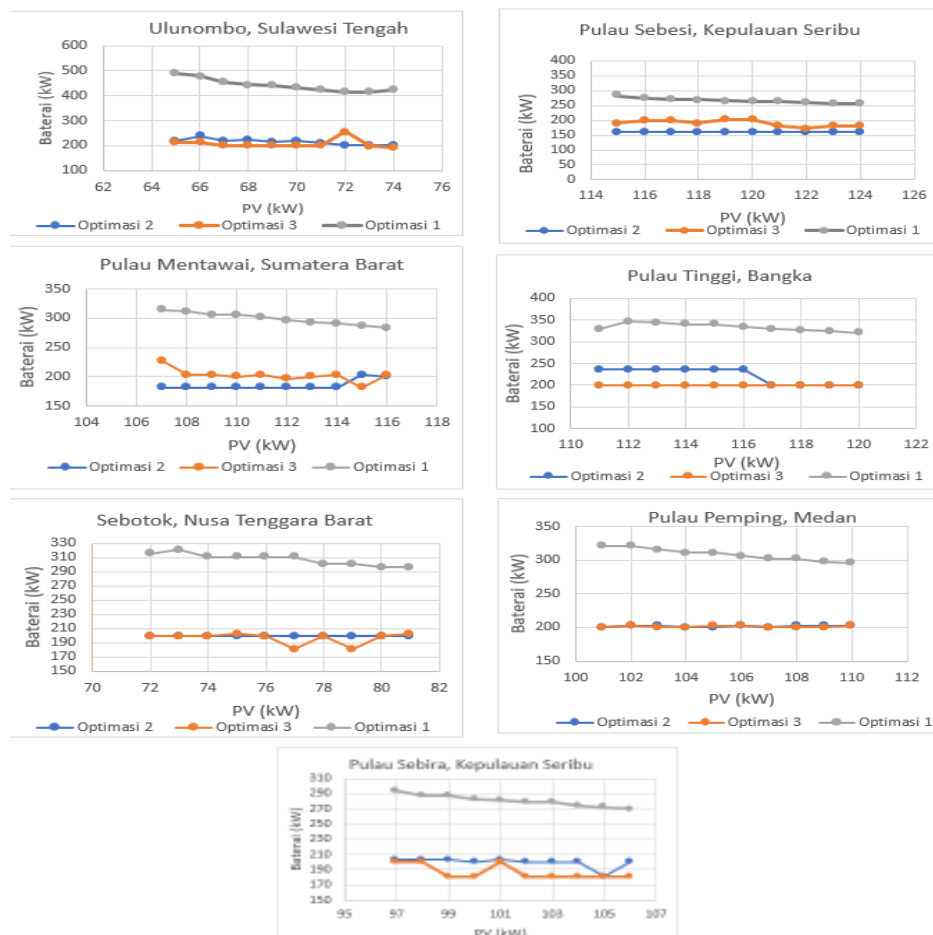
Hasil simulasi perangkat lunak dalam optimasi sistem pembangkit hibrida dengan konfigurasi PV - Baterai – Generator Diesel untuk 7 wilayah dengan profil beban seperti pada gambar 3. Grafik gambar profil beban untuk menggambarkan wilayah 3T dengan profil beban community pada 6 daerah yaitu pendekatannya daerah yang terdiri beberapa rumah, pertokoan, perkantoran dan pelanggan listrik lainnya yang masih memerlukan listrik disiang hari selain itu Pulau Sebesi Kepulauan Seribu memiliki profil beban residential yang terdapat beberapa rumah dengan aktifitasnya banyak diluar pada siang hari.



**Gambar 3**  
**Profil Beban Masing-Masing Daerah Selama 24 Jam**

### A. Hasil dan Analisis Kapasitas PV-Baterai-Generator Diesel

Hasil dari simulasi dengan rancangan optimasi dan diagram alir dibuat grafik perbandingan kapasitas PV dan baterai untuk setiap daerah dimana kapasitas baterai dan generator diesel yang acak tersebut merupakan hasil simulasi optimizer perangkat lunak yang disebabkan saat simulasi hanya menentukan besaran kapasitas PV saja. Kebutuhan kapasitas PV dan baterai lebih besar jika tanpa penambahan generator diesel untuk suplai listrik seperti terlihat pada grafik gambar 4 yaitu rancangan Optimasi 1, sedangkan untuk rancangan Optimasi 2 dan Optimasi 3 besaran kapasitas bervariasi.



**Gambar 4**  
Perbandingan PV dan Baterai Masing-Masing Daerah

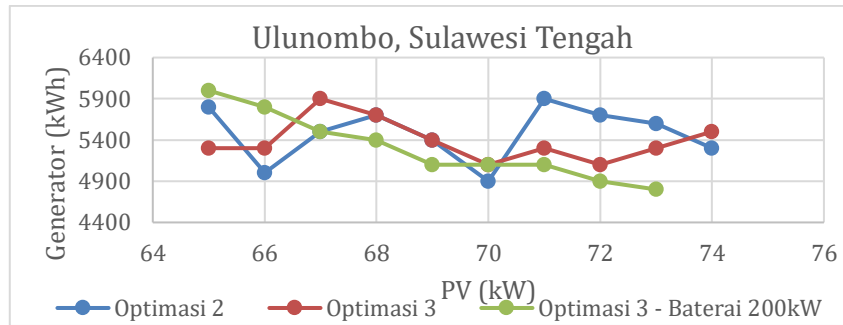
Besar kapasitas PV dan baterai pada rancangan Optimasi 2 dan 3 yang hampir sama tetapi produksi energi generator diesel yang berbeda seperti gambar 5. Dari gambar tersebut dapat dilihat rancangan Optimasi 2 dapat lebih tinggi produksi energi dari generator diesel dibandingkan rancangan Optimasi 3 dikarenakan perbedaan lama waktu operasi mesin generator diesel. Grafik perbandingan PV dan produksi energi generator diesel dapat dilihat yaitu jika kapasitas PV semakin besar dan kapasitas baterai semakin membesar / tetap / mengecil maka produksi energi oleh diesel generator akan menurun. Hal tersebut dikarenakan kondisi kapasitas PV yang meningkat dapat memenuhi

kebutuhan energi pelanggan disiang hari dan kelebihan energi dari PV dapat disimpan dalam baterai sehingga kapasitas baterai dalam beberapa opsi yaitu semakin besar juga / tetap / lebih kecil dari sebelumnya.



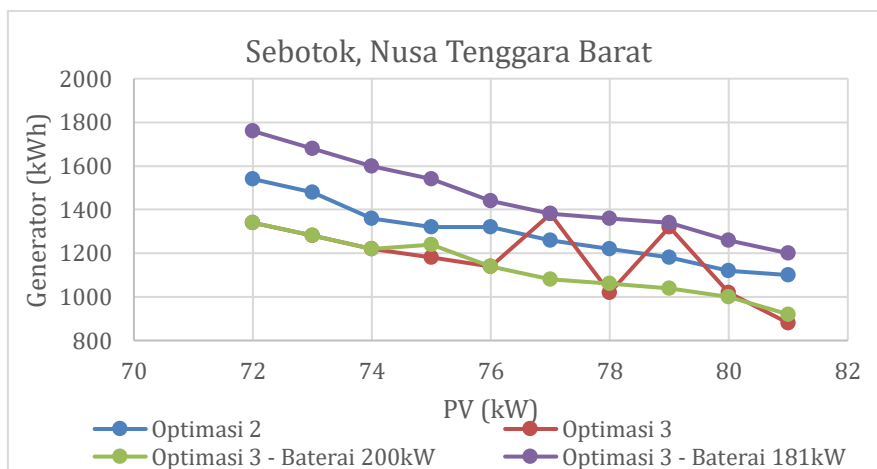
**Gambar 5**  
**Grafik Perbandingan Kapasitas PV dan Produksi Energi Generator Diesel Masing-Masing Daerah**

Rancangan Optimasi 3 yang lebih sedikit produksi energi generator dieselnnya maka dilakukan simulasi dengan membandingkan hasil simulasi produksi energi generator diesel dengan kapasitas PV dimana besar kapasitas baterai tetap sama yaitu 200 kW (Optimasi 3 – Baterai 200kW) seperti besar kapasitas baterai dari simulasi yang diperoleh dengan optimizer perangkat lunak untuk daerah Ulunombo Sulawesi Tengah. Dari hasil simulasi maka besar produksi energi generator diesel menurun seperti terlihat pada gambar 6 dikarenakan meningkatnya kapasitas PV yang dapat memenuhi kebutuhan disiang hari dan kelebihan energi dapat disimpan dalam baterai sehingga produksi energi generator diesel menurun.



**Gambar 6**  
**Perbandingan Kapasitas PV dan Produksi Energi di Ulunombo**

Untuk membandingkan besar kapasitas baterai dilakukan simulasi rancangan Optimasi 3 untuk daerah Sebotok Nusa Tenggara Barat dengan 2 kapasitas baterai yaitu 181 kW dan 200 kW perangkat lunak. Rancangan Optimasi 3 daerah Sebotok jika nilai baterainya 200 kW maka produksi energi diesel generator akan lebih sedikit dibandingkan rancangan Optimasi 2. Sebaliknya jika kapasitas baterai 181 kW maka produksi energi diesel generator akan lebih besar dari rancangan Optimasi 2 seperti terlihat pada gambar 7. Semakin besar kapasitas baterai yaitu Optimasi 3 – 200kW maka semakin kecil produksi energi generator diesel dibandingkan dengan Optimasi 3 – baterai 181kW.



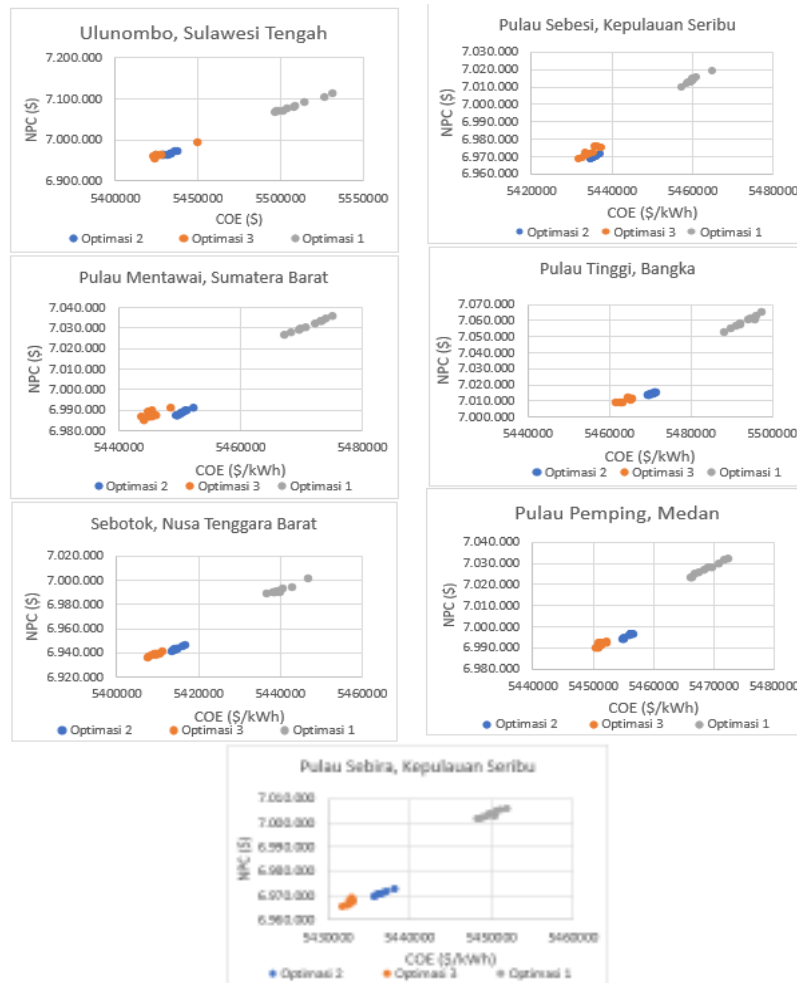
**Gambar 7**  
**Perbandingan Kapasitas PV dan Produksi Energi di Pulau Sebotok**

### B. Hasil dan Analisis Nilai Net Present Cost dan Cost Of Energy

Penghitungan biaya sekarang bersih (*Net Present Cost*) dari seluruh komponen dalam sistem secara keseluruhan adalah nilai sekarang dari semua biaya pemasangan dan pengoperasian komponen dengan umur proyek 25 tahun, dikurangi nilai sekarang dari semua pendapatan yang diperoleh selama umur proyek diperoleh masing-masing daerah. Sedangkan biaya energi (*Cost of Energy*) merupakan biaya rata-rata per kWh



dari produksi energi listrik yang terpakai dalam komponen sistem. Nilai NPC dan COE dari hasil simulasi dari beberapa wilayah seperti pada gambar 8.



**Gambar 8**  
**Grafik Perbandingan Nilai NPC dan COE**

Berdasarkan hasil simulasi perbandingan dari nilai NPC dan COE terendah yaitu hasil simulasi rancangan Optimasi 3 tetapi untuk wilayah Pulau Sebesi Kepulauan Seribu nilainya NPC dan COE lebih rendah rancangan Optimasi 2. Pulau Sebesi yang memiliki profil beban residential ini menghasilkan nilai NPC lebih besar untuk rancangan Optimasi 3 dimana energi PV dan Baterai digunakan pada pukul 06.00-18.00 juga cukup besar dikarenakan aktifitas perumahan dengan penggunaan listrik yang hampir sama besar dengan beban puncak di malam hari. Jika dilihat dari besar nilai NPC dan COE nya kemungkinan dari besarnya penggunaan komponen PV dan baterai untuk memenuhi kebutuhan beban siang hari sehingga meningkatkan biaya komponen rancangan Optimasi 3. Sedangkan pada rancangan Optimasi 2 produksi energi PV yang intermiten untuk memenuhi kebutuhan pelanggan disiang hari dapat dibantu dengan produksi energi generator diesel.

### C. Hasil dan Analisis Persamaan Linear Regresi dan Nilai Koefisien Determinasi

Keragaman variabel bebas yang mampu menjelaskan keragaman variabel terikat dapat dilihat dari hasil persamaan linear regresi dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada tabel 2. Hasil perhitungan rancangan Optimasi yang nilai  $R^2$  tidak ada (N/A) disebabkan nilai kapasitas baterai seluruh data memiliki besar kapasitas yang sama sedangkan besar kapasitas PV yang mengalami peningkatan.

Nilai koefisien  $R^2$  yaitu antara 0 sampai 1. Pada rancangan Optimasi 1 yaitu nilai koefisien  $R^2$  mendekati nilai 1 yang berarti besar kapasitas baterai sangat dipengaruhi oleh besar kapasitas PV. Dari data hasil simulasi untuk 6 daerah, penurunan besar kapasitas baterai sebanding dengan peningkatan kapasitas PV sehingga nilai koefisien  $R^2$  mendekati angka 1. Untuk nilai koefisien  $R^2$  pada rancangan Optimasi 2 dan Optimasi 3 berada dibawah Optimasi 1 atau tidak terdapat nilai koefisien  $R^2$  yang artinya besaran kapasitas baterai tidak terpengaruh kapasitas PV dikarenakan pada rancangan Optimasi 2 dan Optimasi 3 memiliki generator diesel yang mempengaruhi diluar model persamaan dalam sistem pembangkit hibrida.

Nilai  $R^2$  pada rancangan Optimasi 1 lebih kecil dari Optimasi 2 untuk daerah Pulau Tinggi. Dari hasil simulasi daerah tersebut yaitu semakin besar nilai kapasitas PV maka kapasitas baterai semakin kecil pada rancangan Optimasi 2 ditunjukkan dengan nilai  $R^2$  sebesar 72,73%. Penurunan besar kapasitas baterai ini dipengaruhi oleh besar kapasitas PV maka besar produksi energi generator diesel yang mempengaruhi semakin kecil yaitu hanya 27,27%. Sedangkan pada rancangan Optimasi 1 nilai  $R^2$  sebesar 52,73% disebabkan data hasil simulasi kapasitas baterai diawal mengalami kenaikan yang kemudian mengalami penurunan mengikuti kenaikan nilai besar kapasitas PV. Kenaikan besar kapasitas baterai diawal mengikuti kenaikan besar kapasitas PV ini yang tidak saling mempengaruhi walaupun pada akhirnya besar kapasitas baterai mengalami penurunan mengikuti kenaikan PV sehingga variabel yang mempengaruhi dalam model sebesar 47,27%.

**Tabel 2**  
**Persamaan dan Nilai Koefisien Determinasi ( $R^2$ )**

Lokasi	Optimasi 1	Optimasi 2	Optimasi 3
Ulunombo	$y = -7,8788x + 988,58$ $R^2 = 0,8584$	$y = -3,3212x + 444,42$ $R^2 = 0,7163$	$y = -1,8909x + 332,82$ $R^2 = 0,6983$
Mentawai	$y = -3,4303x + 681,68$ $R^2 = 0,991$	$y = 1,9697x - 34,521$ $R^2 = 0,4729$	$y = -2,3394x + 462,84$ $R^2 = 0,3872$
Sebotok	$y = -2,5212x + 500,67$ $R^2 = 0,8805$	$y = 200$ $R^2 = \text{N/A}$	$y = -0,5818x + 241,31$ $R^2 = 0,0438$
Sebesi	$y = -2,6909x + 587,76$ $R^2 = 0,9428$	$y = 162$ $R^2 = \text{N/A}$	$y = -2,3091x + 466,04$ $R^2 = 0,3981$
Tinggi	$y = -2,1091x + 577,6$ $R^2 = 0,5273$	$y = -5,3818x + 843,8$ $R^2 = 0,7273$	$y = 200$ $R^2 = \text{N/A}$
Pemping	$y = -2,9939x + 624,26$ $R^2 = 0,9777$	$y = 0,1818x + 182,62$ $R^2 = 0,1263$	$y = 0,0364x + 197,36$ $R^2 = 0,0051$
Sebira	$y = -2,4424x + 528,61$ $R^2 = 0,9763$	$y = -1,2061x + 321,72$ $R^2 = 0,3061$	$y = -1,9576x + 385,39$ $R^2 = 0,417$

### **Kesimpulan**

Kendala yang terjadi di daerah 3T yaitu permasalahan pengiriman bahan bakar fosil, maka pertimbangan arsitektur rancangan Optimasi 3 untuk profil beban harian *community* dan rancangan Optimasi 2 untuk profil beban harian *residential*. Penjadwalan generator diesel berpengaruh pada jumlah produksi energi yang dapat memperpanjang usia mesin generator diesel dan mengurangi bahan bakar fosil. Kedepannya dapat dilakukan pembebanan dalam kebutuhan energi siang hari selama 12 jam dapat dipertimbangkan menjadi 8 jam energi langsung dari PV ke beban dan 4 jam energi baterai ke beban tanpa harus dilakukan optimizer dari perangkat lunak.

### **Ucapan Terimakasih**

Penulis ucapkan terima kasih untuk Beasiswa Saintek Pusat Pendidikan dan Pelatihan Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional atas dukungan dan fasilitas yang telah diberikan dalam penelitian dan persiapan penulisan karya ilmiah ini.

## BIBLIOGRAFI

- Alvianingsih, Ginanjar, Antono, Vendy, & Garniwa, Iwa. (2021). Financial and Technical Forecast Analysis of a Hybrid Biomass-Diesel Power Plant-Case Study in Tinggi Island, South Bangka. *2021 3rd International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS)*, 305–308. IEEE. [Google Scholar](#)
- Bukit, Ferry R. A., Zulkarnaen, Hendra, & Simarmata, Gunastara D. A. (2020). Minimize the Cost of Electricity Generation with Hybrid Power Plants on Pemping Island of Indonesia using HOMER. *2020 4rd International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM)*, 153–157. IEEE. [Google Scholar](#)
- Jufri, Fauzan Hanif, Sudiarto, Budi, & Garniwa, Iwa. (2021). Optimal Hybrid Renewable Energy System Design for Generation Cost Reduction and Increased Electrification in Isolated Grid in Indonesia. *2021 IEEE 4th International Conference on Power and Energy Applications (ICPEA)*, 147–152. IEEE. [Google Scholar](#)
- Purwadi, Agus, Haroen, Yanuarsyah, Zamroni, Muhamad, Heryana, Nana, & Saryanto, Agus. (2012). Study of hybrid PV-diesel power generation system at Sebira Island-Kepulauan Seribu. *2012 International Conference on Power Engineering and Renewable Energy (ICPERE)*, 1–7. IEEE. [Google Scholar](#)
- Rahmanta, Mujammil Asdhiyoga, Aditama, Faris, & Wibowo, Prasetyo Adi. (2021). Study of the Utilization of Local Renewable Energy Potential in Sebotok, West Nusa Tenggara. *2021 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, 35–39. IEEE. [Google Scholar](#)
- Rahmat, Ade, & Hadi, Muhammad Wardi. (2021). Optimization Analysis of Hybrid Power Plants by Utilizing Renewable Energy Resources in the Ulunambo Isolation System in Menui Islands, Central Sulawesi. *2021 International Conference on Technology and Policy in Energy and Electric Power (ICT-PEP)*, 152–156. IEEE. [Google Scholar](#)
- A. Muhtar., P.Prasetyawan., S.Kanata., S.Baqaruzi., T.Winata. 2021. Economic and Environmental Assessment of the Implementation of Hybrid Auto-size Diesel Generators with Renewable Energy on Sebesi Island. *International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS)*.
- A.Purwadi., Y.Haroen., M.Zamroni, N.Heryana., A.Saryanto. 2012. Study of hybrid PV-diesel power generation system at Sebira Island-Kepulauan Seribu. *International Conference on Power Engineering and Renewable Energy (ICPERE)*.
- Arief, R., Paul, D., David, W. (2021), The political economy of oil supply in Indonesia and the implications for renewable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- Design and Control of PV Hybrid System in Practice. 2020. [www.giz.de](http://www.giz.de)

- F.H.Jufri., B.Sudiarto., I.Garniwa. 2021. Optimal Hybrid Renewable Energy System Design for Generation Cost Reduction and Increased Electrification in Isolated Grid in Indonesia. IEEE 4th International Conference on Power and Energy Applications (ICPEA).
- F.R.A.Bukit., H.Zulkarnaen., G.D.A. Simarmata. 2020. Minimize the Cost of Electricity Generation with Hybrid Power Plants on Pemping Island of Indonesia using HOMER. International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM).
- G.Alvianingsih., V.Antono., I.Garniwa. 2021. Financial and Technical Forecast Analysis of a Hybrid Biomass-Diesel Power Plant - Case Study in Tinggi Island, South Bangka. International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS).
- I.T. Sulistyoa, A.J. Farb,. 2020. Design and analysis of a smart microgrid for a small island in Indonesia. International Journal of Smart Grid and Clean Energy, vol. 9, no. 6.
- Jose, M.R.A, Najmeh, B., Juan, G.A.C., Doris, S., Juan C.V., Josep, M.G,. 2021. Energy management system optimization in islanded microgrids: An overview and future trends. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- Mathias, A.M. 2015. Which Solar Panel Type Is Best? Mono- vs. Polycrystalline vs. Thin Film. Energy Informative.
- M. A. Rahmanta., F.Aditama., P. A.Wibowo. 2021. Study of the Utilization of Local Renewable Energy Potential in Sebotok, West Nusa Tenggara. International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA).
- Pihri Buhaerah. 2018. The effect Of Electricity Consumption and Industrialization On Economic Growth. Jurnal Ekonomi dan Pembangunan LIPI.
- P. Manimekalai., R Harikumar.,S Raghavan. 2013. An Overview of Batteries for Photovoltaic (PV) Systems. International Journal of Computer Applications.
- U.S. Department of Energy. Microgrid Definitions. <https://buildingmicrogrid.lbl.gov>. USAID. 2019.
- Yusmar, A. Rahmat, M. W. Hadi. 2021. Optimization Analysis of Hybrid Power Plants by Utilizing Renewable Energy Resources in the Ulunambo Isolation System in Menui Islands, Central Sulawesi. International Conference on Technology and Policy in Energy and Electric Power (ICT-PEP)

**Copyright holder:**

Adinda Prawitasari, Iwa Garniwa (2022ss)

**First publication right:**

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

**This article is licensed under:**

