

RANCANGAN PEMANFAATAN ENERGI BARU TERBARUKAN SEBAGAI SUMBER ENERGI DI DESA KELAPA PATIH JAYA PROVINSI RIAU

Gaizka Ghifari Nasution¹⁾, Muhammad Irfan Dzaky^{1)*}

¹⁾Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424, Indonesia

*email korespondensi: muhammad.irfan911@ui.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Received:
24/01/23

Accepted:
19/02/23

Online-Published:
28/02/23

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki beragam sumber daya energi, baik yang tidak terbarukan maupun yang terbarukan. Pembangunan yang berjalan dengan cepat, serta jumlah penduduk yang sangat besar tentu mengakibatkan kebutuhan dukungan energi yang juga sangat besar. Menurut data yang dimiliki oleh Bank Dunia, hingga tahun 2020 sendiri Indonesia sudah memiliki penduduk sebanyak 237,5 juta jiwa Menurut laporan dari Rencana Umum Energi Daerah Provinsi (RUED-P) Riau tahun 2020, potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) yang dimiliki oleh Provinsi Riau sendiri terdiri dari 6 jenis, yaitu panas bumi, air, biomassa, surya, angin dan laut yang dapat dimanfaatkan sebagai energi listrik yang diperkirakan mencapai 5,9 gigawatt (GW). Menurut Dinas Energi Sumber Daya Mineral (ESDM) Riau, diketahui apabila masih terdapat 11 desa di Riau yang belum teraliri listrik hingga tahun 2020 lalu, salah satunya adalah desa Kelapa Patih Jaya. Berdasarkan simulasi menggunakan HOMER, maka diperoleh konfigurasi pembangkit listrik *hybrid* yang optimum terdiri dari 1 turbin angin dan 10 baterai, dengan *inverter* dan biomassa masing-masing sebesar 10 kW.

Kata Kunci : Energi Baru Terbarukan, Turbin Angin, Biomassa, HOMER, Hybrid

ABSTRACT

Indonesia is a country that has a variety of energy resources, both non-renewable and renewable. Development is progressing rapidly, as well as a very large population, of course resulting in a very large need for energy support. According to data owned by the World Bank, until 2020 alone Indonesia already has a population of 237.5 million. According to a report from the Riau Provincial Regional Energy General Plan (RUED-P) for 2020, the potential for New Renewable Energy (EBT) owned by the Province Riau itself consists of 6 types, namely geothermal, water, biomass, solar, wind and sea which can be utilized as electrical energy which is estimated to reach 5.9 gigawatts (GW). According to the Riau Energy and Mineral Resources (ESDM) Office, it is known that there are still 11 villages in Riau that did not have electricity until 2020, one of which is Kelapa Patih Jaya village. Based on the simulation using HOMER, the optimum hybrid power plant configuration is obtained consisting of 1 wind turbine and 10 batteries, with an inverter and biomass of 10 kW each.

Keywords : New Renewable Energy, Wind Turbine, Biomass, HOMER, Hybrid

© 2023 The Authors. Published by
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan
(Indexed in SINTA)

doi:
doi.org/10.5281/zenodo.7684133

1 PENDAHULUAN

Peran suatu energi dalam membantu pembangunan telah menjadi salah satu upaya atau unsur yang sangat penting dalam pembangunan nasional (Sagala, 2000). Seperti yang telah diketahui, Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki beragam sumber energi, baik yang tidak terbarukan maupun yang terbarukan. Pembangunan yang berjalan dengan cepat, serta jumlah penduduk yang sangat besar tentu mengakibatkan kebutuhan dukungan energi yang juga sangat besar. Menurut data yang dimiliki oleh Bank Dunia, hingga tahun 2020 sendiri Indonesia sudah memiliki penduduk sebanyak 237,5 juta jiwa (Jati, 2015). Meskipun akhir-akhir

ini perekonomian Indonesia masih dihadapi dengan berbagai tantangan yang tidak ringan, baik melalui sisi eksternal maupun domestik, akan tetapi dapat terlihat apabila kondisi perekonomian global hingga saat ini cenderung bias ke bawah. Hal ini dapat diketahui merupakan dampak pemulihan ekonomi global yang masih cenderung lambat dan tidak merata. Tentunya kondisi ini menunjukkan apabila Indonesia masih harus lebih keras untuk dapat bersaing dalam perekonomian dunia (Siagian, 2020).

Masalah dari sisi lingkungan dan tentunya ekonomi ini pada akhirnya mengakibatkan dorongan yang cepat untuk pemanfaatan energi terbarukan. Selain untuk mengatasi hambatan secara ekonomi dan komersial, pemanfaatan dari sumber energi terbarukan ini juga akan sesuai dengan tujuan yang diterapkan oleh berbagai negara yang ingin memaksimalkan potensi energi terbarukan di wilayah masing-masing, dengan biaya yang relatif murah. Hal ini tidak terkecuali dengan Provinsi Riau. Menurut laporan dari Rencana Umum Energi Daerah Provinsi (RUED-P) Riau tahun 2020, potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) yang dimiliki oleh Provinsi Riau sendiri terdiri dari 6 jenis, yaitu panas bumi, air, biomassa, surya, angin dan laut yang dapat dimanfaatkan sebagai energi listrik yang diperkirakan mencapai yang dapat dimanfaatkan sebagai energi listrik yang diperkirakan mencapai 5.950 megawatt (MW) atau sekitar 5,9 gigawatt (GW) (Fathatunida, 2022).

Akan tetapi seperti yang telah kita sadari, pemanfaatan dari potensi energi tersebut sangat kecil. Menurut data yang diterima, Provinsi Riau sendiri baru memanfaatkan 848,90 MW atau mencapai 14,27% dari total potensi EBT yang ada. Tidak hanya mengacu pada Provinsi Riau saja, menurut studi dari Program *Manager Energy Transformation Institute for Essential Service Reform* (IESR) yang dilakukan pada tahun 2018, potensi energi terbarukan di Indonesia ini mencapai 431.745 MW, akan tetapi kapasitas terpasang atau yang baru dimanfaatkan untuk listrik hanya sebesar 6.830 MW.

Energi listrik merupakan salah satu energi primer yang tidak dapat dilepaskan oleh para pengguna dalam menjalankan kehidupan sehari-hari. Hal ini baik dari segi rumah tangga, industri, serta instansi pemerintah. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), Provinsi Riau sendiri mengalami peningkatan dari sisi jumlah penduduk. Mengukur dari tahun 2018 hingga 2020 sendiri, jumlah penduduk di Provinsi Riau sudah meningkat dari 6.717.600 jiwa menjadi 6.951.200 jiwa. Dengan semakin meningkatnya penduduk dan bertambahnya penggunaan peralatan yang mengacu pada pemakaian listrik, hal ini tentunya mengakibatkan kebutuhan energi listrik juga meningkat dengan pesat. Apabila dibandingkan dengan daerah-daerah di pulau Jawa, tentunya masih banyak daerah terpencil di pelosok Sumatra yang belum terjangkau oleh jaringan listrik.

Desa Mandiri Energi atau yang sering disingkat dengan sebutan DME, adalah salah satu program untuk pemenuhan kebutuhan energinya sendiri. Diketahui apabila program ini dicanangkan pertama kali oleh Presiden Republik Indonesia pada tahun 2007. Kriteria dari Desa Mandiri Energi ini diketahui merupakan desa yang mampu memenuhi minimal 60% dari total kebutuhan energi, yang meliputi listrik serta bahan bakar, dengan memberdayakan potensi sumber daya setempat serta tumbuhnya kegiatan produktif untuk meningkatkan perekonomian desa sebagai dampak dari ketersediaan energi lokal. Dengan adanya DME, tentunya desa-desa yang ada diharapkan dapat meminimalkan ketergantungan terhadap penggunaan sumber energi tidak terbarukan serta penggunaan energi subsidi dari pemerintah (Budiarto, 2011).

Menurut Dinas Energi Sumber Daya Mineral (ESDM) Riau, diketahui apabila masih terdapat 11 desa di Riau yang belum teraliri listrik hingga tahun 2020 lalu. Diketahui apabila ke-11 desa tersebut banyak berada di Kabupaten Kampar dan Indragiri Hilir. Dengan demikian, maka perlu kita ketahui apabila masih terdapat daerah 3T di Provinsi Riau tersebut. Diketahui apabila daerah 3T sendiri merupakan daerah yang tergolong dalam daerah tertinggal, terdepan, dan terluar. Disini sendiri tertinggal berarti memiliki kualitas pembangunan yang rendah, dimana masyarakat setempat justru kurang berkembang apabila dibandingkan dengan daerah lain dalam skala nasional. Selain itu, dari sisi geografis sendiri daerah ini berada di daerah terdepan dan terluar dari wilayah Indonesia. Daerah 3T sendiri dianggap sebagai wilayah yang dinilai masih memerlukan bantuan dalam berbagai sektor seperti pendidikan, kesehatan, ekonomi, dan juga kebijakan dalam skala nasional lainnya.

Apabila mengacu pada Indeks Desa Membangun Kementerian Desa (IDM Kemendes), Desa Kelapa Patih Jaya merupakan salah satu desa yang masih berstatus sangat tertinggal. Menurut IDM Kemendes, Kelapa Patih Jaya yang terletak di Kabupaten Indragiri Hilir ini masih memiliki status IDM berkembang dengan nilai 0,6351. Berdasarkan BPS, hingga tahun 2022, daerah yang terletak di Kecamatan Teluk Belengkong ini memiliki jumlah penduduk sebesar 1.343 jiwa dengan jumlah KK sebanyak 305 jiwa. Diketahui juga apabila kepadatan jiwa dari Desa Kelapa Patih Jaya ini adalah sebesar 89 jiwa/km². Daerah ini sendiri secara geografis memiliki potensi energi matahari dan mikro hidro yang cukup potensial untuk dikembangkan. Desa yang kaya akan sinar matahari ini juga diketahui merupakan penghasil komoditas perkebunan berupa

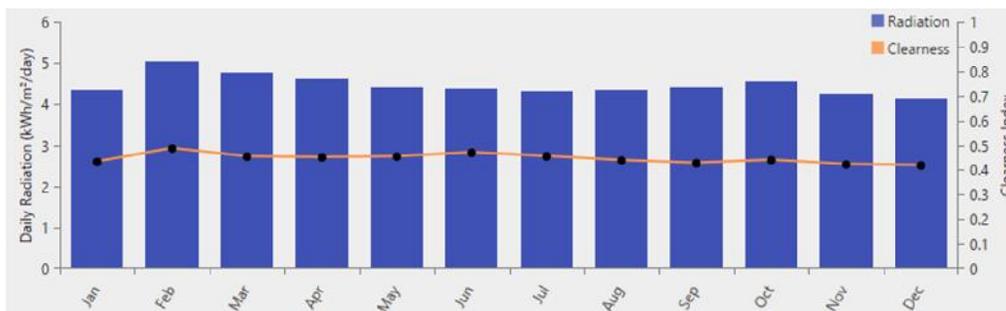
kelapa sawit dan karet. Perkebunan ini setiap minggunya menghasilkan limbah berupa tandan pelepah kelapa sawit yang merupakan potensi biomassa yang apabila dimanfaatkan dengan optimal dapat menghasilkan energi listrik yang akan mengurangi ketergantungan masyarakat. Oleh sebab itu, dibutuhkan perancangan untuk memanfaatkan energi yang tersedia dengan melakukan simulasi sederhana pada *software* HOMER (*Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources*).

2. BAHAN DAN METODA

Metode yang akan digunakan pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahap awal dilakukan identifikasi wilayah yang akan dijadikan objek pembahasan. Identifikasi wilayah disini akan lebih difokuskan pada wilayah 3T dan desa yang belum teraliri listrik oleh PLN dengan baik. Selanjutnya terdapat tahap studi literatur yang difokuskan pada empat bagian utama, yaitu studi beban listrik desa, studi potensi energi yang dimiliki, studi pemahaman terhadap *software* optimasi model sistem tenaga listrik mikro bernama HOMER, serta desain sistem dari potensi energi yang dipilih.

Hingga saat ini, desa Kelapa Patih Jaya diketahui sebagai salah satu desa transmigrasi yang berada di Kecamatan Teluk Belengkong, Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau. Secara geografis, Kabupaten Indragiri Hilir terletak di antara 0°36' LU - 1°07' LS dan 104°10' - 102°32' BT, yang di mana kabupaten ini merupakan kabupaten terluas kedua di Provinsi Riau.

Berdasarkan data Badan Penerbangan dan Antariksa Amerika Serikat atau yang lebih dikenal dengan sebutan NASA, diketahui apabila desa Kelapa Patih Jaya ini kaya akan sinar matahari. Menurut *database* NASA *Prediction of Worldwide Energy Resource* (POWER), dapat diketahui rata-rata *Solar Global Horizontal Irradiance* (GHI) dari daerah ini adalah 4,45 kWh/m²/hari. Selain itu *Clearness Index* di daerah ini juga cukup baik, di mana rata-rata variasi intensitas radiasi bulanan disini juga sangat kecil yaitu sebesar 0,445.



Gambar 1. Rata-rata Solar GHI Tiap Bulan (NASA) di Desa Kelapa Patih Jaya

Selanjutnya untuk potensi biomassa, diketahui apabila desa Kelapa Patih Jaya memiliki luas produksi perkebunan rakyat yang cukup besar. Mengambil data dari Sistem Informasi Desa dan Kelurahan Direktorat Jenderal Bina Pemerintahan Desa Kementerian Dalam Negeri (Prodeskel Bina Pemdes), diketahui apabila desa Kelapa Patih Jaya memiliki tiga buah komoditas produksi tanaman perkebunan. Diketahui apabila komoditas tersebut meliputi kelapa, kelapa sawit, dan karet. Secara keseluruhan, diketahui apabila luas perkebunan rakyat desa Kelapa Patih Jaya ini adalah sebesar 768 Ha, di mana 140 Ha berasal dari perkebunan kelapa sawit. Melalui perkebunan kelapa sawit tersebut, dihasilkan sejumlah komponen biomassa seperti tempurung, serabut, tandan kosong, pelepah dan sebagainya.

Apabila melihat dari katalog Indragiri Hilir tahun 2020, maka dapat diketahui jika kabupaten tersebut menghasilkan produksi kelapa sawit sebesar 274.449 ton setiap tahunnya. Lebih lanjut, berdasarkan data yang sudah didapatkan, diketahui apabila 55,54 ton kelapa sawit tersebut berasal dari desa Kelapa Patih Jaya ini. Dengan demikian, kita mengetahui apabila potensi produksi limbah biomassa (pelepah sawit) di desa Kelapa Patih Jaya ini sangat besar.

Tabel 1. Produksi Tanaman Perkebunan

Komoditas	Luas Perkebunan Rakyat (Ha)	Produksi Perkebunan Rakyat (Ton)	Luas Perkebunan (Ha)
Kelapa	144	8.640,00	144
Kelapa Sawit	144	55,54	144
Karet	480	-	480

Sumber: Kementerian Dalam Negeri Direktorat Jenderal Bina Pemerintahan Desa

Kemudian berdasarkan potensi sumber tenaga angin, menurut NASA, desa Kelapa Patih Jaya ini memiliki sumber angin yang cukup baik, di mana rata-rata kecepatan angin terbesar berada di awal tahun pada bulan Januari yaitu sebesar 5,160 m/s. Sedangkan rata-rata kecepatan angin terendah justru berada pada bulan April, yaitu sebesar 2,62 m/s. Menurut *database* NASA *Prediction of Worldwide Energy Resource*, didapatkan rata-rata kecepatan angin tiap tahunnya pada desa Kelapa Patih Jaya adalah sebesar 3,62 m/s.



Gambar 2. Rata-rata Kecepatan Angin di Desa Kelapa Patih Jaya

Lalu terakhir untuk mendapatkan data atau parameter yang diperlukan dalam merancang sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro hidro dari Sungai Guntung di daerah Desa Kelapa Patih Jaya. Diketahui hasil pengukuran kualitas perairan di muara Sungai Guntung dengan parameter kecepatan arus, kecerahan, salinitas, suhu, dan pH sebagai berikut.

Tabel 2. Rata-rata Parameter Kualitas Perairan Sungai Guntung

No	Parameter	Stasiun			
		1	2	3	4
1	Kecepatan Arus (m/s)	0,27	0,19	0,24	0,38
2	Kecerahan (cm)	50,3	31,3	51,2	51,5
3	Salinitas (ppt)	25	25	26	27
4	Suhu (°C)	30	31	30	30
5	pH	7	7	7	7

Berdasarkan software HOMER didapatkan skala beban listrik rata-rata tahunan dari desa Kelapa Patih Jaya adalah sebesar 165,44 kWh/hari

2.1 Sistem Pembangkit Listrik Hybrid

Dalam melakukan konservasi energi di daerah yang begitu banyak potensi energi seperti desa Kelapa Patih Jaya, maka akan sangat tepat apabila dibuat suatu sistem pembangkit listrik *hybrid*. Berdasarkan data yang dimiliki dari radiasi sinar matahari, debit air sungai, kecepatan angin, dan limbah biomassa yang dihasilkan dari perkebunan kelapa sawit per hektar di desa Kelapa Patih Jaya, model sistem pembangkit *hybrid* ini dirancang untuk mensimulasikan dan menentukan sistem yang paling optimal untuk penyediaan energi listrik untuk beban listrik pada pemukiman penduduk.

Dalam perancangan sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid* yang akan disimulasikan untuk memenuhi kebutuhan listrik dari 1.343 jumlah penduduk dan 305 kepala keluarga di Desa Kelapa Patih Jaya, maka komponen utama dari sistem ini akan terdiri dari *photovoltaic*, turbin angin, generator diesel, baterai dan *inverter*.

a. *Photovoltaic* (PV)

Dalam penggunaan modul surya atau *photovoltaic* pada sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid*, diketahui apabila akan digunakan tipe SP100-12M milik PT. Adyawinsa *Electrical and Power* dengan *rating* daya maksimum yaitu sebesar 0.1 kW. Diketahui bahwasanya PV satu ini memiliki *derating factor* sebesar 90% dengan masa garansi selama 20 tahun dan efisiensi sebesar 13%.

b. Turbin Angin

Pendekatan dengan menggunakan turbin angin dikarenakan komponen ini juga memiliki beberapa persamaan dengan turbin hidro kinetik yang sering disebut dengan turbin angin bawah air. Diketahui apabila akan digunakan kurva daya turbin angin dan kecepatan angin sesuai dengan data yang telah didapatkan sebelumnya melalui *database NASA Prediction of Worldwide Energy Resource*. Dalam pemasangan turbin angin, akan digunakan modul *Horizontal Wind Turbine* dengan kapasitas sebesar 1000 watt, *rated voltage* 48V, dengan kecepatan angin maksimal 40 m/s, dengan garansi selama 20 tahun.

c. Biomassa

Biomassa berupa limbah pelepah sawit dapat digunakan untuk mengoperasikan generator diesel dengan kapasitas 10 kW serta masa pakai sebesar 15.000 jam dengan minimal *load ration*nya 30%.

c. Inverter

Dalam penggunaan inverter, disini sendiri akan digunakan adalah *Bidirectional Inverter (Inverter-Rectifier)* tipe Apollo MTP-4110F dengan *rating* daya dari jenis inverter ini adalah 75 kW, dengan efisiensi sebesar 95%, dan masa pakai sepanjang 10 tahun.

d. Baterai

Kemudian untuk baterai disini akan digunakan baterai kering *deep cycle Surrette* 6CS25P yang dimana berdasarkan katalog yang dimiliki oleh HOMER, memiliki kapasitas sebesar 820 Ah dengan masa pakai 12 tahun dan efisiensi yang mencapai 80%.

e. Batas-batas Pengoperasian (*Constraints*)

Terakhir berdasarkan batasan dari pengoperasian, maka diketahui apabila terdapat batasan yang meliputi batasan ekonomi yang digunakan untuk semua perhitungan ketika sistem disimulasikan yaitu *annual real interest rate* sebesar 7,5% dengan umur/masa manfaat proyek selama 25 tahun. Lalu terdapat juga *dispatch* strategi yang digunakan adalah *cycle charging* dengan *maximum annual capacity shortage* sebesar 0%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jika dapat menarik suatu kesimpulan dari simulasi yang telah dilakukan dengan *software* HOMER, maka telah diketahui sebelumnya apabila konfigurasi sistem yang paling optimal akan ditentukan oleh besarnya NPC. Disini sendiri apabila NPC yang didapatkan semakin kecil, maka optimasi yang dilakukan akan menjadi semakin baik. Apabila melihat dari hasil konfigurasi yang telah didapatkan, maka dapat diketahui apabila sistem PLH yang optimal berdasarkan analisis HOMER adalah pada saat menggunakan turbin angin, *inverter*, generator, dan baterai.

Architecture	Cost	System	Production
SP100-12M (500)	100	1	21,151
HE100042	10	1	6,107
Sun6C22P	100	10	60,170
Customer (kWh)	100	0	0
Dispatch	100	0	0
NPC (Rp)	2,228,000,000		
COE (Rp/kWh)	0.0228		
Operating cost (Rp/yr)	100	100	100
Initial Capital (Rp)	100	100	100
Run Time (hr)	100	100	100
Total Fuel (kg/yr)	100	100	100
Production (kWh)	100	100	100
Fuel (L)	100	100	100
COE (Rp/kWh)	100	100	100

Gambar 3. Hasil Optimasi Terbaik Simulasi *Software* HOMER

Diketahui apabila konfigurasi pembangkit listrik *hybrid* yang optimum ini terdiri dari 1 turbin angin dan 10 baterai, dengan *inverter* dan biomassa dengan kapasitas 10 kW. Konfigurasi ini sendiri dipilih pada baris kedua total *Net Present Cost*.

3.1. Hasil Simulasi *Electrical*

Berdasarkan segi *electrical* sendiri, maka akan didapatkan detail untuk *production* dari sistem *architecture* yang telah didapatkan, yaitu sebesar 62.156 kWh/tahun dengan persentase sebesar 100%. Selain itu untuk *consumption*, maka akan didapatkan total sebesar 60.364 kWh/Tahun. Untuk lebih detail, hal tersebut dapat dilihat melalui tabel di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Simulasi *Production*

Production	kWh/Tahun	%
Biomassa 10 kW AC	61.665	99.02.00
Turbin angin	491	0,54861
Total	62.156	100

Tabel 4. Hasil Simulasi *Consumption*

Consumption	kWh/Tahun	%
AC Primary Load	60.364	100
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Total	60.364	100

Tabel 5. Hasil Simulasi *Quantity*

Quantity	kWh/Tahun	%
Excess Electricity	41,7	0,067
Unmet Electric Load	22,1	0,0366
Capacity Shortage	58,5	0,0969

Tabel 6. Hasil Simulasi *Quantity (Value & Units)*

Quantity	Nilai	Satuan
Renewable Fraction	0	%
Max. Renew. Penetration	73,6	%

3.2. Hasil Simulasi *Renewable Penetration*

Kemudian pada simulasi *renewable penetration* akan didapatkan beberapa hasil seperti *peak values* maupun *energy-based metrics* yang didapatkan dari sistem PLH yang terpilih ini. Diketahui apabila didapatkan beberapa hasil dari *renewable penetration* ini sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Simulasi *Capacity-base Metrics*

Capacity-base Metrics	Nilai	Satuan
Nominal renewable capacity divided by total nominal capacity	9,09	%
Usable renewable capacity divided by total capacity	9,09	%

Tabel 8. Hasil Simulasi *Peak Values*

Peak Values	Nilai	Satuan
Renewable output divided by load (HOMER standard)	73,6	%
Renewable output divided by total generation	100	%
One minus nonrenewable output divided by total load	100	%

3.3. Hasil Simulasi *Fuel*

Pada simulasi *fuel* sendiri akan didapatkan beberapa kesimpulan, terutama seputar total bahan bakar yang dikonsumsi, rata-rata penggunaan tiap hari, serta rata-rata penggunaan tiap jam. Diketahui apabila didapatkan hasil simulasi *fuel* sebagai berikut.

Tabel 9. Hasil Simulasi *Fuel*

Quantity	Nilai	Satuan
<i>Total fuel consumed</i>	21.552	L
<i>Avg fuel per day</i>	59	L/hari
<i>Avg fuel per hour</i>	2,46	L/jam

3.4. Hasil Simulasi *Emissions*

Melalui simulasi *emissions* disini, maka akan didapatkan jumlah dari masing-masing emisi yang diterima tiap tahunnya. Untuk lebih lengkap, hasil simulasi emisi ini dapat dilihat melalui tabel berikut ini.

Tabel 10. Hasil Simulasi *Emissions*

Quantity	Nilai	Satuan
<i>Carbon Dioxide</i>	56,304	ton/ tahun
<i>Carbon Monoxide</i>	0,426	ton/ tahun
<i>Unburned Hydrocarbons</i>	0,0155	ton/ tahun
<i>Particulate Matter</i>	0,026	ton/ tahun
<i>Sulfur Dioxide</i>	0,138	ton/ tahun
<i>Nitrogen Oxides</i>	0,484	ton/ tahun

4. KESIMPULAN

Berdasarkan simulasi dan data yang telah didapatkan dengan *software* HOMER maka desa Kelapa Patih Jaya masih menjadi salah satu daerah yang tertinggal di negara Indonesia yang terletak di Kabupaten Indragiri Hilir ini memiliki status IDM berkembang dengan nilai 0,6351 dan memiliki jumlah penduduk sebesar 1.343 jiwa (Berdasarkan BPS, tahun 2022). Konfigurasi sistem yang paling optimal dapat ditentukan oleh besarnya NPC yang terendah, dimana hal tersebut mencakup keseluruhan sistem selama jangka waktu 25 tahun. Simulasi dengan menggunakan HOMER memperoleh kesimpulan sebanyak 2.432 solusi yang layak. Konfigurasi pembangkit listrik *hybrid* yang optimum terdiri dari 1 turbin angin dan 10 baterai, dengan *inverter* dan pemanfaatan biomassa masing-masing sebesar 10 kW. Sistem PLH yang menggunakan *parallel hybrid system* dan dilengkapi dengan pembangkit listrik energi terbarukan, meningkatkan keandalan dan efisiensi dari sistem, serta ukuran dari generator juga akan menjadi semakin kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- F. Sagala, "Peran Energi dalam Pembangunan Nasional Memasuki Milenium III," Widyauklida, vol. 3, no. 1, 2000.
- R. Budiarto, Kebijakan energi: menuju sistem energi yang berkelanjutan. Samudra Biru, 2011.
- R. D. Fathatunida, "Analisis Perencanaan Kebutuhan Dan Penyediaan Energi Listrik Di Wilayah Kerja PT. PLN (Persero) ULP Rajapolah Kabupaten Tasikmalaya Tahun 2022–2031 Menggunakan Perangkat Lunak Leap (Long Range Energy Alternatives Planning Sistem)," Universitas Siliwangi, 2022.
- V. Siagian et al., Ekonomi dan Bisnis Indonesia. Yayasan Kita Menulis, 2020.
- W. R. Jati, "Bonus Demografi Sebagai Mesin Pertumbuhan Ekonomi: Jendela Peluang Atau Jendela Bencana Di Indonesia," Populasi, vol. 23, no. 1, pp. 1-19, 2015.