

POTENSI PENGEMBANGAN ENERGI BARU TERBARUKAN DALAM MENDUKUNG PERTUMBUHAN KAWASAN PERBATASAN DI KABUPATEN NUNUKAN

Oleh :

Sri Miranti Susandari¹⁾, Junaidy Burhan²⁾, Mochamad Yunus³⁾

ABSTRAK

Kabupaten Nunukan yang terletak di Provinsi Kalimantan Utara merupakan salah satu Daerah Perbatasan dengan rasio elektrifikasi terendah. Kabupaten Nunukan memiliki potensi alam yang dapat dikelola sebagai sumber energi listrik untuk memenuhi kebutuhan listrik. Potensi ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber listrik dari angin, air dan matahari. Kajian ini bertujuan untuk membebaskan potensi energi baru dan terbarukan (EBT) yang dapat dikembangkan dan menganalisis kelayakan investasi pada potensi energi baru terbarukan (EBT), yang dapat menentukan arah pengembangan energi baru dan terbarukan di kabupaten nun. Dalam menentukan potensi energi baru terbarukan menggunakan program LEAP. NVP, IRR, B/C rasio dan Payback Period untuk mengetahui estimasi investasi potensi ebt. Berdasarkan analisis, energi angin tidak dapat dikembangkan. Air dan energi surya layak untuk dikembangkan di kabupaten nunukan. Energi air memiliki potensi sebesar 246,67 KWH dengan NPV sebesar Rp. 1.009.874.801 dan modal awal bisa kembali di tahun ke-9. Energi surya memiliki potensi sebesar 1.775,3 KWH, nilai NPV sebesar Rp 77.579.01.054 dan modal awal dapat dipulihkan pada tahun ke-3. Potensi pengembangan Energi Baru dan Terbarukan merupakan investasi jangka panjang dan dapat dijadikan sebagai sektor yang memberikan kontribusi pendapatan daerah yang besar dengan memanfaatkan bahan baku yang banyak tersedia di Kabupaten Nunukan dan ramah lingkungan.

Kata kunci : Energi Terbarukan, Kelayakan, Investasi, Potensi.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kabupaten Nunukan merupakan bagian dari Provinsi Kalimantan Utara yang merupakan provinsi ke-34 dan merupakan salah satu Kawasan Perbatasan yang memiliki permasalahan utama pada ketersediaan aliran listrik yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat karena jumlah pasokan yang terbatas. Begitu pula halnya dengan Kabupaten Nunukan yang merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Kalimantan Utara dengan luas wilayah yang besar dan masih terus dan perlu untuk melakukan pembangunan.

Berdasarkan Kementerian ESDM, rasio elektrifikasi di Provinsi Kalimantan Utara mencapai 68,94%. Sedangkan Kabupaten Nunukan merupakan daerah dengan rasio desa teraliri listrik paling rendah yaitu 25,83% dan rasio elektrifikasi 58,34%. Dalam RPJMD Kabupaten Nunukan 2011-2016, diarahkan untuk pemanfaatan sumber energi konvensional guna mengatasi ketidakseimbangan antar pasokan dan permintaan atas tenaga listrik di Kabupaten Nunukan, baik untuk jangka pendek maupun jangka Panjang.

Produksi listrik Kabupaten mengalami peningkatan. Peningkatan ini diiringi dengan meningkatnya tenaga listrik yang terjual yaitu 1,13% untuk sektor rumah tangga pada tahun 2020. Pembangkit listrik yang telah terpasang berasal dari Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) sebesar 13.890 kW dan Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) dengan daya sebesar 1.600 kW.

Kabupaten Nunukan memiliki kondisi fisik yang dapat mendukung dikembangkannya energi baru terbarukan. Potensi tersebut antara lain sinar matahari yang sangat berpotensi untuk dikembangkannya pembangkit tenaga surya, perairan yang dapat dikembangkan menjadi sumber listrik mikro hidro serta angin yang dapat dikembangkan sebagai sumber listrik. Permasalahan yang terjadi di Kabupaten Nunukan adalah masih seringnya terjadi pemadaman listrik secara tiba-tiba dengan jangka waktu yang tidak dapat dipastikan. Berdasarkan kondisi Kabupaten Nunukan tersebut maka perlu diketahui potensi energi baru terbarukan yang dapat dikembangkan, bagaimana kelayakan investasi dalam mendukung pengembangan potensi EBT yang dapat dikembangkan.

1.2. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang ada maka beberapa pertanyaan penelitian yang akan dijawab dalam penelitian ini adalah (1) potensi energi baru terbarukan apa saja yang dapat dikembangkan?; (2) bagaimana kelayakan investasi pengembangan potensi energi baru terbarukan yang dapat dikembangkan?; (3) bagaimana arah pengembangan energi baru terbarukan terhadap pertumbuhan Kawasan Perbatasan?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu, (1) menganalisis potensi energi baru terbarukan yang dapat dikembangkan di Kawasan Perbatasan, (2) menganalisis kelayakan investasi, (3) Kawasan Perbatasan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara yang merupakan daerah perbatasan Indonesia-Malaysia. Kabupaten Nunukan terletak antara 115°33' – 118°3' Bujur Timur dan 3°15'00" – 4°24'55" Lintang Utara. Luas wilayah Kabupaten Nunukan adalah 14.247,5 Km² dan terbagi atas 16 kecamatan yaitu Krayan, Krayan Selatan, Lumbis, Lumbis Ogong, Nunukan, Nunukan Selatan, Sebatik, Sebatik Barat, Sebatik Tengah, Sebatik Timur, Sebatik Utara, Sebuku, Sei Menggaris, Sembakung, Sembakung Atulai dan Tulin Onsoi.

2.2. Teknik Analisis

2.2.1. Analisis Potensi Energi Baru Terbarukan

Dalam menganalisis potensi energi baru terbarukan menggunakan metode analisis LEAP (*Long-Range Energy Alternatives Planning*) yang merupakan suatu perangkat lunak yang berguna untuk melakukan Analisa dan evaluasi kebijakan dan perencanaan energi. Data yang digunakan adalah data sekunder yaitu 1) jumlah penduduk, 2) jumlah pelanggan listrik, 3) *power plan*, 4) kecepatan angin, 5) PDRB, 7) intensitas pemakaian listrik. Perencanaan kebutuhan energi (*demand*) dapat dicari dengan cara:

$$\text{Konsumsi Energi Total} = \text{Tingkat Aktivitas} \times \text{Intensitas Energi}$$

Intensitas Energi (*Energy Intensity*) merupakan rata-rata tahunan konsumsi energi (*Energy Consumption = EC*) per unit aktivitas (*activity level*) . Secara matematik ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$El = \frac{EC}{\text{activity level}}$$

Pertumbuhan intensitas energi (*Ei*) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\frac{El \text{ tahun berlaku} - El \text{ tahun sebelumnya}}{El \text{ tahun sebelumnya}} \times 100\%$$

Perhitungan pertumbuhan jumlah pelanggan menggunakan persamaan yang hampir sama dengan perhitungan pertumbuhan intensitas energi, yaitu:

$$\frac{\text{pelanggan tahun berlaku} - \text{pelanggan tahun sebelumnya}}{\text{pelanggan tahun sebelumnya}} \times 100\%$$

Setelah diperoleh pertumbuhan pelanggan dan intensitas energi masing-masing tahun, maka dapat dihitung rata-rata pertumbuhannya dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{jumlah nilai data pertumbuhan}}{\text{banyaknya data}}$$

2.2.2. Analisis Kelayakan Investasi

Analisa kelayakan investasi merupakan kegiatan yang berhubungan dengan perkiraan, penafsiran dan peramalan dari berbagai kemungkinan yang dapat terjadi pada waktu yang akan datang. Beberapa parameter yang digunakan untuk mengukur kelayakan proyek yaitu *Net Present Value* (NVP), *Profitability Index* (PI), *Benefit and Cost Ratio* (B/C Ratio).

a. *Net Present Value* (NVP)

Net Present Value (NPV) adalah selisih antara nilai sekarang dari arus kas yang masuk dengan nilai sekarang dari arus kas yang keluar pada periode waktu tertentu. NPV dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{At}{(1+k)^t}$$

Dimana:

k = *Discount Rate*

At = *Cashflow* w pada periode t

n = Periode Terakhir dimana *cashflow* diharapkan

Berdasarkan rumus di atas, dapat diketahui

investasi layak atau tidak untuk dilakukan dengan nilai hasil perhitungan NPV, yaitu:

- Jika $NVP > 0$, berarti investasi yang akan dijalankan diproyeksikan akan mendatangkan keuntungan bagi perusahaan maka proyek direkomendasikan untuk dijalankan.
- Jika $NVP = 0$, berarti investasi yang akan dijalankan diproyeksikan tidak akan mendatangkan keuntungan maupun kerugian bagi perusahaan maka perlu didiskusikan lebih lanjut mengenai keuntungan lain yang akan didapatkan jika investasi tetap dijalankan.
- Jika $NVP < 0$, berarti investasi yang akan dijalankan diproyeksikan akan mendatangkan kerugian bagi perusahaan maka proyek direkomendasikan untuk dibatalkan.

b. *Internal Rate of Return (IRR)*

Internal Rate of Return (IRR) adalah metode yang menghitung tingkat bunga yang menyamakan nilai sekarang investasi dengan nilai sekarang penerimaan-penerimaan kas bersih dimasa yang akan datang. Rumus untuk menghitung *Internal Rate of Return (IRR)* adalah:

$$IRR = rr + \frac{NPV_{rr}}{TPV_{rr} - TPV_{rt}} \times (rt - rr)$$

Dimana:

rr = Tingkat Discount Rate (r) lebih rendah

rt = Tingkat Discount Rate (r) lebih tinggi

TPV = Total Present Value

NVP = Net Present Value

Berdasarkan rumus di atas, dapat diketahui investasi layak atau tidak untuk dilakukan dengan nilai hasil perhitungan IRR, yaitu:

- Jika $IRR >$ tingkat bunga yang disyaratkan, maka investasi layak.
- Jika $IRR <$ tingkat bunga yang disyaratkan, maka investasi tidak layak.

c. *Benefit and Cost Ratio (B/C Ratio)*

Benefit and Cost Ratio (B/C Ratio) digunakan untuk menentukan kelayakan dari sebuah proyek yang berkaitan dengan kepentingan masyarakat umum. *Benefit and Cost Ratio (B/C Ratio)* dihitung dengan cara sebagai berikut.

$$BCR = \frac{PV_{benefit}}{PV_{cost}}$$

Berdasarkan rumus di atas, dapat diketahui investasi layak atau tidak untuk dilakukan dengan nilai hasil perhitungan B/C Ratio, yaitu:

- Jika $B/C > 1$, maka proyek sebaiknya untuk dilanjutkan.
- Jika $B/C < 1$, maka proyek tidak layak atau merugi.

d. *Payback Period*

Payback Period adalah untuk menghitung perbandingan antara *present value* dan penerimaan dengan present value dari investasi. *Payback Period* dihitung dengan cara sebagai berikut.

$$Payback\ Period = \frac{Investasi}{Cashflow} \times 1\ tahun$$

Berdasarkan rumus di atas, dapat diketahui investasi layak atau tidak untuk dilakukan dengan nilai hasil perhitungan *Payback Period*, yaitu:

- Jika *Payback Period* > target kembalinya investasi, maka proyek investasi tidak layak.
- Jika *Payback Period* < target kembalinya investasi, maka proyek investasi layak.

2.2.3. Menentukan Arah Pengembangan EBT

Arah strategi pengembangan EBT menggunakan metode analisis SOAR yang merupakan kerangka baru untuk perencanaan strategis. SOAR merupakan akronim dari *Strengths* (kekuatan), *Opportunities* (peluang), *Aspirations* (aspirasi) dan *Results* (hasil). SOAR adalah penggunaan kekuatan dan peluang yang dimiliki untuk menghasilkan aspirasi dan hasil. Matriks SOAR dibagi menjadi 4 (empat) kondisi, sebagai berikut:

Tabel 1 Matriks SOAR

	Internal Daftar faktor kekuatan Internal	Opportunities Daftar peluang eksternal
Internal Aspirasi Daftar faktor harapan dari internal	Strategi SA ciptakan strategi yang menggunakan kekuatan untuk mencapai aspirasi.	Strategi OA Ciptakan strategi yang berorientasi kepada aspirasi yang diharapkan untuk memanfaatkan peluang
Eksternal Result Daftar hasil yang terukur untuk diwujudkan	Strategi SR Ciptakan strategi yang berdasarkan kekuatan untuk mencapai Hasil yang terukur	Strategi OR Strategi yang berorientasi kepada kesempatan untuk mencapai Result yang sudah terukur

Matriks SOAR berfungsi untuk menyusun faktor-faktor strategis yang menggambarkan bagaimana kekuatan dan peluang eksternal yang dihadapi perusahaan dapat disesuaikan dengan aspirasi dan terukur yang dimilikinya. Penjelasan matriks SOAR adalah:

- Strategi SA : strategi ini dibuat dengan memanfaatkan seluruh kekuatan untuk mencapai aspirasi yang diharapkan
- Strategi OA : strategi ini dibuat untuk

mengetahui dan memenuhi aspirasi dari setiap stakeholder yang berorientasi kepada peluang yang ada

- Strategi SO : strategi ini dibuat untuk mewujudkan kekuatan untuk mencapai Hasil yang terukur
- Strategi OR : Strategi ini berorientasi kepada peluang untuk mencapai result yang sudah terukur

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

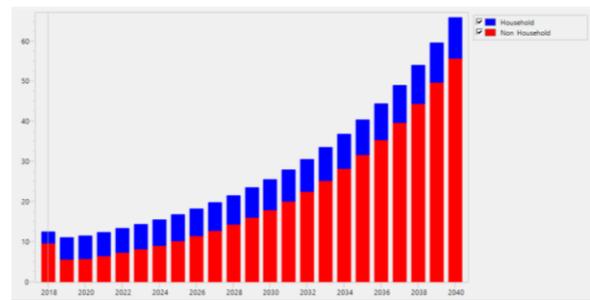
3.1 Analisis Potensi Energi Baru Terbarukan (EBT)

Dalam penelitian ini, 3 (tiga) jenis Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang akan diteliti potensi yang dapat dikembangkan yaitu angin, air dan surya. Penelitian potensi ini dilakukan dengan menggunakan software LEAP (*Long-Range Energy Alternatives Planning*). Pada menu skenario dalam software LEAP, dimasukkan data jumlah pelanggan dan jumlah intensitas pemakaian energi listrik untuk masing-masing sektor listrik yaitu rumah tangga dan non rumah tangga.

Berdasarkan data historis terhadap jumlah pelanggan listrik dan intensitas pemakaian energi listrik maka didapatkan rata-rata pertumbuhannya untuk masing-masing sektor sehingga dapat dilakukan running proyeksi jumlah permintaan atau kebutuhan listrik dari tahun 2020 hingga tahun 2040.

Tabel 2. Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Kab. Nunukan Dengan *Software* LEAP

Tahun	Sektor		Total (kWh)
	Rumah Tangga (kWh)	Non Rumah Tangga (kWh)	
2020	1,6	1,6	3,2
2021	1,6	1,8	3,4
2022	1,7	2	3,7
2023	1,7	2,3	4
2024	1,8	2,5	4,3
2025	1,8	2,8	4,6
2026	1,9	3,2	5,1
2027	1,9	3,5	5,4
2028	2	4	6
2029	2,1	4,4	6,5
2030	2,1	5	7,1
2031	2,2	5,6	7,8
2032	2,2	6,2	8,4
2033	2,3	7,8	9,3
2034	2,4	7,8	10,2
2035	2,4	8,8	11,2
2036	2,5	9,8	12,3
2037	2,6	11	13,6
2038	2,7	12,3	15
2039	2,7	13,8	16,5
2040	2,8	15,5	18,3



Gambar 1. Hasil Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Kab. Nunukan Dengan *Software* LEAP

Berdasarkan kebutuhan energi listrik Kabupaten Nunukan, maka dapat diketahui potensi energi yang dapat dikembangkan, yaitu:

1) Energi Angin

Kecepatan angin kelas 3 adalah batas minimum dan kelas 8 adalah batas maksimum energi angin dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi. Sedangkan kondisi kecepatan angin di Kabupaten Nunukan rata-rata 0-3 m/d. Dalam kelas angin, kecepatan angin di Kabupaten Nunukan hanya berkisar kelas 1 dan 2 dengan kondisi alam di daratan yaitu:

- Kelas 1 dengan kecepatan angin 0,3 – 1,5 m/d dan kondisi alam di daratan yaitu tidak terasa hembusan angin, jika terdapat angin maka angin akan tenang dan asap lurus ke atas.
- Kelas 2 dengan kecepatan angin 1,6 – 3,3 m/d dan kondisi alam di daratan adalah asap bergerak mengikuti arah angin.

Oleh karena itu, energi angin tidak dapat direkomendasikan untuk dimanfaatkan dalam pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/Angin.

2) Energi Air

Potensi tenaga air di Kabupaten Nunukan cukup banyak dengan kapasitas sedang hingga kecil yang tersebar. Di Kabupaten Nunukan juga terdapat bendungan kecil yang berada di tengah kebun sawit di Kecamatan Sebatik. Bendungan tersebut digunakan untuk menampung air guna memenuhi kebutuhan masyarakat. Namun karena tidak memiliki kondisi aliran sungai yang bagus maka bendungan tersebut tidak digunakan lagi oleh masyarakat.

Terdapat 10 sungai yang tersebar di Kabupaten Nunukan. Potensi tenaga air yang ada di Kabupaten Nunukan adalah tenaga air yang berada di Kecamatan Sembakung dengan kapasitas 75 Kw dan di

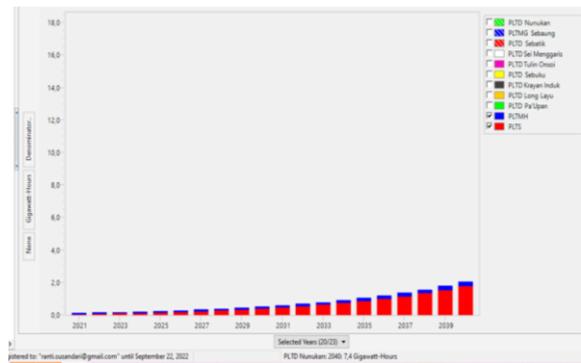
Kecamatan Ogong. Namun hingga saat ini yang beroperasi dengan baik hanya tenaga air yang berada di Kecamatan Sembakung. Walaupun dengan kapasitas yang kecil, namun aliran air sungai yang ada di Kabupaten Nunukan memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Berdasarkan proyeksi kebutuhan listrik hingga tahun 2040, PLTMH yang dapat dikembangkan di Kabupaten Nunukan sebanyak 246,6 kWh.

3) Energi Surya

Berdasarkan data radiasi harian rata-rata matahari sebesar 4,90 kWh/m²/d dengan rata-rata lama penyinaran dalam 1 (satu) hari terjadi selama 8 (delapan) jam. Potensi energi surya di Kabupaten Nunukan dihitung dengan beberapa asumsi yaitu luas daerah potensi yang digunakan sebesar 10%, pemanfaatan potensi energi surya hanya 50% serta penyinaran radiasi matahari berlangsung selama 8 (delapan) jam per hari sehingga diperoleh potensi energi surya yang dapat dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan Kabupaten Nunukan hingga tahun 2040 sebesar 1.775,3 kWh.

Tabel 3. Proyeksi Potensi PLTMH dan PLTS Menggunakan *Software LEAP*

Tahun	Potensi PLTMH (kW)	Potensi PLTS (kW)
2021	50,5	49,5
2022	54,1	70,9
2023	58,1	95,1
2024	62,5	122,7
2025	67,3	154,4
2026	72,6	190,2
2027	78,5	231,2
2028	85,0	278,2
2029	92,2	331,8
2030	100,1	393,2
2031	108,9	463,4
2032	118,7	543,7
2033	129,5	635,5
2034	141,4	740,5
2035	154,7	860,7
2036	169,4	998,1
2037	185,8	1.155,3
2038	204	1.335
2039	224,1	1.540,4
2040	246,6	1.775,3



Gambar 2. Proyeksi Potensi PLTMH dan PLTS Menggunakan *Software LEAP*

3.2 Analisis Kelayakan Investasi

Analisa kelayakan investasi merupakan kegiatan yang berhubungan dengan perkiraan, penafsiran dan peramalan dari berbagai kemungkinan yang dapat terjadi pada sama yang akan datang. Dalam penentuan kelayakan investasi, perlu diketahui biaya pembangunan dari masing-masing jenis pembangkit hingga harga jual listrik dari masing-masing pembangkit.

Tabel 4. Rincian Biaya Pembangunan PLTMH Per Komponen Penyusun

No.	Komponen	Harga (Rp)
1.	Penstok Pipe (Pipa Pesat)	165.368.520
2.	Turbin Crossflow	402.000.000
3.	Generator	40.500.000
4.	Electronic Load Controller	72.450.000
5.	Ballast Load	9.455.000
6.	Sistem Transmisi Daya Listrik	35.450.000
7.	Power House	155.000.000
8.	Perlengkapan Lainnya	4.325.500
Jumlah Biaya Peralatan		884.549.020
Bahan Habis Pakai (3%)		26.536.471
Biaya Operasional dan Maintenance (5%)		44.227.451
Jumlah Biaya Pembangunan (Investasi)		955.312.942

Tabel 5. Rincian Biaya Pembangunan PLTS Per Komponen Penyusun

No.	Komponen	Harga (Rp)
1.	Panel Surya	4.039.200.000
2.	Inverter Grid Tied	1.411.000.000
3.	Solar Charger Controller	474.600.000
4.	Inverter Charged Rated Power	2.028.600.000
5.	Baterai Tipe VRLS Gel	241.400.000
6.	Sistem Proteksi (MCB-Circuit Breaker)	22.500.000
7.	Box Sentral Pusat	235.000.000
8.	Kabel Instalasi	375.000.000
9.	Perlengkapan Lainnya	20.000.000
Jumlah Biaya Pembangunan		8.847.300.000
Bahan Habis Pakai (3%)		265.419.000
Biaya Operasional dan Maintenance (5%)		442.365.000
Jumlah Biaya Pembangunan (Investasi)		9.555.084.000

Berdasarkan rincian biaya pembangunan masing-masing jenis pembangkit, maka dapat diketahui biaya siklus hidup (LCC) untuk masing-masing jenis pembangkit.

Tabel 6. Biaya Siklus Hidup (LCC) Masing-Masing Jenis Pembangkit

Komponen LCC	PLTMH	PLTS
Nilai Jual Listrik (2020)	205.094.208	205.094.208
Umur Proyek (Tahun)	20	20
Suku Bunga (April 2021) (%)	8,68	8,68
Present Value (Rp)	2.049.336.997	87.134.165.054
Total Biaya Siklus Hidup Selama 20 Tahun (Rp)	1.365.792.470	13.629.830.610
Cost of Energy (Rp/kWh)	1.354	1.877

Berdasarkan rincian biaya pembangunan dan biaya siklus hidup untuk masing-masing jenis pembangkit, maka dapat diketahui apakah investasi untuk pembangunan masing-masing jening pembangkit ini layak untuk dilanjutkan atau tidak. Kelayakan investasi dilakukan berdasarkan hasil perhitungan *Net Present Value* (NVP), *Internal Rate of Return* (IRR), *Benefit and Cost Ratio* (B/C Ratio) dan *Pay Back Period*.

Tabel 7. Analisa Kelayakan Investasi Masing-Masing Jenis Pembangkit

Analisis Kelayakan Investasi	PLTMH	PLTS
Net Present Value (NVP) (Rp)	1.009.874.801	77.579.081.054
Internal Rate of Return (IRR)	1,37	1,78
Benefit and Cost Ratio (B/C Ratio)	2,23	11,16
Payback Period (Tahun Ke-)	9	3

3.3 Arahkan Pengembangan EBT Terhadap Pertumbuhan Kawasan Perbatasan

Berdasarkan hasil analisis sebelumnya, terdapat beberapa temuan terkait pengembangan EBT yang selanjutnya akan dikelompokkan sesuai kriteria SOAR.

Tabel 8. Matriks SOAR

	STRENGTH	OPPORTUNITIES
EKSTERNAL	<ol style="list-style-type: none"> Terdapatnya sungai yang dapat dijadikan potensi dan dikembangkan untuk sumber listrik mikrohidro. Daerah tropika sehingga memiliki sinar matahari yang terik terjadi hampir sepanjang tahun dapat dijadikan potensi dan dikembangkan untuk sumber listrik tenaga surya. Berdasarkan analisis, potensi energi air dan energi surya sangat besar. Bahan baku potensi EBT masih banyak tersedia dan mudah didapatkan. Lokasi pengembangan PLTS lebih fleksibel karena dapat ditanamkan dimanapun. Sungai Sembakung merupakan sungai memiliki potensi besar untuk pengembangan PLTMH. 	<ol style="list-style-type: none"> Listrik merupakan salah satu penunjang kehidupan masyarakat yang sangat dibutuhkan sehari-hari. Teknologi pengembangan PLTMH dan PLTS dapat dikuasai dengan baik oleh Indonesia. Ketersediaan potensi EBT lebih besar dibanding kebutuhan listrik di Kabupaten Nunukan, sehingga potensi tersebut dapat dijual keluar Kabupaten Nunukan. Pengembangan EBT dapat mempengaruhi laju investasi di Kabupaten Nunukan. Pangsa pasar yang bertambah setiap tahun, seiring kebutuhan masyarakat akan listrik.
INTERNAL	<ol style="list-style-type: none"> Melakukan riset guna mencari potensi EBT selain air dan surya sebagai alternatif sumber listrik (S4-A2). Dapat dilakukan konversi dari PLTD menjadi EBT sebagai sumber energi listrik di Kabupaten Nunukan (S4-A1). Mengoptimalkan penggunaan EBT dalam memenuhi kebutuhan masyarakat akan listrik (S3-A1). Lokasi pengembangan PLTS lebih fleksibel karena dapat disesuaikan dengan lokasi terluar potensi surya dan juga dapat disesuaikan dengan kebutuhan masyarakat (S5-A2). Sungai Sembakung sebagai potensi terbesar untuk PLTMH, untuk pengembangan PLTMH sebaiknya dilakukan di sepanjang Sungai Sembakung (S6-A2). 	<ol style="list-style-type: none"> Menggunakan teknologi yang dapat dikuasai dengan baik oleh masyarakat dalam pengembangan PLTMH dan PLTS sebagai sumber listrik untuk daerah sekitar (O2-A1). Seiring dengan potensi EBT yang tinggi, maka Kabupaten Nunukan dapat menjadikan penarik utama untuk kebutuhan masyarakat akan listrik (O3-A2).
ASPIRATION	<ol style="list-style-type: none"> Potensi EBT menjadi alternatif lain sebagai pemasok listrik dimana saat ini PLN masih menggunakan diesel. Meningkatkan pemanfaatan alam sebagai sumber listrik. 	<ol style="list-style-type: none"> Dengan memanfaatkan dan mengembangkan EBT, maka dapat memenuhi kebutuhan listrik dalam jangka waktu yang lama (O2-R1). Pengembangan potensi EBT ke daerah sekitar Kabupaten Nunukan merupakan merupakan investasi jangka panjang yang ramah lingkungan (O4-R2). Pengembangan listrik hingga ke pelosok daerah Kabupaten Nunukan dapat menumbuhkan atau mengembangkan potensi daerah yang ada seperti potensi pariwisata sehingga dapat menarik investor untuk ikut mengembangkan Kabupaten Nunukan (O4-R4).
RESULT	<ol style="list-style-type: none"> Memanfaatkan potensi air dan matahari sebagai sumber listrik akan berumur panjang. Bebas emisi karbon dan tidak menyebabkan polusi gas rumah kaca. Peningkatan penjualan ke wilayah tersekit yang belum mengembangkan EBT. Pengembangan listrik dapat mengembangkan potensi daerah yang ada di Kabupaten Nunukan. 	<ol style="list-style-type: none"> Dengan memanfaatkan dan mengembangkan EBT, maka dapat memenuhi kebutuhan listrik dalam jangka waktu yang lama (O2-R1). Pengembangan potensi EBT ke daerah sekitar Kabupaten Nunukan merupakan merupakan investasi jangka panjang yang ramah lingkungan (O4-R2). Pengembangan listrik hingga ke pelosok daerah Kabupaten Nunukan dapat menumbuhkan atau mengembangkan potensi daerah yang ada seperti potensi pariwisata sehingga dapat menarik investor untuk ikut mengembangkan Kabupaten Nunukan (O4-R4).

Berdasarkan matriks analisis SOAR, maka strategi pengembangan EBT dalam mendukung

pertumbuhan kawasan perbatasan di Kabupaten Nunukan yang dapat diterapkan adalah :

- Mengoptimalkan pemanfaatan angin dan air yang memiliki potensi dan ramah lingkungan untuk dijadikan bahan baku pengembangan energi listrik.
- Memanfaatkan sumber energi air Sungai Sembakung sebagai sumber energi listrik PLTMH.
- Mengembangkan PLTMH di Sungai Sembakung sebagai sumber energi listrik untuk masyarakat yang tinggal di sekitar Sungai Sembakung.
- Mengembangkan PLTS di Kabupaten Nunukan dengan mengoptimalkan peletakan solar panel yang merata di Kabupaten Nunukan.
- Menumbuhkan minat investor untuk berinvestasi dalam pengembangan potensi EBT dengan melakukan pembangunan PLTMH dan PLTS.
- Menumbuhkan minat investor untuk berinvestasi dalam pengembangan potensi daerah yang sudah terlayani jaringan listrik dengan baik.
- Mendorong pembangunan PLTS dan PLTMH pada kecamatan-kecamatan yang berpotensi sebagai energi alternatif dari PLTD.
- Meningkatkan pendapatan daerah dengan menjadikan sumber energi listrik sebagai sektor basis yang besar dalam penyumbang PDRB di Kabupaten Nunukan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan kondisi perkembangan penduduk, PDRB dan kondisi wilayah Kabupaten Nunukan, energi air dan energi surya merupakan potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) dapat dikembangkan hingga tahun 2040. Energi angin tidak dapat dikembangkan karena kecepatan rata-rata angin per tahun tidak memenuhi batas minimum.

Energi air diperkirakan dapat memenuhi kebutuhan Kabupaten Nunukan hingga tahun 2040 sebanyak 246,6 kWh. Pembangunan sarana energi air atau Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro (PLTMH) membutuhkan biaya sebesar Rp 955.312.942,00, nilai NVP Rp 1.009.874.801,00 dan pada tahun ke-9 modal investasi sudah dapat dikembalikan.

Hingga tahun 2040, energi surya di Kabupaten Nunukan dapat diproduksi sebanyak 1.775,3 kWh. Pembangunan sarana energi surya atau

Pembangkit Listrik tenaga Surya (PLTS) layak untuk dikembangkan dengan biaya pembangunan sebesar Rp 9.555.084.000,00, nilai NVP Rp 77.579.081.054,00 dan modal dapat dikembalikan pada tahun ke-3.

Arahan pengembangan EBT terhadap pertumbuhan Kawasan Perbatasan adalah memanfaatkan bahan baku yang masih banyak dan mudah didapat sebagai potensi EBT yang dapat dikembangkan sebagai sumber listrik yang ramah lingkungan. Pengembangan potensi EBT merupakan investasi jangka Panjang dan dapat menjadi sektor dengan penyumbang pendapatan daerah yang besar.

4.2 Saran

Perlunya koordinasi dan konsultasi dengan pihak PLN dalam menentukan lokasi pembangunan untuk masing-masing jenis pembangkit.

Perlu dicarinya sumber dana lain baik dari pemerintah pusat, daerah lain maupun dari pihak swasta guna pengembangan pembangkit listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdullah, I., & Nurdin, J. (2016). *Kajian Potensi Energi Angin Di Daerah Kawasan Pesisir Pantai Serdang Bedagai Untuk Menghasilkan Energi Listrik*. Jurnal Ilmiah, 2(1), 31–38.
- [2] Adiputra, R. F. (2018). *Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Untuk Daerah Isolated, Daerah Perbatasan Dan Pulau Terluar Indonesia*. 586–591.
- [3] Aziz, F. S., Setiawan, A. M., & Setyobudi, A. (n.d.). *Potensi Pembangkit Tenaga Listrik Hybrid Renewable Energy di Pulau Sempu*. 107–110.
- [4] Chiu, C. (2019). *Analisis Strategi Soar Pt. Xyz Dalam Meningkatkan Penjualan Bahan Baku Kimia Untuk Industri Tekstil, Kayu, Pakaian Dan Deterjen*. Jurnal Manajemen Bisnis Dan Kewirausahaan, 2(2), 120–127.
- [5] Chusna, A. (2013). *Pengaruh Laju Pertumbuhan Sektor Industri, Investasi, Dan Upah Terhadap Penyerapan Tenaga Kerja Sektor Industri Di Provinsi Jawa Tengah Tahun 1980-2011*. Economics Development Analysis Journal, 2(3), 14–23.
- [6] Dosen Program Studi Pendidikan Ekonomi SRKIP-PGRI Sumbar. (2012). *Analisis Perekonomian Daerah Dan Pendapatan Asli Daerah Kabupaten / Kota Di Provinsi Sumatera Barat* Jolianis Pendahuluan. Journal of Economic and Economic Education. 1(1),32-43.
- [7] Ery Wijaya, M., & Ridwan, M. K. (2009). *Modul Pelatihan Perencanaan Energi*. 56. Pelatihan LEAP
- [8] Hakimah, Y. (2019). *Analisis Kebutuhan Energi Listrik Danprediksi Penambahan Pembangkit Listrik Di Sumatera Selatan*. Jurnal Desiminasi Teknologi, 7(2), 130–137.
- [9] Juwito, A. F., Pramonohadi, S., & Haryono, T. (2012). *Optimalisasi Energi Terbarukan pada Pembangkit Tenaga Listrik dalam Menghadapi Desa Mandiri Energi di Margajaya (Renewable Energy Optimization of Electrical Power Generation toward the Energy Self-Sufficient Village in Margajaya)*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, 15(1), 22–34.
- [10] Muhartono, R., & Suryawati, H. (2016). *Pengembangan Energi Terbarukan Pada Pulau-Pulau Kecil (Development Renewable Energi for Small Islands)*. 19–27.
- [11] Niebuhr, A and Stiller,S. (2001), *Integration Effect in Border Regions – A Survey of Economic Theory and Emprical Studies*. HWWA Discussion Paper, Hamburg
- [12] Tharo, Z., & Andriana, M. (2019). *Pembangkit Listrik Hybrid Tenaga Surya Dan Angin Energi Fosil Di Sumatera*. 141–144.
- [13] Tirta, P., Wening, W., Kartika, N., & Mayasti, I. (2014). *Analisa Kelayakan Finansial Pengembangan Usaha Produksi Komoditas Lokal: Mie Berbasis Jagung*. Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM, 34(2), 194–202.
- [14] Sijabat, M. Y., Saleh, C., & Wachid, A. (2012). *Analisis Kinerja Keuangan serta Kemampuan Keuangan Pemerintah Daerah dalam Pelaksanaan Otonomi Daerah*. Administrasi Publik (JAP), 2(32), 236–242.
- [15] Sudiar, S. (2015). *Pembangunan Wilayah Perbatasan Negara: Gambaran Tentang Strategi Pengelolaan Kawasan Perbatasan Darat di Provinsi Kalimantan Utara*. Jurnal Administrative Reform, 3(4), 489–500.
- [16] Sulistiyono, Sugiri, A., & R., A. Y. E. (2013). *Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Di Sungai Cikawat Desa Talang Mulia Kecamatan*. Jurnal FEMA, 1(1), 48–54.
- [17] Suprayoga, H. (2014). *Program pembangunan kawasan perbatasan*. 1–9.

- [18] Susilowati, E., & Kurniati, H. (2018). Analisis Kelayakan dan Sensitivitas: Studi Kasus Industri Kecil Tempe Kopti Semanan, Kecamatan Kalideres, Jakarta Barat. *BISMA (Bisnis Dan Manajemen)*, 10(2), 102.
- [19] Sasana, H. (2008). *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Investasi Swasta Di Jawa Tengah*. *Jejak*, 1(1), 1–10.
- [20] Tharo, Z., & Andriana, M. (2019). *Pembangkit Listrik Hybrid Tenaga Surya Dan Angin Energi Fosil Di Sumatera*. 141–144.
- [21] Waluyo, B., Burhanuddin, H., & Martinus, M. (2013). *Perencanaan Penyediaan Energi Di Wilayah Lampung Menggunakan Perangkat Lunak Long-Range Energy Alternatives Planing System (Leap)*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin FEMA*, 1(2).

PENULIS :

1. **Sri Miranti Susandari, ST, M.PWK.** Alumni (2021) Program Pascasarjana Magister Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Pakuan
2. **Dr. Ir. Junaidy Burhan, M.Sc, IPM, AER.** Pembimbing I / Dosen Magister Perencanaan Wilayah dan Kota, Unversitas Pakuan.
3. **Dr. Ir. Mochamad Yunus, M.Eng.** Pembimbing Pendamping / Dosen Magister Perencanaan Wilayah dan Kota, Unversitas Pakuan.