

**PERENCANAAN ENERGI TERBARUKAN DI UNIVERSITAS TEKNOLOGI SUMBAWA
PADA TAHUN 2042 MENGGUNAKAN PENDEKATAN *LONG- RANGE ENERGY
ALTERNATIVE PLANNING SYSTEM (LEAP)***

***RENEWABLE ENERGY PLANNING AT THE SUMBAWA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
IN 2042 USES AN APPROACH LONG- RANGE ENERGY ALTERNATIVE PLANNING
SYSTEM (LEAP)***

Aris Satria^{1*}, Desi Maulidyawati², Muhammad Hidayatullah³, Ahmad Jaya⁴

^{1*2,3,4}Teknik Elektro Fakultas Rekayasa Sistem Universitas Teknologi Sumbawa
arissatria132@gmail.com^{1}, desi.maulidyawati@uts.ac.id², muhammad.hidayatullah@uts.ac.id³,
ahmad.jaya@uts.ac.id⁴*

INFO ARTIKEL

Submitted: 28 Juni 2023
Revised: 20 Juli 2023
Accepted: 31 Juli 2023

ABSTRAK

Energi surya memiliki potensi yang sangat baik untuk diterapkan di wilayah Indonesia, mengingat wilayah Indonesia cukup luas dan berada di garis khatulistiwa sehingga intensitas matahari cukup stabil dengan rata-rata sekitar 4,8 kWh/m² per hari di seluruh Indonesia. Dengan potensi energi surya yang cukup baik, maka dilakukanlah penelitian perencanaan energi surya di Universitas Teknologi Sumbawa (UTS) hingga 20 tahun kedepan dengan Simulasi menggunakan software Long-Range Alternative Planning System (LEAP). Metode eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini. Untuk metode perencanaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *end-use* dan berfokus pada pengumpulan data kebutuhan energi listrik di UTS. Kemudian data di analisis untuk merencanakan penggunaan energi terbarukan di UTS menggunakan software LEAP. Kebutuhan energi listrik selama 20 tahun kedepan di gedung rektorat Universitas Teknologi Sumbawa (UTS) pada skenario BAU sebesar 879.911 kWh, skenario 1 sebesar 1,942.879 kWh dan skenario 2 sebesar 2,362.618 kWh. 2Dari hasil Simulasi pada setiap skenario, maka diketahui bahwa dengan adanya PLTS dapat membantu mengurangi penggunaan energi dari PLN yang jika ditotalkan pada masing-masing skenario yaitu, skenario BAU sebesar 7,163.860 kWh. pada skenario 1 yaitu sebesar 5,316.856 kWh, sedangkan pada skenario 2 pengeluaran bahan bakar yang didapatkan yaitu sebesar 4,387.383 kWh.

Kata Kunci: Energi Listrik, PLTS, *End-Use*, LEAP

ABSTRACT

Solar energy has very good potential to be applied in Indonesian territory, considering that Indonesia's territory is quite wide and is located on the equator so that the sun's

intensity is quite stable with an average of around 4.8 kWh/m² per day throughout Indonesia. With a relatively good solar energy potential, solar energy planning research is carried out at the Sumbawa University of Technology (UTS) for the next 20 years with a simulation using the Long-Range Alternative Planning System (LEAP) software. The experimental method used in this study. The planning method used in this study is the method end-use and focuses on collecting data on electricity demand at UTS. Then the data is analyzed to plan the use of renewable energy at UTS using LEAP software. The need for electrical energy for the next 20 years in the rectorate building of the Sumbawa University of Technology (UTS) in the BAU scenario is 879,911 kWh, scenario 1 is 1,942,879 kWh and scenario 2 is 2,362,618 kWh. 2 From the simulation results for each scenario, it is known that the existence of PLTS can help reduce energy use from PLN, which if totaled in each scenario, namely, the BAU scenario is 7,163,860 kWh. in scenario 1 that is equal to 5,316.856 kWh, while in scenario 2 the fuel expenditure obtained is equal to 4,387.383 kWh.

Keywords: *Electrical Energy, PLTS, End-Use, LEAP*

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan energi listrik yang cukup memadai dan tepat sasaran akan mempercepat pembangunan daerah, seperti perkembangan industri, bisnis, pelayanan publik dan kualitas hidup masyarakat. Kemudian secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat [1]. Energi listrik merupakan aspek yang sangat penting bahkan menjadi parameter yang mendukung keberhasilan pembangunan daerah. . Sumber energi dunia sudah mengalami beberapa kali perubahan, dari yang awalnya mayoritas menggunakan biomassa seperti kayu bakar untuk memenuhi kebutuhan energinya, berubah menjadi fosil seperti batu bara, minyak dan gas bumi yang dipicu revolusi industri pada tahun 1900-an [2]. Oleh karena itu, diperlukan sumber energi alternatif selain batubara dan minyak bumi. Energi terbarukan menjadi alternatif karena tidak hanya memiliki dampak lingkungan yang rendah tetapi juga menjamin keberlanjutan energi di masa depan[3].

Dalam suatu sistem kelistrikan, perencanaan energi listrik diperlukan untuk menentukan langkah-langkah apa yang harus dilakukan untuk mengantisipasi hal-hal yang tidak diinginkan. Dengan potensi energi terbarukan yang berkembang begitu pesat, maka dilakukanlah penelitian perencanaan energi terbarukan di Universitas Teknologi Sumbawa (UTS). Seperti diketahui, Universitas Teknologi Sumbawa (UTS) sebagai konsumen energi listrik tingkat menengah, kiranya perlu dilakukan analisis peluang penghematan energi. UTS sendiri mempunyai tiga kWh sebagai penghitung pemakaian energi listrik yang terdiri dari kWh gedung oranye, kWh gedung rektorat, dan kWh gedung dikti. Masing-masing dari kWh tersebut mempunyai jalur pembebanan yang berbeda. Salah satu energi terbarukan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang merupakan pembangkitan yang listrik hanya terjadi pada siang hari. PLTS dapat dibagi menjadi 3 yaitu PLTS yang terhubung dengan jaringan (on grid), PLTS yang tidak terhubung dengan jaringan (off grid/stand alone) dimana memungkinkan untuk menggunakan pembangkit lebih dari satu antara lain PLTS, mikrohidro, PLTB dan lain sebagainya serta PLTS penggabungan antara *on grid* dan *off grid* yaitu *hybrid* [4]. Sistem yang digunakan dalam PLTS didasarkan pada efek fotovoltaiik. Fotovoltaiik atau sel surya merupakan sebuah alat yang diidentifikasi sebagai semikonduktor dan memiliki fungsi untuk mengubah cahaya menjadi listrik dengan pemanfaatan kristal silikon[5].

Perangkat lunak yang dapat digunakan sebagai alat untuk perencanaan atau pemodelan energi lingkungan. LEAP didasarkan pada asumsi skenario yang diinginkan pengguna, skenario didasarkan pada perhitungan proses konversi bahan bakar menjadi energi [6]. Modul utama merupakan modul standar yang biasa digunakan dalam proses proyeksi energi seperti *Key MAssumptions*, *Demand*, *Transformation*, dan *Resources*. Modul tambahan adalah modul pelengkap dari modul utama yang digunakan jika diperlukan, seperti *Statistical Differences*, *Stock Changes*, dan *Non Energy Sector Effects*[7]. Perangkat lunak LEAP menggunakan pemodelan dengan sistem akunting (accounting), metode ini dihitung dengan menjumlahkan pemakaian dan pemasokan energi pada masing-masing jenis kegiatan.

Analisis kebutuhan energi listrik kabupaten sumbawa di tahun 2041 menggunakan perangkat lunak Long-Range Energy Alternative Planning System (LEAP). Berdasarkan prakiraan penelitian yang disusun, hasil prakiraan menunjukkan bahwa total kebutuhan energi listrik di Kabupaten Sumbawa meningkat dari 39.856.691.026 MWh pada tahun 2021 menjadi 129.872.546.9278 MWh pada tahun 2041. Produksi masing-masing pembangkit dengan bahan bakar sebesar 9.420 selama 6 tahun. MWh Serta emisi yang dihasilkan oleh masing-masing pembangkit diperkirakan sebesar 5.226.208 tCO₂eq[8].

Perencanaan ketersediaan energi di Daerah Istimewa (DIY) Yogyakarta menggunakan perangkat lunak LEAP. Hasil penelitian adalah untuk mencapai asumsi EBT dalam bauran energi final pada tahun 2025, yaitu lebih besar 15% dan 20% pada tahun 2050. Elastisitas penggunaan energi listrik diprediksi sebesar 0,65 pada tahun 2050. Penggunaan kendaraan

skenario BAU tahun 2050 pada sepeda motor sebanyak 4.600.895 unit, disusul mobil, bus, truk dan lain-lain sebanyak 416.715 unit; 353.100; 156.025; dan 806 unit[9].

Perencanaan energi Daerah Kabupaten Tangerang menggunakan Long-Range Energy Alternatives Planning System. Hasil Penelitian yaitu Pertumbuhan permintaan energi final menurut Skenario Optimis lebih rendah yaitu 4,21% per tahun dibanding Skenario Dasar yang sebesar 5,38% per tahun dikarenakan pada Skenario Optimis telah memasukkan upaya-upaya konservasi energi di sektor rumah tangga, transportasi, komersial dan industri. Sedangkan pada Skenario Pesimis pertumbuhan lebih tinggi yaitu 6,35% per tahun[10].

Simulasi atas permintaan serta untuk penyediaan energi listrik pada kabupaten kuningan dengan menggunakan suatu perangkat lunak leap dengan menerapkan dengan metode end use. Hasil prakiraan konsumsi listrik dari tahun 2018-2022 sebesar 60.840.484.844,50 kWh dengan rata-rata kenaikan konsumsi listrik sebesar 8,88% per tahun, sedangkan jumlah konsumen listrik pada periode 2018-2022 sebesar 219.327.327 kWh dengan rata-rata kenaikan pelanggan sebesar 554% per tahun[11].

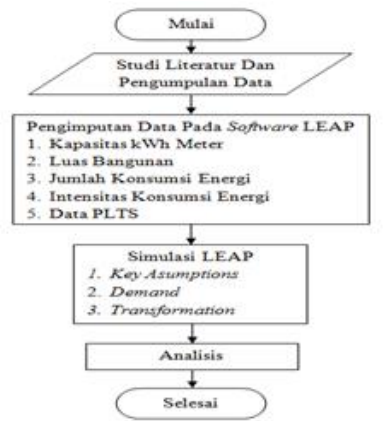
Analisis proyeksi kebutuhan energi listrik tahun 2021-2031 di wilayah kabupaten banyumas menggunakan software LEAP. Rata rata pertumbuhan proyeksi konsumsi energi listrik pertahun menggunakan skenario BAU pada masing-masing sektor rumah tangga, sosial, bisnis, industri, dan publik setiap tahun adalah 4,6%, 5,2%, 6,1%, 33,0%, dan 1,9%, dengan pertumbuhan tertinggi ada pada sektor industri[12].

Penelitian suatu perencanaan dalam memperkirakan pada kebutuhan energi listrik di kabupaten bireuen dengan memanfaatkan adanya software LEAP. Oleh karena itu, dapat dilihat dari hasil analisis data melalui penggunaan perangkat lunak LEAP dapat ditarik prediksi perkembangan kebutuhan listrik di Kabupaten Bireuen dari tahun 2017 hingga tahun 2026. Argumen berikut. Melalui hasil tersebut di atas, jumlah pengguna listrik pada tahun 2017 sebanyak 119.782 pelanggan meningkat menjadi 183.016 pelanggan pada tahun 2026 dengan rata-rata pertumbuhan tahunan sebesar 4,7%. Konsumsi listrik sebesar 225,11 GWh pada tahun 2017 akan terus meningkat menjadi 563,02 GWh pada tahun 2026 dengan laju pertumbuhan rata-rata 10,67%/tahun. Pada tahun 2026, tingkat elektrifikasi akan meningkat[13].

Perencanaan dan Pemenuhan Energi Listrik di Kota Salatiga. Hasil penelitian yang diprediksi adalah jumlah pelanggan listrik dan konsumsi energi listrik (kWh) di kota Salatiga yang tumbuh cukup stabil dalam beberapa tahun terakhir. Pada tahun 2015 terdapat 67.938.00 pengguna energi listrik, total 36.135.734,00 kWh, lebih sedikit dibandingkan tahun 2016 yang pengguna sebesar 107.822.461,00 kWh dan 70.828,00. Pada tahun 2017 meningkat pesat dengan nilai pengguna baru sebesar 73.969,00 dan kWh sebesar 126.934.190,00[14].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian eksperimental digunakan dalam penelitian ini. Menurut Zainudin [15] Metode penelitian eksperimental merupakan bagian dari metode kuantitatif dan memiliki kekhasan tersendiri terutama dengan adanya kelompok kontrol. Metode perencanaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode end-use dan berfokus pada pengumpulan data kebutuhan energi listrik di UTS. Kemudian data di analisis untuk merencanakan penggunaan energi terbarukan di UTS menggunakan software LEAP. Untuk lebih jelas, dapat dilihat pada diagram alir di gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1 Tahapan Pengumpulan Data

Pada tahapan ini dilakukan observasi tentang permintaan data yang dibutuhkan di Universitas Teknologi Sumbawa untuk mendapatkan gambaran dan bahan awal dalam melakukan pemodelan menggunakan *software* LEAP. Data yang dibutuhkan berupa data data beban, luas bangunan kapasitas atau supply dan data energi matahari di Universitas Teknologi Sumbawa (UTS).

A. Data Beban

Pada profil penggunaan Energi, peneliti melakukan perhitungan dan pengukuran untuk mendapatkan jumlah beban (kWh) pada gedung rektorat. Adapun data berikut merupakan data yang diambil pada pembebanan di hari kerja selama 24 jam. Untuk jumlah beban pada gedung rektorat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Nilai Arus Pada Setiap Fasa R,S,T

No	Waktu (Jam)	Beban Total (kWh)
1	pukul 00.00 WITA	4132.7
2	pukul 01.00 WITA	4039.2
3	pukul 02.00 WITA	4469.3
4	pukul 03.00 WITA	4282.3
5	pukul 04.00 WITA	4188.8
6	pukul 05.00 WITA	4170.1
7	pukul 06.00 WITA	4581.5
8	pukul 07.00 WITA	5105.1
9	pukul 08.00 WITA	11388.3
10	Pukul 09.00 WITA	12510.3
11	Pukul 10.00 WITA	14324.2
12	Pukul 11.00 WITA	15352.7
13	Pukul 12.00 WITA	15726.7
14	Pukul 13.00 WITA	14548.6
15	Pukul 14.00 WITA	14716.9
16	Pukul 15.00 WITA	14155.9
17	Pukul 16.00 WITA	14698.2
18	Pukul 17.00 WITA	14062.4
19	Pukul 18.00 WITA	10808.6
20	Pukul 19.00 WITA	8658.1
21	Pukul 20.00 WITA	8022.3
22	Pukul 21.00 WITA	4226.2
23	Pukul 22.00 WITA	4506.7
24	Pukul 23.00 WITA	4394.5
Total		217069.6

B. Data Iradiasi Matahari

Perhitungan rata-rata dimulai dengan rata-rata nilai radiasi per jam, dari jam 8 pagi sampai jam 17 sore waktu setempat. Nilai rata-rata per jam menjadi rata-rata harian, rata-rata harian menjadi rata-rata bulanan. Data yang diolah adalah data radiasi per jam dari 1 Januari 2022 sampai dengan 31 Desember 2022 (satu tahun), sehingga rata-rata radiasi tiap zona selama satu tahun dapat dihitung dari data rata-rata bulanan.

Tabel 2. Data Iradiasi Matahari (Suirya)

Bulan	Jumlah kWh/m ² /hari
Januari	4.89
Februari	5.09
Maret	5.55
April	5.58
Mei	5.53
Juni	5.17
Juli	5.55
Agustus	5.84

September	5.77
Oktober	6.52
November	5.24
Desember	5.36
Rata-rata	5.507

Sumber : Solar Global Atlas

C. Data Luas Bangunan

Data luas bangunan Universitas Teknologi Sumbawa (UTS) hanya menggunakan 10 gedung, karena 10 gedung tersebut disupply oleh listrik dari kWh gedung rektorat. Data luas bangunan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2. Profil Gedung Universitas Teknologi Sumbawa

No	Nama Bangunan	Luas Bangunan (m ²)
1	Rektorat	827
2	G. Kuliah BNI	219
3	G. FRS	424
4	LAB 1	178
5	LAB 2	178
6	G. NEW MONT	189
7	G. DIKTI	336
8	MASJID AL-KAHFI	131.3
9	Perpustakaan	192
10	Lab Integrated	627
Jumlah Total		3301.3

Sumber : Direktur Perencanaan dan Pengembangan Universitas

D. Kapasitas dan Produksi

Kapasitas kWh meter atau grid adalah sumber yang diberikan oleh PLN dan digunakan pada gedung rektorat dengan jumlah produksi sebesar 217069.6 kWh. Untuk kapasitas PLTS 36.0 kW dengan jumlah produksi sebesar 67112 kWh. Data kapasitas dan produksi dapat dilihat pada tabel 4.

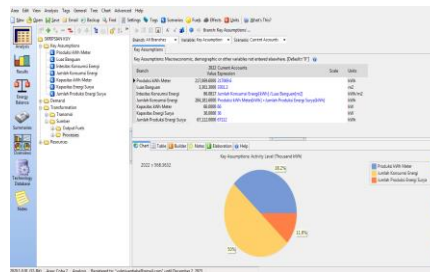
Tabel 3. Data Kapasitas dan Produksi

Pembangkit	Kapasitas (kW)	Produksi (kWh)
kWh Meter	66.000	217069.6
PLTS	36.0	67112

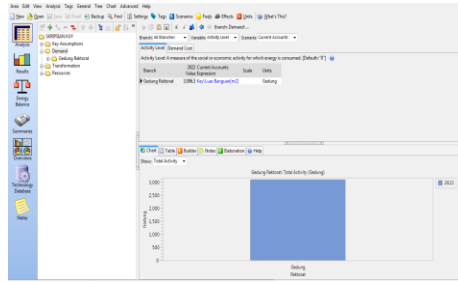
Sumber:PLTS ATAP_UTS (Telah Diolah Kembali)

2.2 Proses Penginputan Data

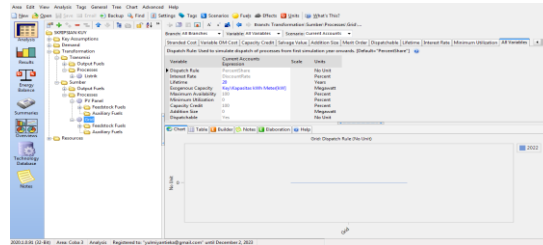
Data primer yang dikumpulkan dari kegiatan observasi kemudian diinput. Pada fase ini, data dimasukkan ke dalam *software* LEAP sesuai dengan modul yang digunakan oleh LEAP.



Gambar 2. Key Assumptions



Gambar 3. Demand

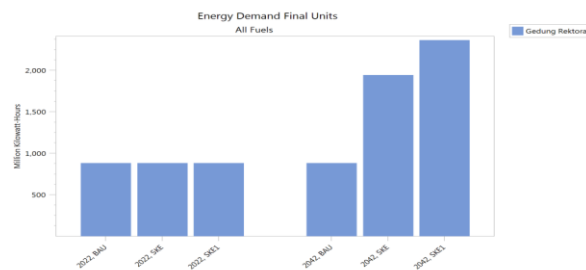


Gambar 4. Transformation

Cabang utama *Key Assumptions* (Gambar 2) berfungsi sebagai parameter umum yang dapat digunakan dalam modul demand dan Transformation. Modul ini digunakan untuk memasukkan data beban, konsumsi kWh, luas bangunan, intensitas energi listrik, produksi dan energi surya. Modul demand digunakan untuk menghitung kebutuhan energi (Gambar 3). Modul ini dirancang untuk memodelkan atau memasukkan informasi kegiatan konsumsi energi di gedung rektorat Universitas Teknologi Sumbawa (UTS). Modul transformation (Gambar 4) digunakan untuk memodelkan dan menghitung konsumsi energi yang terdiri dari produksi energi primer dan energi sekunder. Pada penelitian ini data-data yang akan dimasukan adalah data kWh meter PLN dan Data PLTS. Langkah terakhir adalah pemodelan pada LEAP dimana data beban, konsumsi kWh, luas bangunan, intensitas energi listrik, produksi dan energi surya sebagai asumsi dasar pada penelitian ini. Setelah didapatkannya hasil dari prakiraan kebutuhan energi listrik di gedung rektorat UTS, maka langkah selanjutnya menganalisisnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pemodelan yang telah dilakukan oleh peneliti, maka hasil *demand* setiap skenario dapat disimpulkan bahwa skenario 2 menghasilkan permintaan energi listrik terbanyak. Pada hasil proyeksi terlihat bahwa pada akhir tahun proyeksi permintaan energi listrik terjadi peningkatan dari setiap skenario yang diproyeksikan. Perbandingan permintaan energi dari setiap skenario dapat dilihat secara detail pada Gambar berikut:



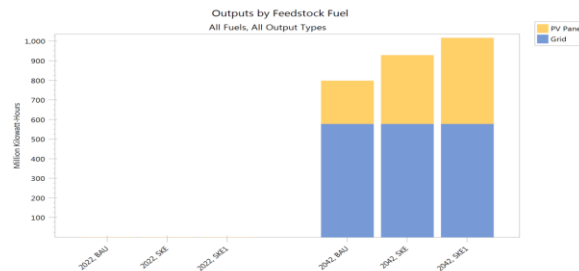
Gambar 5. Grafik Hasil Perbandingan Proyeksi Demand

Hasil proyeksi disimpulkan bahwa skenario yang menghasilkan permintaan energi listrik terbanyak terdapat pada skenario 2. Pada skenario BAU di tahun 2042 dengan total permintaan energi listrik sebesar 879.911 kWh, skenario 1 1,942.879 kWh dan pada skenario 2 sebesar 2,362.618 kWh. Detail hasil proyeksi permintaan energi listrik gedung rektorat UTS dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Proyeksi Demand

Skenario Gedung Rektorat	2022 (kWh)	2042 (kWh)
BAU	879.911	879.911
Skenario 1	879.911	1,942.879
Skenario 2	879.911	2,362.618

Hasil proyeksi selanjutnya adalah *output by feedstock fuel* dimana pada pengeluaran bahan bakar di akhir tahun di *residuel fuel oil* menjadi yang terbanyak. Pada skenario 2 tetap menjadi penggunaan pengeluaran bahan bakar terbanyak. Perbandingan keluaran bahan bakar secara detail dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 6. Grafik Perbandingan *Output by Feedstock Fuel*

Hasil dari *Output by Feedstock Fuel* dapat disimpulkan bahwa skenario BAU terjadi peningkatan total keluaran bahan bakar dari 0.351 kWh ditahun 2022 menjadi 798.137 kWh pada tahun 2042. Dan pada skenario 1 ditahun 2022 sebesar 0.351 kWh menjadi 1,842.599 kWh ditahun 2042. Peningkatan total keluaran bahan bakar terbanyak terjadi pada skenario sebesar 2,157.403 di tahun 2042. Total pengeluaran bahan bakar dapat dilihat secara detail pada tabel berikut:

Tabel 6. Perbandingan *Output by Feedstock Fuel*

Skenario	Kategori	2022 (kWh)	2042 (kWh)
BAU	kWh Meter	0.284	578.160
	PLTS	0.067	219.977
	Total	0.351	798.137
Skenario 1	kWh Meter	0.284	578.160
	PLTS	0.067	350.400
	Total	0.351	928.560
Skenario 2	kWh Meter	0.284	578.160
	PLTS	0.067	438.000
	Total	0.351	1,016.160

4. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa kebutuhan energi listrik selama 20 tahun kedepan di gedung rektorat Universitas Teknologi Sumbawa (UTS) pada skenario *BAU* sebesar 879.911 kWh, skenario 1 sebesar 1,942.879 kWh dan skenario 2 sebesar 2,362.618 kWh. Dari hasil Simulasi pada setiap skenario untuk pengeluaran bahan bakar, maka diketahui bahwa dengan adanya PLTS dapat membantu mengurangi penggunaan energi dari PLN yang jika ditotalkan pada masing-masing skenario yaitu, skenario *BAU* sebesar 7,163.860 kWh. Pada skenario 1 yaitu sebesar 5,316.856 kWh, sedangkan pada skenario 2 pengeluaran bahan bakar yang didapatkan yaitu sebesar 4,387.383 kWh.

B. Saran

Saran yang didapatkan dari hasil penelitian ini adalah untuk membantu memenuhi permintaan energi listrik di gedung rektorat Universitas Teknologi Sumbawa (UTS) maka diperlukan penambahan jumlah kapasitas PLTS di gedung rektorat UTS. Untuk mendapatkan hasil proyeksi skenario yang lebih baik, maka diperlukan data-data yang lengkap sebelum melakukan proyeksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. C. Koloay, H. Tumaliang, dan M. Pakiding, “Perencanaan Dan Pemenuhan Kebutuhan Energi Listrik Di Kota Bitung,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 3, hal. 285–294, 2018.
- [2] A. E. Setyono dan B. F. T. Kiono, “Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050,” *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, hal. 154–162, 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.
- [3] S. Ulina, S. Hasan, E. Warman, Y. Tri Nugraha, dan P. Studi Magister Teknik Elektro, “Analisis Potensi Energi Baru dan Terbarukan Di Sumatera Utara Sampai Tahun 2028 Menggunakan Software LEAP,” *Univ. Prima Indones. Jl. Sampul N0*, vol. 217, hal. 0–4, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- [4] M. Anggiat Situmorang, I. A. Dwi Giriantari, dan I. N. Setiawan, “Perancangan Plts Atap Gedung Perpustakaan Universitas Udayana,” *J. SPEKTRUM*, vol. 9, no. 2, hal. 89, 2022, doi: 10.24843/spektrum.2022.v09.i02.p11.
- [5] S. Junior, I. N. Satya Kumara, dan I. A. Dwi Giriantari, “Perkembangan Pemanfaatan Plts Di Dki Jakarta Menuju Target 13,8 Mw Tahun 2025,” *J. SPEKTRUM*, vol. 9, no. 1, hal. 62, 2022, doi: 10.24843/spektrum.2022.v09.i01.p8.
- [6] Derman, M. Haddin, dan D. Nugroho, “Peramalan Kebutuhan dan Penyediaan Energi Listrik Menggunakan Long-Range Energy Alternatives Planning System (LEAP),” *Univ. Islam Sultan Agung, Semarang*, hal. 217–231, 2019.
- [7] I. Handhayani, “Prediksi konsumsi energi listrik tahun 2015-2020 menggunakan perangkat lunak LEAP (Long-range Energy Alternative Planning System) DI UPJ Purbalingga,” *J. Electr. Eng. Inf. Technol.*, vol. 20, no. 1, hal. 50–62, 2022, doi: 10.55893/epsilon.v20i1.83.
- [8] A. Yumiyanti, E. P. W. Uje, I. Darmawan, N. Aryanto, dan D. Maulidyawati, “Analisis Kebutuhan Energi Listrik Kabupaten Sumbawa Di Tahun 2041 Menggunakan Perangkat Lunak Long-Range Energy Alternative Planning System (Leap),” *J. Elektron. Energi dan Sist. Tenaga*, vol. 1, no. 1, hal. 1–8, 2022.
- [9] W. Ramadhan, Y. D. Kuntjoro, dan I. Syahtaria, “Perencanaan Ketersediaan Energi Di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (Diy) Dengan Model Leap,” *Ketahanan Energi*, vol. 6, 2020, [Daring]. Tersedia pada:
- [10] N. Hutasoit, “Perencanaan Energi Daerah Kabupaten Tangerang Menggunakan Long-Range Energy Alternatives Planning System,” *J. War. Akab*, vol. 43, no. 2, hal. 14–20, 2019.
- [11] G. Muliawandana, E. Priatna, dan I. Usrah, “Proyeksi Kebutuhan Dan Penyediaan Energi Listrik Di Kabupaten Kuningan Menggunakan Perangkat Lunak Leap Dengan Metode End Use,” *J. Energy Electr. Eng.*, vol. 1, no. 1, hal. 19–24, 2019, doi: 10.37058/jeee.v1i1.1192.
- [12] I. Rahardjo, “Analisis proyeksi kebutuhan energi listrik tahun 2021-2031 di wilayah kabupaten banyumas menggunakan software LEAP,” *Media Komun. Ilm. Dibidang Tek.*, vol. 23, no. 1, hal. 53–63, 2022.
- [13] D. S. Insani, B. Badriana, dan M. Daud, “Analisis peramalan kebutuhan energi listrik untuk kabupaten Bireuen menggunakan perangkat lunak LEAP,” *J. Nas. Tek. elektro*, vol. 8, no. 1, hal. 32, 2019.
- [14] I. N. Darmawan dan Kholistianingsih, “PERENCANAAN DAN PEMENUHAN ENERGI LISTRIK DI KOTA SALATIGA,” *Univ. Wijayakusuma Purwokerto*, vol. 22, no. 2, 2021.
- [15] Zainudin Bonok, Syahrir Abdussamad, dan Devita Gude, “Persepsi Mahasiswa Teknik Elektro Pre Eksperimental Laboratory Virtual Praktikum,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 5 NO. 1, hal. 94–95, 2023.