



## Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Kabupaten Rembang Menggunakan *Software* LEAP

### *Projection of Rembang Regency's Electrical Energy Demand Using LEAP Software*

Isra' Nuur Darmawan<sup>1,a)</sup>, Kholistianingsih<sup>2</sup>, Susatyo Adhi Pramono<sup>3</sup>, Asroful Abidin<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Wijayakusuma Purwokerto

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijayakusuma Purwokerto

<sup>4</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

<sup>a)</sup>Corresponding author: [isra.nuur.darmawan@unwiku.ac.id](mailto:isra.nuur.darmawan@unwiku.ac.id)

#### Abstrak

Seiring dengan pertumbuhan populasi penduduk, konsumsi tenaga listrik juga semakin tinggi. Listrik termasuk tenaga primer untuk menunjang kesejahteraan sosial dan pertumbuhan ekonomi di Kabupaten Rembang. Penyediaan tenaga listrik untuk daerah Rembang selama ini sebagian besar masih disediakan oleh PT PLN. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memodelkan konsumsi energi listrik beberapa tahun ke depan di Kabupaten Rembang. Selanjutnya pengambilan data yang mencakup data daya listrik yang digunakan dan jumlah pelanggan PLN. Kemudian dilakukan pemodelan kebutuhan tenaga listrik di Kabupaten Rembang menggunakan metode BaU yang diaplikasikan dengan *software* LEAP. Hasilnya, kebutuhan tenaga listrik di Kabupaten Rembang semakin meningkat. Pada tahun 2019 total kebutuhan listrik yang dibutuhkan adalah 8.656,8 MWh meningkat menjadi 193.456.935,4 MWh pada tahun 2027. Apabila dibandingkan dengan periode sebelumnya, hasil ini sangat signifikan. Kebutuhan listrik masing-masing sektor memperlihatkan bahwa permintaan tenaga tertinggi terdapat pada sektor industri.

**Kata Kunci:** energi; pemodelan energi; kebijakan energi; LEAP

#### Abstract

Along with population growth, electricity consumption is also getting higher. Electricity is included as the primary power to support social welfare and economic growth in Rembang Regency. Most of the electricity supply for the Rembang area is still provided by PT PLN. The purpose of this study is to model the consumption of electrical energy in the next few years in Rembang Regency. Furthermore, data collection includes data on electrical power used and the number of PLN customers. Then the modeling of electricity demand in Rembang Regency was carried out using the BaU method which was applied with LEAP software. As a result, the need for electricity in Rembang Regency is increasing. In 2019 the total electricity demand needed was 8,656.8 MWh, increasing to 193,456,935.4 MWh in 2027. When compared to the previous period, this result is very significant. The electricity demand of each sector shows that the highest energy demand is in the industrial sector.

**Keywords:** energy; energy modelling; energy policy; LEAP

#### PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan populasi penduduk maka konsumsi energi listrik juga semakin meningkat. Listrik termasuk sumber energi utama untuk mendukung kesejahteraan sosial dan pertumbuhan ekonomi di Kabupaten Rembang. Selama ini penyediaan energi listrik untuk wilayah ini masih disuplai oleh PT PLN. Perkiraan jangka panjang kebutuhan listrik di daerah-daerah menjadi penting karena adanya daya saing sistem energi

terdesentralisasi. Guna pembangunan berkelanjutan, saat ini pemodelan permintaan energi memainkan peran penting. Penelitian ini didasarkan pada LEAP (*Low Emissions Analysis Platform*) untuk menghitung total kebutuhan energi listrik di Kabupaten Rembang dari tahun 2019 hingga akhir tahun 2027 [1]. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2016), Peningkatan jumlah penduduk dunia berdampak pada peningkatan penggunaan energi. Terutama dengan adanya revolusi industri yang memicu pertumbuhan industri di segala

sektor sehingga penggunaan energi juga meningkat. Berdasarkan rasio harga energi, harga minyak dan gas bumi akan terus meningkat. Oleh karena itu, guna memprediksi kebutuhan energi hal pertama yang harus dilakukan adalah pemodelan permintaan energi dengan tujuan untuk dapat memastikan perkiraan permintaan energi yang lebih akurat [2].

### Kebutuhan Energi Listrik

Energi listrik dihasilkan oleh berbagai energi potensial seperti energi fosil yaitu batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Juga dihasilkan dari energi terbarukan seperti air, angin, matahari, panas bumi, dan lain-lain. Energi fosil adalah energi yang paling banyak digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik. Karena energi tersebut yang paling mudah dikonversi, andal, dan ekonomis. Secara sederhana, prinsip kerja pembangkit listrik adalah energi potensial yang berupa energi fosil dan energi terbarukan diubah menjadi energi listrik dengan memutar turbin generator. Pada tahun 2017, Pemerintah Indonesia telah memberlakukan Peraturan Presiden no. 22/2017 yang mana Presiden menyusun peraturan terutama tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) sebagai kebijakan pengelolaan perencanaan energi nasional. Di tingkat provinsi, pemerintah daerah mengubah Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) menjadi Rencana Umum Energi Daerah (RUED). Kebijakan Energi Nasional (KEN) membidik sasaran otonomi dan kedaulatan energi nasional [3-4].

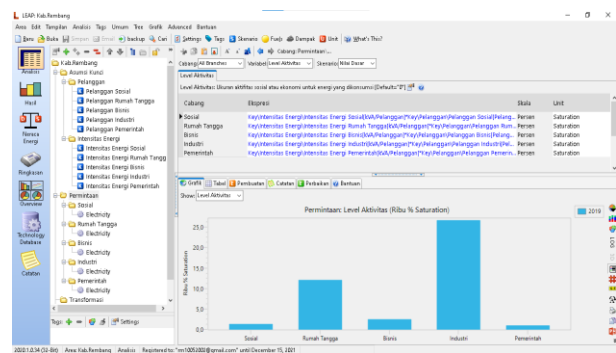
Selain itu, kondisi pembangkit listrik di Indonesia masih menggunakan energi fosil sebagai penggerak utama. Sistem analitik energi bertanggung jawab untuk operasi yang tepat seperti penjadwalan, pengelolaan kebutuhan masa depan, pemantauan pemanfaatan, dan perkiraan permintaan listrik. Salah satu karakteristik penting dari analitik energi sistem adalah kemampuan untuk memprediksi permintaan listrik lebih dari rentang waktu yang panjang. Hal ini sangat membantu untuk kegiatan jual beli tenaga listrik, pemasok energi, dan bagi pengelola jaringan. Berdasarkan waktu prediksi, permintaan perkiraan dapat secara luas di klasifikasikan menjadi tiga yang berbeda kelas yaitu perkiraan kebutuhan listrik jangka pendek, perkiraan kebutuhan listrik jangka menengah, dan perkiraan kebutuhan listrik jangka panjang [5].

Perkiraan permintaan jangka panjang biasanya sesuai dengan perkiraan dari beberapa bulan hingga beberapa tahun ke depan, merupakan suatu proses integral dalam penjadwalan pembangunan fasilitas generasi baru dan dalam pengembangan sistem transmisi serta distribusi. Perkiraan permintaan listrik jangka panjang yang terlalu tinggi akan menghasilkan investasi yang sia-sia dalam pembangunan fasilitas kelebihan listrik. Sementara

permintaan yang terlalu rendah akan mengakibatkan pembangkitan yang tidak mencukupi dan permintaan yang tidak terpenuhi [6]. Terdapat 3 faktor yang mempengaruhi kebutuhan energi listrik yaitu dari faktor ekonomi, faktor pertumbuhan penduduk serta faktor pembangunan di daerah tersebut [7]

### Software LEAP

LEAP adalah aplikasi pemodelan dengan skenario terintegrasi yang komprehensif berdasarkan lingkungan dan energi. LEAP mampu menyusun skenario seberapa besar konsumsi energi yang digunakan, dikonversi, dan diproduksi dalam suatu sistem energi dengan berbagai alternatif asumsi kependudukan, perkembangan ekonomi, teknologi, harga, dan sebagainya. LEAP telah digunakan dan dikembangkan di *Stockholm Environment Institute* (SEI). LEAP digunakan untuk mengkaji kebijakan sistem energi dan untuk meningkatkan evaluasi perubahan iklim. Di ribuan asosiasi, serta 190 negara di dunia telah menerapkan pemodelan LEAP [8]. Pada *project* ini *Long-term Energy Alternative Planning* (LEAP) diterapkan untuk melakukan analisis pemodelan perkiraan energi dari tahun 2019 hingga tahun 2027. Statistik deskriptif dan tabel dibuat untuk menampilkan hasil dan membuat proyeksi akurat tentang kebutuhan energi dari tahun 2019 hingga tahun 2027 [9]. Pada Gambar 1 merupakan tampilan *software* LEAP dalam menampilkan proyeksi kebutuhan energi.



Gambar 1. Tampilan *software* LEAP

LEAP memiliki fitur yang dirancang untuk membuat skenario, mengelola data, mendokumentasikan data, asumsi, dan melihat laporan hasil dengan mudah dan fleksibel. Contohnya, struktur data LEAP utama secara intuitif ditampilkan sebagai "pohon" (*Tree*) yang dapat diedit dengan "drag and drop" atau salin dan tempel setiap "branch" yang ada. Tabel standar keseimbangan energi dan diagram Sistem Energi Referensi (RES) dibuat secara otomatis dan terus disinkronkan saat pengguna mengedit pohon. Hasil tampilan adalah laporan yang dihasilkan dengan kuat yang dapat menghasilkan ribuan laporan dalam bentuk bagan atau tabel [10]. *Tools* Pada LEAP terdiri atas [11-12].

a. Metode simulasi

Metode yang digunakan dalam simulasi ini berdasarkan analisis permintaan energi final atau biasa dikategorikan sebagai model penggunaan akhir. persamaan yang digunakan sebagai analisis yaitu dengan mengakomodasi variabel intensitas energi dan jumlah pelanggan yang berfungsi sebagai *activity level units*.

b. Parameter dasar

Langkah pertama dalam simulasi adalah menyusun serta menentukan parameter dasar simulasi. Dalam parameter dasar, lingkup pekerjaan ditentukan hanya pada analisis meminta. Selanjutnya ditentukan tahun dasar simulasi. Dalam penelitian ini digunakan pada tahun dasar adalah 2019.

c. Asumsi kunci

Asumsi kunci adalah bagian dari cabang yang berfungsi sebagai variabel penggerak. Asumsi yang digunakan sebagai kunci adalah intensitas energi dan pelanggan untuk masing-masing sektor, misalnya, intensitas energi sosial, intensitas energi rumah tangga, intensitas energi bisnis, intensitas energi industri, pemerintah, dan sebagainya. Secara rinci dapat dilihat di [Gambar 1](#).

Setelah membuat asumsi kunci, maka langkah selanjutnya adalah memberikan masukan dalam kondisi nilai dasar, yaitu kondisi tahun dasar. Tahun dasar yang digunakan adalah 2019, maka *input* awal adalah *input* dimasukkan dalam ekspresi seperti ditunjukkan oleh [Gambar 1](#). Data yang dimasukkan adalah data untuk setiap sektor pengguna.

a. Demand analisis

Analisis permintaan adalah cabang yang menyusun karakteristik perhitungan nilai permintaan. Dalam penelitian ini permintaan dihitung berdasarkan 2 variabel yaitu intensitas energi dan pelanggan. Tingkat permintaan ditentukan dengan mengalikan nilai proyeksi intensitas energi dan pelanggan yang ada pada asumsi kunci.

b. Skenario

Setelah memasukkan data nilai selesai, maka perlu ditentukan skenario yang digunakan. Skenario yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Business us Usual* (BaU). BaU adalah sebuah skenario yang mana proyeksi didasarkan pada asumsi bahwa pertumbuhan konsumsi listrik akan terus berlanjut seperti biasa seperti sebelumnya. Guna menggunakan skenario BaU, dapat melakukannya dengan memilih Referensi (REF) di dalam kotak skenario. Setelah itu muncul tampilan untuk memasukkan ekspresi data [13].

### Realisasi Energi Listrik

Realisasi energi listrik diawali dengan membuat gambaran kebutuhan listrik Kabupaten Rembang dari tahun 2019-2027 dari setiap sektor pemakaian energi

listrik, seperti sektor sosial, rumah tangga, bisnis, industri serta pemerintah. Realisasi energi listrik dipengaruhi oleh faktor ekonomi dan kebijakan pemerintah. Perencanaan pembangunan pembangkit listrik direncanakan berdasarkan prinsip optimasi atau biaya terendah dengan memperhatikan ketersediaan sumber energi primer setempat, sifat variasi beban, beban puncak, teknologi/jenis pembangkitan, dan faktor eksternal lain yang perlu diperhatikan, seperti dampak lingkungan [11], [14].

### METODE PENELITIAN

Tahapan *project* ini dimulai dengan beberapa tahapan yaitu dengan mengidentifikasi masalah dan kemudian melakukan studi literatur dengan meninjau studi, dan menentukan masalah sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini. Selanjutnya melakukan investigasi pada sektor sosial, rumah tangga, bisnis, industri, pemerintah dan lain-lainnya di Kabupaten Rembang dengan pendataan yang meliputi data daya listrik yang digunakan dan jumlah pelanggan PLN yang bersumber dari BPS Kabupaten Rembang [16]. Selanjutnya dilakukan gambaran kebutuhan energi listrik di kabupaten Rembang menggunakan skenario BaU dengan menggunakan *software* LEAP. Selanjutnya dilakukan gambaran kebutuhan energi listrik di kabupaten Rembang menggunakan metode BaU dengan menggunakan *software* LEAP.

### Metode yang digunakan pada LEAP

Metode yang digunakan dalam menggunakan *software* LEAP berdasarkan analisis permintaan energi final atau dapat dikategorikan sebagai model penggunaan akhir, dengan mengakomodasi variabel intensitas energi dan jumlah pelanggan. Pada saat menggunakan *software* LEAP skenario yang digunakan adalah BaU (*Bussines as usual*) yang didasarkan pada pertumbuhan menurut prakiraan energi berdasarkan penggunaan energi pada sektor sosial, rumah tangga, bisnis, industri, pemerintah dan lainnya yang sama seperti terjadi pada tahun dasar. BaU adalah skenario perkiraan energi dasar yang *basic* tanpa intervensi kebijakan pemerintah yang signifikan dapat berubah [10], [15]. Jenis skenario yang digunakan dalam *project* ini adalah BaU, karena *project* ini tanpa tindakan kebijakan baru dari pemerintah.

### Penghimpunan data

Penghimpunan data pada gambaran kebutuhan energi listrik ini dilakukan dengan mengakses data pelanggan dan data pemakaian listrik di BPS Kabupaten Rembang sehingga didapatkan sebuah data pada [Tabel 1](#) sebagai berikut.

**Tabel 1.** Data pelanggan PLN di Kabupaten Rembang

Kategori	2015	2016	2017	2018	2019
Sosial	14008	18649	40449	40748	3461
Rumah tangga	447002	557022	1278817	1275270	106586
Bisnis	10574	28165	23435	23359	1960
Industri	530	640	2385	2377	204
Pemerintah	650	901	13252	15510	1546
Lainnya	-	0	12	12	1
Jumlah	47802	100896	1358350	1357276	113758

**Tabel 2.** Data daya yang terpakai (KWh)

Kategori	2015	2016	2017	2018	2019
Sosial	130,504	1688,8	10327,49	12963,1	1299,3
Rumah tangga	3357,929	44199,772	128054,105	130757,16	12023,343
Bisnis	268,464	4291,406	22139,093	25254,686	2436,145
Industri	10,163	115,762	160641,509	248523,957	26695,779
Pemerintah	17,497	170,829	8769,788	9375,097	928,509
Lainnya	0	4,03	219	12	1

### Pengelolaan Data

Pengelolaan data pada penelitian ini yaitu menghitung intensitas energi listrik, pertumbuhan energi, dan pertumbuhan pelanggan[16].

### Menghitung Intensitas Energi (IE)

Dengan data yang dimiliki maka intensitas energi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1) :

$$(IE) = \frac{kVA}{Pelanggan} \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan (1) maka diperoleh data intensitas energi yang disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Intensitas energi

Kategori	2017	2018	2019
Sosial	0,25532	0,31812	0,375433
Rumah tangga	0,10013	0,10253	0,112804
Bisnis	0,94470	1,08115	1,24293
Industri	67,3549	104,553	130,861
Pemerintah	0,66177	0,60445	0,60058

### Menghitung Pertumbuhan Intensitas Energi (PIE)

Setelah menghitung intensitas energi maka pertumbuhan dari intensitas energi dapat dihitung menggunakan persamaan (2).

$$(PIE) = \frac{Tahun\ Berlaku - Tahun\ Sebelumnya}{Tahun\ Sebelumnya} \times 100\% \quad (2)$$

Berdasarkan persamaan (2) maka diperoleh data pertumbuhan intensitas energi yang disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Pertumbuhan intensitas energi

Kategori	2018 (%)	2019 (%)	Rata-rata (%)
Sosial	24,59	18,01	21,3
Rumah tangga	92,38	9,94	46,19
Bisnis	14,44	21,40	28,62
Industri	55,24	25,16	40,2
Pemerintah	-9,2	-0,64	-4,9

### Menghitung Pertumbuhan Pelanggan (PP)

Berdasarkan data yang dimiliki maka pertumbuhan pelanggan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3).

$$(PP) = \frac{Tahun\ Berlaku - Tahun\ Sebelumnya}{Tahun\ Sebelumnya} \times 100\% \quad (3)$$

Berdasarkan persamaan (3) maka diperoleh data pertumbuhan pelanggan yang disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Pertumbuhan pelanggan

Kategori	2016 (%)	2017 (%)	2018 (%)	2019 (%)	Rata-rata (%)
Sosial	33,1	116,8	0,7	-91	14,9
Rumah tangga	24,6	129	-0,27	-91,6	15,4
Bisnis	166	-16,79	0,32	-91	14,6
Industri	20,7	272	-0,32	-91,4	50,2
Pemerintah	38,6	50,05	17	-90	3,91

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai kebutuhan energi listrik, pemodelan dalam penelitian ini dipengaruhi oleh tingkat intensitas energi dan jumlah pelanggan. Pertumbuhan kedua faktor ini yang menjadi dasar bagi perhitungan kebutuhan energi listrik di Kabupaten Rembang. Hasil gambaran energi listrik di Kabupaten Rembang tahun 2019 sampai tahun 2027 disajikan Gambar 2., Gambar 3., Tabel 6., dan Tabel 7.

### Gambaran Pelanggan Tahun 2019-2027



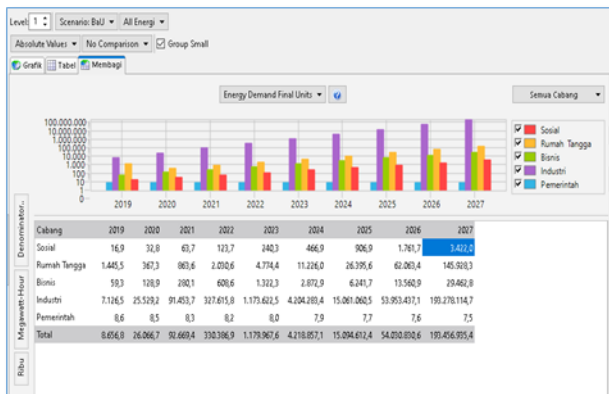
**Gambar 2.** Hasil simulasi pada LEAP

Pada **Tabel 6.** dapat dilihat bahwa jumlah pelanggan dari tahun ke tahun mengalami peningkatan walaupun ada yang peningkatannya ada yang naik turun. Namun Kabupaten Rembang harus menyiapkan pembangkit listrik alternatif atau menyediakan infrastruktur untuk jalur interkoneksi dari sumber yang memiliki kelebihan daya.

**Tabel 6.** Data gambaran pelanggan 2019-2027

Tahun	Sosial	Rumah tangga	Bisnis	Industri	Pemerintah
2019	3461	106586	1960	204	1546
2020	3976	123000	2246	275	1606
2021	4569	141942	2574	371	1669
2022	5250	163801	2949	501	1734
2023	6032	189026	3380	677	1802
2024	6931	218136	3874	914	1872
2025	7963	251730	4439	1234	1946
2026	9150	290496	5088	1667	2022
2027	10531	335232	5830	2250	2101

**Gambaran Kebutuhan Energi 2019–2027**



**Gambar 3.** Hasil simulasi kebutuhan energi

**Tabel 7.** Data gambaran kebutuhan energi 2019-2027

Tahun	Sosial	Rumah tangga	Bisnis	Industri	Pemerintah
2019	16,9	1445,5	59,3	7162,5	8,6
2020	32,8	3673,3	128,9	25529,2	8,5
2021	63,7	863,6	280,1	91453,7	8,3
2022	123,7	2030,6	608,6	327615,8	8,2
2023	240,3	4774,4	1322,3	1173622,5	8,0
2024	466,9	11226	2872,9	4204283,4	7,9
2025	906,9	26395,6	6241,7	15061060,5	7,7
2026	1761,7	62063,4	13560,9	53953437,1	7,6
2027	3422	145928,3	29462,8	193278114,7	7,5

Pada **Tabel 7.** menunjukkan hasil gambaran kebutuhan energi listrik di Kabupaten Rembang meningkat dari tahun 2019 dengan total kebutuhan 8658,8 MWh menjadi 193.456.935,4 MWh di 2027. Skor ini menjadi sangat signifikan, jika dibandingkan dengan periode sebelumnya. Kebutuhan listrik masing-masing sektor menunjukkan bahwa Permintaan energi tertinggi ada di sektor industri.

Hasil dari permintaan kebutuhan energi di sektor industri dapat dilihat pada **Gambar 3.**

**PENUTUP**

**Simpulan**

Berdasarkan hasil *project* gambaran kebutuhan energi, disimpulkan bahwa jumlah kebutuhan energi listrik di Kabupaten Rembang selama bertahun-tahun dari 2019 hingga 2027 tumbuh sangat signifikan untuk tahun 2019 total kebutuhan energi listrik sebesar 8658,8 MWh, sedangkan untuk tahun 2027 peramalan jumlah energi listrik sampai dengan 193456935,4 MWh. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa pertumbuhan energi listrik meningkat pesat terutama pada sektor industri dari kebutuhan listrik sektor industri dan intensitas energi sangat mendominasi, meningkatnya kebutuhan listrik sektor industri menunjukkan bahwa listrik digunakan untuk kegiatan yang bersifat produktif. Sedangkan pada jumlah pelanggan sektor rumah tangga sangat signifikan dalam peningkatannya.

**Saran**

Dengan adanya gambaran kebutuhan energi listrik untuk beberapa tahun ke depan maka pemerintah Kabupaten Rembang untuk mempersiapkan agar ketersediaan listrik di Kabupaten Rembang dapat terpenuhi untuk segala sektor. Selain itu energi baru terbarukan harus *explore* agar tidak mengandalkan energi fosil.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] A. Hussain, K. Ullah, U. Perwez, and M. Shahid, "The Long-term Forecast Of Gilgit Baltistan ( GB ) s Electricity Demand," no. 1, pp. 1–5.
- [2] B. Shan, D. Jia, L. Zhang, and Y. Sun, "Analysis of Energy Demand Forecasting Model in The Context of Electric Power Alteration."
- [3] M. R. Kresnawan, I. A. Safitri, and I. Darmawan, "Long term projection of electricity generation sector in east kalimantan province: LEAP model application," *Proc. - 12th SEATUC Symp. SEATUC 2018*, no. 1, pp. 1–5, 2018, doi: 10.1109/SEATUC.2018.8788875.
- [4] G. Pradnyana, "Pemenuhan Kebutuhan Energi dalam rangka Mewujudkan Ketahanan Nasional," *J. Maksipreneur Manajemen, Koperasi, dan Entrep.*, vol. 5, no. 2, p. 67, 2016, doi: 10.30588/jmp.v5i2.165.
- [5] J. Bedi and D. Toshniwal, "Empirical Mode Decomposition Based Deep Learning for Electricity Demand Forecasting," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 49144–49156, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2867681.

- [6] R. J. Hyndman and S. Fan, "Density forecasting for long-term peak electricity demand," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 25, no. 2, pp. 1142–1153, 2010, doi: 10.1109/TPWRS.2009.2036017.
- [7] D. Rudenko and G. Tanasov, "The determinants of energy intensity in Indonesia," *Int. J. Emerg. Mark.*, 2020, doi: 10.1108/IJOEM-01-2020-0048.
- [8] S. Ejaz and B. Ashfaq, "Projects Using LEAP Model," *2018 Int. Conf. Comput. Math. Eng. Technol. – iCoMET 2018 Model.*, 2018.
- [9] K. Akom, T. Shongwe, M. K. Joseph, and S. Padmanaban, "Energy Framework and Policy Direction Guidelines: Ghana 2017-2050 Perspectives," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 152851–152869, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3018314.
- [10] A. Muhammad, "Analisis Prakiraan Kebutuhan dan Ketersediaan Energi Listrik Tahun 2019-2023," vol. 2023, 2020.
- [11] A. S. F. Rajagukguk, M. Pakiding, and M. Rumbayan, "Kajian Perencanaan Kebutuhan dan Pemenuhan Energi Listrik di Kota Manado," *E-Journal Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 4, no. 3, pp. 1–12, 2015.
- [12] H. L. Willis, R. W. Powell, and H. N. Tram, "Long-Range Distribution Planning With Load Forecast Uncertainty," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 2, no. 3, pp. 684–691, 1987, doi: 10.1109/TPWRS.1987.4335195.
- [13] D. N. U. R. Hidayati, "Perkiraan Kebutuhan Konsumsi Energi Listrik Di Kabupaten Pati Pada Tahun 2026 Dengan Menggunakan Metode Gabungan," 2018.
- [14] W. G. Santika, T. Urnee, M. Anissuzaman, G. M. Shafiullah, and P. A. Bahri, "Sustainable energy for all: Impacts of Sustainable Development Goals implementation on household sector energy demand in Indonesia," *2018 Int. Conf. Smart Green Technol. Electr. Inf. Syst. Smart Green Technol. Sustain. Living, ICSGTEIS 2018 - Proceeding*, vol. 7, pp. 13–18, 2018, doi: 10.1109/ICSGTEIS.2018.8709108.
- [15] G. Dwiyoiko, T. Sukisno, and E. S. Damarwan, "Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Kabupaten Purbalingga Tahun 2030 Menggunakan Software Leap," *J. Edukasi Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 29–40, 2020, doi: 10.21831/jee.v4i1.32043.
- [16] BPS, "Kabupaten Rembang Dalam Angka 2019," [rembangkab.bps.go.id](https://rembangkab.bps.go.id), 2019. <https://rembangkab.bps.go.id/publication/2019/08/16/919b421a5c0114018814c959/kabupaten-rembang-dalam-angka-2019.html> (accessed Jun. 12, 2021).