

Analisis Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik di Kabupaten Kolaka Utara menggunakan Metode Dkl 3.2, Regresi Linear dan Software Leap

Nur Rahmadani¹, Mustarum Musaruddin^{2*}, Muh. Nadzirin Anshari Nur³, Hasmina Tari Moku⁴
St. Nawal Jaya⁵, Achmad Nur Aliansyah⁶

^{1,2,3,4,5,6} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

*Corresponding Author: Mustarum Musaruddin (mustarum@uho.ac.id)

Abstract – This paper analyses the estimation of electrical energy demand in the North Kolaka Regency for the next few years and also analyses the accuracy of the forecasts from the methods used. The forecast methods used are the DKL 3.2, linear regression methods, and LEAP software with a BAU (Base as Usual) scenario. According to the results of the forecast of electrical energy demand for the upcoming five years using the DKL 3.2 method, there are 192548.29 customers, 31120935.67 kWh of electrical energy consumed, and 236523.48 kVA of connected power, respectively. Using the linear regression method, there are 197753 customers, 22733920.50 kWh, and 235493.40 kVA while using LEAP software, there are 219831.60 customers, 15351429.26 kWh and 274379.50 kVA. While the results of the analysis of the accuracy of the forecast method based on the MAPE and MSE value for the number of customers and the predicted power connected are the DKL 3.2 method, while for the consumption of electrical energy using the linear regression method.

Keywords – DKL 3.2, Electrical Energy demand, Forecast, Linear regression, LEAP software.

Abstrak – Paper ini menganalisis estimasi kebutuhan energi listrik di Kabupaten Kolaka Utara beberapa tahun kedepan dan ketepatan prakiraan dari metode yang digunakan. Metode prakiraan yang digunakan yaitu menggunakan metode DKL 3.2, regresi linear, dan software LEAP dengan skenario BAU (Base As Usual). Hasil estimasi kebutuhan energi listrik 5 tahun kedepan dengan metode DKL 3.2 diperoleh total jumlah pelanggan, konsumsi energi listrik dan daya tersambung berturut-turut yaitu sebesar 192548,29 pelanggan, 31120935,67 kWh, dan 236523,48 KVA, dengan metode regresi linear yaitu sebesar 197753 pelanggan, 22733920,50 kWh, dan 235493,40 kVA, sedangkan menggunakan software LEAP yaitu 219831,60 pelanggan, 15351429,26 kWh, dan 274379,50 kVA. Sementara hasil analisis ketepatan metode prakiraan berdasarkan nilai MAPE dan MSE untuk jumlah pelanggan dan daya tersambung yang diprediksi adalah metode DKL 3.2, sedangkan untuk konsumsi energi listrik menggunakan metode regresi linear.

Kata kunci – DKL 3.2, kebutuhan energi listrik, Prakiraan, regresi linear, software LEAP.

I. PENDAHULUAN

Energi listrik menjadi kebutuhan primer [1] dan juga salah satu faktor penting dalam perkembangan suatu daerah. Dimana semakin maju suatu wilayah maka semakin banyak energi listrik yang digunakan [2] sehingga kebutuhan energi

listrik cenderung meningkat dari waktu ke waktu dan jumlahnya tidak dapat ditentukan secara pasti [3].

Meningkatnya permintaan energi listrik dipengaruhi oleh peningkatan jumlah penduduk. Kabupaten Kolaka Utara merupakan salah satu Kabupaten di Provinsi Sulawesi Tenggara dengan jumlah penduduk sekitar 139.234 jiwa tahun 2021 [4]. Selain itu juga dipengaruhi oleh peningkatan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) atau tingkat aktifitas ekonomi suatu wilayah [5]. Oleh karena itu, sektor ketenagalistrikan berperan penting menyediakan energi listrik dalam jumlah, kualitas dan keandalan yang memadai [6]. Namun penyediaan energi listrik berkelanjutan dapat tercapai dengan adanya perencanaan energi kedepannya. Berdasarkan kondisi ini diperlukan adanya prakiraan untuk memprediksi kebutuhan energi listrik [3]. Namun, jika prakiraan tidak akurat stabilitas ekonomi wilayah dapat terganggu karena kapasitas daya yang didistribusikan tidak cukup memenuhi permintaan beban dan jika prediksi beban terlalu tinggi, kerugian akan terjadi bagi perusahaan listrik [7].

Berdasarkan uraian diatas. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis prakiraan kebutuhan energi listrik di Kabupaten Kolaka Utara menggunakan metode DKL 3.2, regresi linear dan software Long-Range Energy Alternatives Planning System (LEAP) serta menganalisis perbandingan ketepatan hasil prakiraan kebutuhan energi listrik dari metode DKL 3.2, regresi linear dan software LEAP.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Prakiraan energi Listrik

Daman Suwanto dalam bukunya menyatakan bahwa prakiraan adalah menduga lebih awal keadaan diwaktu yang akan datang [8]. Prakiraan energi listrik berdasarkan jenisnya yaitu prakiraan kuantitatif dan kualitatif [9], sedangkan berdasarkan jangka waktu terdiri atas [5]:

- 1) Prakiraan jangka panjang, dimana prakiraan diatas satu tahun hingga seterusnya.
- 2) Prakiraan jangka waktu menengah, yaitu dari satu bulan sampai dengan satu tahun.
- 3) Perencanaan jangka waktu pendek yaitu jangka waktu beberapa jam sampai satu minggu (168 jam).

B. Faktor-faktor yang mempengaruhi Estimasi Kebutuhan Energi Listrik

Melakukan estimasi kebutuhan energi listrik tidak hanya merujuk pada factor yang berkaitan dengan listrik saja [2]. Namun faktor lain dari luar kelistrikan yang cukup berpengaruh pada hasil estimasi antara lain:

- 1) Pertumbuhan Penduduk, jumlah penduduk cukup besar berpengaruh pada kebutuhan energi listrik. Secara statistika pertambahan penduduk juga berdampak pada peningkatan produksi energi listrik [2].
- 2) Pendapatan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) adalah hasil keluaran produk dalam suatu prekonomian dengan tidak meperhitungkan pemilik faktor produksi dan hanya menghitung total produksi dalam suatu prekonomian saja [7].

C. Beban Listrik

Jumlah total energi listrik yang harus disediakan oleh pembangkit listrik dapat juga disebut sebagai beban listrik [3]. Beban-beban energi listrik tersebut menurut konsumen pemakainya pada umumnya yaitu [9]:

- 1) Beban sektor rumah tangga yaitu beban yang berada dirumah, umumnya sebagai penerangan (lampu) dan alat rumah tangga, seperti TV, kulkas dan sebagainya.
- 2) Beban sektor industri adalah segala beban yang digunakan seperti di industri galian, pariwisata, pertanian, dan sebagainya.
- 3) Beban bisnis biasanya memuncak pada siang hari. Beban sektor bisnis adalah segala beban yang digunakan seperti di restoran, hotel, dan sebagainya.
- 4) Beban sektor publik adalah segala beban yang digunakan seperti di gedung pemerintahan, penerangan jalan umum, rumah sakit, dan sebagainya.

D. Metode Regresi Linear Sederhana

Regresi linear sederhana (*Simple Linear Regression*) dapat diartikan sebagai sebuah model persamaan yang meng hubungkan antara variabel penyebab (X) dengan variabel akibat (Y) [1]. Regresi linier sederhana secara umum dapat dinyatakan seperti persamaan berikut [10]:

$$Y = a + bx \tag{2.1}$$

Keterangan:

- X = Variabel akibat (dependen)
- Y = Variable penyebab (independent)
- A = Konstanta
- B = Koefisien regresi

Nilai-nilai variabel a dan b dapat dicari dengan menggunakan persamaan dibawah ini [11]:

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \tag{2.2}$$

$$b = \frac{n(\sum yx) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \tag{2.3}$$

E. Metode DKL 3.2

Metode DKL 3.2 (Daftar Kebutuhan Listrik) metode yang disusun oleh dinas ketenagalistrikan [12] adalah metode yang disusun dari beberapa metode pendekatan seperti pendekatan *trend*, ekonometri, analitis dengan pendekatan sektoral [13]. Metode ini menggunakan pendekatan sektor rumah tangga, bisnis, industri dan publik.

Berikut rumus-rumus model DKL 3.2 [14]:

1) Sektor rumah tangga

a. Jumlah customer/pelanggan

$$PRT = PRT_{-1} \left(1 + \left(CFRT \times \frac{gTotal}{100} \right) \right) \tag{2.4}$$

Keterangan:

- PRT = Pelanggan rumah tangga tahun berlaku
- PRT₋₁ =Pelanggan rumah tangga tahun sebelumnya
- CFRT = Faktor pelanggan rumah tangga =1
- gTotal = Pertumbuhan PDRB total

b. Konsumsi energi listrik

$$ERT_t = ER_{T-1} \left(1 + \left(\epsilon RT \times \frac{gTotal}{100} \right) \right) + ((PRT - PRT_{-1}) \times UK_{RT}) \tag{2.5}$$

Keterangan:

- ERT_t =Konsumsi listrik rumah tangga tahun berlaku
- ERT₋₁ =Konsumsi listrik tahun sebelumnya
- εRT =Elastisitas rumah tangga
- gTotal =Pertumbuhan PDRB total
- RT =Pelanggan rumah tangga tahun berlaku
- PRT₋₁ =Pelanggan rumah tangga tahun sebelumnya
- UK_{RT} =Unit konsumsi rumah tangga

c. Daya tersambung

$$DRT = DRT_{-1} + (PRT - PRT_{-1}) \times D_r RT \tag{2.6}$$

Keterangan:

- DRT = Daya tersambung rumah tangga tahun berlaku
- DRT₋₁ = Daya tersambung tahun sebelumnya
- PRT = Pelanggan rumah tangga tahun berlaku
- PRT₋₁ = Pelanggan rumah tangga tahun sebelumnya
- D_rRT = Rata-rata daya tersambung rumah tangga

Rumus perhitungan (UK_{RT}):

$$UK_{RT} = \frac{ERT_{-1}}{PRT_{-1}} \tag{2.7}$$

2) Sektor bisnis

a. Jumlah pelanggan

$$PB = PB_{-1} \left(1 + \left(CFB \times \frac{gB}{100} \right) \right) \tag{2.8}$$

Keterangan:

- PB = Pelanggan sektor bisnis tahun berlaku
- PB₋₁ = Pelanggan sektor bisnis tahun sebelumnya
- CFB = Faktor pelanggan sektor bisnis
- gB = Pertumbuhan PDRB sektor bisnis

b. Konsumsi energi listrik

$$EB_t = EB_{-1} \left(1 + \left(\epsilon B \times \frac{gB}{100} \right) \right) \tag{2.9}$$

Keterangan:

- $\exists B_t$ = Konsumsi listrik bisnis tahun berlaku
- EB_{-1} = Konsumsi listrik bisnis tahun sebelumnya
- εB = Elastisitas bisnis
- gB = Pertumbuhan PDRB sektor bisnis

c. Daya tersambung

$$DB = DB_{-1} + (PB - PB_{-1}) \times D_r B \quad (2.10)$$

Keterangan:

- DB = Daya tersambung bisnis tahun berlaku
- DB_{-1} = Daya tersambung bisnis tahun sebelumnya
- PB = Pelanggan bisnis tahun berlaku
- PB_{-1} = Pelanggan bisnis tahun sebelumnya
- $D_r B$ = Rata-rata daya tersambung bisnis

3) Sektor industri

a. Jumlah pelanggan

$$PI = PI_{-1} \left(1 + \left(CFI \times \frac{gI}{100} \right) \right) \quad (2.11)$$

Keterangan:

- PI = Pelanggan sektor industri tahun berlaku
- PI_{-1} = Pelanggan sektor industri tahun sebelumnya
- CFI = Faktor pelanggan sektor industri
- gI = Pertumbuhan PDRB sektor industri

b. Konsumsi energi listrik

$$EI_t = EI_{-1} \left(1 + \left(\varepsilon I \times \frac{gI}{100} \right) \right) \quad (2.12)$$

Keterangan:

- EI_t = Konsumsi listrik industri tahun berlaku
- EI_{-1} = Konsumsi listrik industri tahun sebelumnya
- εI = Elastisitas sektor industri
- gI = Pertumbuhan PDRB sektor industri

c. Daya tersambung

$$DI = DI_{-1} + (PI - PI_{-1}) \times D_r I \quad (2.13)$$

Keterangan:

- DI = Daya tersambung industri tahun berlaku
- DI_{-1} = Daya tersambung tahun sebelumnya
- PI = Pelanggan industri tahun berlaku
- PI_{-1} = Pelanggan industri tahun sebelumnya
- $D_r I$ = Rata-rata daya tersambung sektor industri

4) Sektor publik

a. Jumlah pelanggan

$$PP = PP_{-1} \left(1 + \left(CFP \times \frac{gP}{100} \right) \right) \quad (2.14)$$

Keterangan:

- PP = Pelanggan sektor publik tahun berlaku
- PP_{-1} = Pelanggan sektor publik tahun sebelumnya
- CFP = Faktor pelanggan sektor publik
- gP = Pertumbuhan PDRB sektor publik

b. Konsumsi energi listrik

$$EP_t = EP_{-1} \left(1 + \left(\varepsilon P \times \frac{gP}{100} \right) \right) \quad (2.15)$$

Keterangan:

- EP_t = Konsumsi listrik publik tahun berlaku
- EP_{-1} = Konsumsi listrik publik tahun sebelumnya
- εP = Elastisitas publik
- gP = Pertumbuhan PDRB publik

c. Daya tersambung

$$DP = DP_{-1} + (PP - PP_{-1}) \times D_r P \quad (2.16)$$

Keterangan:

- DP = Daya tersambung publik tahun berlaku
- DP_{-1} = Daya tersambung publik tahun sebelumnya
- PP = Pelanggan publik tahun berlaku
- PP_{-1} = Pelanggan publik tahun sebelumnya
- $D_r P$ = Rata-rata daya tersambung publik

Rumus perhitungan variabel untuk membantu dalam perhitungan prakiraan DKL 3.2 [15].

a. Pertumbuhan PDRB

$$\text{Pertumbuhan PDRB} = \left(\sqrt[4]{\frac{\text{PDRB per sektor 2021}}{\text{PDRB per sektor 2017}}} - 1 \right) \times 100\% \quad (2.17)$$

b. Pertumbuhan pelanggan

$$\text{Pertumbuhan pelanggan} = \left(\sqrt[4]{\frac{\text{Jumlah pelanggan 2021}}{\text{Jumlah pelanggan 2017}}} - 1 \right) \times 100\% \quad (2.18)$$

c. Pertumbuhan konsumsi

$$\text{Pertumbuhan konsumsi} = \left(\sqrt[4]{\frac{\text{Jumlah konsumsi 2021}}{\text{Jumlah konsumsi 2017}}} - 1 \right) \times 100\% \quad (2.19)$$

d. Faktor pelanggan

$$CF = \frac{\text{pertumbuhan pelanggan persektor}}{\text{pertumbuhan pelanggan rumah tangga}} \quad (2.20)$$

e. Elastisitas

$$\varepsilon = \frac{\text{pertumbuhan konsumsi energi persektor}}{\text{pertumbuhan PDRB total}} \quad (2.21)$$

F. Software LEAP

LEAP (*Long-Range Energi Alternatives Planning system*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan analisa dan evaluasi kebijakan dan perencanaan energi[14]. Terdapat modul yang digunakan dalam pemodelan energi, yaitu model *Key Assumptions, Demand, Transformatio, Resources, Statistical Difference, Stock Changes*, dan *Non-Energy Sector Effects*[16].

Cara kerja LEAP didasarkan pada asumsi skenario yang diinginkan pengguna, dan setelah masukkan data akun saat ini (*current account*), maka perlu menetapkan skenario mana yang akan digunakan[14].

G. Pertumbuhan Pelanggan, Konsumsi Energi dan Daya Tersambung

Berikut persamaan untuk menghitung pertumbuhan pelanggan, konsumsi energi listrik dan daya tersambung[8]:

1) Pertumbuhan pelanggan:

$$\text{Pertumbuhan Pelanggan} = \frac{\text{Pelanggan}_t - \text{Pelanggan}_{t-1}}{\text{Pelanggan}_{t-1}} \times 100\% \quad (2.22)$$

Keterangan:

- Pelanggan_t = Pelanggan tahun berlaku
- Pelanggan_{t-1} = Pelanggan tahun sebelumnya

2) Pertumbuhan konsumsi energi:

$$Pertumbuhan\ Konsumsi = \frac{Konsumsi_t - Konsumsi_{t-1}}{Konsumsi_{t-1}} \times 100\% \quad (2.23)$$

Keterangan:

$Konsumsi_t$ = Konsumsi energi tahun berlaku

$Konsumsi_{t-}$ = Konsumsi energi tahun sebelumnya

3) Pertumbuhan daya tersambung:

$$Daya\ Tersambung = \frac{Daya\ tersambung_t - Daya\ tersambung_{t-1}}{Daya\ tersambung_{t-1}} \times 100\% \quad (2.24)$$

Keterangan:

$Daya\ tersambung_t$ = Daya tersambung tahun berlaku

$Daya\ tersambung_{t-1}$ = Daya tersambung tahun sebelumnya

4) Rata-rata pertumbuhan:

$$Rata - Rata\ Pertumbuhan = \frac{Jumlah\ data\ pertumbuhan}{Banyaknya\ data} \times 100\% \quad (2.25)$$

H. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

Metode untuk mengetahui ketepatan hasil prakiraan, dengan melakukan perhitungan menggunakan perbedaan antara data asli dan data hasil prakiraan. Perbedaan tersebut diabsolutkan, kemudian dihitung dalam bentuk persentase terhadap data asli. Suatu model memiliki kinerja sangat bagus jika nilai MAPE berada dibawah 10%, dan berada diantara 10% dan 20% [9].

$$MAPE = \frac{\sum_t^n |PE_t|}{n} \quad (2.26)$$

Nilai PE_t dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$PE_t = \left(\frac{x_t - f_t}{x_t} \right) \times 100 \quad (2.27)$$

Keterangan:

PE_t = presentase error

x_t = Data asli pada periode ke-t

f_t = Data ramalan pada periode ke-t

n = Banyaknya waktu periode

I. MSE (*Mean Forecast Error*)

Metode untuk mengetahui ketepatan hasil prakiraan, dengan melakukan pengurangan nilai data asli dengan data peramalan dan hasilnya dikuadratkan kemudian dijumlahkan secara keseluruhan dan membaginya dengan banyaknya data yang ada[17].

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n} \quad (2.28)$$

Keterangan:

MSE = presentase error

A_t = Data asli pada periode ke-t

F_t = Data ramalan pada periode ke-t

n = Banyaknya waktu periode

III. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Penelitian dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan dan kemudian melakukan studi literatur dengan mereview penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang dilakukan. Selanjutnya melakukan pengamatan terhadap objek penelitian yaitu pendapatan daerah regional bruto (PDRB), dan juga pengamatan pada sektor rumah tangga, bisnis, industri, dan publik di Kabupaten Kolaka Utara dengan pengumpulan data jumlah pelanggan, konsumsi listrik daya tersambung. Kemudian melakukan prakiraan kebutuhan energi listrik di Kabupaten Kolaka Utara menggunakan metode DKL 3.2, regresi linear dan *software* LEAP dengan menggunakan skenario BAU. Setelah itu melakukan perhitungan ketepatan metode menggunakan MAPE (*Mean Absolut Percentage Error*) dan MSE (*Mean Forecast Error*) dimana dilakukan perhitungan perbedaan antara data asli dengan data hasil prakiraan dari ketiga metode yang digunakan. Selanjutnya melakukan analisis hasil dan terakhir menarik kesimpulan dan saran.

B. Diagram Alur Penelitian

Gambar 3.1 memperlihatkan diagram alir alur penelitian yang dilakukan untuk analisis prakiraan kebutuhan energi listrik.

C. Pengolahan Data

Pengolahan data metode DKL 3.2 dan regresi linear dilakukan perhitungan menggunakan Microsoft Excel, dan metode dengan skenario BAU menggunakan *software* LEAP.

1) Pengolahan data metode DKL 3.2

Pada pengolahan data metode DKL 3.2 menggunakan Microsoft Excel, dengan tahapan:

- Menetapkan asumsi kunci menggunakan persamaan 2.17-2.20.
- Kemudian melakukan perhitungan estimasi kebutuhan energi listrik menggunakan persamaan 2.4 - 2.16.

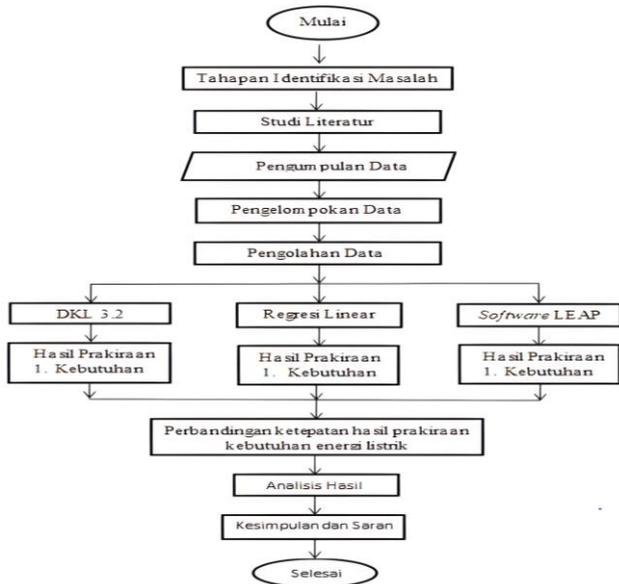
2) Pengolahan data metode regresi linear

Pada pengolahan data metode regresi linear sederhana menggunakan Microsoft Excel, dengan tahapan:

- Menentukan variabel penyebab dan variabel akibat, untuk variabel penyebab (x) yang digunakan ialah periode tahun yang akan diprediksi dan variabel akibat (y) ialah beban sektor rumah tangga, bisnis, industri, dan publik yang meliputi data jumlah pelanggan, konsumsi listrik dan daya tersambung.
- Menentukan nilai konstanta (a) dan koefisien regresi (b) menggunakan persamaan pada 2.2 dan 2.3
- Melakukan perhitungan estimasi kebutuhan energi listrik menggunakan persamaan 2.1.

3) Pengolahan data menggunakan *software* LEAP

Pada pengolahan data menggunakan *software* LEAP dengan skenario BAU, pertama mengatur dan menentukan parameter dasar simulasi, membuat *Tree* dalam LEAP, mengeset unit, masukkan data nilai dasar pada *expression*, set skenario kemudian melihat hasil.



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Penelitian

Berikut data historis pertumbuhan daerah regional bruto (PDRB), jumlah pelanggan, konsumsi energi listrik dan daya tersambung tahun 2017-2021 Kabupaten Kolaka Utara.

1) Data PDRB

Tabel 4.1 Data PDRB Per-sektor

Tahun	Pendapatan Daerah Regional Bruto (PDRB)			
	Industri	Bisnis	Publik	Total
2017	4359095,56	2196013,26	707011,45	7262120,27
2018	4765148,89	2614134,07	756631,33	8135914,29
2019	5178759,07	2692871,34	802798,02	8674428,43
2020	5228408,09	2763661,66	839409,23	8831478,98
2021	5270231,90	3009544,10	885950,96	9165726,96

2) Jumlah Pelanggan

Tabel 4.2 Data jumlah pelanggan persektor

Tahun	Jumlah Pelanggan			
	Rumah Tangga	Bisnis	Industri	Publik
2017	19799	1029	1	681
2018	22848	1193	2	799
2019	25004	1336	3	896
2020	27082	1621	16	1035
2021	28644	1805	34	1130

3) Konsumsi energi listrik (kWh)

Tabel 4.3 Data konsumsi energi listrik persektor

Tahun	Jumlah konsumsi (kWh)			
	Rumah Tangga	Bisnis	Industri	Publik
2017	2162547	330858	96	259815
2018	2182168	374360	96	263398
2019	2355578	431396	143	299100
2020	2668695	535866	2893	298385

2021	2731593	668472	9849	360180
------	---------	--------	------	--------

4) Daya tersambung (kVA)

Tabel 4.4 Data daya tersambung persektor

Tahun	Daya Tersambung (kVA)			
	Rumah Tangga	Bisnis	Industri	Publik
2017	19883,90	2767,15	6,60	1767,55
2018	22703,05	3176,45	7,90	2024,40
2019	24505,10	3559,55	9,20	2299,35
2020	26912,80	4216,80	40,00	2590,35
2021	29043,05	5155,55	112,40	3443,70

B. Hasil Prakiraan Menggunakan Metode DKL 3.2

Berdasarkan skenario DKL 3.2, maka perlu dilakukan perhitungan asumsi kunci dan variabel pendukung. Dari hasil perhitungan yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.5 dan 4.6 berikut:

Tabel 4.5 Asumsi kunci

ASUMSI POKOK	
Pertumbuhan PDRB total	5,99
Pertumbuhan PDRB bisnis	8,20
Pertumbuhan PDRB industri	4,86
Pertumbuhan PDRB publik	5,80
Pertumbuhan pelanggan RT	9,67
Pertumbuhan pelanggan bisnis	15,08
Pertumbuhan pelanggan industri	141,47
Pertumbuhan pelanggan publik	13,50
Pertumbuhan konsumsi (KVA) RT	6,01
Pertumbuhan konsumsi (KVA) bisnis	19,22
Pertumbuhan konsumsi (KVA) industri	218,26
Pertumbuhan konsumsi (KVA) publik	8,51
Faktor pelanggan RT	1
Faktor pelanggan bisnis	1,56
Faktor pelanggan industri	14,63
Faktor pelanggan publik	1,40
Elastisitas RT	1,24
Elastisitas bisnis	2,34
Elastisitas industri	37,63
Elastisitas publik	1,42

Tabel 4.6 Variabel Pendukung

Tahun	Unit Konsumsi	Rata Daya Tersambung			
		RT	Bisnis	Industri	Publik
2022	95,36	1,01	2,86	3,31	3,05
2023	102,05	1,01	2,86	3,31	3,05
2024	109,2	1,01	2,86	3,31	3,05
2025	116,85	1,01	2,86	3,31	3,05
2026	125,04	1,01	2,86	3,31	3,05

Dengan menggunakan rumus yang sudah ditentukan dapat dihitung jumlah pelanggan, konsumsi energi listrik dan daya tersambung tiap sektornya. Adapun hasil prakiraan kebutuhan energi listrik menggunakan metode DKL 3.2, dapat dilihat pada tabel 4.7 - 4.9.

Tabel 4.7 Hasil prakiraan jumlah pelanggan

Tahun	Pelanggan				Total
	Rumah Tangga	Bisnis	Industri	Publik	
2022	30359,78	2035,90	58,17	1221,76	33675,61
2023	32178,33	2296,33	99,54	1320,96	35895,16
2024	34105,81	2590,07	170,31	1428,22	38294,41
2025	36148,75	2921,40	291,41	1544,20	40905,76
2026	38314,06	3295,10	498,60	1669,59	43777,35
Total					192548,29
Rata-rata					38509,65

Dari hasil prakiraan pada Tabel 4.7 didapatkan bahwa setiap tahun jumlah pelanggan listrik mengalami peningkatan dengan total kenaikan selama 5 tahun sebesar 192548,29 pelanggan, dimana rata-rata kenaikan per tahun 38509,65 pelanggan. Gambar 4.1 memperlihatkan grafik total pertumbuhan jumlah pelanggan.

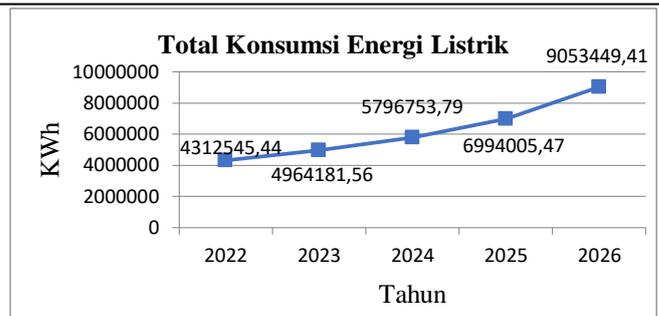


Gambar 4.1 grafik total pertumbuhan jumlah pelanggan

Tabel 4.8 Hasil prakiraan konsumsi energi listrik

Tahun	Konsumsi Energi Listrik (kWh)				Total
	Rumah Tangga	Bisnis	Industri	Publik	
2022	3098101,58	796738,41	27861,03	389844,42	4312545,44
2023	3513799,20	949616,57	78813,78	421952,01	4964181,56
2024	3985270,97	1131829,00	222949,84	456703,98	5796753,79
2025	4519998,49	1349004,35	630684,51	494318,12	6994005,47
2026	5126476,26	1607851,30	1784091,69	535030,16	9053449,41
Total					31120935,67
Rata-rata					6224187,13

Dari hasil prakiraan pada Tabel 4.8 didapatkan bahwa setiap tahun konsumsi energi listrik mengalami peningkatan dengan total kenaikan selama 5 tahun sebesar 31120935,67 kWh, dimana rata-rata kenaikan per tahun yaitu 6224187,13 kWh. Berikut grafik total pertumbuhan konsumsi energi listrik.

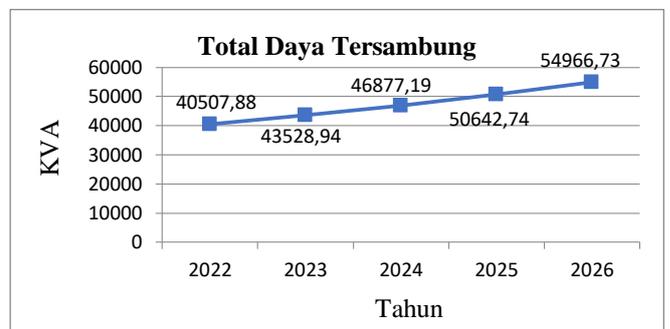


Gambar 4.2 grafik total pertumbuhan konsumsi energi listrik

Tabel 4.9 Hasil prakiraan daya tersambung

Tahun	Daya Tersambung (kVA)				Total
	Rumah Tangga	Bisnis	Industri	Publik	
2022	30775,99	5815,92	192,4	3723,57	40507,88
2023	32612,72	6560,75	329,34	4026,13	43528,94
2024	34559,48	7400,85	563,59	4353,27	46877,19
2025	36622,85	8348,45	964,43	4707,01	50642,74
2026	38809,81	9417,24	1650,23	5089,45	54966,73
Total					236523,48
Rata-rata					47304,70

Dari hasil prakiraan pada Tabel 4.9 didapatkan bahwa setiap tahun daya tersambung mengalami peningkatan dengan total kenaikan selama 5 tahun sebesar 236523,48 kVA, dimana rata-rata kenaikan per tahun yaitu 47304,70 kVA. Berikut grafik total pertumbuhan daya tersambung.



Gambar 4.3 grafik total pertumbuhan konsumsi energi listrik

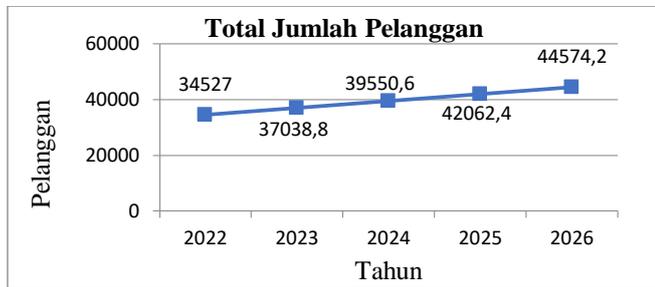
C. Hasil Prakiraan Menggunakan Metode Regresi Linear

Hasil prakiraan jumlah pelanggan, konsumsi energi listrik dan daya tersambung Kabupaten Kolaka Utara tahun 2022-2026, dapat dilihat pada tabel 4.10 - 4.12.

Tabel 4.10 Hasil prakiraan jumlah pelanggan

Tahun	Periode Tahun	Pelanggan				Total
		Rumah Tangga	Bisnis	Industri	Publik	
2022	6	31252,60	1990,80	35,20	1248,40	34527,00
2023	7	33445,00	2188,80	43,20	1361,80	37038,80
2024	8	35637,40	2386,80	51,20	1475,20	39550,60
2025	9	37829,80	2584,80	59,20	1588,60	42062,40
2026	10	40022,20	2782,80	67,20	1702,00	44574,20
Total						197753,00
Rata-rata						39550,60

Dari hasil prakiraan pada Tabel 4.13 didapatkan bahwa setiap tahun jumlah pelanggan listrik mengalami peningkatan dengan total kenaikan selama 5 tahun sebesar 197753 pelanggan, dimana rata-rata kenaikan per tahun 39550,60 pelanggan. Berikut grafik total pertumbuhan jumlah pelanggan.

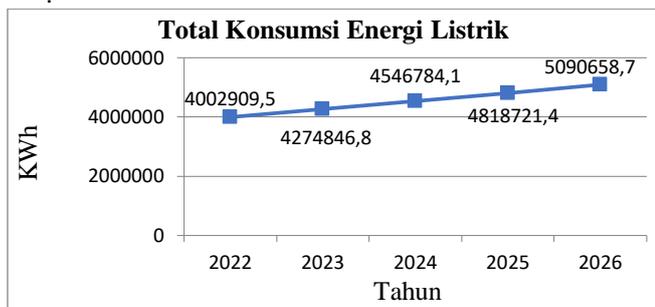


Gambar 4.4 grafik total pertumbuhan jumlah pelanggan

Tabel 4.11 Hasil prakiraan konsumsi energi listrik

Tahun	Periode Tahun	Konsumsi Energi Listrik (KWh)				Total
		Rumah Tangga	Bisnis	Industri	Publik	
2022	6	2907501,90	719210,60	9306,30	366890,70	4002909,50
2023	7	3069963,80	802884,00	11536,60	390462,40	4274846,80
2024	8	3232425,70	886557,40	13766,90	414034,10	4546784,10
2025	9	3394887,60	970230,80	15997,20	437605,80	4818721,40
2026	10	3557349,50	1053904,20	18227,50	461177,50	5090658,70
Total						22733920,50
Rata-rata						4546784,10

Dari hasil prakiraan pada Tabel 4.14 didapatkan bahwa setiap tahun konsumsi energi listrik mengalami kenaikan dengan total kenaikan selama 5 tahun sebesar 22733920,50 kWh, dimana rata-rata kenaikan per tahun 4546784,10 kWh. Berikut grafik total pertumbuhan konsumsi energi listrik

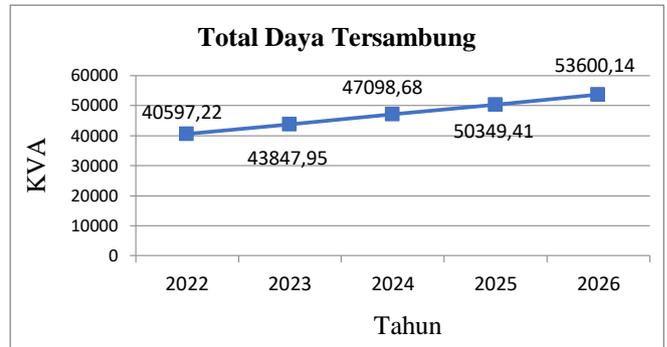


Gambar 4.5 grafik total pertumbuhan konsumsi energi listrik

Tabel 4.12 Hasil prakiraan daya tersambung

Tahun	Periode Tahun	Daya Tersambung (kVA)				Total
		Rumah Tangga	Bisnis	Industri	Publik	
2022	6	31368,03	5520,28	108,33	3600,58	40597,22
2023	7	33620,84	6102,00	132,70	3992,41	43847,95
2024	8	35873,65	6683,72	157,07	4384,24	47098,68
2025	9	38126,46	7265,44	181,44	4776,07	50349,41
2026	10	40379,27	7847,16	205,81	5167,90	53600,14
Total						235493,40
Rata-rata						47098,68

Dari hasil prakiraan pada Tabel 4.15 didapatkan bahwa setiap tahun daya tersambung mengalami peningkatan dengan total kenaikan selama 5 tahun sebesar 235493,40 kVA, dimana rata-rata kenaikan per tahun 47098,68 kVA. Berikut grafik total pertumbuhan daya tersambung.



Gambar 4.6 grafik total pertumbuhan daya tersambung

D. Hasil Prakiraan Menggunakan *software* LEAP

Hasil estimasi jumlah pelanggan, konsumsi energi listrik dan daya tersambung Kabupaten Kolaka Utara tahun 2022-2026 dapat dilihat pada tabel 4.13 - 4.15.

Tabel 4.13 Hasil prakiraan jumlah pelanggan

Tahun	Pelanggan				Total
	Rumah Tangga	Bisnis	Industri	Publik	
2022	31508,40	2099,80	81,30	1283,80	34973,30
2023	34659,20	2442,60	194,50	1458,50	38754,80
2024	38125,20	2841,50	465,20	1657,00	43088,90
2025	41937,70	3305,60	1112,50	1882,50	48238,30
2026	46131,40	3845,30	2660,80	2138,80	54776,30
Total					219831,60
Rata-rata					43966,32

Dari hasil prakiraan pada Tabel 4.16 didapatkan bahwa setiap tahun jumlah pelanggan mengalami peningkatan dengan total kenaikan selama 5 tahun sebesar 219831,60 pelanggan, dimana rata-rata kenaikan per tahun 43966,32 pelanggan. Berikut grafik total pertumbuhan jumlah pelanggan.

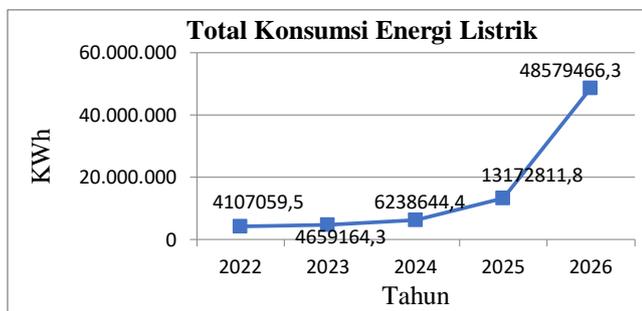


Gambar 4.7 grafik total pertumbuhan jumlah pelanggan

Tabel 4.14 Hasil prakiraan konsumsi energi listrik

Tahun	Konsumsi Energi Listrik (kWh)				Total
	Rumah Tangga	Bisnis	Industri	Publik	
2022	2886201,20	777299,20	52655,70	390903,40	4107059,50
2023	3049560,10	903843,60	281513,20	424247,40	4659164,30
2024	3222165,30	1050989,30	1505054,10	460435,70	6238644,40
2025	3404539,80	1222090,30	8046470,80	499710,90	13172811,80
2026	3597236,80	1421046,70	43018846,60	542336,20	48579466,30
Total					76757146,30
Rata-rata					15351429,26

Dari hasil prakiraan pada Tabel 4.17 didapatkan bahwa setiap tahun konsumsi energi listrik mengalami peningkatan dengan total kenaikan selama 5 tahun sebesar 76757146,30 kWh, dimana rata-rata kenaikan per tahun 15351429,26 kWh. Berikut grafik total pertumbuhan konsumsi energi listrik.

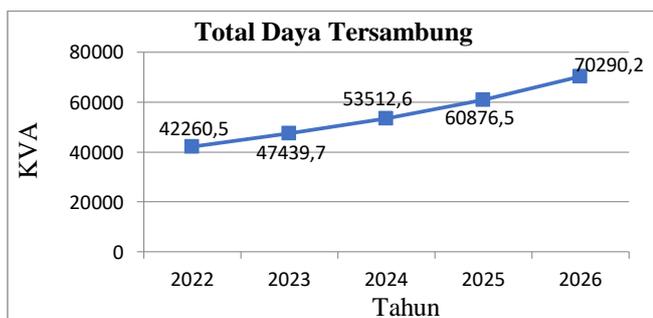


Gambar 4.8 grafik total pertumbuhan konsumsi listrik

Tabel 4.15 Hasil prakiraan daya tersambung (kVA)

Tahun	Daya Tersambung (kVA)				Total
	Rumah Tangga	Bisnis	Industri	Publik	
2022	32008,30	5986,60	236,50	4029,10	42260,50
2023	35276,40	6951,70	497,50	4714,10	47439,70
2024	38878,10	8072,30	1046,70	5515,50	53512,60
2025	42847,60	9373,50	2202,30	6453,10	60876,50
2026	47222,30	10884,50	4633,30	7550,10	70290,20
Total					274379,50
Rata-rata					54875,90

Dari hasil prakiraan pada Tabel 4.18 diperoleh bahwa setiap tahun daya tersambung mengalami peningkatan dengan total kenaikan selama 5 tahun sebesar 274379,50 kVA, dimana rata-rata kenaikan per tahun 54875,90 kVA. Berikut grafik total pertumbuhan daya tersambung.



Gambar 4.9 grafik total pertumbuhan daya tersambung

4.5 Ketepatan prakiraan metode

Pada perhitungan ini membandingkan data aktual jumlah pelanggan, konsumsi energi listrik dan daya tersambung tahun 2017-2021 dari PT. PLN ULP Kabupaten Kolaka Utara dengan hasil prakiraan metode DKL 3.2, regresi linear dan software LEAP menggunakan metode ketepatan MAPE dan MSE. Berikut tabel hasil perhitungan data perbandingan nilai eror jumlah pelanggan, konsumsi energi listrik dan daya tersambung menggunakan metode ketepatan MAPE dan MSE.

Tabel 4.16 Rekap data nilai Error metode DKL 3.2, regresi linear dan software LEAP

Metode	DKL 3.2		Regresi Linear		Software LEAP	
	MSE	MAPE	MSE	MAPE	MSE	MAPE
Jumlah Pelanggan	2809401,71	3,81%	13791757,87	12,01%	7799391,22	9,28%
Konsumsi Energi	25160949783	49,13%	25160949783	4,81%	31344995362	5,26%
Daya Tersambung	5882173,60	5,81%	19303204,60	10,02%	6569782,72	7,03%

Berdasarkan tabel 4.16 diketahui bahwa metode DKL 3.2 untuk analisis prakiraan jumlah pelanggan dan daya tersambung merupakan metode yang tepat digunakan karena memiliki nilai MAPE dan MSE terkecil dibandingkan metode lainnya, sedangkan untuk analisis prakiraan konsumsi energi listrik metode regresi linear merupakan metode yang tepat digunakan karena memiliki nilai MAPE dan MSE terkecil.

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisis prakiraan kebutuhan energi listrik yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Pertumbuhan kebutuhan energi listrik di Kabupaten Kolaka Utara tahun 2022 s/d 2026 berdasarkan hasil prakiraan mengalami peningkatan. Prakiraan jumlah pelanggan menggunakan metode DKL 3.2 tahun 2022 sebesar 33675,61 pelanggan naik menjadi 43777,35 tahun 2026 (rata-rata kenaikan per tahun 38509,66), metode regresi linear tahun 2022 sebesar 34527 pelanggan naik menjadi 44574,20 tahun 2026 (rata-rata kenaikan per tahun 39550,60), dan menggunakan software LEAP tahun 2022 sebesar 34973,30 pelanggan naik menjadi 54776,30 tahun 2026 (rata-rata kenaikan per tahun 43966,32). Pada hasil prakiraan konsumsi energi listrik juga mengalami peningkatan, prakiraan menggunakan metode DKL 3.2 tahun 2022 sebesar 4312545,44 pelanggan naik menjadi 9053449,41 tahun 2026 (rata-rata kenaikan per tahun 6224187,13), metode regresi linear tahun 2022 sebesar 4002909,50 pelanggan naik menjadi 5090658,70 tahun 2026 (rata-rata kenaikan per tahun 4546784,10), dan menggunakan software LEAP tahun 2022 sebesar 4107059,50 pelanggan naik menjadi 48579466,30 tahun 2026 (rata-rata kenaikan per tahun 15351429,26). Sedangkan untuk daya tersambung prakiraan menggunakan metode DKL 3.2 tahun 2022 sebesar 40507,88 pelanggan naik menjadi 54966,73 pada tahun 2026 (rata-rata kenaikan per tahun 47304,70),

metode regresi linear tahun 2022 sebesar 40597,22 pelanggan naik menjadi 53600,14 pada tahun 2026 (rata-rata kenaikan per tahun 47098,68), dan menggunakan *software* LEAP tahun 2022 sebesar 42260,50 pelanggan naik menjadi 70290,20 tahun 2026 (rata-rata kenaikan per tahun 54875,90).

- 2) Dari hasil perhitungan Error berdasarkan MAPE dan MSE, metode peramalan yang tepat digunakan untuk jumlah pelanggan dan daya tersambung yang diprediksi adalah metode DKL 3.2, sedangkan untuk konsumsi energi listrik menggunakan metode regresi linear.

DAFTAR ACUAN

- [1] R. Oktaviani, D. M. Midyanti, and S. Bahri, "Implementasi Metode Regresi Linear Untuk Prediksi Kebutuhan Energi Listrik Pln Rayon Sintang Berbasis Website," *J. Komput. dan Apl.*, vol. 09, no. 01, 2021.
- [2] P. H. T. Hutabarat and M. F. Zambak, "Prediction of Electricity Need for The PLN Area in Parapat Simalungun City Until 2024," vol. 5, no. 2, 2022.
- [3] A. Khair, H. Ashari, and Sanatang, "Studi Prediksi Penggunaan Energi Listrik Di Desa Sanglepongan Kabupaten Enrekang Dengan Menggunakan Metode Moving Average (MA)," *J. Media Elektr. Vol. 18, No. 2, April 2021*, vol. 18, no. 2, pp. 25–30, 2021.
- [4] S. S. Indriani and S. T. S. Muhammad Haidar Fikri Januar, *Kabupaten Kolaka Utara Dalam Angka 2022*. .
- [5] N. Ulwan, A. Hiendro, and M. Rajagukguk, "Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Kota Pontianak Pada Tahun 2021-2025 Dengan Metode Gabungan," 2021.
- [6] Wildan, "Estimasi Kebutuhan Daya Listrik Di Sulawesi Selatan Sampai Tahun 2025," vol. 3, no. 2, pp. 131–140, 2019.
- [7] A. Hasibuan and W. V. Siregar, "Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Kota Subulussalam Sampai Tahun 2020 Menggunakan Metode Analisis Regresi," pp. 0–4, 2020.
- [8] R. Oklantama and Suwitno, "Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Di Wilayah Pt. Pln (Persero) Rayon Bangkinang Menggunakan Prangkat Lunak Leap (Long-Range Energy Alternatives Planning System)," vol. 4, no. 2, pp. 1–8, 2017.
- [9] T. Handayani, Atman, and M. P. Halilintar, "Studi Perkiraan Kebutuhan Energi Listrik Di Kota Dumai Sampai Tahun 2025 Dengan Metoda Fuzzy Logic," vol. 3, no. 2, pp. 42–49, 2019.
- [10] Marwan, "Analisis Prakiraan Beban Listrik Rumah Tangga dengan Menggunakan Metode Regresi," vol. 6, no. 2, pp. 155–159, 2019.
- [11] F. H. Rumawan, Muslimin, and I. Ba'ba, "Peramalan Kebutuhan Daya Listrik Jangka Menengah (2019-2022) Kota Samarinda Dengan Metode Regresi Linear," pp. 202–210, 2022.
- [12] A. H. P. Bonay, A. A. Setiawan, and R. Budiarto, "Proyeksi Permintaan Suplai Energi Listrik Tahun 2018-2038 di Provinsi Papua," vol. 2019, no. November, pp. 220–227, 2019.
- [13] A. S. Pradana and E. A. Zuliari, "Analisa Meningkatnya Jumlah Pelanggan Dan Konsumsi Energi Listrik Terhadap Sistem Distribusi Ketenagalistrikan Kota Surabaya Menggunakan Metode DKL 3.2," pp. 6–10, 2018.
- [14] B. T. I. Harapah, Nehru, and O. Saputra, "Analisis Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik di Provinsi Jambi Tahun 2019-2040 Menggunakan Model DKL 3.2 dan Simulasi Perangkat Lunak LEAP (Long-Range Energy Alternatives Planning Sstem)."
- [15] A. F. Ramadan, "Analisa Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Rayon Boyolali Menggunakan Metode DKL 3.2," *Skripsi Thesis*, pp. 1–18, 2021, [Online]. Available: <http://eprints.ums.ac.id/92915/>.
- [16] O. T. Winarno, *LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning system) Panduan Prencanaan Energi*. .
- [17] R. Awaluddin, R. Fauzi, and D. Harjadi, "Perbandingan Penerapan Metode Peramalan Guna Mengoptimalkan Penjualan (Studi Kasus Pada Konveksi Astaprint Kabupaten Majalengka)," *Perbandingan Penerapan Metod. Peramalan Guna Mengoptimalkan Penjualan (Studi Kasus Pada Konveksi Astaprint Kabupaten Majalengka) Robi*, vol. 3, no. 1, pp. 12–18, 2021, doi: 10.52005/bisnisman.v3i1.43.