JASEE
Journal of Application and Science on Electrical Engineering
https://jurnal.widyagama.ac.id/index.php/jasee/index

Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik dengan Metode Regresi Linear Berganda di UP3 Mojokerto Tahun 2022 sampai 2027

RB. Moch. Gozali [1], Suprihadi Prasetyono [2], Mirelle Ferent Hasnitha [3]
[1,2,3] Universitas Jember, Indonesia
Corresponding author, email: mirellehasnitha@gmail.com

Abstract

Demand for the availability of electrical energy in the future requires good planning and forecasting. Based on data from BPS (Badan Pusat Statik) East Java, the population and the number of electricity customers in East Java province has increased every year. So a forecasting can be done to find out the estimated demand for electrical energy needs in the future. In this study using multiple regression analysis method to project electricity demand in UP3 Mojokerto from 2022 to 2027. The results of the 2022 projection will be compared with the actual data in 2022 for data validation with the calculation of MAPE (Mean Absolute Percent Error). The resulting MAPE value is less than 10%, which means that this multiple linear regression method is a very good method used to project electrical energy demand at UP3 Mojokerto in 2022-2027. That way, the results of projected electrical energy demand with multiple linear regression methods in UP3 Mojokerto in 2022 amounted to 4,937,341 MWh, and in 2023 to 2027 the projected electrical energy demand increased successively by 5,323,722 MWh, 5,721,631 MWh, 6,131,543 MWh, 6,553,951 MWh, and 6,989,371 MWh. With an average growth from 2022 to 2027 of 6.30%.

Keywords: Electrical Energy Demand, Forecasting, Multiple Linear Regression, UP3 Mojokerto.

CC BY NC

p-ISSN : 2721-3625
e-ISSN : 2721-320X

1. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya populasi pertumbuhan penduduk di Indonesia yang menyebabkan meningkatnya permintaan ketersediaan energi listrik setiap tahunnya di Indonesia. Permintaan akan ketersediaan energi listrik di masa mendatang memerlukan perencanaan dan peramalan yang baik. Berdasarkan data BPS (Badan Pusat Statistik) Jawa Timur, jumlah penduduk dan jumlah pelanggan listrik pada provinsi Jawa Timur setiap tahunnya memiliki peningkatan. Jumlah penduduk pada tahun 2018 sebesar 39.500.851 jiwa, pada tahun 2019 sebesar 39.698.631 jiwa, pada tahun 2020 sebesar 40.665.696 jiwa, dan pada tahun 2021 sebesar 40.878.789 jiwa. Jumlah pelanggan listrik pada tahun 2018 sebesar 11.469.970 pelanggan, pada tahun 2019 sebesar 12.013.382 pelanggan, pada tahun 2020 sebesar 12.431.589 pelanggan, dan pada tahun 2021 sebesar 12.864.784 pelanggan [1]. Dari data tersebut, membuktikan bahwasanya permintaan kebutuhan energi listrik setiap tahunnya mengalami peningkatan. Untuk memenuhi permintaan tersebut dibutuhkan suatu peramalan atau perencanaan

https://doi.org/10.31328/jasee

Received: 23-07-2023
Revised: 27-10-2023
Accepted: 03-102023, published by ©UWG Press tahun

yang baik supaya jumlah energi listrik yang tersedia cukup untuk memenuhi permintaan energi listrik yang akan mendatang.

Penelitian ini didasarkan pada referensi penelitian sebelumnya yaitu yang pertama, penelitian yang dilakukan oleh Anisa Kurnia Ramadhani yang berjudul "Analisis Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang Pada Sektor Rumah Tangga Dengan Metode Regresi Linear dan BAU (Base As Ussual) Menggunakan Software LEAP". Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu regresi linear dan BAU (Base As Ussual). Dari hasil perbandingan MAPE kedua, metode BAU (Base As Ussual) adalah metode yang hasil error lebih kecil dengan nilai MAPE kurang dari 10% daripada metode regresi linear. Sehingga metode BAU hasilnya lebih mendekati data aktualnya [2].

Penelitian kedua yaitu penelitian yang dilakukan oleh Umar Zain yang berjudul "Peramalan Kebutuhan Energi Listrik di Kota Tegal Dengan Metode Analisis Regresi Linier Menggunakan Software Minitab V19". Penelitian ini menggunakan metode Regresi Linier. Dari hasil proyeksinya, menunjukkan nilai error persen dari peramalannya tidak melebihi 10%, maka metode regresi linier ini merupakan metode peramalan yang sangat baik apabila dilihat dari range MAPE yang kurang dari 10% [3].

Penelitian ini menggunakan metode analisis regresi berganda untuk memproyeksikan kebutuhan listrik di UP3 Mojokerto. Hasil proyeksi dari metode tersebut akan dilakukan perhitungan akurasi peramalan dengan MAPE dan diharapkan hasil proyeksinya dapat hasil yang terbaik, supaya dapat energi listrik yang terbaik untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di UP3 Mojokerto.

2. STUDI PUSTAKA

2.1 Proyeksi Konsumsi Energi Listrik

Proyeksi atau prakiraan adalah memperkirakan keadaan pada waktu mendatang atau memprediksikan kejadian lebih awal. Pada kegiatan perencanaan, perkiraan dibuat pada awal proses perencanaan daya. Artinya, perkiraan kebutuhan energi listrik. Hasil peramalan digunakan untuk secara konsisten merencanakan kebutuhan dan pengembangan penyediaan tenaga listrik secara memadai dan berkesinambungan. Perlu dicatat bahwa semakin lama waktu estimasi, semakin sulit dan tidak akurat hasil prediksi. Oleh karena itu, metode apa pun hanya akan memberikan perkiraan [4].

2.2 Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) adalah indikator penting dalam suatu negara yang digunakan untuk mengetahui pertumbuhan ekonomi dari negara atau wilayah. Dengan demikian, PDRB yaitu total output yang dihasilkan oleh semua unit usaha di suatu wilayah atau provinsi di suatu negara. Perhitungan pertumbuhan PDRB dibawah ini digunakan untuk mengetahui peramalan PDRB pada suatu wilayah [2] :

$$Pn = Po(1 + r)^n \quad (1)$$

Dimana :
Pn = Data pertumbuhan PDRB
Po = Data PDRB tahun sebelumnya
r = Rata-rata pertumbuhan
n = tahun ke-n dari tahun sebelumnya

2.3 Regresi Linear Berganda

Regresi linier adalah metode yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan sebab akibat dari variabel sebab (X) dan variabel akibat (Y) [5]. Regresi linier ini berfungsi untuk memperoleh persamaan regresi yang menunjukkan hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas. Jika variabel terikat hanya berhubungan dengan dua atau lebih variabel terikat, maka regresi yang dihasilkan adalah regresi linier berganda [6]. Metode regresi linier dibagi menjadi dua jenis yaitu, metode regresi linier sederhana dan metode regresi linier berganda [5]. Pada penelitian ini menggunakan metode analisis regresi linear berganda. Berikut ini rumus persamaan metode regresi linear berganda :

$$y = a + (b_1 x_1) + (b_2 x_2) \tag{2}$$

Keterangan :
y = nilai variabel terikat
a = nilai *intersep*
b_1, b_2 = nilai koefisien regresi
x_1, x_2 = nilai variabel bebas

Dimana untuk mencari nilai koefisien regresi (b_1 dan b_2) dan juga nilai konstanta a dengan cara menggunakan rumus persamaan berikut ini [6] :

$$a = \frac{(\sum y) - (b_1 \times \sum x_1) - (b_2 \times \sum x_2)}{n} \tag{3}$$

$$b_1 = \frac{[(\sum x_{2^2} \times \sum x_1 y) - (\sum x_2 y \times \sum x_1 x_2)]}{[(\sum x_{1^2} \times \sum x_{2^2}) - (\sum x_1 \times x_2)^2]} \tag{4}$$

$$b_2 = \frac{[(\sum x_{1^2} \times \sum x_2 y) - (\sum x_1 y \times \sum x_1 x_2)]}{[(\sum x_{1^2} \times \sum x_{2^2}) - (\sum x_1 \times x_2)^2]} \tag{5}$$

2.4 Indikator Keberhasilan Analisis Regresi Linear

Dari perhitungan nilai kofisien yang dihasilkan harus dilakukan uji signifikan statiknya. Jika koefisiennya sudah sesuai, maka persamaan regresi tersebut dapat digunakan untuk melakukan prediksi atau peramalan nilai variabel y apabila variabel x sudah ditentukan [7].

Dimana pada penelitian ini menggunakan uji kolerasi koefisien determinasi yang dilambangkan dengan r^2. Koefisien determinasi digunakan untuk mengetahui persentase pengaruh variabel x_1 dan x_2 terhadap variabel y. Untuk menghitung koefisien determinasi (r^2) digunakan rumus berikut ini [8]:

$$r^2 = \frac{(b_1 \sum x_1 y) + (b_2 \sum x_2 y)}{\sum y^2} \tag{6}$$

Jika nilai r^2 sama dengan 0, maka kedua variabel tidak berkolerasi. Jika nilai r^2 sama dengan 1, maka kedua variabel berkolerasi.

2.5 Pengujian Metode

MAPE (*Mean Absolut Precentage Error*) adalah perhitungan yang digunakan untuk menganalisis persentase akurasi metode atau kesalahan prediksi. Dengan menggunakan nilai aktual dari data atau deret seri sebagai pembanding, MAPE dapat mengetahui seberapa besar kesalahan prediksi metode tersebut. Di bawah ini adalah rumus untuk menghitung MAPE [5].

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n} \left| \left(\frac{F_t - A_t}{A_t} \right) 100 \right|}{n} \quad (7)$$

Dimana :
A_t = nilai aktual pada periode t
F_t = nilai *forecast* pada periode t

Tabel 1. Perbandingan *Range Nilai MAPE*

Nilai MAPE	Keterangan
<10%	Metode proyeksi sangat baik
10-20%	Metode proyeksi baik
20-50%	Metode proyeksi layak digunakan
>50%	Metode Proyeksi tidak dapat digunakan

3. METODE

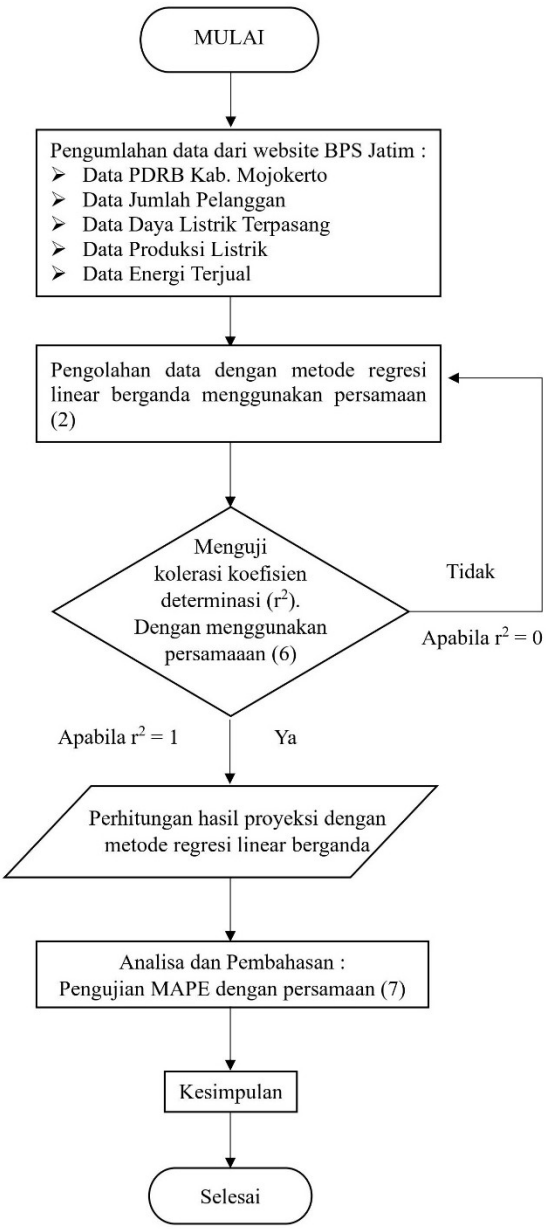
Pada pengolahan data dengan metode analisis regresi ini dilakukan 2 tahap, yaitu :

a. Menentukan Variabel-variabel yang Digunakan Untuk Perhitungan

Untuk melakukan proyeksi atau peramalan pada metode regresi linear ini dibutuhkan model variabel. Maka dari itu, untuk variabel terikat (Y) nya yaitu jumlah pelanggan, daya terpasang, produksi listrik, dan listrik terjual. Sedangkan variabel bebas (X) nya yaitu periode tahun dari tahun 2019-2021 dan PDRB Kabupaten Mojokerto tahun 2019-2021 untuk memproyeksikan jumlah pelanggan tahun 2022-2027. Untuk memproyeksikan daya terpasang (Y), variabel bebas (X) nya yaitu PDRB Kabupaten Mojokerto tahun 2019-2021 dan jumlah pelanggan tahun 2019-2021. Lalu, untuk memproyeksikan produksi listrik (Y), variabel bebas (X) nya yaitu jumlah pelanggan tahun 2019-2021 dan daya terpasang 2019-2021. Kemudian, untuk memproyeksikan listrik terjual (Y), variabel bebas (X) nya yaitu daya terpasang tahun 2019-2021 dan produksi listrik 2019-2021.

b. Uji Koefisien

Selama pemodelan, uji koefisien dilakukan untuk menganalisis model sedemikian rupa sehingga nilai persamaan model diperoleh dari variabel yang ditetapkan. Pada penelitian ini menggunakan uji kolerasi koefisien determinasi (r^2).



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Proyeksi PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) Kabupaten Mojokerto

Sebelum melakukan proyeksi kebutuhan energi listrik, terlebih dahulu menghitung peramalan pertumbuhan PDRB menggunakan persamaan 1. Data PDRB yang diperoleh dari tahun sebelumnya yaitu tahun 2021 sebesar 60.198.699,38.

Tabel 2. Proyeksi PDRB Tahun 2022-2027

Tahun	Proyeksi PDRB (Juta Rupiah)	Laju Pertumbuhan
2022	62.676.967,59	4,12%
2023	65.257.261,49	4,12%

2024	67.943.781,27	4,12%
2025	70.740.900,06	4,12%
2026	73.653.171,02	4,12%
2027	76.685.334,74	4,12%
Total		24,70%
Rata-rata pertumbuhan		4,12%

b. Proyeksi Jumlah Pelanggan Tahun 2022-2027

Metode pada penelitian ini nilai variabel terikat atau Y yaitu jumlah pelanggan, untuk variabel bebasnya atau X yang masing-masing X1 adalah periode tahun dari tahun 2019 sampai 2021, dan variabel X2 adalah PDRB Kab. Mojokerto 2019 sampai 2021. Setelah persamaan diperoleh, selanjutnya menguji kolerasi koefisien determinasi (r^2).

Tabel 3. Koefisien Persamaan Jumlah Pelanggan

Tahun	Periode (X1)	PDRB Kab. Mojokerto (X2)	Jumlah Pelanggan (Y)
2019	1	58.467.148,16	1.200.011
2020	2	57.818.422,72	1.233.008
2021	3	60.198.699,38	1.267.944

Berdasarkan tabel 3, diperoleh nilai $b_1 = 33.412{,}28$, $b_2 = 0{,}00064$, dan $a = 1.129.171{,}28$. Dengan nilai kolerasi kolerasi koefisien determinasi (r^2) sebesar 1 atau 100%, yang berarti berarti bahwa kedua variabel bebasnya yang secara simultan memiliki pengaruh terhadap variabel terikatnya. Sehingga didapatkan persamaan regresi linear berganda sebagai berikut :

$$Y = 1.129.171{,}28 + 33.412{,}28x_1 + 0{,}00064x_2$$

Tabel 4. Proyeksi Jumlah Pelanggan Tahun 2022-2027

Tahun	Jumlah Pelanggan	Pertumbuhan
2022	1.302.943	5,67%
2023	1.338.007	2,69%
2024	1.373.139	2,63%
2025	1.408.342	2,56%
2026	1.443.618	2,50%
2027	1.478.972	2,45%
Rata-rata pertumbuhan		3,08%

Gambar 2. Grafik Hasil Proyeksi Jumlah Pelanggan Tahun 2022-2027

c. Proyeksi Daya Terpasang Tahun 2022-2027

Untuk nilai variabel terikat atau Y yaitu daya terpasang, untuk variabel bebasnya atau X yang masing-masing X1 adalah PDRB Kab. Mojokerto dari tahun 2019 sampai 2021, dan variabel X2 adalah jumlah pelanggan dari tahun 2019 sampai 2021.

Tabel 5. Koefisien Daya Terpasang

Tahun	PDRB Kab. Mojokerto (X1)	Jumlah Pelanggan (X2)	Daya Terpasang (Y)
2019	58.467.148,16	1.200.011	2.054.507
2020	57.818.422,72	1.233.008	2.157.137
2021	60.198.699,38	1.267.944	2.280.775

Berdasarkan tabel 5, diperoleh nilai $b_1 = 0{,}00488$, $b_2 = 3{,}21$, dan $a = -2.078.573{,}87$. Dengan nilai kolerasi kolerasi koefisien determinasi (r^2) sebesar 1 atau 100%. Sehingga didapatkan persamaan regresi linear berganda sebagai berikut :

$$Y = -2.078.573{,}87 + 0{,}00488x_1 + 3{,}21x_2$$

Tabel 6. Proyeksi Daya Terpasang Tahun 2022-2027

Tahun	Daya Terpasang	Pertumbuhan
2022	2.405.093	31,89%
2023	2.530.118	5,20%
2024	2.655.880	4,97%
2025	2.782.409	4,76%
2026	2.909.737	4,58%
2027	3.037.896	4,40%
Rata-rata pertumbuhan		9,30%

Gambar 3. Grafik Hasil Proyeksi Daya Terpasang Tahun 2022-2027

d. Proyeksi Produksi Listrik Tahun 2022-2027

Untuk produksi listrik yaitu untuk nilai variabel terikat atau Y yaitu produksi listrik, untuk variabel bebasnya atau X yang masing-masing X1 adalah jumlah pelanggan dari tahun 2019 sampai 2021, dan variabel X2 adalah daya terpasang dari tahun 2019 sampai 2021.

Tabel 7. Koefisien Produksi Listrik

Tahun	Jumlah Pelanggan (X1)	Daya Terpasang (X2)	Produksi Listrik (Y)
2019	1.200.011	2.054.507	4.370.411
2020	1.233.008	2.157.137	4.400.285
2021	1.267.944	2.280.775	4.776.756

Berdasarkan tabel 7, diperoleh nilai $b_1 = -70{,}71$, $b_2 = 23{,}02$, dan $a = 41.915.996{,}48$. Dengan nilai kolerasi kolerasi koefisien determinasi (r^2) sebesar 1 atau 100%. Sehingga didapatkan persamaan regresi linear berganda sebagai berikut :

$$Y = 41.915.996{,}48 - 70{,}71x_1 + 23{,}02x_2$$

Tabel 8. Proyeksi Produksi Listrik Tahun 2022-2027

Tahun	Produksi Listrik	Pertumbuhan
2022	5.164.440	1,45%
2023	5.563.798	7,73%
2024	5.975.311	7,40%
2025	6.399.480	7,10%
2026	6.836.825	6,83%
2027	7.287.889	6,60%
Rata-rata pertumbuhan		6,18%

Gambar 4. Grafik Hasil Proyeksi Produksi Listrik Tahun 2022-2027

e. Proyeksi Listrik Terjual Tahun 2022-2027

Untuk listrik terjual terjual yaitu untuk nilai variabel terikat atau Y yaitu listrik terjual, untuk variabel bebasnya atau X yang masing-masing X1 adalah daya terpasang dari tahun 2019 sampai 2021, dan variabel X2 adalah produksi listrik dari tahun 2019 sampai 2021.

Tabel 9. Koefisien Listrik Terjual

Tahun	Daya Terpasang (X1)	Produksi Listrik (X2)	Listrik Terjual (Y)
2019	2.054.507	4.370.411	4.161.406
2020	2.157.137	4.400.285	4.197.359
2021	2.280.775	4.776.756	4.562.033

Berdasarkan tabel 9, diperoleh nilai $b_1 = 0{,}076$, $b_2 = 0{,}944$, dan $a = -118.853{,}66$. Dengan nilai kolerasi kolerasi koefisien determinasi (r^2) sebesar 1 atau 100%. Sehingga didapatkan persamaan regresi linear berganda sebagai berikut :

$$Y = -118.853{,}66 + 0{,}076x_1 + 0{,}944x_2$$

Tabel 10. Proyeksi Listrik Terjual Tahun 2022-2027

Tahun	Listrik Terjual	Pertumbuhan
2022	4.937.341	1,80%
2023	5.323.722	7,83%
2024	5.721.631	7,47%
2025	6.131.543	7,16%
2026	6.553.951	6,89%
2027	6.989.371	6,64%
Rata-rata pertumbuhan		6,30%

Gambar 5. Grafik Hasil Proyeksi Listrik Terjual Tahun 2022-2027

f. Pengujian Metode

Pengujian metode menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percent Error*) untuk mengetahui persentase akurasi metode atau kesalahan prediksi. Dengan cara menggunakan nilai aktual dari data PLN UP3 Mojokerto tahun 2022 yang akan dibandingkan dengan data hasil proyeksi tahun 2022, guna untuk mengetahui seberapa besar kesalahan dalam memproyeksikan.

Tabel 11. Hasil MAPE Data Aktual dengan Data Proyeksi Regresi Linear Tahun 2022

Kategori	Data Aktual (PLN)	Data Proyeksi (Regresi Linear)	MAPE
Jumlah Pelanggan	1.299.995 pelanggan	1.302.943 pelanggan	0,23%
Daya Terpasang	2.391.570 kVA	2.405.093 kVA	0,57%
Produksi Listrik	5.090.656 MWh	5.164.440 MWh	1,45%
Listrik Terjual	4.850.245 MWh	4.937.341 MWh	1,80%

Dari tabel 11 menunjukkan bahwa dari persamaan MAPE atau *Mean Absolute Percent Error* dihasilkan nilai MAPE pada jumlah pelanggan sebesar 0,23%, pada daya terpasang sebesar 0,57%, pada produksi listrik sebesar 1,45%, dan pada listrik terjual sebesar 1,80%. Apabila dilihat dari tabel 1, nilai MAPE pada data-data tersebut kurang dari 10%, yang berarti metode regresi linear berganda ini adalah metode yang sangat baik digunakan untuk memproyeksikan kebutuhan energi listrik pada UP3 Mojokerto Tahun 2022-2027.

5. SIMPULAN

Metode regresi linear berganda, ialah metode yang sangat baik digunakan untuk memproyeksikan kebutuhan energi listrik pada UP3 Mojokerto Tahun 2022-2027. Dihasilkan nilai MAPE pada jumlah pelanggan sebesar 0,23%, pada daya terpasang sebesar 0,57%, pada produksi listrik sebesar 1,45%, dan pada listrik terjual sebesar 1,80%. Dari data-data tersebut nilai MAPE kurang dari 10% karena hasil proyeksinya mendekati dengan data aktualnya. Hasil proyeksi kebutuhan energi listrik dengan metode regresi linear berganda di UP3 Mojokerto pada tahun 2022 sampai dengan 2027 proyeksi kebutuhan energi listriknya meningkat secara berturut-turut sebesar 4.937.341 MWh, 5.323.722 MWh, 5.721.631 MWh, 6.131.543 MWh, 6.553.951 MWh, dan 6.989.371 MWh. Dengan rata-rata pertumbuhan dari tahun 2022 sampai dengan 2027 sebesar 6,30%.

DAFTAR RUJUKAN

[1] (2018) BPS website. [online]. Tersedia: https://jatim.bps.go.id/

[2] Ramadhani, A. K. 2022. Analisis Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang pada Sektor Rumah Tangga dengan Metode Regresi Linear aan BAU (Base As Ussual) Menggunakan Software LEAP. Jember: Universitas Jember.

[3] Zain, Umar. 2021. Peramalan Kebutuhan Energi Listrik di Kota Tegal dengan Metode Analisis Regresi Linier Menggunakan *Software* Minitab V19. Semarang: Universitas Islam Sultan Agung.

[4] Pradana, A.P., Windarto, J., dan Winardi, B. 2011. Perkiraan Konsumsi Energi Listrik APJ Cilacap Tahun 2011-2016 dengan Menggunakan Software LEAP.

[5] Purnama, M.W. 2021. Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang Sektor Rumah Tangga UID Jawa Timur Menggunakan Metode Analysis Time Series : Proyeksi Tren Quadratic dan Regresi Linear Berbasis Software Minitab V19. *Jurnal Teknik Elektro,* 10(02), 485-495.

[6] Putri, M. N. 2022. Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang di PT PLN (Persero) UP3 Surabaya Selatan dengan Metode Regresi Linear Berganda Tahun 2021 sampai 2025. Jember: Universitas Jember.

[7] Antonov, dan A. Rahman. 2015. Prakiraan dan Analisa Kebutuhan Energi Listrik Provinsi Sumatera Barat hingga Tahun 2024 dengan Metode Analisis Regresi Linear Berganda. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 4(2), 34-43.

[8] Yuliara, I. M. 2016. Modul Regresi Linier Berganda. *Universitas Udayana*, 18.