

Peramalan Jangka Panjang Beban Listrik Sektor Rumah Tangga di Jawa Timur Menggunakan Metode Trend Proyeksi dan Regresi Linier

Yufino Pra Enggar Afinda¹, Gatut Budiono²

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus SURABAYA

Jl Semolowaru No 45, Menur Pumpungan, Sukolilo, Surabaya 60118

E-mail: yufinopraenggar9@gmail.com¹

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan yang berbanding lurus dengan terus bertambahnya jumlah masyarakat. Untuk memenuhi semua permintaan listrik masyarakat maka PT. PLN perlu melakukan pengembangan sistem kelistrikan. Melakukan peramalan kebutuhan listrik merupakan salah satu cara untuk mengetahui kebutuhan listrik masyarakat dimasa depan sehingga dapat diketahui apakah dengan pembangkit yang ada masih bisa memenuhi kebutuhan tersebut ataukah perlu adanya penambahan pembangkit. Pada penelitian ini, dilakukan peramalan menggunakan dua metode yaitu Trend proyeksi dan Regresi Linier dengan membandingkan kedua metode tersebut untuk mendapatkan metode terbaik. Peramalan ini dilakukan untuk mengetahui keadaan jumlah pelanggan dan daya tersambung sektor rumah tangga di Provinsi Jawa Timur. Data yang digunakan diperoleh dari RUPTL PLN Jawa Timur 2020-2035 dan data kependudukan dari website BPS Jawa Timur. Ketepatan peramalan dievaluasi menggunakan MAPE. Hasil dari penelitian ini didapatkan untuk metode Trend Proyeksi MAPE sebesar 1.33% pada peramalan jumlah pelanggan dan 1.49% pada peramalan daya tersambung, sedangkan untuk metode Regresi Linier MAPE sebesar 0.717% pada peramalan jumlah pelanggan dan 0.739% pada peramalan daya tersambung.

Kata kunci : jawa timur, peramalan, regresi linier, trend proyeksi

1. PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang energi listrik sudah menjadi kebutuhan yang sangat penting. Setiap tahunnya penggunaan listrik selalu mengalami peningkatan, hal ini disebabkan hampir semua aktivitas yang dilakukan membutuhkan energi listrik.

Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu provinsi dengan jumlah penduduk yang sangat banyak di Indonesia. Setiap tahunnya jumlah penduduk Provinsi Jawa Timur selalu mengalami peningkatan. Pada tahun 2015 jumlah penduduknya mencapai 38.847.561 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0.61%, kemudian pada tahun 2016 memiliki jumlah penduduk sebanyak 39.075.152 jiwa dengan persentase laju penduduk sebesar 0.58% [1]. Dengan terus bertambahnya jumlah penduduk maka hal ini akan sangat mempengaruhi kebutuhan energi listrik.

Dengan terus bertambahnya kebutuhan energi listrik maka PT. PLN sebagai pihak penyedia energi listrik dituntut selalu melakukan pengembangan sistem supaya tercapai stabilitas sistem kelistrikan. Permasalahannya apabila daya yang dibangkitkan oleh pembangkit jauh melebihi kebutuhan masyarakat maka akan mengakibatkan kerugian bagi PT. PLN, dan juga sebaliknya apabila daya yang di bangkitkan pembangkit lebih kecil dari kebutuhan masyarakat maka akan merugikan bagi masyarakat. Oleh karena itu PT. PLN harus bisa meramalkan atau memprediksi seberapa besar kebutuhan pasokan listrik masyarakat.

Peramalan merupakan suatu usaha atau kegiatan untuk mengetahui keadaan dimasa depan dengan melakukan kajian-kajian kejadian dimasa lalu [2]. Peramalan dibutuhkan untuk mengetahui perkiraan seberapa besar kebutuhan listrik masyarakat. Ada berbagai metode yang dapat digunakan untuk melakukan peramalan salah satunya adalah metode Trend proyeksi dan Regresi

linier. Metode Trend proyeksi digunakan karena metode ini sangat cocok dengan data yang memiliki pola naik atau turun, sedangkan metode regresi linier digunakan karena metode ini

$$b = \frac{\sum tY}{\sum t^2}$$

$$c = \frac{n\sum t^2Y - \sum t^2\sum Y}{n\sum t^4 - (\sum t^2)^2}$$

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peramalan Beban Listrik

Peramalan beban memiliki peranan yang penting dalam melakukan perencanaan dan pengembangan sistem tenaga listrik. Peramalan ini akan sangat membantu dalam pengambilan keputusan baik dalam mengatur pembangkitan maupun dalam rencana pembangunan infrastruktur. Berdasarkan jangka waktunya peramalan dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Peramalan jangka panjang

Merupakan peramalan yang dilakukan dalam jangka waktu antara 2 sampai 10 tahun. Peramalan ini biasanya digunakan untuk menentukan kapasitas unit pembangkit, sistem distribusi maupun sistem transmisi.

2. Peramalan jangka menengah

Merupakan peramalan yang dilakukan dalam jangka waktu antara 1 sampai 24 bulan. Peramalan ini biasanya digunakan penjadwalan, operasional dan pemeliharaan bulanan.

3. Peramalan jangka pendek

Merupakan peramalan yang dilakukan dalam jangka waktu hitungan jam sampai 1 minggu. Peramalan ini biasanya digunakan untuk melakukan perencanaan operasional harian.

2.2 Analisa Trend Proyeksi

Merupakan suatu metode peramalan deret waktu yang mencocokkan antara garis trend dengan deret waktu sebelumnya yang kemudian diproyeksikan untuk mengetahui keadaan dimasa yang akan datang. Ada beberapa model metode yang dapat digunakanyaitu:

1. Trend Linier

Model ini digunakan bila data membentuk garis lurus. Adapun persamaan untuk perhitungannya:

$$Y_t = a + bt$$

Keterangan:

Y_t = Hasil ramalan periode ke-t.

a = Nilai intercep.

b = Koefisien trend.

t = Nilai yang menunjukkan periode waktu .

2. Trend Kuadrat

Model ini digunakan bila data membentuk garis lengkung. adapun persamaan untuk perhitungannya:

$$Y_t = a + bt + ct^2$$

Dengan a , b dan c dapat dicari menggunakan rumus :

$$a = \frac{\sum Y \cdot \sum t^4 - \sum t^2 Y \cdot \sum t^2}{n \sum t^4 - (\sum t^2)^2}$$

Keterangan:

Y_t = Hasil ramalan periode ke-t.

a = Nilai intercep.

b dan c = Koefisien trend.

t = Nilai yang menunjukkan periode waktu .

n = Banyaknya jumlah data.

3. Trend Exponensial

Model ini digunakan bila data membentuk pola garis peningkatan atau penurunan secara cepat. Adapun persamaan untuk perhitungannya:

$$Y_t = ab^t$$

Persamaan diatas bisa diubah kedalam bentuk logaritma sehingga mempermudah untuk mencari a dan b .

$$\log Y_t = \log a + b \log t$$

$$a = \text{anti log} \left[\frac{\sum \log Y}{n} \right]$$

$$b = \text{anti log} \left[\frac{\sum t \log Y}{\sum t^2} \right]$$

Dimana:

Y_t = Hasil ramalan periode ke-t.

a = Nilai intercep.

b = Koefisien trend.

t = Nilai yang menunjukkan periode waktu .

n = Banyaknya jumlah data.

4. Trend S-Curve

Model ini digunakan bila data membentuk kurva S, dimana pada awalnya menunjukkan pertumbuhan yang lambat kemudian mengalami peningkatan yang cepat dan akhirnya melambat kembali. Adapun persamaan untuk perhitungannya:

$$Y_t = e^{(a+(b/t))}$$

2.3 Analisa Regresi Linier

Merupakan suatu metode peramalan yang menggunakan hubungan antara variabel X (bebas) dengan variabel Y (terikat) untuk memproyeksikan kejadian dimasa depan [3]. Dalam analisa regresi linier terdapat 2 pemodelan yaitu:

1. Regresi Linier Sederhana

Merupakan metode regresi linier yang menggunakan satu variabel X (bebas) untuk satu variabel Y (terikat). Adapun persamaan perhitungannya :

$$Y = a + bX$$

Keterangan:

Y = Variabel terikat.

a = Nilai Intersep.

b = Koefisien regresi.

X = Variabel bebas.

2. Regresi Linier Berganda

Merupakan metode regresi linier yang menggunakan lebih dari satu variabel X (bebas)

untuk satu variabel Y (terikat). Adapun persamaan perhitungannya:

$$Y_t = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$$

Keterangan:

Y = Variabel terikat.

a = Nilai Intersep.

b_1 = Koefisien regresi.

X_1 = Variabel bebas.

2.4 Ketepatan Metode

Dalam setiap peramalan tidak selalu mendapatkan nilai yang akurat sesuai nilai aktualnya oleh karena itu menghitung ketepatan metode yang digunakan merupakan hal yang sangat penting. Pada penelitian ini menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) untuk menghitung nilai error peramalan. Adapun persamaannya:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |PE_i|$$

Nilai PE didapat dari:

$$PE = \left(\frac{X_t - F_t}{X_t} \right) \times 100\%$$

Dimana:

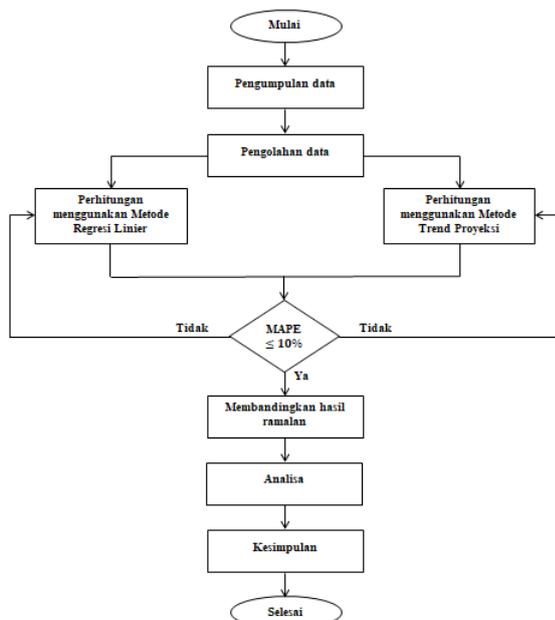
X_t = Data aktual periode ke-t.

F_t = Hasil ramalan periode ke-t.

n = Banyaknya jumlah data yang digunakan.

3. METODE PENELITIAN

3.4 Flowchart Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart penelitian

3.5 Studi Literatur

Studi literatur merupakan kumpulan teori yang digunakan untuk mendukung penelitian ini,

yang meliputi referensi dari penelitian-penelitian sebelumnya dan materi dasar peramalan beban.

3.1 Data Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan data jumlah penduduk tahun 2010 s/d 2019 yang diperoleh dari website Badan Pusat Statistika Provinsi Jawa Timur dan data jumlah pelanggan listrik, daya tersambung dan energi terjual tahun 2010 s/d 2019 sektor rumah tangga Provinsi Jawa Timur yang diperoleh dari PT.PLN.

3.2 Perhitungan Peramalan Menggunakan Metode Trend Proyeksi dan Metode Regresi Linier

Melakukan perhitungan dengan memasukkan data yang sudah diperoleh ke dalam persamaan metode yang digunakan untuk mendapatkan hasil peramalannya.

3.3 Perhitungan Nilai Error Masing-Masing Metode

menghitung nilai error peramalan menggunakan MAPE untuk mengukur ketepatan metode yang digunakan.

3.4 Kesimpulan

Setelah dilakukan perbandingan antara kedua metode akan didapatkan metode terbaik dari 2 metode yang digunakan.

4. Hasil Penelitian

4.1 Metode Trend Proyeksi

Perhitungan peramalan pertama menggunakan beberapa model trend proyeksi yaitu trend linier, trend kuadrat dan tren eksponensial. Hasil peramalan tahun 2015 s/d 2019 dapat dilihat sebagai berikut:

1. Peramalan jumlah pelanggan sektor rumah tanggahun 2010 s/d 2019.

Tabel 4.1 peramalan jumlah pelanggan sektor rumah tangga tahun 2015s/d 2019

Tahun	Peramalan jumlah pelanggan			Data aktual
	Trend Linier	Trend Kuadrat	Trend Exponential	
2010	7035393	6847639	7111467	6746374
2011	7417172	7350117	7429324	7303144
2012	7798952	7825774	7761388	7857634
2013	8180732	8274609	8108294	8434763
2014	8562511	8696621	8470705	8927359
2015	9326070	9460180	9244848	9317449
2016	9707850	9801727	9658059	9638400
2017	10089629	10116451	10089739	9994368
2018	10471409	10404354	10540714	10384442
2019	10853189	10665434	11011846	10838973

Setelah mendapatkan hasil ramalan untuk masing-masing model, maka selanjutnya menghitung nilai MAPE dari masing-masing model. Hasil MAPE masing-masing model dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 hasil MAPE jumlah pelanggan sektor rumah tangga tahun 2010 s/d 2019

Tahun	Nilai error		
	Trend Linier	Trend Kuadratik	Trend Exponential
2010	4.28	1.50	5.41
2011	1.56	0.64	1.73
2012	0.75	0.41	1.22
2013	3.01	1.90	3.87
2014	4.09	2.58	5.12
2015	0.09	1.53	0.78
2016	0.72	1.69	0.20
2017	0.95	1.22	0.95
2018	0.84	0.19	1.50
2019	0.13	1.60	1.59
MAPE	1.64	1.33	2.24

2. Peramalan daya tersambung sektor rumah tangga tahun 2010 s/d 2019.

Tabel 4.3 peramalan daya tersambung sektor rumah tangga tahun 2015s/d 2019

Tahun	Peramalan daya tersambung (MVA)			Data aktual (MVA)
	Trend Linier	Trend Kuadratik	Trend Exponential	
2010	5424.6	5385.1	5526.9	5316.6
2011	5790.7	5776.6	5818.9	5705.1
2012	6156.9	6162.5	6126.5	6176.2
2013	6523.1	6542.8	6450.2	6708.8
2014	6889.2	6917.5	6791.1	7135
2015	7621.6	7649.8	7527.9	7484.2
2016	7987.7	8007.5	7925.7	7878.3
2017	8353.9	8359.5	8344.5	8264.9
2018	8720.1	8706	8785.5	8697.1
2019	9086.2	9046.7	9249.8	9187.8

Setelah mendapatkan hasil ramalan untuk masing-masing model, maka selanjutnya menghitung nilai MAPE dari masing-masing model. Hasil MAPE masing-masing model dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 hasil MAPE jumlah pelanggan sektor rumah tangga tahun 2010 s/d 2019

Tahun	Nilai error (%)		
	Trend Linier	Trend Kuadratik	Trend Exponential
2010	2.03	1.29	3.96
2011	1.5	1.25	1.99
2012	0.31	0.22	0.8
2013	2.77	2.47	3.85
2014	3.44	3.05	4.82
2015	1.84	2.21	0.58
2016	1.39	1.64	0.6
2017	1.08	1.14	0.96
2018	0.26	0.1	1.02
2019	1.11	1.54	0.67
MAPE (%)	1.57	1.49	1.93

4.2 Metode Regresi Linier

Pada metode ini menggunakan 2 variabel X untuk menentukan besar variabel Y. Hasil peramalan untuk tahun 2010s/d 2019 dapat dilihat sebagai berikut:

1. Peramalan daya tersambung sektor rumah tangga tahun 2010 s/d 2019.

Peramalan ini menggunakan data jumlah pelanggan sebagai variabel terikat (Y), data jumlah penduduk sebagai variabel bebas 1 (X_1) dan data energi terjual sebagai variabel bebas 2 (X_2).

Tabel 4.5 peramalan jumlah pelanggan sektor rumah tangga tahun 2010 s/s 2019

Tahun	Peramalan Regresi Linier	Data aktual
2010	6831332	6746374
2011	7323710	7303144
2012	7835597	7857634
2013	8322995	8434763
2014	8831874	8927359
2015	9267669	9317449
2016	9726730	9638400
2017	10058026	9994368
2018	10428912	10384442
2019	10791909	10838973

Setelah mendapat hasil ramalan, kemudian dihitung nilai MAPE. Hasil MAPE dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 hasil MAPE jumlah pelanggan sektor rumah tangga tahun 2010 s/d 2019

Tahun	Nilai Error Regresi Linier (%)
2010	1.26
2011	0.28
2012	0.28
2013	1.33
2014	1.07
2015	0.53
2016	0.92
2017	0.64
2018	0.43
2019	0.43
MAPE (%)	0.72

2. Peramalan daya tersambung sektor rumah tangga tahun 2010 s/d 2019.

Peramalan ini menggunakan data jumlah pelanggan sebagai variabel terikat (Y), data jumlah penduduk sebagai variabel bebas 1 (X_1) dan data energi terjual sebagai variabel bebas 2 (X_2).

Tabel 4.7 peramalan daya tersambung sektor rumah tangga tahun 2010 s/s 2019

Tahun	Peramalan Regresi Linier	Data aktual (MVA)
2010	5258.9	5316.6
2011	5768.1	5705.1
2012	6232.5	6176.2
2013	6685.8	6708.8
2014	7090.8	7135
2015	7521.9	7484.2
2016	7902.9	7878.3
2017	8352.5	8264.9
2018	8738.5	8697.1
2019	9097.9	9187.8

Setelah mendapat hasil ramalan, kemudian dihitung nilai MAPE. Hasil MAPE dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 hasil MAPE jumlah pelanggan sektor rumah tangga tahun 2010 s/d 2019

Tahun	Nilai Error Regresi Linier (%)
2010	1.09
2011	1.1
2012	0.91
2013	0.34
2014	0.62
2015	0.5
2016	0.31
2017	1.06
2018	0.48
2019	0.98
MAPE (%)	0.739

4.3 Perbandingan Metode Trend Proyeksi dan Regresi Linier

1. Perbandingan peramalan jumlah pelanggan. Setelah didapatkan hasil ramalan dan nilai MAPE dari kedua metode, kemudian dilakukan perbandingan kedua metode tersebut. Variabel yang dibandingkan adalah hasil ramalan jumlah pelanggan dan besar nilai MAPE.

Tabel 4.9 Perbandingan MAPE dan hasil peramalan jumlah pelanggan sektor rumah tangga tahun 2010 2019

Tahun	Data aktual	Peramalan jumlah pelanggan			
		Regresi Linier	Trend Linier	Trend Quadratik	Trend Exponential
2010	6746374	6831332	7035393	6847639	7111467
2011	7303144	7323710	7417172	7350117	7429324
2012	7857634	7835597	7798952	7825774	7761388
2013	8434763	8322995	8180732	8274609	8108294
2014	8927359	8831874	8562511	8696621	8470705
2015	9317449	9267669	9326070	9460180	9244848
2016	9638400	9726730	9707850	9801727	9658059
2017	9994368	10058026	10089629	10116451	10089739
2018	10384442	10428912	10471409	10404354	10540714
2019	10838973	10791909	10853189	10665434	11011846
MAPE (%)		0.717	1.64	1.33	2.24

2. Perbandingan peramalan daya tersambung. Setelah didapatkan hasil ramalan dan nilai MAPE dari kedua metode, kemudian dilakukan perbandingan kedua metode tersebut. Variabel yang dibandingkan adalah hasil ramalan daya tersambung dan besar nilai MAPE.

Tabel 4.10 Perbandingan MAPE dan hasil peramalan daya tersambung sektor rumah tangga tahun 2010 s/d 2019

Tahun	Data aktual	Peramalan daya tersambung (MVA)			
		Regresi Linier	Trend Linier	Trend Quadratik	Trend Exponential
2010	5316.6	5258.9	5424.6	5385.1	5526.9
2011	5705.1	5768.1	5790.7	5776.6	5818.9
2012	6176.2	6232.5	6156.9	6162.5	6126.5
2013	6708.8	6685.8	6523.1	6542.8	6450.2
2014	7135	7090.8	6889.2	6917.5	6791.1
2015	7484.2	7521.9	7621.6	7649.8	7527.9
2016	7878.3	7902.9	7987.7	8007.5	7925.7
2017	8264.9	8352.5	8353.9	8359.5	8344.5
2018	8697.1	8738.5	8720.1	8706	8785.5
2019	9187.8	9097.9	9086.2	9046.7	9249.8
MAPE (%)		0.739	1.57	1.49	1.93

Berdasarkan tabel 4.9 dan tabel 4.10 dapat diketahui bahwa peramalan menggunakan metode regresi linier menghasilkan nilai ramalan paling mendekati nilai aktual dan memiliki MAPE paling kecil daripada metode lainnya.

4.4 Hasil peramalan tahun 2020 s/d 2029

1. Hasil peramalan jumlah pelanggan sektor rumah tangga tahun 2020 s/ 2029.

Berdasarkan hasil perbandingan kedua metode sebelumnya, metode regresi linier menghasilkan nilai yang lebih akurat dari metode trend proyeksi.

Sehingga untuk paramalan jumlah pelanggan tahun 2020 d/ 2029 menggunakan metode regresi linier.

Tabel 4.11 hasil ramalan jumlah pelanggan sektor rumah tangga tahun 2020 s/d 2019

Tahun	Jumlah pelanggan	Peningkatan (%)
2020	11382823	4.78
2021	11826101	3.75
2022	12269380	3.61
2023	12712659	3.49
2024	13155938	3.37
2025	13599216	3.26
2026	14042495	3.16
2027	14485774	3.06
2028	14929053	2.97
2029	15372331	2.88
Rata-rata		3.43



Gambar 4.1 grafik gabungan jumlah pelanggan listrik sektor rumah tangga Provinsi Jawa Timur tahun 2010 s/d 2019 dan hasil peramalan tahun 2020 s/d 2029

2. Hasil peramalan daya tersambung sektor rumah tangga tahun 2020 s/ 2029. Berdasarkan hasil perbandingan kedua metode sebelumnya, metode regresi linier menghasilkan nilai yang lebih akurat dari metode trend proyeksi. Sehingga untuk paramalan daya tersambung tahun 2020 d/ 2029 menggunakan metode regresi linier.

Tabel 4.12 hasil ramalan daya tersambung sektor rumah tangga tahun 2020 s/d 2019

Tahun	Daya tersambung	Peningkatan (%)
2020	9,596.80	4.26
2021	10,021.20	4.24
2022	10,445.60	4.06
2023	10,870.00	3.9
2024	11,294.40	3.76
2025	11,718.80	3.62
2026	12,143.20	3.49
2027	12,567.60	3.38
2028	12,992.00	3.27

2029	13,416.40	3.16
Rata-rata		3.71



Gambar 4.2 grafik gabungan daya tersambung sektor rumah tangga Provinsi Jawa Timur tahun 2010 s/d 2019 dan hasil peramalan tahun 2020 s/d 2029

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil kesimpulan:

1. Hasil simulasi peramalan beban listrik menggunakan metode trend proyeksi. Diperoleh bahwa model trend kuadrat merupakan model yang terbaik. Model ini menghasilkan nilai MAPE terkecil sebesar 1.33% untuk peramalan jumlah pelanggan listrik dan 1.49% untuk peramalan daya tersambung.
2. Hasil simulasi peramalan beban listrik menggunakan metode regresi linier menghasilkan nilai MAPE sebesar 0.717% untuk peramalan jumlah pelangga listrik dan 0.739% untuk peramalan daya tersambung.
3. Hasil perbandingan peramalan beban listrik sektor rumah tangga Provinsi Jawa Timur. Maka dapat disimpulkan bahwa metode regresi linier lebih baik dari pada metode trend proyeksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. P. S. P. J. Timur, "Proyeksi Penduduk Menurut Provinsi di Indonesia (ribu jiwa) 2013-2017," BPS Provinsi Jawa Timur, 15 Oktober 2019. [Online]. Available: <http://jatim.bps.go.id>. [Diakses 22 Juni 2020].
- [2] Muslimin, "Peramalan Beban Listrik Jangka Menengah Pada Sistem Kelistrikan Kota Samarinda," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 14, no. 2, pp. 113-121, 2015.
- [3] M. Usman, *Dasar-dasar Statistika*, Bandung: Sinar Baru Algensindo, 2001.