

**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**

**Mirza Wahyu Purnama**

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: [mirza.17050874070@mhs.unesa.ac.id](mailto:mirza.17050874070@mhs.unesa.ac.id)

**Subuh Isnur Hardyudo, Widi Aribowo, Unit Three Kartini**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: [subuhisnur@unesa.ac.id](mailto:subuhisnur@unesa.ac.id), [widiaribowo@unesa.ac.id](mailto:widiaribowo@unesa.ac.id), [unitthree@unesa.ac.id](mailto:unitthree@unesa.ac.id)

**Abstrak**

Semakin tingginya pertumbuhan populasi penduduk membuat permintaan akan ketersediaan energi listrik di Indonesia juga akan meningkat setiap tahunnya. Untuk memenuhi permintaan akan ketersediaan energi listrik dan sebagai bentuk antisipasi agar ketersediaan energi listrik di Indonesia dapat tersedia dalam jumlah yang cukup, diperlukan suatu perencanaan atau peramalan yang bagus. Melakukan peramalan kebutuhan energi listrik untuk beberapa tahun ke depan juga merupakan suatu hal yang harus diperhitungkan guna menghindari kekurangan persediaan energi listrik. Penelitian ini akan mengkaji metode yang tepat untuk meramalkan kebutuhan energi listrik jangka panjang pada sektor rumah tangga di UID Jawa Timur. Metode peramalan dengan error terkecil dipilih sebagai metode untuk menghitung peramalan jumlah pelanggan, daya tersambung, dan energi terjual di UID Jawa Timur untuk tahun 2021 s/d 2025. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan membandingkan nilai MAPE yang dihasilkan oleh metode *Analysis Time Series* Proyeksi Tren *Quadratic* dan *Regresi Linear* menggunakan *software* Minitab v19, didapatkan jika metode *Analysis Time Series* Proyeksi Tren *Quadratic* memiliki tingkat ketepatan peramalan lebih baik pada setiap parameter. Dimana untuk parameter jumlah pelanggan dan daya tersambung memiliki tingkat pertumbuhan yang positif setiap tahunnya, sedangkan untuk parameter energi terjual mengalami penurunan pada tahun 2021 dan kembali mengalami kenaikan tahun 2022-2025. Dengan demikian, PT PLN UID Jawa Timur sebaiknya dapat menyediakan kapasitas daya sesuai yang dibutuhkan para pelanggan listrik di Provinsi Jawa Timur.

**Kata Kunci:** Peramalan, UID Jawa Timur, Metode Time Series, Minitab v19.

**Abstract**

The higher population growth makes the demand for the availability of electrical energy in Indonesia will also increase every year. To meet the demand for the availability of electrical energy and as a form of anticipation so that the availability of electrical energy in Indonesia can be available in sufficient quantities, good planning or forecasting is needed. Forecasting electrical energy needs for the next few years is also something that must be taken into account to avoid a shortage of electrical energy supplies. This study will examine the appropriate method for forecasting long-term electrical energy needs in the household sector at UID East Java. The forecasting method with the smallest error was chosen as the method for calculating the forecasting of the number of customers, connected power, and energy sold at UID East Java for 2021 to 2025. Based on the results of research that have been carried out by comparing the MAPE values generated by the Projected Time Series Analysis method Quadratic Trends and Linear Regression using Minitab v19 software, it is found that the Time Series Analysis method of Quadratic Trend Projection has a better level of forecasting accuracy for each parameter. Where the parameters for the number of customers and connected power have a positive growth rate every year, while for the energy parameter sold, it will decrease in 2021 and will increase again in 2022-2025. Thus, PT PLN UID East Java should be able to provide power capacity as needed by electricity customers in East Java Province.

**Keywords:** Forecasting, UID East Java, Time Series Method, Minitab v19

**PENDAHULUAN**

Semakin tingginya pertumbuhan populasi penduduk di Indonesia membuat permintaan akan ketersediaan energi listrik di Indonesia juga akan meningkat setiap tahunnya. Untuk memenuhi permintaan akan ketersediaan energi listrik dan sebagai bentuk antisipasi supaya ketersediaan energi listrik di Indonesia dapat

tersedia dalam jumlah yang cukup, memerlukan suatu perencanaan atau peramalan yang bagus. Melakukan peramalan kebutuhan listrik untuk beberapa tahun ke depan juga merupakan suatu hal yang harus diperhitungkan bagi penyedia jasa listrik guna menyusun model perencanaan sistem ketenagalistrikan. Peramalan kebutuhan energi listrik juga dapat membantu

menunjang perencanaan pembangkitan listrik yang lebih efisien. Peramalan kebutuhan energi listrik berdasarkan jangka waktunya dikelompokkan menjadi tiga, yaitu peramalan jangka panjang, peramalan jangka menengah, dan peramalan jangka pendek. Secara umum suatu peramalan beban dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah data beban di masa lampau dan karakteristik beban listrik itu sendiri. Karakteristik beban listrik yang mempengaruhi data beban listrik di masa lampau antara lain waktu, ekonomi, dan penambahan jumlah penduduk (Mart Ibrahim, 2018).

Beberapa penelitian sebelumnya mengenai peramalan kebutuhan listrik yang pertama dilakukan oleh Irmanita Azalia (2016) menggunakan metode ARIMA dan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) untuk peramalan beban listrik di Gresik dengan membandingkan hasil peramalan jangka menengah yang terbaik antara metode model ARIMA dan ANFIS. Kemudian penelitian selanjutnya dari Ikha Nurjannah, Bambang Winardi, dan Agung Nugroho (2016) menggunakan metode gabungan untuk prakiraan kebutuhan energi listrik tahun 2016 – 2020 pada PT. PLN unit area jaringan Tegal. Serta Fakhruddin Razi Rizquallah (2019) melakukan perbandingan beban listrik jangka pendek dengan membandingkan dua metode, yaitu metode *Backpropagation Neural Network* dan *Regresi Linear*.

Berdasarkan pertimbangan dari berbagai penelitian yang telah dilakukan, maka pada penelitian kali ini akan dilakukan peramalan tentang kebutuhan energi listrik jangka panjang di UID Jawa Timur pada data kebutuhan energi listrik sektor rumah tangga periode tahun 2021 hingga tahun 2025 dengan membandingkan hasil perhitungan MAPE antara metode *time series* proyeksi tren *quadratic* dan *regresi linear* berbasis *software* Minitab v19.

#### Metode Time Series Proyeksi Tren Quadratic

Metode time series merupakan metode peramalan yang menggunakan hasil ramalan yang disusun atas pola hubungan antara variabel yang dicari atau diramalkan dengan variabel waktu. Pada peramalan time series terdapat empat macam pola data, yaitu horizontal, tren, musiman, dan siklis. Pada metode time series pola data tren terdapat beberapa metode peramalan, antara lain tren *linear*, tren *quadratic*, tren *exponential*, dan tren *s-curve*.

Tren *quadratic* merupakan model tren yang mempunyai nilai variabel bebas naik dan turun secara linier apabila datanya dibuat *scatter plot*. Tren *quadratic* termasuk tren yang berpola linier dalam jangka pendek atau menengah dan menjadi non linier dalam jangka

panjang. Adapun rumus persamaan tren *quadratic* ditunjukkan sebagai berikut :

$$Y_t = a + bx + cx^2 \quad (1)$$

Dengan :

- $Y_t$  = Nilai tren pada periode tertentu
- $a$  = Nilai tren pada periode dasar ( nilai konstanta )
- $b, c$  = Perubahan tren setiap periode ( nilai koefisien )
- $x, x^2$  = Unit periode yang dihitung dari periode tertentu

Perubahan nilai suatu variabel bebas yang berpola *linear* pada jangka pendek dan menengah menjadi berpola *non linear* pada jangka panjang membuat metode tren *quadratic* sangat cocok digunakan untuk suatu peramalan jangka panjang.

#### Metode Regresi Linear

*Regresi linear* merupakan suatu metode yang digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya hubungan sebab akibat antara variabel penyebab (X) terhadap variabel akibat (Y). Terdapat dua jenis metode *regresi linear* yaitu metode *regresi linear* sederhana dan metode *regresi linear* berganda.

Metode *regresi linear* sederhana merupakan metode regresi yang menggunakan satu variabel X untuk melihat adanya hubungan sebab akibat terhadap variabel Y. Adapun persamaan *regresi linear* sederhana ditunjukkan sebagai berikut :

$$Y = a + bx \quad (2)$$

Dengan :

- $Y$  = Variabel Akibat (nilai yang diprediksikan)
- $a$  = Nilai konstanta regresi
- $b$  = Nilai koefisien regresi
- $x$  = Variabel faktor penyebab

Metode *regresi linear* berganda merupakan metode regresi yang menggunakan dua atau bahkan lebih variabel X untuk melihat adanya hubungan sebab akibat terhadap variabel Y. Adapun persamaan *regresi linear* berganda ditunjukkan sebagai berikut :

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \quad (3)$$

Dengan :

- $Y$  = Variabel Akibat (nilai yang diprediksikan)
- $a$  = Nilai konstanta regresi (nilai Y apabila  $x_1, x_2, \dots, x_n = 0$ )
- $b$  = Nilai koefisien regresi
- $x_1, x_2$  = Variabel faktor penyebab

Metode *regresi linear* dapat mengidentifikasi pengaruh dari variabel penyebab terhadap variabel akibat, sehingga sangat cocok digunakan untuk memprediksi nilai atau peramalan di masa yang akan datang.

**MAPE**

MAPE (*Mean Absolut Percentage Error*) merupakan suatu perhitungan yang digunakan untuk menganalisis ketepatan atau presentase kesalahan peramalan suatu metode. Dengan menggunakan nilai aktual dari suatu data atau series sebagai perbandingan, MAPE dapat memberikan informasi seberapa besar kesalahan peramalan pada metode tersebut. Berikut merupakan rumus perhitungan MAPE.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |(\frac{A_t + F_t}{A_t})| 100}{n} \quad (4)$$

Dengan :

$A_t$  = Nilai aktual pada periode  $t$

$F_t$  = Nilai *forecast* pada periode  $t$

Suatu metode peramalan bisa dikatakan akurat jika nilai presentase kesalahan pada perhitungan MAPE mendekati nol. Pada perhitungan MAPE terdapat batasan nilai yang menunjukkan bahwa nilai MAPE tersebut layak atau tidak untuk digunakan. Tabel 1 berikut merupakan rentang atau batasan nilai pada perhitungan MAPE.

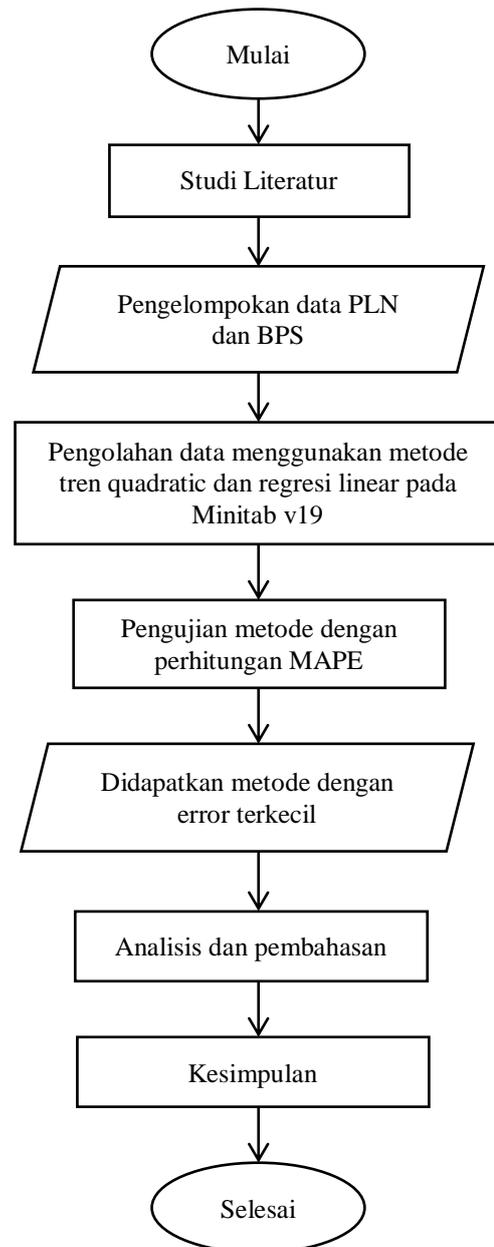
**Tabel 1.** Standar Nilai Perhitungan MAPE

Nilai MAPE	Keterangan
0-10 %	Kemampuan metode peramalan sangat baik
10-20 %	Kemampuan metode peramalan baik
20-50 %	Kemampuan metode peramalan layak digunakan
>50 %	Kemampuan metode peramalan tidak dapat digunakan

Sumber : (Azman Maricar, 2019)

**METODE**

Pada penelitian ini metode yang dipakai adalah metode kuantitatif dengan variabel penyebab X yang digunakan yaitu jumlah penduduk Provinsi Jawa Timur periode tahun 2010-2020 dan variabel akibat Y yang digunakan yaitu jumlah pelanggan, daya tersambung, energi terjual di UID Jawa Timur periode tahun 2010-2020 , sedangkan variabel kontrol yang digunakan adalah *software* Minitab v19. Pada Gambar 1 merupakan diagram alir penelitian yang akan dibahas sebagai berikut.



**Gambar 1.** Diagram Alir penelitian

Metode pertama yang digunakan yakni studi literatur, dimana penulis mengumpulkan referensi dari buku-buku, penelitian yang sudah ada sebelumnya, serta paper atau artikel publikasi nasional maupun internasional yang mendukung teori untuk menyelesaikan penelitian “Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Tahunan Sektor Rumah Tangga UID Jawa Timur Menggunakan Analisis *Time Series* (Proyeksi Tren *Quadratic* dan *Regresi Linear*) Berbasis *Software* Minitab v19”.

Pada penelitian ini pengumpulan data dilakukan dari survei data terhadap instansi yang menyediakan data yang dibutuhkan seperti BPS (Badan Pusat Statistik) dan PT.PLN (Persero). Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang mencakup data jumlah pelanggan, jumlah daya

tersambung, dan jumlah energi terjual pada sektor rumah tangga di UID Jawa Timur tahun 2010-2020, serta data jumlah penduduk di Provinsi Jawa Timur tahun 2010-2020.

Pada tahap ini penulis mengubah data-data yang didapatkan dari BPS dan PT. PLN (Persero) menggunakan metode tren *Quadratic* dan *Regresi Linear* untuk memperkirakan nilai konstanta setiap variabel yang dicari yaitu jumlah pelanggan listrik, daya tersambung, energi terjual, dengan menggunakan *software* Minitab v19.

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap hasil peramalan metode tren *Quadratic* dan *Regresi Linear* untuk menentukan metode dengan nilai error terkecil melalui perhitungan MAPE (*Mean Absolut Percentage Error*) menggunakan *software* Microsoft Excel.

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap metode dengan error terkecil untuk menghitung peramalan jumlah pelanggan, daya tersambung, dan energi terjual di UID Jawa Timur untuk tahun 2021 s/d 2025. Setelah analisis yang dilakukan selesai maka dilakukan penyusunan tugas akhir berupa pembahasan berdasarkan hasil penelitian dan referensi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Suatu peramalan bisa dikatakan baik jika nilai yang dihasilkan mendekati nilai aktual, baik atau tidaknya suatu peramalan dipengaruhi oleh jumlah data historis yang digunakan. Tabel 2 berikut adalah rekapitulasi data yang akan digunakan pada penelitian ini.

**Tabel 2.** Data Rekapitulasi Jumlah Penduduk, Jumlah Pelanggan, daya Tersambung, dan Energi terjual Sektor Rumah Tangga di Provinsi Jawa Timur

Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah Pelanggan	Daya Tersambung (MVA)	Energi Terjual (GWh)
2010	37.565.706	6.909.617	5.316,55	8.414,03
2011	37.840.657	7.303.144	5.705,08	9.085,38
2012	38.106.590	7.857.634	6.176,24	9.876,67
2013	38.388.195	8.434.763	6.708,76	10.589,17
2014	38.610.202	8.927.359	7.135,02	11.585,26
2015	38.847.561	9.317.449	7.484,23	12.127,23
2016	39.075.152	9.636.944	7.878,29	12.967,90
2017	39.292.971	9.994.368	8.264,89	12.928,66
2018	39.500.851	10.384.442	8.697,15	13.318,69
2019	39.698.631	10.918.842	9.249,88	13.914,66
2020	40.665.696	11.305.869	9.745,11	15.336,98

**Perhitungan Metode Tren *Quadratic***

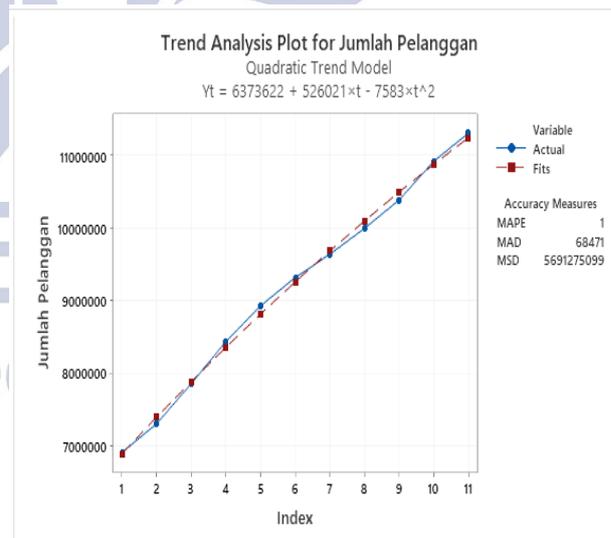
Perhitungan metode tren *quadratic* menggunakan jumlah pelanggan, jumlah daya tersambung, dan jumlah energi terjual sebagai variabel terikat Y dan periode dalam tahun sebagai variabel bebas X. Berikut merupakan hasil perhitungan jumlah pelanggan, daya tersambung, dan energi terjual menggunakan metode tren *quadratic*.

**Perhitungan Tren *Quadratic* Jumlah Pelanggan**

Berdasarkan data jumlah pelanggan pada tabel 2 dapat dihitung nilai prediksi dan juga persamaan fungsi jumlah pelanggan pada tahun 2010-2020 menggunakan *software* Minitab v19. Tabel 3 berikut adalah hasil nilai prediksi jumlah pelanggan menggunakan metode *time series* proyeksi tren *quadratic* pada *software* Minitab v19.

**Tabel 3.** Prediksi Jumlah Pelanggan Model Tren *Quadratic* Tahun 2010-2020

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	6.909.617	6.892.061	17.556
2011	7.303.144	7.395.334	92.190
2012	7.857.634	7.883.442	25.808
2013	8.434.763	8.356.384	78.379
2014	8.927.359	8.814.162	113.197
2015	9.317.449	9.256.774	60.675
2016	9.636.944	9.684.221	47.277
2017	9.994.368	10.096.503	102.135
2018	10.384.442	10.493.620	109.178
2019	10.918.842	10.875.572	43.270
2020	11.305.869	11.242.358	63.511



**Gambar 2.** Grafik Prediksi Jumlah Pelanggan Model Tren *Quadratic* Tahun 2010-2020

Dari Gambar 2 diatas dapat dilihat bahwa grafik nilai variable tak bebasnya naik atau turun secara linier (hubungan variabel dependen dan independen adalah *quadratic*). Hasil konversi data aktual jumlah pelanggan ke dalam model tren *quadratic* diperoleh persamaan regresinya :

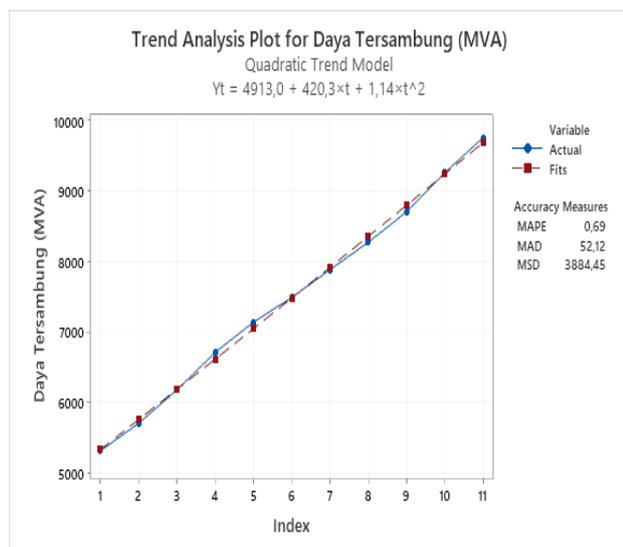
$$Yt = 6373622 + 526021t - 7583t^2 \tag{5}$$

**Perhitungan Tren *Quadratic* Daya Tersambung (MVA)**

Berdasarkan data jumlah daya tersambung pada tabel 2 dapat dihitung nilai prediksi dan juga koefisien jumlah daya tersambung pada tahun 2010-2020 menggunakan *software* Minitab v19. Tabel 4 berikut adalah hasil nilai prediksi jumlah daya tersambung menggunakan metode *time series* proyeksi tren *quadratic* pada *software* Minitab v19.

**Tabel 4.** Prediksi Jumlah Daya Tersambung Model Tren *Quadratic* Tahun 2010-2020

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	5.316,55	5.334,46	17,9053
2011	5.705,08	5.758,21	53,1265
2012	6.176,24	6.184,24	7,9957
2013	6.708,76	6.612,54	96,2170
2014	7.135,02	7.043,13	91,8917
2015	7.484,23	7.475,99	8,2384
2016	7.878,29	7.911,13	32,8430
2017	8.264,89	8.348,55	83,6624
2018	8.697,15	8.788,25	91,0999
2019	9.249,88	9.230,23	19,6546
2020	9.745,11	9.674,48	70,6310



**Gambar 3.** Grafik Prediksi Jumlah Daya Tersambung Model Tren *Quadratic* Tahun 2010-2020

Dari Gambar 3 diatas dapat dilihat bahwa grafik nilai variabel tak bebasnya naik atau turun secara linier (hubungan variabel dependen dan independen adalah *quadratic*). Hasil konversi data aktual jumlah daya tersambung ke dalam model tren *quadratic* diperoleh persamaan regresinya :

$$Y_t = 4913,0 + 420,3t + 1,14t^2 \quad (6)$$

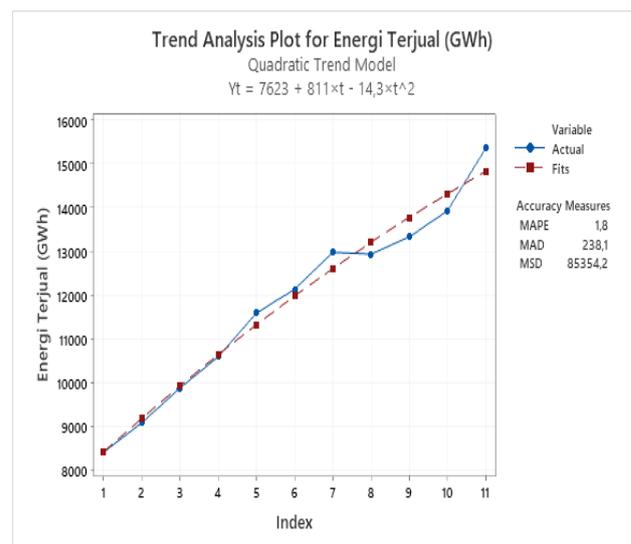
**Perhitungan Tren *Quadratic* Energi Terjual (GWh)**

Berdasarkan data jumlah energi terjual pada tabel 2 dapat dihitung nilai prediksi dan juga koefisien jumlah energi terjual pada tahun 2010-2020 menggunakan *software* Minitab v19. Tabel 5 berikut adalah hasil nilai prediksi

jumlah energi terjual menggunakan metode *time series* proyeksi tren *quadratic* pada *software* Minitab v19.

**Tabel 5.** Prediksi Jumlah Energi Terjual Model Tren *Quadratic* Tahun 2010-2020

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	8.414,03	8.420,2	6,137
2011	9.085,38	9.188,3	102,948
2012	9.876,67	9.927,8	51,175
2013	10.589,17	10.638,7	49,551
2014	11.585,26	11.321,0	264,307
2015	12.127,23	11.974,5	152,687
2016	12.967,90	12.599,5	368,410
2017	12.928,66	13.195,8	267,135
2018	13.318,69	13.763,5	444,767
2019	13.914,66	14.302,5	387,817
2020	15.336,98	14.812,9	524,127



**Gambar 4.** Grafik Prediksi Jumlah Daya Tersambung Model Tren *Quadratic* Tahun 2010-2020

Dari Gambar 4 diatas dapat dilihat bahwa nilai variabel tak bebasnya naik atau turun secara linier ( hubungan variabel dependen dan independen adalah *quadratic*). Hasil konversi data aktual jumlah energi terjual ke dalam model tren *quadratic* diperoleh persamaan regresinya :

$$Y_t = 7623 + 811t - 14,3t^2 \quad (7)$$

**Perhitungan Metode *Regresi Linear***

Dalam perhitungan pada metode *regresi linear* digunakan *software* Minitab v19 untuk menguji sejauh mana hubungan sebab akibat antara variabel terikat Y dan variabel bebas X. Berikut merupakan hasil perhitungan jumlah pelanggan, daya tersambung, dan energi terjual menggunakan metode *regresi linear*.

**Perhitungan *Regresi Linear* Jumlah Pelanggan**

Pada perhitungan jumlah pelanggan menggunakan metode *regresi linear*, jumlah pelanggan merupakan variabel terikat Y dan jumlah penduduk merupakan variabel bebas X. Berdasarkan data jumlah pelanggan dan data

jumlah penduduk pada Tabel 2 dapat dilakukan analisis *regresi linear* untuk menentukan nilai konstanta a, koefisien regresi b, dan nilai prediksi serta selisihnya. Gambar 5 berikut merupakan prediksi jumlah pelanggan menggunakan metode *regresi linear* pada Minitab v19.

Coefficients					
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-51599898	4408379	-11,70	0,000	
Jumlah Penduduk	1,564	0,113	13,79	0,000	1,00

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
324149	95,48%	94,98%	88,24%

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	1,99839E+13	1,99839E+13	190,19	0,000
Jumlah Penduduk	1	1,99839E+13	1,99839E+13	190,19	0,000
Error	9	9,45656E+11	1,05073E+11		
Total	10	2,09295E+13			

Gambar 5. Output Prediksi Jumlah Pelanggan Metode Regresi Linear pada Minitab v19

Dapat dilihat pada Gambar 5 bahwa jumlah pelanggan dipengaruhi oleh jumlah penduduk sebesar 95,48% sedangkan sisanya sebesar 4,62% dipengaruhi oleh faktor lain. Sehingga bisa disimpulkan naik turunnya jumlah pelanggan listrik berbanding lurus atau dipengaruhi oleh perkembangan jumlah penduduk. Adapun untuk nilai koefisien *regresi linear* telah didapat nilai konstanta a = -51599898 dan koefisien regresi b = 1,564. Selanjutnya nilai konstanta a dan koefisien regresi b dimasukkan pada persamaan (2), sehingga didapatkan :

$$Y = -51599898 + 1,564t \quad (8)$$

Tabel 6. Prediksi Jumlah Pelanggan Metode Regresi Linear Tahun 2010-2020

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	6.909.617	7.138.378	228.761
2011	7.303.144	7.568.295	265.151
2012	7.857.634	7.984.112	126.478
2013	8.434.763	8.424.434	10.329
2014	8.927.359	8.771.567	155.792
2015	9.317.449	9.142.705	174.744
2016	9.636.944	9.498.570	138.374
2017	9.994.368	9.839.154	155.214
2018	10.384.442	10.164.199	220.243
2019	10.918.842	10.473.450	445.392
2020	11.305.869	11.985.567	679.698

**Perhitungan Regresi Linier Jumlah Daya Tersambung (MVA)**

Pada perhitungan jumlah daya tersambung menggunakan metode *regresi linear*, jumlah daya tersambung merupakan variabel terikat Y dan jumlah pelanggan merupakan variabel bebas X. Berdasarkan data jumlah daya tersambung dan data jumlah pelanggan pada Tabel 2 dapat dilakukan analisis *regresi linear* untuk menentukan

nilai konstanta a, koefisien regresi b, dan nilai prediksi serta selisihnya. Gambar 6 berikut merupakan prediksi jumlah daya tersambung menggunakan metode *regresi linear* pada Minitab v19.

Coefficients					
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	792	539	1,47	0,175	
Daya Tersambung (MVA)	1,4743	0,0708	20,83	0,000	1,00

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
322,520	97,97%	97,74%	97,00%

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	45131781	45131781	433,88	0,000
Daya Tersambung (MVA)	1	45131781	45131781	433,88	0,000
Error	9	936174	104019		
Total	10	46067955			

Gambar 6. Output Prediksi Jumlah Daya Tersambung Metode Regresi Linear pada Minitab v19

Dapat dilihat pada Gambar 6 bahwa jumlah daya tersambung dipengaruhi oleh jumlah pelanggan sebesar 99,65% sedangkan sisanya sebesar 0,35% dipengaruhi oleh faktor lain. Sehingga bisa disimpulkan naik turunnya jumlah daya tersambung berbanding lurus atau dipengaruhi oleh jumlah pelanggan listrik. Adapun untuk nilai koefisien *regresi linear* telah didapat nilai konstanta a = -1641 dan koefisien regresi b = 0,000994. Selanjutnya nilai konstanta a dan koefisien regresi b dimasukkan pada persamaan (2), sehingga didapatkan :

$$Y = -1641 + 0,000994t \quad (9)$$

Tabel 7. Prediksi Jumlah Daya Tersambung Metode Regresi Linear Tahun 2010-2020

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	5.316,55	5.229,06	87,488
2011	5.705,08	5.620,33	84,745
2012	6.176,24	6.171,65	4,592
2013	6.708,76	6.745,47	36,711
2014	7.135,02	7.235,25	100,225
2015	7.484,23	7.623,10	138,871
2016	7.878,29	7.940,77	62,475
2017	8.264,89	8.296,14	31,252
2018	8.697,15	8.683,98	13,169
2019	9.249,88	9.215,32	34,560
2020	9.745,11	9.600,13	144,980

**Perhitungan Regresi Linier Jumlah Energi Terjual (GWh)**

Pada perhitungan jumlah energi terjual menggunakan metode *regresi linear*, jumlah energi terjual merupakan variabel terikat Y dan jumlah daya tersambung merupakan variabel bebas X. Berdasarkan data jumlah energi terjual dan data jumlah daya tersambung pada Tabel 2 dapat dilakukan analisis *regresi linear* untuk

menentukan nilai konstanta a, koefisien regresi b, dan nilai prediksi serta selisihnya. Gambar 7 berikut merupakan prediksi jumlah pelanggan menggunakan metode *regresi linear* pada Minitab v19.

Coefficients					
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	-1641	183	-8,99	0,000	
Jumlah Pelanggan	0,000994	0,000020	50,57	0,000	1,00

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
89,9393	99,65%	99,61%	99,42%

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	1	20690426	20690426	2557,82	0,000
Jumlah Pelanggan	1	20690426	20690426	2557,82	0,000
Error	9	72802	8089		
Total	10	20763228			

**Gambar 7.** Output Prediksi Jumlah Energi Terjual Metode *Regresi Linear* pada Minitab v19

Dapat dilihat pada Gambar 7 bahwa jumlah energi terjual dipengaruhi oleh jumlah daya tersambung sebesar 97,97% sedangkan sisanya sebesar 2,03% dipengaruhi oleh faktor lain. Sehingga bisa disimpulkan naik turunnya jumlah energi terjual berbanding lurus atau dipengaruhi oleh jumlah daya tersambung. Adapun untuk nilai koefisien *regresi linear* telah didapat nilai konstanta a = 792 dan koefisien regresi b = 1,4743. Selanjutnya nilai konstanta a dan koefisien regresi b dimasukkan pada persamaan (2), sehingga didapatkan :

$$Y = 792 + 1,4743t \quad (10)$$

**Tabel 8.** Prediksi Jumlah Energi Terjual Metode *Regresi Linear* Tahun 2010-2020

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	8.414,03	8.630,81	216,784
2011	9.085,38	9.203,63	118,254
2012	9.876,67	9.898,28	21,6083
2013	10.589,17	10.683,4	94,2169
2014	11.585,26	11.311,8	273,427
2015	12.127,23	11.826,7	300,547
2016	12.967,90	12.407,7	560,244
2017	12.928,66	12.977,6	48,9713
2018	13.318,69	13.614,9	296,234
2019	13.914,66	14.429,8	515,169
2020	15.336,98	15.160,0	177,021

**Akurasi Peramalan**

Menentukan akurasi peramalan besaran error pada parameter jumlah pelanggan, daya tersambung, energi terjual di UID Jawa Timur antara metode tren *quadratic* dan *regresi linear* berdasarkan perhitungan MAPE (*Mean Absolut Precentage Error*). Berikut merupakan hasil perhitungan MAPE untuk menentukan persentase besar

kesalahan antara metode tren *quadratic* dan *regresi linear* pada parameter jumlah pelanggan, daya tersambung, dan energi terjual.

**Hasil Perhitungan MAPE Jumlah Pelanggan Metode Tren *Quadratic***

Berikut merupakan tabel hasil perhitungan MAPE menggunakan *software* Microsoft Excel untuk mengetahui besar error pada metode tren *quadratic* untuk parameter jumlah pelanggan di UID Jawa Timur periode tahun 2010-2020.

**Tabel 9.** Hasil Perhitungan MAPE Jumlah Pelanggan Metode Tren *Quadratic*

Tahun	Nilai Aktual Jumlah Pelanggan	Nilai Prediksi Jumlah Pelanggan	Error (%)
2010	6.909.617	6.892.061	0,25 %
2011	7.303.144	7.395.334	1,26 %
2012	7.857.634	7.883.442	0,33 %
2013	8.434.763	8.356.384	0,93 %
2014	8.927.359	8.814.162	1,27 %
2015	9.317.449	9.256.774	0,65 %
2016	9.636.944	9.684.221	0,49 %
2017	9.994.368	10.096.503	1,02 %
2018	10.384.442	10.493.620	1,05 %
2019	10.918.842	10.875.572	0,40 %
2020	11.305.869	11.242.358	0,56 %
<b>MAPE</b>			<b>0,75 %</b>

**Hasil Perhitungan MAPE Jumlah Pelanggan Metode *Regresi Linear***

Berikut merupakan tabel hasil perhitungan MAPE menggunakan *software* Microsoft Excel untuk mengetahui besar error pada metode *regresi linear* untuk parameter jumlah pelanggan di UID Jawa Timur periode tahun 2010-2020.

**Tabel 10.** Hasil Perhitungan MAPE Jumlah Pelanggan Metode *Regresi Linear*

Tahun	Nilai Aktual Jumlah Pelanggan	Nilai Prediksi Jumlah Pelanggan	Error (%)
2010	6.909.617	7.138.378	3,31 %
2011	7.303.144	7.568.295	3,63 %
2012	7.857.634	7.984.112	1,61 %
2013	8.434.763	8.424.434	0,12 %
2014	8.927.359	8.771.567	1,74 %
2015	9.317.449	9.142.705	1,87 %
2016	9.636.944	9.498.570	1,44 %
2017	9.994.368	9.839.154	1,55 %
2018	10.384.442	10.164.199	2,12 %
2019	10.918.842	10.473.450	4,08 %
2020	11.305.869	11.985.567	6,01 %
<b>MAPE</b>			<b>2,50 %</b>

Pada Tabel 9 dapat dilihat bahwa nilai MAPE yang dihasilkan oleh metode proyeksi tren *quadratic* sebesar 0,75% sedangkan pada Tabel 10 nilai MAPE yang dihasilkan oleh metode *regresi linear* sebesar 2,50%. Sehingga bisa disimpulkan jika metode analisis *time series* proyeksi tren *quadratic* merupakan metode yang

tepat untuk digunakan pada peramalan jumlah pelanggan di PLN UID Jawa Timur tahun 2021-2025, karena mempunyai persentase error yang lebih kecil dibandingkan dengan metode *regresi linear*.

**Hasil Perhitungan MAPE Jumlah Daya Tersambung Metode Tren Quadratic**

Berikut merupakan tabel hasil perhitungan MAPE menggunakan *software* Microsoft Excel untuk mengetahui besar error pada metode tren *quadratic* untuk parameter jumlah daya tersambung di UID Jawa Timur periode tahun 2010-2020.

**Tabel 11.** Perhitungan MAPE Jumlah Daya Tersambung Metode Tren *Quadratic*

Tahun	Nilai Aktual Daya Tersambung (MVA)	Nilai Prediksi Daya Tersambung (MVA)	Error (%)
2010	5.316,55	5.334,46	0,34 %
2011	5.705,08	5.758,21	0,93 %
2012	6.176,24	6.184,24	0,13 %
2013	6.708,76	6.612,54	1,43 %
2014	7.135,02	7.043,13	1,29 %
2015	7.484,23	7.475,99	0,11 %
2016	7.878,29	7.911,13	0,42 %
2017	8.264,89	8.348,55	1,45 %
2018	8.697,15	8.788,25	1,05 %
2019	9.249,88	9.230,23	0,21 %
2020	9.745,11	9.674,48	0,72 %
<b>MAPE</b>			<b>0,73 %</b>

**Hasil Perhitungan MAPE Jumlah Daya Tersambung Metode Regresi Linear**

Berikut merupakan tabel hasil perhitungan MAPE menggunakan *software* Microsoft Excel untuk mengetahui besar error pada metode *regresi linear* untuk parameter jumlah daya tersambung di UID Jawa Timur periode tahun 2010-2020.

**Tabel 12.** Perhitungan MAPE Jumlah Daya Tersambung Metode *Regresi Linear*

Tahun	Nilai Aktual Daya Tersambung (MVA)	Nilai Prediksi Daya Tersambung (MVA)	Error (%)
2010	5.316,55	5.229,06	1,64 %
2011	5.705,08	5.620,33	1,48 %
2012	6.176,24	6.171,65	0,07 %
2013	6.708,76	6.745,47	0,55 %
2014	7.135,02	7.235,25	1,40 %
2015	7.484,23	7.623,10	1,85 %
2016	7.878,29	7.940,77	0,79 %
2017	8.264,89	8.296,14	0,38 %
2018	8.697,15	8.683,98	0,15 %
2019	9.249,88	9.215,32	0,37 %
2020	9.745,11	9.600,13	1,49 %
<b>MAPE</b>			<b>0,93 %</b>

Pada Tabel 11 dapat dilihat bahwa nilai MAPE yang dihasilkan oleh metode proyeksi tren *quadratic* sebesar 0,73% sedangkan pada Tabel 12 nilai MAPE yang dihasilkan oleh metode *regresi linear* sebesar 0,93%.

Sehingga bisa disimpulkan jika peramalan metode analisis *time series* proyeksi tren *quadratic* merupakan metode yang tepat untuk digunakan pada peramalan jumlah daya tersambung di PLN UID Jawa Timur tahun 2021-2025, karena mempunyai persentase error yang lebih kecil dibandingkan dengan metode *regresi linear*.

**Hasil Perhitungan MAPE Jumlah Energi Terjual Metode Tren Quadratic**

Berikut merupakan tabel hasil perhitungan MAPE menggunakan *software* Microsoft Excel untuk mengetahui besar error pada metode tren *quadratic* untuk parameter jumlah energi terjual di UID Jawa Timur periode tahun 2010-2020.

**Tabel 13.** Perhitungan MAPE Jumlah Energi Terjual Metode Tren *Quadratic*

Tahun	Nilai Aktual Energi Terjual (GWh)	Nilai Prediksi Energi Terjual (GWh)	Error (%)
2010	8.414,03	8.420,2	0,07 %
2011	9.085,38	9.188,3	1,13 %
2012	9.876,67	9.927,8	0,52 %
2013	10.589,17	10.638,7	0,47 %
2014	11.585,26	11.321,0	2,28 %
2015	12.127,23	11.974,5	1,26 %
2016	12.967,90	12.599,5	2,84 %
2017	12.928,66	13.195,8	2,07 %
2018	13.318,69	13.763,5	3,34 %
2019	13.914,66	14.302,5	2,79 %
2020	15.336,98	14.812,9	3,42 %
<b>MAPE</b>			<b>1,83 %</b>

**Hasil Perhitungan MAPE Jumlah Energi Terjual Metode Regresi Linear**

Berikut merupakan tabel hasil perhitungan MAPE menggunakan *software* Microsoft Excel untuk mengetahui besar error pada metode *regresi linear* untuk parameter jumlah energi terjual di UID Jawa Timur periode tahun 2010-2020.

**Tabel 14.** Perhitungan MAPE Jumlah Energi Terjual Metode *Regresi Linear*

Tahun	Nilai Aktual Energi Terjual (GWh)	Nilai Prediksi Energi Terjual (GWh)	Error (%)
2010	8.414,03	8.630,81	2,58 %
2011	9.085,38	9.203,63	1,30 %
2012	9.876,67	9.898,28	0,22 %
2013	10.589,17	10.683,4	0,89 %
2014	11.585,26	11.311,8	2,36 %
2015	12.127,23	11.826,7	2,48 %
2016	12.967,90	12.407,7	4,32 %
2017	12.928,66	12.977,6	0,38 %
2018	13.318,69	13.614,9	2,22 %
2019	13.914,66	14.429,8	3,70 %
2020	15.336,98	15.160,0	1,15 %
<b>MAPE</b>			<b>1,96 %</b>

Pada Tabel 13 dapat dilihat bahwa nilai MAPE yang dihasilkan oleh metode proyeksi tren *quadratic* sebesar 1,83%, sedangkan pada Tabel 14 nilai MAPE yang

dihasilkan oleh metode *regresi linear* sebesar 1,96%. Sehingga bisa disimpulkan jika metode analisis *time series* proyeksi tren *quadratic* merupakan metode yang tepat untuk digunakan pada peramalan jumlah energi erjual di UID Jawa Timur tahun 2021-2025, karena mempunyai persentase error yang lebih kecil dibandingkan dengan metode *regresi linear*.

**Hasil Peramalan**

Berdasarkan perhitungan MAPE didapatkan jika metode Analisis *Time Series* Proyeksi Tren *Quadratic* memiliki nilai error peramalan lebih baik pada setiap parameter dibandingkan dengan metode *regresi linear*. Berikut merupakan hasil peramalan jumlah pelanggan, daya tersambung, dan energi terjual menggunakan tren *quadratic*.

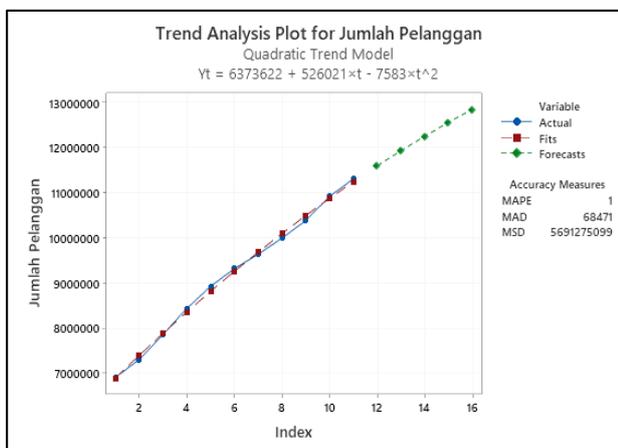
**Hasil Peramalan Jumlah Pelanggan**

Berikut merupakan tabel hasil peramalan jumlah pelanggan di UID Jawa Timur tahun 2021-2025 menggunakan metode *time series* proyeksi tren *quadratic*.

**Tabel 15.** Hasil Peramalan Jumlah Pelanggan Tahun 2021-2025

Tahun	Periode	Jumlah Pelanggan	Perkembangan
2021	12	11.593.979	288.110
2022	13	11.930.435	336.456
2023	14	12.251.726	321.291
2024	15	12.557.851	306.125
2025	16	12.848.811	290.960

Dari tabel hasil perhitungan peramalan jumlah pelanggan diatas dapat diketahui bahwa akan terjadi peningkatan jumlah pelanggan setiap tahunnya di UID Jawa Timur dimana peningkatan yang terjadi cenderung bertambah dari tahun ke tahun hingga 2025. Pada tahun 2021-2025 mempunyai rata-rata terjadi perkembangan jumlah pelanggan sebesar 308.588,4. Hasil perhitungan peramalan jumlah pelanggan untuk tahun 2021-2025 yang telah dilakukan digabungkan dengan data jumlah pelanggan dari tahun 2010-2020 yang ditunjukkan pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Grafik Peramalan Jumlah Pelanggan Tahun 2021-2025

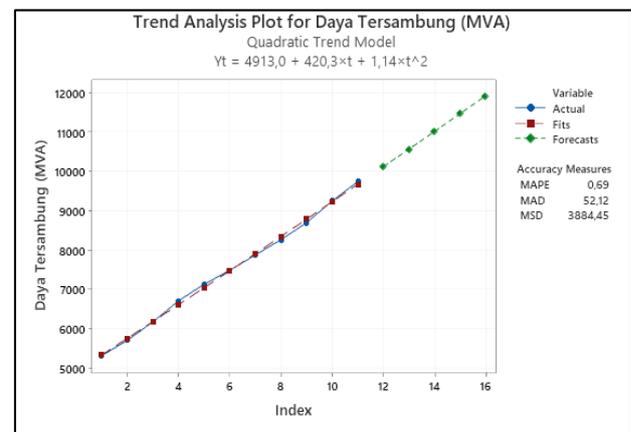
**Hasil Peramalan Jumlah Daya Tersambung (MVA)**

Berikut merupakan tabel hasil peramalan jumlah daya tersambung di UID Jawa Timur tahun 2021-2025 menggunakan metode *time series* proyeksi tren *quadratic*.

**Tabel 16.** Hasil Peramalan Jumlah Daya Tersambung Tahun 2021-2025

Tahun	Periode	Daya Tersambung (MVA)	Perkembangan
2021	12	10.121,0	446,52
2022	13	10.569,8	448,8
2023	14	11.020,9	451,1
2024	15	11.474,3	453,4
2025	16	11.929,9	455,6

Dari tabel hasil perhitungan peramalan jumlah daya tersambung diatas dapat diketahui bahwa akan terjadi peningkatan jumlah daya tersambung di UID Jawa Timur setiap tahunnya dimana peningkatan yang terjadi cenderung bertambah dari tahun ke tahun hingga 2025. Pada tahun 2021-2025 mempunyai rata-rata terjadi perkembangan jumlah daya tersambung sebesar 451,084 MVA. Hasil perhitungan peramalan jumlah daya tersambung untuk tahun 2021-2025 yang telah dilakukan digabungkan dengan data jumlah daya tersambung dari tahun 2010-2020 yang ditunjukkan pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Grafik Peramalan Jumlah Daya Tersambung Tahun 2021-2025

**Hasil Peramalan Jumlah Energi Terjual (GWh)**

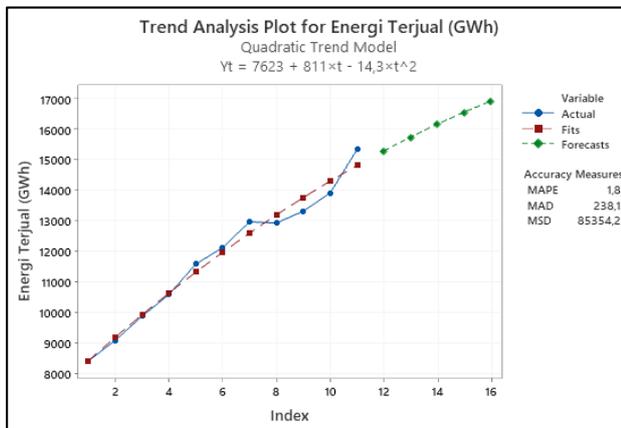
Berikut merupakan tabel hasil peramalan jumlah energi terjual di UID Jawa Timur tahun 2021-2025 menggunakan metode *time series* proyeksi tren *quadratic*.

**Tabel 17.** Hasil Peramalan Jumlah Energi Terjual Tahun 2021-2025

Tahun	Periode	Energi Terjual (GWh)	Perkembangan
2021	12	15.294,6	-42,38
2022	13	15747,7	453,1
2023	14	16172,1	424,4
2024	15	16567,9	395,8
2025	16	16935,1	367,2

Dari tabel hasil perhitungan peramalan diatas dapat diketahui bahwa akan terjadi penurunan jumlah energi

terjual di UID Jawa Timur pada tahun 2021 dan cenderung bertambah dari tahun 2022 hingga tahun 2025. Pada tahun 2021-2025 mempunyai rata-rata terjadi perkembangan jumlah energi terjual sebesar 319,6 GWh. Hasil perhitungan peramalan jumlah pelanggan untuk tahun 2016-2020 yang telah dilakukan digabungkan dengan data jumlah pelanggan dari tahun 2005-2015 dapat ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Peramalan Jumlah Energi Terjual Tahun 2021-2025

## PENUTUP

### Simpulan

Analisis peramalan kebutuhan energi listrik tahunan sektor rumah tangga di UID Jawa Timur dilakukan sebagai bentuk antisipasi agar penyediaan energi listrik di UID Jawa Timur dapat tersedia dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi permintaan akan ketersediaan energi listrik yang semakin meningkat setiap tahunnya. Dari hasil perhitungan error menggunakan MAPE metode peramalan yang paling tepat untuk melakukan peramalan jumlah pelanggan, daya tersambung, dan energi terjual PLN UID Jawa Timur adalah metode analisis *time series* proyeksi tren *quadratic*. Dari hasil analisis menggunakan *software* Minitab v19 didapatkan bahwa jumlah pelanggan listrik dan jumlah daya tersambung di UID Jawa Timur dari tahun 2021-2025 selalu mengalami kenaikan, sedangkan untuk energi terjual mengalami penurunan pada tahun 2021 dan mengalami kenaikan dari tahun 2022-2025. Berdasarkan RUPTL 2019-2028 rata-rata jumlah produksi listrik di UID Jawa Timur pada tahun 2021-2025 sebesar 47.023,6 Gwh dan rata-rata energi terjual pada sektor rumah tangga sebesar 15.430,8 GWh dengan presentase 33,04%. Sedangkan dari hasil penelitian, rata-rata jumlah energi listrik yang terjual pada tahun 2021-2025 sebesar 16.143,48 GWh artinya terjadi kehilangan antara produksi energi listrik dengan energi listrik yang terjual sebesar 712,68 Gwh dari total produksi energi listrik pada tahun 2021-2025 di UID Jawa Timur.

## Saran

Pada penelitian ini penulis hanya memprediksikan kebutuhan energi listrik pada wilayah UID Jawa Timur menggunakan metode *regresi linear* dan proyeksi tren *quadratic*. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya bisa menggunakan metode lainnya dengan memanfaatkan lebih banyak variabel bebas dan jumlah data untuk memaksimalkan hasil perhitungan peramalan, dimana pada penelitian ini digunakan satu variabel bebas untuk satu perhitungan variabel terikat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azalia, Irmanita. 2016. *Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Bulanan di Gresik, Jawa Timur Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average, Adaptive Neuro Fuzzy Inference System dan Fungsi Transfer*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Cosirof Koloay, Andre, Tumaliang, Hans, dan Pakiding, Marthinus. 2018. *Perencanaan dan Pemenuhan Kebutuhan Energi Listrik di Kota Bitung*. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, Vol. 7 No. 3, ISSN : 2301-8402.
- Hanke, J.E., and Wichern, D.W. 2005. *Business Forecasting*. Prentice Hall, New York.
- Ibrahim, Mart. 2018. *Peramalan Kebutuhan Energi Listrik dan Beban Listrik Sektor Rumah Tangga di Sumatera Selatan dengan Metode Analisis Time Series : Proyeksi Tren dan Analisis Regresi*. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.
- Ikmaludin. 2017. *Prediksi Kebutuhan Energi Listrik PT.PLN (Persero) Rayon Purwokerto Kota (Studi Kasus)*. Purwokerto : Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Kojic, Vedran, Skrinjaric, Tihana. 2019. *A Note on The Turning Point for The Quadratic Trend*. CREBSS, Vol. 05, No. 02, ISSN: 2459-5616.
- Maricar, Azman. 2019. *Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing Untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ*. Jurnal Sistem Informatika Vol. 13, No. 2, ISSN: 2460-3732.
- Nurjannah, Ikha, Winardi, Bambang, Nugroho, Agung. 2016. *Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2016-2020 Pada PT.PLN (Persero) Unit Area Pelayanan dan Jaringan (APJ) Tegal Dengan Metode Gabungan*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Rafi Rizqullah, Fakhruddin. 2019. *Analisa Perbandingan Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Antara Metode Backpropagation Neural*

*Network dengan Metode Regresi Linier*. Jurnal Arus Elektro Indonesia, ISSN 2443- 2318.

Rakhasiwi Aminullah, Habib. 2020. *Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Metode Fuzzy Multi-Attribute Decision Making Decomposition Feed Forward Neutral Network (FMADM-Dec-FFNN)*. Jurnal Teknik Elektro, Vol. 9, No. 03.

Septyawan, Ryan. 2018. *Analisis Peramalan Kebutuhan Energi Listrik PLN Area Batam Menggunakan Metode Regresi Linear*. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.

Sugianto, Abdul Mu'is. 2017. *Perencanaan Sistem Distribusi Listrik Pelaksanaan Proyek Listrik*. Sinusoida Vol. XIX No. 2, ISSN 1411 – 4593.