PERAMALAN KEBUTUHAN BEBAN LISTRIK SEKTOR RUMAH TANGGA AREA DISTRIBUSI JAWA TIMUR MENGGUNAKAN METODE ANALISIS *TIME SERIES* : MODEL *EXPONENTIAL GROWTH CURVE* DAN MODEL *LINEAR*

Hernanda Setiawan
S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: hernanda.17050874052@mhs.unesa.ac.id

Joko, Subuh Isnur Haryudo, Unit Three Kartini
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Emal: joko@unesa.ac.id, subuhisnur@unesa.ac.id, unitthree@unesa.ac.id

Abstrak

Semakin tingginya pertumbuhan populasi penduduk membuat permintaan akan ketersediaan energi listrik juga akan mengalami peningkatan. Untuk memenuhi permintaan akan kebutuhan energi listrik maka dilakukan sebuah peramalan akan ketersediaan energi listrik. Metode yang digunakan adalah Metode *Time Series* model *Exponential Growth Curve* dan model *Linear*. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk meramalkan kebutuhan beban listrik jangka panjang pada sektor rumah tangga di Area Distribusi Jawa Timur. Sebelum melakukan analisis langkah yang dilakukan oleh penulis yaitu pengumpulan data lapangan di UP3 Surabaya Barat. Dalam penelitian ini penulis menganalisis hasil nilai *error* terkecil *MAPE* pada Area Distribusi Jawa Timur dengan bantuan *software* minitab v19. Teknik analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil peramalan energi terjual pada Area Distribusi Jawa Timur dengan hasil produksi energi listrik pada RUPTL (Rencana Usaha Penyedia Tenaga Listrik) Unit Gardu Distribusi 2019-2028. Berdasarkan hasil dari simulasi menggunakan Minitab v19 diperoleh hasil jumlah pelanggan sebesar 12.393.186 dengan nilai *MAPE* 2,54%, berikutnya didapatkan nilai daya tersambung sebesar 10.703,4 MVA dengan nilai *MAPE* 2,84%, berikutnya didapatkan nilai dari energi terjual sebesar 15.942,4 GWh dengan nilai *MAPE* 2,26%. Sedangkan hasil dari RUPTL tahun 2019-2028 diperoleh rata-rata energi terjual sebesar 15.430,8 GWh. Berdasarkan dari hasil simulasi penelitian diperoleh energi terjual sebesar 15.942,4 GWh artinya dari hasil perhitungan yang telah dilakukan masih memenuhi kebutuhan energi pada sektor rumah tangga pada tahun 2021-2025 pada Area Distribusi Jawa Timur. Hasil penelitian ini dapat menjadi sebuah masukan bagi PLN Unit Induk Distribusi Jawa Timur dalam penyediaan kebutuhan energi listrik oleh pelanggan listrik di Provinsi Jawa Timur.
Kata Kunci: Peramalan, Metode Time Series, UID Jawa Timur.

Abstract

The higher the population growth, the demand for the availability of electrical energy will also increase. To meet the demand for electrical energy needs, a forecasting of the availability of electrical energy is carried out. The method used is the Time Series method with the Exponential Growth Curve model and the Linear model. The purpose of this research is to predict the long-term electricity load demand in the household sector in the East Java Distribution Area. Before analyzing the steps carried out by the author, namely collecting field data at UP3 West Surabaya. In this study, the authors analyzed the results of the smallest MAPE error value in the East Java Distribution Area with the help of minitab v19 software. The data analysis technique is carried out by comparing the results of forecasting the energy sold in the East Java Distribution Area with the results of electrical energy production at the Electricity Provider Business Plan Distribution Substation Unit 2019-2028. Based on the results of the simulation using Minitab v19, the number of customers is 12,393,186 with a MAPE value of 2.54%, the next obtained a connected power value of 10,703.4 MVA with a MAPE value of 2.84%, the next obtained the value of energy sold is 15,942, 4 GWh with a 2.26% MAPE value. While the results of the 2019-2028 RUPTL obtained an average of 15,430.8 GWh of energy sold. Based on the results of the simulation, the energy sold was 15,942.4 GWh, meaning that from the results of the calculations that have been carried out it still meets the energy needs of the household sector in 2021-2025 in the East Java Distribution Area. The results of this study can be an input for PLN East Java Distribution Main Unit in supplying electrical energy needs for customers in East Java Province.
Keywords: Forecasting, Time Series Method, UID East Java.

PENDAHULUAN

Kehidupan masyarakat sangat bergantung kepada sumber daya energi, salah satunya adalah energi listrik. Pertumbuhan ekonomi, perkembangan dunia industri, pertambahan jumlah penduduk, serta pesatnya kemajuan

teknologi merupakan penyebab utama dalam peningkatan jumlah penggunaan listrik di Indonesia.

Pemerintah terus berupaya melakukan pembangunan dan pemembangan sistem kelistrikan yang dikelola oleh PLN. Pertambahan penduduk yang semakin pesat dan diiringi pertumbuhan ekonomi yang tinggi menyebabkan kebutuhan akan tenaga listrik semakin meningkat. Sehingga dibutuhkan penyediaan dan penyaluran tenaga listrik yang memadai, baik dari segi teknis maupun ekonomisnya. Penggunaan tenaga listrik telah menjadi salah satu kebutuhan penting dalam kehidupan dalam kehidupan masyarakat dan dianggap sebagai salah satu tolak ukur taraf kemajuan rakyat sejalan dengan perkembangan tekonologi (Wildan, 2019).

Dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi di Indonesia, kebutuhan akan tenaga listrik juga terus meningkat setiap tahunnya. Indonesia mengalami peningkatan jumlah pelanggan yang membutuhkan listrik rata-rata 3 juta setiap tahun. Peningkatan jumlah pelanggan listrik terbesar terjadi di sektor rumah tangga, yaitu rata-rata 2,8 juta per tahun, disusul oleh sektor bisnis dengan rata-rata 134 ribu pelanggan per tahun, sektor publik dengan rata-rata 70 ribu pelanggan per tahun, dan terakhir sektor industri rata-rata 1800 ribu pelanggan per tahun (Suharyati, dkk. 2019).

Dalam melakukan peramalan beban listrik jangka panjang mempunyai peranan penting dalam *real-time control* dan fungsi-fungsi keamanan dari suatu sistem untuk pengoptimalan sistem manajemen energi supaya bisa dimanfaatkan secara kontinu dari waktu ke waktu. Karakteristik beban listrik yang mempengaruhi data beban listrik di masa lampau antara lain waktu, ekonomi, dan pertambahan jumlah penduduk (Mart Ibrahim, 2018).

Beberapa penelitian sebelumnya mengenai peramalan kebutuhan listrik yang pertama dilakukan oleh Pinayungan Gusti menggunakan metode *Time Series* model *Quadratic* untuk peramalan energi listrik UP3 (Unit Pelaksaan) Wilayah Sidoarjo tahun 2019-2029. Hasil dari penelitian tersebut didaptakan perhitungan *error* mengunakan persamaan *MAPE* (*Mean Absolute percentage Error*) bahwa nilai yang dihasilkan tidak lebih dari 1%. Selanjutnya dari hasil peramalan energi listrik terjual meningkat rata-rata sebesar 6,8% (Pinayungan Gusti, 2019).

Selanjutnya penelitian dari Yufino Pra Enggar Afinda Y melakukan peramalan jangka panjang beban listrik sektor rumah tangga di Jawa Timur menggunakan model *Proyeksi* dan model *Regresi Linier*. Hasil dari penelitian tersebut didapatkan perhitungan *error* menggunakan persamaan *MAPE* bahwa nilai yang dihasilkan 1,33 % (Yufino Pra Enggar Afinda Y, 2020).

Berdasarkan pertimbangan dan perbandingan dari berbagai penelitian yang telah dilakukan, maka penelitian ini meramalkan kebutuhan beban listrik jangka panjang Jawa Timur range pada data permintaan beban listrik periode tahun 2021 sampai dengan tahun 2025 dengan membandingkan hasil perhitungan *MAPE* antara model *exponential* dengan model *linear*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung nilai persentase *MAPE* yang lebih kecil dari kedua model tren dan untuk menghitung jumlah energi yang terjual pada Area Distribusi Jawa Timur.

Metode *Time Series* Model Tren Exponensial

Metode *time series* merupakan sebuah perhitungan peramalan yang dilakukan berdasarkan hasil ramalan yang disusun dengan pola hubungan setiap variabel yang diramalkan dengan variabel waktu (Pinayungan Gusti, 2019).

Model *exsponential growth curve* ini digunakan apabila data membentuk pola garis peningkatan atau penurunan secara tepat. Model *Exponential Growth Curve* memiliki persamaan sebagai berikut (Yufino Pra Enggar Afinda Y, 2020).

$$Yt = ab^t \quad (1)$$

Model Tren *Linear*

Model tren *linear* adalah garis lurus yang digambarkan pada grafik menunjukkan sistem koordinat persegi panjang (Rahmawati, 2015).

$$Yt = a + bX \quad (2)$$

Keterangan :

Yt = Nilai ramalan periode waktu ke-t (waktu)
X = Periode waktu
a = Nilai intersep
b = Koefisien tren

MAPE

MAPE (*Mean Absolute percentage Error*) merupakan suatu perhitungan yang dapat digunakan sebagai cara perhitungan prediksi ketepatan atau presentase kesalahan peramalan pada suatu metode. Dengan menggunakan nilai aktual dari suatu data sebagai perbandingan, *MAPE* dapat memberikan informasi seberapa besar kesalahan peramalan pada metode tersebut. Berikut merupakan rumus perhitungan *MAPE* (M. Azman Maricar, 2019).

$$\boldsymbol{MAPE} = \Sigma \left(\frac{|\text{Actual} - Forecast|}{\text{Actual}} \right) * 100\%/\text{n} \quad (3)$$

UNESA Universitas Negeri Surabaya

Keterangan :
Actual = Data yang di peroleh dari sumber penelitian
Fosacast = Data yang di peroleh dari hasil peramalan
n = Jumlah periode yang digunakan

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*

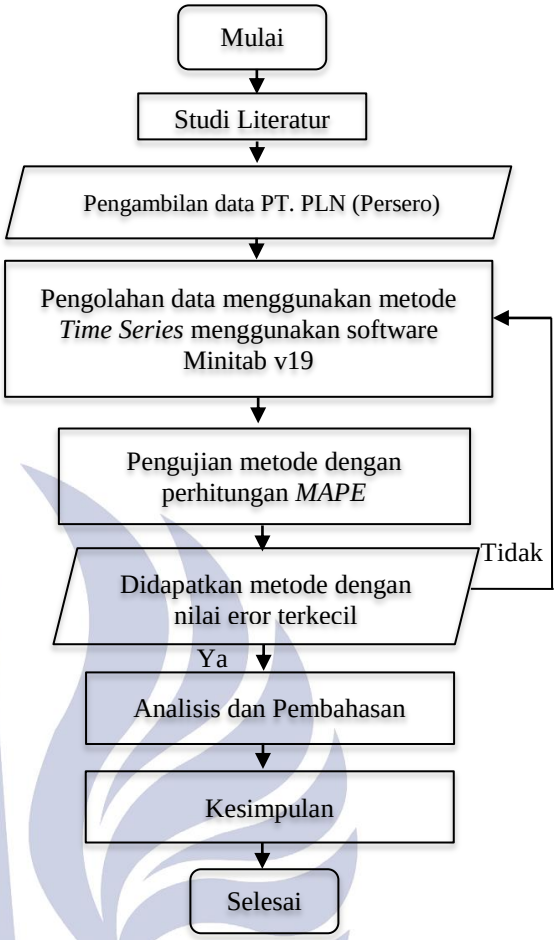
Nilai *MAPE*	Keterangan
0-10%	Kemampuan metode peramalan sangat baik
10-20%	Kemampuan metode peramalan baik
20-50%	Kemampuan metode peramalan layak digunakan
>50%	Kemampuan metode peramalan tidak dapat digunakan

Sumber : (Pei-Chann Chang, dkk. 2007)

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian survei. Penelitian survei merupakan pemeriksaan untuk memperoleh fakta dari penyebab permasalahan serta mencari keterangan faktual dari berbagai institusi pada individu atau suatu kelompok (M Nasir, 2003). Pendekatan yang digunakan pada penelitian yaitu pendekatan kuantitatif. Menurut (Sugiyono, 2013) pendekatan kuantitatif adalah pendekatan yang berguna untuk meneliti populasi atau sampel tertentu sesuai instrumen penelitian bertujuan untuk menguji hipotesis. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah mencari referensi dari jurnal jurnal yang relevan dengan penelitian ini berasal dari internet dan memperkuat data dengan data yang diperoleh dari PT. PLN UP3 Surabaya Barat berupa data Statistik PLN Jumlah Pelanggan, Daya Tersambung dan Energi Terjual tahun 2010-2020. Instrumen penelitiannya yaitu file sebagai pengumpul data yang sedang dibutuhkan pada penelitian ini. Sampel penelitian ini adalah data jumlah pelanggan, daya tersambung dan energi terjual area distribusi Jawa Timur.

Lokasi penelitian (pengambilan data) berada di PT.PLN, UP3 Surabaya Barat, Jl. Taman No. 48D, Sidoarjo, Jawa Timur. Untuk proses pengolahan data dilakukan di rumah peneliti. Sedangkan untuk waktu penelitian yaitu bulan Juli 2021. Teknik analisis data pada penelitian ini yaitu mencari hasil *presentase eror* yang terkecil dengan menggunakan *software* Minitab V19.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pada Gambar 1 merupakan tahap pengumpulan data dilakukan pengambilan secara online dengan melakukan pengambilan data berupa jumlah pelanggan, daya tersambung dan energi terjual. Selanjutnya, proses pengolahan data dilakukan simulasi pada *software* Minitab V19 dengan memasukan data-data yang telah diperoleh. Dilakukan analisis data sesuai simulasi yang terdapat pada *software* Minitab V19 untuk membandingkan hasil perhitungan dari metode *exponential growth curve* dengan metode *linear* mana dari dua metoe tersebut yang mempunyai hasil *MAPE* terkecil. Setelah analisis sudah selesai maka dilakukan penyusunan artikel ilmiah berupa pembahasan berdasarkan hasil peneltian dan referensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam suatu peramalan bisa dikatakan baik dan bagus apabila nilai yang dihasilkan mempunyai tingkat akurasi yang bagus, baik dan tidaknya hasil dari suatu peramalan tergantung dari seberapa besar pengaruh dari jumlah data historis yang akan digunakan. Tabel 2 berikut adalah rekapitulasi data yang digunakan pada penelitian ini.

UNESA Universitas Negeri Surabaya

Tabel 2. Data Rekapitulasi Jumlah Pelanggan, Daya Tersambung dan Energi Terjual Area Distribusi Jawa Timur.

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

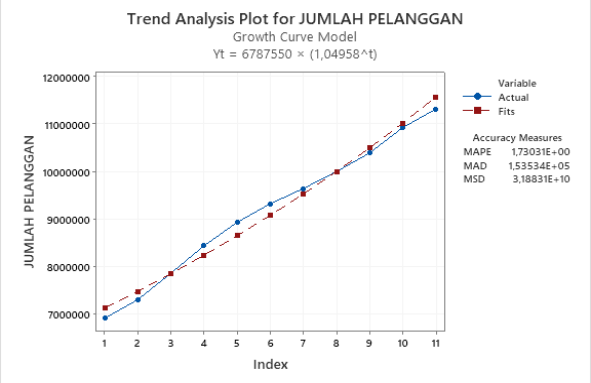
(Sumber : Statistik PLN. 2010-2020)

Perhitungan Model Tren *Exponential Growth Curve* Jumlah Pelanggan

Berdasarkan data jumlah pelanggan pada Tabel 2 dapat dihitung nilai prediksi dan juga perasamaan ke-1 fungsi jumlah pelanggan pada tahun 2010-2020 menggunakan *software* minitab v19. Tabel 3 berikut adalah hasil nilai prediksi jumlah pelanggan menggunakan model tren *exponential growth curve* pada *software* minitab v19.

Tabel 3. Prediksi Jumlah Pelanggan Model Tren *Exponential Growth Curve* Tahun 2010-2020

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	6.909.617	7.124 086	21,4469
2011	7.303.144	7.477.308	174.164
2012	7.857.634	7.848.043	9.590
2013	8.434.763	8.237.160	197.603
2014	8.927.359	8.645.570	281.789
2015	9.317.449	9.074.229	243.220
2016	9.636.944	9.524.141	112.803
2017	9.994.368	9.996.361	1.993,17
2018	10.384.442	10.491.994	107.552
2019	10.918.842	11.012.202	93.359,7
2020	11.305.869	11.558.202	252.333



Gambar 2. Grafik Prediksi Jumlah Pelanggan Model Tren *Exponential Growth Curve* Tahun 2010-2020 Pada Minitab v19

Dari Gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa nilai aktual naik turun secara ekponensial sedangkan nilai *fits* mengalami kenaikan pada tahap keempat sampai tahap keenam. Hasil dari data aktual jumlah pelanggan memiliki persaaman ke-1 yang menghasilkan.

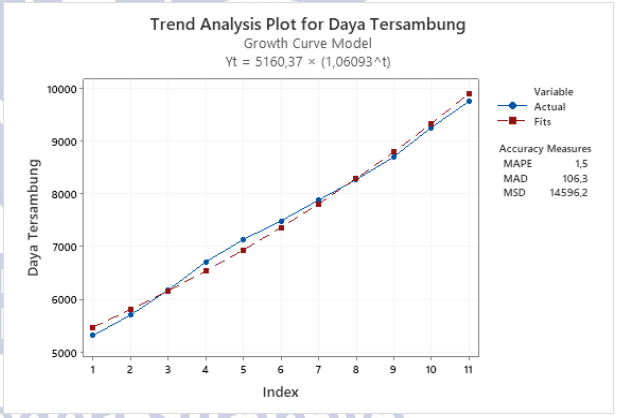
$$Yt = 6787550 \times (1{,}04958\text{^}\ t) \quad (4)$$

Perhitungan Model Tren *Exponential Growth Curve* 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* model *exponential growth curve* pada *software* minitab v19.

Tabel 4. Prediksi Jumlah Daya Tersambung Model Tren *Exponential Growth Curve* Tahun 2010-2020

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	5.316,55	5.474,78	158,233
2011	5.705,08	5.808,35	103,273
2012	6.176,24	6.162,25	13,994
2013	6.708,76	6.537,70	171,059
2014	7.135,02	6.936,03	198,987
2015	7.484,23	7.358,63	125,596
2016	7.878,29	7.806,98	71,307
2017	8.264,89	8.282,65	17,760
2018	8.697,15	8.787,30	90,148
2019	9.249,88	9.322,69	72,814
2020	9.745,11	9.890,71	145,601



Gambar 3. Grafik Prediksi Jumlah Daya Tersambung Model Tren *Exponential Growth Curve* Tahun 2010-2020 Pada Minitab v19

Dari Gambar 3 di atas dapat dilihat bahwa nilai aktual naik turun secara eksponensial sedangkan pada nilai *fits* mengalami kenaikan pada tahap keempat dan puncaknya ditahap kelima. Dari hasil data aktual jumlah daya tersambung memiliki persamaan ke-1 yang menghasilkan.

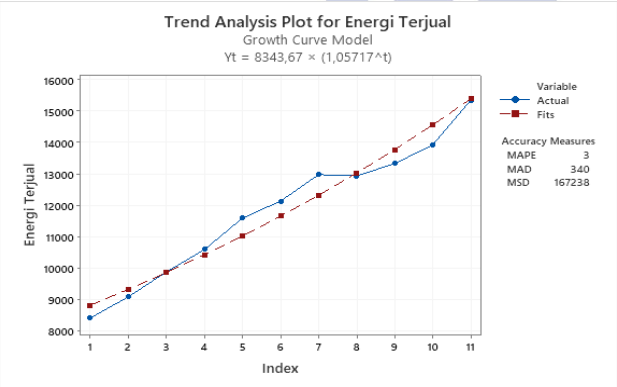
$$Yt = 5160{,}37 \times (1{,}06093\text{^}t) \quad (5)$$

Perhitungan Tren *Exponential Growth Curve* 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* model tren *exponential growth curve* pada *software* minitab v19.

Tabel 5. Prediksi Energi Terjual Model Tren *Exponential Growth Curve* Tahun 2010-2020

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	8.414,03	8.820,7	406,674
2011	9.085,38	9.325,0	239,636
2012	9.876,67	9.858,2	18,509
2013	10.589,17	10.421,8	167,382
2014	11.585,26	11.017,6	567,620
2015	12.127,23	11.647,6	479,671
2016	12.967,90	12.313,5	654,407
2017	12.928,66	13.017,5	88,840
2018	13.318,69	13.761,8	443,068
2019	13.914,66	14.548,6	633,909
2020	15.336,98	15.380,4	43,384



Gambar 4. Grafik Prediksi Energi Terjual Model Tren *Exponential growth curve* Tahun 2010-2020 Pada Minitab v19

Dari Gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa nilai aktual mengalami kenaikan pada tahun kelima sampai kedelapan namun pada tahun kesembilan sampai tahun kesepuluh juga mengalami penurunan sedangkan nilai *fits* mengalami peningkatan yang cukup stabil. Dari hasil data aktual energi terjual memiliki persamaan ke-1 yang menghasilkan.

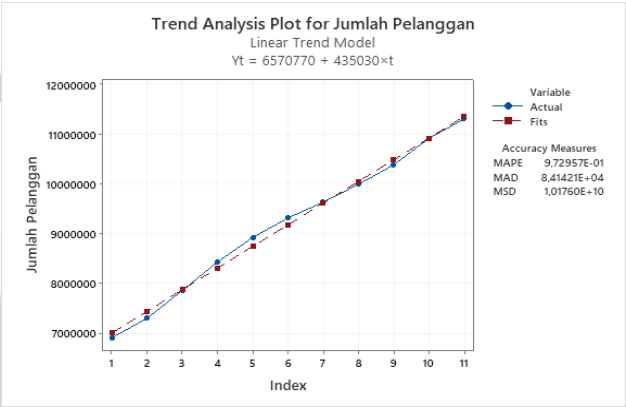
$$Yt = 8343{,}67 + (1{,}05717\hat{}t) \quad (6)$$

Perhitungan Tren Linear Jumlah Pelanggan

Dalam perhitungan jumlah pelanggan menggunakan metode *linear*. Jumlah pelanggan merupakan variabel terikat Y dan variabel bebas X berdasarkan waktu yang memiliki persaaman ke-2. Dari data jumlah pelanggan pada Tabel 2 dapat dilakukan prediksi model tren *linear* untuk menentukan nilai dengan menggunakan *software* minitab v19.

Tabel 6. Prediksi Jumlah Pelanggan Model Tren *Linear* Tahun 2010-2020

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	6.909.617	7.005.800	96.183
2011	7.303.144	7.440.829	137.685
2012	7.857.634	7.875.859	18.225
2013	8.434.763	8.310.889	123.874
2014	8.927.359	8.745.919	181.440
2015	9.317.449	9.180.948	136.501
2016	9.636.944	9.615.978	209.66
2017	9.994.368	10.051.008	566.40
2018	10.384.442	10.486.037	101.595
2019	10.918.842	10.921.067	2.225
2020	11.305.869	11.356.097	50.228



Gambar 5. Grafik Prediksi Jumlah Pelanggan Model Tren *Linier* Tahun 2010-2020 Pada Minitab v19

Dari Gambar 5 di atas dapat dilihat bahwa nilai aktual akan terus bertambah secara *linear*. Dari hasil data aktual jumlah pelanggan yang memiliki persamaan ke-2 yang menhasilkan.

$$Yt = 6570770 + 435030^{x}t \quad (7)$$

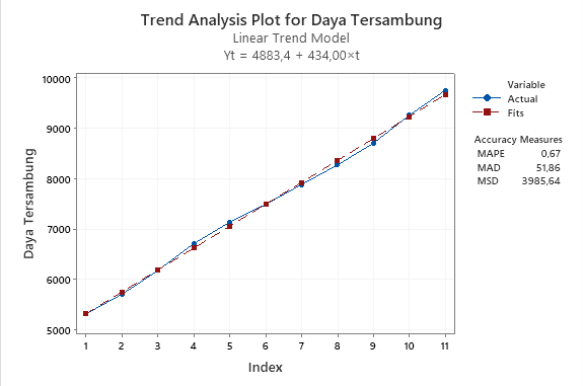
Perhitungan Linear Daya Tersambung (MVA)

Berdasarkan data jumlah daya tersambung pada Tabel 2 dapat dihitung nilai prediksi dan juga koefisien jumlah daya tersambung pada tahun 2010-2020 dengan menggunakan *software* minitab v19. Tabel 7 berikut adalah hasil nilai prediksi jumlah daya tersambung menggunakan metode *time series* model tren *linier* pada *software* minitab v19.

Tabel 7. Prediksi Jumlah Daya Tersambung Model Tren *Linear* Tahun 2010-2020

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	5.316,55	5.317,37	0,8200
2011	5.705,08	5.751,37	46,2924
2012	6.176,24	6.185,37	9,1347
2013	6.708,76	6.619,38	89,3829
2014	7.135,02	7.053,38	81,6405
2015	7.484,23	7.487,38	3,1518
2016	7.878,29	7.921,38	43,0942
2017	8.264,89	8.355,39	90,4965
2018	8.697,15	8.789,39	92,2389
2019	9.249,88	9.223,39	26,4887
2020	9.745,11	9.657,39	87,7164

UNESA Universitas Negeri Surabaya



Gambar 6. GrafikPrediksi Jumlah Daya Tersambung Model Tren *Linear* Tahun 2010-2020 Pada Minitab v19

Dari Gambar 6 di atas dapat dilihat bahwa nilai aktual akan terus bertambah secara *linear*, sedangkan nilai *fits* mengalami peningkatan yang cukup stabil. Dari hasil data aktual jumlah daya tersambung memiliki persamaan ke-2 yang menghasilkan.

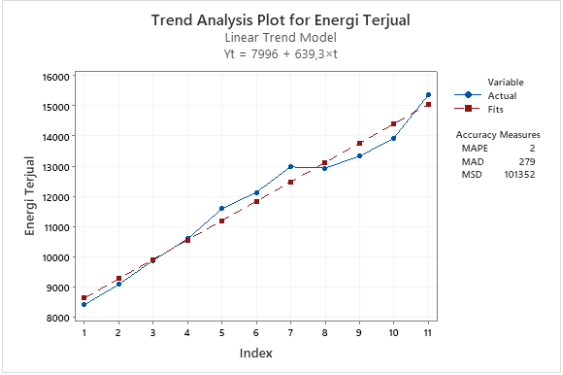
$$Yt = 4883{,}4 + 434{,}00x^t \quad (8)$$

Perhitungan Tren *Linear* 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 8 berikut adalah hasil nilai prediksi jumlah energi terjual menggunakan metode *time series* model tren *linear* pada *software* minitab v19.

Tabel 8. Prediksi Energi Terjual Model Tren *Linear* Tahun 2010-2020

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	8.414,03	8.635,0	220,957
2011	9.085,38	9.274,3	188,875
2012	9.876,67	9.913,5	36,854
2013	10.589,17	10.552,8	36,377
2014	11.585,26	11.192,1	393,199
2015	12.127,23	11.831,3	295,900
2016	12.967,90	12.470,6	497,301
2017	12.928,66	13.109,9	181,207
2018	13.318,69	13.749,1	430,446
2019	13.914,66	14.388,4	473,745
2020	15.336,98	15.027,7	309,307



Gambar 7. GrafikPrediksi Energi Terjual Model Tren *Linear* Tahun 2010-2020 Pada Minitab v19

Dari Gambar 7 di atas dapat dilihat bahwa nilai aktual mengalami kenaikan pada tahun kelima sampai tahun ketujuh namun pada tahun kedelapan sampai kesepuluh mengalami penurunan, sedangkan nilai *fits* mengalami peningkatan yang cukup stabil. Dari hasil data aktual jumlah daya tersambung memiliki persamaan ke-2 yang menghasilkan.

$$Yt = 7996 + 639{,}3x^t \quad (9)$$

Akurasi Peramalan

Untuk menentukan akurasi peramalan pada besaran *error* dalam parameter jumlah pelanggan, daya tersambung dan energi terjual Area Distribusi Jawa Timur antara metode tren *time series* berdasarkan perhitungan *MAPE* (*Mean Absolute percentage Error*).

Hasil Perhitungan *MAPE* Jumlah Pelanggan Metode Tren *Time Series* model *Exponential Growth Curve*

Berikut adalah tabel hasil perhitungan *MAPE* menggunakan *software* Microsoft Excel untuk mengetahui besaran *error* pada model tren *exponential growth curve* untuk perbandingan jumlah pelanggan pada Area Distribusi Jawa Timur periode tahun 2010-2020.

Tabel 9. Hasil Perhitungan *MAPE* Jumlah Pelanggan Model Tren *Exponential Growth Curve*

Tahun	Nilai Aktual Jumlah Pelanggan	Nilai Prediksi Jumlah Pelanggan	*MAPE* (%)
2010	6.909.617	7.124 086	3,10 %
2011	7.303.144	7.477.308	2,28 %
2012	7.857.634	7.848.043	0,12 %
2013	8.434.763	8.237.160	2,34 %
2014	8.927.359	8.645.570	3,15 %
2015	9.317.449	9.074.229	2,61 %
2016	9.636.944	9.524.141	1,17 %
2017	9.994.368	9.996.361	0,01 %
2018	10.384.442	10.491.994	1,03 %
2019	10.918.842	11.012.202	0,85 %
2020	11.305.869	11.558.202	2,23 %
Rata-rata *MAPE*			1,73 %

Hasil dari perhitungan *MAPE* Jumlah Pelanggan Model Tren *Exponential Growth Curve*

Berikut adalah tabel hasil dari perhitungan *MAPE* menggunakan *software* Microsoft Excel model tren *linear* untuk parameter jumlah pelanggan pada Area Distribusi periode tahun 2010-2020.

Tabel 10. Hasil Perhitungan *MAPE* Jumlah Pelanggan Model Tren *Linear*

Tahun	Nilai Aktual Jumlah Pelanggan	Nilai Prediksi Jumlah Pelanggan	*MAPE* (%)
2010	6.909.617	7.005.800	1,39 %
2011	7.303.144	7.440.829	1,88 %
2012	7.857.634	7.875.859	0,23 %
2013	8.434.763	8.310.889	1,46 %
2014	8.927.359	8.745.919	2,03 %
2015	9.317.449	9.180.948	1,46 %
2016	9.636.944	9.615.978	0,21 %
2017	9.994.368	10.051.008	0,56 %
2018	10.384.442	10.486.037	0,97 %
2019	10.918.842	10.921.067	0,02 %
2020	11.305.869	11.356.097	0,44 %
Rata-rata *MAPE*			0,97 %

Universitas Negeri Surabaya

Pada Tabel 9 dapat dilihat bahwa nilai *MAPE* yang dihasilkan oleh model tren *exponential* sebesar 1,73% sedangkan pada Tabel 10 nilai *MAPE* yang dihasilkan oleh model tren *linear* sebesar 0,97%. Sehingga bisa disimpulkan jika metode analisis *time series* model tren *linear* merupakan metode yang tepat untuk digunakan pada peramalan jumlah pelanggan pada Area Distribusi Jawa Timur tahun 2021-2025. Karena mempunyai *persentase error* yang lebih kecil dibandingkan dengan metode *exponential growth curve.*

Hasil Perhitungan *MAPE* Jumlah Daya Tersambung Metode Tren *Exponential Growth Curve*

Berikut adalah tabel hasil perhitungan *MAPE* menggunakan *software* Microsoft Excel untuk mengetahui besaran *error* pada model tren *exponential growth curve* untuk perbandingan jumlah daya tersambung pada Area Distribusi periode tahun 2010-2020.

Tabel 11. Perhitungan *MAPE* Jumlah Daya Tersambung Model Tren *Exponential Growth Curve*

Tahun	Nilai Aktual Daya Tersambung (MVA)	Nilai Prediksi Daya Tersambung (MVA)	*MAPE* (%)
2010	5.316,55	5.474,78	2,97 %
2011	5.705,08	5.808,35	1,81 %
2012	6.176,24	6.162,25	0,22 %
2013	6.708,76	6.537,70	2,54 %
2014	7.135,02	6.936,03	2,78 %
2015	7.484,23	7.358,63	1,67 %
2016	7.878,29	7.806,98	0,90 %
2017	8.264,89	8.282,65	0,21 %
2018	8.697,15	8.787,30	1,03 %
2019	9.249,88	9.322,69	0,78 %
2020	9.745,11	9.890,71	1,49 %
Rata-rata *MAPE*			1,49 %

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

Berikut adalah hasil perhitungan *MAPE* menggunakan *software* Microsoft Excel untuk mengetahui besaran *error* pada model tren *linear* untuk perbandingan jumlah daya tersambung pada Area Distribusi Jawa Timur periode tahun 2010-2020.

Tabel 12. Perhitungan *MAPE* Jumlah Daya Tersambung Model Tren *Linear*

Tahun	Nilai Aktual Daya Tersambung (MVA)	Nilai Prediksi Daya Tersambung (MVA)	*MAPE* (%)
2010	5.316,55	5.317,37	0.01 %
2011	5.705,08	5.751,37	0,81 %
2012	6.176,24	6.185,37	0,14 %
2013	6.708,76	6.619,38	1,33 %
2014	7.135,02	7.053,38	1,14 %
2015	7.484,23	7.487,38	0,04 %
2016	7.878,29	7.921,38	0,54 %
2017	8.264,89	8.355,39	1,09 %
2018	8.697,15	8.789,39	1,06 %
2019	9.249,88	9.223,39	0,28 %
2020	9.745,11	9.657,39	0,90 %
Rata-rata *MAPE*			0,67 %

Pada Tabel 11 dapat dilihat bahwa nilai *MAPE* yang dihasilkan oleh model tren *exponential* sebesar 1,49% sedangkan pada Tabel 12 nilai *MAPE* yang dihasilkan oleh model tren *linear* sebesar 0,67%. Sehingga bisa disimpulkan jika metode analisis *time series* model tren *linear* merupakan metode yang tepat untuk digunakan pada peramalan jumlah daya tersambung pada Area Distribusi Jawa Timur tahun 2021-2025. Karena mempunyai *persentase error* yang lebih kecil dibandingkan dengan metode *exponential growth curve.*

Hasil Perhitungan *MAPE* Jumlah Energi Terjual Metode Tren *Exponential Growth Curve*

Berikut adalah tabel hasil perhitungan *MAPE* menggunakan *software* Microsoft Excel untuk mengetahui besaran *error* pada model tren *exponential growth curve* untuk perbandingan jumlah daya tersambung pada Area Distribusi Jawa Timur periode tahun 2010-2020.

Tabel 13. Perhitungan *MAPE* Jumlah Energi Terjual Model Tren *Exponential Growth Curve*

Tahun	Nilai Aktual Energi Terjual (MWh)	Nilai Prediksi Energi Terjual (GWh)	*MAPE* (%)
2010	8.414,03	8.820,70	4,83 %
2011	9.085,38	9.325,00	2,63 %
2012	9.876,67	9.858,20	0,18 %
2013	10.589,17	10.421,80	1,58 %
2014	11.585,26	11.017,60	4,89 %
2015	12.127,23	11.647,60	3,95 %
2016	12.967,90	12.313,50	5,04 %
2017	12.928,66	13.017,50	0,68 %
2018	13.318,69	13.761,80	3,32 %
2019	13.914,66	14.548,60	4,55 %
2020	15.336,98	15.380,40	0,28 %
Rata-rata *MAPE*			2,90 %

Hasil Perhitungan *MAPE* Jumlah Energi Terjual Metode Tren *Exponential Growth Curve*

Berikut adalah tabel hasil perhitungan *MAPE* menggunakan *software* Microsoft Excel untuk mengetahui besaran *error* pada model tren *exponential growth curve* untuk perbandingan energi terjual pada Area Distribusi Jawa Timur periode tahun 2010-2020.

Tabel 14. Perhitungan *MAPE* Jumlah Energi Terjual Model Tren *Linear*

Tahun	Nilai Aktual Energi Terjual (MWh)	Nilai Prediksi Energi Terjual (GWh)	*MAPE* (%)
2010	8.414,03	8.635,00	2,62 %
2011	9.085,38	9.274,30	2,07 %
2012	9.876,67	9.913,50	0,37 %
2013	10.589,17	10.552,80	0,34 %
2014	11.585,26	11.192,10	3,39 %
2015	12.127,23	11.831,30	2,44 %
2016	12.967,90	12.470,60	3,83 %
2017	12.928,66	13.109,90	1,40 %
2018	13.318,69	13.749,10	3,23 %
2019	13.914,66	14.388,40	3,40 %
2020	15.336,98	15.027,70	2,01 %
Rata-rata *MAPE*			2,28 %

UNESA Universitas Negeri Surabaya

Pada Tabel 13 dapat dilihat bahwa nilai *MAPE* yang dihasilkan oleh model tren *exponential* sebesar 2,90% sedangkan pada Tabel 14 nilai *MAPE* yang dihasilkan oleh model tren *linear* sebesar 2,28%. Sehingga bisa disimpulkan jika metode analisis *time series* model tren *linear* merupakan metode yang tepat untuk digunakan pada peramalan jumlah energi terjual pada Area Distribusi Jawa Timur tahun 2021-2025. Karena mempunyai *persentase error* yang lebih kecil dibandingkan dengan metode *exponential growth curve.*

Hasil Peramalan

Berdadsarkan dari hasil data perhitungan *MAPE* yang didapatkan jika metode analisis *time series* model tren *linear* mempunyai nilai *error* peramalan lebih baik pada setiap parameter dibandingkan dengan model tren *exponential growth curve.* Berikut adalah hasil peramalan jumlah pelanggan, daya tersambung dan energi terjual menggunakan model tren *linear.*

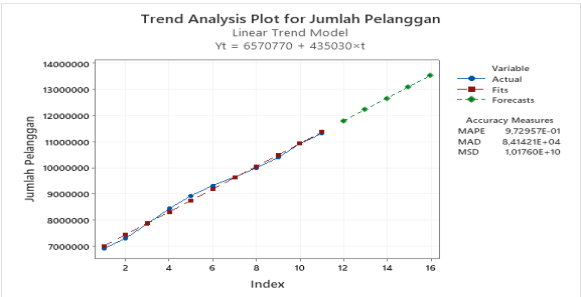
Hasil Peramalan Jumlah Pelanggan

Berikut merupakan tabel hasil peramalan jumlah pelanggan pada Area Distribusi Jawa Timur tahun 2021-2025 menggunakan metode *time series* model tren *linear.*

Tabel 15. Hasil Peramalan Jumlah Pelanggan Tahun 2021-2025

Tahun	Jumlah Pelanggan	Perkembangan	*MAPE* (%)
2021	11.791.127	280.528	2,3 %
2022	12.026.156	235.029	1,9 %
2023	12.321.186	295.030	2,3 %
2024	12.696.216	375.030	2,9 %
2025	13.131.246	435.030	3,3 %
		Rata-rata *MAPE*	2,54 %

Pada Tabel 15 dari hasil perhitungan peramalan jumlah pelanggan di atas dapat diketahui bahwa akan terjadi peningkatan jumlah pelanggan pada Area Distribusi Jawa Timur pada setiap tahunnya, dimana peningkatan yang terjadi cenderung meningkat dari tahun ke tahun hingga tahun 2025. Pada tahun 2021-2025 mempunyai rata-rata terjadi perkembangan jumlah pelanggan 12.393.186 setiap tahunnya dengan nilai *MAPE* rata-rata 2,54%. Dari 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 Pada Tahun 2021-2025

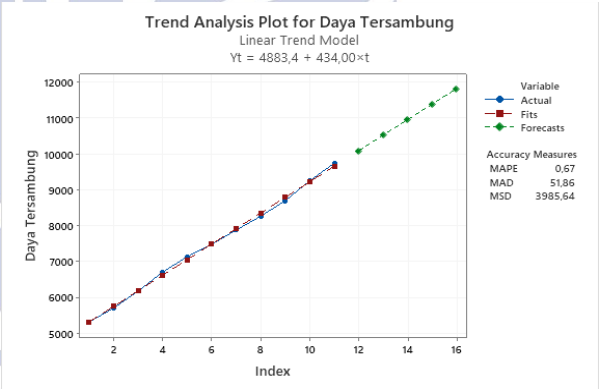
Hasil Peramalan Jumlah Daya Tersambung (MVA)

Berikut adalah tabel hasil peramalan jumlah daya tersambung pada Area Distribusi Jawa Timur tahun 2021-2025 menggunakan metode *time series* model *linear.*

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

Tahun	Daya Tersambung (MVA)	Perkembangan	*MAPE* (%)
2021	10.091,40	213,00	2,1 %
2022	10.325,40	234,00	2,2 %
2023	10.639,40	314,00	2,9 %
2024	11.023,40	384,00	3,4 %
2025	11.437,40	414,00	3,6 %
		Rata-rata *MAPE*	2,84 %

Dari Tabel 16 hasil perhitungan peramalan jumlah daya tersambung yang sudah dilakukan diatas dapat diketahui bahwa yang akan mengalami peningkatan pada jumlah daya tersambung pada Area Distribusi Jawa Timur pada setiap tahunnya, dimana peningkatan yang terjadi cenderung bertambah dari tahun ke tahun sampai tahun 2025. Pada tahun 2021-2025 mempunyai rata-rata terjadi perkembangan jumlah daya tersambung 10.703,4 MVA dengan nilai *MAPE* rata-rata 2,84%. Dari 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)

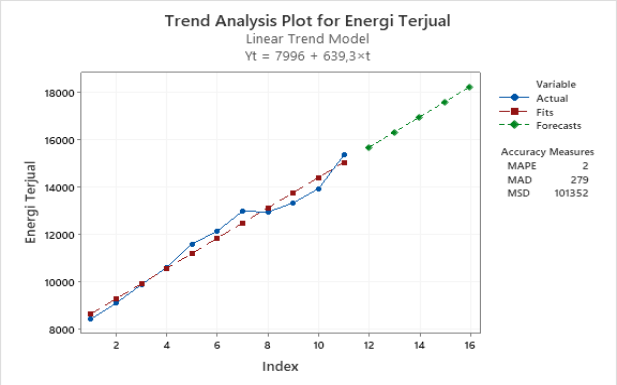
Berikut adalah tabel hasil peramalan jumlah energi terjual pada Area Distribusi Jawa Timur tahun 2021-2025 menggunakan metode *time series* model *linear.*

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

Tahun	Energi Terjual (GWh)	Perkembangan	*MAPE* (%)
2021	15.206,90	235,40	1,5 %
2022	15.506,20	299,30	1,9 %
2023	15.880,50	374,30	2,3 %
2024	16.294,70	414,20	2,5 %
2025	16.824,00	529,30	3,1 %
		Rata-rata *MAPE*	2,26 %

UNESA Universitas Negeri Surabaya

Dari Tabel 17 hasil perhitungan peramalan jumlah energi terjual yang sudah dilakukan diatas dapat diketahui bahwa yang akan mengalami peningkatan pada jumlah energi terjual pada Area Distribusi Jawa Timur pada setiap tahunnya, dimana peningkatan yang terjadi cenderung bertambah dari tahun ke tahun sampai tahun 2025. Pada tahun 2021-2025 mempunyai rata-rata terjadi perkembangan jumlah energi terjual 15.942,46 GWh dengan nilai *MAPE* rata-rata 2,26%. Dari hasil perhitungan peramalan jumlah energi terjual untuk tahun 2021-2025 yang telah dilakukan digabungkan dengan data jumlah daya tersambung dari tahun 2010-2020 yang ditunjukkan pada Gambar 10.



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

Berdasarkan simulasi perhitungan yang sudah dilakukan maka digunakan metode *time series* model tren *linear* dikarenakan model tren *linear* mempunyai nilai *MAPE* yang paling terkecil dibandingkan model tren *exponensial growth curve*. Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan hasil jumlah pelanggan sebesar 12.393.186 dengan nilai *MAPE* rata-rata 2,54%, berikutnya didapatkan nilai daya tersambung sebesar 10.703,4 MVA dengan nilai *MAPE* rata-rata 2,84%, berikutnya didapatkan nilai dari energi terjual sebesar 15.942,4 GWh dengan nilai *MAPE* rata-rata 2,26%.

Hasil penelitian ini mendukung penelitian sebelumnya yang dilakukan Yufino, dkk. (2020) yang berjudul peramalan jangka panjang beban listrik sektor rumah tangga di jawa timur menggunakan metode *trend proyeksi* dan *regresi linier* bahwa besaran nilai *MAPE* sebesar 0,71% untuk jumlah pelanggan dan 0,73% untuk daya tersambung. Dari hasil penelitian ini dan penelitian sebelumnya didapatkan hasil yang serupa, nilai ini masih sesuai dengan ketentuan yang berlaku dengan nilai kurang dari 10%.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil perhitungan *error* menggunakan *MAPE* Diperoleh metode peramalan yang paling tepat yaitu menggunakan metode analisis *time series* model tren *linear*. Dari hasil analisis menggunakan *software* Minitab V19 didapatkan bahwa jumlah pelanggan listrik, jumlah daya tersambung dan energi terjual pada Area Disribusi Jawa Timur dari tahun 2021-2025 selalu mengalami kenaikan pada setiap tahunnya dengan hasil jumlah pelanggan sebesar 12.393.186 dengan nilai *MAPE* rata-rata 2,54%, berikutnya didapatkan nilai daya tersambung sebesar 10.703,4 MVA dengan nilai *MAPE* rata-rata 2,84%, selanjutnya didapatkan nilai dari energi terjual sebesar 15.942,46 GWh dengan nilai *MAPE* rata-rata 2,26%.

Berdasarkan RUPTL (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik) 2019-2028 rata-rata jumlah produksi listrik pada Unit Induk Distribusi 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 15.942,4 GWh artinya dari hasil perhitungan yang telah dilakukan masih dapat memenuhi kebutuhan energi pada sektor rumah tangga pada tahun 2021-2025 pada Area Distribusi Jawa Timur.

Saran

Pada penelitian ini penulis memperkirakan kebutuhan energi listrik pada wilayah Surabaya Barat menggunakan metode *time series* model tren *exponential growth curve dan* model tren *linear*. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya bisa menggunakan metode lainnya

DAFTAR PUSTAKA

Chang, P.-C., Wang, Y.-W., & Liu, C.-H. (2007). *The development of a weighted evolving fuzzy neural network for PCB sales forecasting*. Expert Systems with Applications 32, 86-96

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*. Tugas Akhir. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia

Maricar, M. Azman. 2019. *Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing Untuk Sistem Peramalan Pendapatan Pada Perusahaan XYZ*. Jurnal Sistem dan Informatika Vol. 13, No. 2 Hal. 36-45, Mei 2019, ISSN 1858-473X

UNESA Universitas Negeri Surabaya

Nasir, M. 2003. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia

Gusti, Pinayungan. 2019. *Peramalan Energi Listrik UP3 Sidoarjo Tahun 2019-2029 Menggunakan Metode Time Series : Quadratic*. Tesis: Universitas 17 Agustus 1945

PT. PLN. 2010. *Statistik PLN 2010*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero) ISSN 0852 - 8179 No. 02301 – 110722 (https://repit.files.wordpress.com/2013/12/pln-statistic-2010-english.pdf)

PT. PLN. 2011. *Statistik PLN 2011*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero) ISSN 0852 - 8179 No. 02401 – 120722 (https://www.academia.edu/12589950/STATISTIK_PLN)

PT. PLN. 2012. *Statistik PLN 2012*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero) ISSN 0852 - 8179 No. 02501 – 130722 (https://fdokumen.com/reader/full/statistik-ketenagalistrikan-pln-2012)

PT. PLN. 2013. *Statistik PLN 2013*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero) ISSN 0852 - 8179 No. 02601 – 140722 (https://repit.files.wordpress.com/2015/04/pln-statistic-2013-english.pdf)

PT. PLN. 2014. *Statistik PLN 2014*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero) ISSN 0852 - 8179 No. 02701 – 150430 (https://web.pln.co.id/statics/uploads/2017/06/Statistik-PLN-2014_for-website-10-Juni-2015.pdf)

PT. PLN. 2015. *PLN Statistics 2015*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero) ISSN 0852 - 8179 No. 02802 – 160531 (https://web.pln.co.id/statics/uploads/2017/06/Statistik-PLN-2015-English.pdf)

PT. PLN. 2016. *Statistik PLN 2016*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero) ISSN 0852 - 8179 No. 02901 – 170531 (https://web.pln.co.id/statics/uploads/2017/05/Statistik2016.pdf)

PT. PLN. 2017. *PLN Statistics 2017*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero) ISSN 0852 - 8179 No. 03002 – 180601 (https://web.pln.co.id/statics/uploads/2018/07/PLN-Statistics-2017-English.pdf)

PT. PLN. 2018. *Statistik PLN 2018*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero) ISSN 0852 - 8179 No. 03101 – 190615 (https://web.pln.co.id/statics/uploads/2019/07/Buku-Statistik-2018-vs-Indo-Final.pdf)

PT. PLN. 2019. *Statistik PLN 2019*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero) ISSN 0852 - 8179 (https://web.pln.co.id/statics/uploads/2020/11/Statistik-Indonesia-2019.pdf)

PT. PLN. 2020. *Statistik PLN 2020*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero) ISSN 0852 - 8179 No. 0100 – 210621 (https://web.pln.co.id/statics/uploads/2021/07/Statistik-PLN-2020.pdf)

Rahmawati. 2015. *Model Trend Untuk Peramalan Jumlah Penduduk.* Journal of Technology Research in Information System and Engineering Vol. 2, No. 2, pp. 46-52

Sugianto, Abdul Mu'is. 2017. *Perencanaan Sistem Distribusi Listrik Pelaksanaan Proyek Listrik*. Program Studi Teknik Elektro-ISTN. Jurnal Sinusoida Vol. XIX No. 2, ISSN 1411 – 4593

Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta

Suharyati, Pambudi, Sadmoko Hesti, Wibowo, Jamaludin Lastiko, Pratiwi, Nurina Indah. 2019. *Outlook Energi Indonesia 2019*. Jakarta: Sekretariat Jendral Dewan Energi Nasional. ISSN: 2527 - 3000

Wildan, 2019. *Estimasi Kebutuhan Daya Listrik Di Sulawesi Selatan Sampai Tahun 2025*. Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Nani Bili Nusantara Vol. 3, No. 2, Hal 131-140 ISSN: 2549 - 3698/2549 - 3701

Y, Yufino Pra Enggar Afinda, Gatut Budiono, Niken Adriaty Basyarach. 2020. *Peramalan Jangka Panjang Beban Listrik Sektor Rumah Tangga Di Jawa Timur Menggunakan Metode Trend Proyeksi dan Regresi Linier*. Tugas Akhir. Surabaya: Universitas 17 Agustus 1945

UNESA Universitas Negeri Surabaya