

**PERAMALAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DENGAN METODE  
TIME SERIES ANALYSIS PADA SEKTOR INDUSTRI UID JAWA TIMUR**

**Mardika Wahyu Kristanto**

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: [mardika.17050874066@mhs.unesa.ac.id](mailto:mardika.17050874066@mhs.unesa.ac.id)

**Fendi Achmad, Subuh Isnur Haryudo, Unit Three Kartini**

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Emal: [fendiachmad@unesa.ac.id](mailto:fendiachmad@unesa.ac.id), [subuhisnur@unesa.ac.id](mailto:subuhisnur@unesa.ac.id), [unitthree@unesa.ac.id](mailto:unitthree@unesa.ac.id)

**Abstrak**

Kebutuhan energi listrik sangatlah penting bagi kehidupan masyarakat, dikarenakan untuk melakukan aktivitas sehari-hari membutuhkan listrik. Seiring berjalannya waktu penggunaan daya pada energi listrik cenderung mengalami kenaikan yang signifikan dan tidak dapat diukur secara pasti. Oleh karena itu, akan ada masalah dalam mengatasi permintaan daya yang tidak teratur setiap tahunnya dan bagaimana menghasilkan daya yang berkualitas tinggi dalam sistem tenaga untuk memenuhi pasokan listrik. Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan, maka pada penelitian ini akan dilakukan peramalan tentang kebutuhan energi listrik jangka panjang berdasarkan jumlah pelanggan, energi terjual dan daya tersambung di UID (Unit Induk Distribusi) Jawa Timur periode tahun 2021 hingga tahun 2025 dengan membandingkan hasil perhitungan MAPE dari metode time series dengan model *Exponential Growth Curve* dan model *Linear* berbasis software Minitab v19. Berdasarkan dari hasil data perhitungan MAPE yang didapatkan jika metode Analisis *Time Series* model tren *exponential growth curve* mempunyai nilai error peramalan lebih baik pada jumlah pelanggan dan tingkat akurasi yang baik dibandingkan dengan model tren *linear* sedangkan Jumlah Daya Tersambung dan Jumlah Energi Terjual didapatkan jika metode Analisis *Time Series* Model Tren *linear* mempunyai nilai error peramalan lebih baik dibandingkan dengan model tren *exponential growth curve* di UID Jawa Timur sektor industri. Dari hasil analisis menggunakan software Minitab v19 didapatkan bahwa jumlah pelanggan listrik di UID Jawa Timur dari tahun 2021-2025 mengalami kenaikan dengan rata-rata kenaikan pertahun sebesar 13.437,8

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

**Abstract**

Recently in recent years electrical energy is very important aspects of people's life, because our daily activities requires electricity. Over time, power requirement for in electrical energy tends to increase significantly and it is difficult to be measured accurately. Therefore, there will be problems in dealing with the irregular power demand every year and how to produce high quality power in the power system to meet the load. From the various studies that have been carried out, this study will forecast long-term electrical energy needs based on customer amount at UID (Main Distribution Unit) East Java for the period 2021 to 2025 by comparing the MAPE calculation results from the time series method with the Exponential Growth Curve model and the Linear model based on the Minitab software v19. Based on the results of the MAPE calculation data obtained, the Time Series Analysis method of the exponential growth curve trend model has a better forecasting error value on the number of customers and a good level of accuracy compared to the linear trend model. Total Connected Power and Total Energy Sold are obtaine if the Time Analysis method The linear trend series model has a better forecasting error value than the exponential growth curve trend model at UID East Java in the industrial sector. From the results of the analysis using the Minitab v19 software, it was found that the number of customers at UID East Java from 2021-2025 has increased with an average annual increase of 13,437.8

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

## PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik sangatlah penting bagi keberlangsungan hidup masyarakat, dikarenakan untuk melakukan aktivitas sehari-hari membutuhkan listrik. Energi listrik terbagi menjadi beberapa sektor yang menggunakan tenaga listrik seperti sektor rumah tangga, bisnis atau usaha, industri, dan sarana umum. Seiring berjalannya waktu penggunaan daya pada energi listrik cenderung mengalami kenaikan yang signifikan dan tidak dapat diukur secara pasti. Hal ini disebabkan karena pentingnya energi listrik untuk kelangsungan hidup manusia dalam beberapa sektor, salah satunya pada sektor industri. Ikhmaludin (2017). Inilah sebabnya mengapa listrik harus disediakan pada saat dibutuhkan, karena penyimpanan listrik tidak dapat diukur dalam skala besar. Kojic (2019). Oleh karena itu, akan ada masalah dalam mengatasi permintaan daya yang tidak teratur setiap tahunnya dan bagaimana menghasilkan daya yang berkualitas tinggi dalam sistem tenaga untuk memenuhi pasokan listrik. Tenaga listrik dapat menimbulkan kerugian dari sisi pihak penyedia dikarenakan permintaan dari pihak peminta yang tidak diukur oleh pihak penyedia. Pada unit pembangkit akan lebih besar dari penggunaan energi listrik apabila tenaga yang dihasilkan lebih besar dari konsumsi listrik. Untuk meningkatkan keamanan dan stabilitas, pemasok listrik harus dapat memprediksi jumlah permintaan energi listrik.

Dari berbagai penelitian sebelumnya tentang analisis peramalan kebutuhan energi listrik yang pertama dilakukan oleh Ryan (2018) menggunakan metode Regresi Linear untuk peramalan kebutuhan listrik PLN area Batam dengan memprediksi kebutuhan energi listrik di wilayah kota Batam tahun 2016 s/d 2021. Kemudian penelitian selanjutnya dari Ricky Ardian Pratama, Lilik, dan Anifah (2016) Peramalan Beban Listrik Jangka Panjang Provinsi D.I. Yogyakarta Menggunakan Neural Network Backpropagation. Serta 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.

Berdasarkan pertimbangan dari berbagai penelitian yang telah dilakukan, maka pada penelitian kali ini akan dilakukan peramalan tentang kebutuhan energi listrik jangka panjang berdasarkan jumlah pelanggan, energi terjual dan daya tersambung di UID (Unit Induk Distribusi) Jawa Timur pada data kebutuhan energi listrik sektor industri periode tahun 2021 hingga tahun 2025 dengan membandingkan hasil perhitungan MAPE dari metode time series dengan model *Exponential Growth Curve* dan model *Linear* berbasis software Minitab v19.

Peramalan merupakan metode untuk memprediksi kebutuhan konsumen di masa yang akan datang berdasarkan data historis dan menggunakan beberapa bentuk sistem model matematis untuk memberikan hasil prediksi. Dimian (2017). Peramalan sangat dibutuhkan oleh sebuah perusahaan seperti PT. PLN (Persero) Jawa Timur, dikarenakan pada setiap pengambilan keputusan pada saat ini akan berpengaruh di masa mendatang. Maka dari itu diperlukan usaha salah satunya dari segi industri dapat meramalkan kebutuhan energi listrik salah satunya dengan menggunakan metode *Time Series*. Metode *time series* adalah metode peramalan yang menggunakan hasil peramalan yang disusun berdasarkan hubungan antara variabel yang dicari atau diprediksi dengan variabel waktu. Pada peramalan time series terdapat empat macam pola data, yaitu horizontal, tren, musiman, dan siklis (Hanke dan Wichren, 2005: 158). Pada metode time series terdapat beberapa metode peramalan, antara lain tren linier dan tren exponential. Dalam hal ini selaras dengan acuan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL).

Peneliti akan melakukan penelitian dengan judul "Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Dengan Metode *Time Series Analysis* Pada Sektor Industri UID Jawa Timur" berdasarkan data yang dirangkum dari statistik UID Jawa Timur 2010-2020. Metode yang digunakan adalah Time Series sederhana disimulasikan dengan software Minitab v19.

**Metode *Time Series***

Metode *time series* merupakan metode peramalan yang menggunakan analisis data untuk memprediksikan atau meramalkan pada masa mendatang. Pada peramalan *time series* terdapat empat model data, yaitu model horizontal, model tren, model musiman, dan model siklis. Pada metode *time series* terdapat beberapa metode peramalan, antara lain tren *linear*, tren *quadratic*, tren *exponential*, dan tren *s-curve*.

**Model *Exponential Growth Curve***

Model *eksponensial growth curve* merupakan suatu bentuk yang mempunyai data dimana perubahan datanya semakin lama semakin bertambah secara eksponensial. Model *Exponential Growth Curve* memiliki persamaan sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 e^{\beta_1 T} \tag{1}$$

Keterangan :

e = eksponensial (2,71828)

$\beta_0$  = konstanta yang menunjukkan nilai data pada tahun awal

$\beta_1$  = besarnya perubahan data dari satu periode ke periode lainnya

T = tahun

Sumber : (Mart Ibrahim, 2018)

Model *exponential growth curve* mempunyai peningkatan yang berupa presentase tetap terhadap keseluruhan pada suatu waktu tertentu sehingga model ini cocok digunakan untuk suatu peramalan dalam jangka panjang.

**Model Tren *Linear***

Model tren *Linear* sendiri merupakan suatu bentuk data dimana perubahan datanya berdasarkan waktu adalah konstan. Model Tren *Linear* memiliki persamaan sebagai berikut:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 T \tag{2}$$

Keterangan :

$Y_t$  = nilai data pada tahun t

Model tren *Linier* ini sangat mudah dioperasikan jika menggunakan alat bantu seperti komputer dan juga dapat menggunakan banyak variabel sehingga dapat memperoleh hasil data yang akurat dan optimal.

**MAPE**

MAPE (*Mean Absolut Precentage 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.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |(\frac{A_t + F_t}{A_t}) - 1|}{n} \times 100 \tag{3}$$

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. Biasanya 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.

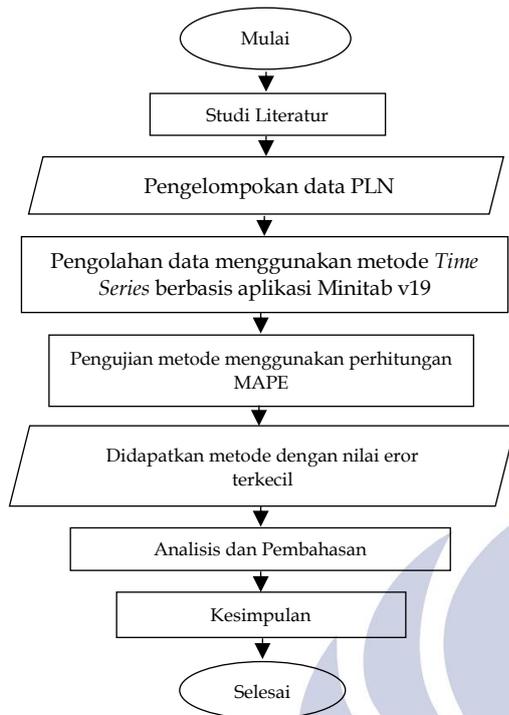
**Tabel 1.** Standar Nilai Perhitungan MAPE

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 menggunakan jumlah penduduk Provinsi Jawa Timur periode tahun 2010-2020 dan menggunakan jumlah pelanggan, daya tersambung, energi terjual di UID Jawa Timur periode tahun 2010-2020, dan Minitab v19 yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini. 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 Dengan Metode *Analysis Time Series* Pada Sektor Industri UID Jawa Timur 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 industri di UID Jawa Timur tahun 2010-2020. Pada tahap ini penulis mengubah data-data yang didapatkan dari BPS dan PT. PLN (Persero) menggunakan metode *Time Series* 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 *Time Series* dengan model *Exponential Growth Curve* dan model *Tren Linear* untuk menentukan metode

dengan nilai error terkecil melalui perhitungan MAPE (*Mean Absolute 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

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 akan digunakan pada penelitian ini.

Tabel 2. Data Rekapitulasi Jumlah Pelanggan, Daya Tersambung, dan Energi Terjual Sektor Industri di Provinsi Jawa Timur

Tahun	Jumlah Pelanggan	Daya Tersambung (MVA)	Energi Terjual (GWh)
2010	11,333	3,318.73	9,838.65
2011	11,658	3,716.45	10,609.40
2012	12,287	4,264.20	12,295.75
2013	12,926	4,419.37	12,737.55
2014	13,625	5,053.34	13,227.12
2015	16,272	5,351.71	13,080.88
2016	19,896	5,639.88	13,838.62
2017	23,726	5,782.92	14,695.72
2018	31,593	6,073.68	15,494.65
2019	45,766	6,424.56	15,695.49
2020	68,022	6,674.78	15,081.36

Sumber : (Ikha Nurjannah, 2016)

### Perhitungan Model Tren *Exponential Growth Curve*

Perhitungan model tren *exponential growth curve* menggunakan jumlah pelanggan, jumlah daya tersambung dan jumlah energi terjual dan periode dalam tahun sebagai bahan untuk penelitian ini.

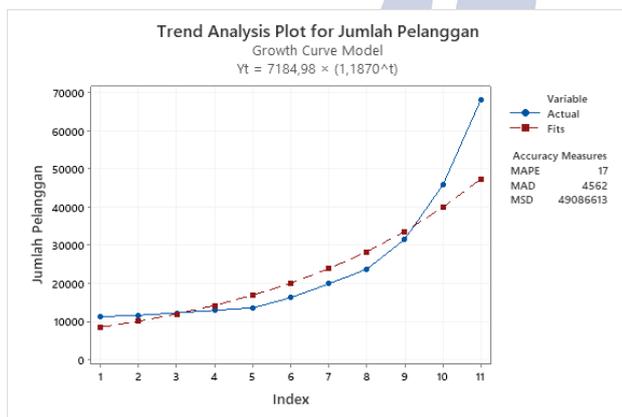
### Perhitungan Model Tren *Exponential Growth Curve* Jumlah Pelanggan

Berdasarkan data jumlah pelanggan pada Tabel 2 dapat dihitung nilai prediksi dan juga perasamaan fungsi jumlah pelanggan pada tahun 2010-2020 menggunakan *software* Minitab v19. Tabel 3 berikut adalah hasil nilai prediksi jumlah pelanggan

menggunakan metode *time series* model tren *exponential growth curve* pada *software* Minitab v19.

**Tabel 3.** Prediksi Jumlah Pelanggan Model Tren *Exponential Growth Curve* Tahun 2010-2020 pada Minitab v19

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	11,333	8528.6	2804.4
2011	11,658	10123.4	1534.6
2012	12,287	12016.5	270.5
2013	12,926	14263.6	-1337.6
2014	13,625	16930.9	-3305.9
2015	16,272	20096.9	-3824.9
2016	19,896	23855.1	-3959.1
2017	23,726	28316.0	-4590.0
2018	31,593	33611.1	-2018.1
2019	45,766	39896.3	5869.7
2020	68,022	47357.0	20665.0



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

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai variabelnya terus bertambah pada tahun ke lima sampa dengan tahun ke sebelas secara *exponential*. Hasil konversi data aktual jumlah pelanggan ke dalam model tren *exponential growth curve* diperoleh persamaan :

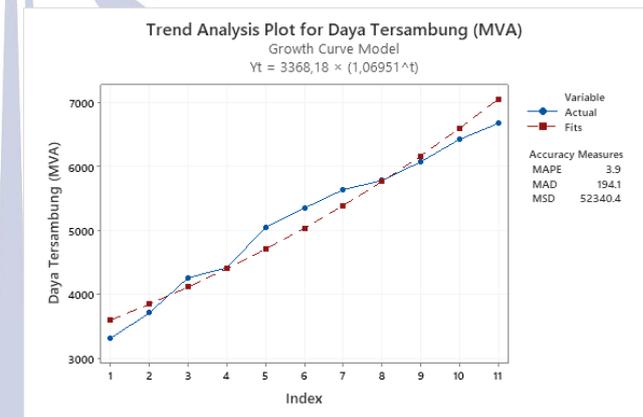
$$Y_t = 7184,98 \times (1,1870^t) \quad (4)$$

**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 pada Minitab v19

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	3,318.73	3602.29	-283.565
2011	3,716.45	3852.69	-136.237
2012	4,264.20	4120.48	143.716
2013	4,419.37	4406.90	12.475
2014	5,053.34	4713.21	340.126
2015	5,351.71	5040.83	310.884
2016	5,639.88	5391.21	248.671
2017	5,782.92	5765.95	16.973
2018	6,073.68	6166.73	-93.053
2019	6,424.56	6595.38	-170.817
2020	6,674.78	7053.82	-379.036



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

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai variabelnya mengalami kenaikan pada tahun pertama hingga ke tiga, setelah itu penurunan pada tahun ke empat dan delapan. Hasil konversi data aktual jumlah daya tersambung ke dalam model tren *exponential growth curve* diperoleh persamaan :

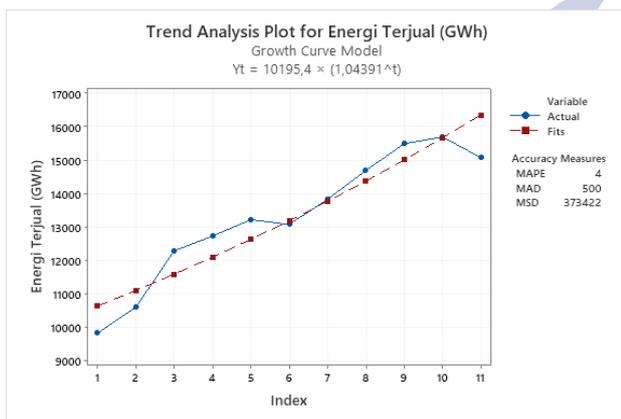
$$Y_t = 3368,18 \times (1,06951^t) \quad (5)$$

**Perhitungan Model 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 *exponential growth curve* pada *software* Minitab v19.

**Tabel 5.** Prediksi Jumlah Energi Terjual Model Tren *Exponential Growth Curve* Tahun 2010-2020 pada Minitab v19

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	9,838.65	10643.1	-804.48
2011	10,609.40	11110.5	-501.07
2012	12,295.75	11598.3	697.40
2013	12,737.55	12107.6	629.91
2014	13,227.12	12639.3	587.82
2015	13,080.88	13194.3	-113.42
2016	13,838.62	13773.7	64.94
2017	14,695.72	14378.5	317.23
2018	15,494.65	15009.9	484.79
2019	15,695.49	15669.0	26.53
2020	15,081.36	16357.0	-1275.64



**Gambar 4.** Grafik Prediksi Jumlah Energi Terjual Model Tren *Exponential Growth Curve* Tahun 2010-2020 pada Minitab v19

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai variabelnya mengalami kenaikan dan penurunan pada tahun ke lima dan ke sepuluh. Hasil konversi data aktual jumlah daya tersambung ke dalam model tren *exponential growth curve* diperoleh persamaan :

$$Y_t = 10195,4 \times (1,04391^t) \tag{6}$$

**Perhitungan Model Linear**

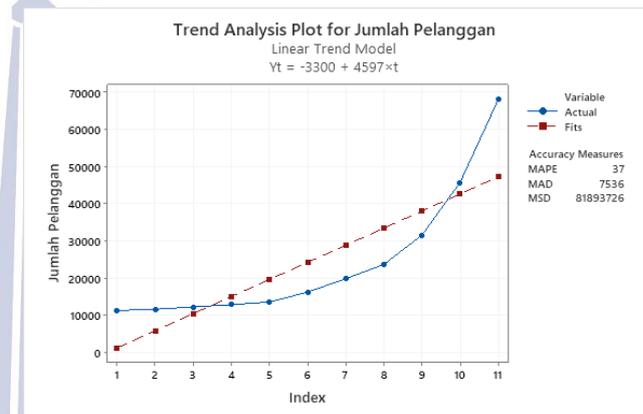
Dalam perhitungan pada metode *linear* dengan menggunakan *software* Minitab v19 untuk melakukan pengujian data berdasarkan waktu.

**Perhitungan Linear Jumlah Pelanggan**

Dalam perhitungan jumlah pelanggan menggunakan metode *linear*, jumlah pelanggan merupakan variabel terikat Y dan variabel bebas X adalah tren berdasarkan waktu. 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 pada Minitab v19

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	11,333	1297.4	10035.6
2011	11,658	5894.3	5763.7
2012	12,287	10491.3	1795.7
2013	12,926	15088.3	-2162.3
2014	13,625	19685.2	-6060.2
2015	16,272	24282.2	-8010.2
2016	19,896	28879.1	-8983.1
2017	23,726	33476.1	-9750.1
2018	31,593	38073.1	-6480.1
2019	45,766	42670.0	3096.0
2020	68,022	47267.0	20755.0



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

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai variabelnya terus mengalami kestabilan hingga tahun ke lima dan bertambah pada tahun ke enam hingga ke sebelas secara *Linear*. Hasil konversi data aktual jumlah pelanggan ke dalam model tren *linear* diperoleh persamaan :

$$Y_t = -3300 + 4597 \times t \tag{7}$$

**Perhitungan Linear Jumlah Daya Tersambung (MVA)**

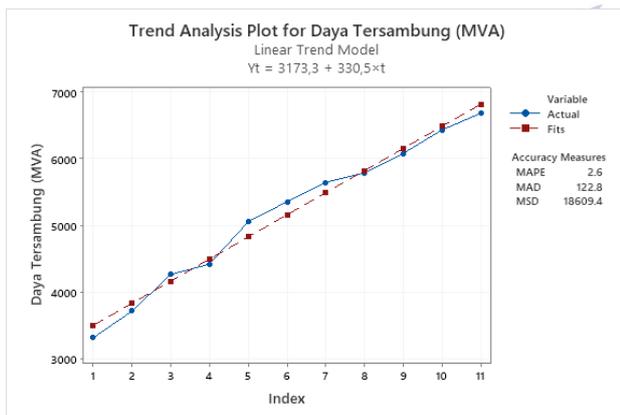
Dalam perhitungan data jumlah daya tersambung pada Tabel 4 dapat dihitung nilai prediksi dan juga koefisien jumlah daya tersambung pada tahun 2010-2020 dengan menggunakan *software* Minitab v19. Tabel 7 berikut adalah hasil nilai prediksi jumlah daya tersambung menggunakan metode *time series* model tren *linear* pada *software* Minitab v19.

**Tabel 7.** Prediksi Daya Tersambung Model Tren *Linear* Tahun 2010-2020 pada Minitab v19

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	3,318.73	3503.84	-185.110
2011	3,716.45	3834.34	-117.887
2012	4,264.20	4164.84	99.365
2013	4,419.37	4495.33	-75.963
2014	5,053.34	4825.83	227.509
2015	5,351.71	5156.33	195.381
2016	5,639.88	5486.83	153.053
2017	5,782.92	5817.32	-34.405
2018	6,073.68	6147.82	-74.143
2019	6,424.56	6478.32	-53.761
2020	6,674.78	6808.82	-134.039

**Tabel 8.** Prediksi Energi Terjual Model Tren *Linear* Tahun 2010-2020 pada Minitab v19

Tahun	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Selisih
2010	9,838.65	10568.5	-729.89
2011	10,609.40	11120.2	-510.80
2012	12,295.75	11671.9	623.89
2013	12,737.55	12223.5	514.03
2014	13,227.12	12775.2	451.94
2015	13,080.88	13326.8	-245.96
2016	13,838.62	13878.5	-39.87
2017	14,695.72	14430.2	265.57
2018	15,494.65	14981.8	512.84
2019	15,695.49	15533.5	162.02
2020	15,081.36	16085.1	-1003.77



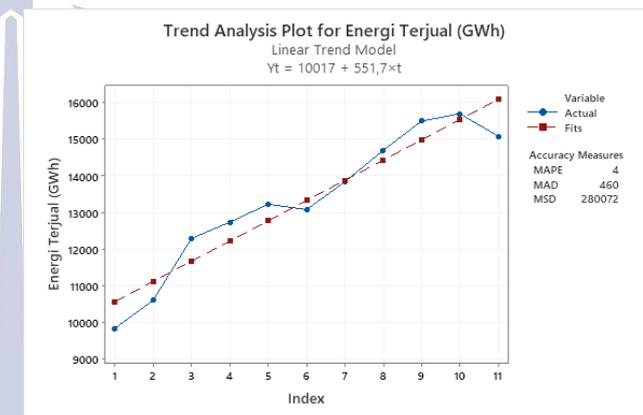
**Gambar 6.** Grafik Prediksi Daya Tersambung Model Tren *Linear* Tahun 2010-2020 pada Minitab v19

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai variabelnya akan terus bertambah hingga tahun ke tiga dan tahun ke lima, terjadi penurunan pada tahun ke tiga dan ke delapan. Hasil konversi data aktual jumlah daya tersambung ke dalam model tren *linear* diperoleh persamaan :

$$Y_t = 3173,3 + 330,5 \times t \quad (8)$$

**Perhitungan Model 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 *linear* pada *software* Minitab v19.



**Gambar 7.** Grafik Prediksi Energi Terjual Model Tren *Linear* Tahun 2010-2020 pada Minitab v19

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai variabelnya akan terus bertambah pada tahun pertama dan mengalami penurunan pada tahun ke enam dan mengalami kenaikan lagi hingga pada tahun ke sepuluh secara *Linear*. Hasil konversi data aktual jumlah daya tersambung ke dalam model tren *linear* diperoleh persamaan :

$$Y_t = 10017 + 551,7 \times t \quad (9)$$

**Akurasi Peramalan**

Menentukan akurasi peramalan besaran error pada parameter jumlah pelanggan, daya tersambung, energi terjual di UID Jawa Timur antara metode tren *time series* berdasarkan perhitungan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Berikut merupakan hasil perhitungan MAPE untuk menentukan persentase besar kesalahan metode *Time Series* dmenggunakan model *Tren Linear* dan model *Exponential Growth Curve* pada parameter jumlah pelanggan, daya tersambung, dan energi terjual. Andre Cosirof ( 2018)

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

Berikut adalah tabel hasil perhitungan MAPE menggunakan software Microsoft Excel untuk mengetahui besar error pada model tren exponential growth curve untuk perbandingan jumlah pelanggan di UID 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	Error (%)
2010	11,333	8528.569845	24.75
2011	11,658	10123.41328	13.16
2012	12,287	12016.4926	2.20
2013	12,926	14263.57794	10.35
2014	13,625	16930.86847	24.26
2015	16,272	20096.94261	23.51
2016	19,896	23855.07293	19.90
2017	23,726	28315.97401	19.35
2018	31,593	33611.06404	6.39
2019	45,766	39896.33646	12.83
2020	68,022	47356.95545	30.38
<b>MAPE</b>			<b>17.01</b>

**Hasil Perhitungan MAPE Jumlah Pelanggan Metode Time Series model Linear**

Berikut adalah tabel hasil perhitungan MAPE menggunakan software Microsoft Excel untuk mengetahui besar error pada model tren Linear untuk perbandingan jumlah pelanggan di UID Jawa Timur periode tahun 2010-2020.

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

Tahun	Nilai Aktual Jumlah Pelanggan	Nilai Prediksi Jumlah Pelanggan	Error (%)
2010	11,333	1297.363636	88.55
2011	11,658	5894.327273	49.44
2012	12,287	10491.29091	14.61
2013	12,926	15088.25455	16.73
2014	13,625	19685.21818	44.48
2015	16,272	24282.18182	49.23
2016	19,896	28879.14545	45.15
2017	23,726	33476.10909	41.09
2018	31,593	38073.07273	20.51
2019	45,766	42670.03636	6.76
2020	68,022	47267	30.51
<b>MAPE</b>			<b>37.01</b>

Pada Tabel 9 dapat dilihat bahwa nilai MAPE yang dihasilkan oleh metode time series model tren exponential growth curve sebesar 17,01% sedangkan

pada Tabel 10 nilai MAPE yang dihasilkan oleh model tren linear sebesar 37,01%. Sehingga yang cocok untuk dilakukan sebuah perhitungan peramalan jumlah pelanggan adalah metode time series model exponential growth curve karena mempunyai nilai MAPE terkecil yaitu 17,01%.

**Hasil Perhitungan MAPE Jumlah Daya Tersambung Metode Time Series model Exponential Growth Curve**

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

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

Tahun	Nilai Aktual Jumlah Daya Tersambung	Nilai Prediksi Jumlah Daya Tersambung	Error (%)
2010	3,318.73	3602.294793	8.54
2011	3,716.45	3852.687087	3.67
2012	4,264.20	4120.483926	3.37
2013	4,419.37	4406.895083	0.28
2014	5,053.34	4713.214425	6.73
2015	5,351.71	5040.82575	5.81
2016	5,639.88	5391.209045	4.41
2017	5,782.92	5765.947171	0.29
2018	6,073.68	6166.733009	1.53
2019	6,424.56	6595.377113	2.66
2020	6,674.78	7053.815886	5.68
<b>MAPE</b>			<b>3.91</b>

**Hasil Perhitungan MAPE Jumlah Daya Tersambung Metode Time Series model Linear**

Berikut adalah tabel hasil perhitungan MAPE menggunakan software Microsoft Excel untuk mengetahui besar error pada model tren Linear untuk perbandingan jumlah daya tersambung di UID Jawa Timur periode tahun 2010-2020.

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

Tahun	Nilai Aktual Jumlah Daya Tersambung	Nilai Prediksi Jumlah Daya Tersambung	Error (%)
2010	3,318.73	3503.839545	5.58
2011	3,716.45	3834.337455	3.17
2012	4,264.20	4164.835364	2.33
2013	4,419.37	4495.333273	1.72
2014	5,053.34	4825.831182	4.50
2015	5,351.71	5156.329091	3.65

2016	5,639.88	5486.827	2.71
2017	5,782.92	5817.324909	0.59
2018	6,073.68	6147.822818	1.22
2019	6,424.56	6478.320727	0.84
2020	6,674.78	6808.818636	2.01
<b>MAPE</b>			2.58

Pada Tabel 11 dapat dilihat bahwa nilai MAPE yang dihasilkan oleh metode *time series* model tren *exponential growth curve* sebesar 3,91% sedangkan pada Tabel 12 nilai MAPE yang dihasilkan oleh model tren *linear* sebesar 2,58%. Sehingga yang cocok untuk dilakukan sebuah perhitungan peramalan jumlah pelanggan adalah metode *time series* model tren *linear* karena mempunyai nilai MAPE terkecil yaitu sebesar 2,58%.

#### Hasil Perhitungan MAPE Jumlah Energi Terjual Metode *Time Series* model *Exponential Growth Curve*

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

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

Tahun	Nilai Aktual Jumlah Energi Terjual	Nilai Prediksi Jumlah Energi Terjual	Error (%)
2010	9,838.65	10643.12523	8.18
2011	10,609.40	11110.47474	4.72
2012	12,295.75	11598.34601	5.67
2013	12,737.55	12107.64015	4.95
2014	13,227.12	12639.29787	4.44
2015	13,080.88	13194.30118	0.87
2016	13,838.62	13773.67519	0.47
2017	14,695.72	14378.49006	2.16
2018	15,494.65	15009.86291	3.13
2019	15,695.49	15668.95993	0.17
2020	15,081.36	16356.99851	8.46
<b>MAPE</b>			3.93

#### Hasil Perhitungan MAPE Jumlah Energi Terjual Metode *Time Series* model *Linear*

Berikut adalah tabel hasil perhitungan MAPE menggunakan *software Microsoft Excel* untuk mengetahui besar *error* pada model tren *Linear* untuk perbandingan jumlah energi terjual di UID Jawa Timur periode tahun 2010-2020.

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

Tahun	Nilai Aktual Jumlah Energi Terjual	Nilai Prediksi Jumlah Energi Terjual	Error (%)
2010	9,838.65	10568.54227	7.42
2011	10,609.40	11120.20091	4.81
2012	12,295.75	11671.85955	5.07
2013	12,737.55	12223.51818	4.04
2014	13,227.12	12775.17682	3.42
2015	13,080.88	13326.83545	1.88
2016	13,838.62	13878.49409	0.29
2017	14,695.72	14430.15273	1.81
2018	15,494.65	14981.81136	3.31
2019	15,695.49	15533.47	1.03
2020	15,081.36	16085.12864	6.66
<b>MAPE</b>			3.61

Pada Tabel 13 dapat dilihat bahwa nilai MAPE yang dihasilkan oleh metode *time series* model tren *exponential growth curve* sebesar 3,93% sedangkan pada Tabel 14 nilai MAPE yang dihasilkan oleh model tren *linear* sebesar 3,61%. Sehingga yang cocok untuk dilakukan sebuah perhitungan peramalan jumlah pelanggan adalah metode *time series* model tren *linear* karena mempunyai nilai MAPE terkecil yaitu sebesar 3,61%.

#### Hasil Peramalan

Berdasarkan dari hasil data perhitungan MAPE yang didapatkan jika metode Analisis *Time Series* model tren *exponential growth curve* mempunyai nilai error peramalan lebih baik pada jumlah pelanggan dan tingkat akurasi yang baik dibandingkan dengan model tren *linear* sedangkan Jumlah Daya Tersambung dan Jumlah Energi Terjual didapatkan jika metode Analisis *Time Series* Model Tren *linear* mempunyai nilai error peramalan lebih baik dibandingkan dengan model tren *exponential growth curve* di UID Jawa Timur sektor industri.

#### Hasil Peramalan Jumlah Pelanggan

Selanjutnya adalah tabel dari hasil peramalan jumlah pelanggan di UID Jawa Timur tahun 2021-2025 menggunakan metode *time series* model tren *exponential growth curve*.

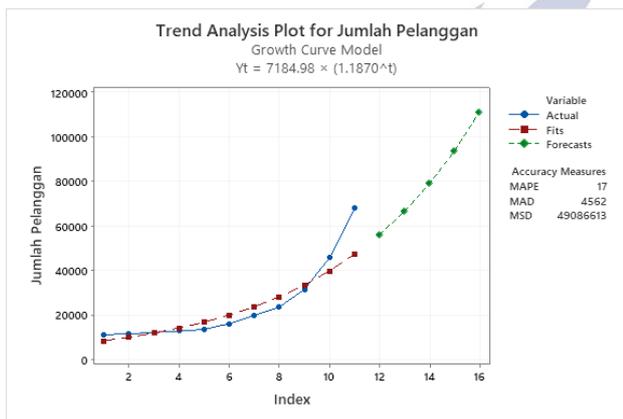
**Tabel 15.** Hasil Peramalan Jumlah Pelanggan Tahun 2021-2025

Tahun	Periode	Jumlah Pelanggan	Perkembangan
2021	12	56213	11.809
2022	13	66724	10.511

Lanjutan Tabel 15

Tahun	Periode	Jumlah Pelanggan	Perkembangan
2023	14	79202	12.478
2024	15	94013	14.811
2025	16	111593	17.580

Dari tabel diatas perhitungan peramalan jumlah pelanggan diketahui bahwa akan terjadi peningkatan jumlah pelanggan setiap tahunnya di UID Jawa Timur dimana peningkatan yang terjadi cenderung bertambah hingga 2025. Pada tahun 2021-2025 mempunyai rata-rata terjadi perkembangan jumlah pelanggan sebesar 13.437,8.



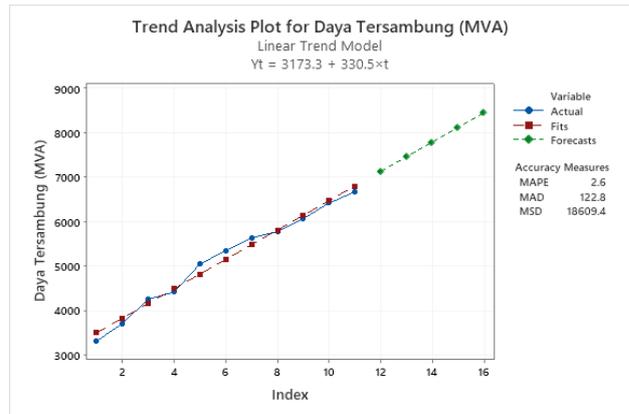
Gambar 8. Grafik Peramalan Jumlah Pelanggan Pada Tahun 2021-2025

**Hasil Peramalan Jumlah Daya Tersambung (MVA)**  
Berikut ini tabel hasil peramalan jumlah daya tersambung di di UID Jawa Timur tahun 2021-2025 menggunakan metode *Time Series* model *Linear*.

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

Tahun	Periode	Jumlah Daya Tersambung	Perkembangan
2021	12	7139.3	464,52
2022	13	7469.8	330,50
2023	14	7800.3	330,50
2024	15	8130.8	330,50
2025	16	8461.3	330,50

Dari tabel diatas perhitungan peramalan jumlah daya tersambung diketahui bahwa akan terjadi peningkatan jumlah daya tersambung 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 357,304.



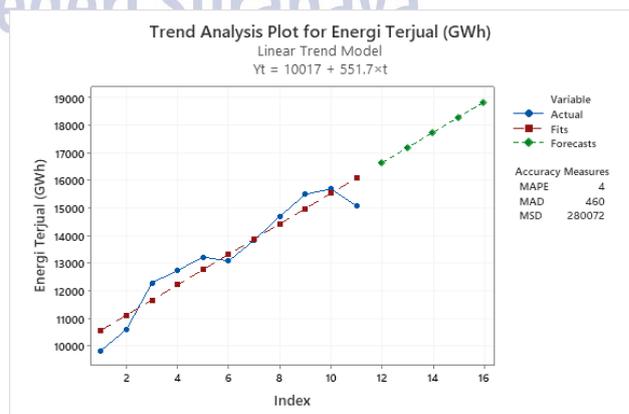
Gambar 9. Grafik Peramalan Jumlah Daya Tersambung Pada Tahun 2021-2025

**Hasil Peramalan Jumlah Energi Terjual (GWh)**  
Berikut ini tabel hasil peramalan jumlah energi terjual di UID Jawa Timur tahun 2021-2025 menggunakan metode *Time Series* model *Linear*.

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

Tahun	Periode	Jumlah Energi Terjual	Perkembangan
2021	12	16636.8	1555,44
2022	13	17188.4	551,60
2023	14	17740.1	551,70
2024	15	18291.8	551,70
2025	16	18843.4	551,60

Dari tabel diatas perhitungan peramalan jumlah energi terjual diketahui bahwa akan terjadi peningkatan jumlah energi terjual setiap tahunnya di UID Jawa Timur dimana peningkatan yang terjadi cenderung bertambah hingga 2025. Pada tahun 2021-2025 mempunyai rata-rata terjadi perkembangan jumlah energi terjual sebesar 752,428.



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

## PENUTUP

### Simpulan

Dari hasil perhitungan error menggunakan MAPE metode peramalan yang paling tepat untuk melakukan peramalan dengan metode *time series* dengan model tren *exponential growth curve* untuk jumlah pelanggan, sedangkan daya tersambung dan energi terjual menggunakan model *Linear*. Dari hasil analisis menggunakan software Minitab v19 didapatkan bahwa jumlah pelanggan listrik di UID Jawa Timur dari tahun 2021-2025 mengalami kenaikan dengan rata-rata kenaikan pertahun sebesar 13.437,8. Untuk daya tersambung juga mengalami kenaikan dengan rata-rata kenaikan pertahun sebesar 357,304 MVA dan energi terjual mengalami kenaikan dengan rata-rata kenaikan pertahun sebesar 752,428 GWh. 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 industri sebesar 22.268,6 GWh dengan presentase 47,29%. Sedangkan dari hasil penelitian rata-rata jumlah energi listrik di UID Jawa Timur pada tahun 2021-2025 sebesar 17.740,1 GWh, artinya terjadi jumlah produksi energi listrik dengan energi listrik yang terjual mencukupi sebesar 4.528,5 Gwh dari total produksi energi listrik pada tahun 2021-2025 di UID Jawa Timur.

### Saran

Pada penelitian kali ini penulis hanya terpusat dalam kebutuhan energi listrik sektor industri untuk wilayah UID Jawa Timur menggunakan metode *Time Series*. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat mengimplementasikan metode lain, menggunakan lebih banyak variabel bebas dan volume data untuk memaksimalkan hasil perhitungan prediksi. Dalam penelitian ini digunakan satu variabel bebas untuk perhitungan satu variabel terikat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardian, Ricky Pratama, Lilik, dan Anifah. 2016. Peramalan Beban Listrik Jangka Panjang Provinsi D.I. Yogyakarta Menggunakan Neural Network Backpropagation. *Jurnal Teknik Elektro* Vol. 05, No. 03, hal.0-47ik
- Azalia, Irmanita. 2016. *Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Bulanan di Gresik, Jawa Timur*

*Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Avarage, 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.

Dimian, G. C., Begu, L. S., Jablonsky, J. (2017). *Unemployment and labour market mismatch in the European Union Countries*. Vol. 35, No. 1.

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)*. 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.

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