

## PERAMALAN PEMAKAIAN LISTRIK PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) MENGGUNAKAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING DI KOTA LANGSA

Shahnaz Tanzilla Ndiva<sup>1</sup>, Amelia<sup>2\*</sup>, Fairus<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Matematika, Fakultas Teknik, Universitas Samudra

Email korespondensi\*: [amelia@unsam.ac.id](mailto:amelia@unsam.ac.id)

### Abstrak

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting. Namun pada waktu yang sama timbul masalah dalam upaya penyediaannya. Peningkatan pemakaian listrik di kota Langsa selama periode 2019-2023 mengalami peningkatan dan penurunan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui hasil peramalan pemakaian listrik penerangan jalan umum menggunakan metode Exponential Smoothing di Kota Langsa. Data yang digunakan adalah data tahunan dengan jenis data adalah data sekunder yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) UP3 Langsa. Adapun jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode Exponential Smoothing. Berdasarkan penelitian diketahui bahwa data tidak stasioner, memiliki unsur trend, dan tidak dipengaruhi musiman. Sehingga metode peramalan yang tepat digunakan adalah Double Exponential Smoothing, dengan menggunakan dua parameter yaitu  $\alpha = 0,3$  dan  $\gamma = 0,1$ . Pada pengujian peramalan diperoleh hasil peramalan mengalami peningkatan 5% - 10% secara terus-menerus di setiap bulannya.

**Kata kunci:** Pemakaian Energi Listrik; Exponential Smoothing; Peramalan

### Sejarah artikel

Diterima: 20-04-2024

Direvisi: 23-05-2024

Dipublikasikan: 30-05-2024

### A. Pendahuluan

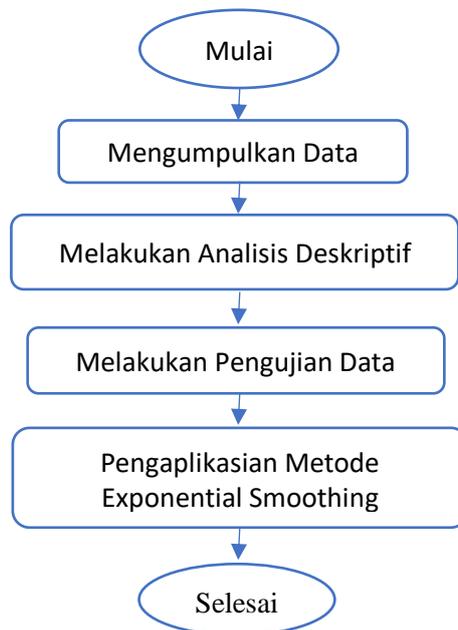
Kota Langsa merupakan salah satu kota dengan pemakaian listrik terbesar, karena kota langsa termasuk unit pelayanan pelanggan pertama pada PT. PLN UP3 Langsa. Sehingga untuk mendukung PT. PLN (Persero) UP3 Langsa agar lebih optimal menyediakan produksi listrik di Kota Langsa perlu penelitian lebih jauh untuk melihat peramalan pemakaian listrik di Kota Langsa di tahun 2024. Energi listrik merupakan sumber energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia (Liman J, Djohan N, dkk. 2020). Dalam waktu yang akan datang kebutuhan listrik akan terus meningkat seiring dengan adanya peningkatan dan perkembangan (Azhar M, dan Satriawan DA. 2018). Peningkatan pemakaian energi listrik dapat dijadikan sebagai indikator meningkatnya kemakmuran suatu masyarakat. Namun pada waktu yang sama timbul masalah dalam upaya penyediaannya (Elsa FA. 2023). Penerangan Jalan Umum (PJU) adalah infrastruktur lampu untuk menerangi jalan di malam hari. Dengan adanya PJU ini, para masyarakat merasa terbantu untuk dapat melihat lebih jelas jalan atau medan yang akan dilalui pada malam hari. Keselamatan berlalu lintas dapat ditingkatkan dan pengguna jalan akan lebih aman dari kegiatan/aksi kriminal (Suruza FEP, Humena S, dan Latif M. 2023). Pemakaian listrik penggunaan



jalan umum di Kota Langsa perlu melakukan peramalan dengan menggunakan metode *Exponential Smoothing*. Metode *Exponential Smoothing* merupakan suatu tipe teknik *forecasting* rata-rata bergerak yang melakukan penimbangan terhadap data masa lalu. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui hasil peramalan pemakaian listrik penerangan jalan umum menggunakan metode *Exponential Smoothing* di Kota Langsa.

## B. Metode Penelitian

Untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini, dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Exponential Smoothing*, berikut pemecahan masalahnya:



**Gambar 1.** Diagram Alir *Exponential Smoothing*

Adapun Langkah-langkah atau analisis yang digunakan yaitu:

1. Mengumpulkan data jumlah pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa dari bulan Januari 2019 sampai dengan bulan Desember 2023.
2. Melakukan analisis deskriptif untuk melihat gambaran awal data pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa dari bulan Januari 2019 sampai dengan Desember 2023.
3. Melakukan pengujian data
  - a. Uji Kecukupan Data, Hal ini dilakukan untuk melihat apakah sampel yang digunakan diterima atau tidak. Pengujian sampel dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$N' = \left[ \frac{40 \sqrt{\sum_{t=1}^N Y_{t^2} - (Y_t)^2}}{\sum_{t=1}^N Y_t} \right]^2 \quad (2.1)$$

Dengan

- $N'$  : Ukuran sampel  
 $N$  : Ukuran sampel percobaan  
 $Y_t$  : Data aktual pada periode ke- $t$



$t : 1,2,3, \dots N$

Jika  $N' < N$ , maka data dianggap cukup, dan jika  $N' > N$  data dianggap tidak cukup (kurang) dan perlu dilakukan penambahan data.

- b. Plot Data *Time Series*, Hal ini dilakukan untuk melihat data dalam suatu titik dan melihat apakah data stasioner atau tidak. Dikatakan stasioner apabila nilai lambda bernilai 1.
  - c. Uji Musiman, Hal ini dilakukan untuk mengetahui suatu data merupakan musiman atau bukan. Dikatakan data musiman apabila data stasioner terhadap *mean* dan *varian*.
  - d. Uji Tren, Hal ini dilakukan untuk melihat apakah data memiliki unsur tren atau tidak.
4. Pengaplikasian Metode *Exponential Smoothing*, Berdasarkan Plot dan pengujian data pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa menunjukkan adanya tren, maka metode *Exponential Smoothing* yang paling tepat digunakan adalah metode *Double Exponential Smoothing*.
- a. Menentukan Nilai Konstanta  $\alpha$  dan  $\beta$ , Hal ini dilakukan untuk memperoleh nilai konstanta pemulusan terbaik.
  - b. Peramalan dengan Metode *Double Exponential Smoothing*, Hal ini digunakan untuk melihat hasil peramalan dimasa yang akan datang, dan untuk melihat hasil perbandingan peramalan dan data aktual.

**C. Hasil Dan Pembahasan**

Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) UP3 Kota Langsa. Pada penelitian ini data yang dibutuhkan adalah data pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa dalam bulan pada tahun 2019-2023. Peramalan dilakukan untuk melihat perkiraan pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa pada bulan Januari sampai bulan Desember tahun 2024.

**1. Analisis Deskriptif**

Tabel dibawah ini merupakan tabel analisis deskriptif jumlah pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa dalam bulan pada tahun 2019-2023 dengan menggunakan bantuan *software SPSS 25*.

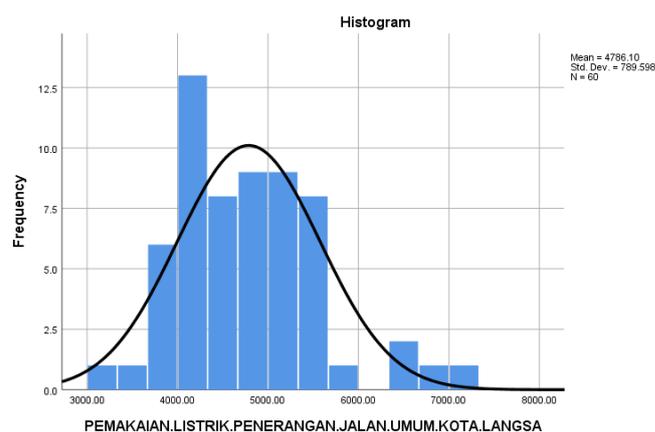
**Tabel 1.** Analisis Deskriptif

Statistics		
Jumlah Pemakaian Listrik Penerangan Jalan Umum di Kota Langsa		
N	Valid	60
	Missing	0
Mean		4786.100
Median		4717.500
Std. Deviation		789.598
Variance		623465.142
Skewness		0.856

Statistics	
Jumlah Pemakaian Listrik Penerangan Jalan Umum di Kota Langsa	
Kurtosis	0.998
Range	3939
Minimum	3300
Maximum	7239
Sum	287166

Berdasarkan tabel 1 diatas dapat dilihat analisis deskriptif yang menunjukkan jumlah sampel (N) yang *valid* ada 60 dan tidak ada data yang hilang (*missing*). Nilai *Mean* menunjukkan rata-rata pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa sebesar 4786.100 kwh dalam bulan. Median menunjukkan nilai tengah pada data pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa yang telah diurutkan nilainya yaitu 4717.500 kwh. Standar deviasi menunjukkan bahwa titik data jauh dari rata-rata dengan nilai 789.598 kwh dan variansi menunjukkan bahwa titik data terbesar disekitar rata-rata yaitu 623465.142 kwh. Nilai *Skewness* bernilai positif artinya data banyak bertumpuk pada nilai yang kecil atau kurang dari nilai rata-ratanya. Nilai kurtosis bernilai positif sehingga data memiliki puncak yang runcing. *Range* menunjukkan selisih antara nilai maksimum dan minimum dari data pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa bernilai sebesar 3939 kwh. Nilai minimum menyatakan pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa terendah yaitu 3300 kwh dan nilai maksimum menyatakan pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa tertinggi yaitu 7239 kwh dengan nilai *sum* (Jumlah Keseluruhan) dari data pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa yaitu 287166 kwh.

Untuk melihat sebaran data jumlah pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa, dapat dilihat pada histogram berikut:



**Gambar 2.** Histogram Pemakaian Listrik Penerangan Jalan Umum Di Kota Langsa



Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa grafik membentuk seperti gunung dan sedikit miring ke kiri, yang artinya lebih banyak nilai jumlah pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa dibawah nilai median.

## 2. Pengujian Data

### A. Uji Kecukupan Sampel

Sebelum melakukan analisis data, sebaiknya terlebih dahulu dilakukan pengujian kecukupan sampel

**Tabel 2.** Uji Kecukupan Jumlah Pemakaian Listrik Penerangan Jalan Umum di Kota Langsa

Periode (N)	Yt	Yt <sup>2</sup>	Periode (N)	Yt	Yt <sup>2</sup>
1	5389	29041321	31	7239	52403121
2	5170	26728900	32	5253	27594009
3	5015	25150225	33	4734	22410756
4	5518	30448324	34	4475	20025625
5	5225	27300625	35	4510	20340100
6	4602	21178404	36	4342	18852964
7	5321	28313041	37	4007	16056049
8	4998	24980004	38	4133	17081689
9	4253	18088009	39	4308	18558864
10	4591	21077281	40	4272	18249984
11	4706	22146436	41	4193	17581249
12	4861	23629321	42	3947	15578809
13	4955	24552025	43	4033	16265089
14	4397	19333609	44	3967	15737089
15	4921	24216241	45	3808	14500864
16	5556	30869136	46	6346	40271716
17	5381	28955161	47	3300	10890000
18	3870	14976900	48	3868	14961424
19	5636	31764496	49	3851	14830201
20	5004	25040016	50	3555	12638025
21	5133	26347689	51	4022	16176484
22	5366	28793956	52	4300	18490000
23	5526	30536676	53	4129	17048641
24	4729	22363441	54	4227	17867529
25	5498	30228004	55	4217	17783089
26	5112	26132544	56	4466	19945156
27	5779	33396841	57	6790	46104100
28	5260	27667600	58	4335	18792225
29	4973	24730729	59	6611	43705321
30	4978	24780484	60	4205	17682025
<b>Jumlah</b>	<b>151723</b>	<b>772767439</b>	<b>Jumlah</b>	<b>135443</b>	<b>638422197</b>

Berdasarkan tabel 2 diatas hasil dari perhitungan diperoleh:

$$N = 60$$

$$\sum_{t=1}^N Y_t = 287166$$

$$\sum_{t=1}^N Y_t^2 = 1411189636$$

Sehingga:

$$N' = \left[ \frac{40\sqrt{60 \times 1411189636 - (287166)^2}}{287166} \right]^2$$

$$N' = \left[ \frac{20\sqrt{84671378160 - 287166^2}}{143583} \right]^2$$

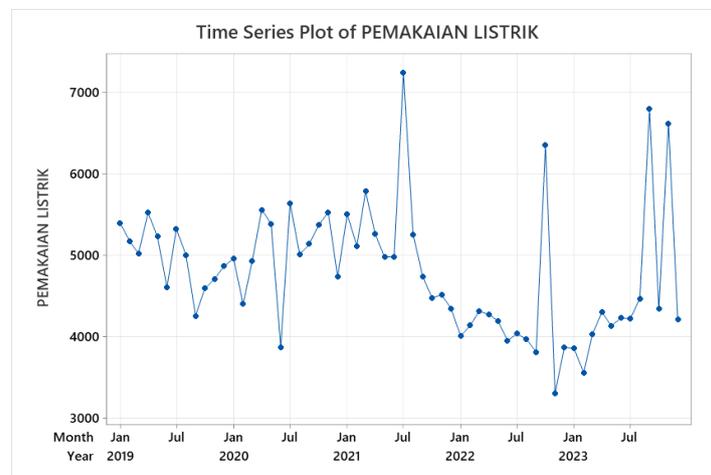
$$N' = \frac{33868551264000 - 400 \times 287166^2}{143583^2}$$

$$N' = 42.82224$$

Dengan nilai  $N' < N$  ( $42.82224 < 60$ ), maka data dianggap cukup.

### B. Plot Data Pemakaian Listrik Penerangan Jalan Umum Di Kota Langsa

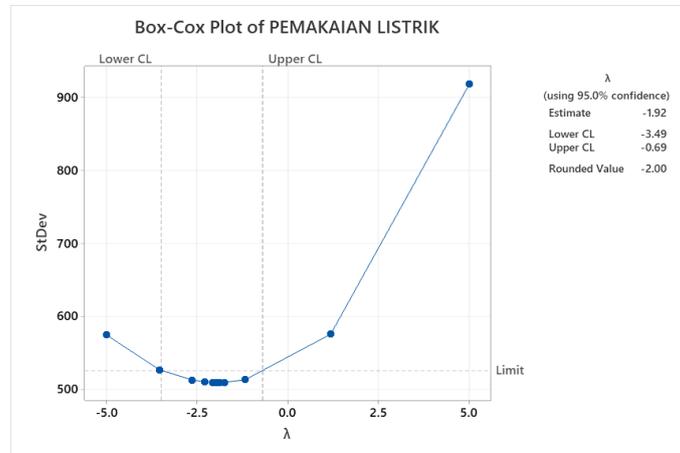
Setelah melakukan pengujian kecukupan sampel, maka langkah selanjutnya adalah memplot data. Berikut adalah gambar plot data pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa pada bulan Januari 2019 sampai dengan bulan Desember 2023.



**Gambar 3.** Plot Data Pemakaian Listrik Penerangan Jalan Umum Di Kota Langsa

Dari gambar 3 diatas dapat dilihat bahwa nilai pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa tahun 2019 pada bulan Januari sampai dengan bulan Desember 2023 mengalami kenaikan dan penurunan. Jumlah pemakaian listrik penerangan jalan umum tertinggi di Kota Langsa adalah Juli tahun 2021 sebesar 7239 kwh sedangkan jumlah pemakaian listrik penerangan jalan umum terendah di Kota Langsa pada November tahun 2022 sebesar 3300 kwh. Dalam menentukan metode penyelesaian yang tepat untuk *forecasting* jumlah pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa maka perlu dilihat apakah data stasioner, memiliki unsur

trend atau memiliki unsur tren dan data termasuk dalam data yang musiman. Untuk mengetahui data tersebut stasioner atau tidak maka dapat dilihat pada gambar berikut:

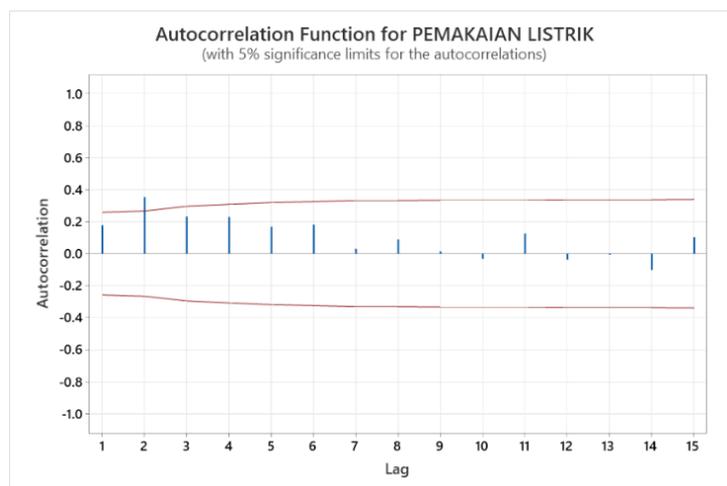


**Gambar 4.** Box-Cox Plot of Pemakaian Listrik Penerangan Jalan Umum di Kota Langsa

Berdasarkan gambar 4 terlihat bahwa nilai rounded value sebesar  $-2,00$  dalam artian data pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa tidak stasioner dalam varian, sehingga penyelesaian dengan metode *Single Exponential Smoothing* tidak dapat digunakan dalam penelitian ini.

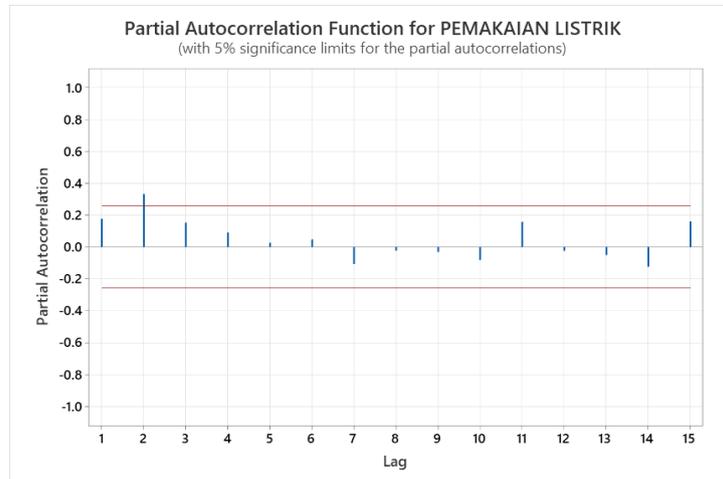
**C. Uji Musiman**

Untuk mengetahui suatu data merupakan musiman atau bukan, dapat dilakukan pengujian musiman dengan menggunakan plot autokorelasi. Dalam hal ini terdapat dua plot autokorelasi yaitu *Autocorrelation Function (ACF)* dan *Partial Autocorrelation (PACF)*.



**Gambar 5.** Autocorrelation Function (ACF) for Pemakaian Listrik Penerangan Jalan Umum di Kota Langsa

Berdasarkan gambar 5 hasil plot *Autocorrelation Function* (ACF) menunjukkan bahwa data tidak stasioner dalam mean maupun varian. Tidak terdapatnya pola musiman dikarenakan tidak ada deret berkala.

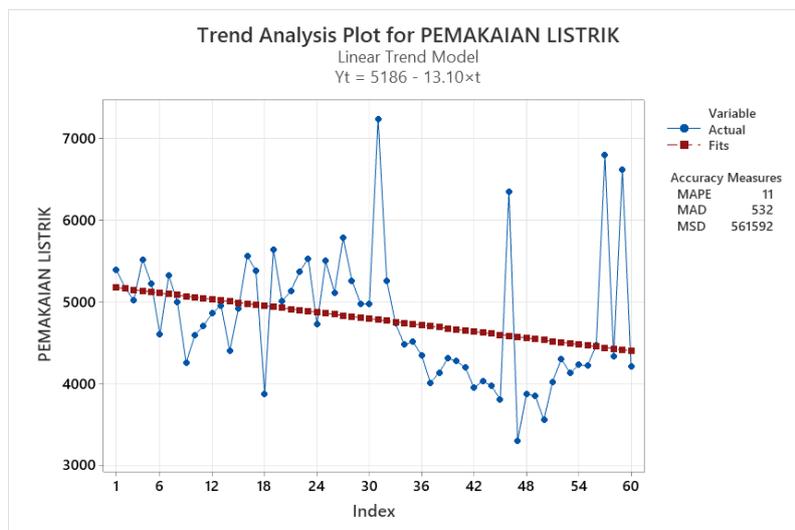


**Gambar 6.** *Partial Autocorrelation* (PACF) for Pemakaian Listrik Penerangan Jalan Umum di Kota Langsa

Berdasarkan Gambar 6 hasil plot *Partial Autocorrelation* (PACF) menunjukkan bahwa data tidak stasioner dalam mean maupun varian. Tidak terdapatnya pola musiman dikarenakan tidak ada deret berkala.

**D. Uji Tren**

Dalam menganalisa *time series* dalam metode *Exponential Smoothing*, harus dilihat juga apakah data memiliki unsur tren dan musiman. Untuk melihat apakah data memiliki unsur tren dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini:



**Gambar 7.** *Trend Analysis Plot for* Pada Data Aktual Pemakaian Listrik Penerangan Jalan Umum di Kota Langsa

Berdasarkan gambar 7 diatas hasil plot dengan bantuan *Software Minitab* 23 dapat diketahui bahwa data memiliki unsur tren yang mengalami penurunan dari tahun ke tahun secara linier.

### 3. Pengaplikasian Metode Exponential Smoothing

Berdasarkan Plot dan pengujian data pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa menunjukkan adanya tren, maka metode *Exponential* yang paling tepat digunakan adalah metode *Double Exponential Smoothing*.

#### A. Menentukan Nilai Konstanta $\alpha$ dan $\gamma$

Dalam melakukan model peramalan, dilakukan proses *trial* atau *error* untuk memperoleh nilai konstanta pemulusan terbaik, yaitu  $\alpha$  dan  $\gamma$  yang optimal dengan meminimumkan nilai MAPE sehingga diperoleh hasil nilai beberapa konstanta pemulusan terbaik sebagai berikut:

**Tabel 3.** Nilai Konstanta  $\alpha$  dan  $\gamma$

No.	$\alpha$	$\gamma$	MAPE%
1	0.300	0.100	10.46172
2	0.200	0.300	10.82077
3	0.200	0.100	10.68369
4	0.200	0.200	10.59936
5	0.200	0.400	11.02918
6	0.200	0.500	11.40593
7	0.100	0.800	11.56366
8	0.100	0.700	11.37838
9	0.100	0.900	11.63684
10	0.100	0.600	11.29467

Berdasarkan tabel 3 diperoleh nilai konstanta pemulusan  $\alpha$  dan  $\gamma$  dengan nilai error paling kecil yaitu  $\alpha = 0,3$  dan  $\gamma = 0,1$  dengan nilai MAPE 10.46172%, maka akan digunakan dalam model matematis untuk mendapatkan hasil peramalan ke periode yang akan datang.

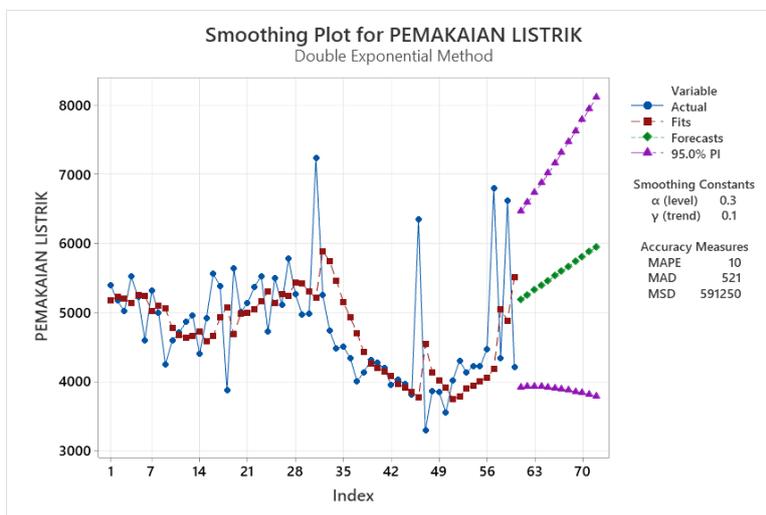
#### B. Peramalan dengan Metode Double Exponential Smoothing

Berikut adalah hasil peramalan (*Forecasting*) jumlah pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa bulan Januari 2024 sampai dengan bulan Desember 2024.

**Tabel 4.** Hasil Peramalan Pemakaian Listrik Penerangan Jalan Umum di Kota Langsa Tahun 2024

Bulan	Peramalan Pemakaian Listrik Penerangan Jalan Umum di Kota Langsa
Januari	5187.98 Kwh
Februari	5256.91 Kwh
Maret	5325.84 Kwh
April	5394.77 Kwh
Mei	5463.70 Kwh
Juni	5532.63 Kwh
Juli	5601.56 Kwh
Agustus	5670.48 Kwh
September	5739.41 Kwh
Oktober	5808.34 Kwh
November	5877.27 Kwh
Desember	5946.20 Kwh

Berdasarkan tabel 4 diatas, hasil peramalan jumlah pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa pada bulan Januari 2024 sampai dengan bulan Desember 2024 yang diperoleh dengan metode *Double Exponential Smoothing* dari *Holt* mengalami kenaikan jumlah pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa di setiap bulannya dengan presentase 5%-10%. Berikut hasil perbandingan peramalan dan data aktual:



**Gambar 8.** Plot Data Aktual Dan Hasil Peramalan Dengan Double Exponential Smoothing

Berdasarkan gambar 8 diketahui bahwa data aktual diperlihatkan pada grafik berwarna biru, sedangkan untuk data yang telah mengalami *smoothing* dengan menggunakan konstanta  $\alpha = 0,3$  dan  $\gamma = 0,1$  diperlihatkan pada grafik berwarna merah. Pada hasil plot diatas juga terlihat grafik berwarna hijau, grafik berwarna hijau merupakan hasil dari peramalan



(Forecasting) dengan menggunakan metode *double exponential smoothing* dari Holt, terjadi peningkatan secara terus menerus pada hasil forecasting pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa. Grafik berwarna ungu memperlihatkan daerah-daerah signifikan dengan taraf kepercayaan 95%.

#### D. Simpulan

Menurut hasil dan pembahasan diatas, dapat diperoleh kesimpulan bahwa setelah pengujian terhadap data pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa pada bulan Januari 2019 – Desember 2023, data menunjukkan tidak stasioner, adanya unsur tren, dan tidak dipengaruhi musiman. Sehingga metode penyelesaian yang dipilih adalah metode *Double Exponential Smoothing*. Hasil peramalan pemakaian listrik penerangan jalan umum menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* di Kota Langsa menunjukkan bahwa setiap bulannya jumlah pemakaian listrik penerangan jalan umum di Kota Langsa meningkat 5%-10% dengan konstanta pemulusan nilai yaitu  $\alpha = 0,3$  dan  $\gamma = 0,1$ . Produksi pemakaian listrik terendah berada di bulan Januari dan produksi tertinggi berada pada bulan Desember. Penelitian ini bermanfaat untuk melihat gambaran produksi pemakaian listrik di tahun 2024 dalam bulan.

#### E. Daftar Pustaka

- Azhar M, Satriawan DA. Implementasi Kebijakan Energi Baru Dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional. *Administrative Law and Governance Journal*, 2018;1(4):398–412.
- Elsa FA. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Konsumsi Listrik Di Indonesia. 2023.
- Liman J, Djohan N, Harsono B, Karnadi I, Tanra I. Perbaikan, Pemeliharaan, Dan Perawatan Pembangkit Listrik Sistem Hybrid Di Kawasan Desa Picung, Kabupaten Bogor. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknik*. 2020;2(2):53–8.
- Surusa FEP, Humena S, Latif M. Analisa Rugi Energi Listrik Non Teknis Pada Penerangan Jalan Umum Di ULP Limboto. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*. 2023;5(1):101–6.