

ANALISIS *SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING* DAN *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* DALAM PERAMALAN JUMLAH PELANGGAN LISTRIK DI PT. PLN ULP PADANG

ANALYSIS OF SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING AND DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING IN FORECASTING THE NUMBER OF ELECTRICITY CUSTOMERS AT PT. PLN ULP PADANG

Aulia Oktavia^{1§}, Sri Wahyu², Fitroh Resmi³

¹Politeknik Negeri Padang, Padang [auliaoktavia@pnp.ac.id]

²Universitas Negeri Padang, Padang [sriwahyu@fmipa.unp.ac.id]

³Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya [fitroh.resmi@ppns.ac.id]

[§]*Corresponding Author*

Received 22th Feb 2025; Accepted 07th Jun 2025; Published 30th Jun 2025;

Abstrak

Perencanaan distribusi tenaga listrik yang optimal sangat bergantung pada kemampuan meramalkan jumlah pelanggan listrik di masa depan. Penelitian ini menganalisis serta membandingkan keakuratan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dan *Double Exponential Smoothing* (DES) dalam meramalkan jumlah pelanggan listrik di PT. PLN ULP Padang. Data historis jumlah pelanggan listrik dari tahun 2014 hingga 2023 digunakan sebagai dasar perhitungan dengan tingkat akurasi diukur menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil analisis menunjukkan bahwa metode DES lebih akurat dibandingkan metode SES, dengan nilai MAPE sebesar 5% untuk DES dan 12% untuk SES. Hasil ini mengindikasikan bahwa metode DES lebih efektif dalam melihat tren pertumbuhan pelanggan sehingga direkomendasikan sebagai alat peramalan jumlah pelanggan listrik di PT. PLN ULP Padang untuk membantu optimalisasi perencanaan kapasitas jaringan dan distribusi daya listrik.

Kata Kunci: Peramalan. *Exponential Smoothing*, MAPE, jumlah pelanggan listrik.

Abstract

Optimal electricity distribution planning is very dependent on the ability to predict the number of electricity customers in the future. This research analyzes and compares the accuracy of the Single Exponential Smoothing (SES) and Double Exponential Smoothing (DES) methods in predicting the number of electricity customers at PT. PLN ULP Padang. Historical data on the number of electricity customers from 2014 to 2023 is used as the basis for calculations with the level of accuracy measured using Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The analysis results show that the DES method is more accurate than the SES method, with a MAPE value of 5% for DES and 12% for SES. These results indicate that the DES method is more effective in seeing customer growth trends so it is recommended as a tool for forecasting the number of electricity customers at PT. PLN ULP Padang to help optimize network capacity planning and electric power distribution.

Keywords: *Forecasting, Exponential Smoothing, MAPE, number of electricity customers.*

1. Pendahuluan

Peningkatan jumlah pelanggan listrik menjadi salah satu faktor utama dalam perencanaan serta pengelolaan sistem distribusi tenaga listrik. Tersedianya energi listrik yang memadai akan memicu perkembangan suatu daerah, baik dari segi ekonomi, sosial, maupun infrastruktur [1]. PT PLN (Persero), sebagai penyedia utama listrik di Indonesia, memiliki tanggung jawab besar dalam menjamin kontinuitas pasokan listrik yang stabil dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat di berbagai wilayah. Seiring bertambahnya jumlah pelanggan, permintaan daya listrik turut meningkat secara signifikan. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan yang cermat dan berbasis data untuk menghindari ketidakseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan daya listrik.

Salah satu elemen penting dalam perencanaan sistem kelistrikan adalah peramalan jumlah pelanggan di masa mendatang. Peramalan ini berguna untuk merancang kapasitas pembangkit, jaringan distribusi, serta pengadaan infrastruktur pendukung lainnya. Berbagai metode peramalan telah digunakan dalam bidang energi, salah satunya adalah metode *Exponential Smoothing*, yang dikenal efektif dalam menangkap pola tren dan fluktuasi data historis. Metode ini memberikan bobot lebih besar pada data yang lebih baru, sehingga responsif terhadap perubahan tren [2]. Keunggulan utamanya terletak pada kesederhanaan implementasi dan kemampuan adaptasi terhadap data aktual. Terdapat beberapa variasi metode ini, antara lain *Single Exponential Smoothing (SES)* untuk data yang relatif stabil dan *Double*

Exponential Smoothing (DES) untuk data yang menunjukkan pola tren yang lebih jelas.

Pemilihan metode *Exponential Smoothing* dalam penelitian ini didasarkan pada karakteristik data pelanggan listrik yang bersifat runtun waktu dan cenderung memperlihatkan pola pertumbuhan dari waktu ke waktu. Dibandingkan dengan metode peramalan lainnya, seperti ARIMA atau regresi, *Exponential Smoothing* memerlukan parameter yang lebih sedikit dan lebih cepat diterapkan pada data historis yang terbatas, tanpa perlu asumsi stasioneritas yang ketat. Hal ini menjadikannya sebagai alternatif praktis untuk kasus operasional PLN di tingkat unit layanan.

Penelitian ini mengambil studi kasus di PT PLN Unit Layanan Pelanggan (ULP) Padang, mengingat kawasan ini menunjukkan dinamika pertumbuhan pelanggan yang signifikan akibat perkembangan kawasan permukiman dan industri. Namun demikian, belum banyak penelitian yang secara khusus mengevaluasi keandalan berbagai metode peramalan pelanggan listrik di wilayah ini. Analisis terhadap ULP Padang menjadi penting karena kondisi geografis, tingkat elektrifikasi, serta pertumbuhan ekonomi lokal yang unik dapat memengaruhi pola konsumsi dan penambahan pelanggan secara spesifik.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji peramalan pelanggan atau konsumsi energi menggunakan metode *Exponential Smoothing*, namun umumnya berfokus pada satu variasi metode saja, atau diterapkan di skala nasional dan provinsi. Sehingga diperlukan analisis yang lebih mendalam untuk mengidentifikasi metode yang paling akurat

dan sesuai untuk mendukung perencanaan operasional PLN di tingkat unit layanan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis serta membandingkan efektivitas metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* dalam memprediksi jumlah pelanggan listrik di PT PLN ULP Padang. Evaluasi akurasi dilakukan dengan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebagai indikator kinerja model peramalan. Melalui penelitian ini, diharapkan diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai metode peramalan yang optimal untuk digunakan dalam perencanaan pertumbuhan pelanggan listrik. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi pengembangan strategi perencanaan dan pengelolaan sistem distribusi tenaga listrik yang lebih akurat, efisien, dan adaptif terhadap perubahan permintaan di masa mendatang.

2. Landasan Teori

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersumber dari BPS Kota Padang. Data yang digunakan adalah data historis jumlah pelanggan listrik dari tahun 2014 hingga 2023 [3]. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu

1. Mengumpulkan data.
2. Menentukan nilai alpha
3. Mengolah data menggunakan *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing*.
4. Hitung nilai MAPE dari masing-masing metode.
5. Gunakan *Solver* untuk mencari nilai alpha terbaik agar nilai MAPE dapat diminimalkan.

6. Analisis nilai MAPE dari kedua metode.

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel* dengan tools *Data Analysis* dan *Solver*.

a. Peramalan dalam Sistem Distribusi Listrik

Peramalan merupakan teknik yang digunakan untuk memprediksi nilai di masa mendatang berdasarkan data yang diperoleh dari periode sebelumnya [4]. Peramalan merupakan aspek penting dalam perencanaan sistem distribusi tenaga listrik. PT PLN (Persero) sebagai penyedia utama listrik di Indonesia bertanggung jawab memastikan keseimbangan antara pasokan dan permintaan energi listrik. Salah satu aspek yang krusial dalam perencanaan ini adalah peramalan jumlah pelanggan listrik, yang digunakan untuk menentukan kebutuhan daya terpasang serta memastikan kapasitas jaringan mampu memenuhi permintaan.

Kesalahan dalam peramalan dapat menyebabkan berbagai permasalahan, seperti kekurangan pasokan listrik yang berujung pada pemadaman atau kelebihan daya yang menyebabkan pemborosan sumber daya. Oleh karena itu, metode peramalan yang akurat sangat dibutuhkan untuk mendukung pengambilan keputusan strategis dalam pengelolaan jaringan distribusi listrik.

b. Metode *Exponential Smoothing*

Metode *Exponential Smoothing* merupakan salah satu metode peramalan deret waktu yang banyak digunakan karena kemampuannya dalam menangkap pola tren data historis secara efektif. Metode ini menggunakan pendekatan dengan

menitikberatkan bobot pada data yang lebih baru, sehingga mampu menghasilkan perkiraan yang lebih cepat menyesuaikan diri terhadap perubahan tren dibandingkan dengan metode peramalan sederhana.

Secara umum, *Exponential Smoothing* memiliki beberapa varian, di antaranya adalah *Single Exponential Smoothing* (SES) dan *Double Exponential Smoothing* (DES), yang digunakan dalam penelitian ini.

1. *Single Exponential Smoothing* (SES)

Single Exponential Smoothing (SES) merupakan metode peramalan yang digunakan untuk data yang tidak memiliki pola tren yang jelas. Teknik pengerjaan metode ini yaitu dengan mengulang perhitungan secara terus menerus yang menggunakan data terbaru [5]. Metode ini bekerja dengan cara menghitung nilai rata-rata eksponensial dari data historis menggunakan rumus berikut [6]. Setiap data diberi bobot yang disimbolkan dengan α . Nilai bobotnya dapat ditentukan secara bebas. Parameter α menentukan tingkat pemulusan. Jika mendekati 1, maka model lebih sensitif terhadap perubahan data terbaru. Sebaliknya, jika α mendekati 0, model lebih mengandalkan data historis sebelumnya.

Secara matematis, persamaan *Single Exponential Smoothing* dapat dituliskan sebagai berikut [7]:

$$S_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S_{t-1}, \quad (1)$$

dimana:

S_t : nilai peramalan pada waktu ke- t ,

X_t : data aktual pada waktu ke- t ,

α : parameter pemulusan ($0 < \alpha < 1$),

S_{t-1} : nilai peramalan sebelumnya.

Metode SES sangat efektif untuk data yang bersifat stasioner atau tidak memiliki tren yang jelas, tetapi

kurang akurat jika diterapkan pada data yang menunjukkan pola tren yang berkembang.

2. *Double Exponential Smoothing* (DES)

Double Exponential Smoothing (DES) merupakan pengembangan dari SES yang digunakan untuk data tren. DES mengatasi keterbatasan SES dengan menambahkan komponen tren dalam model peramalan. Metode ini menggunakan dua konstanta pemulusan yaitu pemulusan level (α) dan pemulusan trend (β). Metode DES ini sering digunakan untuk meramalkan data dengan tren yang stabil namun memiliki fluktuasi yang acak [8].

Perhitungannya dilakukan dalam dua tahap:

1. Menghitung nilai pemulusan pertama (S_t) :

$$\alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2)$$

2. Menghitung nilai pemulusan tren

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (3)$$

dimana:

T_t : komponen tren pada waktu ke- t ,

β : parameter pemulusan tren ($0 < \alpha < 1$).

Nilai peramalan untuk periode berikutnya dihitung dengan persamaan berikut:

$$F_{t+1} = S_t + T_t. \quad (4)$$

DES lebih cocok untuk data yang memiliki tren karena mampu menyesuaikan perubahan pola pertumbuhan atau penurunan dalam data historis.

3. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

MAPE adalah persentase kesalahan terhadap nilai aktual dalam periode waktu tertentu [9]. Semakin kecil nilai MAPE maka semakin tinggi tingkat keakuratan dari metode peramalan yang digunakan [10]. Nilai MAPE dapat dihitung dengan

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y - Y'}{Y} \right| \times 100\% , \quad (5)$$

dimana

n : banyaknya data
 Y : nilai penjualan
 Y' : prediksi nilai penjualan

Adapun interpretasi nilai MAPE dapat dilihat dari tabel di bawah ini.

Tabel 1 Interpretasi Nilai MAPE

Nilai MAPE	Interpretasi
≤ 10	Tingkat akurasi sangat baik
10 - 20	Tingkat akurasi baik
20 - 50	Tingkat akurasi layak (cukup baik)
> 50	Tingkat akurasi tidak akurat

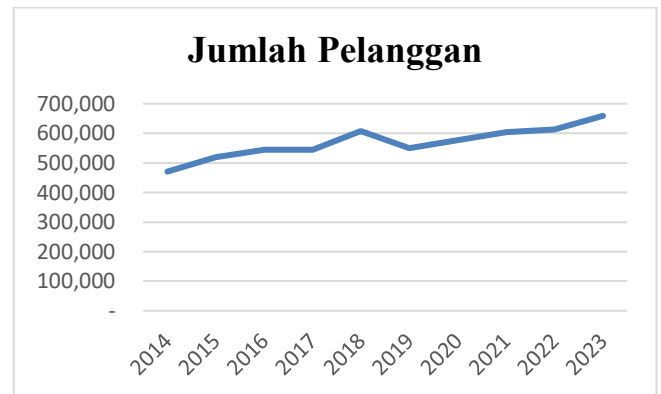
3. Hasil Dan Pembahasan

Jumlah pelanggan listrik PT. PLN ULP Padang selama 10 tahun terakhir mengalami fluktuasi yang cukup dinamis dari tahun ke tahun. Data jumlah pelanggan listrik PT. PLN ULP Padang dalam 10 tahun terakhir dapat dilihat dari Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Jumlah Pelanggan

Tahun	Jumlah Pelanggan
2014	470.555
2015	519.598
2016	544.294
2017	544.294
2018	607.871
2019	550.271
2020	576.402
2021	603.848
2022	612.323
2023	659.084

Secara umum, terdapat tren peningkatan jumlah pelanggan dari tahun 2014 hingga 2023, meskipun pada beberapa tahun tertentu terjadi penurunan, seperti pada tahun 2019.



Gambar 1. Grafik Jumlah Pelanggan di PT. PLN ULP Padang

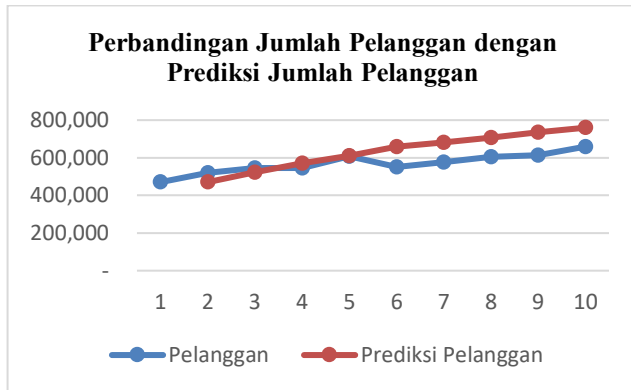
Dari Gambar 1 di atas terlihat bahwa terjadi tren jumlah pelanggan di PT. PLN ULP Padang dari tahun 2014-2023. Selanjutnya, akan kita prediksi jumlah pelanggan pada tahun 2024 dengan menggunakan metode SES dan DES.

Analisa pertama dengan menggunakan metode SES. Tabel di bawah ini merupakan hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan parameter pemulusan (α) sebesar 0,2807.

Tabel 3. Prediksi Jumlah Pelanggan dengan SES

Tahun	Pelanggan	Prediksi Pelanggan
2014	470.555	
2015	519.598	470.555
2016	544.294	522.307
2017	544.294	570.642
2018	607.871	609.310
2019	550.271	658.092
2020	576.402	680.947
2021	603.848	706.568
2022	612.323	734.768
2023	659.084	759.708
2024		792.787

Berikut ini grafik perbandingan jumlah pelanggan (actual) dengan prediksi jumlah pelanggan.



Gambar 2. Grafik Perbandingan Jumlah Pelangan dengan Prediksi Jumlah Pelanggan

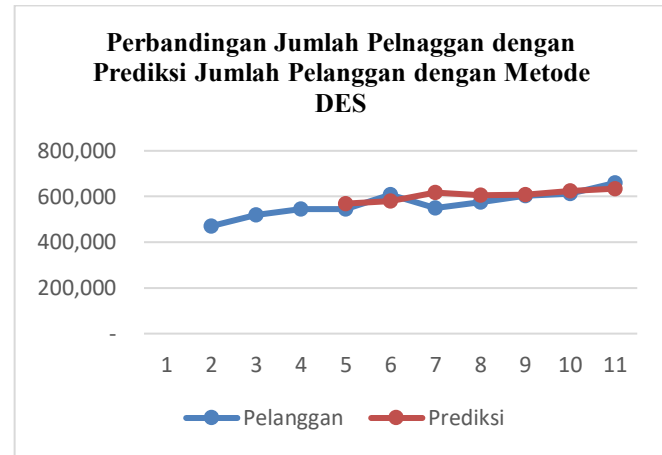
Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa terjadi selisih antara jumlah pelanggan dengan prediksi jumlah pelanggan. Sehingga, prediksi jumlah pelanggan PT. PLN ULP Padang tahun 2024 adalah 792.787 pelanggan dengan nilai MAPE 12%. Hasil peramalan dengan metode SES ini tergolong baik.

Analisa kedua dengan menggunakan metode DES. Berbeda halnya dengan metode SES, metode ini mengharuskan kita untuk mencari nilai pemulusan pertama terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan mencari nilai pemulusan tren dan terakhir mencari nilai peramalannya. Hasil perhitungannya dapat dilihat di tabel di bawah ini.

Tabel 4. Prediksi Jumlah Pelanggan dengan DES

Tahun	Pelanggan	Level	Trend	Prediksi
2014	470.555			
2015	519.598			
2016	544.294	544.294	24.696	
2017	544.294	556.934	22.798	568.990
2018	607.871	593.469	24.961	579.732
2019	550.271	585.156	19.723	618.429
2020	576.402	590.977	17.534	604.879
2021	603.848	606.235	17.176	608.512
2022	612.323	617.998	16.324	623.411
2023	659.084	646.410	18.227	634.322
2024				664.637

Berikut ini grafik perbandingan jumlah pelanggan dengan prediksi jumlah pelanggan dengan menggunakan metode DES.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Jumlah Pelangan dengan Prediksi Jumlah Pelanggan dengan metode DES

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa selisih antara jumlah pelanggan dengan prediksi jumlah pelanggan tidak terlalu signifikan. Sehingga, prediksi jumlah pelanggan PT. PLN ULP Padang tahun 2024 adalah 664.637 pelanggan dengan nilai MAPE 5%. Hasil peramalan dengan metode DES ini tergolong sangat akurat.

4. Kesimpulan Dan Saran

4.1. Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah dilakukan, peramalan jumlah pelanggan listrik di PT. PLN ULP Padang dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* (DES) memberikan hasil akurasi yang lebih akurat dengan nilai MAPE sebesar 5% dibandingkan dengan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) yang memiliki nilai MAPE sebesar 12%. Dengan demikian, metode *Double Exponential Smoothing* direkomendasikan sebagai metode peramalan yang lebih efektif untuk digunakan oleh PT. PLN ULP Padang dalam mendukung perencanaan kapasitas jaringan dan distribusi tenaga listrik di masa mendatang. Hasil

penelitian ini diharapkan dapat membantu PT. PLN dalam melakukan perencanaan kapasitas jaringan listrik yang lebih efektif guna mengantisipasi pertumbuhan jumlah pelanggan di masa depan.

4.2. Saran

Penelitian selanjutnya dapat mengkombinasikan metode peramalan lain untuk meningkatkan akurasi prediksi jumlah pelanggan.

Daftar Pustaka

- [1] A. C. Koloay, H. Tumaliang, and M. Pakiding, "Perencanaan Dan Pemenuhan Kebutuhan Energi Listrik Di Kota Bitung," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 7, no. 3, pp. 285–294, 2018.
- [2] H. Handoko, "Dasar-dasar manajemen produksi dan operasi," 2020.
- [3] BPS, "jumlah pelanggan listrik dari tahun 2014 hingga 2023," BPS Kota Padang. [Online]. Available: <https://padangkota.bps.go.id/>
- [4] S. Wardah and I. Iskandar, "Analisis peramalan penjualan produk keripik pisang kemasan bungkus (Studi kasus: Home Industry Arwana Food Tembilahan)," *J@ ti undip: jurnal teknik industri*, vol. 11, no. 3, pp. 135–142, 2017.
- [5] M. D. B. Barus, M. Mustafa, and F. S. Thahirah, "Single Eksponensial Smoothing: Analisis Forecasting Dalam Perencanaan Produksi (Studi Kasus PT. Food Beverages Indonesia)," in *Scenario (Seminar of Social Sciences Engineering and Humaniora)*, 2021, pp. 199–212.
- [6] M. Spyros, S. C. Wheelwright, and V. E. Mcgee, "Metode dan Aplikasi Peramalan," *Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga*, 1999.
- [7] S. Fachrurrazi, "Peramalan Penjualan Obat Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing Pada Toko Obat Bintang Geurugok," *Jurnal Techsi*, vol. 7, no. 1, pp. 19–30, 2015.
- [8] I. Listiowarni, N. P. Dewi, and A. K. W. Hapantenda, "Perbandingan Metode Double Exponential Smoothing dan Double Moving Average untuk Peramalan Harga Beras Eceran di Kabupaten Pamekasan," *Jurnal Komputer Terapan*, vol. 6, no. 2, pp. 158–169, 2020.
- [9] D. C. Montgomery, C. L. Jennings, and M. Kulahci, *Introduction to time series analysis and forecasting*. John Wiley & Sons, 2015.
- [10] A. Oktavia, S. Nita, and R. T. Putra, "Prediksi Penjualan Tabung Gas LPG 5, 5 kg di PT. Parafin Energi Mandiri dengan Menggunakan Metode Least Square," *JURNAL ILMIAH MATEMATIKA DAN TERAPAN*, vol. 20, no. 1, pp. 31–37, 2023.
- [11] N. M. L. I. Seno and I. Kamila, "Metode Double Exponential Smoothing dalam Peramalan Jumlah Pemohon Paspor (Studi Kasus: Kantor Imigrasi Kelas II Non-TPI Depok)," *Interval: Jurnal Ilmiah Matematika*, vol. 2, no. 1, pp. 23–31, 2022.
- [12] M. H. Elison and R. Asrianto, "Prediksi Penjualan Papan Bunga Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing," *Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi (JURSISTEKNI)*, vol. 2, no. 3, pp. 45–56, 2020.
- [13] D. R. P. Sari, "Penerapan Metode Double Exponential Smoothing Pada Data Inflasi Bulanan Tahun 2021," *Jurnal MSA (Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya)*, vol. 10, no. 2, pp. 26–31, 2022.
- [14] H. Ihsan, R. Syam, and F. Ahmad, "Peramalan Penjualan dengan Metode Exponential Smoothing (Studi Kasus: Penjualan Bakso Kemasaan/Kiloan Rumah Bakso Bang Ipul)," *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2018.
- [15] E. A. N. Putro, E. Rimawati, and R. T. Velandari, "Prediksi Penjualan Kertas Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIKomSiN)*, vol. 9, no. 1, pp. 60–68, 2021.