

Implementasi Sistem Prediksi Produksi Menggunakan Kombinasi Regresi Linier Sederhana dan *Single Exponential Smoothing*

DOI: <http://dx.doi.org/10.35889/jutisi.v14i3.3335>

Creative Commons License 4.0 (CC BY – NC)

**Fahmi Agung Nurdyansyah^{1*}, Patah Herwanto²**

Teknik Informatika, STMIK Indonesia Mandiri, Bandung, Indonesia

*e-mail Corresponding Author: fagungnurdyan@gmail.com

Abstract

Inaccurate production planning can cause losses in food businesses due to overproduction or stock shortages. This study develops a production prediction model for the Moshi Mochi business by combining the Single Exponential Smoothing (SES) method and Simple Linear Regression. SES is used to forecast sales for the next period, while the resulting prediction is used as an input variable in the regression model to estimate production quantity. Model performance is evaluated using RMSE and MAPE. The results show that an α value of 0.4 produces an RMSE of 13.31 and a MAPE of 26.24%, which falls into the fairly good category. The predicted sales value of 39 mochi units is then used in the regression model, resulting in a production prediction of 39 units with RMSE and MAPE values of 0%. This zero error indicates that the combined SES and Simple Linear Regression model achieves 100% accuracy and falls into the very good category for historical data with low variation. The model can be effectively implemented in a web-based cashier application.

Keywords: Production Prediction; Simple Linear Regression; Single Exponential Smoothing; Moshi Mochi.

Abstrak

Ketidaktepatan jumlah produksi dapat menyebabkan kerugian bagi usaha makanan akibat kelebihan maupun kekurangan stok. Penelitian ini mengembangkan model prediksi produksi pada usaha Moshi Mochi dengan mengombinasikan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dan Regresi Linier Sederhana. Metode SES digunakan untuk memprediksi penjualan periode berikutnya, sedangkan hasilnya dijadikan variabel input pada model regresi untuk memprediksi jumlah produksi. Evaluasi performa dilakukan menggunakan RMSE dan MAPE. Hasil menunjukkan bahwa nilai $\alpha = 0,4$ menghasilkan RMSE sebesar 13,31 dan MAPE sebesar 26,24%, yang berada pada kategori cukup baik. Nilai prediksi penjualan sebesar 39 buah mochi kemudian digunakan dalam model regresi yang menghasilkan prediksi produksi 39 buah mochi dengan RMSE sebesar 0 dan MAPE sebesar 0%. Nilai kesalahan nol ini menunjukkan bahwa akurasi model prediksi kombinasi SES dan Regresi Linier Sederhana mencapai 100% dan termasuk dalam kategori sangat baik pada data historis dengan variasi rendah. Model ini dapat diimplementasikan secara efektif dalam aplikasi kasir berbasis web.

Kata kunci: Prediksi Produksi; Regresi Linier Sederhana; Single Exponential Smoothing; Moshi Mochi.

1. Pendahuluan

Peramalan (*forecasting*) merujuk pada metode memprediksi peristiwa di masa depan. Proses peramalan melibatkan penggunaan data historis penjualan dan produksi pada tahun sebelumnya dan mengaplikasikan model matematika untuk memproyeksikan data tersebut ke waktu yang akan datang. Peramalan permintaan melibatkan upaya untuk menghitung kuantitas produk yang akan dibutuhkan di masa depan dengan mempertimbangkan batasan atau kondisi tertentu, dan tujuan utamanya adalah untuk mengurangi risiko dan ketidakpastian[1]. Pada penelitian ini, peramalan digunakan untuk membantu pengambilan keputusan produksi pada

usaha makanan Moshi Mochi, sebuah usaha rumahan yang menjual mochi dengan berbagai varian rasa.

Produksi merupakan salah satu faktor penting dalam kegiatan usaha makanan, terutama karena sifat makanan yang tidak tahan lama, jumlah produksi yang tidak sesuai dengan permintaan dapat menyebabkan kerugian, baik akibat produksi berlebih maupun kekurangan stok. Seperti permasalahan yang dihadapi oleh Hj Karpet, bahwa persediaan barang adalah suatu hal yang penting, masalah yang selalu dihadapi oleh HJ Karpet adalah persediaan karpet yang sering over stock [2]. Oleh karena itu, prediksi jumlah produksi menjadi hal yang sangat penting agar pelaku usaha Moshi Mochi dapat memperkirakan berapa jumlah mochi yang perlu diproduksi dengan lebih tepat sehingga dapat meminimalkan resiko produksi berlebih maupun kekurangan stok. Untuk mendukung hal tersebut, dibutuhkan metode prediksi yang mampu memberikan hasil yang akurat berdasarkan data penjualan dan produksi sebelumnya.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode *Single Exponential Smoothing (SES)* mampu memberikan prediksi yang akurat untuk data penjualan maupun permintaan pada berbagai jenis usaha, baik produk makanan[3], bahan bangunan[4], serta komoditas lainnya[1][5]. Selain itu, metode *Regresi Linier Sederhana* juga terbukti efektif dalam memodelkan hubungan antara variabel input dan produksi, serta memberikan hasil prediksi dengan tingkat akurasi yang tinggi pada berbagai studi, seperti prediksi produksi padi [6], penjualan pia[7], maupun penjualan retail lainnya[8]. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa penelitian ini memiliki performa yang baik dalam menangani data historis dengan pola yang relatif stabil sehingga relevan untuk digunakan pada konteks prediksi produksi UMKM.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi jumlah produksi mochi pada periode mendatang dengan memanfaatkan kombinasi metode *Regresi Linier Sederhana* dan *Single Exponential Smoothing (SES)*. Model ini kemudian diimplementasikan pada aplikasi kasir berbasis web, agar pelaku usaha dapat melakukan prediksi jumlah produksi secara otomatis dengan memanfaatkan data historis yang sudah tercatat, tanpa perlu melakukan perhitungan manual menggunakan spreadsheet. Dalam model kombinasi ini, Metode *SES* digunakan untuk memprediksi jumlah penjualan pada periode berikutnya, hasil prediksi penjualan tersebut akan dijadikan sebagai variabel independen (X) dalam model *Regresi Linier Sederhana* untuk menghasilkan nilai prediksi produksi (Y).

2. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa SES mampu menghasilkan nilai prediksi yang cukup akurat. Seperti, penelitian yang dilakukan oleh Achmad Abdullah et al., 2023 dilakukan prediksi penjualan barang Mukena, dengan setiap jenis mukena yang dijual memiliki nilai alpha 0,1 hingga 0,9 dengan hasil presentase error Balian TR alpha 0,6 hasil 21,26%, Bali Renda alpha 0,1 hasil 39,94% S.P.Warna alpha 0,1 hasil 21,14%, S.Diamond TR alpha 0,9 hasil 48,8% , P.Putih TR alpha 0,1 hasil 16,89% , Mikro TR alpha 0,1 hasil 36,02%, Rayon TR alpha 0,1 hasil 27,57% Rayon Bordir alpha 0,2 hasil 11,68% dapat disimpulkan bahwa untuk jenis mukena Polino Putih TR dengan hasil 16,89% dan Rayon Bordir 11,68% maka bisa dikatakan baik sedangkan untuk jenis lainnya memiliki nilai cukup baik atau layak [1].

Utami et al., 2024 melakukan penelitian untuk meramalkan jumlah produksi keripik pisang menggunakan metode *Exponential Smoothing*. Penelitian tersebut menguji 3 (tiga) model *Exponential Smoothing* yaitu *Simple Seasonal Models*, *Winter's Additive Models* dan *Winter Multiplicative Models*. Hasil menunjukkan bahwa model *Winters Additive* memiliki nilai akurasi paling baik dengan nilai *MAPE* sebesar 11,56% dengan hasil prediksi Minggu ke-5 hari Selasa sebanyak 178kg, hari Rabu 199kg, hari Kamis 228kg, hari Jumat 211kg dan hari Sabtu 217kg [9].

Komariah et al., 2022 Melakukan penelitian untuk meramalkan penjualan bahan bangunan pada UD. Karya Mandiri. Metode peramalan pada penelitian ini menggunakan *Single Exponential Smoothing (SES)*, dengan meramalkan penjualan bahan bangunan untuk periode Juli 2022, dengan hasil prediksi penjualan roti 2177,18 kg dengan nilai *MAPE* 15,41%, kayu 2864,10 kg dengan nilai *MAPE* 9,33%, seng 532,16 kg dengan nilai *MAPE* 14,54% dan paku 435,69 kg dengan nilai *MAPE* 15,91% [4].

Anam et al., 2023 melakukan prediksi penjualan konveksi menggunakan SES dengan hasil uji akurasi menggunakan *MAPE* sebesar 2,20% untuk peramalan penjualan [5]. Sementara itu dilakukan juga penelitian menggunakan SES oleh Yudanto & Hartanto, 2022 untuk melakukan perkiraan stok barang di toko makanan ringan, untuk periode ke 12, menggunakan alpha 0,1 dengan hasil prediksi 80,9 dengan nilai uji akurasi menggunakan *MSE* 11,0065 [3].

Sarah Dwi Az-Zahra & Depriwana Rahmi, 2024 melakukan penelitian untuk memprediksi produksi buah nanas di provinsi riau menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*. Data yang digunakan merupakan data produksi tahunan dengan rentang tahun 2013 hingga 2022. Hasil peramalan pada penelitian ini diukur menggunakan metode uji akurasi *MAD* dan *MAPE*, dengan hasil analisis solver pada Ms. Excel diperoleh Tingkat akurasi peramalan mencapai 71,64% dengan presentase kesalahan 28,36% [10].

Prasetya & Pakereng, 2023 melakukan penelitian untuk meramalkan jumlah produksi pada PT Morich Indo Fashion. Penelitian ini menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*, dengan uji akurasi menggunakan metode *MAPE* dan nilai α 0,9. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Single Exponential Smoothing* memiliki hasil akurasi yang cukup baik sehingga hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk mempersiapkan bahan produksi [11].

Selain berbagai penelitian terkait *Single Exponential Smoothing*, penelitian terkait *Regresi Linier Sederhana* juga menunjukkan nilai prediksi yang akurat. Seperti, penelitian yang dilakukan oleh Athallah & Rozi, 2023 dalam melakukan prediksi penjualan produk HJ Karpet, dengan Prediksi Penjualan sebagai variabel dependen (Y) dan periode penjualan sebagai variabel independen (X), dengan hasil prediksi sebanyak 52,093, dengan nilai *MAPE* 2,667205% [2].

Patrio et al., 2024 melakukan penelitian untuk memprediksi jumlah produksi padi di pulau Sumatera menggunakan *Regresi Linier Sederhana* dan membandingkan dengan lima algoritma *machine learning* seperti, *Random Forest Regression*, *Gradient Boosting*, *SVR*, *K-Nearest Neighbors Regression* dan *Decision Tree Regression*. Hasil pengujian membuktikan bahwa *Regresi Linier* menunjukkan hasil prediksi yang presisi dan mendekati nilai sebenarnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa *Regresi Linier* merupakan algoritma terbaik yang dapat digunakan untuk memprediksi produksi pertanian di Sumatera [6].

Haba, 2021 melakukan penelitian untuk memprediksi jumlah penjualan pia pada toko pia lumer kota Gorontalo, dengan menggunakan metode *Regresi Linier* sederhana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Regresi Linier Sederhana* terbukti memiliki tingkat akurasi yang sangat baik, dengan nilai akurasi 5.775%, sehingga dapat digunakan sebagai dasar produksi [7].

Ababil et al., 2022 melakukan prediksi penjualan untuk mengetahui jumlah stok (Y) berdasarkan penjualan aktual (X), sistem prediksi diimplementasikan ke dalam sebuah website yang dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP, dengan database MySQL, jumlah prediksi stok penjualan yang didapatkan merupakan stok untuk satu tahun dengan jumlah 636, dengan *MAPE* 2% [12].

Duran et al., 2024 melakukan prediksi penjualan menggunakan Regresi Linier Sederhana dengan prediksi jumlah penjualan sebagai variabel dependen (Y) dan periode penjualan (bulan) sebagai variabel independen (X), dengan *MAPE* sebesar 12% [13].

Napitupulu et al., 2023 melakukan prediksi produksi dengan prediksi produksi sebagai variabel dependen (Y) dan periode bulan sebagai variabel independen (X) dengan Hasil analisa pada produk Collar 17x10.5x11 didapatkan pada prediksi dari bulan Januari hingga Desember 2020 dengan tingkat error 3,78%. Produk Nut AM M12x14x12 didapatkan hasil prediksi dari bulan Januari sampai Desember 2020 dengan tingkat 12,53%. Produk Collst 23.6x16.3x3 didapatkan hasil prediksi dari bulan Januari sampai Desember 2020 dengan tingkat 5.43%. Untuk produk Nipple dari bulan Januari sampai dengan Desember 2020 dengan tingkat 12.14% [14].

Penelitian lainnya menunjukkan bahwa *Regresi Linier Berganda* juga mampu menghasilkan nilai prediksi yang cukup baik. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Fadhillah et al., 2023 melakukan penelitian untuk memprediksi jumlah produksi sablon kaos pada Noblas SVNR. Metode yang digunakan pada penelitian ini merupakan metode *Regresi Linier Berganda*. Penelitian ini dilakukan untuk memperkirakan jumlah produksi sablon untuk tahun yang akan datang, dengan hasil uji akurasi *MAE* sebesar 3,72, *MSE* sebesar 1786 dan score r^2 sebesar 87%, sehingga metode regresi linier berganda terbukti cocok untuk meramalkan produksi sablon kaos [8].

Pada penelitian lainnya, dilakukan penelitian menggunakan kedua metode sekaligus dengan cara membandingkan kedua metode. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Putri et al., 2025 melakukan penelitian untuk membandingkan performa metode *Simple Linear Regression* dan *Single Exponential Smoothing (SES)* dalam memprediksi jumlah produksi nikel berdasarkan jumlah mesin yang beroperasi di PT Jaka Aman Sejahtera. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Regresi Linier* memberikan Tingkat akurasi yang lebih baik, dengan nilai kesalahan lebih rendah

dan hasil prediksi yang lebih stabil dibandingkan metode SES. Adapun performa SES sangat dipengaruhi oleh pemilihan nilai α . Dimana peningkatan nilai α cenderung menghasilkan kesalahan prediksi yang lebih tinggi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa *Regresi Linier* lebih sesuai digunakan untuk memprediksi produksi nikel pada kasus tersebut [15].

Berdasarkan hasil tinjauan Pustaka di atas, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar penelitian terdahulu menerapkan satu metode peramalan untuk memprediksi penjualan maupun produksi. Metode *Single Exponential Smoothing* umumnya digunakan untuk meramalkan pola permintaan atau penjualan berdasarkan data historis, sementara metode *Regresi Linier Sederhana* banyak digunakan untuk membangun model hubungan antara jumlah produksi dan variabel input tertentu. Namun, penelitian berbasis *Regresi Linier* umumnya hanya menghasilkan model persamaan dan nilai evaluasi akurasi, sehingga nilai prediksi produksi tidak dapat diperoleh secara langsung tanpa terlebih dahulu mengetahui nilai variabel independen (X).

Hingga saat ini, belum banyak penelitian menggabungkan kedua metode tersebut dalam satu alur prediksi terintegrasi. Kebanyakan studi hanya membandingkan kedua metode atau menerapkannya secara terpisah, tanpa memanfaatkan hasil prediksi dari satu metode sebagai input untuk metode lainnya. Hal inilah yang menjadi celah penelitian yang belum dijawab oleh penelitian-penelitian sebelumnya.

Penelitian ini menawarkan pendekatan baru dengan mengombinasikan metode *Single Exponential Smoothing* dan *Regresi Linier Sederhana* secara terintegrasi. Pada pendekatan ini, hasil prediksi penjualan (X) yang diperoleh dari metode SES digunakan sebagai variabel input pada model *Regresi Linier Sederhana* untuk menghasilkan prediksi jumlah produksi (Y). Dengan demikian, penelitian ini memberikan alur prediksi yang lebih lengkap, karena mampu menghasilkan nilai prediksi produksi secara langsung tanpa memerlukan input manual dari pengguna. Selain itu, model prediksi yang dibangun diimplementasikan secara otomatis dalam aplikasi kasir berbasis web, sehingga dapat digunakan oleh pelaku usaha tanpa harus melakukan perhitungan manual.

3. Metodologi

3.1. Algoritma *Regresi Linier Sederhana*

$$Y = a + bX \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

Y = variabel dependen yang di prediksi.

X = variabel independen (hasil prediksi penjualan menggunakan metode SES).

a = intersep (nilai Y pada saat X = 0).

b = slope (perubahan rata-rata Y terhadap perubahan X).

Nilai a dan b dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$a = \frac{\sum y - b(\sum x)}{n} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

a = intersep (nilai Y pada saat X = 0).

b = slope (perubahan rata-rata Y terhadap perubahan X).

n = banyaknya data yang digunakan pada model prediksi.

3.2. Algoritma *Single Exponential Smoothing*

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_{t-1} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

F_{t+1} = ramalan untuk periode berikutnya.

X_t = nilai aktual periode sekarang.

F_{t-1} = nilai peramalan periode sebelumnya.

α = bobot yang menunjukkan konstanta penghalus.

3.3. Data dan Variabel

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data historis penjualan dan produksi dari usaha Moshi Mochi, yang diperoleh dari catatan transaksi penjualan harian sejak September 2023 hingga Januari 2025, dengan total 24 data periode penjualan.

Data penjualan digunakan sebagai variabel independen (X) dan data produksi digunakan sebagai variabel dependen (Y). Data ini selanjutnya akan diproses menggunakan metode *SES* dan *Regresi Linier Sederhana* untuk menghasilkan model prediksi dan evaluasi akurasi.

3.4. Teknik Validasi Performa Algoritma Prediksi

Validasi performa model dilakukan untuk mengukur tingkat ketepatan hasil prediksi yang dihasilkan oleh metode *Single Exponential Smoothing* dan *Regresi Linier Sederhana*. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan nilai prediksi terhadap nilai aktual pada periode yang sama, kemudian menghitung tingkat kesalahannya menggunakan dua metrik, yaitu *Root Mean Square Error* (*RMSE*) dan *Mean Absolute Percentage Error* (*MAPE*).

RMSE digunakan untuk menghitung besarnya kesalahan absolut dalam satuan yang sama dengan data aktual. Rumus *RMSE* ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

y_t = nilai aktual

$\hat{y}_t$ = nilai prediksi

n = banyaknya data yang digunakan pada model prediksi.

MAPE digunakan untuk mengevaluasi tingkat kesalahan relative dalam bentuk persentase sehingga lebih mudah diinterpretasikan oleh pengguna. Rumus *MAPE* ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

y_t = nilai aktual

$\hat{y}_t$ = nilai prediksi

n = banyaknya data yang digunakan pada model prediksi.

Sebagai acuan interpretasi performa model, kategori tingkat akurasi berdasarkan nilai *MAPE* ditunjukkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Karakteristik Nilai MAPE	
MAPE (%)	Interpretasi Akurasi Peramalan
<10	Sangat Baik
10-20	Baik
20-50	Cukup Baik
>50	Kurang

Dengan demikian, semakin kecil nilai *RMSE* dan *MAPE*, maka semakin baik performa model dalam menghasilkan prediksi. Perhitungan nilai *RMSE* dan *MAPE* untuk masing-masing metode disajikan secara lengkap pada Bab 4 hasil dan Pembahasan.

4. Hasil dan Pembahasan

Data historis penjualan dan produksi Moshi Mochi digunakan sebagai dasar perhitungan untuk membangun model prediksi. Data mencakup periode penjualan dari September 2023 hingga Januari 2025 dengan total 24 periode data penjualan. Berdasarkan data tersebut terlihat adanya fluktuasi pada jumlah penjualan yang berpengaruh terhadap jumlah produksi. Proses prediksi dilakukan secara bertahap, dimulai dengan perhitungan nilai prediksi penjualan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*, kemudian hasilnya akan digunakan

sebagai input variabel independen dalam model *Regresi Linier Sederhana* untuk menghasilkan jumlah produksi. Hasil dari masing-masing metode dievaluasi tingkat keakuratannya menggunakan metode *RMSE* dan *MAPE*. Data ini menjadi dasar untuk proses peramalan penjualan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing (SES)* pada tahap berikutnya.

Tabel 2. Data Historis Penjualan & Produksi

Periode Penjualan	Tanggal Penjualan	Jumlah Produksi	Jumlah Penjualan
1	2023-09-15	36	36
2	2023-09-27	44	44
3	2024-04-26	70	70
4	2024-05-03	54	54
5	2024-05-17	63	63
6	2024-05-24	63	63
7	2024-06-07	63	63
8	2024-06-14	54	54
9	2024-06-28	64	64
10	2024-07-05	48	48
11	2024-07-19	45	45
12	2024-07-25	51	51
13	2024-08-09	42	42
14	2024-08-16	63	63
15	2024-08-30	54	54
16	2024-09-06	24	24
17	2024-09-13	48	48
18	2024-09-27	48	48
19	2024-10-04	38	38
20	2024-11-15	37	37
21	2024-11-29	30	30
22	2024-12-13	57	57
23	2025-01-10	21	21
24	2025-01-17	45	45

4.1. Perhitungan Prediksi Penjualan Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing*

Berdasarkan data historis penjualan dan produksi pada Tabel 2, data tersebut diolah untuk mendapatkan jumlah prediksi untuk periode penjualan ke-25. Proses peramalan penjualan dengan metode *Single Exponential Smoothing* dilakukan menggunakan rumus (4). Nilai α pada rumus (4) merupakan bobot konstanta penghalus dengan nilai antara 0,1 sampai dengan 0,9.

Dengan menggunakan rumus (4) dilakukan perhitungan menggunakan seluruh nilai α pada seluruh periode penjualan, dengan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Peramalan Penjualan *Single Exponential Smoothing* dengan seluruh nilai α .

Periode Penjualan	Penjualan Aktual	Nilai α								
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	36	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00
2	44	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00
3	70	36,80	37,60	38,40	39,20	40,00	40,80	41,60	42,40	43,20
4	54	40,12	44,08	47,88	51,52	55,00	58,32	61,48	64,48	67,32
5	63	41,51	46,06	49,72	52,51	54,50	55,73	56,24	56,10	55,33
6	63	43,66	49,45	53,70	56,71	58,75	60,09	60,97	61,62	62,23
7	63	45,59	52,16	56,49	59,22	60,88	61,84	62,39	62,72	62,92
8	54	47,33	54,33	58,44	60,73	61,94	62,53	62,82	62,94	62,99
9	64	48,00	54,26	57,11	58,04	57,97	57,41	56,65	55,79	54,90
10	48	49,60	56,21	59,18	60,42	60,98	61,37	61,79	62,36	63,09
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
21	30	45,80	43,89	41,79	40,41	39,45	38,70	38,08	37,57	37,20
22	57	44,22	41,11	38,25	36,25	34,72	33,48	32,42	31,51	30,72

23	21	45,50	44,29	43,88	44,55	45,86	47,59	49,63	51,90	54,37
24	45	43,05	39,63	37,01	35,13	33,43	31,64	29,59	27,18	24,34
25		43,25	40,70	39,41	39,08	39,22	39,65	40,38	41,44	42,93

Berdasarkan dari perhitungan prediksi penjualan diatas, hasil perhitungan yang didapatkan dengan seluruh nilai α adalah 0,1 = 43,25; 0,2 = 40,70; 0,3 = 39,41; 0,4 = 39,08; 0,5 = 39,22; 0,6 = 39,65; 0,7 = 40,38; 0,8 = 41,44 dan 0,9 = 42,93.

4.1.1. Uji Akurasi SES Menggunakan Metode RMSE dan MAPE

Selanjutnya, dilakukan uji akurasi untuk hasil prediksi menggunakan keseluruhan nilai α menggunakan metode *RMSE* dan *MAPE*. Uji akurasi dengan metode *RMSE* dilakukan menggunakan persamaan (5). Hasil perhitungan uji akurasi *RMSE*, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Uji Akurasi dengan Metode *RMSE* untuk hasil prediksi seluruh nilai α .

α	<i>RMSE</i>
0,1	14,75
0,2	13,76
0,3	13,34
0,4	13,31
0,5	13,53
0,6	13,92
0,7	14,44
0,8	15,08
0,9	15,82

Uji akurasi dengan metode *MAPE* dilakukan menggunakan persamaan (6). Hasil perhitungan uji akurasi *MAPE*, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Uji Akurasi dengan Metode *MAPE* untuk hasil prediksi seluruh nilai α .

α	<i>MAPE</i>
0,1	28,05%
0,2	27,05%
0,3	26,60%
0,4	26,24%
0,5	26,58%
0,6	27,65%
0,7	28,88%
0,8	30,19%
0,9	30,19%

Berdasarkan hasil pengujian akurasi menggunakan *RMSE* yang ditunjukkan pada tabel 4, nilai $\alpha = 0.4$ menghasilkan *RMSE* terkecil sebesar 13,31. Nilai *RMSE* yang relatif kecil ini menunjukkan bahwa tingkat kesalahan hasil prediksi penjualan terhadap data aktual cukup rendah. Jika sistem memprediksi penjualan sebesar 39,08, maka selisih rata-rata antara hasil prediksi dan data aktual hanya sekitar 13pcs. Oleh karena itu, $\alpha = 0,4$ dipilih sebagai parameter terbaik untuk memprediksi penjualan pada periode berikutnya.

Selain *RMSE*, nilai *MAPE* sebesar 26,24% juga menunjukkan bahwa $\alpha = 0,4$ merupakan nilai yang memberikan tingkat kesalahan prediksi yang paling rendah. Dengan demikian, metode SES dengan $\alpha = 0,4$ dinilai paling optimal.

4.2. Perhitungan Prediksi Produksi Menggunakan Metode Regresi Linier Sederhana

Dengan menggunakan data historis penjualan dan produksi pada Tabel 2, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan jumlah prediksi produksi pada periode penjualan ke-25. Setelah dilakukan prediksi jumlah penjualan menggunakan metode *SES*, selanjutnya dilakukan prediksi jumlah produksi untuk periode yang sama dengan menggunakan metode *Regresi Linier*

Sederhana dengan menggunakan persamaan (1). Nilai a pada rumus (1) merupakan nilai intersep (nilai Y ketika nilai X sama dengan 0) dan nilai b pada rumus (1) merupakan nilai slope (perubahan rata-rata Y terhadap perubahan X). Nilai a dapat dihitung menggunakan persamaan (3) dan nilai b dapat dihitung menggunakan persamaan (2).

Untuk menghitung nilai a dan b dilakukan perhitungan untuk mencari nilai $\sum X$, $\sum Y$, $\sum XY$, $\sum X^2$, $\sum Y^2$ yang dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Data Perhitungan Variable X dan Y

X	Y	X ²	Y ²	XY
36	36	1296	1296	1296
44	44	1936	1936	1936
70	70	4900	4900	4900
54	54	2916	2916	2916
63	63	3969	3969	3969
63	63	3969	3969	3969
63	63	3969	3969	3969
54	54	2916	2916	2916
64	64	4096	4096	4096
48	48	2304	2304	2304
...	...	...	...	...
30	30	900	900	900
57	57	3249	3249	3249
21	21	441	441	441
45	45	2025	2025	2025
Total	1162	60158	60158	60158

4.2.1. Menentukan nilai a dan b

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 6. selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai a dan b .

Untuk mencari nilai b . dapat dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (3).

$$b = \frac{24(60158) - (1162)(1162)}{24(60158) - 1.350.244}$$

$$b = 1$$

Setelah menentukan nilai b . dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai a menggunakan persamaan (4).

$$a = \frac{1162 - 1(1162)}{24}$$

$$a = 0$$

4.2.2. Menentukan nilai Prediksi Produksi

Selanjutnya, setelah selesai menentukan nilai a dan b . dapat dilakukan perhitungan prediksi jumlah produksi dengan menggunakan persamaan (2). Dimana untuk variabel independen (X) akan menggunakan hasil prediksi penjualan menggunakan metode single eksponensial smoothing, yaitu 39.

$$Y = 0 + 1(39)$$

$$Y = 39$$

Dengan perhitungan diatas. didapatkan jumlah prediksi produksi untuk periode penjualan ke-25 adalah 39 buah mochi.

4.2.3. Uji Akurasi Regresi Linier Sederhana Menggunakan Metode RMSE

Selanjutnya dilakukan uji akurasi untuk hasil prediksi jumlah produksi pada penjualan ke-25 Menggunakan metode *RMSE* dan *MAPE*. Uji akurasi dengan metode *RMSE* dilakukan menggunakan persamaan (5) terhadap 24 periode data. Hasil perhitungan uji akurasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan *RMSE* Prediksi Jumlah Produksi

Y (Nilai Produksi Aktual)	$\hat{Y}$ (Nilai Produksi Hasil Prediksi)	<i>RMSE</i>
36	36.0000	0.0000
44	44.0000	0.0000
70	70.0000	0.0000
54	54.0000	0.0000
63	63.0000	0.0000
63	63.0000	0.0000
63	63.0000	0.0000
54	54.0000	0.0000
64	64.0000	0.0000
48	48.0000	0.0000
45	45.0000	0.0000
51	51.0000	0.0000
42	42.0000	0.0000
63	63.0000	0.0000
54	54.0000	0.0000
24	24.0000	0.0000
48	48.0000	0.0000
48	48.0000	0.0000
38	38.0000	0.0000
37	37.0000	0.0000
30	30.0000	0.0000
57	57.0000	0.0000
21	21.0000	0.0000
45	45.0000	0.0000

Perhitungan pada Tabel 7 dilakukan menggunakan persamaan (5) dengan proses perhitungan sebagai berikut :

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{24} (1162 - 1162)^2}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{24} (0)}$$

$$RMSE = 0$$

Nilai *RMSE* sebesar 0 menunjukkan bahwa tidak terdapat selisih antara nilai prediksi dan nilai aktual pada seluruh data uji. Dengan demikian, performa akurasi model prediksi kombinasi Regresi Linier Sederhana dan Single Exponential Smoothing mencapai 100% pada skala 0–100.

Uji akurasi dengan metode *MAPE* dilakukan menggunakan persamaan (6). Hasil perhitungan uji akurasi *MAPE*, dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan *MAPE* Prediksi Jumlah Produksi

Y (Nilai Produksi Aktual)	$\hat{Y}$ (Nilai Produksi Hasil Prediksi)	<i>MAPE</i>
36	36.0000	0%
44	44.0000	0.0000
70	70.0000	0.0000
54	54.0000	0.0000
63	63.0000	0.0000

Y (Nilai Produksi Aktual)	$\hat{Y}$ (Nilai Produksi Hasil Prediksi)	MAPE
63	63.0000	0.0000
63	63.0000	0.0000
54	54.0000	0.0000
64	64.0000	0.0000
48	48.0000	0.0000
45	45.0000	0.0000
51	51.0000	0.0000
42	42.0000	0.0000
63	63.0000	0.0000
54	54.0000	0.0000
24	24.0000	0.0000
48	48.0000	0.0000
48	48.0000	0.0000
38	38.0000	0.0000
37	37.0000	0.0000
30	30.0000	0.0000
57	57.0000	0.0000
21	21.0000	0.0000
45	45.0000	0.0000

Perhitungan pada Tabel 8 dilakukan menggunakan persamaan (6) dengan proses perhitungan sebagai berikut :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{1}{24} \left| \frac{1162 - 1162}{1162} \right| \times 100\%$$

$$MAPE = \frac{1}{24} |0| \times 100\%$$

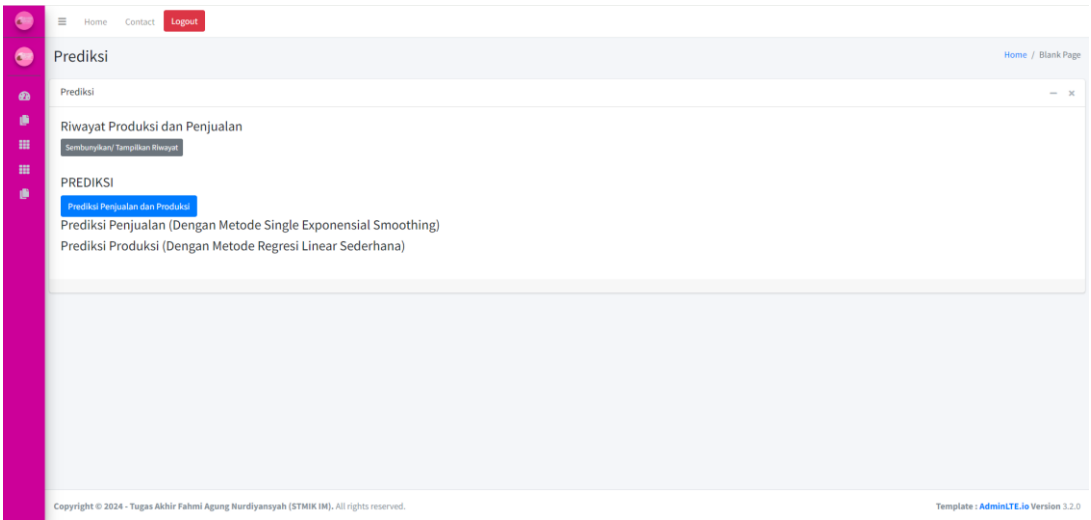
$$MAPE = 0\%$$

Berdasarkan hasil pengujian akurasi yang ditunjukkan pada tabel 7 dan tabel 8, nilai *RMSE* sebesar 0 dan nilai *MAPE* sebesar 0% menunjukkan bahwa tidak terdapat kesalahan prediksi antara nilai aktual dan nilai prediksi. Berdasarkan karakteristik nilai *MAPE* pada tabel 1 ($MAPE < 10\%$), performa model berada pada kategori "Sangat Baik". Dengan demikian, performa akurasi model prediksi kombinasi *Single Exponential Smoothing* dan *Regresi Linier Sederhana* mencapai 100% pada skala 0-100. Kondisi ini terjadi dikarenakan karakteristik data produksi moshi mochi dilakukan berdasarkan pesanan (pre-order) sehingga nilai produksi aktual selalu sama dengan jumlah penjualan. Dalam situasi ini hubungan linier antara variabel independen (X) dan variabel dependen (Y) tidak memiliki variasi, sehingga nilai slope (b) = 1, dan nilai intercept (a) = 0.

4.3. Implementasi Sistem Prediksi Produksi Berbasis Web

Sistem prediksi produksi diimplementasikan pada aplikasi kasir Moshi Mochi berbasis web menggunakan framework *Laravel*. Sistem prediksi ini dibuat dalam satu halaman prediksi produksi, pada gambar 1 ditunjukkan halaman prediksi dengan data historis penjualan dan prediksi, serta sebuah tombol untuk menghitung prediksi penjualan dan prediksi produksi.

Pada halaman prediksi produksi, terdapat dua tombol, yaitu tombol Sembunyikan/Tampilkan Riwayat, yang berfungsi untuk menampilkan data historis produksi dan penjualan dan tombol Prediksi Penjualan dan Produksi untuk melakukan prediksi penjualan dan prediksi produksi secara bersamaan/ sekaligus. Gambar 4 akan menunjukkan halaman prediksi produksi dengan data historis produksi dan penjualan ditampilkan.

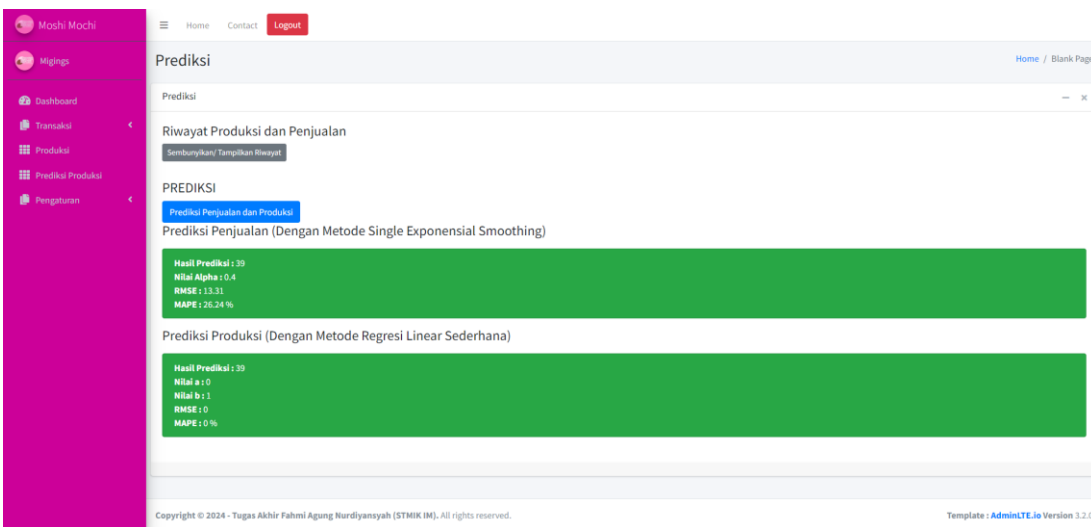


Gambar 1. Halaman Prediksi Produksi

Gambar 2 akan memunculkan hasil prediksi penjualan dan produksi ketika tombol prediksi penjualan dan produksi di klik.

Tanggal Penjualan	Jumlah Produksi	Jumlah Transaksi
2023-09-15	36	36
2023-09-27	44	44
2024-04-26	70	70
2024-05-03	54	54
2024-05-17	63	63
2024-05-24	63	63
2024-06-07	63	63
2024-06-14	54	54
2024-06-28	64	64
2024-07-05	48	48
2024-07-19	45	45
2024-07-25	51	51

Gambar 2. Data Historis Produksi dan Penjualan



Gambar 3. Hasil Prediksi Penjualan dan Produksi

Pada gambar 3 dapat dilihat, bahwa hasil perhitungan manual sebelumnya sudah berhasil diimplementasikan kedalam aplikasi kasir Moshi Mochi. Pada prediksi penjualan ditampilkan hasil prediksi penjualan, nilai α yang digunakan dan nilai *RMSE* dan juga nilai *MAPE*nya. Pada prediksi produksi, ditampilkan hasil prediksi produksi, nilai a , nilai b dan nilai *RMSE* dan juga nilai *MAPE*nya. Hal ini menunjukkan bahwa fungsi prediksi pada sistem telah berhasil berjalan sesuai dengan model perhitungan manual yang dilakukan sebelumnya.

4.4 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, metode *Single Exponential Smoothing (SES)* dengan nilai $\alpha = 0,4$ menghasilkan nilai *RMSE* terkecil sebesar 13,31 serta nilai *MAPE* terkecil sebesar 26,24%, yang berdasarkan karakteristik nilai *MAPE* berada pada kategori "Cukup Baik". Sementara itu, model *Regresi Linier Sederhana* menghasilkan nilai *RMSE* 0 dan nilai *MAPE* sebesar 0% yang menunjukkan tidak adanya kesalahan prediksi antara nilai aktual dan nilai prediksi. Dengan demikian, performa akurasi model prediksi kombinasi *Single Exponential Smoothing* dan *Regresi Linier Sederhana* mencapai 100% pada skala 0-100 dan termasuk dalam kategori "Sangat Baik" pada tahap prediksi produksi, karena nilai prediksi identik dengan nilai aktual.

Metode *Single Exponential Smoothing (SES)* $\alpha = 0,4$ terbukti memberikan akurasi terbaik pada peramalan penjualan. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mengkaji penggunaan *Exponential Smoothing* untuk menentukan produksi [9] dan penerapan *Single Exponential Smoothing* untuk prediksi penjualan bahan bangunan [4], yang menunjukkan bahwa metode *SES* mampu memberikan prediksi yang cukup akurat pada data penjualan dengan pola historis yang stabil. Dengan demikian hasil penelitian ini memperkuat bukti bahwa *SES* efektif digunakan pada kasus peramalan permintaan produk UMKM.

Selanjutnya Nilai prediksi penjualan menggunakan *SES* kemudian digunakan sebagai variabel input dalam model *Regresi Linier Sederhana*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai *RMSE* sebesar 0 dan nilai *MAPE* sebesar 0%, yang berarti hasil prediksi produksi identik dengan data aktual. Hal ini konsisten dengan penelitian yang mengkaji prediksi produksi beras di pulau Sumatera [6] dan penerapan metode linier regresi dalam prediksi produksi pia [7], yang menemukan bahwa *regresi linier* memberikan hasil prediksi yang sangat akurat apabila hubungan antar variabel bersifat linier dan tidak bervariasi. Kondisi ini terjadi pada usaha Moshi Mochi yang menggunakan sistem pre-order, sehingga jumlah produksi selalu mengikuti jumlah penjualan.

Kontribusi utama penelitian ini terlihat dari performa akurasi kombinasi metode yang dihasilkan. Nilai *MAPE* sebesar 26,24% pada tahap peramalan penjualan menunjukkan akurasi kategori cukup baik, sejalan dengan penelitian [9] dan [4] yang juga menemukan bahwa metode *Single Exponential Smoothing* efektif digunakan pada pola data penjualan yang stabil. Selanjutnya, nilai *MAPE* 0% pada tahap prediksi produksi menunjukkan bahwa performa akurasi model mencapai 100% pada skala 0-100, yang termasuk pada kategori sangat baik. Temuan ini memperkuat hasil penelitian [6] bahwa *regresi linier* mampu menghasilkan prediksi yang sangat presisi ketika hubungan antara variabel bersifat linier dan konsisten. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya mendukung temuan-temuan sebelumnya, tetapi juga mempertegas bahwa integrasi kedua metode dapat menghasilkan prediksi produksi yang lebih komprehensif, khususnya pada konteks usaha kecil berbasis *pre-order* seperti Moshi Mochi.

5. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian performa akurasi, metode *Single Exponential Smoothing (SES)* dengan nilai $\alpha = 0,4$ menghasilkan prediksi penjualan paling optimal dengan nilai *RMSE* sebesar 13,31 dan nilai *MAPE* sebesar 26,24% yang termasuk dalam kategori cukup baik. Nilai prediksi penjualan sebesar 39,08 tersebut kemudian digunakan sebagai variabel input dalam model *Regresi Linier Sederhana*, untuk memprediksi jumlah produksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model *regresi* menghasilkan nilai prediksi produksi sebesar 39 buah mochi dengan nilai *RMSE* = 0 dan *MAPE* = 0%. Nilai kesalahan nol ini mengindikasikan bahwa performa akurasi algoritma kombinasi *Regresi Linier Sederhana* dan *Single Exponential Smoothing* mencapai 100% pada skala 0-100, sehingga menegaskan bahwa model regresi mampu merepresentasikan hubungan linier antara penjualan dan produksi pada usaha Moshi Mochi secara sangat akurat.

Temuan utama penelitian ini adalah bahwa kombinasi metode *SES* dan *Regresi Linier Sederhana* mampu menghasilkan prediksi penjualan dan produksi dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi, serta dapat diimplementasikan secara efektif dalam sistem kasir berbasis web. Model prediksi ini bekerja sangat baik untuk data dengan pola yang stabil dan tidak bervariasi seperti pada usaha pre-order.

Namun demikian, tingkat akurasi yang tinggi ini dipengaruhi oleh karakteristik data yang tidak memiliki selisih antara penjualan dan produksi. Oleh karena itu, model ini berpotensi menghasilkan performa berbeda apabila diterapkan pada usaha dengan pola penjualan yang fluktuatif atau musiman. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan dataset yang lebih beragam serta menguji metode prediksi tambahan agar model dapat menangani variasi pola permintaan yang lebih kompleks.

Daftar Referensi

- [1] N. Achmad Abdillah, K. Auliasari, and M. Orisa, "Peramalan Penjualan Mukena Dengan Metode Single Exponential Smoothing Berbasis Web," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 4, pp. 2288–2294, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i4.7484.
- [2] M. R. Athallah and A. F. Rozi, "Implementasi Data Mining Untuk Prediksi Peramalan Penjualan Produk Hj Karpel Menggunakan Metode Linear Regression," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 3, pp. 180–187, 2023, doi: 10.47233/jsit.v2i3.550.
- [3] B. W. Yudanto and B. Hartanto, "Implementasi Metode Single Exponential Smoothing dalam Melakukan Perkiraan Stok Barang di Toko Makanan Ringan Berbasis Sistem Informasi," *J. Econ. Manag. Account. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 188–199, 2022, doi: 10.32500/jematech.v5i2.2563.
- [4] K. Komariah, E. Kurniawan, and M. Handayani, "Penerapan Metode Single Exponential Smoothing Untuk Prediksi Penjualan Bahan Bangunan," *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 896–905, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i2.2140.
- [5] S. Anam, J. Dedy Irawan, and Y. Agus Pranoto, "Sistem Forecasting Penjualan Konveksi Dengan Metode Single Exponential Smoothing," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 4, pp. 2272–2279, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i4.7471.
- [6] U. Patrio, Y. Yuliska, and Y. Lulu Widyasari, "Predicting Rice Production In Sumatra Island Using Linear Regression," 2024, doi: 10.4108/eai.21-9-2023.2342997.
- [7] A. rahmat K. Haba, "Penerapan Metode Linier Regresi Dalam Prediksi Produksi Pia," *Simtek J. Sist. Inf. dan Tek. Komput.*, vol. 6, no. 2, pp. 178–180, 2021, doi: 10.51876/simtek.v6i2.112.
- [8] M. Fadhilah, M. Martanto, and I. Ali, "Prediksi Jumlah Produksi Sablon Tahun Menggunakan Algoritma Regresi Linear di Nolbas SVNR," *Intern. (Information Syst. Journal)*, vol. 6, no. 1, pp. 22–32, 2023, doi: 10.32627/internal.v6i1.688.
- [9] Y. Utami, D. Vinsensia, and E. Panggabean, "Forecasting Exponential Smoothing untuk Menentukan Jumlah Produksi," *J. Ilmu Komput. dan Sist. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 154–160, 2024, doi: 10.55338/jikoms.v7i1.2853.
- [10] Sarah Dwi Az-Zahra and Depriwana Rahmi, "Peramalan Jumlah Produksi Buah Nanas di Provinsi Riau Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing," *JMT J. Mat. dan Terap.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2024, doi: 10.21009/jmt.6.1.1.
- [11] H. D. Prasetya and M. A. I. Pakereng, "Prediksi Jumlah Produksi Terhadap Kebutuhan Pasar di PT. Morich Indo Fashion Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing," *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 7, no. 1, pp. 149–159, 2023, doi: 10.35870/jtik.v7i1.672.
- [12] O. J. Ababil, S. A. Wibowo, and H. Zulfia Zahro', "Penerapan Metode Regresi Linier Dalam Prediksi Penjualan Liquid Vape Di Toko Vapor Pandaan Berbasis Website," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 186–195, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i1.4537.
- [13] P. A. Duran, A. V. Vitianingsih, M. S. Riza, A. L. Maukar, and S. F. A. Wati, "Data Mining Untuk Prediksi Penjualan Menggunakan Metode Simple Linear Regression," *Teknika*, vol. 13, no. 1, pp. 27–34, 2024, doi: 10.34148/teknika.v13i1.712.
- [14] S. Napitupulu and N. A. Siagian, "Prediksi Data Produksi Menggunakan Regresi Linear Sederhana," *JDMIS J. Data Min. Inf. Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 95–105, 2023, doi: 10.54259/jdmis.v1i2.1956.

- [15] S. Putri, Agunawan, and N. Istiqamah, "Perbandingan Kinerja Metode Simple Regresi Linear dan Single Exponential Smoothing untuk Forecasting Produksi Nikel pada PT . Jaga Aman Sejahtera," *J. Fokus Elektroda Energi List. Telekomun. Komputer, Elektron. dan Kendali*, vol. 10, no. 01, pp. 6–12, 2025.