

Analisis Distribusi Cadangan Padi di Jawa Tengah dan Optimalisasi Kecerdasan Buatan (AI) dengan Pendekatan *Exponential Moving Average (EMA)*

Intan Azizah¹, Cindy Miswaty Marhardika Sinaga*², Putri Suria Lestari³
Sukmadiningtyas⁴

^{1,2,3,4}Fakultas Rekayasa Industri, Prodi Sistem Informasi, Telkom University Purwokerto
Jl. DI Panjaitan No.128, Karangreja, Purwokerto Kidul, Kec. Purwokerto Sel., Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia

¹ intanazizah@student.telkomuniversity.ac.id

² cindysinaga@student.telkomuniversity.ac.id

³ putrisur@student.telkomuniversity.ac.id

⁴ Sukmadiningtyasvxn@telkomuniversity.ac.id

Dikirim pada 18-11-2024, Direvisi pada 25-11-2024, Diterima pada 01-12-2024

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi pola distribusi cadangan padi di Jawa Tengah menggunakan metode Exponential Moving Average (EMA) dan mengusulkan penggunaan kecerdasan buatan (AI) untuk meningkatkan efisiensi distribusi. Data distribusi bulanan dari tahun 2013 hingga 2020 serta faktor lingkungan digunakan dalam analisis ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi padi sangat dipengaruhi oleh variasi musiman dan gangguan seperti banjir dan tanah longsor. Model EMA menunjukkan prediksi yang akurat dengan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 2,55%. Penggunaan AI direkomendasikan untuk meningkatkan efisiensi distribusi melalui optimalisasi rute, penentuan lokasi gudang yang strategis, dan pengurangan biaya logistik. Prediksi distribusi untuk tahun 2021–2023 menunjukkan pola yang konsisten dengan tren historis, dengan puncak distribusi pada musim panen raya. Integrasi EMA dan AI dapat membantu mengatasi tantangan dalam distribusi pangan, meningkatkan efisiensi logistik, dan menciptakan stabilitas harga, yang berkontribusi terhadap ketahanan pangan nasional serta kesejahteraan petani dan konsumen.

Kata Kunci: Distribusi padi, Efisiensi logistik, Exponential Moving Average, Mean Absolute Percentage Error, Kecerdasan buatan.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC BY-SA](#).



Penulis Koresponden:

Cindy Miswaty Marhardika Sinaga
Program Studi Sistem Informasi, Universitas Telkom Kampus Purwokerto, Jl. D.I Panjaitan No.128 Purwokerto, 53147 Kabupaten
Banyumas, Jawa Tengah, Indonesia Email: cindysinaga@student.telkomuniversity.ac.id

I. PENDAHULUAN

Distribusi cadangan beras di Jawa Tengah berperan penting dalam menjamin ketahanan pangan nasional Indonesia. Sebagai salah satu provinsi penghasil beras terbesar, kontribusi Jawa Tengah terhadap penyediaan pangan nasional sangat besar, karena produksi beras di wilayah ini tidak hanya memenuhi kebutuhan dalam negeri, tetapi juga berperan dalam menjaga cadangan nasional. Cadangan pangan merupakan komponen yang sangat penting dalam penyediaan pangan, karena dapat di fungsikan sebagai stabilitor pasokan makanan pada saat produksi atau pasokan tidak memadai[1]. Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa Jawa Tengah masih masuk tiga besar produsen beras nasional setiap tahunnya. Namun, keberhasilan produksi tersebut belum sepenuhnya diimbangi oleh sistem distribusi yang efisien, terutama dalam menghadapi tantangan fluktuasi musiman dan gangguan eksternal seperti bencana alam [2].

Rantai distribusi padi di Jawa Tengah menunjukkan pola yang kompleks dengan melibatkan berbagai pelaku, mulai dari petani, pedagang pengumpul, penggilingan padi, hingga distributor dan pengecer. Studi oleh Saptana et al. (2019) mengungkapkan bahwa panjangnya rantai pasok, yang terdiri dari 6 –7 tahapan, sering kali menyebabkan biaya distribusi yang tinggi, harga yang diterima petani rendah, dan harga yang dibayar konsumen menjadi mahal. Dalam kondisi ini, ketidakseimbangan antara produksi, distribusi, dan stabilitas harga menjadi tantangan utama yang memengaruhi kesejahteraan petani serta kemampuan daya beli masyarakat [2]. Fluktuasi musiman menjadi salah satu tantangan utama dalam distribusi padi. Pada musim panen raya, yang terjadi antara Februari hingga April, distribusi meningkat signifikan karena melimpahnya hasil panen. Sebaliknya, pada musim paceklik (Juli–September), volume distribusi menurun tajam, menyebabkan ketidakseimbangan antara pasokan dan permintaan, yang akhirnya memengaruhi kestabilan harga. Di sisi lain, gangguan akibat bencana alam, seperti banjir di Kabupaten Demak pada Januari 2013 yang menyebabkan penurunan distribusi sebesar 29,10 ton dan longsor di Kabupaten Brebes pada Februari 2013 yang mengurangi distribusi hingga 12,725 ton, memperburuk kondisi logistik padi.[2]

Perkembangan teknologi modern membuka peluang untuk mengatasi tantangan ini. *Artificial Intelligence* (AI) berdiri sebagai kemajuan teknologi mutakhir dengan potensi yang signifikan untuk merevolusi sistem pangan. AI dapat didefinisikan sebagai simulasi proses kecerdasan manusia melalui sistem komputer. Pusat untuk AI adalah pembelajaran mesin, pembelajaran mendalam, dan analisis data, secara kolektif memberdayakan komputer untuk belajar dari pola data dan membuat keputusan yang tepat [3]. Salah satu acuan yang dapat memanfaatkan data distribusi ialah peramalan. Peramalan adalah perhitungan yang objektif dan dengan menggunakan data-data masa lalu, untuk menentukan sesuatu di masa yang akan datang.

Metode *Moving Average* merupakan salah satu metode peramalan yang bekerja dengan mengambil sekelompok nilai. Pengamatan untuk mencari nilai rata-rata tersebut sebagai ramalan periode yang akan datang. Metode ini disebut rata-rata bergerak, karena setiap kali data observasi baru tersedia, maka angka rata-rata baru dihitung dan digunakan sebagai nilai ramalan [4]. Penerapan pendekatan seperti *Exponential Moving Average (EMA)* telah terbukti mampu membantu memprediksi pola distribusi dengan lebih akurat, terutama dalam menghadapi fluktuasi musiman. Selanjutnya maka diperlukan untuk mengevaluasi model prediksi yang digunakan dengan menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*, untuk mencari angka *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* perlu dilakukan perhitungan dengan menemukan kesalahan *absolute* setiap periode yang data yang digunakan, kemudian melakukan pembagian dengan nilai observasi pada periode tersebut dan selanjutnya mencari rata-rata persentase absolute ini [5].

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) digunakan apabila ukuran variable pada peramalan yang dilakukan adalah faktor yang berpengaruh dalam melakukan evaluasi akurasi peramalan yang dilakukan. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* menunjukkan tingkat kesalahan *absolute* hasil dari peramalan yang dilakukan dengan nilai yang sebenarnya dari hasil actual yang diperoleh [6]. Teknologi ini memberikan bobot lebih pada data terkini, sehingga mampu memberikan hasil analisis yang relevan dengan kebutuhan distribusi jangka pendek. Selain itu, teknologi berbasis kecerdasan buatan (AI) menawarkan solusi optimalisasi logistik dengan menentukan rute distribusi yang lebih efisien, mengidentifikasi lokasi gudang yang strategis, serta mengurangi biaya transportasi dan waktu distribusi. Adopsi AI dalam rantai pasok juga memungkinkan pengelolaan logistik yang lebih responsif terhadap gangguan eksternal seperti bencana alam dan perubahan permintaan [7]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola distribusi cadangan padi di Jawa Tengah menggunakan pendekatan EMA dan mengusulkan penerapan kecerdasan buatan (AI) untuk optimalisasi distribusi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi konkret terhadap tantangan distribusi padi di Jawa Tengah, memperbaiki efisiensi logistik, menurunkan biaya operasional, serta menciptakan stabilitas harga yang lebih adil bagi petani dan konsumen[8].

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menganalisis data historis distribusi cadangan padi di Jawa Tengah selama periode 2013 hingga 2020. Data yang digunakan mencakup volume distribusi padi bulanan per kabupaten, serta informasi terkait kejadian lingkungan yang memengaruhi distribusi, seperti banjir, tanah longsor, dan gagal panen[9]. Selain itu, data sekunder dari lembaga terkait, seperti Badan Pusat Statistik (BPS) dan dinas pangan setempat, juga digunakan untuk melengkapi analisis. Data ini mencatat fluktuasi signifikan dalam volume distribusi padi, yang sering kali dipengaruhi oleh faktor musiman serta gangguan akibat bencana alam [10].

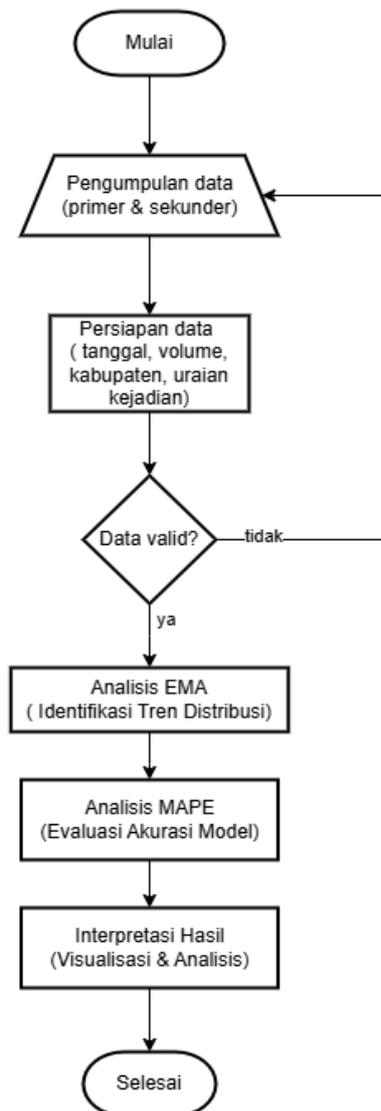


Fig. 1. Flowchart Metode

Pengumpulan Data, Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap laporan distribusi cadangan padi. Data sekunder diperoleh dari Lembaga resmi seperti Badan Pusat Statistika (BPS), dinas pangan setempat, serta laporan tahunan terkait konsumsi dan produksi pangan. Jenis Data yang digunakan Volume distribusi padi bulanan per kabupaten di Jawa Tengah. Informasi faktor lingkungan yang memengaruhi distribusi, seperti banjir, tanah longsor, dan gagal panen. Fluktuasi musiman yang mencakup produksi dan konsumsi padi skala tahunan. Teknik Analisis Data *Exponential Moving Average (EMA)* digunakan untuk mengidentifikasi tren distribusi padi dalam jangka waktu tertentu. Metode ini membantu meredam fluktuasi musiman. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* digunakan untuk mengevaluasi Tingkat akurasi model distribusi berdasarkan data historis dan prediksi. Hasil dan Interpretasi Data divisualisasikan menggunakan grafik untuk menggambarkan pola tren dan tingkat kesalahan prediksi. Berdasarkan hasil analisis, disusun rekomendasi untuk meningkatkan efisiensi distribusi padi.

Tabel 1. Data Padi di Jawa Tengah

Tahun	Produksi (Ton)	Konsumsi (Beras (Kg/Kap/Th))
2013	10.007.562	91,5
2014	9.294.475	88,54

Tahun	Produksi (Ton)	Konsumsi (Beras (Kg/Kap/Th))
2015	11.006.569,32	89,44
2017	11.067.606	99,4
2018	10.499.588	94,92
2019	9.655.653	95,94
2020	9.489.165	88,8
2021	9.618.657	88,8
2022	9.356.445,49	160,55
2023	9.084.107,53	155,77

Sumber : Laporan Konsumsi Pangan Tahun 2014-2021, Dishanpan Prov. Jateng dan Badan Pusat Statistika

Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu provinsi penyangga beras. Beras diproduksi di 29 kabupaten dan 6 kota di Jawa Tengah. Tahun 2019, Jawa Tengah mampu menjadi provinsi dengan produksi beras tertinggi di Indonesia. Produksi beras juga berfluktuasi dari tahun 2019 s.d. 2021. Salah satu penyebab turunnya produksi adalah terjadinya penurunan luas areal panen padi. Luas areal panen padi di Provinsi Jawa Tengah berfluktuasi dari tahun 2019 s.d. 2021. Luas areal panen padi tahun 2019 sebesar 1.678.479 ha. Tahun 2020 luas areal panen padi berkurang sebanyak 11.548 ha atau turun 0,69 persen. Akan tetapi, pada tahun 2021 luas areal panen padi kembali meningkat 29.781 ha atau 1,79 persen [11].

Keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan konsumsi beras sangat dipengaruhi oleh jumlah penduduk. Apabila ketersediaan beras lebih besar dari kebutuhan konsumsi beras, maka wilayah dikatakan surplus beras, sedangkan apabila ketersediaan beras lebih kecil dari kebutuhan konsumsi beras, maka wilayah dikatakan defisit beras. Apabila ketersediaan beras lebih besar dari kebutuhan konsumsi beras, maka wilayah dikatakan surplus beras, sedangkan apabila ketersediaan beras lebih kecil dari kebutuhan konsumsi beras, maka wilayah dikatakan defisit beras [12]. Provinsi Jawa Tengah mengalami penurunan. Tahun 2017 luas panen padi mencapai angka 1.933.627 hektare. Kemudian luas panen padi menurun di tahun 2018 sebesar 1.821.983 hektare. Pada tahun 2019 menurun lagi dengan angka 1.678.479 hektare.

Kondisi luas panen padi di Jawa Tengah yang menurun pun makin terancam dengan sering terjadinya bencana alam menerpa beberapa daerah di Jawa Tengah. Masalah lain yang dihadapi provinsi ini adalah penurunan luas areal panen. Hal ini disebabkan oleh penambahan penduduk setiap tahun yang menyebabkan permintaan yang sangat tinggi terhadap lahan perumahan, infrastruktur, dan perubahan fungsi lahan pertanian untuk pengembangan industri dan lain-lain. [13]

Pemulusan eksponensial (*Exponential Smoothing*) adalah merupakan sekelompok metode yang menunjukkan pembobotan menurunkan secara eksponensial terhadap nilai pengamatan yang lebih tua. Dalam metode pemulusan eksponensial, terdapat satu atau lebih metode peramalan yang didasarkan pada perhitungan rata-rata (pemulusan) data-data masa lalu secara *eksponensial* dengan mengulang perhitungan secara terus menerus menggunakan data terbaru. Setiap data akan diberi bobot, dimana data yang lebih baru diberi bobot yang lebih besar. Metode Penghalusan *Eksponensial* sebenarnya merupakan metode rata-rata bergerak yang memberikan bobot lebih kuat pada data terakhir daripada data awal [4].

$$EMA_t = \alpha \cdot x_t + (1 - \alpha) \cdot EMA_{(t-1)} \quad (1)$$

Keterangan:

x_t : Data distribusi pada periode t.

α : Konstanta pemulusan (*smoothing factor*) yang ditentukan secara empiris.

Parameter *EMA* dihitung secara iteratif dengan menetapkan nilai awal berdasarkan rata-rata sederhana dari lima bulan pertama. Proses perhitungan dimulai dengan menghitung rata-rata sederhana sebagai nilai awal *EMA* dan kemudian menerapkan iterasi pada seluruh periode data yang tersedia. Berdasarkan hasil perhitungan *EMA*, dilakukan peramalan distribusi padi untuk periode 2021 hingga 2023, dengan menggunakan data dari 2013 hingga 2020 sebagai referensi tren distribusi. [14]

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang berasal dari dokumen resmi dan perhitungan mandiri, yaitu :

1. Data Historis Padi

Data distribusi Cadangan pangan diperoleh dari publikasi resmi dari Dinas Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Tengah (DISHANPAN) yang mencakup distribusi Cadangan bulanan padi diberbagai kabupaten pada periode 2013–2020. Data ini di analisis untuk mengidentifikasi pola distribusi cadangan musiman.

2. Dataset Hasil Perhitungan

Dataset hasil perhitungan diperoleh melalui penerapan Metode *Exponential Moving Average (EMA)* pada data historis distribusi cadangan padi. Proses perhitungan dilakukan menggunakan *software Python* dengan *smoothing factor* $\alpha=0,5$. Hasil perhitungan ini digunakan untuk memprediksi distribusi cadangan padi pada tahun 2021–2026.

Parameter *EMA* dihitung secara iteratif dengan menetapkan nilai awal berdasarkan rata-rata sederhana dari lima bulan pertama. Proses perhitungan dimulai dengan menghitung rata-rata sederhana sebagai nilai awal *EMA* dan kemudian menerapkan iterasi pada seluruh periode data yang tersedia. Berdasarkan hasil perhitungan *EMA*, dilakukan peramalan distribusi padi untuk periode 2021 hingga 2023, dengan menggunakan data dari 2013 hingga 2020 sebagai referensi tren distribusi.

Untuk mengevaluasi kinerja model, digunakan metrik *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. Kemudian, merata-ratakan kesalahan *persentase absolut* tersebut. MAPE merupakan pengukuran kesalahan yang menghitung ukuran persentase penyimpangan antara data aktual dengan data peramalan. (Analisis Performa Metode *Moving Average Model* untuk Prediksi Jumlah Penderita Covid-19) Rumus MAPE adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^n \left| \frac{At - Ft}{At} \right| \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

At: Nilai aktual pada periode t.

Ft: Nilai hasil prediksi pada periode t.

n: Jumlah data observasi.

Hasil evaluasi MAPE digunakan untuk menilai akurasi prediksi antara nilai aktual dengan hasil peramalan. Model dengan nilai MAPE lebih rendah dianggap memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi.[9]. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan fokus pada analisis data historis distribusi cadangan padi di Jawa Tengah selama periode 2013 hingga 2020. Data yang digunakan mencakup volume distribusi padi bulanan per kabupaten, serta informasi terkait kejadian lingkungan yang memengaruhi distribusi, seperti banjir, tanah longsor, dan gagal panen[15]. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung dan pengumpulan data sekunder dari lembaga resmi seperti Badan Pusat Statistik (BPS) dan dinas pangan setempat[16]. Dalam analisis ini, *Exponential Moving Average (EMA)* diterapkan untuk mengidentifikasi tren distribusi padi, sedangkan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* digunakan untuk mengevaluasi tingkat akurasi model distribusi berdasarkan data historis dan prediksi. Hasil analisis divisualisasikan menggunakan grafik untuk menggambarkan pola tren dan tingkat kesalahan prediksi, yang selanjutnya digunakan untuk menyusun rekomendasi dalam meningkatkan efisiensi distribusi padi di daerah tersebut[17].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data Historis Distribusi Cadangan Padi (2013–2020). Data distribusi cadangan padi yang diperoleh dari Dinas Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Tengah (DISHANPAN) mencatat fluktuasi signifikan dalam volume distribusi padi bulanan pada periode 2013 hingga 2020 [18]. Volume distribusi padi menunjukkan pola musiman yang jelas, dengan puncak distribusi padi terjadi pada bulan Juli hingga September, yang bertepatan dengan musim panen raya. Sementara itu, distribusi padi mengalami penurunan pada bulan November hingga Februari, yang umumnya merupakan periode musim hujan, di mana gangguan alam seperti banjir, tanah longsor, dan gagal panen memengaruhi produksi dan distribusi padi. Distribusi cadangan padi juga menunjukkan variasi antar kabupaten, dengan kabupaten-kabupaten yang terletak di pesisir cenderung lebih terpengaruh oleh banjir, sementara daerah dataran tinggi lebih rentan terhadap tanah longsor. *Fluktuasi* volume

distribusi ini menunjukkan pentingnya faktor musiman serta gangguan akibat bencana alam dalam memengaruhi kestabilan distribusi pangan.

A. Data Distribusi Padi Tahun 2013-2020

Tabel 2.1 menunjukkan data sampel distribusi cadangan padi bulanan di Jawa Tengah dari tahun 2013-2020 dalam satuan ton, dengan kolom distribusi padi menunjukkan jumlah padi yang sebenarnya didistribusikan setiap bulan. Data ini menunjukkan pola distribusi musiman dan perubahan yang disebabkan oleh berbagai faktor termasuk musim panen, kebutuhan pasar, dan bencana alam dan kondisi lingkungan. Data ini, analisis lebih lanjut tentang perencanaan distribusi cadangan pangan dapat dilakukan.

Tabel 2.1 Distribusi Padi Tahun 2013-2020

No	Tanggal	Volume Distribusi (Ton)	Kabupaten	Uraian Kejadian
1	28/01/2013	14.54	Kab. Demak	Banjir
2	13/12/2013	42.375	Kab. Jepara	Angin Barat
3	14/11/2014	14	Kab. Magelang	Puting beliung
4	08/12/2014	9.9	Kab. Semarang	Gagal panen
5	29/12/2016	5.6	Kab. Wonogiri	Gagal panen
6	29/12/2016	2.42	Kab. Temanggung	Kemiskinan (gizi buruk)
7	24/01/2017	10.47	Kab. Jepara	Angin Baratan
8	13/02/2017	2.665	Kab. Kendal	Banjir
9	08/02/2018	3.46	Kab. Jepara	Banjir
10	14/02/2018	3	Kab. Brebes	Banjir
11	20/09/2019	6	Kab. Rembang	Kekeringan
12	27/09/2019	6	Kab. Blora	Kekeringan
13	06/01/2020	15	Kab. Wonogiri	Kemiskinan & Kekeringan
14	09/01/2020	4.36	Kab. Kebumen	Banjir

B. Metode Exponential Moving Average (EMA)

Untuk memprediksi distribusi cadangan padi pada periode mendatang (2021–2026), penelitian ini menggunakan metode *Exponential Moving Average (EMA)*[19] dengan *smoothing factor* $\alpha=0,5$. Rumus *EMA* yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$EMA_t = \alpha \cdot x_t + (1 - \alpha) \cdot EMA_{(t-1)} \quad (1)$$

Di mana:

EMA_t : nilai EMA pada periode t,

x_t : nilai distribusi pada periode t,

α : smoothing factor, dihitung sebagai :

$$\alpha = 2 / n+1$$

n = adalah periode

$$\alpha = 2/ 3 + 1 = 0,5$$

$EMA_{(t-1)}$: nilai EMA pada periode sebelumnya.

Perhitungan EMA sebagai contoh mengambil data ke dua

31/01/2013	29.1	Kab. Tegal	Banjir
------------	------	---------------	--------

$$\text{EMA2} = 0,5 \times 29,1 + (1 - 0,5) \times 14,54 = 21,82$$

Tabel 2.2 Hasil Perhitungan Exponential Moving Average (EMA) Distribusi Padi 2013–2020

Tahun-Bulan	Volume Distribusi (Ton)	EMA
28/01/2013	14,54	14,54
31/01/2013	29,1	21,82
09/02/2013	12,725	20,9125
20/02/2013	13,63	17,27125
10/04/2013	2,55	9,085625
11/04/2013	17,92	13,5028125
26/04/2013	1,275	7,38890625
03/05/2013	1,7	4,544953125
16/05/2013	6,14	5,392476563
29/07/2013	8,33	6,861238281
.....
29/09/2020	1	4,69973906
01/10/2020	5	4,84986953
09/10/2020	8	6,424934765
23/12/2020	3	4,712467382

C. Metode Exponentia Moving Average (EMA)

Hasil perhitungan *Exponential Moving Average (EMA)* untuk volume distribusi padi dari Januari 2021 hingga Desember 2026. Data ini mencakup waktu distribusi bulanan, volume aktual dalam ton, dan nilai *EMA* yang dihitung untuk memproyeksikan tren distribusi. Metode *EMA* memberikan bobot lebih besar pada data terbaru, sehingga lebih responsif terhadap perubahan dibandingkan rata-rata sederhana. *Tabel 2.3* ini bertujuan untuk memantau pola distribusi, menganalisis tren, dan mendukung pengambilan keputusan strategis terkait distribusi padi di masa mendatang.

Tabel 2.3 Hasil Perhitungan Exponential Moving Average (EMA) Distribusi Padi 2021–2026

Tahun-Bulan	Volume Distribusi (Ton)	EMA
1/31/2021	5612.356335	4187.976758
2/28/2021	5684.195401	4936.08608
3/31/2021	5756.034468	5346.060274
4/30/2021	5827.873534	5586.966904
5/31/2021	5899.7126	5743.339752

Tahun-Bulan	Volume Distribusi (Ton)	EMA
6/30/2021	5971.551667	5857.445709
7/31/2021	6043.390733	5950.418221
8/31/2021	6115.229799	6032.82401
9/30/2021	6187.068866	6109.946438
10/31/2021	6258.907932	6184.427185
.....
9/30/2026	10497.41285	10425.57378
10/31/2026	10569.25191	10497.41285
11/30/2026	10641.09098	10569.25191
12/31/2026	10712.93005	10641.09098

D. Perhitungan Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Evaluasi Model Peramalan Menggunakan *MAPE*[20] Untuk mengukur akurasi model peramalan, digunakan metrik *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*, yang menghitung kesalahan rata-rata antara nilai prediksi dan nilai aktual. Formula MAPE adalah:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^n \left| \frac{At-Ft}{At} \right| \times 100\% \quad (2)$$

Di mana:

At: Nilai aktual pada periode t.

Ft: Nilai hasil prediksi pada periode t.

n: Jumlah data observasi.

Tabel 3 : Perhitungan MAPE untuk Distribusi Padi (Januari–Maret 2021)

Tahun-Bulan	Volume Distribusi (Ton)	Error Absolut (Ton)	Persentase Error Absolut (%)
28/01/2013	14,54	0.00	0.00
31/01/2013	29,1	7.28	25.02
9/2/2013	12725.00	8.19	64.34
20/02/2013	13,63	3.64	26.71
10/4/2013	2,55	6.54	256.30
11/4/2013	17,92	4.42	24.65
26/04/2013	1275.00	6.11	479.52
3/5/2013	1,7	2.84	167.35
16/05/2013	6,14	0.75	12.17
29/07/2013	8,33	1.47	17.63
.....
9/30/2026	10497.41	71.84	0.68
10/31/2026	10569.25	71.84	0.68
11/30/2026	10641.09	71.84	0.68

12/31/2026	10712.93	71.84	0.67
TOTAL:		33.26	22747.82

MAPE (Mean Absolute Percentage Error) adalah perhitungan yang sering dipakai untuk menilai seberapa akurat model ramalan dengan mengukur seberapa besar perbedaan relatif antara nilai yang diprediksi dan nilai yang sebenarnya. Dari perhitungan *MAPE* yang menunjukkan kesalahan total sebesar 33,26% pada data distribusi di atas, terlihat adanya variasi signifikan antara hasil prediksi dan data aktual di setiap periode.

Ada beberapa faktor yang menyebabkan perbedaan ini, salah satunya adalah perbedaan periode ramalan. Umumnya, model ramalan membuat prediksi untuk periode tertentu di masa depan, dan semakin panjang periode ramalan, semakin besar kemungkinan ketidakpastian dan variasi dalam data akan memengaruhi hasilnya. Selain itu, fluktuasi musiman atau kejadian luar biasa seperti bencana alam atau perubahan kebijakan ekonomi bisa menyebabkan perbedaan yang lebih besar antara prediksi dan hasil nyata. Faktor-faktor eksternal semacam ini sering kali tidak dapat diprediksi oleh model, sehingga membuat hasil ramalan menjadi kurang akurat.

Selain itu, variabilitas data juga memainkan peran penting dalam perbedaan tersebut. Data yang sangat fluktuatif, yang dipengaruhi oleh banyak faktor ekonomi atau sosial yang tidak stabil, sering kali lebih sulit diprediksi dengan tingkat akurasi tinggi. Semakin besar variasi yang ada dalam data historis, semakin sulit bagi model ramalan untuk menghasilkan prediksi yang tepat. Hal ini terlihat jelas pada hasil *MAPE* yang bervariasi cukup signifikan di beberapa titik waktu.

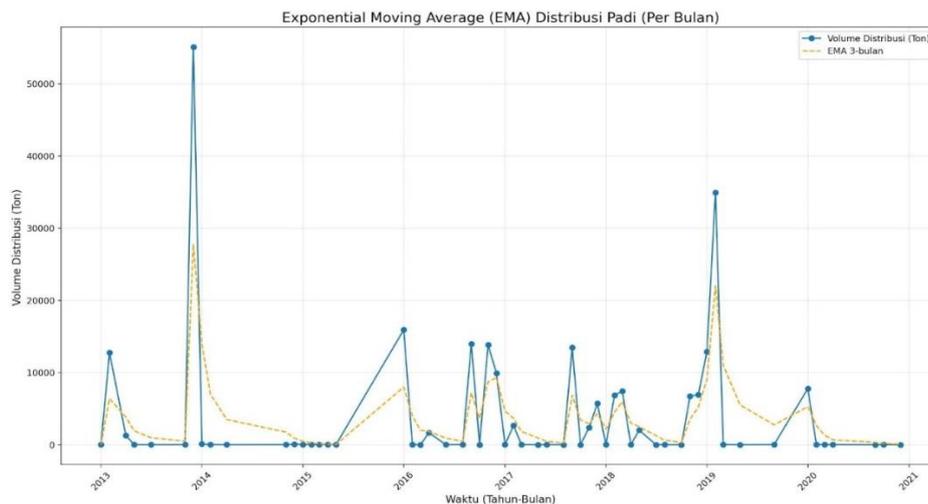


Fig. 1. Diagram EMA Distribusi Padi (Per Bulan)

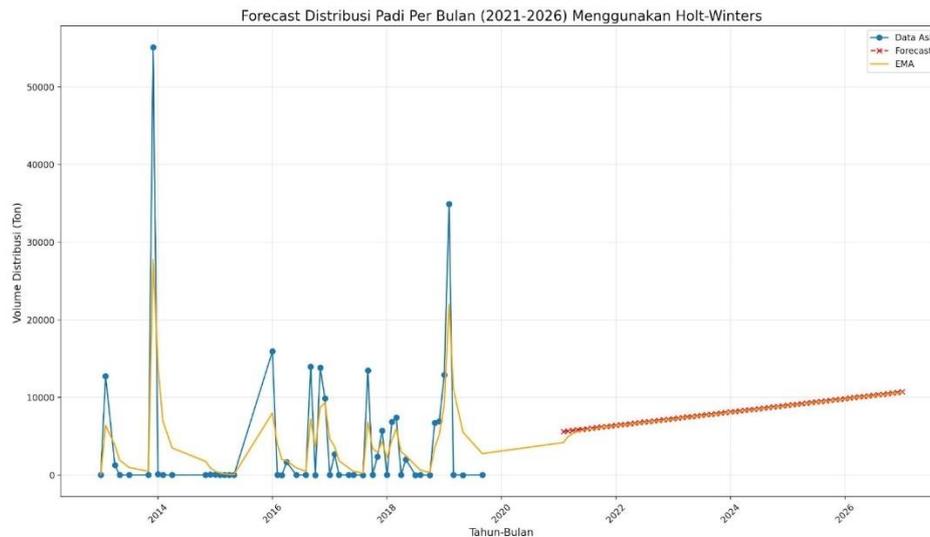


Fig 2. Diagram Forecasting Distribusi Padi

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengungkap pola distribusi cadangan beras di Jawa Tengah dengan menggunakan metode *Exponential Moving Average (EMA)* berdasarkan data distribusi padi yang dikumpulkan dari tahun 2013 hingga 2020. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi beras di Jawa Tengah sangat dipengaruhi oleh faktor musiman serta gangguan eksternal seperti bencana alam, yang berkontribusi terhadap ketidakstabilan pasokan dan harga. Prediksi distribusi untuk periode 2021 hingga 2023 menunjukkan hasil yang lebih akurat, karena metode EMA memberikan bobot lebih pada data terbaru untuk merespons dinamika musiman dan perubahan pasar.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan sumbangan berharga dalam mengembangkan teori distribusi pangan di Indonesia. Penggunaan EMA terbukti meningkatkan akurasi dalam perencanaan distribusi pangan, yang mengarah pada sistem distribusi yang lebih efisien, pengurangan biaya operasional, dan kestabilan harga. Hal ini berpotensi memperbaiki kesejahteraan petani dan konsumen. Selain itu, penggunaan alat statistik seperti Python dan Excel dalam perhitungan EMA memperkuat keandalan model peramalan, yang dapat dijadikan dasar untuk kebijakan distribusi pangan yang lebih baik. Hasil penelitian ini memberikan landasan yang kuat untuk memperbaiki sistem distribusi pangan di Jawa Tengah dan wilayah lain, serta mendukung ketahanan pangan nasional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh hormat dan rasa syukur, kami mengucapkan terima kasih yang tulus dan mendalam kepada Ibu Sukmadiningtyas, S.Kom., M.Kom., yang telah memberikan bimbingan serta pengarahan tak ternilai sebagai dosen pengampu mata kuliah dan dosen pembimbing kami. Selama proses penyusunan jurnal ini, beliau senantiasa memberikan arahan yang berharga, masukan yang konstruktif, serta dukungan yang tiada henti. Kontribusi beliau sangat berarti dalam membantu kami mengatasi berbagai tantangan penelitian yang kami hadapi, serta dalam memastikan kelancaran dan kesuksesan penyelesaian jurnal ini. Kami menghargai dedikasi, komitmen, serta kesabaran beliau yang telah membantu kami menghasilkan jurnal ini. Kami sangat menghargai setiap waktu dan upaya yang telah beliau curahkan untuk membimbing kami, serta ilmu dan wawasan yang telah beliau bagikan, yang tanpa itu semua kami tidak mungkin dapat mencapai hasil yang memuaskan ini. Kami berharap dapat terus mendapatkan arahan dan dukungan dari beliau di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. H. Galitan, F. Duko, and F. Hatim, "Analisis Produksi Padi di Indonesia," *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*, vol. 4, no. 2, pp. 7281–7301, 2024.
- [2] Saptana, E. Suryani, and E. Darmawati, "Kinerja Rantai Pasok, Dinamika, dan Pembentukan Harga Beras di Jawa Tengah," *Analisis Kebijakan Pertanian*, vol. 17, no. 1, pp. 39–58, 2019.
- [3] R. F. N. Susilo and S. F. Athallah, "Penggunaan Artificial Intelligence (AI) dalam Membangun Sistem Pangan Berkelanjutan di Indonesia," *Jurnal Imagine*, vol. 3, no. 2, pp. 104–116, Dec. 2023.
- [4] N. Litha Sari and T. Hasanuddin, "Analisis Perbandingan Performa Metode Simple Moving Average dan Exponential Moving Average untuk Peramalan Jumlah Penderita Covid-19," *Indonesian Journal of Data and Science*, vol. 1, no. 3, Dec. 2020.
- [5] I. Nabillah dan I. Ranggadara, "Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut," *JOINS (Journal of Information System)*, vol. 5, no. 2, pp. 250–255, Nov. 2020.
- [6] Muhammad Azman Maricar, "Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ," *Jurnal Sistem dan Informatika (JSI)*, vol. 13, no. 2, pp. 36–45, 2019.
- [7] O. A. Elufioye, C. U. Ike, O. Odeyemi, F. O. Usman, and N. Z. Mhlongo, "Ai-Driven Predictive Analytics In Agricultural Supply Chains: A Review: Assessing The Benefits And Challenges Of Ai In Forecasting Demand And Optimizing Supply In Agriculture," *Computer Science & IT Research Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 473–497, Feb. 2024.
- [8] L. Wang et al., "Smart Contract-Based Agricultural Food Supply Chain Traceability," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 9296–9307, 2021.
- [9] Nikhil Ghag, Harshad Sonar, Sandeep Jagtap, and H. Trollman, "Unlocking AI's potential in the food supply chain: A novel approach to overcoming barriers," *Journal of Agriculture and Food Research*, vol. 18, pp. 101349–101349, Aug. 2024.
- [10] N. N. Misra, Y. Dixit, A. Al-Mallahi, M. S. Bhullar, R. Upadhyay, and A. Martynenko, "IoT, big data and artificial intelligence in agriculture and food industry," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 9, no. 9, pp. 1–1, 2020.
- [11] J. S. d. E. A. Herning Prabayanti, "Determinants of Food Security in Central Java Province," *Determinan Ketahanan Pangan di Provinsi Jawa Tengah*, vol. 31, p. 10, 2022.
- [12] S. P. Santosa, *Kajian Ketersediaan dan Kebutuhan Konsumsi Beras di Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah*, Jurnal Bumi Indonesia.
- [13] A. P. Alfianti, *Analisis Pengaruh Luas Panen, Konsumsi Pangan, Tingkat Pendapatan dan Harga Beras Terhadap Produksi Padi Dalam Ketahanan Pangan di Provinsi Jawa Tengah*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2022.
- [14] I. Putu, A. W. Kertayoga, ; Edy Humaidi, ; Shinta Tantriadisti, and M. Ulfah, "Forecasting of Indonesian Rice Production Post Covid-19," vol. 12, no. 2, pp. 26–32, 2022.
- [15] W. Widiastuti, B. Perencanaan, D. Pengembangan, D. Provinsi, and J. Tengah, "Analisis Rantai Distribusi Komoditas Padi Di Kabupaten Grobogan Distribution Chain Analysis Of Rice Commodity In Grobogan Regency."
- [16] Triyanto, "Analisis Produksi Padi di Jawa Tengah," *Tesis Analisis Produksi Padi di Jawa Tengah*, p. 80, 2006.

- [17] D. K. Pangan, "Rencana Strategis Dinas Ketahanan Pangan Tahun 2024 - 2026," Jawa Tengah, Dinas Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Tengah, 2024, p. 136.
- [18] D. K. P. P. J. Tengah, DISHANPAN, 2021.
- [19] V. Lotysh, L. Gumeniuk, and P. Humeniuk, "Comparison Of The Effectiveness Of Time Series Analysis Methods: Sma, Wma, Ema, Ewma, And Kalman Filter For Data Analysis," *Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Srodowiska*, vol. 13, no. 3, pp. 71–74, 2023.
- [20] U. Khair, H. Fahmi, S. Al Hakim, and R. Rahim, "Forecasting Error Calculation with Mean Absolute Deviation and Mean Absolute Percentage Error," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Dec. 2017.