

PENERAPAN METODE FUZZY TIME SERIES CHEN DALAM SISTEM PERAMALAN PRODUKSI UNTUK OPTIMALISASI PENGADAAN BAHAN BAKU PADA PERUSAHAAN MANUFAKTUR

Sasha Alicia¹, Lena Magdalena², Ridho Taufiq Subagio³

^{1,2,3}Universitas Catur Insan Cendekia

¹sasha.alicia27@gmail.com, ²lena.magdalena@cic.ac.id, ³ridho.taufiq@cic.ac.id

ABSTRACT

Fluctuating and dynamic production demands require manufacturing companies to adopt adaptive, data-driven planning systems. However, in manufacturing companies producing plastic ropes such as twine, nets, and yarn, production planning is still conducted manually without a systematic quantitative approach. This study aims to design a production forecasting system using the Fuzzy Time Series Chen method, which can address uncertainty in time series data. Monthly production data from January 2022 to December 2024 were used for testing. The results show that this method provides good forecasting accuracy, with MAPE values of 30.15% for twine, 17.89% for nets, and 16.91% for yarn. The production estimates for January 2025 are 70,162 units (twine), 50,599 units (nets), and 81,315 units (yarn). These findings indicate that the FTS Chen method can improve efficiency and accuracy in production planning.

Keywords: Fuzzy Time Series Chen, Production Forecasting, Information Systems, MSE, MAPE

I. PENDAHULUAN

Industri manufaktur menghadapi tantangan kompleks dalam merencanakan produksi dan pengadaan bahan baku secara efisien. Permintaan produksi yang bersifat fluktuatif dan tidak menentu menjadi salah satu faktor utama yang menyebabkan ketidakstabilan dalam memperkirakan kebutuhan produksi. Hal ini dapat berdampak pada kelebihan atau kekurangan stok, yang pada akhirnya memengaruhi biaya operasional serta kelancaran proses produksi [1]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sistem peramalan yang mampu mengolah data historis secara adaptif dan fleksibel, terutama dalam kondisi data yang tidak pasti atau bersifat kabur.

Perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi tali plastik, seperti tambang, jaring, dan benang, menghadapi berbagai tantangan dalam proses perencanaan produksi dan pengadaan bahan baku. Penjadwalan produksi saat ini masih dilakukan secara manual dengan mengandalkan perkiraan kasar berdasarkan data historis. Pendekatan ini bersifat subjektif dan tidak menggunakan analisis kuantitatif yang sistematis, sehingga menimbulkan sejumlah permasalahan seperti kelebihan atau kekurangan stok bahan baku, ketidaksesuaian antara kapasitas produksi dengan permintaan aktual, serta inefisiensi dalam pemanfaatan tenaga kerja dan mesin produksi.

Permasalahan semakin kompleks akibat adanya fluktuasi permintaan dari waktu ke waktu yang tidak dapat diprediksi secara tepat. Ketidakstabilan dalam pola permintaan ini mengakibatkan perusahaan kesulitan dalam merumuskan strategi produksi dan pengadaan bahan baku yang optimal. Selain itu, ketidadaan sistem prediksi berbasis data historis yang akurat menyebabkan pengambilan keputusan menjadi kurang responsif terhadap dinamika pasar.

Dalam menghadapi kondisi tersebut, dibutuhkan suatu metode peramalan yang tidak hanya mampu

memproyeksikan tren masa depan, tetapi juga dapat mengakomodasi sifat ketidakpastian dan ambiguitas dalam data. Salah satu metode yang sesuai adalah Fuzzy Time Series Chen (FTS Chen), yang merupakan pengembangan dari metode Fuzzy Time Series konvensional. Metode ini menggunakan pendekatan linguistik untuk merepresentasikan data deret waktu (time series) dan membentuk relasi antar interval dalam domain fuzzy. Keunggulan metode FTS Chen terletak pada kemampuannya dalam menangani data historis yang tidak pasti (*uncertain*) dan memberikan hasil peramalan yang lebih adaptif terhadap perubahan pola data.

Dengan menerapkan metode Fuzzy Time Series Chen dalam sistem peramalan produksi dan bahan baku, diharapkan perusahaan dapat meningkatkan akurasi prediksi, meminimalkan kesalahan perencanaan, serta mengoptimalkan alokasi sumber daya secara menyeluruh. Penelitian ini berfokus pada implementasi metode FTS Chen untuk memprediksi kebutuhan produksi dan pengadaan bahan baku pada perusahaan manufaktur tali plastik, dengan tujuan mendukung proses pengambilan keputusan yang berbasis data dan meningkatkan efisiensi operasional [2].

Metode FTS Chen telah banyak diterapkan dalam berbagai kasus peramalan seperti prediksi penjualan [2], produksi pertanian [3], dan ekonomi makro [4], menunjukkan keunggulannya dalam menghasilkan prediksi yang stabil dan akurat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem peramalan produksi dan bahan baku berbasis metode *Fuzzy Time Series Chen* guna mendukung optimalisasi pengadaan bahan baku di perusahaan manufaktur. Sistem yang dikembangkan juga diharapkan dapat mengakomodasi berbagai variasi rentang waktu input data, serta menghasilkan prediksi jangka pendek dan menengah dengan akurasi tinggi, yang diukur menggunakan metode evaluasi seperti *Mean Squared Error (MSE)* dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* [5].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. LANDASAN TEORI

1. Peramalan

Peramalan adalah proses memprediksi kejadian di masa mendatang berdasarkan pola historis. Dalam industri, peramalan digunakan untuk perencanaan produksi, manajemen stok, dan strategi bisnis. Metode kuantitatif seperti analisis deret waktu (time series) umum digunakan karena kemampuannya menangkap pola tren dan musiman. Salah satu metode yang berkembang adalah Fuzzy Time Series (FTS), yang unggul dalam menangani data tidak pasti tanpa perlu asumsi distribusi statistik tertentu [2].

2. Pengadaan Bahan Baku

Pengadaan bahan baku memainkan peran strategis dalam operasional perusahaan karena menjamin ketersediaan material produksi yang tepat dari segi waktu, jumlah, dan kualitas. Efisiensi dalam proses ini berdampak langsung pada kelancaran produksi, penghematan biaya, serta mutu hasil akhir. Menurut Kusuma et al., pengelolaan pengadaan yang optimal mampu menambah nilai produk sekaligus mendukung keberlanjutan proses industri, terutama dalam sektor agroindustri [6]. Hilary juga menegaskan bahwa mutu bahan baku sangat menentukan kualitas produk, sehingga aspek ini menjadi faktor krusial dalam proses pengadaan [7]. Oleh karena itu, keberhasilan pengadaan bahan baku sangat ditentukan oleh sinkronisasi antara perencanaan yang akurat, seleksi pemasok yang berkualitas, dan pengelolaan persediaan yang efektif demi menjamin kontinuitas produksi dan daya saing perusahaan.

B. FUZZY TIME SERIES CHEN

Metode Fuzzy Time Series Chen merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk melakukan peramalan data deret waktu yang bersifat kabur (fuzzy). Adapun tahapan-tahapan dalam penerapan metode ini adalah sebagai berikut [13]:

[Langkah 1] Menentukan Himpunan Semesta (Universe of Discourse)

Himpunan Semesta U didefinisikan sebagai:

$$U = [D_{\min} - D_1; D_{\max} + D_2] \quad (1)$$

Dimana D_{\min} adalah nilai data terendah dan D_{\max} adalah nilai data tertinggi. Nilai D_1 dan D_2 merupakan nilai penyesuaian untuk memperluas rentang data.

[Langkah 2] Menentukan Interval dan Variabel Linguistik

Rentang dari himpunan semesta dibagi menjadi beberapa interval dengan panjang yang ditentukan secara manual sesuai karakteristik data. Setiap interval diberi label linguistik (seperti A1, A2, A3, dan seterusnya) dan mewakili satu himpunan fuzzy.

[Langkah 3] Fuzzifikasi

Data historis kemudian diubah ke dalam bentuk fuzzy berdasarkan interval yang telah dibuat. Setiap data akan memiliki derajat keanggotaan terhadap masing-masing himpunan fuzzy.

[Langkah 4] Menentukan Fuzzy Logical Relationship (FLR) dan Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

Setelah proses fuzzifikasi, hubungan antara nilai fuzzy yang berurutan dianalisis. Jika nilai pada waktu $t - 1$ adalah A_i dan pada waktu t adalah A_j , maka terbentuk

relasi $A_i \rightarrow A_j$. Kumpulan relasi dari himpunan fuzzy yang sama disebut FLRG.

[Langkah 5] Defuzzifikasi

Untuk memperoleh hasil peramalan dalam bentuk angka, dilakukan proses defuzzifikasi. Nilai prediksi dihitung sebagai rata-rata dari nilai tengah masing-masing interval fuzzy dalam satu kelompok:

$$F(t) = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_k}{k} \quad (2)$$

Di mana m_k adalah nilai tengah dari setiap interval dalam FLRG.

[Langkah 6] Evaluasi Akurasi (MSE dan MAPE)

Untuk mengevaluasi akurasi hasil peramalan, digunakan dua metode:

a. Mean Squared Error (MSE)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (D_i - F_i)^2 \quad (3)$$

b. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{D_i - F_i}{D_i} \right| \times 100\% \quad (4)$$

Interpretasi nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) berdasarkan kriteria berikut:

Tabel 1. Kriteria MAPE

Kriteria MAPE	
MAPE	Keterangan
< 10%	Sangat Baik
10% - 20%	Baik
20% - 50%	Cukup
> 50%	Buruk

C. PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian mengenai metode Fuzzy Time Series (FTS) telah banyak dilakukan untuk berbagai kasus peramalan data time series. Dalam penelitian oleh [1], dilakukan perbandingan antara model Chen dan model Lee dalam peramalan produksi kelapa sawit bulanan di Provinsi Kalimantan Timur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Lee memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi, sementara model Chen lebih unggul dari segi efisiensi komputasi. Meskipun model Lee lebih kompleks, keunggulannya dalam hal akurasi menjadikannya pilihan yang lebih baik untuk data yang membutuhkan presisi tinggi.

Sementara itu, penelitian lain oleh Arfiana menerapkan metode Fuzzy Time Series Chen orde tinggi pada data penjualan bulanan di KPRI. Hasilnya menunjukkan bahwa metode ini mampu menurunkan tingkat kesalahan prediksi dibandingkan metode konvensional, serta menghasilkan peramalan yang lebih stabil. Namun, implementasi orde tinggi memerlukan kompleksitas yang lebih besar dibandingkan metode FTS Chen orde rendah [2]. Berdasarkan kedua penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode FTS, khususnya model Chen, tetap menjadi pilihan yang relevan untuk kasus peramalan dengan kebutuhan efisiensi dan interpretasi yang sederhana, meskipun ada metode lain yang menawarkan akurasi lebih tinggi dengan tingkat kompleksitas yang lebih besar.

III. METODOLOGI

A. PENGUMPULAN DATA

1. Studi Literatur

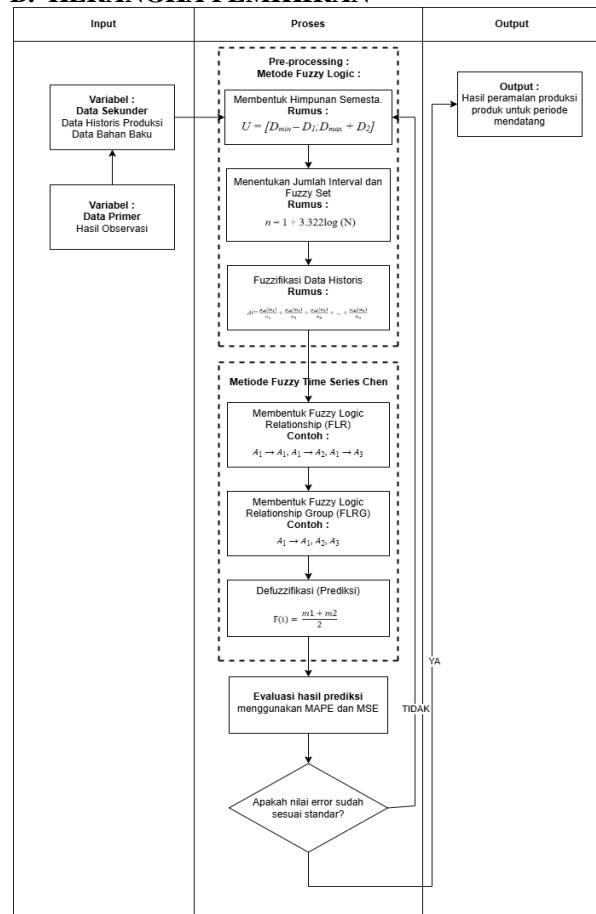
Studi literatur dilakukan dengan menelaah berbagai sumber ilmiah yang relevan, termasuk jurnal penelitian, buku akademik, prosiding konferensi, serta studi sebelumnya terkait topik peramalan produksi, metode Fuzzy Time Series Chen, dan pengembangan sistem informasi.

2. Observasi dan Wawancara

Observasi dilakukan secara langsung terhadap proses perencanaan dan pencatatan produksi di perusahaan manufaktur. Data primer yang digunakan mencakup data historis jumlah produksi dan penggunaan bahan baku untuk tiga jenis produk (tambang, jaring, dan benang) selama periode tahun 2022 hingga 2024, dengan total sebanyak 108 data (36 data per kategori: 12 bulan \times 3 tahun). Data ini menjadi dasar utama dalam proses analisis peramalan.

Wawancara dilakukan dengan tiga responden yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, yakni dari bagian Production Planning and Inventory Control (PPIC), manajer produksi, dan bagian sumber daya manusia (SDM). Tujuan wawancara ini adalah untuk menggali informasi lebih mendalam mengenai sistem perencanaan produksi yang telah diterapkan, kebutuhan akan sistem peramalan yang akurat, serta kesiapan perusahaan dalam mengadopsi sistem berbasis metode Fuzzy Time Series Chen.

B. KERANGKA PEMIKIRAN



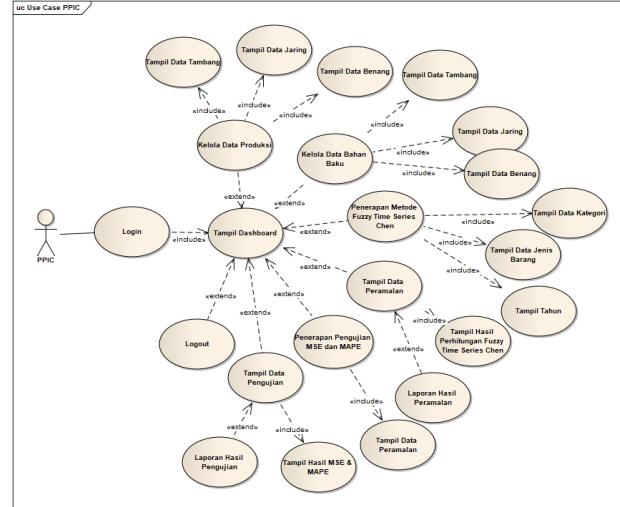
Gambar 1. Kerangka Pemikiran

Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri dari tiga tahapan utama: input, proses, dan output. Tahap input mencakup pengumpulan data historis produksi dari masing-masing produk dalam periode tertentu. Selanjutnya, tahap proses dilakukan menggunakan metode Fuzzy Time Series Chen yang mencakup pembentukan himpunan fuzzy, fuzzifikasi, relasi fuzzy, hingga defuzzifikasi untuk menghasilkan nilai prediksi. Tahap output menghasilkan prediksi produksi masa depan dan evaluasi akurasi menggunakan MSE dan MAPE, yang berguna sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengadaan bahan baku secara lebih optimal.

C. RANCANGAN USE CASE DIAGRAM

Use case merupakan representasi sistematis dari interaksi antara aktor dan sistem dalam menjalankan suatu proses. Dalam penelitian ini, terdapat satu aktor utama, yaitu Bagian PPIC. Diagram use case dirancang untuk menggambarkan fungsi dan tanggung jawab masing-masing aktor dalam sistem peramalan, mulai dari pengelolaan data hingga pemantauan hasil, guna memastikan alur kerja yang efisien dan terstruktur.

a. Use Case Diagram PPIC



Gambar 2. Use Case Diagram PPIC

D. RANCANGAN *USER INTERFACE*

Berikut ini adalah rancangan *User Interface* dari sistem peramalan ini:

a. Login

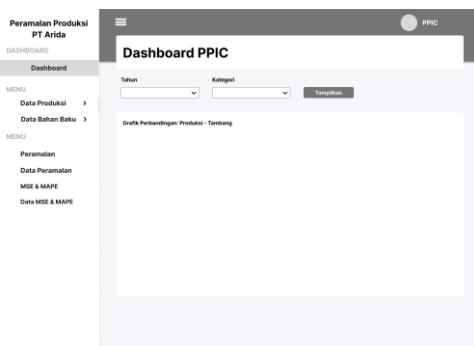
Silahkan Login...

[Forgot Password?](#)
[Create an Account!](#)

Gambar 3. Login

Gambar 3 merupakan tampilan halaman login diperuntukkan bagi pengguna sistem dengan role PPIC. Pengguna harus memasukkan kredensial akun yang valid untuk dapat mengakses sistem secara aman.

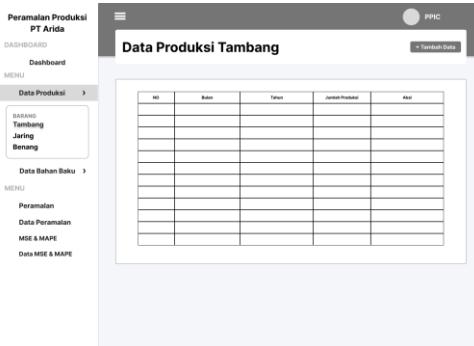
b. PPIC – Dashboard



Gambar 4. PPIC - Dashboard

Gambar 4 merupakan halaman dashboard PPIC menampilkan ringkasan data produksi dan bahan baku terkini, termasuk grafik perbandingan hasil aktual dengan hasil peramalan, untuk mendukung pengambilan keputusan secara cepat dan efisien.

c. PPIC – Data Produksi



Gambar 5. PPIC – Data Produksi

Gambar 5 merupakan halaman data produksi PPIC dapat mengelola data produksi secara menyeluruh, termasuk menambah, mengedit, dan menghapus data berdasarkan bulan dan tahun tertentu.

d. PPIC – Data Bahan Baku



Gambar 6. PPIC – Data Bahan Baku

Gambar 6 merupakan halaman data bahan baku PPIC dapat mengelola data bahan baku secara menyeluruh, termasuk menambah, mengedit, dan menghapus data berdasarkan bulan dan tahun tertentu.

e. PPIC – Peramalan



Gambar 7. PPIC- Peramalan

Gambar 7 merupakan halaman peramalan PPIC untuk melakukan prediksi kebutuhan produksi atau bahan baku menggunakan metode Fuzzy Time Series Chen. Pengguna dapat memilih jenis barang, kategori, dan periode peramalan.

f. PPIC – Data Peramalan



Gambar 8. PPIC – Data Peramalan

Gambar 8 merupakan halaman yang menyajikan riwayat hasil peramalan yang telah dilakukan sebelumnya. Setiap data dapat ditinjau lebih lanjut dalam bentuk detail maupun file PDF.

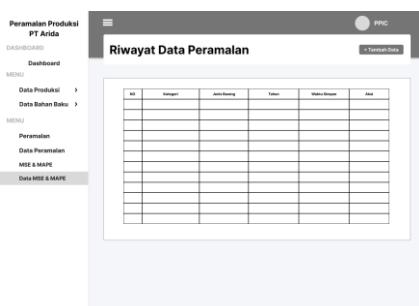
g. PPIC – MSE & MAPE



Gambar 9. PPIC – MSE & MAPE

Gambar 9 merupakan halaman yang menampilkan hasil pengujian akurasi peramalan berupa nilai Mean Squared Error (MSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) untuk masing-masing hasil prediksi.

h. PPIC – Data MSE & MAPE



Gambar 10. PPIC – Data MSE & MAPE

Gambar 10 menampilkan daftar seluruh riwayat pengujian akurasi peramalan. Data mencakup kategori, jenis barang, tahun, dan waktu simpan, serta opsi untuk melihat detail atau mengunduh hasil dalam format PDF.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. ANALISIS DESKRIPTIF

Data dalam penelitian ini merupakan rekapitulasi jumlah produksi bulanan pada perusahaan manufaktur untuk periode tahun 2022 hingga 2024. Data yang digunakan mencakup tiga jenis produk utama, yaitu tambang, jaring, dan benang, yang dicatat setiap bulan sebagai dasar peramalan kebutuhan produksi.

Tabel 2. Data Produksi Tambang

Bulan	Data Produksi Tambang		
Tahun	2022	2023	2024
Januari	135.371	84.584	73.194
Februari	70.092	63.816	88.702
Maret	100.369	108.525	64.523
April	48.284	50.147	42.056
Mei	61.209	104.035	54.637
Juni	70.394	64.002	42.762
Juli	25.545	71.805	34.666
Agustus	85.441	97.388	56.94
September	74.015	79.568	44.077
Oktober	59.311	67.173	54.098
November	77.869	71.991	31.038
Desember	52.156	57.715	47.201

Pada Tabel 2 ditampilkan data primer yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu data produksi bulanan barang tambang yang diperoleh dari catatan internal PT ARIDA. Data tersebut terdiri atas 36 observasi yang mencakup periode Januari 2022 hingga Desember 2024. Informasi ini menjadi dasar dalam penerapan metode Fuzzy Time Series Chen untuk melakukan peramalan kebutuhan produksi.

Tabel 3. Data Produksi Jaring

Bulan	Data Produksi Jaring		
Tahun	2022	2023	2024
Januari	48.721	41.061	74.057
Februari	57.963	50.549	50.014
Maret	69.426	66.054	39.967
April	34.801	35.967	42.164
Mei	68.278	67.462	61.550

Juni	48.437	72.152	62.560
Juli	57.518	63.685	62.571
Agustus	85.355	60.698	64.651
September	76.432	54.252	55.437
Oktober	63.574	63.298	47.852
November	67.839	76.422	46.610
Desember	60.330	74.857	47.954

Pada Tabel 3 ditampilkan data primer yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu data produksi bulanan barang jaring yang diperoleh dari catatan internal PT ARIDA. Data tersebut terdiri atas 36 observasi yang mencakup periode Januari 2022 hingga Desember 2024. Informasi ini menjadi dasar dalam penerapan metode Fuzzy Time Series Chen untuk melakukan peramalan kebutuhan produksi.

Tabel 4. Data Produksi Benang

Bulan	Data Produksi Benang			
	Tahun	2022	2023	2024
Januari	130.264	106.526	125.171	
Februari	140.773	104.433	88.175	
Maret	158.812	130.050	127.678	
April	127.856	72.331	122.764	
Mei	90.592	142.507	134.299	
Juni	131.215	115.314	113.935	
Juli	148.085	104.504	106.917	
Agustus	128.637	102.196	77.382	
September	157.436	88.902	63.431	
Oktober	121.601	83.864	79.881	
November	122.588	97.947	86.347	
Desember	97.145	92.759	78.442	

Pada Tabel 4 ditampilkan data primer yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu data produksi bulanan barang tambang yang diperoleh dari catatan internal PT ARIDA. Data tersebut terdiri atas 36 observasi yang mencakup periode Januari 2022 hingga Desember 2024. Informasi ini menjadi dasar dalam penerapan metode Fuzzy Time Series Chen untuk melakukan peramalan kebutuhan produksi.

B. FUZZY TIME SERIES CHEN

Penetapan metode Fuzzy Time Series Chen dalam penelitian ini menggunakan data produksi bulanan pada perusahaan manufaktur. Variabel yang digunakan adalah jumlah hasil produksi dari masing-masing jenis barang, yaitu tambang, jaring, dan benang, dengan langkah-langkah penerapan metode sebagai berikut:

[Langkah 1] Menentukan Himpunan Semesta (Universe of Discourse)

- 1) Produksi Tambang : $U = [25.545; 135.371]$
- 2) Produksi Jaring : $U = [34.801; 85.355]$
- 3) Produksi Benang : $U = [63.431; 158.812]$

[Langkah 2] Menentukan Interval dan Variabel Linguistik

- 1) Produksi Tambang

$$\text{Panjang Interval} = \frac{135.371 - 25.545}{8} = 13.728$$

Tabel 5. Himpunan Fuzzy Data Produksi Tambang

Himpunan	Batas Bawah	Batas Atas	Titik Tengah
A1	25.545	39.273	32.409
A2	39.27325	53.002	46.137
A3	53.0015	66.730	59.866
A4	66.730	80.458	73.594
A5	80.458	94.186	87.322
A6	94.186	107.915	101.050
A7	107.915	121.643	114.779
A8	121.643	135.371	60.821

2) Produksi Jaring

$$\text{Panjang Interval} = \frac{85.355 - 34.801}{8} = 6.319$$

Tabel 6. Himpunan Fuzzy Data Produksi Jaring

Himpunan	Batas Bawah	Batas Atas	Titik Tengah
A1	34.801	34.801	37.961
A2	41.12025	41.120	44.280
A3	47.4395	47.440	50.599
A4	53.759	53.759	56.918
A5	60.078	60.078	63.238
A6	66.397	66.397	69.557
A7	72.717	72.717	75.876
A8	79.036	85.355	39.518

3) Produksi Benang

$$\text{Panjang Interval} = \frac{85.355 - 34.801}{8} = 6.319$$

Tabel 7. Himpunan Fuzzy Data Produksi Benang

Himpunan	Batas Bawah	Batas Atas	Titik Tengah
A1	63.431	63.431	69.392
A2	75.354	75.354	81.315
A3	87.276	87.276	93.238
A4	99.199	99.199	105.160
A5	111.122	111.122	117.083
A6	123.044	123.044	129.005
A7	134.967	134.967	140.928
A8	146.889	158.812	73.445

[Langkah 3] Fuzzifikasi

1) Produksi Tambang

Tabel 8. Fuzzifikasi Produksi Tambang

Bulan/Tahun	Data Produksi		
	2022	2023	2024
Januari	A8	A5	A4
Februari	A4	A3	A5
Maret	A6	A7	A3
April	A2	A2	A2
Mei	A3	A6	A3
Juni	A4	A3	A2
Juli	A1	A4	A1
Agustus	A5	A6	A3
September	A4	A4	A2
Oktober	A3	A4	A3
November	A4	A4	A1
Desember	A2	A3	A2

2) Produksi Jaring

Tabel 9. Fuzzifikasi Produksi Jaring

Bulan/Tahun	Data Produksi		
	2022	2023	2024
Januari	A3	A1	A7
Februari	A4	A3	A3
Maret	A6	A5	A1
April	A1	A1	A2
Mei	A6	A6	A5
Juni	A3	A6	A5
Juli	A4	A5	A5
Agustus	A8	A5	A5
September	A7	A4	A4
Oktober	A5	A5	A3
November	A6	A7	A2
Desember	A5	A7	A3

3) Produksi Benang

Tabel 10. Fuzzifikasi Produksi Benang

Bulan/Tahun	Data Produksi		
	2022	2023	2024
Januari	A6	A4	A6
Februari	A7	A4	A3
Maret	A8	A6	A6
April	A6	A1	A5
Mei	A3	A7	A6
Juni	A6	A5	A5
Juli	A8	A4	A4
Agustus	A6	A4	A2
September	A8	A3	A1
Oktober	A5	A2	A2
November	A5	A3	A2
Desember	A3	A3	A2

[Langkah 4] Menentukan Fuzzy Logical Relationship (FLR) dan Fuzzy Logical Relationship Group (FLRG)

1) Produksi Tambang

Setelah dilakukan fuzzifikasi, dibentuk Fuzzy Logic Relations (FLR) dengan mencatat urutan kemunculan nilai linguistik dari setiap periode waktu.

Tabel 11. FLR Produksi Tambang

Bulan Tahun	Data Produksi					
	2022	Relasi	2023	Relasi	2024	Relasi
Januari	A8	NA → A8	A5	A2 → A5	A4	A3 → A4
Februari	A4	A8 → A4	A3	A5 → A3	A5	A4 → A5
Maret	A6	A4 → A6	A7	A3 → A7	A3	A5 → A3
April	A2	A6 → A2	A2	A7 → A2	A2	A3 → A2
Mei	A3	A2 → A3	A6	A2 → A6	A3	A2 → A3
Juni	A4	A3 → A4	A3	A6 → A3	A2	A3 → A2
Juli	A1	A4 → A1	A4	A3 → A4	A1	A2 → A1
Agustus	A5	A1 → A5	A6	A4 → A6	A3	A1 → A3
September	A4	A5 → A4	A4	A6 → A4	A2	A3 → A2
Oktober	A3	A4 → A3	A4	A4 → A4	A3	A2 → A3
November	A4	A4 → A4	A4	A4 → A4	A3	A2 → A3
Desember	A2	A3 → A2	A3	A4 → A3	A3	A2 → A3

November	A4	A3 → A4	A4	A4 → A1	A1	A3 → A1
Desember	A2	A4 → A2	A3	A4 → A3	A2	A1 → A2

Berdasarkan relasi tersebut, kemudian disusun *Fuzzy Logic Relation Groups* (FLRG) untuk mengidentifikasi pola transisi antar nilai linguistik yang akan digunakan dalam proses peramalan.

Tabel 12. FLRG Produksi Tambang

Grup 1	A1 → A2, A3, A5
Grup 2	A2 → A3, A5, A6, A1
Grup 3	A3 → A4, A7, A2, A1
Grup 4	A4 → A6, A1, A2, A4, A3, A5
Grup 5	A5 → A4, A3
Grup 6	A6 → A2, A3, A4
Grup 7	A7 → A2
Grup 8	A8 → A4

2) Produksi Jaring

Setelah dilakukan fuzzifikasi, dibentuk Fuzzy Logic Relations (FLR) dengan mencatat urutan kemunculan nilai linguistik dari setiap periode waktu.

Tabel 13. FLR Produksi Jaring

Bulan Tahun	Data Produksi					
	20 22	Relasi	20 23	Relasi	20 24	Relasi
Januari	A3	NA → A3	A1	A5 → A1	A7	A7 → A7
Februari	A4	A3 → A4	A3	A1 → A3	A3	A7 → A3
Maret	A6	A4 → A6	A5	A3 → A5	A1	A3 → A1
April	A1	A6 → A1	A1	A5 → A1	A2	A1 → A2
Mei	A6	A1 → A6	A6	A1 → A6	A5	A2 → A5
Juni	A3	A6 → A3	A6	A6 → A6	A5	A5 → A5
Juli	A4	A3 → A4	A5	A6 → A5	A5	A5 → A5
Agustus	A8	A4 → A8	A5	A5 → A5	A5	A5 → A5
September	A7	A8 → A7	A4	A5 → A4	A4	A5 → A4
Oktober	A5	A7 → A5	A5	A4 → A5	A3	A4 → A3
November	A6	A5 → A6	A7	A5 → A7	A2	A3 → A2
Desember	A5	A6 → A5	A7	A7 → A7	A3	A2 → A3

Berdasarkan relasi tersebut, kemudian disusun *Fuzzy Logic Relation Groups* (FLRG) untuk mengidentifikasi pola transisi antar nilai linguistik yang akan digunakan dalam proses peramalan.

Tabel 14. FLRG Produksi Jaring

Grup 1	A1 → A2, A3, A6
Grup 2	A2 → A3, A5
Grup 3	A3 → A1, A2, A4, A5
Grup 4	A4 → A3, A5, A6, A8
Grup 5	A5 → A1, A4, A5, A6, A7
Grup 6	A6 → A1, A3, A5, A6
Grup 7	A7 → A3, A5, A7
Grup 8	A8 → A7

3) Produksi Benang

Setelah dilakukan fuzzifikasi, dibentuk Fuzzy Logic Relations (FLR) dengan mencatat urutan kemunculan nilai linguistik dari setiap periode waktu.

Tabel 15. FLR Produksi Benang

Bulan Tahun	Data Produksi					
	20 22	Relasi	20 23	Relasi	20 24	Relasi
Januari	A6	NA → A6	A4	A3 → A4	A6	A3 → A6
Februari	A7	A6 → A7	A4	A4 → A4	A3	A6 → A3
Maret	A8	A7 → A8	A6	A4 → A6	A6	A3 → A6
April	A6	A8 → A6	A1	A6 → A1	A5	A6 → A5
Mei	A3	A6 → A3	A7	A1 → A7	A6	A5 → A6
Juni	A6	A3 → A6	A5	A7 → A5	A5	A6 → A5
Juli	A8	A6 → A8	A4	A5 → A4	A4	A5 → A4
Agustus	A6	A8 → A6	A4	A4 → A4	A2	A4 → A2
September	A8	A6 → A8	A3	A4 → A3	A1	A2 → A1
Oktober	A5	A8 → A5	A2	A3 → A2	A2	A1 → A2
November	A5	A5 → A5	A3	A2 → A3	A2	A2 → A2
Desember	A3	A5 → A3	A3	A3 → A3	A2	A2 → A2

Berdasarkan relasi tersebut, kemudian disusun *Fuzzy Logic Relation Groups* (FLRG) untuk mengidentifikasi pola transisi antar nilai linguistik yang akan digunakan dalam proses peramalan.

Tabel 16. FLRG Produksi Benang

Grup 1	A1 → A2, A7
Grup 2	A2 → A1, A2, A3
Grup 3	A3 → A2, A3, A4, A6
Grup 4	A4 → A2, A3, A4, A6
Grup 5	A5 → A3, A4, A5, A6
Grup 6	A6 → A1, A3, A5, A7, A8
Grup 7	A7 → A5, A8
Grup 8	A8 → A5, A6

[Langkah 5] Defuzzifikasi

1) Produksi Tambang

Tahapan akhir metode Fuzzy Time Series Chen adalah defuzzifikasi, yaitu mengubah nilai fuzzy menjadi angka prediksi (crisp value).

Tabel 17. Defuzzifikasi Produksi Tambang

Bulan	Defuzzifikasi Produksi Tambang
Tahun	2022 2023 2024
Januari	NA 70.162 66.730
Februari	73.594 66.730 66.730
Maret	66.730 66.730 66.730
April	59.866 46.137 66.730
Mei	70.162 70.162 70.162
Juni	66.730 59.866 66.730
Juli	66.730 66.730 70.162
Agustus	64.442 66.730 64.442
September	66.730 59.866 66.730
Oktober	66.730 66.730 70.162
November	66.730 66.730 66.730
Desember	66.730 66.730 64.442

2) Produksi Jaring

Tahapan akhir metode Fuzzy Time Series Chen adalah defuzzifikasi, yaitu mengubah nilai fuzzy menjadi angka prediksi (crisp value).

Tabel 18. Defuzzifikasi Produksi Jaring

Bulan	Defuzzifikasi Produksi Jaring		
Tahun	2022	2023	2024
Januari	NA	60.710	63.238
Februari	50.599	54.812	63.238
Maret	66.397	50.599	50.599
April	55.339	60.710	54.812
Mei	54.812	54.812	56.918
Juni	55.339	55.339	60.710
Juli	50.599	55.339	60.710
Agustus	66.397	60.710	60.710
September	75.876	60.710	60.710
Oktober	63.238	66.397	66.397
November	60.710	60.710	50.599
Desember	55.339	63.238	56.918

3) Produksi Benang

Tahapan akhir metode Fuzzy Time Series Chen adalah defuzzifikasi, yaitu mengubah nilai fuzzy menjadi angka prediksi (crisp value).

Tabel 19. Defuzzifikasi Produksi Benang

Bulan	Defuzzifikasi Produksi Benang		
Tahun	2022	2023	2024
Januari	NA	102.180	102.180
Februari	114.698	102.180	114.698
Maret	134.967	102.180	102.180
April	123.044	114.698	114.698
Mei	114.698	111.122	111.122
Juni	102.180	134.967	114.698
Juli	114.698	111.122	111.122
Agustus	123.044	102.180	102.180
September	114.698	102.180	81.315
Oktober	123.044	102.180	111.122
November	111.122	81.315	81.315
Desember	111.122	102.180	81.315

C. HASIL PERAMALAN PERIODE SELANJUTNYA

1) Produksi Tambang

Tabel 20. Hasil Peramalan Produksi Tambang

Periode	Data Aktual	FLR	FLRG	Nilai Peramalan
Desember 2024	47.201	A1 → A2	A2 → A3, A5, A6, A1	64.442
Januari 2025		A2		70.162

Hasil defuzzifikasi menunjukkan peramalan produksi tambang Januari 2025 sebesar 70.162 berdasarkan FLR Desember 2024 (A1 → A2) dan FLRG-nya (A2 → A3, A5, A6, A1).

2) Produksi Jaring

Tabel 21. Hasil Peramalan Produksi Jaring

Periode	Data Aktual	FLR	FLRG	Nilai Peramalan

Desember 2024	47.954	A2 → A3	A3 → A1, A2, A4, A5	56.918
Januari 2025	NA	A3	NA	50.599

Hasil defuzzifikasi menunjukkan peramalan produksi tambang Januari 2025 sebesar 50.599 berdasarkan FLR Desember 2024 (A2 → A3) dan FLRG-nya (A3 → A1, A2, A4, A5).

3) Produksi Benang

Tabel 22. Hasil Peramalan Produksi Benang

Periode	Data Aktual	FLR	FLRG	Nilai Peramalan
Desember 2024	78.442	A2 → A2	A2 → A1, A2, A3	81.315
Januari 2025	NA	A2	NA	81.315

Hasil defuzzifikasi menunjukkan peramalan produksi tambang Januari 2025 sebesar 81.315 berdasarkan FLR Desember 2024 (A2 → A2) dan FLRG-nya (A2 → A1, A2, A3).

D. EVALUASI MSE & MAPE

Untuk mengevaluasi akurasi hasil peramalan, digunakan dua metode yaitu MSE & MAPE

1) Produksi Tambang

Evaluasi akurasi peramalan dilakukan menggunakan Mean Squared Error (MSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). MSE mengukur rata-rata kuadrat selisih antara nilai aktual dan prediksi, sedangkan MAPE menunjukkan rata-rata persentase kesalahan absolut terhadap data aktual.

Tabel 23. Hasil MSE & MAPE Produksi Tambang

Metode Evaluasi	Nilai	Kategori
MSE	404.928	-
MAPE	30.14%	Cukup

Tabel 23 merupakan hasil evaluasi menunjukkan nilai MAPE sebesar 30.14% yang termasuk kategori “Cukup”, menandakan tingkat akurasi masih dapat diterima. Sementara itu, nilai MSE sebesar 404.928 mengindikasikan adanya margin kesalahan yang relatif tinggi dalam skala kuadrat.

2) Produksi Jaring

Evaluasi akurasi peramalan dilakukan menggunakan Mean Squared Error (MSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). MSE mengukur rata-rata kuadrat selisih antara nilai aktual dan prediksi, sedangkan MAPE menunjukkan rata-rata persentase kesalahan absolut terhadap data aktual.

Tabel 24. Hasil MSE & MAPE Produksi Jaring

Metode Evaluasi	Nilai	Kategori
MSE	127.865	-
MAPE	17.53 %	Baik

Tabel 24 merupakan hasil evaluasi menunjukkan nilai MAPE sebesar 17.53% yang termasuk kategori “Baik”, menandakan tingkat akurasi masih dapat diterima. Sementara itu, nilai MSE sebesar 127.865 mengindikasikan adanya selisih dalam skala kuadrat yang masih dapat diterima untuk analisis tren.

3) Produksi Benang

Evaluasi akurasi peramalan dilakukan menggunakan Mean Squared Error (MSE) dan Mean Absolute

Percentage Error (MAPE). MSE mengukur rata-rata kuadrat selisih antara nilai aktual dan prediksi, sedangkan MAPE menunjukkan rata-rata persentase kesalahan absolut terhadap data aktual.

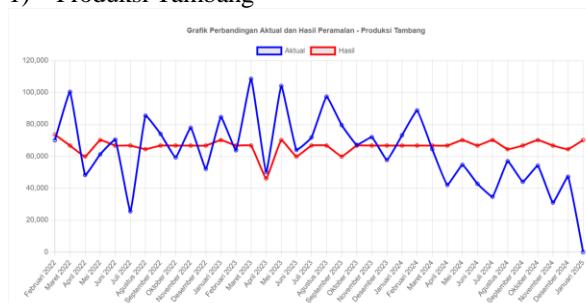
Tabel 25. Hasil MSE & MAPE Produksi Benang

Metode Evaluasi	Nilai	Kategori
MSE	438.062	-
MAPE	16.17%	Baik

Tabel 25 merupakan hasil evaluasi menunjukkan nilai MAPE sebesar 16.17% yang termasuk kategori "Baik", menandakan tingkat akurasi masih dapat diterima. Sementara itu, nilai MSE sebesar 438.062 mengindikasikan adanya selisih dalam skala kuadrat yang masih dapat diterima untuk analisis tren.

E. GRAFIK PERBANDINGAN DATA AKTUAL DAN HASIL PERAMALAN

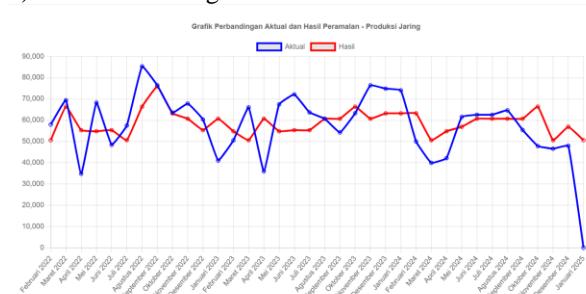
1) Produksi Tambang



Gambar 11. Grafik Perbandingan Produksi Tambang

Gambar 11 merupakan grafik menunjukkan perbandingan antara data aktual dan hasil peramalan produksi tambang selama periode 2022 hingga 2024. Secara umum, pola peramalan mengikuti tren data aktual, meskipun terdapat perbedaan nilai pada beberapa bulan. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan mampu memberikan estimasi yang cukup mendekati kenyataan.

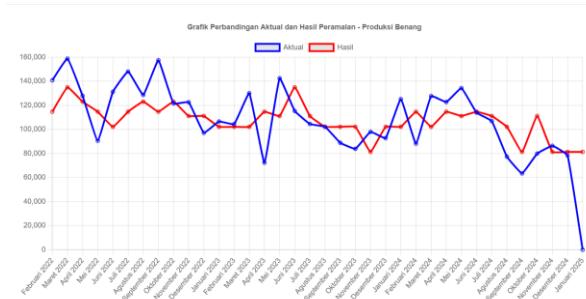
2) Produksi Jaring



Gambar 12. Grafik Perbandingan Produksi Jaring

Gambar 12 merupakan grafik menunjukkan perbandingan antara data aktual dan hasil peramalan produksi jaring selama periode 2022 hingga 2024. Secara umum, pola peramalan mengikuti tren data aktual, meskipun terdapat perbedaan nilai pada beberapa bulan. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan mampu memberikan estimasi yang cukup mendekati kenyataan.

3) Produksi Benang



Gambar 13. Grafik Perbandingan Produksi Benang

Gambar 13 merupakan grafik menunjukkan perbandingan antara data aktual dan hasil peramalan produksi benang selama periode 2022 hingga 2024. Secara umum, pola peramalan mengikuti tren data aktual, meskipun terdapat perbedaan nilai pada beberapa bulan. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan mampu memberikan estimasi yang cukup mendekati kenyataan.

V. KESIMPULAN

Data produksi bulanan perusahaan dari Januari 2022 hingga Desember 2024 menunjukkan fluktuasi jumlah produksi pada tiga jenis barang: tambang, jaring, dan benang. Pola data ini dapat dianalisis lebih lanjut menggunakan metode peramalan. Evaluasi akurasi metode Fuzzy Time Series Chen dilakukan menggunakan MSE dan MAPE. Hasilnya menunjukkan bahwa:

- 1) Tambang: MSE 404.929 dan MAPE 30,15% (akurasi cukup).
- 2) Jaring: MSE 141.083 dan MAPE 17,89% (akurasi baik).
- 3) Benang: MSE 610.276 dan MAPE 16,91% (akurasi baik).

Sementara itu, Peramalan untuk Januari 2025 menghasilkan estimasi produksi sebagai berikut:

- 1) Tambang: 70.162 unit
- 2) Jaring: 50.599 unit
- 3) Benang: 81.315 unit

Berdasarkan nilai MAPE, metode Fuzzy Time Series Chen cukup efektif, terutama untuk kategori jaring dan benang yang menunjukkan tingkat akurasi lebih tinggi.

Kontribusi penelitian: Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang peramalan produksi dan sistem informasi manajemen operasi. Pertama, penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Time Series Chen* dapat diaplikasikan pada data produksi manufaktur dengan karakteristik fluktuatif dan tidak pasti, sehingga memperluas cakupan penerapan metode ini yang sebelumnya lebih banyak digunakan pada bidang pendidikan, keuangan, dan energi. Kedua, hasil penelitian memberikan bukti empiris bahwa metode FTS Chen mampu menghasilkan tingkat akurasi yang baik, dengan nilai MAPE di bawah 20% pada produk jaring dan benang. Hal ini memperkuat landasan teoritis bahwa FTS Chen relevan digunakan dalam mendukung perencanaan produksi industri plastik. Ketiga, penelitian ini memperkaya literatur mengenai integrasi sistem informasi berbasis peramalan dengan optimalisasi produksi, serta dapat menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya dalam

mengembangkan model hibrid atau membandingkan metode lain, seperti *Fuzzy Time Series Lee dan Cheng*, *Single/Double Exponential Smoothing*, maupun *ARIMA*.

IV. REFERENSI

- [1] S. Stefhanie, Zaharuddin, and R. Puspita, “Perencanaan Bahan Baku Produksi Menggunakan Metode Material Requirement Planning(MRP) Studi Kasus Teh Botol Sosro,” *INDUSTRIKA*, vol. 8, Oktober 2024.
- [2] N. M. Arfiana, E. Alisah, and D. Ismiarti, “Penerapan Metode Fuzzy Time Series Chen Orde Tinggi Pada Peramalan Hasil Penjualan (Studi Kasus: KPRI ‘Serba Guna’ Kecamatan Selorejo Kabupaten Blitar),” *J. Ris. Mhs. Mat.*, vol. 1, no. 6, pp. 273–282, Aug. 2022, doi: 10.18860/jrmm.v1i6.14561.
- [3] W. Sulistijanti and A. C. Vayuanita, “Peramalan Hasil Produksi Padi Di Provinsi Jawa Tengah Menggunakan Metode Hybrid Sarima-Fuzzy Time Series Chen,” *Agritech J. Fak. Pertan. Univ. Muhammadiyah Purwok.*, vol. 25, no. 2, p. 194, July 2024, doi: 10.30595/agritech.v25i2.21835.
- [4] F. Andika, N. Nurviana, and R. P. Sari, “Perbandingan Model Chen dan Lee pada Metode Fuzzy Time Series untuk Peramalan Nilai Tukar Petani (NTP) di Provinsi Aceh,” *J. Sains Mat. Dan Stat.*, vol. 10, no. 1, Art. no. 1, Mar. 2024, doi: 10.24014/jsms.v10i1.23463.
- [5] A. S. Mubarok, “Analisis Peramalan dalam Manajemen Operasi,” <Httpsejournal-NipamofidindexphpEBISMAN>, vol. 3, 2025.
- [6] E. W. Kusuma, S. Widjaya, and Situmorang, “Analisis Pengadaan Bahan Baku Dan Nilai Tambah Agroindustri Keripik Ubi Kayu Di Kecamatan Way Jepara Kabupaten Lampung Timur”.
- [7] D. Hilary and I. Wibowo, “Pengaruh Kualitas Bahan Baku Dan Proses Produksi Terhadap Kualitas Produk Pt. Menjangan SaktI,” *J. Manaj. Bisnis Krisnadwipayana*, vol. 9, no. 1, Apr. 2021, doi: 10.35137/jmbk.v9i1.518.

