

Optimasi Stok Ayam Potong di Rumah Makan Dower Menggunakan Fuzzy Time Series Markov Chain

1st Ferdhyan Wahyu Listyanto
Teknologi Informasi

Telkom University Surabaya
Surabaya, Indonesia

[ferdhyan@student.telkomuniversit
y.ac.id](mailto:ferdhyan@student.telkomuniversit
y.ac.id)

Bernadus Anggo Seno Aji, S.Kom.,
M.Kom.

Teknologi Informasi
Telkom University Surabaya
Surabaya, Indonesia

[Bernadusanggosenoaji@telkomunivers
ty.ac.id](mailto:Bernadusanggosenoaji@telkomunivers
ty.ac.id)

Yohanes Setiawan, S.Si., M.Kom.
Teknologi Informasi

Telkom University Surabaya
Surabaya, Indonesia

[yohanessetiawan@telkomunivers
ty.ac.id](mailto:yohanessetiawan@telkomunivers
ty.ac.id)

Abstrak — Manajemen stok bahan baku dalam usaha kuliner menghadapi tantangan besar akibat fluktuasi permintaan harian yang tidak menentu. Akibatnya, Warung Makan Dower kesulitan untuk mengelola stok ayam potong mengakibatkan seringnya terjadi kelebihan atau kekurangan stok ayam potong. Warung Makan Dower, yang mengandalkan ayam potong sebagai bahan utama dalam menu utamanya, membutuhkan sistem prediksi yang mampu merespons dinamika tersebut secara presisi. Penelitian ini mengembangkan model prediksi permintaan ayam potong berbasis *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTS-MC), menggunakan 1101 baris data penjualan harian aktual dari Mei 2022 hingga Mei 2025, termasuk hari-hari tanpa penjualan untuk menjaga kesinambungan waktu. Model dibangun melalui tahapan pengumpulan dan pembersihan data, proses fuzzifikasi menjadi 15 interval, pembentukan matriks probabilitas transisi, serta estimasi permintaan untuk tujuh hari ke depan. Hasil prediksi diintegrasikan ke dalam sistem web, yang dapat diakses langsung oleh pengelola warung untuk mendukung pengambilan keputusan stok secara real time. Evaluasi akurasi dilakukan dengan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), menghasilkan nilai MAPE rata-rata sebesar 4,75%, menunjukkan performa prediksi yang sangat baik. Perbandingan dengan konfigurasi lainnya memperlihatkan nilai MAPE jauh lebih tinggi, yaitu 66,06% (3 interval), 45,58% (6 interval), 17,09% (9 interval), dan 25,69% (12 interval). Dengan hasil ini, metode FTS-MC terbukti efektif dalam mengoptimalkan peramalan penjualan harian berbasis data historis.

Kata kunci— Kata kunci — fuzzy time series, markov chain, prediksi penjualan, manajemen stok, MAPE

I. PENDAHULUAN

Persaingan yang semakin ketat dalam industri kuliner menuntut pelaku usaha untuk mengelola sumber daya secara lebih efisien, termasuk dalam hal pengelolaan stok bahan baku. Rumah Makan Dower, yang dikenal dengan menu

pedas khas Lamongan, menghadapi tantangan dalam memperkirakan kebutuhan harian ayam potong. Ketidakpastian permintaan menyebabkan metode prediksi manual yang selama ini digunakan sering kali tidak akurat, sehingga menimbulkan dua risiko utama: kelebihan stok yang berujung pada pemborosan, dan kekurangan stok yang dapat menyebabkan pelanggan tidak terlayani dengan baik.

Untuk menjawab tantangan ini, penelitian dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Fuzzy Time Series-Markov Chain* (FTS-MC), yang menggabungkan kekuatan logika fuzzy dalam menangani data tidak pasti dan bersifat musiman, dengan konsep rantai Markov yang memodelkan transisi antar kondisi permintaan. Metode ini dinilai lebih adaptif, fleksibel, dan akurat dibandingkan pendekatan statistik konvensional. Penelitian ini memanfaatkan data historis penjualan ayam potong selama lebih dari dua tahun dan mengimplementasikan model prediksi dalam bentuk aplikasi web untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam pengelolaan stok harian.

Adapun fokus utama dari penelitian ini adalah membangun model prediksi permintaan ayam potong yang akurat dan mudah diterapkan oleh pengelola Rumah Makan Dower. Ruang lingkup penelitian dibatasi hanya pada satu jenis bahan baku, yaitu ayam potong, serta tidak mempertimbangkan faktor-faktor eksternal seperti promosi atau perubahan harga. Penelitian ini dilakukan dengan asumsi bahwa pola penjualan masa lalu cukup merepresentasikan tren di masa mendatang, dan bahwa tidak terjadi perubahan signifikan dalam sistem operasional rumah makan selama periode pengamatan. Selain itu, faktor hari libur dan peristiwa khusus diasumsikan turut memengaruhi fluktuasi penjualan.

Manfaat dari penelitian ini meliputi peningkatan efisiensi dalam pengelolaan stok bahan baku, pengurangan risiko kelebihan atau kekurangan persediaan, serta penyediaan sistem prediksi yang dapat diakses secara praktis melalui web. Selain manfaat praktis, penelitian ini juga memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan metode peramalan berbasis FTS-MC, serta menjadi referensi untuk penelitian lanjutan di bidang serupa.

II. KAJIAN TEORI

Penelitian ini merujuk pada sejumlah studi terdahulu yang relevan dalam konteks peramalan permintaan berbasis metode fuzzy. Renita dan Hasbi (2020) mengaplikasikan metode *Fuzzy Tsukamoto* untuk memperkirakan kebutuhan ayam potong di sebuah restoran. Hasilnya menunjukkan akurasi sebesar 93%, meskipun pendekatan tersebut belum mempertimbangkan pengaruh hari libur atau peristiwa khusus. Penelitian ini berbeda karena menggunakan metode *Fuzzy Time Series-Markov Chain* (FTS-MC) yang lebih kompleks dan adaptif terhadap pola musiman.

Sementara itu, Hafizha et al. mengembangkan model prediksi permintaan jamur champignon menggunakan metode FTS-MC dengan nilai akurasi MAPE sebesar 8,87%. Namun, variabel hari libur belum dimasukkan sebagai faktor pengaruh, yang justru diperhatikan dalam penelitian ini. Di sisi lain, pendekatan berbeda ditunjukkan dalam penelitian yang dilakukan pada UKM Sale Suka Senang, yang menggunakan metode Min-Max (s, S) untuk mengatur stok bahan baku makanan. Pendekatan tersebut lebih fokus pada pengendalian persediaan secara operasional, berbeda dari pendekatan prediktif fuzzy yang menjadi inti penelitian ini.

Dari berbagai studi yang telah dilakukan, metode FTS-MC terbukti memiliki keunggulan dalam hal fleksibilitas dan akurasi, khususnya dalam menghadapi data yang bersifat tidak pasti dan fluktuatif. Jika dibandingkan dengan metode lain seperti ARIMA, Cheng, atau *Exponential Smoothing*, FTS-MC lebih unggul dalam mendeteksi pola-pola nonlinier serta dapat beradaptasi dengan perubahan data jangka pendek.

Peramalan dalam konteks ini merujuk pada upaya sistematis untuk memperkirakan kejadian masa depan berdasarkan pola historis. Tujuan utamanya adalah menghasilkan estimasi permintaan ayam potong yang akurat agar proses pengelolaan stok dapat dilakukan secara lebih efisien. Metode FTS-MC sendiri menggabungkan konsep logika fuzzy dengan teori probabilitas Markov. Data historis dikonversi ke dalam bentuk interval fuzzy, kemudian dianalisis melalui matriks transisi berdasarkan kemungkinan munculnya pola sebelumnya, untuk menghasilkan prediksi nilai selanjutnya.

Sebagai bagian dari pengaplikasian, hasil prediksi akan ditampilkan dalam bentuk website. Website dipilih karena mudah diakses dan dapat digunakan langsung oleh pengelola rumah makan sebagai alat bantu pengambilan keputusan. Website berfungsi sebagai media interaktif yang menyajikan informasi prediksi stok secara real-time, sehingga memudahkan pelaku usaha dalam menyusun rencana pengadaan bahan baku.

TABEL 1
(PERBANDINGAN PENELITIAN TERKAIT
BERDASARKAN METODE, DATA, DAN NILAI
MAPE)

Penelitian	Metode	Data	MAPE
H. Renita Berlian & M. Hasbi	Fuzzy Tsukamoto	Penjualan ayam	7.2%
M. Hafizha, W. Bakti, D. Indwiarti,	FTS Markov Chain	Jamur	8.8%

M.Si., R. F. Umbara, S.Si			
Penelitian ini	Fuzzy Time Series Markov Chain	Ayam Potong	4.75%
Penelitian	Metode	Data	MAPE

Evaluasi terhadap kinerja model prediksi dilakukan menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), yang menghitung rata-rata selisih persentase antara nilai aktual dan hasil prediksi. Nilai MAPE di bawah 10% dikategorikan sebagai prediksi yang sangat akurat, sedangkan nilai di bawah 20% masih dianggap baik.

Evaluasi dilakukan dengan menghitung nilai MAPE antara hasil prediksi dan data aktual. Jika nilai MAPE di bawah 10%, model dianggap sangat akurat dan layak digunakan dalam implementasi nyata. Setelah evaluasi selesai, model terbaik diintegrasikan ke dalam sistem web, sehingga prediksi dapat diakses secara interaktif oleh pengguna. Laporan akhir disusun untuk mendokumentasikan keseluruhan proses, hasil yang dicapai, serta saran untuk pengembangan lanjutan

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Prediksi_i - Aktual_i}{Aktual_i} \right| \times 100 \quad (1)$$

Salah satu proses penting dalam metode fuzzy adalah fuzzifikasi, yaitu proses pengubahan data numerik menjadi bentuk linguistik atau kategori fuzzy. Dalam penelitian ini, data penjualan ayam potong diklasifikasikan ke dalam beberapa kelas, seperti A1 hingga A15, berdasarkan interval yang telah ditentukan. Tujuannya adalah untuk memudahkan proses analisis prediktif yang bersifat linguistik. Proses ini dilanjutkan dengan normalisasi matriks untuk memperoleh probabilitas perpindahan antar state fuzzy, yang menjadi dasar dalam proses prediksi

$$u = [47, 592] \quad (2)$$

$$\frac{\text{Lebar Interval} = \text{Batas Atas Penjualan} - \text{Batas Bawah Penjualan}}{\text{Lebar Interval}} = \frac{592 - 47}{15} = 36,33 \quad (3)$$

Adapun alasan pemilihan metode FTS-MC dalam penelitian ini didasarkan pada beberapa keunggulan. Pertama, metode ini sangat sesuai untuk mencapai tujuan utama penelitian, yaitu memprediksi permintaan selama tujuh hari ke depan untuk mendukung pengambilan keputusan stok. Kedua, FTS-MC menawarkan pendekatan yang lebih sederhana dibandingkan metode *Machine Learning*, namun tetap memberikan tingkat akurasi yang memadai. Ketiga, metode ini fleksibel dan dapat diperbarui secara berkala mengikuti perubahan pola data yang terjadi. Keempat, FTS-

MC relatif mudah diimplementasikan dalam sistem prediksi berbasis web, yang menjadi bagian dari rancangan sistem dalam penelitian ini.

III. METODE

Penelitian ini disusun secara sistematis untuk menghasilkan model prediksi permintaan ayam potong yang akurat dan dapat diimplementasikan secara praktis dalam bentuk aplikasi web. Tahapan-tahapan yang dilakukan meliputi studi literatur, identifikasi kesenjangan (gap) antara praktik yang ada dan kondisi ideal, serta pengumpulan data historis penjualan dari Rumah Makan Dower. Data yang diperoleh kemudian melalui tahap pembersihan guna memastikan validitas dan kualitasnya. Setelah data siap, dibangunlah model prediksi berbasis metode *Fuzzy Time Series-Markov Chain* (FTS-MC), dilanjutkan dengan evaluasi performa model menggunakan metrik MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Model dengan akurasi terbaik kemudian dipilih dan diintegrasikan ke dalam sistem prediksi berbasis web.

Validasi model dilakukan dengan membandingkan beberapa konfigurasi model dan menilai performanya dari berbagai aspek, seperti tingkat kesalahan prediksi (MAPE), kesesuaian dengan pola historis, kemudahan implementasi, serta kemampuan adaptasi terhadap data baru. Model terbaik selanjutnya digunakan untuk memprediksi permintaan ayam potong selama tujuh hari ke depan, dan hasilnya dibandingkan dengan data aktual untuk mengevaluasi akurasi.

Pengolahan data dimulai dari tahap konversi format tanggal menjadi tipe datetime, penghapusan data kosong atau duplikat, hingga pengunggahan file CSV ke dalam aplikasi web berbasis Streamlit. Untuk mempermudah analisis, data penjualan ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel. Selanjutnya dilakukan proses fuzzifikasi, yaitu pengubahan data penjualan numerik menjadi interval fuzzy. Dalam penelitian ini digunakan 15 interval fuzzy untuk menjaga keseimbangan antara akurasi dan kompleksitas model. Pengelompokan data dilakukan menggunakan fungsi `pd.cut()`.

TABEL 2
(RANGE 15 INTERVAL FUZZY)

Label	Batas Bawah	Batas Atas
A1	47.00	83.33
A2	83.34	119.67
A3	119.68	156.00
A4	156.01	192.33
A5	192.34	228.67
A6	228.68	265.00
A7	265.01	301.33
A8	301.34	337.67
A9	337.68	374.00
A10	374.01	410.33
A11	410.34	446.67
A12	446.68	483.00

A13	483.01	519.33
A14	519.34	555.67
A15	555.68	592.00

Penentuan himpunan semesta dilakukan berdasarkan rentang data aktual, dengan nilai minimum sebesar 47 dan maksimum sebesar 592. Rentang ini dibagi ke dalam 15 interval fuzzy yang dinamai secara bertingkat (misalnya A1, A2, hingga A15). Selanjutnya, dihitung frekuensi perpindahan antar interval untuk membentuk matriks transisi Markov..

Prediksi dilakukan dengan memanfaatkan interval terakhir sebagai titik awal. Probabilitas dalam matriks digunakan untuk memproyeksikan nilai penjualan berikutnya, yang kemudian dihitung dari rata-rata batas atas dan bawah dari interval hasil prediksi. Hasil prediksi disajikan dalam bentuk tabel harian dan grafik visualisasi untuk menunjukkan tren selama tujuh hari ke depan.

Sebagai bagian dari eksperimen, dilakukan uji coba dengan berbagai jumlah interval fuzzy, yaitu 3, 6, 9, 12, dan 15. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konfigurasi dengan 15 interval memberikan hasil prediksi paling akurat (nilai MAPE terendah), sehingga digunakan sebagai konfigurasi utama dalam sistem.

Pengembangan sistem dan seluruh eksperimen dilakukan menggunakan perangkat keras dengan spesifikasi sebagai berikut: prosesor AMD Ryzen 7 4000 series, RAM 16 GB, GPU NVIDIA GeForce RTX 3060, penyimpanan 512 GB SSD, dan sistem operasi Windows 10 64-bit. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Python, dengan bantuan beberapa perangkat lunak seperti Visual Studio Code, Google Chrome, dan Microsoft Word untuk dokumentasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini memanfaatkan data primer yang diperoleh secara langsung dari Rumah Makan Dower, Lamongan. Proses pengumpulan data dilakukan dengan pendekatan langsung kepada pihak pengelola untuk memperoleh informasi penjualan ayam potong harian.

TABEL 3
(DATA AKTUAL DARI MEI 2022 S/D MEI 2025)

Date	Sales
2022-05-01	120
2022-05-02	85
2022-05-03	74
...	...
2025-05-18	84
2025-05-19	104
2025-05-29	103

Data yang dikumpulkan mencakup dua atribut utama, yaitu tanggal transaksi dan jumlah penjualan ayam potong per hari. Jumlah total data yang diperoleh sebanyak 1101 baris, mencakup rentang waktu dari bulan Mei 2022 hingga Mei 2025. Data tersebut kemudian disusun dalam bentuk

tabel digital untuk mempermudah proses analisis dan pemodelan.

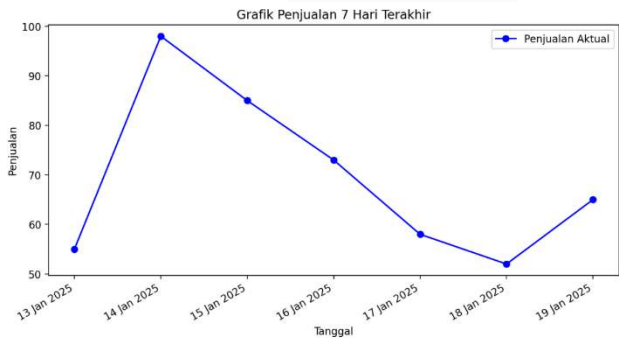
Data dibagi ke dalam dua bagian dengan rasio 80:20, di mana 80% digunakan sebagai data pelatihan untuk membangun model prediksi, dan 20% sisanya digunakan untuk menguji akurasi hasil prediksi. Dalam situasi di mana rumah makan tidak beroperasi (misalnya saat libur), data dibiarkan kosong agar kronologi data tetap utuh dan akurat secara temporal.

Jenis data yang digunakan bersifat kuantitatif karena terdiri dari angka-angka penjualan harian, dan juga bersifat longitudinal karena dikumpulkan secara berurutan berdasarkan waktu. Hal ini memungkinkan pengamatan pola dan tren permintaan ayam potong dari waktu ke waktu secara lebih akurat.

Metode pengumpulan data dilakukan secara bertahap. Pertama, peneliti mendatangi langsung lokasi warung makan untuk memperoleh izin akses terhadap data penjualan. Selanjutnya dilakukan wawancara informal guna memahami proses pencatatan penjualan yang dilakukan oleh pihak pengelola. Data yang awalnya berbentuk manual kemudian ditransfer ke dalam format spreadsheet digital agar dapat diolah dengan bantuan perangkat lunak.

Setelah data terkumpul, dilakukan tahapan pengolahan untuk mempersiapkan data sebelum digunakan dalam model Fuzzy Time Series Markov Chain. Data penjualan dalam format CSV diunggah melalui antarmuka web yang dikembangkan menggunakan Streamlit. Proses unggah ini menjadi titik awal analisis otomatis dalam sistem.

Langkah berikutnya adalah pembersihan data. Kolom tanggal dikonversi ke dalam format datetime untuk mendukung pengurutan data secara kronologis. Kemudian data yang tidak valid seperti entri kosong atau error dihapus, dan data duplikat disaring untuk memastikan integritas dataset tetap terjaga.



GAMBAR 1
(VISUALISASI DATA AKTUAL 7 HARI TERAKHIR)

Untuk membantu pengguna memahami pola terkini, data penjualan tujuh hari terakhir divisualisasikan dalam bentuk grafik dan tabel. Visualisasi ini memberi gambaran cepat terhadap tren permintaan yang sedang berlangsung. Visualisasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 di dokumen asli.

Proses selanjutnya adalah fuzzifikasi data. Tahapan ini mengubah data numerik penjualan ke dalam bentuk kategori linguistik atau fuzzy. Nilai penjualan dianalisis untuk menentukan nilai minimum dan maksimum, yang kemudian dibagi ke dalam 15 interval fuzzy menggunakan fungsi

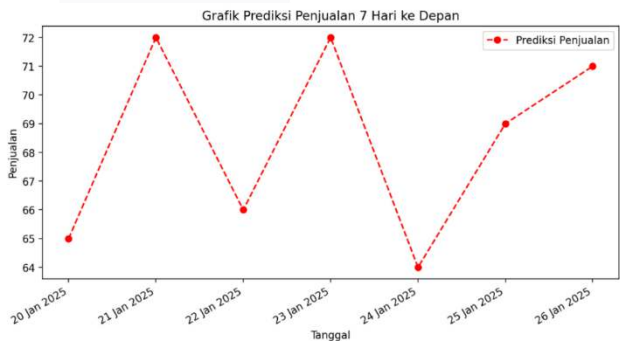
pd.cut(). Tujuan penggunaan 15 interval adalah untuk menjaga keseimbangan antara akurasi model dan kompleksitas komputasi. Setiap interval diberi label seperti A1, A2, hingga A15. Contoh interval: A1 untuk nilai antara 47–83, A2 untuk 84–120, dan seterusnya hingga A15 untuk 556–592.

Setelah data diklasifikasikan dalam interval fuzzy, dilakukan penyusunan matriks transisi Markov. Proses ini mencatat seberapa sering terjadi perpindahan dari satu kategori fuzzy ke kategori lainnya berdasarkan urutan waktu. Frekuensi tersebut kemudian diubah menjadi matriks transisi probabilistik melalui proses normalisasi, sehingga diperoleh peluang transisi antar state fuzzy.

Proses prediksi dilakukan secara iteratif. Interval fuzzy terakhir yang muncul digunakan sebagai kondisi awal, kemudian dengan mengacu pada distribusi probabilitas dalam matriks transisi, diprediksi interval berikutnya. Nilai prediksi dihitung dari rata-rata batas atas dan bawah dari interval fuzzy hasil proyeksi. Prediksi ini dilakukan selama tujuh hari ke depan.

TABEL 4
(HASIL PREDIKSI PENJUALAN 7 HARI KEDEPAN)

Tanggal	Prediksi Penjualan
2025-01-20	65
2025-01-21	72
2025-01-22	66
2025-01-23	72
2025-01-24	64
2025-01-25	69
2025-01-26	71



GAMBAR 2
(GRAFIK PENJUALAN SELAMA 7 HARI KEDEPAN)

Hasil prediksi ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Tabel menunjukkan tanggal beserta nilai prediksi penjualan, sedangkan grafik memberikan visualisasi tren untuk memudahkan pengambilan keputusan stok harian oleh pengelola warung. Ilustrasi prediksi ditunjukkan dalam Tabel 4 dan gambar 2 pada dokumen asli.

Untuk mengukur efektivitas metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTS-MC) dalam memprediksi permintaan ayam potong, dilakukan pengujian terhadap data uji yang mencakup 20% dari keseluruhan dataset. Evaluasi ini

bertujuan menilai akurasi prediksi dari berbagai konfigurasi jumlah interval fuzzy, yaitu 3, 6, 9, 12, dan 15 interval. Setiap konfigurasi diuji dengan data aktual dan hasilnya dievaluasi menggunakan metrik *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Evaluasi terhadap performa model dilakukan menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), yang menghitung rata-rata selisih persentase antara nilai aktual dan hasil prediksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa MAPE berada di bawah 10%, menandakan bahwa model yang dibangun telah memberikan prediksi yang cukup akurat dan dapat diandalkan dalam mendukung pengambilan keputusan manajemen stok.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah interval yang digunakan, akurasi prediksi cenderung meningkat hingga titik optimal. Konfigurasi dengan 15 interval menghasilkan nilai MAPE paling rendah, yaitu 4,75%, yang menunjukkan tingkat akurasi sangat tinggi. Berikut adalah rekapitulasi hasil pengujian:

TABEL 5
(PERBANDINGAN DATA PREDIKSI DAN DATA AKTUAL DARI TANGGAL 1 SAMPAI 7 JANUARI 2024 (INTERVAL 3))

Date	Prediksi	Aktual	Absolute Error	Percentage Error
2024-01-01	88	51	37	72.55%
2024-01-02	81	56	25	44.64%
2024-01-03	85	50	35	70.00%
2024-01-04	78	52	26	50.00%
2024-01-05	79	48	31	64.58%
2024-01-06	86	50	36	72.00%
2024-01-07	83	44	39	88.64%
Rata-Rata				Rata rata: 66.06%

TABEL 6
(PERBANDINGAN DATA PREDIKSI DAN DATA AKTUAL DARI TANGGAL 1 SAMPAI 7 JANUARI 2024 (INTERVAL 6))

Tanggal	Prediksi	Aktual	Absolute Error	Percentage Error (%)
2024-01-01	45	51	6	11,76
2024-01-02	44	56	12	21,43
2024-01-03	41	50	9	18,00
2024-01-04	40	52	12	23,08
2024-01-05	41	48	7	14,58

2024-01-06	38	50	12	24,00
2024-01-07	47	44	3	6,82
Rata-rata				17,09%

TABEL 7
(PERBANDINGAN DATA PREDIKSI DAN DATA AKTUAL DARI TANGGAL 1 SAMPAI 7 JANUARI 2024 (INTERVAL 9))

Tanggal	Prediksi	Aktual	Absolute Error	Percentage Error (%)
2024-01-01	45	51	6	11,76
2024-01-02	44	56	12	21,43
2024-01-03	41	50	9	18,00
2024-01-04	40	52	12	23,08
2024-01-05	41	48	7	14,58
2024-01-06	38	50	12	24,00
2024-01-07	47	44	3	6,82
Rata-rata				17,09%

TABEL 8
(PERBANDINGAN DATA PREDIKSI DAN DATA AKTUAL DARI TANGGAL 1 SAMPAI 7 JANUARI 2024 (INTERVAL 12))

Tanggal	Prediksi	Aktual	Absolute Error	Percentage Error (%)
2024-01-01	66	51	15	29,41
2024-01-02	64	56	8	14,29
2024-01-03	62	50	12	24,00
2024-01-04	66	52	14	26,92
2024-01-05	60	48	12	25,00
2024-01-06	62	50	12	24,00
2024-01-07	64	44	20	45,45
Rata-rata				25,69%

TABEL 9
(PERBANDINGAN DATA PREDIKSI DAN DATA AKTUAL DARI TANGGAL 1 SAMPAI 7 JANUARI 2024 (INTERVAL 15))

Date	Prediksi	Aktual	Absolute Error	Percentage Error
2024-01-01	53	51	2	3.92%
2024-01-02	56	55	1	1.82%

2024-01-03	47	50	3	6.00%
2024-01-04	54	52	2	3.85%
2024-01-05	47	48	1	2.08%
2024-01-06	48	50	2	4.00%
2024-01-07	46	44	2	4.55%
Rata rata:				3.75%

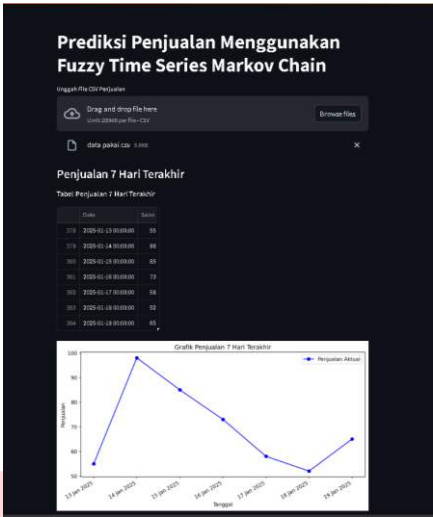
TABEL 10
(RATA-RATA PERSENTASE ERROR PREDIKSI
PER MINGGU (FTS-MC, INTERVAL 15))

Periode Tanggal	Persentase Error (%)
2024-01-01 s.d. 2024-01-07	3,75
2024-01-08 s.d. 2024-01-14	4,07
2024-01-15 s.d. 2024-01-21	5,84
2024-01-22 s.d. 2024-01-28	4,30
2024-01-29 s.d. 2024-02-04	7,04
2024-02-05 s.d. 2024-02-11	6,22
2024-02-12 s.d. 2024-02-18	9,78
2024-02-19 s.d. 2024-02-26	5,62

Berdasarkan hasil tersebut, model dengan 15 interval dipilih untuk digunakan dalam sistem prediksi utama. Model ini kemudian digunakan untuk memproyeksikan jumlah penjualan ayam potong selama tujuh hari ke depan. Hasil prediksi ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik agar mudah dipahami oleh pengguna. Grafik tren penjualan harian membantu visualisasi fluktuasi dan pola permintaan yang mungkin terjadi .

Untuk memudahkan pengguna yang berasal dari kalangan non-teknis, hasil prediksi ditampilkan melalui antarmuka web. Sistem ini memiliki beberapa fitur, di antaranya:

- Unggah data penjualan dalam format CSV.
- Menampilkan grafik dan tabel penjualan aktual serta hasil prediksi.
- Menyediakan evaluasi model secara langsung melalui tampilan nilai MAPE.



GAMBAR 3
(TAMPILAN ANTARMUKA SISTEM PREDIKSI)



GAMBAR 4
(TAMPILAN ANTARMUKA SISTEM PREDIKSI)

Antarmuka sistem ditampilkan dalam Gambar 3 dan Gambar 4 pada dokumen asli. Desain antarmuka dibuat agar ramah pengguna, ringan, dan informatif.

Dari sisi analisis, terlihat bahwa jumlah interval fuzzy sangat berpengaruh terhadap performa model. Interval yang terlalu sedikit seperti 3 atau 6 menyebabkan prediksi menjadi terlalu kasar dan kurang merepresentasikan variasi data. Sebaliknya, penggunaan 15 interval memungkinkan model menangkap pola fluktuasi secara lebih rinci dan akurat, meskipun kompleksitas pemodelan sedikit meningkat.

Sistem yang dikembangkan memiliki beberapa kelebihan. Pertama, metode FTS-MC yang digunakan tergolong ringan dan tidak membutuhkan komputasi tinggi seperti metode *machine learning*. Kedua, antarmuka sistem dirancang sederhana sehingga mudah dioperasikan oleh pengguna akhir. Ketiga, sistem ini memungkinkan pembaruan data secara berkala tanpa perlu pelatihan ulang yang rumit. Keempat, tingkat akurasi prediksi cukup tinggi,

menjadikannya alat bantu yang andal untuk pengambilan keputusan stok harian.

Namun, sistem ini juga memiliki keterbatasan. Model belum mempertimbangkan faktor eksternal seperti cuaca, promosi, atau event tertentu yang dapat memengaruhi permintaan. Selain itu, cakupan sistem masih terbatas pada satu jenis bahan baku, yaitu ayam potong, tanpa mencakup bahan lain yang juga berperan dalam operasional rumah makan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTS-MC) mampu memberikan prediksi permintaan ayam potong yang akurat di Rumah Makan Dower. Model ini efektif dalam menangani data historis yang bersifat musiman dan fluktuatif. Dari berbagai konfigurasi yang diuji, penggunaan 15 interval fuzzy menghasilkan performa terbaik dengan nilai MAPE sebesar 4,75%, menunjukkan bahwa model ini layak diterapkan dalam skenario prediksi nyata.

Sistem prediksi berbasis web yang dibangun tidak hanya menyajikan data penjualan aktual dan hasil prediksi tujuh hari ke depan, tetapi juga menampilkan informasi evaluasi model secara langsung. Dengan tampilan antarmuka yang sederhana dan informatif, pengguna dapat memahami tren permintaan dan merencanakan stok secara lebih efisien. Penggunaan sistem ini membantu Rumah Makan Dower dalam mengoptimalkan pengadaan bahan baku, mengurangi risiko pemborosan, dan meningkatkan efisiensi operasional harian.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab permasalahan dalam memprediksi permintaan ayam potong di Warung Makan Dower secara lebih akurat. Dengan menerapkan metode *Fuzzy Time Series Markov Chain* (FTS-MC), model prediksi berhasil dikembangkan dan divalidasi menggunakan data historis penjualan data harian sebanyak 1101 baris. Untuk mengukur efektifitas metode ini, dilakukan pengujian terhadap data uji yang mencakup 20%% dari keseluruhan dataset. Evaluasi dilakukan terhadap berbagai konfigurasi jumlah interval fuzzy, yaitu 3, 5, 9, 12, 15. Setiap konfigurasi dibandingkan menggunakan metrik Mean Absolute Error (MAPE), dan hasil terbaik diperoleh pada konfigurasi 15 interval dengan rata-rata MAPE 4,75%, yang menunjukkan tingkat kesalahan prediksi sangat rendah dan akurasi tinggi.

Model yang dikembangkan juga diimplementasikan dalam bentuk system prediksi berbasis web untuk mendukung pengambilan Keputusan stok secara real-time oleh pengelola Warung Makan Dower. Siste mini dilengkapi dengan fitur visualisasi data prediksi selama tujuh hari kedepan, yang memudahkan pemantauan dan perencanaan

stok. Dengan hasil tersebut, Metode FTS-MC terbukti efektif dalam menangkap pola penjualan harian dan memberikan Solusi prediktif yang adaptif dan praktis dalam pengelolaan stok berbasis data historis. Keunggulan akurasi dan kemudahan implementasinya menjadikan metode ini layak diterapkan pada usaha kuliner skala kecil maupun menengah.

REFERENSI

- [1] H. Renita Berlian and M. Hasbi, "Optimasi Stok Ayam Potong Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto," *Jurnal TIKomSiN*, vol. 8, no. 1, 2020.
- [2] M. Hafizha et al., "Prediksi Penjualan Jamur Champignon Menggunakan Metode FTS-MC," 2021.
- [3] D. Mustafiz and N.K. Ningrat, "Optimasi Produksi Makanan dengan Min-Max (s,S)," *JIG*, vol. 3, no. 2.
- [4] Agan and T.S. Yanti, "Perbandingan FTS-MC dan Chen Average," *Bandung Conference Series: Statistics*, vol. 2, no. 2, 2022.
- [5] S. Nurlela et al., "Harga Minyak WTI dengan FTS-MC," *Jurnal Fourier*, vol. 12, no. 1, 2023.
- [6] K. Heriansa and E. Supratman, "Sistem Prediksi Penjualan Trend Moment," *Bina Darma Conference*.
- [7] E. Cahya Pratama et al., "Exponential Smoothing untuk Penjualan Hijab," *J-PTIHK UB*, vol. 5, no. 12, 2021.
- [8] A.F. Fahad et al., "Double Exponential pada Kertas Stiker," *Informatika ITS*.
- [9] Y. Sari and S. Hariyanto, "Perbandingan TES untuk Produk Pashmina," 2023.
- [10] Nurhasan et al., "FTS-MC untuk Prediksi Harga Telur Puyuh," *Jurnal Informatika Mulawarman*, vol. 16, no. 2, 2021.
- [11] M. Wibowo, "Prediksi Harga dengan SARIMA," 2023.
- [12] A. Paul, "Electrical properties of flying machines," *Flying Machines*, vol. 38, no. 1, pp. 778–998, Oct. 1987.
- [13] W.K. Chen, *Linear Networks and Systems*, Belmont, CA: Wadsworth, 1993.
- [14] J.E. Bourne, "Synthetic structure of industrial plastics," in *Plastics*, 2nd ed., vol. 3, McGraw-Hill, 1964.
- [15] S. Calmer, *Engineering and Art*, 2nd ed., [Online], Available: www.enggart.com [accessed Jun. 2024].
- [16] A. Duncan, "Engineering Concepts on Ice," www.iceengg.edu [accessed May 2024].
- [17] Pretty Agustin and Elva Susanti, "Forecasting Wooden Pallet using ES," 2020.
- [18] Informatika & Polinema, "Sistem Penjualan Obat Ternak," 2020.
- [19] Yanti, "Prediksi Harga Beras dengan FTS Cheng," 2023.
- [20] Yoka Fathoni et al., "Fuzzy Time Series dalam Prediksi Ekonomi," 2022.