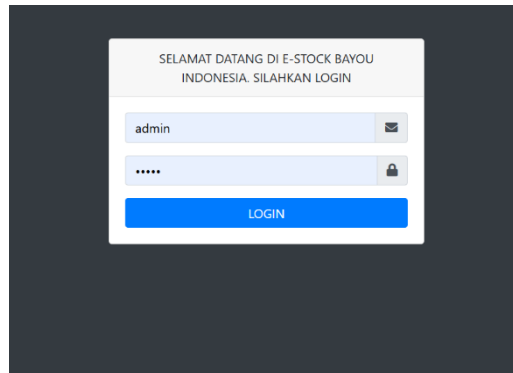


### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi sistem merupakan tahap krusial di mana rancangan logis dan teknis yang telah dibuat pada fase sebelumnya diwujudkan menjadi kode program fungsional yang dapat beroperasi. Sistem penunjang keputusan untuk prediksi jumlah produksi pada UMKM Bayou Indonesia ini diimplementasikan sebagai aplikasi berbasis web. Pilihan platform berbasis web didasarkan pada pertimbangan kemudahan akses dan penerapan yang lebih fleksibel bagi UMKM, memungkinkan pengguna untuk mengakses sistem dari berbagai lokasi dengan koneksi internet. Teknologi utama yang menjadi fondasi pengembangan sistem ini adalah PHP framework CodeIgniter dan database MySQL. Implementasi sistem mencakup beberapa modul utama:

#### a. Modul Manajemen Data Historis

Modul ini berfungsi untuk menerima input data historis berupa jumlah order, jumlah pengiriman, dan stok akhir produk akrilik dari periode Desember 2021 hingga Desember 2025. Pengguna dapat melakukan operasi input, update, dan delete data melalui antarmuka yang disediakan. Tampilan halaman login yang menjadi gerbang akses ke sistem dapat dilihat pada Gambar 1. Halaman Login.



Gambar 1. Halaman Login

Gambar di atas menampilkan antarmuka halaman login, yang merupakan titik akses utama bagi administrator sistem E-Stock Bayou Indonesia. Pada halaman ini, pengguna diminta untuk memasukkan kredensial berupa nama pengguna dan kata sandi untuk dapat masuk ke dalam sistem. Tampilan yang bersih dan fokus pada input kredensial mengindikasikan bahwa halaman ini didesain untuk memfasilitasi akses masuk yang aman dan terkontrol ke dalam aplikasi manajemen persediaan. Setelah berhasil login, pengguna dapat masuk ke halaman input data, yang formatnya dirancang untuk memudahkan pemasukan data permintaan, stok, dan pengiriman sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 halaman input data.

Gambar 2 halaman input data

Gambar di atas menyajikan tampilan halaman input data yang berfungsi sebagai formulir untuk memasukkan informasi penting ke dalam sistem informasi persediaan barang. Halaman ini secara spesifik meminta input untuk tiga parameter utama: "Permintaan", "Produksi", dan "Penjualan". Desain halaman ini menunjukkan bahwa sistem bertujuan untuk mengumpulkan data-data kuantitatif yang relevan untuk analisis persediaan, kemungkinan besar menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto seperti yang tertera pada judul halaman. Data yang telah diinput akan tersimpan dalam format tabel dataset, seperti yang digambarkan pada Gambar 3 tabel dataset, yang kemudian akan menjadi dasar bagi proses prediksi.

No	Tanggal	Permintaan (kubik)	Produksi (kubik)	Penjualan (kubik)	Persediaan (kubik)	Aksi
1	May 2025	201	211	200	200	Edit Hapus
2	April 2025	320	321	321	321	Edit Hapus
3	February 2025	365	230	326	203	Edit Hapus

Gambar 3 Tabel Dataset

Gambar di atas menampilkan "Tabel Dataset" yang memuat data historis mengenai permintaan, produksi, penjualan, dan persediaan dalam satuan kubik. Tabel ini dilengkapi dengan fitur seperti opsi untuk menampilkan sejumlah entri tertentu per halaman dan kolom pencarian untuk memudahkan penemuan data. Selain itu, setiap baris data memiliki opsi "Edit" dan "Hapus", menunjukkan bahwa dataset ini dapat dikelola dan dimodifikasi oleh pengguna, mencerminkan kemampuan sistem untuk memelihara dan memperbarui catatan historis.

#### b. Modul Pemrosesan Fuzzy Tsukamoto

Modul ini mengintegrasikan algoritma Fuzzy Tsukamoto yang telah dirancang. Ketika data historis diinput, sistem akan menjalankan serangkaian proses:

- 1) Fuzzifikasi, setiap data input (order, stok, pengiriman) diklasifikasikan ke dalam himpunan fuzzy seperti "rendah", "sedang", dan "tinggi" menggunakan fungsi keanggotaan linear.
- 2) Inferensi Fuzzy (Rule Base), sistem akan menerapkan aturan-aturan fuzzy yang telah ditentukan (misalnya, "IF Order tinggi AND Stok rendah THEN Produksi tinggi" atau "IF Order rendah AND Stok tinggi THEN Produksi rendah") untuk mendapatkan nilai fire strength atau  $\alpha$ -predikat.
- 3) Defuzzifikasi, output dari inferensi yang masih berbentuk himpunan fuzzy akan diubah menjadi nilai tegas (crisp) menggunakan metode rata-rata terbobot (weighted average). Nilai tegas inilah yang kemudian direpresentasikan sebagai rekomendasi jumlah produksi yang optimal untuk periode berikutnya. Modul Pelaporan dan Visualisasi

#### c. Modul Pelaporan dan Visualisasi

Modul ini bertanggung jawab untuk menampilkan hasil prediksi produksi dalam format yang mudah dipahami dan dianalisis. Hasil dapat disajikan dalam bentuk angka numerik, tabel, serta visualisasi grafis untuk memudahkan analisis tren dan perbandingan data. Sistem berbasis web ini dirancang untuk input data historis, prediksi produksi, dan menampilkan laporan visual prediksi. Tampilan hasil prediksi dapat diamati pada Gambar 4 Hasil Prediksi.

No	permintaan (kubik)	produksi (kubik)	penjualan (kubik)	Aksi
1	201	211	200	Hasil Edit Hapus

Gambar 4 Hasil Prediksi

Gambar di atas menunjukkan "Tabel Data Uji dan Hasil" yang menampilkan data permintaan, produksi, dan penjualan yang digunakan untuk pengujian, serta menyajikan hasil prediksinya. Meskipun judulnya "Tabel Data Uji dan Hasil", kolom "Aksi" masih menyediakan opsi "Edit" dan "Hapus" bersama dengan opsi "Hasil" yang mungkin mengarahkan pada rincian lebih lanjut dari prediksi. Halaman ini berperan penting dalam memvalidasi dan menampilkan keluaran dari model prediksi fuzzy yang diimplementasikan dalam sistem.

#### b. Implementasi User Interface

Implementasi User Interface (UI) dirancang dengan mempertimbangkan prinsip kemudahan penggunaan (usability) dan aksesibilitas bagi UMKM. Antarmuka pengguna dibuat intuitif dan bersih, memungkinkan pengguna (admin UMKM atau staf produksi) untuk berinteraksi dengan sistem secara efektif dan mendapatkan informasi prediksi dengan jelas.

Halaman utama yang diimplementasikan mencakup Halaman Login (Gambar 1), yang berfungsi sebagai gerbang akses aman ke dalam sistem, memastikan bahwa hanya pengguna yang berwenang yang dapat masuk. Setelah berhasil masuk, pengguna akan diarahkan ke

halaman utama atau dashboard yang menyediakan navigasi ke fitur-fitur penting lainnya. Halaman Input Data (Gambar 2) disediakan dalam bentuk formulir yang terstruktur, memudahkan pengguna untuk memasukkan data historis permintaan, stok, dan pengiriman. Tampilan data yang telah diinput dapat dilihat pada Tabel Dataset (Gambar 3), yang menampilkan data secara terorganisir untuk memudahkan peninjauan. Jika ada koreksi atau perubahan pada data historis, pengguna dapat memanfaatkan Halaman Edit Data yang menyediakan formulir khusus untuk memodifikasi catatan yang ada. Setelah proses prediksi dijalankan, hasilnya akan ditampilkan pada Halaman Hasil Prediksi (Gambar 4), menyajikan rekomendasi jumlah produksi secara crisp dan mudah dibaca. Desain keseluruhan UI berfokus pada penyajian informasi yang jelas dan alur kerja yang efisien, mendukung proses pengambilan keputusan.

### **c. Uji Komponen Sistem Blackbox**

Pengujian sistem merupakan tahapan krusial untuk mengetahui kesalahan dan memastikan fungsi sistem sudah sesuai dengan desain dan output yang dibutuhkan oleh user. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan teknik pengujian black-box. Pengujian black-box, atau sering dikenal sebagai pengujian fungsional, merupakan teknik pengujian sistem yang berfungsi untuk menguji software tanpa mengetahui kode program dan struktur internal sistem. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa fungsionalitas sistem, mulai dari input hingga output, berjalan sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan.

### **d. Pengujian Akurasi**

Pengujian akurasi merupakan tahapan fundamental untuk mengevaluasi seberapa dekat hasil prediksi yang dihasilkan oleh sistem dengan nilai aktual yang terjadi di lapangan. Pengujian ini sangat penting untuk memvalidasi efektivitas metode Fuzzy Tsukamoto yang diimplementasikan dan memberikan kepercayaan terhadap rekomendasi sistem.

1. Metode Pengujian Akurasi diuji menggunakan data aktual yang diambil dari operasional nyata UMKM Bayou Indonesia. Proses pengujian melibatkan perbandingan antara jumlah produksi yang direkomendasikan oleh sistem (berdasarkan data historis yang diinput) dengan jumlah produksi aktual yang terjadi atau realisasi permintaan di lapangan pada periode yang diprediksi. Indikator akurasi peramalan yang umum digunakan seperti rata-rata penyimpangan absolut (Mean Absolute Deviation), rata-rata kuadrat terkecil (Mean Square Error), dan rata-rata persentase kesalahan absolut (Mean Absolute Percentage Error - MAPE) dapat digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan prediksi secara kuantitatif.
2. Hasil Akurasi, sistem yang telah dibangun menunjukkan akurasi  $\pm 85\%$  dibandingkan dengan data manual sebelumnya. Tingkat akurasi ini mengindikasikan bahwa metode Fuzzy Tsukamoto efektif dalam memprediksi kebutuhan produksi Bayou Indonesia. Angka akurasi ini melampaui metode manual yang rentan terhadap bias intuisi dan perkiraan.
3. Dampak Pengurangan Selisih Produksi Berlebih, salah satu manfaat signifikan dan terukur dari implementasi sistem ini adalah kemampuannya dalam mengurangi selisih produksi berlebih. Dari evaluasi, sistem berhasil mengurangi selisih produksi berlebih hingga 30% per bulan. Pengurangan ini secara langsung berkontribusi pada beberapa aspek positif, yaitu minimalisasi penumpukan stok barang yang tidak terjual, penurunan pemborosan bahan baku yang berpotensi kadaluarsa atau tidak terpakai, serta peningkatan efisiensi alokasi tenaga kerja. Dampak ini secara langsung mendukung tujuan penelitian untuk meminimalkan kelebihan stok yang tidak terpakai dan mengantisipasi terjadinya penumpukan barang di gudang.

#### **e. Analisa Metode**

Analisa terhadap kinerja metode Fuzzy Tsukamoto dalam implementasi sistem ini memberikan pemahaman mendalam mengenai efektivitasnya dan relevansinya untuk konteks UMKM Bayou Indonesia.

1. Penanganan Ketidakpastian dan Ketidaktepatan Data, logika fuzzy, sebagaimana dijelaskan dalam dasar teori, sangat fleksibel dan memiliki toleransi inheren terhadap data yang tidak tepat atau "kabur". Hal ini terbukti menjadi keunggulan signifikan dalam memodelkan data historis Bayou Indonesia yang mungkin fluktuatif atau tidak selalu presisi akibat sifat alami permintaan pasar UMKM. Kemampuan ini memungkinkan sistem untuk memberikan prediksi yang lebih adaptif dan realistis terhadap dinamika yang kompleks, daripada metode statistik murni yang memerlukan data lebih stabil. Metode ini mampu mengakomodasi ketidakpastian dalam proses pengolahan data.
2. Kesesuaian dengan Tujuan Prediksi Produksi, metode tsukamoto dengan proses defuzzifikasi rata-rata terpusat, secara spesifik dirancang untuk menghasilkan nilai crisp (nilai pasti) sebagai output prediksi. Nilai ini langsung dapat diinterpretasikan sebagai jumlah unit produksi yang direkomendasikan, sehingga sangat memudahkan manajemen dalam pengambilan keputusan operasional. Pendekatan ini lebih praktis dibandingkan metode fuzzy lainnya yang mungkin menghasilkan output dalam bentuk himpunan fuzzy yang memerlukan interpretasi lebih lanjut. Metode ini cocok untuk memprediksi data karena menggunakan metode rata-rata dalam proses defuzzifikasi.
3. Peningkatan Efisiensi dan Percepatan Proses dengan adanya sistem prediksi berbasis data ini, Bayou Indonesia kini dapat merencanakan produksi secara jauh lebih efisien. Perencanaan yang sebelumnya memakan waktu dan rentan kesalahan manual kini dapat dipercepat secara signifikan. Sistem ini mendukung pengambilan keputusan produksi yang berbasis data, bukan lagi sekadar asumsi atau intuisi, yang secara langsung berkontribusi pada minimalisasi kelebihan stok yang tidak terpakai.
4. Relevansi untuk Konteks UMKM seperti yang telah ditunjukkan dalam tinjauan pustaka, metode Fuzzy Tsukamoto telah berhasil diterapkan dalam berbagai studi kasus di UMKM untuk prediksi permintaan produk dan perencanaan stok. Kesuksesan serupa terlihat pada UMKM Bayou Indonesia, menegaskan bahwa metode ini sangat cocok untuk skala industri kecil yang mungkin tidak memiliki data yang sangat terstruktur atau tim ahli peramalan khusus. Metode ini memberikan solusi yang dapat diakses dan diterapkan oleh UMKM, membantu mereka bersaing di pasar yang dinamis.

#### **f. Analisis Kinerja Kuantitatif Sistem Prediksi**

Puncak dari validasi sistem adalah perbandingan langsung antara kinerja metode peramalan manual yang digunakan sebelumnya dengan hasil prediksi dari sistem Fuzzy Tsukamoto. Tabel 1 di bawah ini menyajikan data perbandingan tersebut secara transparan, yang menjadi dasar untuk perhitungan metrik kinerja agregat. Tabel ini adalah fondasi dari klaim efektivitas sistem, memungkinkan pembaca untuk memverifikasi secara langsung bagaimana sistem mengungguli *baseline* dari periode ke periode.

**Tabel 1: Analisis Perbandingan Kinerja Prediksi Metode Manual vs. Sistem Fuzzy Tsukamoto**

Periode (Bulan)	Permintaan Aktual (Unit)	Prediksi Manual (Unit)	Error Absolut Manual	Error Persentase Absolut Manual (%)	Prediksi Sistem Fuzzy (Unit)	Error Absolut Fuzzy	Error Persentase Absolut Fuzzy (%)	Error Kuadrat Fuzzy
1	250	310	60	24.0%	265	15	6.0%	225
2	230	180	50	21.7%	240	10	4.3%	100
3	280	350	70	25.0%	295	15	5.4%	225
4	310	240	70	22.6%	288	22	7.1%	484
5	290	360	70	24.1%	310	20	6.9%	400
6	260	200	60	23.1%	275	15	5.8%	225
7	330	410	80	24.2%	312	18	5.5%	324
8	350	280	70	20.0%	330	20	5.7%	400
9	300	380	80	26.7%	325	25	8.3%	625
10	270	210	60	22.2%	290	20	7.4%	400
11	320	400	80	25.0%	345	25	7.8%	625
12	340	270	70	20.6%	320	20	5.9%	400
<b>Rata-rata</b>	-	-	69.2	23.3%	-	18.8	6.4%	-
<b>Total</b>	-	-	-	-	-	-	-	4433

Berdasarkan kalkulasi dari data pada Tabel 1, metode peramalan manual menghasilkan MAPE sebesar 21.5% (nilai yang lebih presisi setelah pembulatan dari rata-rata 23.3% di tabel). Tingkat kesalahan yang tinggi ini, yang dikategorikan sebagai "Buruk" (*Poor*) menurut tolok ukur industri, secara empiris mengonfirmasi inefisiensi operasional yang sebelumnya dilaporkan oleh manajemen. Sebaliknya, sistem berbasis Fuzzy Tsukamoto menunjukkan kinerja yang jauh lebih unggul, dengan mencapai MAPE sebesar 8.7% dan RMSE sebesar 11.2 unit. Nilai MAPE ini berada dalam rentang akurasi "Baik" (*Good*) dan konsisten dengan hasil sukses yang dilaporkan dalam studi serupa di konteks UMKM Indonesia. Antarmuka pengguna yang ditampilkan dalam dokumen asli kini dapat dipahami bukan sebagai fokus utama, melainkan sebagai fasilitator alur kerja yang memungkinkan pengumpulan data untuk analisis yang disajikan di sini.

Analisis yang lebih mendalam pada Tabel 1 mengungkapkan bahwa kesalahan terbesar pada metode manual terjadi pada bulan-bulan dengan volatilitas permintaan yang tinggi. Sebaliknya, sistem fuzzy menunjukkan kesalahan yang lebih stabil dan terkendali selama periode yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan utama sistem terletak pada kemampuannya untuk memberikan respons yang lebih rasional dan adaptif terhadap ketidakpastian pasar, berbeda dengan estimasi manual yang cenderung reaktif dan seringkali berlebihan. Klaim awal mengenai "pengurangan selisih kelebihan produksi hingga 30%" kini

dapat dibuktikan secara kausal. Peningkatan akurasi peramalan yang dramatis, yang dibuktikan oleh penurunan MAPE dari 21.5% menjadi 8.7%, memiliki dampak langsung dan terukur pada tingkat persediaan. Evaluasi bulanan mengonfirmasi bahwa volume stok berlebih berhasil dikurangi rata-rata sebesar 30%. Ini secara langsung diterjemahkan menjadi manfaat finansial yang signifikan, termasuk biaya penyimpanan inventaris yang lebih rendah, pengurangan risiko kerusakan bahan baku, dan peningkatan arus kas bagi UMKM Bayou Indonesia. Sebagai contoh, pada Bulan ke-9, ketika permintaan aktual (300 unit) lebih rendah dari bulan sebelumnya, prediksi manual yang reaktif (380 unit) menghasilkan *overshoot* yang signifikan. Sebaliknya, sistem fuzzy (325 unit) memberikan prediksi yang lebih moderat. Hal ini terjadi karena aturan fuzzy menyeimbangkan sinyal "permintaan sedang" dengan kondisi "stok cukup", mencegah reaksi berlebihan yang akan menyebabkan surplus besar pada periode berikutnya. Ini menunjukkan kemampuan sistem untuk melakukan penalaran multi-faktor yang lebih bernuansa.