

Penerapan Metode Fuzzy Logic dalam Estimasi Waktu Produksi Konveksi Kaos Massal

Azzahra Nur Oktavia¹, Dimas Abisono Punkastyo²

¹ Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

² Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia
e-mail: helloalloreale@gmail.com

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Received Jan 24, 2026

Revised Jan 26, 2026

Accepted Jan 27, 2026

Abstract – The process of estimating production time in the garment manufacturing industry is generally performed manually and relies on experience, making it subjective and often causing discrepancies between estimated and actual completion times. This study aims to design and develop a web-based production time estimation system by applying the Fuzzy Logic Mamdani method to provide more objective and measurable estimates. The system processes production variables such as the number of products, design complexity, number of workers, and number of design sides using the Mamdani fuzzy inference mechanism to obtain estimated production times. System testing was conducted using Black Box Testing to ensure all features function according to specifications, and accuracy evaluation was performed using Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The results show that the system can provide production time estimates with an average MAPE of 6.73%, categorizing it as highly accurate and suitable for supporting decision-making. Therefore, this web-based system proves to assist garment manufacturers in calculating production time quickly, objectively, and accurately.

Keywords: Production Time Estimation, Fuzzy Logic Mamdani, Mass T-shirt Production, Web-based Information System

Corresponding Author:

Azzahra Nur Oktavia

Email: helloalloreale@gmail.com



This is an open access article under the [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

Abstrak Indonesia – Proses estimasi waktu produksi pada usaha konveksi umumnya masih dilakukan secara manual dan bergantung pada pengalaman, sehingga bersifat subjektif dan sering menimbulkan ketidaktepatan antara perkiraan dan waktu pengerjaan aktual. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan sistem estimasi waktu produksi berbasis website dengan menerapkan metode Fuzzy Logic Mamdani untuk menghasilkan estimasi yang lebih objektif dan terukur. Sistem memproses variabel produksi seperti jumlah produk, kompleksitas desain, jumlah pekerja, dan jumlah sisi desain melalui mekanisme fuzzy inference Mamdani untuk memperoleh estimasi waktu pengerjaan. Pengujian sistem dilakukan menggunakan Black Box Testing untuk memastikan seluruh fitur berjalan sesuai spesifikasi, serta evaluasi akurasi dengan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu memberikan estimasi waktu produksi dengan rata-rata MAPE sebesar 6,73%, sehingga tergolong sangat akurat dan layak digunakan sebagai alat pendukung pengambilan keputusan. Dengan demikian, sistem berbasis website ini terbukti membantu usaha konveksi dalam menghitung waktu produksi secara cepat, objektif, dan akurat.

Kata Kunci: Estimasi Waktu Produksi, Logika Fuzzy Mamdani, Konveksi Kaos Massal, Sistem Informasi Berbasis Web

1. PENDAHULUAN

Industri konveksi merupakan bagian dari sektor manufaktur yang berkembang pesat dan sangat bergantung pada efisiensi proses produksi. Pada tahun 2023, sektor konveksi mencatat pertumbuhan

sebesar 15,08% seiring meningkatnya ekspor industri tekstil, yang mendorong persaingan usaha menjadi semakin ketat [1]. Kondisi ini menuntut pelaku industri konveksi untuk mampu memenuhi permintaan secara tepat waktu dan akurat, terutama dalam perencanaan serta penjadwalan produksi.

Pada konveksi kaos massal, estimasi waktu produksi masih menjadi permasalahan utama karena karakteristik pesanan yang sangat bervariasi dan ketersediaan tenaga kerja yang tidak selalu stabil. Variasi tersebut meliputi jumlah pesanan, tingkat kerumitan desain, model produksi, tenggat waktu, serta jumlah pekerja yang tersedia selama proses produksi berlangsung. Faktor-faktor tersebut memberikan pengaruh signifikan terhadap lamanya waktu pengerjaan dan sulit ditangani dengan pendekatan estimasi yang bersifat statis atau hanya mengandalkan pengalaman [2]. Ketidaktepatan estimasi dapat menimbulkan selisih antara waktu perencanaan dan realisasi di lapangan, yang berdampak pada terganggunya jadwal produksi dan menurunnya kepuasan pelanggan.

Selain dipengaruhi oleh jumlah pesanan dan tenaga kerja, tingkat kerumitan produksi juga memiliki unsur subjektivitas, seperti jenis desain dan model pakaian, yang sulit direpresentasikan secara numerik [3]. Perubahan jumlah pekerja secara langsung mempengaruhi kapasitas dan kecepatan penyelesaian pesanan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan estimasi yang mampu menangani ketidakpastian dan kondisi produksi yang bersifat dinamis.

Meskipun beberapa sistem perencanaan produksi telah menyediakan fitur estimasi waktu, sebagian besar masih bersifat kaku dan kurang mampu mengakomodasi ketidakpastian data maupun penilaian subjektif. Metode Fuzzy Logic menjadi relevan karena mampu merepresentasikan variabel numerik ke dalam bentuk linguistik seperti “sedikit”, “sedang”, dan “banyak” melalui proses fuzzifikasi [4]. Berbagai penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa Fuzzy Logic efektif dalam proses estimasi waktu dan prediksi pada sektor manufaktur yang dinamis dan kompleks [5], [6].

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode Fuzzy Logic dalam melakukan estimasi waktu produksi pada konveksi kaos massal. Kontribusi ilmiah penelitian ini terletak pada penerapan pendekatan kecerdasan buatan berbasis aturan fuzzy untuk menangani ketidakpastian dan subjektivitas variabel produksi [7], [8]. Kebaruan penelitian ini adalah penerapan model estimasi waktu produksi berbasis Fuzzy Logic yang disesuaikan dengan karakteristik proses produksi konveksi kaos massal, sehingga dapat menjadi referensi pengembangan aplikasi kecerdasan buatan pada sektor manufaktur ringan [9].

2. PENELITIAN YANG TERKAIT

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas penerapan metode Fuzzy Logic dalam menangani ketidakpastian pada berbagai permasalahan produksi dan pengambilan keputusan. Karima dan Rahman [7] menerapkan metode Fuzzy Mamdani untuk merekomendasikan jumlah produksi berdasarkan variabel permintaan dan persediaan bahan baku. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan Fuzzy Mamdani efektif dalam mengelola ketidakpastian dan meningkatkan efisiensi operasional perusahaan. Meskipun fokus penelitian berada pada penentuan jumlah produksi, pendekatan yang digunakan menjadi referensi penting dalam pengembangan sistem estimasi pada konteks industri tekstil.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Al-Faruq dan Hindarto [6] yang menerapkan metode Fuzzy Mamdani untuk memprediksi jumlah produksi rokok klobot berdasarkan data penjualan dan persediaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mampu menghasilkan estimasi produksi dengan tingkat akurasi sebesar 73,17%. Walaupun objek penelitian berbeda, struktur penerapan metode fuzzy pada penelitian ini memberikan gambaran mengenai efektivitas fuzzy logic dalam proses estimasi pada sistem produksi.

Selain pada estimasi jumlah produksi, metode Fuzzy Logic juga banyak diterapkan pada manajemen persediaan dan perencanaan sumber daya. Penelitian oleh Kij et al. [8] memanfaatkan Fuzzy Logic untuk memprediksi kebutuhan bahan baku dengan mempertimbangkan variabel penjualan, hari kerja, dan kondisi cuaca. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem prediksi berbasis fuzzy mampu meminimalisir kesalahan stok dan meningkatkan efisiensi pengadaan bahan baku. Hal ini menunjukkan fleksibilitas Fuzzy Logic dalam mengintegrasikan berbagai variabel yang saling mempengaruhi dalam lingkungan produksi yang dinamis.

Penerapan Fuzzy Logic juga ditemukan pada bidang lain, seperti sistem monitoring lingkungan. Zulkarnain *et al.* [10] mengembangkan sistem pemantauan kualitas air kolam budidaya ikan patin berbasis sensor dan komunikasi LoRa, dengan Fuzzy Logic sebagai alat analisis kondisi air secara real time. Penelitian ini menunjukkan bahwa Fuzzy Logic efektif dalam membantu pengambilan keputusan berbasis data tidak pasti pada sistem pemantauan otomatis.

Selain Fuzzy Mamdani, pendekatan fuzzy lain juga digunakan dalam sistem pendukung keputusan produksi. Zahirah *et al.* [11] menerapkan metode Fuzzy Tsukamoto untuk menentukan jumlah produksi dengan mempertimbangkan ketidakpastian permintaan, bahan baku, dan kapasitas produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode tersebut mampu menghasilkan estimasi jumlah produksi yang lebih optimal dan efisien.

Berdasarkan tinjauan penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa metode Fuzzy Logic terbukti efektif dalam menangani permasalahan estimasi dan pengambilan keputusan pada berbagai bidang produksi. Namun, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada estimasi jumlah produksi, manajemen stok, atau sistem monitoring, dan belum secara spesifik membahas estimasi waktu produksi pada industri konveksi kaos massal. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan melalui penerapan metode Fuzzy Logic untuk estimasi waktu produksi dengan menyesuaikan variabel dan aturan fuzzy sesuai karakteristik proses produksi konveksi, serta diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis website.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa sistem berbasis kecerdasan buatan dengan menerapkan metode Fuzzy Logic Mamdani untuk menangani ketidakpastian dan informasi subjektif. Metode ini mengubah nilai numerik menjadi linguistik seperti “sedikit”, “sedang”, dan “banyak” [4], [12], [13]. Perancangan sistem fuzzy berdasarkan data yang sudah dikumpulkan. Penelitian ini menggunakan aturan *IF-THEN* dengan operator *AND* dan juga *OR*, operator *AND* menggunakan metode *MIN* dan operator *OR* menggunakan metode *SUM*. Pada proses defuzzifikasi menggunakan metode *centroid*.

Penentuan fungsi keanggotaan pada variabel fuzzy dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara oleh pihak konveksi. Rentang nilai ditentukan dengan pertimbangan data produksi yang sering terjadi serta pengalaman praktis narasumber, sehingga fungsi keanggotaan yang dibentuk mencerminkan kondisi nyata proses produksi. Variabel input terdiri dari Sisi Desain penjumlahan dari Skor kerumitan, Jumlah Produksi, Jumlah Pekerja, sedangkan variabel output berupa estimasi waktu produksi. Metode ini dipilih karena mampu menangani ketidakpastian data produksi serta variabel yang bersifat subjektif dan dinamis.

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis yang meliputi pengumpulan data, perancangan sistem fuzzy, implementasi sistem, serta pengujian dan evaluasi hasil.

A. Pengumpulan dan Analisis Data

Data penelitian diperoleh dari Konveksi Kaos Massal sebagai objek penelitian. Data yang digunakan terdiri dari data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif meliputi jumlah produksi dan jumlah pekerja, sedangkan data kualitatif mencakup jenis produksi, jenis desain, dan model jahitan.

Pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi data historis produksi, wawancara dengan pengelola dan operator produksi, serta observasi langsung terhadap proses produksi. Data tersebut dianalisis untuk menentukan variabel input dan output pada sistem fuzzy.

B. Penentuan Variabel Fuzzy

Sistem fuzzy dirancang menggunakan tiga variabel input dan satu variabel output. Variabel kualitatif berupa jenis produksi, jenis desain, dan model jahitan digabungkan menjadi satu variabel turunan, yaitu Skor Kerumitan Desain, untuk menyederhanakan proses perhitungan.

1. Skor Kerumitan Desain (Variabel Turunan dari Variabel Kualitatif)

Variabel kualitatif yang terdiri dari jenis produksi, jenis desain, dan model jahitan digabung menjadi satu variabel turunan bernama Skor Kerumitan Desain.

Table I. Dasar Pembentukan Skor Kerumitan Desain

Variabel	Input	Fuzzyfikasi	Representasi Numerik
Jenis Produksi	Kaos	Cepat	1
	Polo	Sedang	2
	Kemeja	Lama	3
Jenis Desain	Polos	Cepat	1
	Sablon	Sedang	2
	Bordir	Lama	3
Model Jahitan	Standar	Cepat	1
	Pecah Pola	Lama	2

2. Variabel Input Numerik
Berikut merupakan variable input numerik berdasarkan data yang dikumpulkan.

Table II. Variabel Input Numerik

Variabel	Kategori	Representasi Numerik
Skor Kerumitan Desain	Rendah	1, 3, 6
	Sedang	5, 6, 7
	Tinggi	6, 8, 10
Jumlah Produksi	Kecil	0, 150, 400
	Sedang	300, 550, 800
	Besar	700, 1000, 1200
Jumlah pekerja	Sedikit	2, 3, 5
	Normal	4, 6, 7
	Banyak	6, 8, 10

3. Variabel Output
Berikut merupakan variable output yang akan dikeluarkan oleh sistem.

Table III. Variabel Output

Variabel	Kategori	Representasi Numerik
Waktu Produksi	Cepat	2, 3, 5
	Sedang	5, 10, 15
	Lama	12, 20, 28

C. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan pada penelitian ini menggunakan bentuk segitiga (*triangular membership function*)[14]. Parameter fungsi keanggotaan ditentukan berdasarkan representasi numerik (a, b, c) yang telah didefinisikan pada Tabel II untuk variabel input dan Tabel III untuk variabel output. Penentuan parameter tersebut didasarkan pada data historis produksi serta hasil observasi lapangan guna mencerminkan kondisi nyata proses produksi pada Konveksi Kaos Massal.

D. Inferensi Fuzzy

Proses inferensi menggunakan aturan *IF-THEN* (Mamdani) untuk menghasilkan output fuzzy dari kombinasi input. Nilai fuzzy kemudian diubah menjadi nilai tegas (*crisp*) menggunakan metode Centroid [15].

Operator *MIN* digunakan sebagai implikasi untuk menentukan nilai aktivasi masing-masing aturan, sedangkan operator *MAX* digunakan pada tahap agregasi untuk menggabungkan hasil inferensi. Secara keseluruhan, sistem fuzzy dibangun menggunakan 27 aturan, yang merepresentasikan seluruh kemungkinan kombinasi dari variabel input.

Contoh aturan fuzzy yang digunakan adalah sebagai berikut:

IF skor kerumitan desain Tinggi *AND* jumlah produksi Besar *AND* jumlah pekerja Sedikit *THEN* waktu produksi Lama.

E. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses untuk mengubah hasil inferensi fuzzy menjadi nilai tegas (*crisp*). Pada penelitian ini, metode defuzzifikasi yang digunakan adalah Centroid Method, yaitu dengan menentukan titik pusat dari area hasil agregasi fungsi keanggotaan output [4]. Metode ini dipilih karena mampu merepresentasikan nilai rata-rata dari seluruh kemungkinan output fuzzy yang terbentuk. Nilai *crisp* yang dihasilkan selanjutnya digunakan sebagai estimasi akhir waktu produksi pada sistem.

F. Implementasi Sistem

Sistem estimasi waktu produksi diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis website. Pengembangan sistem menggunakan metode Agile Development dan diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman PHP serta basis data MySQL [9], [16]. Sistem memungkinkan pengguna untuk melakukan input data produksi, memproses estimasi waktu menggunakan fuzzy logic, serta menghasilkan laporan hasil estimasi.

G. Pengujian dan Evaluasi

Pengujian fungsional sistem dilakukan menggunakan metode Black Box Testing. Evaluasi akurasi hasil estimasi dilakukan dengan membandingkan hasil estimasi sistem dengan data aktual produksi menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk mengukur tingkat kesalahan estimasi sistem.

Perhitungan MAPE dilakukan menggunakan rumus:

$$MAPE = \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \times 100\%$$

Keterangan:

- A_t = nilai aktual
- F_t = nilai estimasi

MAPE digunakan untuk mengukur tingkat akurasi hasil estimasi sistem. Secara umum, kriteria penilaiannya adalah:

1. $MAPE < 10\%$ = Sangat akurat
2. $10\% \leq MAPE < 20\%$ = Akurat
3. $20\% \leq MAPE < 50\%$ = Cukup akurat
4. $MAPE \geq 50\%$ = Tidak akurat

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem estimasi waktu produksi yang dikembangkan pada penelitian ini diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis website dengan menerapkan metode Fuzzy Logic Mamdani. Sistem ini memanfaatkan beberapa parameter produksi, yaitu skor kerumitan desain, jumlah produksi, dan jumlah pekerja, untuk menghasilkan estimasi waktu produksi yang mendekati kondisi nyata di lapangan. Implementasi sistem menunjukkan bahwa metode fuzzy logic mampu menangani ketidakpastian dan subjektivitas yang sering muncul dalam proses produksi konveksi, khususnya pada penilaian tingkat kerumitan desain dan kapasitas tenaga kerja.

Untuk memperjelas hasil implementasi sistem, berikut adalah implementasi antarmuka aplikasi estimasi waktu produksi berbasis website. Tangkapan layar tersebut menunjukkan tampilan sistem pada setiap proses yang ada.



Gambar 1. Halaman Login

Halaman pertama yang ditampilkan kepada pengguna adalah halaman Login. Pada halaman ini pengguna diminta memasukkan *username* dan *password* untuk melakukan autentikasi sebelum masuk ke sistem.



Gambar 2. Halaman Buat Akun

Apabila pengguna belum memiliki akun, sistem menyediakan halaman Buat Akun. Pada halaman ini pengguna dapat melakukan proses registrasi dengan mengisi data berupa *username*, *password*, konfirmasi *password*, serta memilih *role* atau hak akses.



Gambar 3. Halaman Dashboard

Setelah berhasil login, pengguna akan diarahkan ke halaman *Dashboard*. Halaman ini menampilkan informasi ringkas mengenai hasil rekapitulasi produksi konveksi.

Nama Produk	Tanggal Mulai	Deadline	Estimasi Waktu	Pengerjaan	Rekomendasi	Status
Buy 1100 DOKUMEN PRODUKSI KEMAH HADISAN MANEJEMEN LERONG PUNDAK KAWALANAN PAKSIKAS	7 Desember 2025	21 Desember 2025	10 Hari	Lengkap 8 hari	Produksi telah selesai 8 hari, kemudian dapat dilanjutkan ke tahap lain	Selesai
Buy 1101 DOKUMEN PRODUKSI KEMAH HADISAN MANEJEMEN PAKSIKAS DAN LERONG PUNDAK	8 Desember 2025	18 Desember 2025	10 Hari	Lengkap 10 hari	Produksi telah selesai 10 hari, kemudian dapat dilanjutkan ke tahap lain	Selesai
Buy 1102 DOKUMEN PRODUKSI KEMAH HADISAN MANEJEMEN PAKSIKAS DAN LERONG PUNDAK	10 Desember 2025	10 Desember 2025	10 Hari	Lengkap 1 hari	Produksi telah selesai 1 hari, kemudian dapat dilanjutkan ke tahap lain	Selesai
Buy 1103 DOKUMEN PRODUKSI KEMAH HADISAN MANEJEMEN PAKSIKAS DAN LERONG PUNDAK	11 Desember 2025	17 Desember 2025	7 Hari	Lengkap 8 hari	Produksi telah selesai 8 hari, kemudian dapat dilanjutkan ke tahap lain	Selesai
Buy 1104 DOKUMEN PRODUKSI KEMAH HADISAN MANEJEMEN PAKSIKAS DAN LERONG PUNDAK	12 Desember 2025	18 Desember 2025	6 Hari	Lengkap 8 hari	Produksi telah selesai 8 hari, kemudian dapat dilanjutkan ke tahap lain	Selesai
Buy 1105 DOKUMEN PRODUKSI KEMAH HADISAN MANEJEMEN PAKSIKAS DAN LERONG PUNDAK	13 Desember 2025	17 Desember 2025	4 Hari	Lengkap 2 hari	Produksi telah selesai 2 hari, kemudian dapat dilanjutkan ke tahap lain	Selesai
Buy 1106 DOKUMEN PRODUKSI KEMAH HADISAN MANEJEMEN PAKSIKAS DAN LERONG PUNDAK	14 Desember 2025	20 Desember 2025	10 Hari	Lengkap 8 hari	Produksi telah selesai 8 hari, kemudian dapat dilanjutkan ke tahap lain	Selesai

Gambar 4. Halaman Data Produksi

Selanjutnya terdapat halaman Data Produksi yang menampilkan seluruh data pekerjaan produksi dalam bentuk tabel.

Gambar 5. Form Tambah Data Produksi

Pada form ini pengguna dapat mengisi nama produksi, tanggal mulai, deadline, jenis produksi, jenis desain, model, jumlah sisi desain, jumlah produk, serta jumlah pekerja. Data yang diinput akan diproses oleh sistem untuk menghasilkan estimasi waktu produksi dan rekomendasi pengerjaan menggunakan Fuzzy Logic Mamdani.

Gambar 3. Halaman Export Produksi

Selain itu, sistem menyediakan halaman Export Produksi yang memungkinkan pengguna mencetak data produksi dalam bentuk berkas PDF.

Secara keseluruhan, antarmuka sistem dirancang untuk memberikan kemudahan, kesederhanaan, dan kecepatan akses data produksi sehingga dapat membantu pemilik usaha konveksi dalam melakukan monitoring, pencatatan, serta perencanaan produksi berdasarkan hasil estimasi waktu.

Pengujian fungsional sistem dilakukan menggunakan metode Black Box Testing untuk memastikan seluruh fitur berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama sistem, meliputi proses autentikasi pengguna, pengelolaan data produksi, perhitungan estimasi waktu produksi berbasis fuzzy logic, pemfilteran data, serta pencetakan laporan produksi dalam format PDF, dapat berfungsi dengan baik tanpa ditemukan kesalahan. Rekapitulasi hasil pengujian fungsional disajikan dalam bentuk tabel untuk memperjelas ketercapaian setiap skenario pengujian.

Table IV. Pengujian Black Box

No.	Fitur	Skenario Pengujian	Input	Output yang Diharapkan	Hasil
1	Login	Login dengan data benar	Username dan password valid	Sistem menampilkan halaman Dashboard	Berhasil
2	Tambah Data Produksi	Penambahan data dengan input lengkap	Semua field diisi	Data tersimpan dan muncul pada tabel Data Produksi	Berhasil
3	Edit Data Produksi	Mengubah data produksi	Mengubah salah satu field dan klik Simpan	Data berubah sesuai pembaharuan	Berhasil
4	Hapus Data Produksi	Menghapus data produksi	Klik tombol Hapus	Data hilang dari tabel	Berhasil
5	Export/Cetak PDF	Cetak data produksi	Klik tombol Cetak PDF	Sistem menghasilkan file PDF berisi data produksi	Berhasil

Seluruh skenario pengujian Black Box menunjukkan hasil sesuai dengan spesifikasi sistem. Selanjutnya, pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil estimasi waktu produksi yang dihasilkan oleh sistem dengan waktu penyelesaian produksi aktual menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Pengujian dilakukan pada beberapa data produksi dengan karakteristik yang berbeda. Hasil pengujian menunjukkan nilai MAPE masing-masing sebesar 9,09%, 0%, dan 11,11%, dengan nilai rata-rata MAPE sebesar 6,73%. Nilai tersebut berada pada kategori MAPE < 10%, yang menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan estimasi waktu produksi dengan tingkat akurasi yang sangat baik.

Tabel V. Pengujian Black Box

No.	Nama Produksi	Estimasi Sistem	Aktual	MAPE	Kategori
1	INV 1768 DOKUMEN PRODUKSI KAOS MJA	10	11	9,09	Sangat Akurat
2	INV 1747 DOKUMEN PRODUKSI POLO IHF LENGAN PANJANG DAN LENGAN PENDEK	10	10	0,00	Sangat Akurat
3	INV 1749 DOKUMEN PRODUKSI KEMEJA PASKIBRA MARKUS LENGAN PENDEK DAN LENGAN PANJANG	10	9	11,11	Akurat

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa metode Fuzzy Logic efektif digunakan dalam proses estimasi dan pengambilan keputusan pada lingkungan produksi yang dinamis. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penggabungan beberapa variabel kualitatif produksi menjadi satu variabel turunan berupa skor kerumitan desain serta penerapan sistem estimasi dalam bentuk aplikasi berbasis website. Secara praktis, sistem yang dikembangkan dapat membantu pelaku usaha konveksi dalam melakukan perencanaan produksi, pengelolaan sumber daya manusia, serta meminimalkan risiko keterlambatan akibat kesalahan estimasi waktu produksi.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem aplikasi berbasis website untuk estimasi waktu produksi pada usaha konveksi kaos massal menggunakan metode Fuzzy Logic Mamdani. Sistem yang dibangun mampu mengatasi permasalahan estimasi manual yang sebelumnya bersifat subjektif dan kurang terukur dengan memanfaatkan variabel produksi seperti jumlah produk, kompleksitas desain, jumlah pekerja, dan jumlah sisi desain. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode Fuzzy Logic Mamdani dapat menghasilkan estimasi waktu produksi secara objektif dan konsisten. Pengujian akurasi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) menghasilkan nilai rata-rata sebesar 6,73%, yang berada pada kategori sangat akurat, sehingga sistem dinilai mampu merepresentasikan kondisi produksi aktual di lapangan. Dengan demikian, sistem ini dapat digunakan sebagai alat bantu yang efektif dalam perencanaan dan pengambilan keputusan produksi pada industri konveksi. Ke depan, penelitian dapat dikembangkan dengan menambahkan dukungan input data secara real time melalui perangkat seluler serta melakukan perbandingan dengan metode lain seperti ANFIS atau pendekatan machine learning untuk meningkatkan performa dan akurasi sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Muzamil, M. Nuruddin, and Hidayat, "Analisis Penjadwalan Produksi Kaos Dengan Menggunakan Metode PDCA (Studi Kasus: Al Ghani Konveksi)," *JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri)*, vol. 4, no. 2, pp. 148–159, 2023.
- [2] L. A. Rahmananda and A. R. Putera, "Rancang Bangun Sistem Pengadaan Produksi Berbasis Website Pada Mitra Anda Konveksi," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi-2021*, 2021, pp. 429–435.
- [3] F. N. Bimantoro, R. T. Subagio, and Muh. A. Sulhan, "Prototype Smart Street Light System Berbasis Arduino Menggunakan Metode Fuzzy Logic," *JIKA (Jurnal Informatika)*, vol. 7, no. 3, pp. 281–291, Aug. 2023, doi: 10.31000/jika.v7i3.7651.

- [4] T. J. Ross, *International Journal of Man-Machine Studies*, 3rd ed. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2010.
- [5] Azis Aditama, Faiz Fajar Ramadhan, Fitri Robiah Al Adawiyah, J. E. Maulana, Komala Dewi, and Annisa Kartinawati, "Implementasi Logika Fuzzy dan Aplikasi POM-QM dalam Perencanaan Produksi Bengkel Sepatu Wolloe," *Jurnal Riset Teknik Industri*, vol. 4, no. 2, pp. 155–168, Dec. 2024, doi: 10.29313/jrti.v4i2.5441.
- [6] R. N. Al-Faruq and H. Hindarto, "Prediksi Produksi Rokok Klobot Menggunakan Metode Logika Fuzzy Mamdani," *Indonesian Journal of Applied Technology*, vol. 1, no. 2, p. 14, Jul. 2024, doi: 10.47134/ijat.v1i2.3052.
- [7] I. Karima and A. Rahman, "Implementasi Metode Fuzzy Mamdani dalam Pengambilan Keputusan Rekomendasi Jumlah Produksi," *Jurnal Inovasi Komputer (INOKOM)*, vol. 1, no. 1, Dec. 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.citanusantara.id/index.php/inokom>
- [8] Y. E. Kj, H. P. Caesarie, R. J. Sakuntala, and T. Anwar, "Penerapan Fuzzy Logic dalam Memprediksi Persediaan Bahan Baku Franchise Teh Nusantara di Purwokerto," in *Conference on Electrical Engineering, Informatics, Industrial Technology, and Creative Media 2024*, Dec. 2024, pp. 1046–1056.
- [9] R. Fahmi, Imilda, and A. Salam, "Rancang Bangun Platform Penjualan Domain Dan Hosting Berbantuan WHMCS Berbasis Web," *Jurnal Sistem Komputer (SISKOM)*, vol. 3, no. 1, pp. 49–55, Feb. 2023, doi: 10.35870/siskom.v3i1.793.
- [10] A. F. Zulkarnain, A. T. E. Suryo, and Mahrudin, "Perancangan Sistem Monitoring Budidaya Ikan Patin Berbasis Protokol LoRa Menggunakan Metode Fuzzy Logic," *Buletin Profesi Insinyur*, vol. 7, pp. 13–22, Feb. 2024, doi: <http://dx.doi.org/10.20527/bpi.v7i1.230>.
- [11] R. P. W. Zahirah, M. N. Adiningtias, F. Millennialita, R. B. Sulistiaputri, and U. Athiyah, "Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan Jumlah Produksi Barang Metode Fuzzy Tsukamoto," *IJRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, vol. 5, no. 2, pp. 181–190, Nov. 2022.
- [12] L. A. Zadeh, "Fuzzy Sets," *Information and Control*, vol. 8, no. 3, pp. 338–353, Jun. 1965.
- [13] E. H. Mamdani and S. Assilian, "An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller," *Int. J. Man. Mach. Stud.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–13, 1975.
- [14] B. Davvaz, I. Mukhlash, and S. Soleha, "Himpunan Fuzzy dan Rough Sets," *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, vol. 18, no. 1, p. 79, May 2021, doi: 10.12962/limits.v18i1.7705.
- [15] E. Cox, *The Fuzzy Systems Handbook: A Practitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy Systems*. Chestnut Hill, MA (boleh juga ditulis Boston, MA): Academic Press, Inc. (AP Professional), 1994.
- [16] S. H. Nova, A. P. Widodo, and B. Warsito, "Analisis Metode Agile pada Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Website: Systematic Literature Review," *Techno.Com*, vol. 21, no. 1, pp. 139–148, Feb. 2022, doi: 10.33633/tc.v21i1.5659.