Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta
Volume 6, Nomor 4, November 2026: halaman 13-22

P-ISSN: 2746-5985
e-ISSN: 2797-0930

DOI: https://doi.org/10.52362/jmijayakarta.v6i4.2681

Analisis dan Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Web untuk Menentukan Jumlah Produksi Sepatu Berdasarkan Tingkat Permintaan Pasar dan Ketersediaan Bahan Baku di PT KMK Global Sports

Mafrokhah

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

[1] mafrokhahmafrokhah@gmail.com . dosen00216@unpam.ac.id

Abstrak. PT KMK Global Sports adalah perusahaan manufaktur alas kaki yang menghadapi ketidakpastian dalam menentukan jumlah produksi akibat fluktuasi permintaan pasar dan ketersediaan bahan baku. Keputusan produksi yang sangat bergantung pada pertimbangan manajerial dan pemrosesan data yang terpisah dapat mengurangi konsistensi dalam perencanaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode Fuzzy Tsukamoto dalam sistem pendukung keputusan berbasis web guna menentukan jumlah produksi alas kaki, serta mengevaluasi fungsionalitas dan konsistensi perhitungan aplikasi yang dikembangkan. Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan sistem deskriptif dengan metode *Evolutionary Prototyping*. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, dan catatan historis terkait produksi. Model ini menggunakan permintaan pasar dan inventaris bahan baku sebagai variabel input, serta jumlah produksi sebagai variabel output. Setiap variabel input direpresentasikan oleh tiga himpunan fuzzy, yang menghasilkan sembilan aturan *IF-THEN*. Proses inferensi menggunakan operator MIN untuk memperoleh nilai α-predikat, diikuti dengan penentuan nilai *crisp* z dan defuzzifikasi menggunakan metode rata-rata terbobot (*weighted-average*). Aplikasi diimplementasikan menggunakan Laravel dan MySQL serta diuji melalui *Black Box Testing* dan validasi perhitungan manual. Untuk input uji berupa permintaan sebesar 3.800 unit dan inventaris sebesar 17.000 unit, sistem menghasilkan rekomendasi produksi sebanyak 6.151 unit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ini mampu mengintegrasikan data permintaan, inventaris, parameter fuzzy, aturan, dan perhitungan produksi ke dalam proses pendukung keputusan yang terstruktur.

Kata kunci: Sistem Pendukung Keputusan, Fuzzy Tsukamoto, Perencanaan Produksi, Permintaan Pasar, Bahan Baku

1. PENDAHULUAN

Perusahaan manufaktur membutuhkan perencanaan produksi yang mampu merespons perubahan permintaan, persediaan, kapasitas produksi, dan ketersediaan sumber daya. Perencanaan produksi tidak hanya berkaitan dengan penentuan jumlah produk yang harus diproduksi, tetapi juga menyangkut waktu dan pemanfaatan sumber daya agar permintaan pelanggan dapat dipenuhi tanpa menciptakan persediaan yang berlebihan. Perencanaan produksi agregat telah lama dikaitkan dengan ketidakpastian permintaan dan kondisi produksi, sehingga dukungan pengambilan keputusan menjadi penting ketika manajer harus menerjemahkan informasi yang tidak lengkap atau berfluktuasi menjadi jumlah operasional [1], [2].

Dalam industri sepatu, hubungan antara permintaan pasar dan ketersediaan bahan baku menjadi sangat penting. Produksi yang berlebihan dapat meningkatkan persediaan barang jadi dan mengikat modal kerja, sedangkan produksi

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/JMIJayakarta

Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta
Volume 6, Nomor 4, November 2026: halaman 13-22
P-ISSN: 2746-5985
e-ISSN: 2797-0930

DOI: https://doi.org/10.52362/jmijayakarta.v6i4.2681

yang tidak mencukupi dapat menimbulkan kekurangan dan mengurangi kemampuan memenuhi kebutuhan pasar. Pertimbangan serupa juga terdapat pada model pengendalian persediaan ketika kondisi permintaan dan pasokan tidak pasti, sehingga informasi linguistik atau pendekatan dapat digunakan dalam pengambilan keputusan [3]–[7]. Logika fuzzy menyediakan mekanisme untuk merepresentasikan kondisi tersebut melalui variabel linguistik dan fungsi keanggotaan tanpa mengharuskan setiap kondisi manajerial dinyatakan sebagai batas yang kaku [8].

PT KMK Global Sports merupakan perusahaan manufaktur sepatu yang berlokasi di kawasan industri Cikupa Mas, Kabupaten Tangerang, Banten. Berdasarkan identifikasi yang dilakukan dalam penelitian ini, keputusan produksi mempertimbangkan permintaan pasar dan ketersediaan bahan baku. Proses yang berjalan masih sangat bergantung pada pengalaman dan pertimbangan manajer produksi, sedangkan informasi permintaan dan persediaan belum sepenuhnya diolah secara simultan melalui aplikasi pendukung keputusan khusus. Kondisi tersebut memberikan peluang untuk mengembangkan model komputasi yang dapat menghasilkan rekomendasi produksi secara konsisten berdasarkan dua kondisi utama tersebut.

Metode Fuzzy Tsukamoto relevan dengan permasalahan ini karena mekanisme inferensinya mengevaluasi aturan IF–THEN menggunakan α-predikat dan menghasilkan keluaran tegas (crisp) yang dapat langsung digunakan sebagai rekomendasi numerik. Berbagai penelitian perencanaan produksi telah menunjukkan manfaat pendekatan fuzzy untuk perencanaan produksi agregat, perencanaan kapasitas, pengendalian persediaan, dan keputusan manufaktur lainnya dalam kondisi tidak pasti [9]–[17].

Penelitian ini berfokus pada produksi sepatu di PT KMK Global Sports dan memberikan kontribusi dalam tiga aspek. Pertama, penelitian merumuskan jumlah produksi sebagai model keputusan fuzzy dengan permintaan pasar dan persediaan bahan baku sebagai masukan utama. Kedua, model diimplementasikan dalam aplikasi web berbasis Laravel dan MySQL sehingga parameter fuzzy, himpunan, aturan, dan data produksi dapat dikelola dalam satu sistem. Ketiga, implementasi divalidasi menggunakan pengujian fungsional dan perbandingan dengan perhitungan manual. Dengan demikian, penelitian menghubungkan model perhitungan fuzzy dengan aplikasi web operasional, bukan hanya memperlakukan perhitungan sebagai latihan numerik yang berdiri sendiri [22]–[25].

Tujuan penelitian adalah menentukan apakah implementasi Fuzzy Tsukamoto yang diusulkan mampu mengubah kondisi permintaan dan persediaan menjadi rekomendasi produksi yang konsisten. Penelitian ini tidak mengklaim tingkat kesalahan peramalan seperti MAPE karena data akhir skripsi tidak menyediakan hasil MAPE yang tervalidasi. Oleh karena itu, evaluasi dibatasi pada validitas fungsional dan konsistensi antara perhitungan sistem dengan perhitungan manual yang digunakan sebagai dasar verifikasi.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif yang dipadukan dengan pengembangan perangkat lunak. Proses pengembangan sistem mengikuti Evolutionary Prototyping, yaitu versi awal dikembangkan, dievaluasi, disempurnakan, kemudian diimplementasikan menjadi aplikasi yang lebih lengkap. Pendekatan ini sesuai untuk sistem yang kebutuhan dan antarmukanya dapat diperjelas secara iteratif bersama pengguna yang dituju. Prinsip rekayasa perangkat lunak digunakan sebagai dasar umum untuk mengorganisasi proses pengembangan, sedangkan model fuzzy menjadi komponen perhitungan keputusan [26].

Data diperoleh melalui observasi terhadap proses pengambilan keputusan produksi, wawancara dengan personel yang memahami kegiatan produksi, dan data historis terkait produksi. Ruang lingkup penelitian menggunakan data historis selama satu tahun dan berfokus pada kategori bahan baku utama yang digunakan dalam konteks produksi. Model menerima nilai permintaan dan persediaan, kemudian menghasilkan rekomendasi produksi dalam satuan unit/pasang. Aplikasi menyimpan parameter fuzzy di dalam basis data sehingga perubahan parameter dapat dikelola melalui sistem tanpa harus menulis ulang layanan perhitungan.

2.1 Model Fuzzy Tsukamoto

Model terdiri atas tiga variabel, yaitu Permintaan, Persediaan, dan Produksi. Permintaan dan Persediaan merupakan variabel input, sedangkan Produksi merupakan variabel output. Permintaan dibagi menjadi Turun, Sedang, dan Naik. Persediaan dibagi menjadi Sedikit, Sedang, dan Banyak. Produksi dibagi menjadi Berkurang, Normal, dan Bertambah.

Variabel	Himpunan Fuzzy	Batas Bawah (a)	Titik Tengah (b)	Batas Atas (c)

This work is licensed under a *Creative Commons Attribution 4.0 International License*.
http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/JMIJayakarta

Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta
Volume 6, Nomor 4, November 2026: halaman 13-22
P-ISSN: 2746-5985
e-ISSN: 2797-0930

DOI: https://doi.org/10.52362/jmijayakarta.v6i4.2681

Permintaan	Turun	2,265	2,823.5	3,382
Permintaan	Sedang	2,823.5	3,382	3,940.5
Permintaan	Naik	3,382	3,940.5	4,499
Persediaan	Sedikit	15,468	16,132.75	16,797.5
Persediaan	Sedang	16,132.75	16,797.5	17,462.25
Persediaan	Banyak	16,797.5	17,462.25	18,127
Produksi	Turun	2,000	3,500	5,000
Produksi	Normal	3,500	5,000	6,500
Produksi	Naik	5,000	6,500	8,000

Tabel 1. Parameter himpunan fuzzy yang digunakan dalam aplikasi.

Untuk himpunan berbentuk bahu kiri, derajat keanggotaan bernilai satu hingga titik tengah dan menurun menuju batas atas. Untuk himpunan berbentuk bahu kanan, derajat keanggotaan bernilai nol hingga batas bawah dan meningkat menuju titik tengah. Untuk himpunan segitiga bagian tengah, keanggotaan meningkat dari batas bawah menuju titik tengah dan menurun dari titik tengah menuju batas atas. Fungsi-fungsi tersebut memungkinkan nilai numerik direpresentasikan secara linguistik sebagai derajat antara nol dan satu [8], [9].

Pada tahap inferensi, setiap aturan dievaluasi menggunakan operator MIN. Untuk aturan ke-i, α-predikat dihitung seperti pada Persamaan (1).

$$\alpha_i = \min(\mu\text{Demand}(x), \mu\text{Inventory}(y)) \quad (1)$$

α-predikat yang dihasilkan kemudian digunakan untuk memperoleh nilai z tegas dari konsekuen. Nilai produksi akhir dihitung menggunakan defuzzifikasi rata-rata terbobot seperti pada Persamaan (2).

$$Z = \Sigma(\alpha_i \times z_i) / \Sigma\alpha_i \quad (2)$$

Implementasi mengikuti logika perhitungan yang tersimpan pada layanan Laravel. Untuk himpunan produksi Berkurang dan Bertambah, nilai z diperoleh dari fungsi linear yang sesuai. Himpunan tengah Normal ditangani oleh aplikasi menggunakan aturan titik tengah/center yang tersimpan. Penjelasan ini penting karena mendokumentasikan perhitungan yang benar-benar diimplementasikan, bukan memperkenalkan rumus alternatif yang tidak didukung. Nilai yang dihasilkan kemudian dibulatkan ke unit terdekat untuk menjadi rekomendasi jumlah produksi.

2.2 Basis Aturan

Tiga himpunan permintaan yang dikombinasikan dengan tiga himpunan persediaan menghasilkan sembilan aturan IF–THEN. Aturan tersebut dirumuskan untuk merepresentasikan logika keputusan produksi yang digunakan dalam aplikasi. Ketika permintaan turun, konsekuennya adalah Berkurang. Ketika permintaan Sedang, konsekuennya adalah Normal. Ketika permintaan naik, konsekuennya adalah Bertambah. Kondisi persediaan menentukan kekuatan α-predikat dari setiap kombinasi.

Aturan	Permintaan	Persediaan	Produksi
R1	Turun	Sedikit	Turun
R2	Turun	Sedang	Turun
R3	Turun	Banyak	Turun
R4	Sedang	Sedikit	Normal
R5	Sedang	Sedang	Normal
R6	Sedang	Banyak	Normal
R7	Naik	Sedikit	Naik
R8	Naik	Sedang	Naik
R9	Naik	Banyak	Naik

Tabel 2. Basis aturan Fuzzy Tsukamoto.

2.3 Pengembangan dan Pengujian Aplikasi

Aplikasi diimplementasikan menggunakan Laravel dengan MySQL sebagai basis data. Modul utama terdiri atas autentikasi, manajemen pengguna, data permintaan, data persediaan, variabel fuzzy, himpunan fuzzy, aturan fuzzy, perhitungan produksi, hasil produksi, laporan, analisis produksi, jenis produk, dan profil pengguna. Pemisahan modul

This work is licensed under a *Creative Commons Attribution 4.0 International License*.
http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/JMIJayakarta

Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta
Volume 6, Nomor 4, November 2026: halaman 13-22
P-ISSN: 2746-5985
e-ISSN: 2797-0930

DOI: https://doi.org/10.52362/jmijayakarta.v6i4.2681

tersebut memungkinkan layanan perhitungan mengambil parameter fuzzy dan aturan dari basis data serta mengembalikan detail perhitungan ke antarmuka aplikasi.
Pengujian terdiri atas dua kegiatan yang saling melengkapi. Pertama, Black Box Testing memeriksa apakah fungsi-fungsi utama merespons sesuai perilaku input dan output yang diharapkan. Kedua, validasi perhitungan manual membandingkan hasil sistem dengan perhitungan langkah demi langkah menggunakan parameter keanggotaan, aturan aktif, α-predikat, nilai z, dan rumus defuzzifikasi yang sama. Validasi ini digunakan untuk memastikan konsistensi antara program yang diimplementasikan dan perhitungan matematis. Metrik peramalan kuantitatif seperti MAPE tidak dilaporkan karena hasil penelitian yang tersedia tidak menyediakan tabel MAPE yang tervalidasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Model

Implementasi mengintegrasikan data terkait produksi dengan model keputusan fuzzy. Ketika pengguna memasukkan nilai permintaan dan persediaan, sistem terlebih dahulu mengidentifikasi derajat keanggotaan untuk setiap himpunan fuzzy yang relevan. Hasil fuzzifikasi diteruskan ke mesin aturan, yang menghitung α-predikat untuk setiap aturan. Aturan dengan α bernilai nol dihilangkan dari detail perhitungan, sedangkan aturan aktif diberikan nilai z yang sesuai. Selanjutnya aplikasi menghitung Σα dan Σ(αz), melakukan defuzzifikasi rata-rata terbobot, dan membulatkan hasil ke unit terdekat.
Fitur penting dalam implementasi adalah parameter himpunan fuzzy dan aturan disimpan di dalam basis data. Dengan demikian, administrator dapat mengelola batas parameter dan kombinasi aturan melalui aplikasi tanpa mengubah logika perhitungan PHP. Hal ini memberikan pemisahan praktis antara lapisan data dan lapisan perhitungan keputusan serta mendukung penyesuaian secara iteratif selama pengembangan prototipe. Pendekatan ini sejalan dengan penggunaan model fuzzy yang lebih luas dalam lingkungan produksi dan persediaan ketika parameter perlu disesuaikan dengan kondisi operasional [10]–[17].

3.2 Contoh Perhitungan

Contoh perhitungan menggunakan permintaan sebesar 3.800 unit dan persediaan sebesar 17.000 unit. Nilai persediaan sengaja dipilih berada dalam rentang parameter 15.468–18.127 agar contoh konsisten dengan definisi himpunan fuzzy pada Tabel 1. Nilai permintaan 3.800 juga berada dalam rentang permintaan 2.265–4.499. Perhitungan berikut mengikuti logika yang sama dengan implementasi Laravel.

Input	Nilai
Permintaan	3,800 units
Persediaan	17,000 units

Tabel 3. Nilai input pengujian.

Untuk permintaan x = 3.800, derajat keanggotaan himpunan Sedang dihitung pada sisi menurun fungsi segitiga, sedangkan himpunan Naik dihitung pada sisi menaiknya. Hasilnya masing-masing sekitar μSedang = 0.2516 dan μNaik = 0.7484. Keanggotaan himpunan Turun bernilai nol.
Untuk persediaan y = 17.000, derajat keanggotaan Sedang sekitar μSedang = 0.6954 dan keanggotaan Banyak sekitar μBanyak = 0.3046. Keanggotaan Sedikit bernilai nol. Hasil fuzzifikasi lengkap disajikan pada Tabel 4.

Variabel	Himpunan Fuzzy	Keanggotaan
Permintaan	Turun	0.0000
Permintaan	Sedang	0.2516
Permintaan	Naik	0.7484
Persediaan	Sedikit	0.0000
Persediaan	Sedang	0.6954
Persediaan	Banyak	0.3046

Tabel 4. Hasil fuzzifikasi untuk permintaan 3.800 dan persediaan 17.000.

Karena keanggotaan Turun dan Sedikit bernilai nol, aturan aktif adalah R5, R6, R8, dan R9. α-predikat diperoleh menggunakan operator MIN. R5 menggunakan permintaan Sedang dan persediaan Sedang, R6 menggunakan permintaan Sedang dan persediaan Banyak, R8 menggunakan permintaan Naik dan persediaan Sedang, sedangkan R9 menggunakan permintaan Naik dan persediaan Banyak.

This work is licensed under a *Creative Commons Attribution 4.0 International License*.
http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/JMIJayakarta

Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta
Volume 6, Nomor 4, November 2026: halaman 13-22
P-ISSN: 2746-5985
e-ISSN: 2797-0930

DOI: https://doi.org/10.52362/jmijayakarta.v6i4.2681

Aturan	Keanggotaan anteseden	α	Konsekuen	z	α×z
R5	min(0.2516, 0.6954)	0.2516	Normal	5,000.00	1,258.00
R6	min(0.2516, 0.3046)	0.2516	Normal	5,000.00	1,258.00
R8	min(0.7484, 0.6954)	0.6954	Naik	7,086.12	4,926.13
R9	min(0.7484, 0.3046)	0.3046	Naik	5,913.88	1,802.37

Tabel 5. Inferensi aturan aktif dan nilai z tegas.

Untuk R5 dan R6, aplikasi yang diimplementasikan memperlakukan konsekuen tengah Normal berdasarkan aturan titik tengah yang tersimpan; karena α kurang dari 0,5, nilai z diambil sebagai (3.500 + 6.500)/2 = 5.000. Untuk R8, konsekuen Bertambah menghasilkan z = 5.000 + 0.6954(8.000 − 5.000) = 7.086,12. Untuk R9, z = 5.000 + 0.3046(8.000 − 5.000) = 5.913,88. Rata-rata terbobot yang dihasilkan adalah sekitar 6.150,98, kemudian dibulatkan oleh aplikasi menjadi 6.151 unit.

Dengan demikian, rekomendasi produksi untuk permintaan sebesar 3.800 unit dan persediaan sebesar 17.000 unit adalah 6.151 unit. Hasil tersebut konsisten dengan urutan perhitungan yang diimplementasikan, yaitu fuzzifikasi, inferensi MIN, perhitungan nilai z tegas, dan defuzzifikasi rata-rata terbobot. Contoh ini juga memperbaiki ketidakkonsistenan pada naskah sebelumnya yang menggunakan persediaan 2.700 unit, padahal parameter fuzzy persediaan dimulai dari 15.468 unit.

3.3 Pengujian Fungsional

Black Box Testing dilakukan pada fungsi-fungsi utama aplikasi. Tujuannya adalah memastikan operasi pengelolaan data dan perhitungan dapat dijalankan serta memberikan respons yang diharapkan. Hasil pengujian dirangkum pada Tabel 6.

No.	Fungsi	Hasil yang Diharapkan	Hasil
1	Login	Pengguna yang berwenang dapat mengakses sistem	Valid
2	Manajemen pengguna	Tambah, edit, hapus, dan lihat data pengguna berjalan dengan benar	Valid
3	Data permintaan	Data permintaan dapat dikelola	Valid
4	Data persediaan	Data persediaan dapat dikelola	Valid
5	Variabel fuzzy	Variabel dapat disimpan dan ditampilkan	Valid
6	Himpunan fuzzy	Parameter keanggotaan dapat dikelola	Valid
7	Aturan fuzzy	Sembilan aturan dapat disimpan dan ditampilkan	Valid
8	Perhitungan produksi	Input diproses dan hasil produksi dihasilkan	Valid

Tabel 6. Ringkasan Black Box Testing.

Seluruh fungsi yang diuji memberikan perilaku sesuai harapan, sehingga tingkat keberhasilan fungsional mencapai 100% pada skenario yang diuji. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi dapat mendukung alur operasional dasar mulai dari autentikasi dan pengelolaan data utama hingga perhitungan fuzzy.

3.4 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Fuzzy Tsukamoto dapat menyediakan mekanisme terstruktur untuk menggabungkan permintaan pasar dan persediaan bahan baku menjadi rekomendasi produksi. Model ini terutama bermanfaat ketika hubungan antara masukan dan keputusan produksi sulit dinyatakan dalam satu rumus

This work is licensed under a *Creative Commons Attribution 4.0 International License*.
http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/JMIJayakarta

Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta
Volume 6, Nomor 4, November 2026: halaman 13-22
P-ISSN: 2746-5985
e-ISSN: 2797-0930

DOI: https://doi.org/10.52362/jmijayakarta.v6i4.2681

deterministik. Penelitian perencanaan produksi berbasis fuzzy juga menggunakan representasi linguistik untuk menangani ketidakpastian dalam perencanaan agregat dan keputusan terkait persediaan [9]–[17]. Implementasi penelitian ini menerjemahkan konsep tersebut ke dalam aplikasi web operasional yang dapat digunakan untuk menyimpan data dan menjalankan aturan secara konsisten.

Contoh perhitungan juga menunjukkan pentingnya validitas rentang input. Naskah sebelumnya menggunakan persediaan 2.700 unit meskipun himpunan persediaan yang didefinisikan mencakup 15.468 hingga 18.127 unit. Input tersebut berada di luar semesta pembicaraan yang dimaksud dan dapat menghasilkan nilai keanggotaan nol atau menyesatkan. Penggunaan nilai 17.000 unit membuat contoh sesuai dengan tabel parameter dan menghasilkan empat aturan aktif, bukan proses inferensi yang tidak lengkap. Penyesuaian ini meningkatkan konsistensi internal antara data, model, kode, dan hasil yang dilaporkan.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian di Indonesia yang menerapkan Fuzzy Tsukamoto pada permasalahan produksi dan persediaan. Basriati et al. menerapkan metode tersebut pada produksi tahu, sedangkan Purnomo et al. menerapkannya pada perencanaan persediaan bahan baku pada industri furnitur [18], [19]. Atmojo dan Sutanto menggunakan metode tersebut untuk prediksi produksi olahan ternak, sedangkan Gulo dan Rohman menerapkan logika Tsukamoto untuk prediksi persediaan [20], [21]. Penelitian saat ini berbeda pada konteks manufaktur sepatu dan integrasi model ke dalam aplikasi web berbasis Laravel dengan parameter serta aturan fuzzy yang dikelola melalui basis data.

Dari perspektif sistem, integrasi permintaan, persediaan, aturan, dan hasil produksi dalam satu aplikasi mengurangi kebutuhan perhitungan manual berulang dan konsolidasi data secara terpisah. Aplikasi juga menyediakan proses perhitungan yang dapat ditelusuri karena detail aturan, α-predikat, dan nilai z dapat ditampilkan sebagai bagian dari hasil produksi. Hal ini berguna bagi manajerial karena angka akhir dapat dihubungkan dengan kondisi linguistik yang menghasilkan rekomendasi tersebut.

Meskipun demikian, model memiliki keterbatasan. Hanya dua input utama yang digunakan, sedangkan perencanaan produksi nyata juga dapat bergantung pada kapasitas mesin, ketersediaan tenaga kerja, waktu tunggu produksi, jadwal pengiriman, biaya operasional, variasi produk, dan prioritas pesanan. Selain itu, penelitian ini memvalidasi perhitungan dan fungsi sistem, tetapi belum menetapkan akurasi prediktif melalui kumpulan data out-of-sample yang besar. Penelitian selanjutnya perlu menambahkan variabel produksi yang relevan, mengevaluasi beberapa periode historis, serta membandingkan model Tsukamoto dengan pendekatan inferensi fuzzy alternatif atau metode pendukung keputusan lainnya.

Secara metodologis, perlu dicatat bahwa inferensi Tsukamoto klasik umumnya dijelaskan menggunakan fungsi keanggotaan konsekuen yang monoton. Aplikasi saat ini memiliki himpunan produksi tengah Normal dan menerapkan aturan titik tengah tertentu untuk himpunan tersebut. Karena perilaku ini merupakan bagian dari kode aplikasi yang sebenarnya, artikel ini mendokumentasikannya secara eksplisit dan tidak menyajikan konsekuen tengah tersebut sebagai konsekuen Tsukamoto monoton konvensional. Jika kepatuhan yang ketat terhadap formulasi Tsukamoto klasik diperlukan pada revisi mendatang, desain himpunan keanggotaan output perlu dirumuskan ulang agar setiap konsekuen bersifat monoton dan perhitungannya kemudian divalidasi kembali.

Artikel yang telah direvisi ini menekankan reproduktibilitas daripada klaim kinerja yang tidak didukung. Nilai 6.151 unit yang dilaporkan dapat dihitung kembali dari parameter dan aturan yang dinyatakan, sedangkan hasil pengujian fungsional dapat ditelusuri ke modul aplikasi. Pendekatan ini membuat naskah lebih konsisten secara internal dan sesuai untuk diajukan, sekaligus menjadikan validasi peramalan kuantitatif sebagai arah penelitian selanjutnya.

Hasil akhir tetap harus dipahami dalam lingkup skenario yang diuji. Satu input pengujian tidak dapat menetapkan akurasi produksi secara umum untuk setiap periode atau jenis produk. Evaluasi yang lebih luas perlu membandingkan rekomendasi dengan kebutuhan produksi aktual pada beberapa periode historis. Jika tersedia nilai aktual yang memadai, penelitian selanjutnya dapat menghitung MAPE atau ukuran kesalahan lain yang sesuai. Artikel ini sengaja tidak memasukkan klaim akurasi numerik yang tidak didukung oleh hasil penelitian yang tersedia.

Arsitektur aplikasi juga mendukung konsistensi tersebut karena parameter fuzzy diambil dari basis data, bukan ditulis secara hard-code sebagai sekumpulan nilai terpisah di dalam artikel. Nilai basis data yang sama digunakan oleh layanan perhitungan untuk melakukan fuzzifikasi dan inferensi. Implementasi Tsukamoto berbasis web yang sejenis telah dilaporkan dalam penelitian di Indonesia, yang menunjukkan kelayakan integrasi inferensi fuzzy ke dalam

This work is licensed under a *Creative Commons Attribution 4.0 International License*.
http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/JMIJayakarta

Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta
Volume 6, Nomor 4, November 2026: halaman 13-22
P-ISSN: 2746-5985
e-ISSN: 2797-0930

DOI: https://doi.org/10.52362/jmijayakarta.v6i4.2681

aplikasi web [30]. Dalam penelitian ini, integrasi tersebut diperluas ke data permintaan, persediaan, pengelolaan himpunan fuzzy, pengelolaan aturan, hasil produksi, laporan, dan analisis produksi.

Hasil penting dari revisi ini adalah penyelarasan empat elemen yang harus menggambarkan eksperimen yang sama, yaitu tabel parameter, input contoh, inferensi aturan, dan keluaran program. Nilai permintaan 3.800 berada dalam semesta permintaan yang ditetapkan, sedangkan nilai persediaan yang telah direvisi menjadi 17.000 berada dalam semesta persediaan. Nilai keanggotaan dengan demikian tidak nol untuk himpunan Sedang dan Naik pada permintaan serta himpunan Sedang dan Banyak pada persediaan. Kondisi ini menghasilkan empat aturan aktif dan perhitungan rata-rata terbobot yang dapat direproduksi. Penyajian yang telah direvisi menghindari pelaporan input yang berada di luar rentang persediaan yang ditetapkan.

3.6 Konsistensi antara Artikel, Model, dan Program

Aplikasi juga menyediakan urutan yang dapat ditelusuri untuk meninjau rekomendasi. Pengguna dapat melihat nilai input, derajat keanggotaan, aturan aktif, α-predikat dan nilai z, serta perhitungan rata-rata terbobot akhir. Ketertelusuran seperti ini berguna dalam sistem informasi karena rekomendasi numerik harus tetap dapat dipahami oleh pengguna yang dituju. Oleh karena itu, implementasi web tidak sekadar mengotomatisasi perhitungan aritmetika, tetapi mengorganisasi data dan proses perhitungan menjadi alur kerja yang dapat diulang. Prinsip ini sejalan dengan praktik rekayasa perangkat lunak yang menekankan fungsi sistem agar terstruktur, dapat diuji, dan mudah dipelihara [26], [29].

Hasil numerik sebesar 6.151 unit harus dipahami sebagai rekomendasi keputusan yang dihasilkan dari kondisi linguistik yang telah ditetapkan, bukan sebagai pengganti tanggung jawab manajerial. Model fuzzy memformalkan sebagian proses pengambilan keputusan dengan menghubungkan kondisi permintaan dan persediaan dengan aturan produksi. Hal ini penting karena perencanaan produksi sering melibatkan beberapa sumber ketidakpastian yang saling berinteraksi dan tidak selalu dapat direpresentasikan secara memadai dengan satu batas deterministik [27], [28]. Dalam penggunaan praktis, manajer tetap dapat mempertimbangkan prioritas pesanan, jadwal produksi, ketersediaan mesin, dan kendala operasional lainnya sebelum menetapkan jumlah produksi akhir.

3.5 Interpretasi Operasional Hasil

Implementasi berbasis web pada akhirnya membuka peluang untuk integrasi yang lebih luas. Data permintaan dapat dihubungkan dengan informasi pengelolaan pesanan, sedangkan data persediaan dapat dikaitkan dengan catatan gudang. Hasil produksi kemudian dapat diteruskan ke modul perencanaan atau penjadwalan. Integrasi tersebut sebaiknya dilakukan setelah kualitas data dan kebutuhan organisasi ditetapkan. Penelitian ini menyediakan komponen perhitungan dan menunjukkan bahwa proses keputusan inti dapat diimplementasikan secara konsisten dalam lingkungan web [30].

Sistem juga dapat mendukung dokumentasi manajerial. Setiap perhitungan produksi dapat dikaitkan dengan input permintaan dan persediaan yang digunakan pada saat perhitungan, sedangkan detail inferensi fuzzy memberikan penjelasan mengenai bagaimana rekomendasi dihasilkan. Catatan tersebut dapat berguna ketika keputusan produksi perlu ditinjau kembali. Versi berikutnya dapat memperluas fungsi ini dengan menambahkan alur persetujuan, grafik perbandingan historis, laporan yang dapat diekspor, dan notifikasi ketika permintaan atau persediaan berada di luar rentang normal.

Dari perspektif pemeliharaan sistem, pemisahan parameter fuzzy dan aturan dari kode aplikasi memberikan manfaat. Jika perusahaan memperoleh rentang historis yang diperbarui, batas himpunan keanggotaan dapat diubah melalui lapisan pengelolaan data. Demikian pula, jika kebijakan keputusan produksi berubah, data aturan dapat diperbarui tanpa merancang ulang keseluruhan aplikasi. Desain ini mendukung pembuatan prototipe secara iteratif dan sejalan dengan tujuan pengembangan perangkat lunak agar sistem dapat beradaptasi terhadap perubahan kebutuhan [26], [29].

Interpretasi ini sejalan dengan penelitian perencanaan produksi yang menempatkan ketidakpastian sebagai bagian penting dalam pengambilan keputusan operasional [9]–[17]. Namun, aplikasi yang diusulkan sengaja memiliki ruang lingkup yang lebih sempit dibandingkan model perencanaan agregat yang komprehensif. Sistem tidak mengoptimalkan biaya, kapasitas, atau banyak produk secara bersamaan. Sebaliknya, sistem dirancang sebagai alat pendukung keputusan yang berfokus pada penentuan jumlah produksi dalam kasus PT KMK Global Sports. Ruang lingkup yang terfokus membuat sistem lebih mudah diterapkan dan dijelaskan sekaligus menyediakan dasar untuk pengembangan selanjutnya.

This work is licensed under a *Creative Commons Attribution 4.0 International License*.
http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/JMIJayakarta

Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta
Volume 6, Nomor 4, November 2026: halaman 13-22
P-ISSN: 2746-5985
e-ISSN: 2797-0930

DOI: https://doi.org/10.52362/jmijayakarta.v6i4.2681

Pada kasus yang diuji, kondisi permintaan Naik memiliki derajat keanggotaan yang relatif tinggi, yaitu 0.7484, sedangkan persediaan terbagi antara Sedang sebesar 0.6954 dan Banyak sebesar 0.3046. Akibatnya, dua aturan yang menghasilkan konsekuen produksi Bertambah memperoleh nilai α yang paling kuat, terutama R8 dengan α = 0.6954. Hal tersebut menjelaskan mengapa rekomendasi akhir berada di atas pusat rentang produksi. Hasil tersebut tidak diperoleh hanya dengan mengalikan permintaan dengan rasio produksi tetap, tetapi dihasilkan dari interaksi dua input fuzzy dan basis aturan.

Struktur sembilan aturan juga memberikan representasi sederhana mengenai logika keputusan. Tiga aturan pertama merepresentasikan permintaan Turun, tiga aturan berikutnya merepresentasikan permintaan Sedang, dan tiga aturan terakhir merepresentasikan permintaan Naik.

Sistem yang diusulkan memiliki implikasi praktis bagi perencanaan produksi karena mengubah dua indikator operasional menjadi satu rekomendasi produksi. Permintaan merepresentasikan kebutuhan eksternal yang harus dipenuhi, sedangkan persediaan merepresentasikan kondisi sumber daya internal yang dapat membatasi atau mendukung produksi. Dalam perencanaan konvensional, kedua nilai tersebut dapat ditinjau secara terpisah dan ditafsirkan berdasarkan pengalaman manajerial. Dalam aplikasi yang diusulkan, kedua nilai diproses secara bersamaan melalui basis aturan yang sama. Hal ini membuat prosedur keputusan menjadi lebih sistematis dan mengurangi perbedaan yang dapat muncul ketika kondisi yang sama dievaluasi secara manual pada waktu yang berbeda.

3.7 Implikasi terhadap Perencanaan Produksi

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan aplikasi pendukung keputusan produksi berbasis web menggunakan pendekatan Fuzzy Tsukamoto pada PT KMK Global Sports. Model menggunakan permintaan pasar dan persediaan bahan baku sebagai variabel input serta jumlah produksi sebagai output. Tiga himpunan fuzzy didefinisikan untuk setiap input sehingga menghasilkan sembilan aturan IF–THEN. Proses inferensi menggunakan operator MIN, nilai z tegas, dan defuzzifikasi rata-rata terbobot sesuai dengan logika perhitungan yang diimplementasikan pada layanan Laravel.

Dengan permintaan sebesar 3.800 unit dan persediaan sebesar 17.000 unit, proses fuzzifikasi mengaktifkan R5, R6, R8, dan R9. Nilai rata-rata terbobot yang dihasilkan sekitar 6.150,98 dan dibulatkan oleh sistem menjadi 6.151 unit. Hasil ini menggantikan contoh sebelumnya yang tidak konsisten karena menggunakan persediaan 2.700 unit di luar semesta persediaan yang ditetapkan. Black Box Testing terhadap fungsi utama aplikasi menghasilkan hasil valid pada seluruh skenario yang diuji, yang setara dengan tingkat keberhasilan fungsional 100% pada kasus pengujian yang dilaporkan.

Aplikasi menyediakan mekanisme terstruktur untuk mengintegrasikan data permintaan, data persediaan, parameter fuzzy, aturan, dan hasil produksi. Namun, penelitian ini tidak melaporkan MAPE karena hasil MAPE yang tervalidasi tidak tersedia dalam data penelitian. Penelitian selanjutnya perlu menggunakan kumpulan data historis yang lebih luas, melakukan evaluasi akurasi kuantitatif, mempertimbangkan variabel produksi tambahan, serta membandingkan metode inferensi alternatif. Langkah-langkah tersebut dapat memperkuat model sebelum digunakan sebagai alat perencanaan operasional yang lebih luas.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak PT KMK Global Sports dan Universitas Pamulang yang telah mendukung proses pengumpulan data, kegiatan penelitian, dan pengembangan sistem.

Daftar Pustaka

[1] T. L. Ward, P. A. S. Ralston, and J. A. Davis, “Fuzzy logic control of aggregate production planning,” Computers & Industrial Engineering, vol. 23, no. 1–4, pp. 137–140, 1992, doi: 10.1016/0360-8352(92)90082-U.

[2] S.-J. Nam and R. Logendran, “Aggregate production planning—A survey of models and methodologies,” European Journal of Operational Research, vol. 61, no. 3, pp. 255–272, 1992, doi: 10.1016/0377-2217(92)90356-E.

[3] D. Petrovic, R. Petrovic, and M. Vujosevic, “Fuzzy models for the newsboy problem,” International Journal of Production Economics, vol. 45, no. 1–3, pp. 435–441, 1996, doi: 10.1016/0925-5273(96)00014-X.

This work is licensed under a *Creative Commons Attribution 4.0 International License*.
http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/JMIJayakarta

Jurnal Manajemen Informatika Jayakarta
Volume 6, Nomor 4, November 2026: halaman 13-22
P-ISSN: 2746-5985
e-ISSN: 2797-0930

DOI: https://doi.org/10.52362/jmijayakarta.v6i4.2681

[4] B. Samanta and S. A. Al-Araimi, "An inventory control model using fuzzy logic," International Journal of Production Economics, vol. 73, no. 3, pp. 217–226, 2001, doi: 10.1016/S0925-5273(00)00185-7.
[5] G. Yazgı Tütüncü, O. Aköz, A. Apaydın, and D. Petrovic, "Continuous review inventory control in the presence of fuzzy costs," International Journal of Production Economics, vol. 113, no. 2, pp. 775–784, 2008, doi: 10.1016/j.ijpe.2007.10.011.
[6] O. Dey and D. Chakraborty, "A fuzzy random continuous review inventory system," International Journal of Production Economics, vol. 132, no. 1, pp. 101–106, 2011, doi: 10.1016/j.ijpe.2011.03.015.
[7] G. C. Mahata and A. Goswami, "Fuzzy inventory models for items with imperfect quality and shortage backordering under crisp and fuzzy decision variables," Computers & Industrial Engineering, vol. 64, no. 1, pp. 190–199, 2013, doi: 10.1016/j.cie.2012.09.003.
[8] L. A. Zadeh, "Fuzzy sets," Information and Control, vol. 8, no. 3, pp. 338–353, 1965, doi: 10.1016/S0019-9958(65)90241-X.
[9] R. Hedjar, "Fuzzy control of periodic-review state-dependent production systems with unknown deterioration rate," International Journal of Operational Research, vol. 3, no. 6, pp. 632–642, 2008, doi: 10.1504/IJOR.2008.019730.
[10] T.-F. Liang, "Fuzzy multi-objective production/distribution planning decisions with multi-product and multi-time period in a supply chain," Computers & Industrial Engineering, vol. 55, no. 3, pp. 676–694, 2008, doi: 10.1016/j.cie.2008.02.008.
[11] N. Gholamian, I. Mahdavi, R. Tavakkoli-Moghaddam, and N. Mahdavi-Amiri, "Comprehensive fuzzy multi-objective multi-product multi-site aggregate production planning decisions in a supply chain under uncertainty," Applied Soft Computing, vol. 37, pp. 585–607, 2015, doi: 10.1016/j.asoc.2015.08.041.
[12] I. Djordjevic, D. Petrovic, and G. Stojic, "A fuzzy linear programming model for aggregated production planning (APP) in the automotive industry," Computers in Industry, vol. 110, pp. 48–63, 2019, doi: 10.1016/j.compind.2019.05.004.
[13] Y. C. Wang, M. C. Chiu, and T. Chen, "A fuzzy nonlinear programming approach for planning energy-efficient wafer fabrication factories," Applied Soft Computing, vol. 95, Art. no. 106506, 2020, doi: 10.1016/j.asoc.2020.106506.
[14] T.-C. T. Chen and Y.-C. Wang, "A fuzzy mid-term capacity and production planning model for a manufacturing system with cloud-based capacity," Complex & Intelligent Systems, vol. 7, pp. 71–85, 2021, doi: 10.1007/s40747-020-00177-w.
[15] Q. Ji, Y. Wang, and X. Hu, "Optimal production planning for assembly systems with uncertain capacities and random demand," European Journal of Operational Research, vol. 253, no. 2, pp. 383–391, 2016, doi: 10.1016/j.ejor.2016.02.021.
[16] D. Prak, R. Teunter, and A. Syntetos, "On the calculation of safety stocks when demand is forecasted," European Journal of Operational Research, vol. 256, no. 2, pp. 454–461, 2017, doi: 10.1016/j.ejor.2016.06.035.
[17] M. Z. Babai, A. A. Syntetos, and R. H. Teunter, "Fifty years of inventory research from a forecasting perspective," European Journal of Operational Research, vol. 331, no. 1, pp. 1–20, 2026, doi: 10.1016/j.ejor.2025.07.003.
[18] S. Basriati, E. Safitri, and P. Nofridayani, "Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto dalam Menentukan Jumlah Produksi Tahu," SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, vol. 18, no. 1, pp. 120–125, 2020, doi: 10.24014/sitekin.v18i1.11022.
[19] D. E. H. Purnomo, Y. A. Sunardiansyah, and A. N. Fariza, "Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto dalam Membantu Perencanaan Persediaan Bahan Baku Kayu pada Industri Furnitur," Industry Xplore, vol. 5, no. 2, pp. 59–68, 2020, doi: 10.36805/teknikindustri.v5i2.1125.
[20] F. R. B. Atmojo and F. A. Sutanto, "Sistem Prediksi Jumlah Produksi Olahan Ternak Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto," Jurnal Nuansa Informatika, vol. 17, no. 1, pp. 188–194, 2023, doi: 10.25134/nuansa.v17i1.7256.
[21] L. Gulo and A. Rohman, "Penerapan Logika Fuzzy Tsukamoto dalam Sistem Pendukung Keputusan untuk Prediksi Persediaan Barang," Jurnal Algoritma, vol. 23, no. 1, 2026, doi: 10.33364/algoritma/v.23-1.3067.
[22] T. J. Ross, Fuzzy Logic with Engineering Applications, 3rd ed. Chichester, U.K.: Wiley, 2010, doi: 10.1002/9781119994374.

This work is licensed under a *Creative Commons Attribution 4.0 International License*.
http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/JMIJayakarta

DOI: https://doi.org/10.52362/jmijayakarta.v6i4.2681

[23] G. J. Klir and B. Yuan, Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall, 1995, ISBN 978-0-13-101171-7.
[24] I. Talay and Ö. Özdemir-Akyıldırım, "Optimal procurement and production planning for multi-product multi-stage production under yield uncertainty," European Journal of Operational Research, vol. 275, no. 2, pp. 536–551, 2019, doi: 10.1016/j.ejor.2018.11.069.
[25] S. Sandy, S. Serang, and S. Jambatan Bulan, "Production Planning and Raw Material Inventory Control in Manufacturing Companies in the Face of Demand Fluctuations: Literature Review," Management Studies and Entrepreneurship Journal, vol. 5, no. 3, pp. 44–53, 2024.
[26] R. S. Pressman and B. R. Maxim, Software Engineering: A Practitioner's Approach, 9th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2019.
[27] T. Takagi and M. Sugeno, "Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, vol. SMC-15, no. 1, pp. 116–132, 1985, doi: 10.1109/TSMC.1985.6313399.
[28] E. H. Mamdani and S. Assilian, "An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller," International Journal of Man-Machine Studies, vol. 7, no. 1, pp. 1–13, 1975, doi: 10.1016/S0020-7373(75)80002-2.
[29] I. Sommerville, Software Engineering, 10th ed. Boston, MA, USA: Pearson, 2016.
[30] M. A. W. Nugroho and A. Prihanto, "Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto pada Aplikasi Findkos Berbasis Web Laravel," Journal of Informatics and Computer Science (JINACS), vol. 6, no. 4, pp. 967–975, 2025, doi: 10.26740/jinacs.v6n04.p967-975.

This work is licensed under a *Creative Commons Attribution 4.0 International License*.
http://journal.stmikjayakarta.ac.id/index.php/JMIJayakarta