

Digitalisasi Pengelolaan gudang dan prioritas distribusi buku melalui penerapan warehouse management system terintegrasi MCDM pada mitra distributor buku

Endah Septa Sintiya, Muhamad Anang Abdullah Faqih, Luqman Affandi, Ridwan Rismanto, Dian Hanifudin Subhi, Astrifidha Rahma Amalia

Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang, Kota Malang, Indonesia

Penulis korespondensi : Endah Septa Sintiya

E-mail : e.septa@polinema.ac.id

Diterima: 18 Agustus 2026 | Direvisi: 12 Oktober 2026 | Disetujui: 16 Oktober 2026 | Online: 31 Oktober 2026

© Penulis 2026

Abstrak

Pengelolaan data logistik dan penentuan prioritas distribusi secara manual pada mitra gudang buku masih menghadapi kendala berupa penilaian prioritas yang subjektif dan belum terukur. Kegiatan pengabdian ini bertujuan menerapkan *Warehouse Management System* (WMS) berbasis *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) untuk mendukung pengelolaan logistik dan penentuan prioritas distribusi buku. Kegiatan dilaksanakan melalui tahapan identifikasi permasalahan, penerapan sistem, pelatihan, dan pendampingan penggunaan WMS kepada mitra. Metode MCDM mengombinasikan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) untuk menentukan bobot kriteria dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) untuk menghasilkan prioritas distribusi berdasarkan empat kriteria, yaitu Pemenuhan Stok, Urgensi, Status Kontrak, dan Riwayat Retur. Pengujian terhadap 10 skenario pesanan menunjukkan kesesuaian rekomendasi sistem dengan keputusan manual historis sebesar 80%, yang dipahami sebagai ukuran konsistensi dengan praktik mitra, bukan akurasi model. Evaluasi menggunakan *System Usability Scale* (SUS) terhadap dua pengguna dari mitra memperoleh skor rata-rata 91,25, yang menunjukkan persepsi kemudahan penggunaan yang sangat baik pada kategori excellent. Penerapan WMS membantu mitra mengelola data logistik serta menentukan prioritas distribusi secara lebih konsisten, transparan, dan terlacak berdasarkan kriteria yang terdefinisi. Kegiatan ini juga berpotensi meningkatkan kemampuan mitra dalam memanfaatkan teknologi digital untuk mendukung pengelolaan gudang dan distribusi buku.

Kata kunci: pengelolaan gudang; prioritas distribusi buku; distributor; warehouse management system

Abstract

Manual logistics data management and distribution prioritization at a book warehouse partner still face challenges, namely subjective and unmeasured priority assessments. This community service program aimed to implement a *Warehouse Management System* (WMS) based on *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) to support logistics management and book distribution prioritization. The program was carried out through problem identification, system implementation, training, and mentoring in the use of the WMS for the partner. The MCDM method combined the *Analytic Hierarchy Process* (AHP) to determine criteria weights and the *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) to generate distribution priorities based on four criteria: Stock Fulfillment, Urgency, Contract Status, and Return History. Testing on 10 order scenarios showed that the system's recommendations agreed with the partner's historical manual decisions in 80% of cases, which is interpreted as a measure of consistency with the partner's existing practice rather than model accuracy. An evaluation using the *System Usability Scale* (SUS) with two users from the partner yielded an average score of 91.25, indicating a very good perceived usability in the excellent category. The WMS helped the partner

manage logistics data and determine distribution priorities in a more consistent, transparent, and traceable manner based on clearly defined criteria. The program also has the potential to improve the partner's ability to use digital technology to support warehouse management and book distribution.

Keywords: warehouse management; book distribution prioritization; distributor; warehouse management system.

PENDAHULUAN

Sistem informasi saat ini berperan sebagai tulang punggung operasional organisasi untuk memastikan penyebaran data yang akurat dan tepat waktu guna mendukung pengambilan keputusan strategis (Ningrum, 2024). Dalam sektor rantai pasok, manajemen logistik sangat bergantung pada aliran informasi yang terintegrasi untuk menjamin ketersediaan produk di lokasi dan waktu yang tepat (Ndamati et al., 2025). Rangkaian aktivitas distribusi seperti penerimaan, penyimpanan, dan pengiriman barang menuntut akurasi data yang tinggi agar kesalahan pencatatan dan keterlambatan dapat diminimalkan secara efektif (Sy, 2025). Hal ini menunjukkan bahwa kualitas proses di dalam gudang berpengaruh langsung terhadap kelancaran distribusi ke pelanggan akhir (Basuki & Hutahaeen, 2025).

Namun, pada mitra distributor buku di Kabupaten Tulungagung, pengelolaan stok masih dilakukan secara manual tanpa integrasi informasi yang terpusat. Praktik pendataan manual rentan memicu ketidaksesuaian data operasional (Muslim et al., 2021). Ketika permintaan datang dari berbagai institusi pendidikan secara bersamaan di tengah keterbatasan persediaan fisik, mitra kesulitan melakukan pemetaan prioritas. Tanpa adanya sistem terintegrasi, aktivitas pergudangan berpotensi menghambat koordinasi antar divisi dan memicu hilangnya jejak riwayat transaksi (Ramdhani & Supena, 2022). Akibatnya, keputusan pengiriman sering kali hanya bersandar pada intuisi subjektif staf lapangan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, digitalisasi menggunakan *Warehouse Management System* (WMS) menjadi krusial. Implementasi WMS terbukti mampu mengurangi selisih stok, menstrukturkan pergerakan barang, dan mempercepat proses distribusi secara signifikan (Dewi & Shofa, 2023)(Syahroyan & Kostini, 2025). Meskipun demikian, sebagian besar implementasi WMS saat ini masih terbatas pada operasional administrasi pencatatan dasar dan belum dibekali kemampuan analitis untuk menangani masalah keterbatasan stok (Muslim et al., 2021). Oleh karena itu, diperlukan integrasi Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang mampu mengolah berbagai kriteria secara simultan untuk menekan bias subjektif dalam memprioritaskan pelanggan (Sudipa et al., 2022).

Pendekatan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) merupakan solusi matematis yang relevan untuk mengevaluasi berbagai kriteria operasional kompleks menjadi satu rekomendasi keputusan yang objektif, konsisten, dan transparan (Pinem et al., 2024)(Sahoo & Goswami, 2023). Penggunaan metode ini di lingkungan pergudangan telah terbukti optimal untuk memecahkan keputusan strategis berbasis metrik kuantitatif (Osintsev, 2022)(Taletović, 2023). Dalam pengabdian ini, kombinasi metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) digunakan untuk merumuskan bobot prioritas kriteria secara konsisten (Rawat et al., 2022), yang kemudian diproses menggunakan algoritma *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). TOPSIS dipilih karena keandalannya dalam menentukan prioritas berdasarkan jarak terdekat dari solusi ideal positif sekaligus jarak terjauh dari solusi ideal negatif (Madanchian & Taherdoost, 2023), serta terbukti sukses diterapkan pada riset prioritas distribusi air (Asrul & Zuhriyah, 2021) dan penentuan rute logistik (Nasution & Sari, 2024).

Pengabdian ini bertujuan untuk mengimplementasikan rancangan algoritma AHP-TOPSIS pada platform WMS berbasis web yang dikembangkan menggunakan model *Waterfall* (Kayande & Phadnis, 2024)(Yas et al., 2023). Sesuai dengan spesifikasi kebutuhan logistik, model matematika yang dibangun mengevaluasi empat kriteria utama, yakni Pemenuhan Stok, Urgensi Pelanggan, Status Kontrak, dan Riwayat Retur, berfokus penuh pada urgensi operasional. Fokus utama dari pengabdian ini ditekankan secara spesifik pada pengembangan sistem pergudangan dengan algoritma MCDM dalam

Digitalisasi Pengelolaan gudang dan prioritas distribusi buku melalui penerapan warehouse management system terintegrasi MCDM pada mitra distributor buku

menghasilkan rekomendasi perankingan yang objektif dan rasional, guna menggantikan ketergantungan mitra terhadap intuisi manual .

METODE

Lokasi dan Mitra

Mitra dalam kegiatan pengabdian ini adalah usaha distributor buku yang berlokasi di Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur. Usaha ini merupakan distributor skala menengah yang melayani kebutuhan buku ajar untuk berbagai jenjang pendidikan, mulai dari SMP hingga SMA/SMK/MA, dengan jangkauan pelanggan yang meliputi wilayah Tulungagung, Blitar, hingga Trenggalek.

Secara operasional, mitra ini memiliki volume transaksi yang cukup tinggi. Pegawai terdiri dari 3 karyawan: 1 Owner, 1 staff admin gudang dan 1 bagian pengiriman. Berdasarkan data periode satu semester saja, tercatat arus buku masuk mencapai 71.575 eksemplar dan buku keluar sebesar 87.837 eksemplar. Namun, pengelolaan gudang saat ini masih dilakukan secara konvensional. Seluruh pencatatan stok hanya mengandalkan buku tulis manual dan arsip fisik yang sering kali tidak terstruktur. Berikut dokumentasi gudang buku pada Gambar 1.



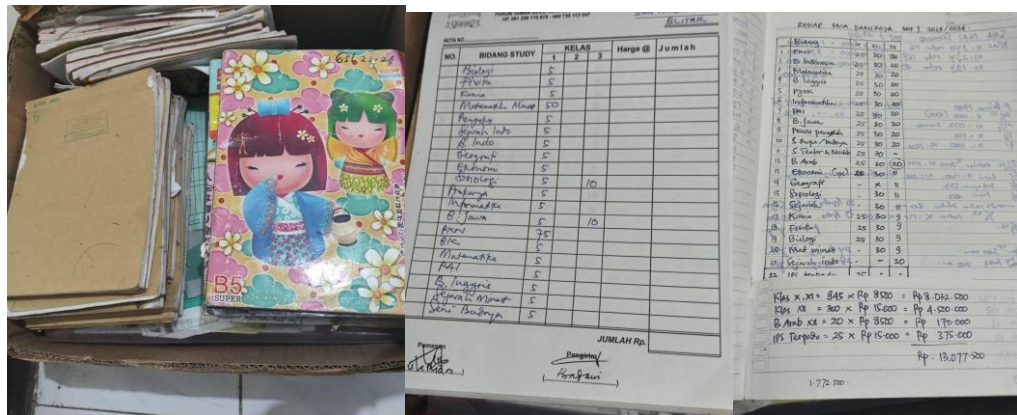
Gambar 1. Gudang Buku pada mitra.

Analisis Kebutuhan

Kondisi manajemen manual ini menjadi tantangan utama kelayakan mitra untuk dibantu. Bukti nyata ketidakefisienan ini adalah ditemukannya selisih stok negatif yang sangat signifikan, mencapai 16.262 eksemplar pada periode semester ganjil tahun 2024/2025. Selain itu, proses penentuan prioritas distribusi saat permintaan memuncak hanya mengandalkan intuisi, tanpa adanya dukungan data yang akurat.

Mitra memiliki potensi besar untuk berkembang melalui kolaborasi penerapan teknologi. Mitra bersedia menyediakan data operasional, akses ke gudang untuk observasi, dan melibatkan stafnya dalam pelatihan penggunaan sistem. Dengan populasi sekolah dan kebutuhan buku yang terus dinamis setiap semester, mitra memiliki peluang untuk meningkatkan kapasitas layanannya jika didukung oleh sistem manajemen yang modern. Melalui kegiatan pengabdian ini, diharapkan mitra dapat bertransformasi dari pengelolaan manual ke digital, sehingga meningkatkan daya saing usaha dan kepuasan pelanggan di wilayah operasionalnya. Berikut kondisi mitra pada Gambar 2.

Digitalisasi Pengelolaan gudang dan prioritas distribusi buku melalui penerapan warehouse management system terintegrasi MCDM pada mitra distributor buku



Gambar 2. Tumpukan Berkas Riwayat Pendataan distribusi buku

Perancangan dan Pengembangan Solusi

Pendekatan metodologi yang digunakan dalam perancangan dan pengembangan perangkat lunak adalah kerangka kerja *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan menerapkan model *Waterfall*. Pemilihan model ini didasarkan pada karakteristik kebutuhan operasional pengelolaan logistik dan model matematis yang dapat didefinisikan secara spesifik dan berurutan sejak awal fase pengabdian. Rangkaian tahapan kegiatan ini mencakup proses pengumpulan data, analisis kebutuhan sistem, perancangan model keputusan, implementasi sistem berbasis web, serta pengujian terintegrasi.

Proses penggalian data empiris dilakukan melalui tiga teknik utama, yakni observasi, wawancara, dan studi dokumentasi. Observasi dilaksanakan secara langsung untuk memetakan alur kerja sistem manual yang berjalan di lapangan, mulai dari penerimaan inventaris dari pihak percetakan, pencatatan stok, hingga proses pengemasan dan pendistribusian buku ke sekolah-sekolah pelanggan. Wawancara semi-terstruktur dilakukan bersama pemilik mitra dan staf administrasi gudang untuk menggali parameter-parameter yang digunakan selama ini dalam memprioritaskan pesanan pelanggan secara manual, serta mengidentifikasi titik lemah yang memicu ketidakakuratan catatan stok.

Untuk menentukan prioritas distribusi di tengah keterbatasan stok, ditetapkan empat kriteria operasional yang merepresentasikan kondisi persediaan dan profil historis pelanggan. Kriteria dirumuskan melalui wawancara, diskusi, observasi, dan telaah dokumen pesanan historis bersama pemilik dan satu staf gudang mitra sebagai pengambil keputusan distribusi. Jarak tidak digunakan karena pengiriman mitra mengikuti rute tujuan, sehingga pelanggan yang jauh dapat ikut diprioritaskan jika searah dengan pelanggan yang dekat. Rincian kriteria adalah sebagai berikut::

- Pemenuhan Stok (C1): Kriteria dengan atribut *benefit* yang menilai persentase rasio kelengkapan fisik item buku yang tersedia di gudang terhadap jumlah volume pesanan yang diajukan oleh pelanggan.
- Urgensi Pelanggan (C2): Urgensi Pelanggan (C2): Kriteria berjenis *benefit* yang merepresentasikan tingkat kedaruratan pemenuhan pesanan. Nilai urgensi dihitung dengan fungsi invers terhadap sisa hari menuju tenggat pengiriman, yaitu $C2 = 100 / (d + 1)$, dengan d adalah sisa hari yang dibatasi maksimum 30 hari. Pesanan yang tenggatnya telah terlewati diberi nilai maksimum (100), sedangkan pesanan tanpa tenggat diberi nilai tengah (10) yang setara dengan sisa waktu sekitar sembilan hari. Dengan fungsi ini, skor meningkat tajam saat tenggat semakin dekat dan relatif datar pada tenggat yang masih jauh. Fungsi ini dipilih karena perbedaan tenggat di atas satu bulan dianggap tidak lagi mempengaruhi prioritas.
- Status Kontrak Pelanggan (C3): Kriteria atribut *benefit* yang mengkuantifikasi tingkat reliabilitas hubungan kerja sama dengan pelanggan. Nilai skala transformasi hierarkis yang ditetapkan adalah: Kontrak Resmi bernilai 5, Pelanggan Langganan bernilai 3, dan pelanggan Reguler (Non-Kontrak) bernilai 1.
- Riwayat Retur (C4): Kriteria atribut *cost* yang menghitung persentase tingkat masalah pengembalian barang (retur) dari total volume pesanan sebelumnya, yang berfungsi untuk memitigasi risiko keluhan pasca-pengiriman.

Digitalisasi Pengelolaan gudang dan prioritas distribusi buku melalui penerapan warehouse management system terintegrasi MCDM pada mitra distributor buku

Implementasi dan Evaluasi

Tahap verifikasi metodologi ini dibagi ke dalam dua instrumen evaluasi utama. Pertama, pengujian validasi model MCDM yang dilakukan dengan pendekatan *black-box testing*. Pada tahap ini, sistem diinstruksikan untuk memproses data 10 sampel skenario pesanan historis secara serentak. *Output* peringkat distribusi dari sistem kemudian dievaluasi tingkat akurasinya dengan cara membandingkannya secara langsung terhadap keputusan *real* yang pernah diambil secara manual oleh staf mitra.

Kedua, pengujian tingkat usability antarmuka perangkat lunak dilakukan menggunakan kuesioner standarisasi *System Usability Scale* (SUS) yang memuat 10 pernyataan berskala *Likert*. Instrumen evaluasi pengalaman pengguna ini dibagikan kepada tiga kelompok responden utama, yaitu pemilik usaha, staf gudang, dan staf administrasi. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengkuantifikasi objektivitas pengguna terhadap aspek kenyamanan, kemudahan navigasi, kejelasan informasi *dashboard*, serta kompleksitas operasional saat menggunakan WMS untuk menyelesaikan permasalahan sehari-hari.

Teknik Analisis Data

Penetapan kriteria ini dirancang berdasarkan kebutuhan lapangan dan disepakati bersama pihak manajemen mitra. Nilai bobot tingkat kepentingan setiap kriteria ditentukan melalui proses analitis terstruktur menggunakan metode AHP. Proses ini melibatkan instrumen kuesioner dengan skenario *trade-off* yang diajukan kepada pemilik mitra untuk membandingkan tingkat kepentingan antar dua kriteria operasional. Hasil penilaian pemilik ini kemudian dikonversi menjadi matriks perbandingan berpasangan berdasarkan skala Saaty, sehingga tidak diperlukan agregasi antar responden. Setelah matriks ternormalisasi terbentuk, komputasi dilanjutkan dengan menghitung nilai *Eigenvector* untuk mendapatkan bobot persentase prioritas masing-masing kriteria. Untuk memastikan keabsahan rasionalitas jawaban responden, keandalan penilaian divalidasi menggunakan uji konsistensi matematis yang melibatkan perhitungan *Weighted Sum Vector*, *Principal Eigenvalue* (λ_{max}), *Consistency Index* (CI), dan diakhiri dengan perolehan *Consistency Ratio* (CR). Syarat kelayakan model secara mutlak menetapkan bahwa matriks perbandingan hanya dinyatakan valid dan dapat digunakan apabila nilai rasio $CR \leq 0,10$.

Setelah nilai evaluasi dari keempat kriteria dikalkulasi dan bobot prioritas divalidasi, WMS mengeksekusi algoritma TOPSIS untuk menentukan ranking distribusi pelanggan. Metode TOPSIS memproses matriks keputusan secara linier dengan langkah komputasi sebagai berikut:

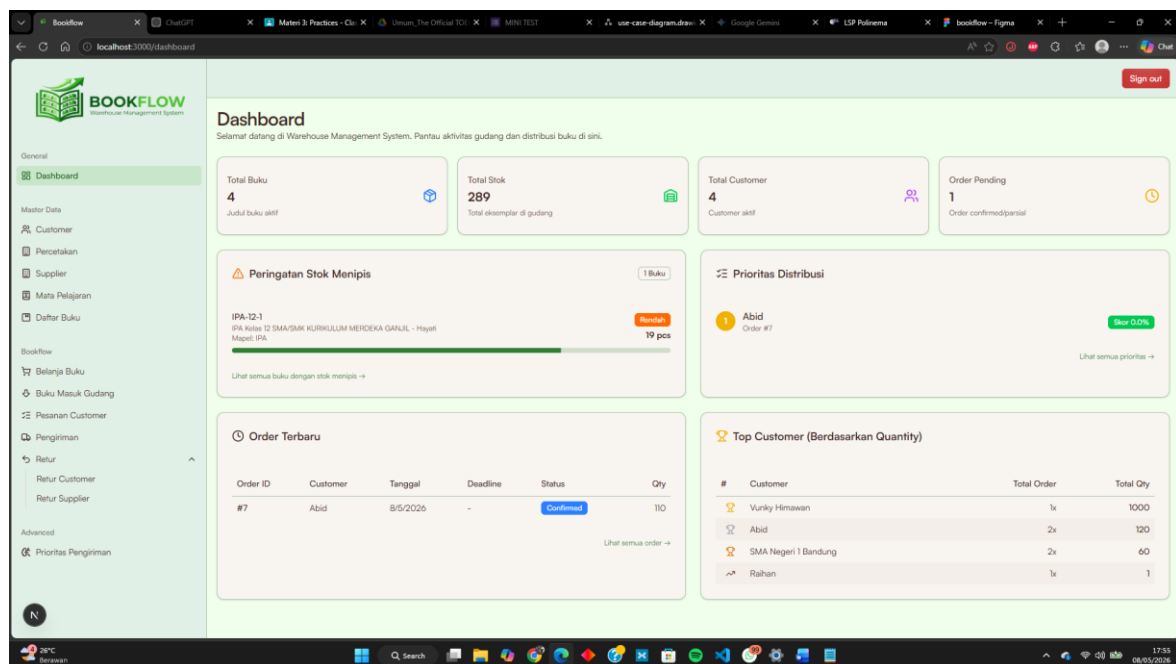
- Normalisasi matriks keputusan dilakukan untuk menyamakan unit dan skala pengukuran dari seluruh data kriteria menggunakan pendekatan *vector normalization*.
- Matriks hasil normalisasi dikalikan dengan bobot kriteria AHP (w_j) untuk membentuk matriks keputusan normalisasi terbobot.
- Sistem mengidentifikasi Solusi Ideal Positif (A^+) dan Solusi Ideal Negatif (A^-). Untuk kriteria berorientasi keuntungan atau benefit (C_1, C_2, C_3), A^+ diambil dari nilai maksimal dan A^- dari nilai minimal dalam kolom tersebut. Sebaliknya, untuk kriteria biaya atau *cost* (C_4), formulasi tersebut dibalik.
- Komputasi jarak Euclidean (D) diterapkan untuk menghitung separasi setiap alternatif pesanan terhadap titik matriks Solusi Ideal Positif (D^+) maupun Solusi Ideal Negatif (D^-).
- Nilai preferensi kedekatan relatif (C_i^*) sebagai penentu peringkat akhir sistem dihitung menggunakan rasio persamaan berikut: $C_i^* = D^- / (D^+ + D^-)$.

Alternatif pesanan pelanggan yang memperoleh perhitungan skor preferensi tertinggi akan secara otomatis ditempatkan pada posisi puncak dalam daftar rekomendasi prioritas pengiriman di antarmuka *dashboard* sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengembangan atau Perancangan

Pengembangan dan implementasi WMS (*Warehouse Management System*) yang terintegrasi dengan algoritma keputusan MCDM telah dieksekusi secara fungsional untuk mendigitalisasi operasional pergudangan sekaligus merekomendasikan prioritas distribusi. Sistem WMS diimplementasikan sebagai aplikasi berbasis *web fullstack* yang menggunakan layanan integrasi data secara *real-time*. Halaman utama sistem dirancang secara komprehensif untuk menyajikan visualisasi data ringkasan inventaris, total pelanggan aktif, daftar pesanan *pending*, serta peringatan dini terhadap stok kritis. Tampilan *dashboard* sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan *Dashboard* Sistem WMS

Selain fitur operasional *Create, Read, Update, dan Delete* (CRUD) standar, sistem secara otomatis mengeksekusi perhitungan metode TOPSIS di latar belakang ketika halaman Prioritas Distribusi diakses. Sistem kemudian menampilkan tabel interaktif berisi daftar peringkat (ranking) pelanggan beserta rincian nilai setiap kriteria pembentuk skor akhir, sehingga dasar penentuan peringkat dapat ditelusuri oleh staf pengelola logistik.

Hasil Implementasi pada Mitra

Hasil implementasi *Warehouse Management System* (WMS) berbasis website yang telah disesuaikan dengan alur kerja mitra. Tahap ini meliputi perancangan basis data untuk stok dan pesanan, serta perancangan logika metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) yang akan digunakan untuk memproses kriteria ketersediaan stok, urgensi, status kontrak, dan riwayat retur. Langkah esensial pertama dalam arsitektur SPK ini adalah menentukan bobot dari setiap kriteria operasional. Berdasarkan hasil ekstraksi matriks perbandingan berpasangan dari pihak mitra, diperoleh preferensi yang menunjukkan bahwa kelengkapan stok fisik merupakan syarat mutlak agar distribusi tidak memicu selisih pencatatan. Perhitungan *Eigenvector* dari matriks ternormalisasi menghasilkan distribusi bobot akhir seperti yang terlihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Bobot Kriteria Menggunakan Metode AHP

Kode	Kriteria	Jenis Atribut	Bobot
C1	Pemenuhan Stok	Benefit	0.56 (56%)
C2	Urgensi Pelanggan	Benefit	0.26 (26%)

Digitalisasi Pengelolaan gudang dan prioritas distribusi buku melalui penerapan warehouse management system terintegrasi MCDM pada mitra distributor buku

Kode	Kriteria	Jenis Atribut	Bobot
C3	Status Kontrak	Benefit	0.12 (12%)
C4	Riwayat Retur	Cost	0.06 (6%)

Untuk menjamin bahwa preferensi subjektif yang diberikan oleh manajemen bersifat rasional dan tidak kontradiktif, sistem menjalankan Uji Konsistensi. Hasil komputasi menunjukkan nilai *Principal Eigenvalue* (λ_{max}) sebesar 4,12 dan *Consistency Index* (CI) sebesar 0,04. Dengan merujuk pada nilai *Random Index* (RI) untuk matriks berdimensi 4 ($n=4$) yaitu sebesar 0,90, diperoleh *Consistency Ratio* (CR) sebesar 0,044. Karena nilai CR 0,10, matriks perbandingan yang dikonstruksikan dinyatakan konsisten, sehingga bobot prioritas tersebut tervalidasi secara matematis untuk diaplikasikan ke dalam algoritma perangkingan TOPSIS.

Konsistensi rekomendasi metode AHP-TOPSIS dengan praktik operasional mitra dievaluasi melalui pengujian kesesuaian model MCDM. Pengujian ini dilaksanakan dengan membandingkan hasil rekomendasi sistem terhadap keputusan manual yang diambil oleh mitra menggunakan data 10 skenario pesanan pelanggan historis. Skenario dipilih dari pesanan terbaru yang datanya lengkap, mulai dari pemesanan, pengiriman, hingga retur. Jumlah skenario dibatasi karena pencatatan historis mitra yang masih manual menyebabkan sedikit data yang terdokumentasi secara utuh, sehingga pengujian ini diposisikan sebagai pengujian awal, bukan validasi menyeluruh. Hasil komparasi pengujian tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2.Hasil Komparasi Pengujian Sistem dan Mitra

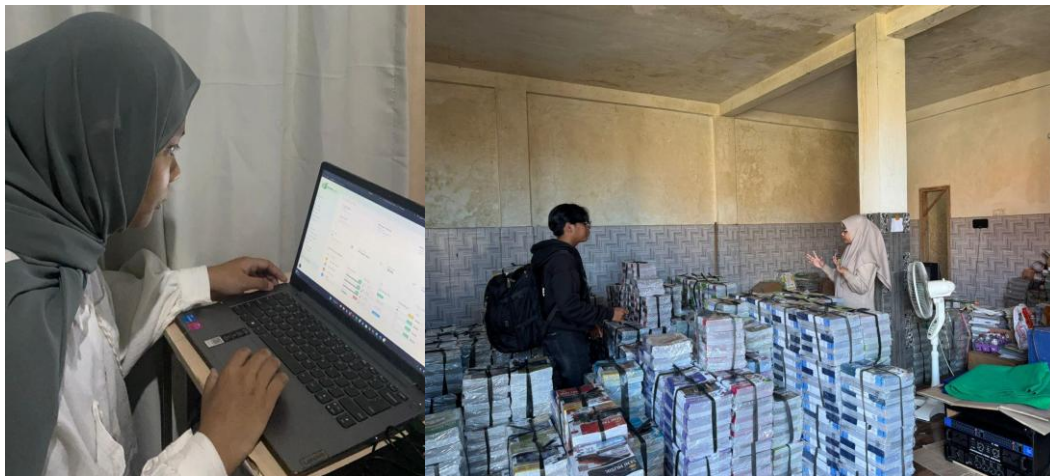
Pelanggan	Ranking Sistem	Ranking Manual	Kesesuaian
SMA N Srengat	1	1	sesuai
MA Nurul Ulum	2	2	sesuai
MTS N Munjungan	4	4	sesuai
SMA N Ponggok	7	7	sesuai
SMA Boyolangu	8	9	Tidak sesuai
SMK N Udanawu	10	10	sesuai
MA Darul Hikmah	5	5	sesuai
SMK Darul Huda	3	3	sesuai
SMA N Campurdarat	2	2	sesuai
MAN Trenggalek	9	8	sesuai

Tabel 2 memperlihatkan bahwa rekomendasi algoritma AHP-TOPSIS berkesesuaian dengan keputusan manual mitra pada 8 dari 10 skenario yang diujikan, sehingga menghasilkan tingkat akurasi model sebesar 80%. Skenario 1 menduduki Peringkat 1 dengan perolehan skor preferensi tertinggi (0,9536) karena akumulasi pemenuhan stok utuh (100%), tenggat waktu yang sangat mendesak (H+3), serta status Kontrak Resmi. Sebaliknya, Skenario 6 berada di posisi terbawah (Peringkat 10) akibat stok yang hanya terpenuhi sebagian (75%), status non-kontrak, serta riwayat retur yang cukup tinggi (8,75%).

Ketidaksesuaian ditemukan pada Skenario 5 dan 10. Sistem menempatkan SMA N Boyolangu di atas MAN Trenggalek karena selisih skor numerik yang sangat tipis (0,2918 berbanding 0,2912). Sistem, yang bekerja secara konsisten berdasarkan bobot kriteria, memberikan keunggulan pada SMA N Boyolangu karena faktor stok yang terpenuhi 100%, sedangkan pertimbangan manual staf mitra di lapangan justru lebih memprioritaskan MAN Trenggalek karena rekam jejak returnnya yang lebih rendah (0,50%). Meskipun terdapat deviasi minor pada dua skenario tersebut, tingkat akurasi sebesar 80% membuktikan bahwa model terkomputerisasi ini valid untuk diimplementasikan pada kasus nyata.

Hasil Pengujian dan Validasi

Mengembangkan aplikasi sistem sesuai rancangan dan melakukan instalasi (*deployment*) pada perangkat komputer di lokasi mitra. Setelah sistem terpasang, dilakukan pelatihan intensif kepada pemilik dan staf gudang mengenai cara pengoperasian sistem, mulai dari input data barang, pemantauan stok *real-time*, hingga cara membaca rekomendasi prioritas distribusi yang dihasilkan sistem. Selain keandalan algoritma, efektivitas sistem juga diukur dari aspek penerimaan pengguna akhir (pemilik usaha dan staf gudang) menggunakan kuesioner *System Usability Scale* (SUS). Proses pengujian ini turut melibatkan demonstrasi langsung penggunaan aplikasi kepada responden, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Penggunaan Aplikasi oleh Mitra

Kemudian hasil perhitungan pengujian SUS dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan SUS.

Responden	Total Penilaian	Bobot
Owner	35	87,5
Staf Gudang	38	95
Rata-rata		91,25

Mengacu pada interpretasi skala SUS secara umum, skor rata-rata 91,25 termasuk dalam kategori Sangat Baik (*Excellent*). Skor ini menunjukkan bahwa setelah pelatihan dan pendampingan, pengguna menilai antarmuka WMS mudah digunakan dalam peralihan dari pencatatan berbasis kertas ke platform digital. Tingginya skor ini menjadi indikasi awal penerimaan sistem; keberlanjutan pemakaiannya dalam rutinitas logistik mitra masih perlu dipantau.

Integrasi MCDM ke dalam WMS mengubah cara mitra menentukan prioritas distribusi. Sebelum adanya sistem, penentuan prioritas distribusi bergantung pada ingatan pengelola, lambatnya sinkronisasi data antar catatan kertas, serta pertimbangan kedekatan personal. Dengan penerapan sistem baru, matriks skor yang tersaji rinci pada antarmuka memungkinkan staf gudang menelusuri dan menjelaskan dasar prioritas pengiriman pesanan kepada pihak sekolah berdasarkan perhitungan kuantitatif yang konsisten.

Pembahasan

Penerapan metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) dengan kombinasi AHP dan TOPSIS pada *Warehouse Management System* (WMS) mampu membantu menentukan prioritas distribusi buku secara lebih objektif dan terukur. Berdasarkan pengujian terhadap 10 skenario pesanan historis, model menghasilkan tingkat akurasi sebesar 80% dibandingkan keputusan operasional mitra. Hasil tersebut

Digitalisasi Pengelolaan gudang dan prioritas distribusi buku melalui penerapan warehouse management system terintegrasi MCDM pada mitra distributor buku

menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan rekomendasi yang cukup sesuai dengan kondisi nyata sekaligus mengurangi subjektivitas dalam proses pengambilan keputusan.

Dari aspek penggunaan, pengujian *System Usability Scale* (SUS) memperoleh skor 91,25 dengan kategori "Sangat Baik". Hal ini menunjukkan bahwa WMS mudah dipahami dan digunakan oleh staf operasional. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan menambah jumlah data historis dan kriteria seperti jarak pelanggan, nilai pesanan, dan urgensi distribusi untuk meningkatkan ketepatan rekomendasi.

Dampak, Luaran, dan Keberlanjutan Program

Implementasi WSM yang terintegrasi dengan metode MCDM memberikan dampak terhadap proses pengelolaan gudang dan penentuan prioritas distribusi pada mitra. Sistem membantu mengurangi ketergantungan terhadap proses manual dengan menyediakan informasi stok, pengelolaan pesanan, serta rekomendasi prioritas distribusi berdasarkan perhitungan yang terstruktur. Dengan adanya rekomendasi berbasis data, pihak operasional memiliki dasar yang lebih objektif dalam menentukan pesanan yang perlu diprioritaskan.

Luaran utama program berupa sistem WMS yang dilengkapi dengan fitur penentuan prioritas distribusi menggunakan kombinasi metode AHP dan TOPSIS. Sistem tersebut dapat menjadi instrumen pendukung keputusan bagi staf gudang dan pihak operasional dalam mengelola proses distribusi. Selain itu, hasil pengujian usability dengan skor SUS sebesar 91,25 menunjukkan bahwa luaran sistem telah memiliki tingkat penerimaan dan kemudahan penggunaan yang sangat baik.

Dampak lainnya adalah meningkatnya transparansi dalam proses pengambilan keputusan. Setiap rekomendasi prioritas dapat dijelaskan berdasarkan kriteria, bobot, nilai normalisasi, dan hasil perbandingan yang dihasilkan oleh metode MCDM. Kondisi tersebut memberikan peluang bagi mitra untuk melakukan evaluasi keputusan secara lebih terukur serta mengurangi potensi ketidakkonsistenan dalam menentukan prioritas distribusi.

Keberlanjutan program dapat dilakukan melalui pengembangan model dan sistem secara bertahap. Dari sisi data, diperlukan penambahan data historis dalam jumlah yang lebih besar agar model dapat dievaluasi secara berkala dan menghasilkan rekomendasi yang semakin representatif terhadap pola operasional. Dari sisi metode, kriteria dan bobot dapat disesuaikan berdasarkan perubahan kebutuhan mitra serta kondisi distribusi di lapangan. Model juga dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan faktor geografis, nilai pesanan, tingkat urgensi, kapasitas kendaraan, dan karakteristik pelanggan.

Dari sisi teknologi, pengembangan berikutnya dapat diarahkan pada penerapan manajemen pengguna *multi-role*, peningkatan keamanan data, pencatatan aktivitas pengguna (*audit trail*), serta optimalisasi performa sistem. Integrasi dengan sistem lain seperti penjualan, inventori, maupun sistem distribusi juga dapat dilakukan untuk mengurangi duplikasi input data. Dengan pengembangan tersebut, WMS diharapkan tidak hanya berfungsi sebagai sistem pencatatan operasional, tetapi berkembang menjadi sistem pendukung keputusan yang mampu memberikan rekomendasi distribusi secara dinamis dan berkelanjutan.

Keberlanjutan program juga dapat diwujudkan melalui pendampingan dan evaluasi berkala bersama mitra. Evaluasi terhadap hasil rekomendasi sistem dibandingkan dengan keputusan aktual dapat digunakan untuk melakukan *fine-tuning* terhadap bobot dan kriteria MCDM. Dengan demikian, sistem dapat terus beradaptasi terhadap perubahan pola transaksi dan kebutuhan operasional mitra, sekaligus meningkatkan manfaat jangka panjang dari penerapan digitalisasi dan pengambilan keputusan berbasis data.

SIMPULAN DAN SARAN

Penerapan metode *Multi-Criteria Decision Making* dengan pendekatan kombinasi *Analytic Hierarchy Process* dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* yang diintegrasikan ke dalam *Warehouse Management System* menyediakan pendekatan terukur untuk membantu penentuan prioritas distribusi buku yang sebelumnya dilakukan secara manual dan subjektif. Berdasarkan

Digitalisasi Pengelolaan gudang dan prioritas distribusi buku melalui penerapan warehouse management system terintegrasi MCDM pada mitra distributor buku

pengujian model MCDM menggunakan 10 skenario pesanan historis, rekomendasi sistem sesuai dengan keputusan operasional mitra pada 80% skenario. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat menghasilkan rekomendasi yang konsisten dengan praktik mitra, dengan dasar penilaian yang dapat ditelusuri karena nilai setiap kriteria terukur secara spesifik. Namun, angka ini belum membuktikan bahwa rekomendasi sistem lebih objektif daripada keputusan manual, sehingga diperlukan pengujian lanjutan dengan data yang lebih banyak dan pembandingan independen. Selain itu, hasil pengujian tingkat kebergunaan perangkat lunak menggunakan *System Usability Scale* terhadap dua pengguna memperoleh skor rata-rata sebesar 91,25 yang masuk ke dalam kategori "Sangat Baik". Angka tersebut menunjukkan bahwa, setelah pelatihan dan pendampingan, pengguna menilai WMS dan fitur prioritas distribusi ini mudah dipelajari dan digunakan.

Sebagai saran untuk masa mendatang disarankan menggunakan jumlah sampel data historis yang lebih masif untuk mengevaluasi ketahanan model keputusan. Selain itu, model MCDM dapat disempurnakan dengan menambahkan parameter kriteria lain yang mempengaruhi operasional di dunia nyata, seperti jarak lokasi geografis pelanggan, nilai total pesanan, hingga metode pembayaran. Pengembangan sistem dari sisi teknis juga sangat dianjurkan, terutama dalam hal peningkatan keamanan data, implementasi manajemen pengguna *multi-role*, serta optimalisasi performa komputasi agar sistem sanggup menangani skala transaksi logistik yang lebih besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Malang (POLINEMA) atas dukungan pendanaan untuk kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini melalui skema Dana DIPA tahun 2026. Ucapan terima kasih yang tulus juga kami sampaikan kepada pemilik dan seluruh staf Distributor UD & Percetakan Badawi Tulungagung, atas kerja sama yang kooperatif, partisipasi aktif, serta masukan yang berharga selama proses perancangan hingga implementasi sistem, sehingga kegiatan ini dapat berjalan dengan lancar dan mencapai tujuannya.

DAFTAR RUJUKAN

- Asrul, B. E. W., & Zuhriyah, S. (2021). SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENDISTRIBUSIAN AIR BERSIH MENGGUNAKAN MOBIL TANGKI PADA PDAM KOTA MAKASSAR DENGAN MENGGUNAAN METODE TOPSIS. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 8(1), 35–40. <https://doi.org/10.25126/jtiik.202182630>
- Basuki, & Hutahaean, H. A. (2025). Implementasi Warehouse Management System (WMS) untuk Meningkatkan Kinerja Warehouse pada Perusahaan Otomotif. In *Jurnal Praktik Keinsinyuran* (Vol. 2, Number 3).
- Dewi, I. K., & Shofa, R. N. (2023). Development of Warehouse Management System to Manage Warehouse Operations. *Journal of Applied Information Systems and Informatics*.
- Kayande, P. S., & Phadnis, S. (2024). A Study on the Software Development Life Cycle–Waterfall Model at a Aviation Management Consultant. *Indian Journal of Software Engineering and Project Management*, 4(1), 1–20. <https://doi.org/10.54105/ijsepm.A9019.014124>
- Madanchian, M., & Taherdoost, H. (2023). A comprehensive guide to the TOPSIS method for multi-criteria decision making. *Sustainable Social Development*, 1(1). <https://doi.org/10.54517/ssd.v1i1.2220>
- Muslim, S. S., Wibowo, N. A., & Nofandi, F. (2021). Analisis Penerapan Sistem Informasi Manajemen pada Kegiatan Logistik di Indonesia. *Dinamika Bahari*, 2(1), 6–12. <https://doi.org/10.46484/db.v2i1.262>
- Nasution, N. S., & Sari, R. F. (2024). Rute pendistribusian ayam ras pedagang (Broiler) menggunakan metode fuzzy topsis. *Jurnal Informatika Teknologi Dan Sains (JINTEKS)*.
- Ndamati, S., Chekwube, A. A., & Mohammed, M. (2025). Logistics Management and Marketing Performance of Selected Small and Medium-Sized Manufacturing Firms in Port Harcourt Metropolis, Rivers State. *European Journal of Logistics, Purchasing and Supply Chain Management*, 13(2), 16–30. <https://doi.org/10.37745/ejlp SCM.2013/vol13n11630>

Digitalisasi Pengelolaan gudang dan prioritas distribusi buku melalui penerapan warehouse management system terintegrasi MCDM pada mitra distributor buku

- Ningrum, D. S. (2024). *TEORI-TEORI YANG DIGUNAKAN DALAM PENELITIAN SISTEM INFORMASI BERDASARKAN LEVEL ANALISISNYA*.
- Osintsev, N. A. (2022). Multi-Criteria Decision-Making Methods in Green Logistics. *World of Transport and Transportation*, 19(5), 105–114. <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2021-19-5-13>
- Pinem, A. P. R., Hendrawan, A., & Wakhidah, N. (2024). Comparative Analysis Of Multi-Criteria Decision-Making Methods (MCDM) In Priorities Of Industrial Location Development. *Jurnal Infotel*, 16(4), 793–818. <https://doi.org/10.20895/INFOTEL.V16I3.1099>
- Ramdhani, R. A., & Supena, A. N. (2022). Perancangan Sistem Informasi Manajemen Persediaan Bahan Baku CV. X. *Jurnal Riset Teknik Industri*, 83–90. <https://doi.org/10.29313/jrti.v2i1.961>
- Rawat, S. S., Pant, S., Kumar, A., Ram, M., Sharma, H. K., & Kumar, A. (2022). A State-of-the-Art Survey on Analytical Hierarchy Process Applications in Sustainable Development. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 7(6), 883–917. <https://doi.org/10.33889/IJMEMS.2022.7.6.056>
- Sahoo, S. K., & Goswami, S. S. (2023). A Comprehensive Review of Multiple Criteria Decision-Making (MCDM) Methods: Advancements, Applications, and Future Directions. *Decision Making Advances*, 1(1), 25–48. <https://doi.org/10.31181/dma1120237>
- Sudipa, I. G. I., Suyono, Pangaribuan, J. J., Trihandoyo, A., Sinlae, A. A. J., Barus, O. P., Umar, N., Chyan, P., Saputra, R. H., Sukwika, T., Mallu, S., Pratama, D., Yahya, K., Suseno, A. T., Susilowati, T., & Arni, S. (2022). *Sistem Pendukung Keputusan PT. MIFANDI MANDIRI DIGITAL*. PT. Mifandi Mandiri Digital.
- Sy, M. Jr. A. (2025). Logistics Performance, Supply Chain Resilience, Integrated Information System, and Performance Metrics as Correlates of Supply Chain Performance of the Downstream Integration: A Literature Review. *Open Journal of Business and Management*, 13(04), 2345–2376. <https://doi.org/10.4236/ojbm.2025.134121>
- Syahroyyan, & Kostini, N. (2025). IMPLEMENTASI WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM PADA PT XYZ IMPLEMENTATION OF WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM AT PT XYZ. *Jurnal Universitas Negeri Jakarta*, 18(01). <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/logistik/>
- Taletović, M. (2023). Application of Multi-Criteria Decision-Making Methods in Warehouse: A Brief Review. *Spectrum of Engineering and Management Sciences*, 1(1), 26–37. <https://doi.org/10.31181/sems11202331t>
- Yas, Q. M., ALazzawi, A., & Rahmatullah, B. (2023). A Comprehensive Review of Software Development Life Cycle methodologies: Pros, Cons, and Future Directions. *Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics*, 4(4), 173–190. <https://doi.org/10.52866/ijcsm.2023.04.04.014>