

Optimasi Biaya Distribusi pada UMKM Produsen Keripik Pisang Lokal melalui Model Transportasi Menggunakan LINGO

^{1,*}Yelita Anggiane Iskandar, ²Herry Kartika Gandhi, ³Alyaa Aina Azzahra, ⁴Sava Aulia Athaya, ⁵Aulia Nisa Ramadani, ⁶Nur Ekha Azka Rasidah, ⁷Rexalis Athaya Putri
^{1,2,3,4,5,6,7}Program Studi Teknik Logistik, Universitas Pertamina, Jakarta

E-mail: ¹yelita.ai@universitaspertamina.ac.id, ²herry.kg@universitaspertamina.ac.id,
³102424002@student.universitaspertamina.ac.id,
⁴102424007@student.universitaspertamina.ac.id,
⁵102424018@student.universitaspertamina.ac.id,
⁶102424024@student.universitaspertamina.ac.id,
⁷102424031@student.universitaspertamina.ac.id

ABSTRAK

Distribusi merupakan salah satu aktivitas penting dalam operasional Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) karena berdampak langsung pada biaya operasional dan daya saing. Beberapa UMKM, seperti Dapur Mama, masih menentukan pola distribusi berdasarkan kebiasaan tanpa perhitungan kuantitatif, yang berpotensi menimbulkan inefisiensi biaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan biaya distribusi produk Keripik Pisang Jawa menggunakan pendekatan model transportasi. Metode yang digunakan adalah Integer Linear Programming (ILP), yang diselesaikan dengan bantuan perangkat lunak LINGO. Data penelitian diperoleh melalui wawancara dengan pihak pengelola UMKM, meliputi kapasitas gudang, permintaan tiap lokasi, dan biaya distribusi per unit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model transportasi mampu menentukan pola distribusi optimal dengan meminimalkan total biaya distribusi tanpa melanggar kendala kapasitas dan permintaan. Solusi optimal yang diperoleh menghasilkan total biaya distribusi minimum sebesar 20.940 satuan biaya. Dengan demikian, model transportasi berbasis ILP terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi distribusi dan dapat dijadikan alat bantu pengambilan keputusan bagi UMKM.

Kata kunci: Distribusi, UMKM, Optimasi Biaya, Model Transportasi, dan Integer Linear Programming

ABSTRACT

Distribution is one of the key activities in the operations of Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) because it directly affects operational costs and business competitiveness. Some MSMEs, such as Dapur Mama, still determine distribution patterns based on habitual practices without quantitative calculations, which may lead to cost inefficiencies. This study aims to optimize the distribution cost of Keripik Pisang Jawa products using a transportation model approach. The method applied is Integer Linear Programming (ILP), solved with the assistance of LINGO software. Research data were obtained through interviews with the MSME management, including warehouse capacity, demand at each destination, and unit distribution costs. The results show that the transportation model can determine an optimal distribution pattern that minimizes total distribution costs without violating capacity and demand constraints. The optimal solution yields a minimum total distribution cost of 20,940 cost units. Therefore, the ILP-based transportation model is proven effective in improving distribution cost efficiency and can serve as a decision-support tool for MSMEs.

Keyword: Distribution, MSMEs, Cost Optimization, Transportation Model, and Integer Linear Programming

1. PENDAHULUAN

Sistem distribusi memiliki peranan penting dalam operasional Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), terutama pada sektor pangan dan makanan ringan. Pengelolaan distribusi yang tidak terencana dapat meningkatkan biaya operasional, menimbulkan keterlambatan pengiriman, serta menurunkan efisiensi usaha. Bagi UMKM, biaya distribusi merupakan komponen yang berpengaruh langsung terhadap Harga Pokok Produksi (HPP), sehingga pengelolaan distribusi yang efisien menjadi strategi utama untuk mempertahankan daya saing (Arofah & Gesthantiara, 2021).

UMKM Keripik Pisang Jawara, yang dikelola oleh Dapur Mama, bergerak di bidang produksi makanan ringan berbahan dasar pisang. Distribusi produk dilakukan dari lokasi produksi ke beberapa titik penjualan dengan kombinasi kendaraan pribadi roda dua dan layanan pengiriman pihak ketiga berbasis aplikasi, seperti Gojek. Kombinasi moda distribusi ini menimbulkan variasi biaya antar rute dan tujuan. Selain itu, perbedaan permintaan di setiap lokasi serta keterbatasan kapasitas angkut menyebabkan biaya distribusi relatif tinggi dan belum dialokasikan secara optimal.

Pendekatan kuantitatif dalam pengambilan keputusan distribusi dapat membantu menentukan alokasi pengiriman secara objektif dan terukur (Indriani, 2026). Riset operasional (*Operations Research*) merupakan bidang ilmiah yang banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah pengambilan keputusan dalam sistem logistik dan distribusi. Salah satu topik yang relevan adalah model transportasi, yang bertujuan menentukan pola pengiriman barang dari

beberapa sumber ke beberapa tujuan dengan biaya minimum, dengan tetap memperhatikan keterbatasan kapasitas dan permintaan. Penelitian pada UMKM pengolahan pangan berbasis rumah tangga menunjukkan bahwa penerapan model transportasi mampu meningkatkan efisiensi biaya distribusi meskipun menghadapi variasi rute dan keterbatasan armada (Faiz, et al., 2025).

Berbagai studi menunjukkan bahwa model transportasi menghasilkan sistem distribusi lebih efisien dibandingkan metode konvensional, efektif dalam menganalisis dan meminimalkan biaya dari beberapa sumber ke beberapa tujuan (Astuti, 2024). Tujuan penelitian ini adalah menerapkan pendekatan model *Integer Linear Programming* (ILP) kasus transportasi menggunakan perangkat lunak LINGO untuk memperoleh solusi distribusi yang efisien dan optimal.

Sebagian besar UMKM saat ini masih menentukan pola distribusinya berdasarkan pengalaman dan kebiasaan tanpa analisis kuantitatif yang sistematis. Kondisi ini berpotensi menghasilkan keputusan distribusi yang kurang efisien, terutama ketika jumlah tujuan dan kompleksitas biaya antar lokasi meningkat. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan analitis untuk mendukung metode konvensional. Model transportasi memungkinkan pelaku usaha mengalokasikan pengiriman secara optimal berdasarkan perbedaan biaya antar rute, sehingga total biaya distribusi dapat ditekan.

Untuk memperoleh solusi optimal dan akurat, diperlukan perangkat lunak optimasi yang mampu menyelesaikan model matematis secara cepat dan akurat. LINGO merupakan salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan dalam

penyelesaian riset operasi termasuk untuk masalah distribusi. Perangkat ini mendukung berbagai model optimasi, termasuk ILP, yang sesuai untuk memodelkan masalah distribusi dengan variabel keputusan berbentuk bilangan bulat. Penggunaan LINGO juga memungkinkan perhitungan dilakukan dengan lebih efisien yang kemudian memudahkan analisis hasil (Nur, et al., 2024).

2. LANDASAN TEORI

Sistem Distribusi UMKM

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional karena mampu menciptakan lapangan kerja dan mendorong pertumbuhan ekonomi. Dalam era globalisasi dan perkembangan teknologi yang pesat, UMKM dituntut untuk mampu beradaptasi agar tetap kompetitif. Salah satu upaya penting adalah menerapkan strategi pengelolaan usaha yang efektif, khususnya dalam memperluas pangsa pasar. Sistem distribusi yang efisien menjadi faktor kunci dalam mendukung keberhasilan pemasaran produk UMKM. Selain itu, pemanfaatan teknologi digital dan media sosial membantu UMKM menjangkau konsumen, membangun hubungan dengan pelanggan, dan menyesuaikan strategi dengan perubahan kebutuhan pasar (Hamid, et al., 2024).

Manajemen rantai pasok merupakan pendekatan strategis untuk mengelola aliran barang dan jasa dari sumber hingga konsumen akhir. Pengelolaan yang baik mampu meminimalkan biaya distribusi, meningkatkan efisiensi operasional, dan mengoptimalkan produksi dengan mempertimbangkan biaya, waktu, kapasitas, dan permintaan. Melalui penggunaan model matematika, seperti model transportasi dan pemrograman linear, sistem distribusi dapat dioptimalkan sehingga biaya pengiriman

menjadi minimum dan pemanfaatan sumber daya maksimal. Dengan demikian, riset operasional mendukung UMKM dalam meningkatkan efisiensi, ketepatan, dan kinerja sistem distribusi secara keseluruhan (Marvinita, et al., 2024).

Model transportasi adalah salah satu bentuk khusus dari masalah *Linear Programming* yang digunakan untuk mengatur distribusi barang dan meningkatkan kepuasan pelanggan. UMKM dapat memanfaatkan teknologi digital seperti *e-commerce*, *marketplace*, serta menjalin kerja sama dengan mitra bisnis. Namun, implementasinya masih menghadapi kendala, termasuk keterbatasan sumber daya, akses pasar, fluktuasi permintaan, kualitas produk, dan biaya distribusi. Dukungan pemerintah melalui pelatihan dan akses teknologi menjadi penting untuk mengatasi hambatan tersebut. Seiring dengan meningkatnya tuntutan pasar, penerapan manajemen rantai pasok menjadi aspek krusial yang tidak dapat dipisahkan dari pengelolaan UMKM (Kartini, 2023).

Model Transportasi

Model transportasi merupakan salah satu bentuk khusus dari masalah *Linear Programming* yang digunakan untuk mengatur pendistribusian barang dari beberapa sumber ke beberapa tujuan secara optimal, sehingga total biaya pengiriman dapat ditekan serendah mungkin. Dalam model ini, setiap sumber memiliki kapasitas tertentu dan setiap tujuan memiliki permintaan yang harus dipenuhi.

Proses alokasi barang harus mempertimbangkan perbedaan biaya pengiriman antar lokasi, karena setiap rute distribusi memiliki ongkos yang berbeda-beda tergantung jarak, moda transportasi, dan kondisi operasional lainnya. Oleh karena itu, penentuan rute yang tepat sangat berpengaruh pada efisiensi biaya

secara keseluruhan. Model transportasi juga mengharuskan total kapasitas dari seluruh sumber sama dengan total permintaan dari seluruh tujuan agar solusi yang diperoleh seimbang. Jika kondisi tersebut tidak terpenuhi, maka perlu ditambahkan variabel *dummy* dengan biaya distribusi nol untuk menjaga keseimbangan antara *supply* dan *demand*.

Penyelesaian masalah transportasi dilakukan melalui dua tahap utama, yaitu penentuan solusi awal menggunakan metode *Northwest Corner Rule* (NWCR), *Least Cost*, dan *Vogel's Approximation Method* (VAM), kemudian dilanjutkan dengan pencarian solusi optimal menggunakan metode *Stepping Stone* dan *Modified Distribution* (MODI) agar diperoleh biaya distribusi minimum yang paling efisien (Arofah & Gesthantiara, 2021).

3. METODOLOGI

Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian dilakukan pada UMKM Dapur Mama yang berlokasi di Tangerang Selatan, bergerak di bidang produksi makanan ringan berbahan dasar pisang, khususnya produk Jawara Banana Chips. Produk didistribusikan dari dua sumber produksi utama ke beberapa titik tujuan penjualan di wilayah pemasaran, sehingga model transportasi dapat diterapkan untuk mengoptimalkan alokasi pengiriman dan biaya distribusi.

Alur Penelitian

Penelitian ini menggunakan model transportasi dengan pendekatan optimasi untuk memperoleh solusi distribusi produk yang efisien dan optimal. Berikut tahapan pengerjaannya:

1. Identifikasi Masalah

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan terkait sistem distribusi produk Jawara Banana Chips pada UMKM Dapur Mama. Fokus

identifikasi meliputi kendala yang muncul dalam distribusi, seperti kapasitas produksi yang terbatas, variasi permintaan di tiap titik tujuan, serta biaya pengiriman yang belum teralokasikan secara optimal. Identifikasi masalah ini menjadi dasar dalam merancang model matematis untuk analisis distribusi.

2. Pengumpulan Data

Data penelitian dikumpulkan melalui wawancara dengan pihak pengelola UMKM. Informasi yang dikumpulkan meliputi kapasitas produksi di setiap sumber, permintaan pada tiap titik distribusi, biaya pengiriman per unit untuk masing-masing rute, serta kendala operasional yang ada. Data ini kemudian digunakan sebagai input utama dalam perumusan model transportasi.

3. Formulasi Model

Data yang diperoleh diformulasikan ke dalam model matematis berbasis *Integer Linear Programming* (ILP). Model ini dirancang untuk menentukan alokasi produk dari sumber ke tujuan dengan tujuan meminimalkan total biaya distribusi, sambil memperhatikan kendala kapasitas produksi dan permintaan pasar. Formulasi ini memungkinkan analisis distribusi dilakukan secara terstruktur dan kuantitatif.

4. Implementasi Model

Model ILP yang telah diformulasikan diimplementasikan menggunakan perangkat lunak LINGO untuk memperoleh solusi distribusi optimal. LINGO memudahkan perhitungan matematis secara sistematis (Safari, et al., 2020) dan memungkinkan penentuan alokasi pengiriman dari sumber ke tujuan dengan biaya minimum, sekaligus mempertimbangkan batasan kapasitas dan permintaan.

5. Analisis Hasil

Hasil solusi distribusi yang diperoleh dianalisis untuk memahami pola

pengiriman yang optimal dan mengevaluasi efisiensi biaya. Analisis ini juga digunakan untuk menilai bagaimana model mampu mengalokasikan pengiriman secara lebih efisien dibandingkan praktik distribusi yang selama ini dilakukan oleh UMKM.

6. Validasi Model

Solusi optimal yang diperoleh dibandingkan dengan kondisi distribusi aktual yang berjalan pada UMKM Dapur Mama. Validasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa model mampu merepresentasikan sistem distribusi secara realistis dan dapat dijadikan sebagai alat bantu pengambilan keputusan yang akurat.

7. Penyusunan Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisis dan validasi, disusun rekomendasi strategi distribusi yang lebih efisien dan aplikatif. Rekomendasi ini dapat menjadi dasar pengambilan keputusan manajerial dalam pengelolaan distribusi produk Jawa Banana Chips, sehingga UMKM dapat meminimalkan biaya dan meningkatkan efisiensi operasional.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi biaya distribusi atau biaya transportasi dari gudang ke setiap retailer, permintaan produk di masing-masing lokasi tujuan pemasaran, jumlah stok yang tersedia di tiap gudang, serta total biaya distribusi sebelum penerapan model transportasi. Seluruh data ini disajikan secara rinci pada Tabel 1-4 dan digunakan sebagai input untuk memformulasikan model matematis berbasis *Integer Linear Programming* (ILP).

Diagram Jaringan Distribusi

Diagram jaringan distribusi pada Gambar 1 digunakan untuk menggambarkan alur pendistribusian produk yang mungkin dipilih, yaitu dari

gudang penyimpanan menuju lokasi tujuan pemasaran. Sistem distribusi dalam penelitian ini melibatkan dua gudang, yaitu Gudang 1 (Alam Sutra) dan Gudang 2 (Sawangan), serta lima lokasi tujuan pemasaran, yaitu Alfamart, Indomaret, RM Bu Djono, Bandara, dan Fruit 88.

Tabel 1. Biaya Distribusi (per pcs)

Tujuan	Gudang 1	Gudang 2
Alfamart	30	40
Indomaret	41	16
RM Bu Djono	68	10
Bandara	66	143
Fruit 88	31	45

Tabel 2. Data Permintaan Produk

Tujuan	Jumlah (Pcs)
Alfamart	408
Indomaret	336
RM Bu Djono	36
Bandara	12
Fruit 88	12

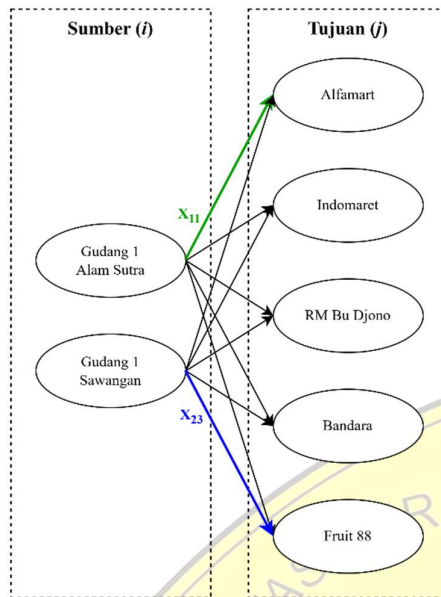
Tabel 3. Data Persediaan Produk

Sumber	Jumlah (Pcs)
Gudang 1	600
Gudang 2	300

Tabel 4. Data Permintaan Produk

Sumber	Tujuan	Jumlah (Pcs)	Total Biaya
Gudang 1	Alfamart	408	12.240
Gudang 1	Indomaret	96	3.936
Gudang 1	RM Bu Djono	36	2.448
Gudang 1	Bandara	12	792
Gudang 1	Fruit 88	12	372
Gudang 2	Indomaret	240	3.840
Total		804	23.628

Jaringan distribusi ini secara khusus dimanfaatkan dalam penentuan variabel keputusan x_{ij} , kendala pasokan, dan kendala permintaan. Melalui visualisasi ini, proses pemodelan matematis menjadi lebih mudah.



Gambar 1. Jaringan Distribusi

Penyusunan Model Matematis

Variabel keputusan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

x_{ij} = Jumlah barang yang dikirim dari sumber i ke tujuan j dengan:

$i = 1, 2$ menyatakan gudang (sumber)

$j = 1, 2, 3, 4, 5$ menyatakan lokasi tujuan pemasaran

Fungsi tujuan di sini adalah meminimalkan total biaya distribusi, yang dirumuskan sebagai berikut pada Eq. (1):

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & 30x_{11} + 41x_{12} + 68x_{13} + \\ & 66x_{14} + 31x_{15} + 40x_{21} + 16x_{22} + \\ & 10x_{23} + 143x_{24} + 45x_{25} \end{aligned} \quad (1)$$

Kendala pasokan dan permintaan seperti disusun pada Eq. 2-7.

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} \leq 504 \quad (2)$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} \leq 300 \quad (3)$$

$$x_{11} + x_{21} = 408 \quad (4)$$

$$x_{12} + x_{22} = 336 \quad (5)$$

$$x_{13} + x_{23} = 36 \quad (6)$$

$$x_{14} + x_{24} = 12 \quad (7)$$

$$x_{15} + x_{25} = 12 \quad (8)$$

Batasan untuk pasokan keripik pisang di Gudang 1 dinyatakan pada Eq. (2), yang menjelaskan bahwa jumlah keripik pisang yang didistribusikan dari Gudang 1 ke seluruh lokasi tujuan tidak boleh melebihi jumlah pasokan yang tersedia di gudang tersebut. Selanjutnya, batasan untuk pasokan keripik pisang di Gudang 2 dinyatakan pada Eq. (3), yang menunjukkan bahwa jumlah produk yang dikirim dari Gudang 2 ke seluruh lokasi tujuan tidak boleh melebihi kapasitas pasokan yang tersedia di gudang tersebut. Batasan permintaan keripik pisang Jawara di Alfamart dinyatakan pada Eq. (4), sedangkan batasan permintaan di Indomaret dinyatakan pada Eq. (5). Kemudian, batasan permintaan di RM Bu Djono dinyatakan pada Eq. (6), batasan permintaan di Bandara dinyatakan pada Eq. (7), dan batasan permintaan di Fruit 88 dinyatakan pada Eq. (8). Batasan-batasan tersebut menunjukkan bahwa jumlah keripik pisang yang didistribusikan harus mampu memenuhi permintaan di setiap lokasi pemasaran dan tidak melebihi jumlah pasokan yang tersedia di masing-masing gudang.

Selanjutnya adalah penyusunan kendala non-negatif yang menyatakan bahwa seluruh variabel keputusan dalam model transportasi tidak boleh bernilai negatif. Dalam hal ini, jumlah produk yang dikirim merupakan besaran fisik, maka nilainya tidak mungkin negatif. Secara matematis, kendala non-negatif dirumuskan sebagai $x_{ij} \geq 0$ untuk setiap i dan j . Kendala ini memastikan bahwa solusi yang dihasilkan bersifat realistis dan dapat diterapkan dalam proses distribusi yang nyata.

Optimasi dengan LINGO

Model transportasi yang telah dirumuskan kemudian diselesaikan menggunakan perangkat lunak LINGO. Hasil penyelesaian menunjukkan solusi optimal global dengan nilai fungsi tujuan minimum sebesar 20.940, yang

merepresentasikan total biaya distribusi minimum untuk memenuhi seluruh permintaan lokasi tujuan sambil memperhatikan kapasitas masing-masing gudang. Solusi optimal ini tidak melanggar kendala pasokan maupun permintaan. Analisis hasil optimasi menunjukkan bahwa Gudang 2 (Sawangan) digunakan secara penuh karena memiliki beberapa jalur dengan biaya distribusi lebih rendah, sedangkan Gudang 1 (Alam Sutra) masih menyisakan kapasitas.

Tabel 5. Alokasi Optimal

Tujuan	Gudang 1	Gudang 2
Alfamart	408	0
Indomaret	72	264
RM Bu Djono	0	36
Bandara	12	0
Fruit 88	12	0

Berdasarkan hasil optimasi, pola distribusi optimal produk UMKM Keripik Pisang Jawa menunjukkan bahwa seluruh permintaan lokasi tujuan dapat terpenuhi, dengan pengiriman dilakukan melalui jalur-jalur yang memiliki biaya per unit terendah seperti tampak pada Tabel 5. Rute dengan biaya tinggi secara otomatis tidak dipilih oleh model, sehingga tercipta kombinasi distribusi yang paling efisien dan optimal.

Penerapan model transportasi memberikan perubahan signifikan terhadap struktur biaya distribusi produk UMKM Keripik Pisang Jawa. Sebelum optimasi, proses distribusi belum mempertimbangkan kombinasi jalur dengan biaya terendah, sehingga total biaya distribusi mencapai Rp23.628. Pola distribusi pada kondisi awal masih bersifat konvensional dan belum memanfaatkan potensi efisiensi dari perbedaan biaya antar gudang dan lokasi tujuan. Setelah dilakukan optimasi menggunakan model transportasi yang diselesaikan dengan perangkat lunak

LINGO, distribusi diarahkan melalui rute-rute dengan biaya paling efisien. Hasil optimasi menunjukkan bahwa total biaya distribusi dapat ditekan menjadi Rp20.940, sehingga terjadi penghematan dibandingkan kondisi sebelum optimasi.

5. KESIMPULAN

Penerapan model transportasi berbasis *Integer Linear Programming* (ILP) menggunakan LINGO berhasil menghasilkan jalur distribusi produk UMKM Keripik Pisang Jawa yang lebih optimal. Model ini mampu mengalokasikan pengiriman dari dua gudang ke lima lokasi tujuan secara efisien, memperhatikan kapasitas gudang dan permintaan titik tujuan. Hasil optimasi menunjukkan total biaya distribusi dapat ditekan dari Rp23.832 menjadi Rp20.940 sehingga terjadi penghematan sekitar 12,1%. Pemilihan rute dengan biaya per unit terendah dan pemanfaatan gudang secara efisien menjadi kunci tercapainya efisiensi tersebut, membuktikan bahwa model transportasi berbasis ILP efektif untuk optimasi distribusi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arofah, I., & Gesthantiara, N. N. (2021). Optimasi biaya distribusi barang dengan menggunakan model transportasi. *JMT (Jurnal Matematika dan Terapan)*, 3(1), 1-9.
- Astuti, W., Siregar, Y. R., Lubis, D. I., & Tanjung, A. A. (2024). Optimalisasi Biaya Transportasi Pendistribusian Produk Black Parfume menggunakan Pendekatan Model Transportasi. *Jurnal Ekonomi Manajemen dan Bisnis (JEMB)*, 1(3), 95-102.
- Faiz, A. N., Putri, A. R., Patradhiani, R., & Fijra, R. (2025). Optimasi Rute Pendistribusian Barang untuk Minimasi Jarak Tempuh dan Biaya Transportasi dengan Metode Nearest

- Insert: Studi Kasus di UMKM XYZ. *Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 10(2), 171-180.
- Hamid, R. S., Bachtiar, R. E. P., & Al Idrus, R. D. (2024). Peran Saluran Distribusi dan Aktivitas Pemasaran Sosial Media dalam Meningkatkan Kinerja Pemasaran Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM). *Jurnal Bisnis dan Kewirausahaan*, 13(2), 159-168.
- Indriani, A. (2026). Penerapan Model Matematika dalam Optimasi Sistem Logistik untuk Efisiensi Distribusi Barang. *Jurnal Matematika dan Sains Alam*, 1(1), 1-7.
- Muslim, M. N. I., Ikatrinasari, Z. F., & Prabowo, H. A. (2024). Penentuan Prioritas Usulan Peningkatan Kualitas Layanan Kekayaan Intelektual dengan Penggunaan Metode Fuzzy ServQual dan Importance Performance Analysis. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 11(1), 43-56.
- Safari, L. M., Ceffi, M. S., & Suprpto, M. (2020). Optimasi Biaya Pengiriman Beras Menggunakan Model Transportasi Metode *North West Corner* (NWC) dan *Software Lingo*. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 6(3), 184-189.
- Kartini, T. (2023). Pelatihan Manajemen Rantai Pasok Bagi UMKM. *Alahyan Jurnal Pengabdian Masyarakat Multidisiplin*, 1(1), 50-58.
- Marvinita, R., Febrian, A., & Firdaus, L. (2024). Optimalisasi Saluran Distribusi Melalui Pendekatan Strategis dalam Pemenuhan Kebutuhan Konsumen. *MANDAR: Management Development and Applied Research Journal*, 7(1), 32-42.