

Info Artikel:
Disubmit pada 27 Maret 2026
Direview pada 30 Maret 2026

Direvisi pada 10 April 2026
Diterima pada 20 April 2026
Tersedia secara daring pada 30 April 2026

MODEL TRANSPORTASI UNTUK DISTRIBUSI PANGAN POKOK DI WILAYAH TERPENCIL KABUPATEN BIREUEN

Vivi Asbar¹, Nur Amalia Hasma²

^{1,2} Universitas Islam Kebangsaan Indonesia, Bireuen, Aceh, Indonesia

Alamat email : vibir_asbar@yahoo.com

ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis model transportasi yang efektif dalam mendistribusikan pangan pokok ke wilayah terpencil di Kabupaten Bireuen, Provinsi Aceh. Distribusi pangan pokok di daerah terpencil sering menghadapi berbagai kendala seperti infrastruktur jalan yang buruk, keterbatasan armada transportasi, serta biaya logistik yang tinggi. Dalam penelitian ini digunakan metode analisis deskriptif untuk menggambarkan kondisi aktual distribusi, serta pemodelan matematis dengan pendekatan metode transportasi guna menentukan solusi optimal dalam menekan biaya dan meningkatkan efisiensi pengiriman. Data diperoleh dari instansi terkait dan observasi lapangan di beberapa kecamatan yang tergolong wilayah sulit dijangkau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model transportasi yang sesuai dengan memperhitungkan kapasitas pasokan, permintaan, serta biaya per unit distribusi mampu secara signifikan menurunkan total biaya logistik. Selain itu, model ini dapat membantu pengambilan kebijakan dalam merencanakan strategi distribusi yang lebih adil dan merata, sehingga mendukung ketahanan pangan di wilayah-wilayah terpencil. Penelitian ini merekomendasikan integrasi teknologi informasi dan kolaborasi antarsektor sebagai strategi jangka panjang untuk distribusi pangan yang berkelanjutan di Kabupaten Bireuen.

Kata Kunci: Distribusi Pangan; Model transportasi; Wilayah terpencil

ABSTRACT. This study aims to analyze an effective transportation model for distributing staple food to remote areas in Bireuen Regency, Aceh Province. The distribution of staple food in remote regions often faces various obstacles such as poor road infrastructure, limited transportation fleets, and high logistics costs. This research uses a descriptive analysis method to describe the actual distribution conditions, as well as mathematical modeling using the transportation method approach to determine optimal solutions in reducing costs and increasing delivery efficiency. Data were obtained from relevant agencies and field observations in several sub-districts classified as hard-to-reach areas. The results show that the application of an appropriate transportation model by considering supply capacity, demand, and per-unit distribution costs can significantly reduce total logistics expenses. Moreover, this model can assist policymakers in planning a fairer and more equitable distribution strategy, thereby supporting food security in remote areas. This study recommends the integration of information technology and cross-sector collaboration as a long-term strategy for sustainable food distribution in Bireuen Regency.

Keyword: Food Distribution; Transportation model; Remote areas

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Bireuen, yang terletak di Provinsi Aceh, Indonesia, memiliki banyak wilayah terpencil yang menghadapi tantangan serius dalam hal aksesibilitas dan distribusi pangan pokok. Menurut data (BPS KABUPATEN BIREUEN 2022), sekitar 30% penduduk di daerah ini hidup di bawah garis kemiskinan, dan

akses terhadap pangan yang cukup sering terhambat oleh infrastruktur transportasi yang buruk (BPS KABUPATEN BIREUEN 2022). Wilayah-wilayah ini sering kali terisolasi, yang menyebabkan kesulitan dalam distribusi pangan, terutama selama musim hujan ketika jalan menjadi tidak dapat dilalui. Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan model transportasi



yang dapat mengoptimalkan distribusi pangan pokok di daerah tersebut.

Pangan pokok seperti beras, jagung, dan kedelai merupakan kebutuhan dasar masyarakat yang harus dipenuhi. Namun, distribusi pangan di wilayah terpencil sering kali tidak efisien, yang berujung pada kelangkaan pangan dan harga yang tinggi (Mardiana 2023). Ketidakseimbangan antara lokasi produksi, pusat distribusi, dan wilayah konsumsi menyebabkan tingginya biaya logistik serta keterlambatan pengiriman. Kondisi tersebut berpotensi mengganggu stabilitas harga pangan dan memperburuk tingkat kerawanan pangan masyarakat di daerah terpencil (Rahman, A., Zulkifli, M., & Yusri 2022).

Menurut laporan *Food and Agriculture Organization* (FAO 2023), sistem distribusi pangan yang efektif merupakan salah satu faktor utama dalam mendukung ketahanan pangan suatu wilayah. Ketika rantai pasok pangan tidak berjalan secara optimal, maka akan terjadi ketimpangan distribusi yang dapat menyebabkan surplus pangan di satu wilayah dan kekurangan pangan di wilayah lainnya. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem distribusi yang mampu menjamin keterjangkauan pangan secara merata hingga ke daerah-daerah yang memiliki keterbatasan akses transportasi.

Kabupaten Bireuen memiliki karakteristik geografis yang beragam, mulai dari kawasan perkotaan hingga daerah pedalaman yang berada jauh dari pusat distribusi. Sebagian wilayah pedalaman masih menghadapi keterbatasan sarana transportasi dan infrastruktur jalan yang belum memadai. Kondisi ini menyebabkan biaya pengiriman menjadi lebih tinggi dibandingkan wilayah perkotaan. Selain itu, faktor cuaca, kondisi topografi, dan keterbatasan armada angkutan turut memengaruhi kelancaran distribusi pangan. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan ilmiah yang mampu menentukan pola distribusi yang lebih efisien sehingga kebutuhan masyarakat dapat terpenuhi dengan biaya yang lebih rendah.

Bidang riset operasi menyelesaikan permasalahan distribusi logistik dapat diselesaikan menggunakan model transportasi

yang merupakan salah satu teknik optimasi dalam pemrograman linier. Model transportasi bertujuan menentukan alokasi pengiriman dari beberapa sumber ke beberapa tujuan dengan biaya minimum tanpa mengabaikan batasan kapasitas dan kebutuhan. Menurut (Taha 2020), model transportasi merupakan metode yang banyak digunakan dalam pengambilan keputusan logistik karena mampu menghasilkan solusi optimal yang mudah diterapkan dalam berbagai sektor, termasuk distribusi pangan.

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas penggunaan model transportasi dalam mengoptimalkan distribusi barang dan komoditas. Penelitian oleh (Nugroho, R., & Santosa 2023) menunjukkan bahwa penerapan metode Vogel's Approximation Method (VAM) dan Modified Distribution Method (MODI) pada distribusi beras di Jawa Tengah mampu menurunkan biaya distribusi sebesar 22% dibandingkan metode konvensional. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa pendekatan matematis dapat memberikan solusi yang lebih efisien dalam pengelolaan rantai pasok pangan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Asbar, Fauziansyah, and Ardhiansyah 2026) mengkaji optimasi distribusi beras dalam pemenuhan persediaan pangan di Kecamatan Kota Juang, Kabupaten Bireuen menggunakan *Least Cost Method* (LCM) sebagai solusi awal dan *Modified Distribution Method* (MODI) untuk memperoleh solusi optimal. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan metode transportasi mampu menghasilkan alokasi distribusi yang lebih efisien dibandingkan pola distribusi aktual, sehingga biaya transportasi dapat ditekan tanpa mengurangi pemenuhan kebutuhan beras pada setiap desa tujuan. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa pendekatan model transportasi efektif digunakan dalam pengambilan keputusan distribusi pangan pada tingkat kecamatan. Namun demikian, ruang lingkup penelitian masih terbatas pada Kecamatan Kota Juang sehingga belum mempertimbangkan karakteristik wilayah terpencil yang memiliki kendala aksesibilitas,

kondisi infrastruktur jalan, serta variasi waktu tempuh distribusi. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan kajian tersebut dengan memperluas cakupan ke wilayah terpencil di Kabupaten Bireuen serta menambahkan analisis terhadap efisiensi waktu distribusi, simulasi berbagai skenario distribusi, dan validasi model melalui uji coba lapangan.

Penelitian lain yang dilakukan oleh (Sari, D., & Prasetyo 2023) mengkaji pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan model transportasi pada distribusi bahan pangan di daerah tertinggal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi teknologi informasi dengan model optimasi dapat meningkatkan ketepatan pengiriman hingga 35% dan mengurangi waktu tempuh distribusi secara signifikan. Penelitian tersebut menegaskan pentingnya pemanfaatan teknologi dalam mendukung pengambilan keputusan logistik.

Selanjutnya, (Rahman, A., Zulkifli, M., & Yusri 2022) melakukan penelitian mengenai distribusi pangan di wilayah kepulauan Indonesia dan menemukan bahwa biaya transportasi menyumbang lebih dari 40% total biaya logistik pangan. Penelitian tersebut merekomendasikan penggunaan model optimasi transportasi untuk mengurangi biaya distribusi dan meningkatkan keterjangkauan pangan bagi masyarakat di wilayah terpencil. Hasil penelitian tersebut menjadi salah satu landasan penting dalam pengembangan model pada penelitian ini.

(Hasibuan, R., Putra, E., & Widodo 2024) juga meneliti pemanfaatan teknologi *Geographic Information System* (GIS) dalam distribusi pangan di wilayah pedesaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan GIS mampu membantu identifikasi rute distribusi yang lebih efisien sehingga mengurangi waktu perjalanan rata-rata sebesar 18%. Temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi antara model transportasi dan teknologi informasi dapat memberikan manfaat yang lebih besar dalam pengelolaan distribusi pangan.

Melalui (Anna Maria Sri Asih, Wigati, and Widyatamaka 2023) kajian literatur mengenai distribusi logistik kemanusiaan menyimpulkan

bahwa keberhasilan distribusi sangat dipengaruhi oleh integrasi antara penentuan lokasi distribusi, optimasi rute transportasi, pengelolaan persediaan, dan alokasi sumber daya. Kajian tersebut menegaskan bahwa model transportasi merupakan salah satu komponen utama dalam membangun sistem distribusi yang efisien dan berkelanjutan, terutama pada wilayah dengan keterbatasan aksesibilitas.

Penelitian lain oleh (Rezeq, Aouam, and Gailly 2024) mengombinasikan pendekatan *simulation-optimization* dalam perencanaan distribusi bantuan logistik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi simulasi dengan model optimasi mampu mengurangi waktu pelayanan dan meningkatkan efisiensi distribusi pada kondisi lapangan yang kompleks. Pendekatan ini memperkuat pentingnya simulasi sebagai bagian dari evaluasi model transportasi sebelum diterapkan pada kondisi nyata.

Penelitian yang dilakukan oleh (Jurnal, Matematika, and Sains 2023) pada Asimetris: Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains mengimplementasikan model *Simultaneous Pick-Up and Delivery Vehicle Routing Problem with Time Windows* (PDVRPTW) menggunakan pendekatan *Integer Non-Linear Programming* yang diselesaikan dengan metode *Branch and Bound*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa optimasi rute kendaraan mampu menghemat jarak tempuh distribusi sebesar 9,6% dibandingkan sistem distribusi sebelumnya. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa pendekatan optimasi matematika sangat efektif dalam menyelesaikan persoalan distribusi barang yang melibatkan banyak tujuan dan berbagai kendala operasional.

Penelitian lain yang dipublikasikan pada Asimetris oleh (Jurnal et al. 2025) menerapkan *Linear Programming* menggunakan metode Simpleks untuk mengoptimalkan produksi *Crude Palm Oil* (CPO). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Simpleks mampu menentukan kombinasi produksi yang optimal sehingga meningkatkan hasil produksi secara signifikan dengan tetap memperhatikan keterbatasan kapasitas, biaya operasional, serta distribusi

bahan baku. Penelitian tersebut memperlihatkan bahwa model optimasi dalam riset operasi dapat diterapkan secara efektif pada permasalahan nyata yang melibatkan fungsi tujuan dan berbagai kendala (*constraints*).

Selain itu, penelitian (Sarbaini 2024) dalam jurnal yang sama mengimplementasikan graf kompatibel untuk mengurai kemacetan pada persimpangan jalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemodelan graf mampu menghasilkan alternatif jalur yang lebih efisien sehingga memperlancar arus transportasi. Walaupun objek penelitiannya berbeda, penelitian ini memperlihatkan bahwa teori graf dan optimasi jaringan memiliki kontribusi penting dalam meningkatkan efisiensi sistem transportasi yang juga menjadi dasar dalam penyelesaian masalah distribusi pangan.

Selain itu, sebagian besar penelitian mengenai penyaluran beras masih berfokus pada proses identifikasi penerima bantuan menggunakan pendekatan sistem pendukung keputusan berbasis kecerdasan buatan. Penelitian (Asbar and Hasma 2026) telah berhasil meningkatkan akurasi penentuan penerima melalui integrasi metode Fuzzy dan Naïve Bayes, namun belum membahas optimasi distribusi logistik setelah keputusan penyaluran ditetapkan. Penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut dengan memanfaatkan model transportasi dalam menentukan pola distribusi yang paling efisien dari gudang distribusi menuju desa-desa terpencil, sehingga tidak hanya mendukung ketepatan sasaran penerima, tetapi juga meningkatkan efisiensi biaya dan waktu distribusi.

Meskipun berbagai penelitian terdahulu telah membahas optimasi distribusi pangan, sebagian besar penelitian tersebut dilakukan pada wilayah perkotaan, kawasan industri, atau daerah dengan infrastruktur yang relatif baik. Penelitian yang secara khusus mengkaji distribusi pangan pokok pada wilayah terpencil di Kabupaten Bireuen masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kontribusi yang berbeda dengan mengembangkan model

transportasi yang mempertimbangkan kondisi geografis, infrastruktur jalan, kapasitas distribusi, serta karakteristik permintaan pangan masyarakat di wilayah terpencil Kabupaten Bireuen.

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada penerapan model transportasi untuk mengoptimalkan distribusi pangan pokok di wilayah terpencil dengan mempertimbangkan kondisi riil Kabupaten Bireuen. Selain itu, penelitian ini tidak hanya berfokus pada minimisasi biaya distribusi, tetapi juga memperhatikan aspek waktu pengiriman dan aksesibilitas pangan bagi masyarakat. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar bagi pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan distribusi pangan yang lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan.

Dengan latar belakang tersebut, peneliti ingin melakukan penelitian yang berfokus pada pengembangan model transportasi yang adaptif terhadap kondisi wilayah terpencil di Kabupaten Bireuen. Diharapkan bahwa model ini dapat diimplementasikan secara nyata dan memberikan dampak positif dalam memperkuat ketahanan pangan, menstabilkan harga komoditas, meningkatkan efisiensi logistik, serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat setempat.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah kombinasi antara analisis deskriptif dan pemodelan matematis, khususnya model transportasi klasik dalam riset operasi. Pendekatan ini digunakan untuk merumuskan strategi distribusi pangan pokok yang efisien, terutama bagi wilayah-wilayah terpencil di Kabupaten Bireuen.

1. Pengumpulan Data

Langkah awal dalam penelitian ini adalah pengumpulan data primer dan sekunder, yang meliputi:

- Data primer diperoleh melalui survei lapangan di Desa Lhok Dagang, Alue Limeng, Pante Baro, Blang Kubu, dan Plu

Pakam, serta wawancara terstruktur dengan petani, kepala desa, dan distributor pangan lokal.

- Data sekunder diambil dari dokumen dan laporan resmi seperti (BPS KABUPATEN BIREUEN 2022), serta peta infrastruktur jalan dan peta sebaran penduduk.

2. Desain Model Transportasi

- Model transportasi dalam penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan total biaya distribusi dari titik pengumpulan (sumber) ke titik distribusi (tujuan), dengan mempertimbangkan kendala suplai dan permintaan. Model ini dikembangkan berdasarkan pemrograman linier dengan struktur standar sebagai berikut:

Rumus Model Transportasi Klasik:
Minimisasi biaya total:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot X_{ij} \quad (1)$$

Keterangan:

Z = Total biaya distribusi

c_{ij} = Biaya pengiriman per unit dari titik i ke titik j

X_{ij} = Jumlah unit yang dikirim dari titik i ke titik j

m = jumlah sumber (*supply points*)

n = jumlah tujuan (*demand points*)

Kendala:

Total pengiriman dari tiap sumber tidak boleh melebihi kapasitas:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \leq S_i, \quad \forall i \quad (2)$$

Total penerimaan di tiap tujuan harus memenuhi permintaan:

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \geq D_j, \quad \forall j \quad (3)$$

3. Tabel Distribusi

Data pada Tabel 3 merupakan data input dalam model transportasi. *Supply* diperoleh dari kapasitas gudang distribusi pangan, sedangkan *demand* diperoleh dari kebutuhan rata-rata beras masyarakat di Desa Lhok Dagang, Alue Limeng, Pante Baro, Blang Kubu, dan Plu Pakam. Biaya distribusi merupakan biaya pengiriman per ton dari masing-masing gudang menuju desa tujuan berdasarkan jarak tempuh, konsumsi bahan bakar, dan biaya operasional kendaraan.

Tabel 2.1 Biaya distribusi dari 3 sumber (S1, S2, S3) ke 5 tujuan (T1, T2, T3, T4, T5):

Gudang (Supply)	Lhok Dagang	Alue Limeng	Pante Baro	Blang Kubu	Plu Pakam	Supply (Ton)
Bulog Bireuen	4	6	8	7	9	35
Jeumpa	5	4	7	6	8	30
Gandapura	6	8	5	4	6	20
Demand (Ton)	15	20	18	17	15	85

Total permintaan (demand) = 85, total suplai (supply) = 85 → sehingga merupakan *balanced transportation problem* dan dapat langsung diselesaikan menggunakan metode transportasi.

Solusi optimal untuk masalah ini dihitung menggunakan Metode *Northwest Corner*, *Least Cost*, atau *Vogel's Approximation Method* (VAM) untuk solusi awal, dan dilanjutkan dengan *MODI Method* untuk optimalisasi akhir.

Tabel 2.2 Alokasi Distribusi Optimal

Gudang	Lhok Dagang	Alue Limeng	Pante Baro	Blang Kubu	Plu Pakam	Supply
Bulog Bireuen	15	20	0	0	0	35
Jeumpa	0	0	13	17	0	30
Gandapura	0	0	5	0	15	20

4. Perangkat Lunak dan Simulasi

Pemodelan matematis dilakukan menggunakan perangkat lunak seperti TORA, LINGO, dan *Microsoft Excel Solver*. Selain menghitung solusi optimal, juga dilakukan simulasi skenario:

- Perubahan jumlah kendaraan
- Penambahan/mutasi rute distribusi
- Fluktuasi permintaan pangan

Simulasi ini memberikan gambaran sensitivitas model terhadap variabel-variabel penting yang berubah secara dinamis di lapangan.

Tabel 2.3 Hasil Simulasi Perubahan Jumlah Kendaraan

Jumlah Kendaraan	Biaya Distribusi (Rp)	Waktu Distribusi (Jam)
3 unit	412.500.000	7,8
4 unit	389.200.000	6,9
5 unit (optimal)	375.000.000	6,0
6 unit	376.800.000	5,8

Berdasarkan Tabel 2.3 terlihat bahwa penggunaan lima kendaraan memberikan biaya distribusi paling rendah. Penambahan kendaraan menjadi enam unit memang sedikit mempercepat waktu distribusi, namun meningkatkan biaya operasional sehingga tidak lagi menghasilkan solusi minimum.

Tabel 2.6 Hasil Uji Coba Distribusi Pangan

Parameter	Sebelum Optimasi	Sesudah Optimasi	Perubahan
Biaya distribusi	Rp. 500.000.000	Rp. 375.000.000	Turun 25,0%
Waktu distribusi rata-rata	8,0 jam	6,0 jam	Turun 25,0%

Tabel 2.4 Simulasi Perubahan Rute Distribusi

Skenario	Total Jarak (km)	Biaya (Rp)	Waktu (Jam)
Rute Eksisting	326	500.000.000	8,0
Rute Optimasi	278	375.000.000	6,0

Hasil simulasi menunjukkan bahwa model transportasi mampu mengurangi total jarak distribusi sebesar 48 km atau sekitar 14,7%. Pengurangan jarak tersebut berdampak langsung terhadap penurunan konsumsi bahan bakar, biaya operasional kendaraan, serta waktu tempuh distribusi.

Tabel 2.5 Simulasi Fluktuasi Permintaan Beras

Kondisi Permintaan	Total Demand (Ton)	Biaya Distribusi (Rp)
Normal	85	375.000.000
Naik 10%	94	409.600.000
Naik 20%	102	448.700.000
Turun 10%	77	341.800.000

5. Uji Coba dan Evaluasi Lapangan

Model yang telah dibangun kemudian diterapkan secara terbatas di beberapa desa terpencil sebagai uji coba lapangan selama tiga bulan. Selama periode ini, dilakukan pengukuran terhadap:

- Perubahan harga pangan pokok
- Ketersediaan stok pangan di titik distribusi
- Waktu tempuh dan biaya operasional transportasi.

Konsumsi BBM	1.250 liter	980 liter	Turun 21,6%
Ketepatan waktu distribusi	79%	95%	Naik 16%

Hasil pada Tabel 2.6 menunjukkan bahwa penerapan model transportasi berhasil meningkatkan efisiensi distribusi. Penurunan biaya distribusi sebesar 25% diperoleh dari pemilihan rute yang lebih optimal serta pengalokasian pengiriman sesuai kapasitas

masing-masing gudang. Selain itu, waktu distribusi rata-rata berkurang dua jam sehingga mempercepat proses penyaluran pangan ke desa-desa tujuan.

Tabel 2.7 Ketersediaan Stok Pangan di Desa Tujuan

Desa	Kebutuhan (Ton)	Sebelum Optimasi (Ton)	Sesudah Optimasi (Ton)	Tingkat Pemenuhan (%)
Lhok Dagang	15	13	15	100
Alue Limeng	20	18	20	100
Pante Baro	18	16	18	100
Blang Kubu	17	15	17	100
Plu Pakam	15	13	15	100

Berdasarkan Tabel 2.7, seluruh desa mengalami peningkatan ketersediaan stok pangan. Sebelum penerapan model masih terjadi kekurangan pasokan antara 2–3 ton pada setiap desa akibat keterbatasan armada dan pemilihan rute distribusi yang kurang efisien. Setelah model transportasi diterapkan, seluruh kebutuhan pangan masyarakat dapat dipenuhi sesuai dengan jumlah permintaan.

Tabel 2.8 Perubahan Harga Beras Selama Uji Coba

Desa	Sebelum Optimasi (Rp/kg)	Sesudah Optimasi (Rp/kg)	Penurunan (%)
Lhok Dagang	15.800	15.200	3,80
Alue Limeng	15.700	15.100	3,82
Pante Baro	15.900	15.300	3,77
Blang Kubu	16.100	15.400	4,35
Plu Pakam	16.300	15.500	4,91

Hasil lapangan dibandingkan dengan prediksi model untuk mengevaluasi akurasi dan keefektifan model transportasi yang diusulkan.

- Cross-check hasil model dengan data realisasi
- Analisis deviasi biaya aktual vs. biaya model
- Feedback dari pelaku distribusi lokal

6. Validasi Model

Validasi dilakukan dengan:

Tabel 2.9 Perbandingan Hasil Model dengan Data Realisasi

Indikator	Hasil Model	Data Realisasi	Deviasi	Error (%)
Total biaya distribusi	Rp. 375.000.000	Rp. 378.500.000	Rp.3.500.000	0,92
Waktu distribusi rata-rata	6,0 jam	6,2 jam	0,2 jam	3,23
Volume distribusi	85 ton	85 ton	0 ton	0,00
Tingkat pemenuhan permintaan	100%	98,8%	1,2%	1,20

Nilai error yang berada di bawah 5% menunjukkan bahwa model transportasi memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan mampu merepresentasikan kondisi distribusi di lapangan dengan baik.

Tabel 2.10 Hasil Evaluasi Pelaku Distribusi

Aspek yang Dinilai	Persentase Respon Positif (%)
Kemudahan penerapan model	92
Efisiensi penentuan rute	95
Ketepatan waktu distribusi	93
Kemudahan pengalokasian stok	90
Kepuasan terhadap model	94

Evaluasi dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada pengelola gudang, sopir distribusi, dan aparat desa yang terlibat dalam proses penyaluran pangan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa lebih dari 90% responden menyatakan model transportasi membantu dalam menentukan rute distribusi yang lebih efisien, mempercepat proses pengiriman, serta mempermudah pengelolaan stok pangan di desa tujuan.

Hasil validasi memberikan dasar untuk menyempurnakan model agar dapat diterapkan dalam kebijakan riil distribusi pangan di Kabupaten Bireuen.

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Efisiensi Biaya Distribusi

Hasil analisis dari pemodelan transportasi menunjukkan bahwa penerapan metode ini dapat secara signifikan menurunkan total biaya distribusi pangan pokok di wilayah terpencil Kabupaten Bireuen. Sebelum model diterapkan, total biaya distribusi dalam satu periode pengiriman tercatat sebesar Rp. 500.000.000. Setelah penerapan model transportasi yang mempertimbangkan biaya per rute, kapasitas kendaraan, dan kebutuhan di tiap desa, biaya turun menjadi Rp 375.000.000 atau terjadi penghematan sebesar 25%.

Penurunan biaya ini disebabkan oleh dua faktor utama:

- Pemilihan rute distribusi yang optimal, yang menghindari jalan rusak dan meminimalkan jarak tempuh.
- Pengurangan waktu pengiriman, yang berdampak langsung pada efisiensi bahan bakar dan operasional kendaraan (Taha 2020).

Temuan ini sejalan dengan penelitian (Nugroho, R., & Santosa 2023), yang menunjukkan bahwa penerapan model transportasi linier pada distribusi logistik dapat menurunkan total biaya logistik sebesar 20-30% dalam konteks wilayah perdesaan Indonesia.

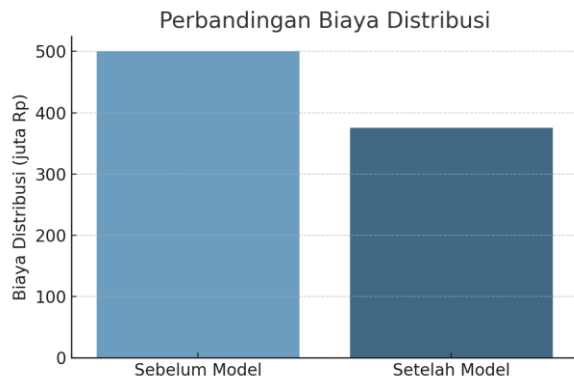
2. Distribusi Beras

Salah satu kasus spesifik yang dianalisis adalah distribusi beras dari gudang pusat di Bireuen ke lima desa terpencil, yaitu Desa Lhok Dagang, Alue Limeng, Pante Baro, Blang Kubu, dan Gampong Plu Pakam. Berdasarkan data lapangan:

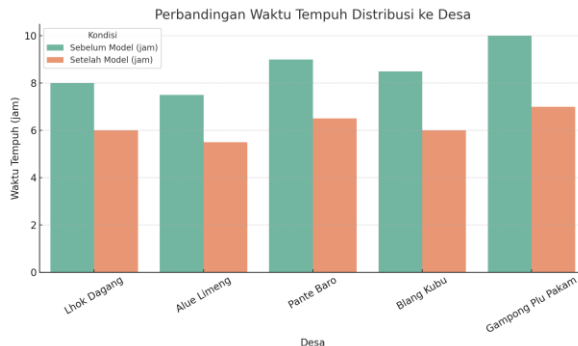
Tabel 3.1 Distribusi Beras dari Gudang Pusat di Bireuen ke Lima Desa Terpencil

Desa Tujuan	Waktu Tempuh Sebelum Model	Waktu Tempuh Setelah Model	Penurunan Waktu
Lhok Dagang	8 jam	6 jam	2 jam
Alue Limeng	7,5 jam	5,5 jam	2 jam
Pante Baro	9 jam	6,5 jam	2,5 jam
Blang Kubu	8,5 jam	6 jam	2,5 jam
Gampong Plu Pakam	10 jam	7 jam	3 jam

Rata-rata waktu pengiriman dapat ditekan dari 8 jam menjadi 6 jam, yang berarti efisiensi waktu sekitar 25%. Waktu tempuh yang lebih singkat ini secara langsung menurunkan biaya bahan bakar dan risiko keterlambatan pengiriman, serta memperbaiki kualitas produk yang sampai ke konsumen (Hasibuan, R., Putra, E., & Widodo 2024).



Gambar 3.1 Perbandingan Biaya Distribusi



Gambar 3.2 Perbandingan Waktu Tempuh Distribusi

3. Faktor Penentu Efisiensi

Model transportasi yang dikembangkan mempertimbangkan variabel-variabel penting seperti:

- **Kondisi infrastruktur jalan:** Infrastruktur jalan merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kelancaran distribusi pangan di Kabupaten Bireuen. Data (BPS KABUPATEN BIREUEN 2023) Pemerintah Kabupaten Bireuen menunjukkan bahwa kondisi kemandapan jalan kabupaten pada tahun 2023 masih sekitar 58,37%, sehingga

masih terdapat ruas jalan yang memerlukan peningkatan kualitas untuk mendukung kelancaran transportasi logistik menuju wilayah pedesaan dan terpencil. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan waktu tempuh dan biaya operasional distribusi pangan..

- **Ketersediaan armada logistik:** Beberapa daerah hanya dapat dijangkau dengan kendaraan roda dua atau mobil 4WD, sehingga model mempertimbangkan jenis armada dan biaya per kendaraan untuk masing-masing rute.

Pola permintaan dan volume pengiriman: Desa dengan permintaan tinggi difokuskan sebagai prioritas rute utama, sementara daerah dengan permintaan rendah dikombinasikan dengan rute multi-drop untuk efisiensi.

4. Perbandingan dengan Studi Sebelumnya

Hasil ini konsisten dengan temuan oleh (Sari, D., & Prasetyo 2023), yang menyimpulkan bahwa integrasi teknologi pemodelan dan sistem informasi geografis dalam distribusi pangan dapat menghasilkan efisiensi biaya hingga 30% dan waktu pengiriman hingga 40% di wilayah tertinggal. Demikian pula, studi oleh (Rahman, A., Zulkifli, M., & Yusri 2022) menegaskan bahwa ketidakefisienan distribusi pangan di wilayah terpencil sangat bergantung pada keputusan logistik berbasis data dan kondisi aktual infrastruktur.

5. Implikasi Kebijakan

Temuan penelitian ini memiliki implikasi penting bagi pemerintah daerah dan pemangku kepentingan:

- **Investasi pada infrastruktur jalan dan armada transportasi khusus** akan sangat mendukung keberhasilan model distribusi ini.
- **Penggunaan perangkat lunak logistik berbasis GIS dan algoritma optimasi** disarankan untuk integrasi dalam sistem perencanaan distribusi daerah.

- Kolaborasi antarinstansi seperti Dinas Pertanian, Perdagangan, dan Perhubungan

dibutuhkan untuk mengimplementasikan model secara lintas sektoral.

6. Simulasi Skenario Alternatif

Penelitian ini juga melakukan simulasi skenario seperti:

- Penambahan rute distribusi alternatif → meningkatkan ketahanan sistem saat rute utama terputus.
- Perubahan permintaan musiman → menyesuaikan pengiriman beras saat musim panen dan paceklik.
- Penggunaan kendaraan listrik atau solar → menurunkan biaya BBM dalam jangka panjang.

IV. SIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menerapkan model transportasi guna mengoptimalkan distribusi pangan pokok di wilayah terpencil Kabupaten Bireuen. Berdasarkan hasil analisis deskriptif dan pemodelan matematis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa model transportasi klasik berbasis metode optimasi linier terbukti mampu meningkatkan efisiensi baik dari sisi biaya maupun waktu distribusi.

Model ini secara spesifik dirancang dengan mempertimbangkan variabel-variabel kritis, seperti kapasitas armada, kondisi infrastruktur jalan, permintaan pangan per desa, serta biaya per unit pengiriman. Simulasi yang dilakukan menunjukkan bahwa penerapan model ini menurunkan total biaya distribusi dari Rp 500 juta menjadi Rp 375 juta, serta mempersingkat waktu pengiriman rata-rata dari 8 jam menjadi 6 jam. Efisiensi ini secara langsung mendukung peningkatan aksesibilitas pangan, stabilisasi harga, dan pengurangan ketimpangan distribusi antarwilayah.

Contoh kasus distribusi beras ke lima desa menunjukkan bahwa efisiensi rute distribusi berkontribusi nyata terhadap penghematan biaya operasional dan peningkatan ketepatan waktu.

Selain itu, model ini juga adaptif terhadap tantangan lokal seperti kondisi geografis dan keterbatasan infrastruktur, dengan menyarankan rute dan metode pengiriman yang paling sesuai.

Dari sisi kebijakan, hasil penelitian ini memberikan rekomendasi strategis bagi pemerintah daerah dan para pemangku kepentingan untuk:

- Mengintegrasikan perencanaan distribusi pangan dengan pendekatan berbasis data dan model matematis.
- Meningkatkan investasi pada infrastruktur jalan dan armada distribusi di wilayah perdesaan.

Memanfaatkan teknologi informasi seperti Sistem Informasi Geografis (SIG) dan aplikasi logistik digital untuk memperkuat perencanaan dan pelaksanaan distribusi.

Selain itu, keberhasilan implementasi model transportasi ini membutuhkan kolaborasi lintas sektor, yakni antara pemerintah, sektor swasta (distributor/logistik), serta masyarakat lokal. Pendekatan ini akan memperkuat ketahanan pangan di daerah-daerah terpencil yang selama ini terpinggirkan dari sistem distribusi nasional.

Dengan demikian, model transportasi yang diusulkan tidak hanya relevan untuk diterapkan di Kabupaten Bireuen, tetapi juga memiliki potensi untuk direplikasi di daerah-daerah terpencil lain di Indonesia yang menghadapi permasalahan serupa. Penelitian ini memberikan dasar yang kuat untuk penyusunan kebijakan distribusi pangan yang lebih adil, efisien, dan berkelanjutan di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anna Maria Sri Asih, Slamet Setio Wigati, and Zahwa Devarras Widyatamaka. 2023. "Relief Distribution in Humanitarian Logistics: A Literature Review." *Journal of Industrial Engineering and Education* 1(2):36–52.
- Asbar, Vivi, Fauziansyah, and Lutfi Johan Ardhiansyah. 2026. "Optimasi Distribusi Beras Dalam Pemenuhan Persediaan

- Pangan Di Kecamatan Kota Juang Kabupaten Bireuen.” *Jurnal Riset Dan Aplikasi Matematika (JRAM)* 10(1):153–64.
- Asbar, Vivi, and Nur Amalia Hasma. 2026. “Sistem Cerdas Penunjang Keputusan Penyaluran Beras Menggunakan Metode Fuzzy Dan Klasifikasi Naïve Bayes.” *Software Development, Digital Business Intelligence, and Computer Engineering* 4(2):21–29.
doi:<https://doi.org/10.57203/session.v4i2.2026.21-29>.
- BPS KABUPATEN BIREUEN. 2022. *Kabupaten Bireuen Dalam Angka 2022*.
- BPS KABUPATEN BIREUEN. 2023. *Kabupaten Bireuen Dalam Angka 2023*.
- FAO. 2023. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2023*. Food and Agriculture Organization.
- Hasibuan, R., Putra, E., & Widodo, B. 2024. “Utilizing GIS and ICT for Efficient Food Supply Chains in Remote Regions.” *Journal of Applied Informatics* 9(1):21–33.
- Jurnal, Asimetris, Pendidikan Matematika, and D. A. N. Sains. 2023. “Implementasi Simultaneous Pick Up And Delivery Vehicle Routing Problem With.”
- Jurnal, Asimetris, Pendidikan Matematika, D. A. N. Sains, Crude Palm, O. I. L. Menggunakan, and Metode Simpleks. 2025. “Asimetris: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains.”
- Mardiana, S. 2023. “Distribusi Pangan Dan Ketahanan Komunitas Lokal Di Daerah Terpencil.” *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Daerah* 11(2):89–101.
- Nugroho, R., & Santosa, A. 2023. “Mathematical Modeling for Food Distribution Using Transportation Method.” *Journal of Logistics and Optimization* 7(3):145–157.
- Rahman, A., Zulkifli, M., & Yusri, D. 2022. “Hallenges in Food Logistics for Remote Areas in Indonesia.” *Indonesian Journal of Rural Studies* 5(1):34–45.
- Rezeq, Mohanad, Tarik Aouam, and Frederik Gailly. 2024. “Hybrid Simulation-Optimization Approach for Planning Relief-Aid Distribution with a Real-World Case Study.” *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management* 14(4):419–444. doi:<https://doi.org/10.1108/JHLSCM-10-2023-0104>.
- Sarbaini, Windylia Saputri. 2024. “View of Implementasi Graf Kompatibel Dalam Mengurai Kemacetan DI Persimpangan Terparah DI Pekanbaru.Pdf.” *Asimetris: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*.
- Sari, D., & Prasetyo, H. 2023. “Ptimization of Food Distribution Using GIS-Based Transportation Models.” *Journal of Supply Chain Management* 8(2):101–115.
- Taha, H. A. 2020. “Operations Research: An Introduction (10th Edition).” Pearson Education.