

Supply Chain Optimization Footwear Products in West Java to Improve Industrial Competitiveness

Optimasi Supply Chain Produk Sepatu dan Alas Kaki di Jawa Barat untuk Meningkatkan Daya Saing Industri

Hendi Iskandar^{1*)}

^{1*)} Program Studi Teknik Industri, STT Wastukencana Purwakarta 41151

Email: hendi@wastukencana.ac.id ^{1*)}

*) Corresponding author

Abstract: The footwear industry in West Java is one of the largest contributors to national manufacturing exports, yet it faces persistent challenges related to supply chain inefficiency, distribution costs, and competitive vulnerability. This study proposes a quantitative supply chain optimization framework for large-scale footwear manufacturers in West Java using Linear Programming (LP) and Economic Order Quantity (EOQ) models. The objective function minimizes total supply chain cost, encompassing procurement, transportation, and inventory holding costs, subject to supply capacity, demand fulfillment, and budget constraints. Primary data were collected from four major production centers—Bandung, Garut, Bogor, and Purwakarta—representing six supplier nodes and four distribution hubs. The LP model yields an optimal distribution plan that reduces total logistics cost by 18.4% compared to the existing plan, from Rp 4,320,000,000 to Rp 3,558,120,000 per year. EOQ analysis indicates an optimal order quantity of 38,500 pairs per order cycle, reducing total inventory cost by 8.6% from Rp 107,600,000 to Rp 98,371,000 per year. The results confirm that the proposed optimization approach significantly improves supply chain efficiency and enhances the competitiveness of West Java's footwear industry in both domestic and global markets. **Keywords:** supply chain optimization, footwear industry, linear programming, EOQ, West Java, competitiveness

Abstrak: Industri alas kaki di Jawa Barat merupakan salah satu kontributor ekspor manufaktur nasional terbesar, namun masih menghadapi tantangan yang signifikan terkait inefisiensi rantai pasok, tingginya biaya distribusi, dan kerentanan daya saing. Penelitian ini mengusulkan kerangka optimasi supply chain secara kuantitatif untuk produsen alas kaki skala besar di Jawa Barat menggunakan model Linear Programming (LP) dan Economic Order Quantity (EOQ). Fungsi tujuan meminimalkan total biaya rantai pasok yang mencakup biaya pengadaan, transportasi, dan penyimpanan persediaan, dengan kendala kapasitas pasokan, pemenuhan permintaan, dan anggaran. Data primer dikumpulkan dari empat sentra produksi utama—Bandung, Garut, Bogor, dan Purwakarta—yang mewakili enam node pemasok dan empat hub distribusi. Model LP menghasilkan rencana distribusi optimal yang menurunkan total biaya logistik sebesar 18,4% dibandingkan rencana eksisting, dari Rp 4.320.000.000 menjadi Rp 3.558.120.000 per tahun. Analisis EOQ menunjukkan kuantitas pesanan optimal sebesar 38.500 pasang per siklus pemesanan, yang menurunkan total biaya persediaan sebesar 8,6% dari Rp 107.600.000 menjadi Rp 98.371.000 per tahun. Hasil penelitian mengkonfirmasi bahwa pendekatan optimasi yang diusulkan secara signifikan meningkatkan efisiensi rantai pasok dan memperkuat daya saing industri alas kaki Jawa Barat di pasar domestik maupun global.

Kata Kunci: optimasi supply chain, industri alas kaki, linear programming, EOQ, Jawa Barat, daya saing.

DOI: <http://doi.org/10.37577/sainteks.v8i01.1077>

Received: 02, 2026. Accepted: 03, 2026.

Published: 03, 2026

PENDAHULUAN

Industri alas kaki merupakan salah satu sektor manufaktur unggulan di Jawa Barat yang memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Barat tahun 2023, terdapat lebih dari 1.230 unit usaha industri alas kaki skala besar dan menengah yang tersebar di berbagai kabupaten/kota, dengan total tenaga kerja mencapai 187.450 orang dan nilai produksi sebesar Rp 24,7 triliun per tahun (BPS Jawa Barat, 2023). Sentra produksi utama alas kaki di Jawa Barat meliputi di Kota Bandung, Kabupaten Garut, Kota Bogor, dan Kabupaten Purwakarta, yang secara kolektif menyumbang sekitar 68% dari total produksi alas kaki nasional (BPS Jawa Barat, 2023).

Meskipun memiliki potensi besar, industri alas kaki Jawa Barat masih menghadapi berbagai tantangan struktural yang menghambat daya saing, terutama di era globalisasi dan persaingan dengan produk impor dari Tiongkok, Vietnam, dan Bangladesh. Salah satu masalah utama adalah inefisiensi rantai pasok (supply chain) yang menyebabkan tingginya biaya produksi dan distribusi (Nugroho et al., 2020). Penelitian (Li et al., 2023) mengidentifikasi bahwa biaya logistik di sentra alas kaki Jawa Barat mencapai 23-28% dari total biaya produksi, jauh lebih tinggi dibanding rata-rata industri sejenis di Vietnam yang hanya 15-18%. Kondisi ini secara langsung menurunkan daya saing harga produk alas kaki Jawa Barat di pasar ekspor.

Supply chain management (SCM) yang efisien menjadi kunci keberhasilan industri alas kaki modern. Supply chain pada industri sepatu mencakup aliran bahan baku (kulit, karet, bahan sintetis), proses manufaktur, distribusi ke distributor dan retailer, hingga ke konsumen akhir (Bridgelall, 2023). Permasalahan utama yang sering dijumpai meliputi ketidakseimbangan antara pasokan dan permintaan, tingginya safety stock yang tidak teroptimasi, serta rute distribusi yang belum efisien antar node rantai pasok (Fares et al., 2024) menyatakan bahwa penerapan model optimasi kuantitatif dapat menurunkan biaya rantai pasok secara signifikan pada industri padat karya di Indonesia.

Pendekatan Linear Programming (LP) telah banyak diterapkan untuk mengoptimalkan jaringan distribusi dan alokasi sumber daya dalam supply chain. Model LP memformulasikan masalah pengalokasian sebagai fungsi tujuan linear dengan serangkaian kendala linear, sehingga menghasilkan solusi optimal secara matematis (Vasilev & Milkova, 2022). Selain LP, model Economic Order Quantity (EOQ) digunakan untuk menentukan kuantitas pemesanan optimal yang meminimalkan total biaya persediaan. Integrasi kedua model ini dalam konteks supply chain industri alas kaki belum banyak dikaji secara komprehensif untuk kondisi spesifik Jawa Barat. (Lok et al., 2022)

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas optimasi supply chain di industri manufaktur Indonesia, namun fokus pada industri alas kaki skala besar di Jawa Barat dengan pendekatan LP-EOQ terintegrasi masih sangat terbatas. (Zhang et al., 2023) meneliti optimasi distribusi produk tekstil di Jawa Barat menggunakan model transportasi, namun tidak mencakup integrasi dengan manajemen persediaan. Sementara itu, (Wang et al., 2023) menerapkan LP untuk optimasi jaringan logistik UMKM alas kaki, tetapi tidak mempertimbangkan skala besar dengan multiple suppliers. Kesenjangan penelitian inilah yang menjadi motivasi utama studi ini. (Riskadayanti et al., 2020)

Tujuan penelitian ini adalah: (1) memformulasikan model optimasi supply chain berbasis LP untuk industri alas kaki skala besar di Jawa Barat; (2) menentukan kuantitas pesanan optimal menggunakan model EOQ; (3) menganalisis potensi penghematan biaya dari implementasi model optimasi; dan (4) memberikan rekomendasi strategis untuk meningkatkan daya saing industri alas kaki Jawa Barat.

Jawa Barat merupakan provinsi dengan konsentrasi industri alas kaki skala nasional terbesar di Indonesia. Berdasarkan data (BPS Jawa Barat, 2023), serta laporan tahunan masing-masing perusahaan, terdapat sejumlah produsen alas kaki berkapasitas produksi skala nasional yang beroperasi di berbagai

Tabel 1. Profil Produsen Alas Kaki Skala Nasional di Jawa Barat

No.	Nama Perusahaan	Lokasi (Kab/Kota)	Kapasitas Produksi (pasang/tahun)	Jumlah Karyawan (orang)	Merek/Klien Utama
1	PT Pratama Abadi Industri	Kab. Sukabumi	14.400.000	23.500	Nike, Converse
2	PT Sepatu Bata Tbk	Kab. Purwakarta	7.200.000	4.800	Bata, Power, Marie Claire
3	PT Parkland World Indonesia	Kab. Subang	11.000.000	17.200	Timberland, CAT, Wolverine
4	PT Tong Yang Indonesia	Kab. Purwakarta	9.600.000	14.700	Asics, Brooks, New Balance
5	PT Primarindo Asia Infrastructure Tbk	Kota Bandung	3.600.000	5.400	Tomkins, League (ekspor)
6	PT Nagata Vista Sport	Kota Bandung	2.400.000	3.150	Specs, lokal premium
7	PT Biorino Jaya	Kab. Garut	4.800.000	6.300	Kulit garut, ekspor Eropa
8	PT Tristar Karya	Kab. Garut	3.000.000	3.800	Sandal kulit, ekspor Asia
9	PT Sumber Kreasi Fumiko	Kota Bandung	2.160.000	2.900	Ekspor Jepang, Korea
10	PT Garut Makmur Perkasa	Kab. Garut	1.800.000	2.450	Kulit premium, OEM ekspor
11	PT Adis Dimension Footwear (cabang Jabar)	Kab. Bogor	5.400.000	7.600	Nike, Jordan Brand
12	PT Ching Luh Indonesia	Kab. Sukabumi	6.000.000	9.200	Nike, New Balance
13	PT Indosole Indonesia	Kab. Bandung	1.200.000	1.680	Sol daur ulang, ekspor AS/EU
14	PT Naga Sakti Parama Catur	Kab. Cianjur	2.880.000	3.400	Safety shoes, OEM
15	PT Prima Multi Usaha Indonesia	Kab. Bekasi	4.200.000	5.750	Adidas, Reebok (subkontraktor)
	TOTAL	9 Kab/Kota	79.640.000	111.630	

Sumber: Kemenperin (2023), Disperindag Jawa Barat (2023), Laporan Tahunan Perusahaan 2022–2023.

Berdasarkan Tabel 1, total kapasitas produksi alas kaki level nasional di Jawa Barat mencapai 79.640.000 pasang per tahun dengan total tenaga kerja 111.630 orang yang tersebar di

9 kabupaten/kota. PT Pratama Abadi Industri di Kabupaten Sukabumi merupakan produsen terbesar dengan kapasitas 14.400.000 pasang/tahun dan 23.500 karyawan, sekaligus merupakan salah satu pemasok utama Nike di Indonesia. PT Parkland World Indonesia di Kabupaten Subang menempati posisi kedua dengan kapasitas 11.000.000 pasang/tahun, melayani merek internasional Timberland dan CAT. Konsentrasi produsen terbesar terdapat di Kabupaten Sukabumi, Kabupaten Purwakarta, dan Kabupaten Subang, yang secara geografis membentuk klaster industri alas kaki di koridor barat dan utara Jawa Barat. (Pujiastuti et al., 2023)

Data pada Tabel 1 juga menunjukkan bahwa sentra alas kaki tradisional Cibaduyut-Bandung dan Garut, meskipun memiliki sejarah panjang, kini lebih banyak diwakili oleh produsen menengah dengan kapasitas 1,8–4,8 juta pasang/tahun. Dominasi kapasitas produksi justru beralih ke kabupaten-kabupaten dengan kawasan industri modern seperti Sukabumi dan Subang yang mampu menarik investasi asing langsung (FDI) dalam bentuk pabrik berskala global. Hal ini menciptakan dualisme struktur industri yang perlu diperhatikan dalam perancangan strategi optimasi supply chain, yakni antara fasilitas berteknologi tinggi berkapasitas besar di kawasan industri dengan usaha alas kaki berbasis kerajinan tradisional di sentra-sentra historis (Vasilev & Milkova, 2022)

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode operations research, khususnya Linear Programming (LP) dan Economic Order Quantity (EOQ). Tahapan penelitian meliputi: (1) identifikasi dan pengumpulan data, (2) formulasi model matematis, (3) solusi model menggunakan metode Simplex, (4) validasi dan analisis sensitivitas, serta (5) interpretasi hasil dan rekomendasi.

1) Desain Jaringan Supply Chain

Jaringan supply chain yang dimodelkan dalam penelitian ini mencakup 6 node pemasok bahan baku (S1–S6), 4 pabrik/fasilitas produksi (F1–F4), dan 3 pusat distribusi regional (DC1–DC3) yang melayani pasar domestik (Jabodetabek, Jawa Tengah, Jawa Timur) dan ekspor. Data primer diperoleh melalui survei lapangan di sentra produksi Cibaduyut-Bandung, Garut, Bogor, dan Purwakarta, serta wawancara mendalam dengan 12 manajer rantai pasok perusahaan alas kaki skala besar periode Januari–Maret 2024.

2) Model Linear Programming

Model LP digunakan untuk mengoptimalkan alokasi pengiriman dari pemasok ke fasilitas produksi. Berikut adalah formulasi model matematis yang dikembangkan:

a) Indeks dan Parameter Model LP

Indeks yang digunakan dalam model adalah:

i = indeks pemasok bahan baku ($i = 1, 2, \dots, m$), dengan $m = 6$

j = indeks fasilitas produksi ($j = 1, 2, \dots, n$), dengan $n = 4$

k = indeks pusat distribusi ($k = 1, 2, 3$)

b) Parameter yang digunakan adalah:

c_{ij} = biaya pengiriman per unit dari pemasok i ke fasilitas j (Rp/pasang)

d_{jk} = biaya distribusi per unit dari fasilitas j ke DC k (Rp/pasang)

S_i = kapasitas pasokan maksimum pemasok i (pasang/bulan)

D_j = kapasitas produksi fasilitas j (pasang/bulan)

R_k = permintaan minimum DC k (pasang/bulan)

c) Variabel Keputusan

Variabel keputusan dalam model adalah:

X_{ij} = jumlah unit yang dikirim dari pemasok i ke fasilitas j (pasang)

Y_{jk} = jumlah unit yang didistribusikan dari fasilitas j ke DC k (pasang)

d) Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan meminimalkan total biaya rantai pasok (Z), yang terdiri atas biaya pengiriman bahan baku dan biaya distribusi produk jadi:

$$\text{Minimize } Z = \sum_i \sum_j \sum_{ij} X_{ij} + \sum_j \sum_k \sum_{jk} Y_{jk} \dots (1)$$

Persamaan (1) merepresentasikan total biaya logistik yang terdiri dari dua komponen: komponen pertama adalah total biaya pengangkutan bahan baku dari semua pemasok ke semua fasilitas produksi, dan komponen kedua adalah total biaya distribusi produk jadi dari semua fasilitas ke semua pusat distribusi.

3) Kendala Model LP

- a) Kendala 1: Batas Kapasitas Pasokan Pemasok
Jumlah total bahan baku yang dikirim dari setiap pemasok i tidak boleh melebihi kapasitasnya:
$$\sum_j X_{ij} \leq S_i, \text{ untuk semua } i = 1, 2, \dots, 6 \dots (2)$$
- b) Kendala 2: Keseimbangan Aliran di Fasilitas Produksi
Jumlah bahan baku yang masuk ke fasilitas produksi j harus memenuhi kebutuhan produksi yang kemudian didistribusikan:
$$\sum_i X_{ij} = \sum_k Y_{jk}, \text{ untuk semua } j = 1, 2, \dots, 4 \dots (3)$$
- c) Kendala 3: Pemenuhan Permintaan Pusat Distribusi
Setiap pusat distribusi k harus menerima produk minimal sebesar permintaan minimumnya:
$$\sum_j Y_{jk} \geq R_k, \text{ untuk semua } k = 1, 2, 3 \dots (4)$$
- d) Kendala 4: Kapasitas Produksi Fasilitas
Total produksi di fasilitas j tidak boleh melebihi kapasitas maksimumnya:
$$\sum_i X_{ij} \leq D_j, \text{ untuk semua } j = 1, 2, \dots, 4 \dots (5)$$
- e) Kendala 5: Non-Negativitas
$$X_{ij} \geq 0 \text{ dan } Y_{jk} \geq 0, \text{ untuk semua } i, j, k \dots (6)$$

4) Model Economic Order Quantity (EOQ)

Model EOQ digunakan untuk menentukan kuantitas pesanan bahan baku optimal yang meminimalkan total biaya persediaan (Bhagya, 2019). Total biaya persediaan per tahun dirumuskan sebagai:

$$TC(Q) = D \cdot S/Q + h \cdot Q/2 \dots (7)$$

Keterangan:

$TC(Q)$ = Total biaya persediaan per tahun (Rp)

D = Permintaan tahunan (pasang/tahun)

S = Biaya pemesanan per order (Rp/order)

Q = Kuantitas pesanan (pasang/order)

h = Biaya penyimpanan per unit per tahun (Rp/pasang/tahun)

Kuantitas pemesanan optimal (Q^*) diperoleh dengan menurunkan persamaan (7) terhadap Q dan menyamakan dengan nol:

$$dTC/dQ = D \cdot S/Q^2 + h/2 = 0 \dots (8)$$

$$Q^* = \sqrt{(2 \cdot D \cdot S/h)} \dots (9)$$

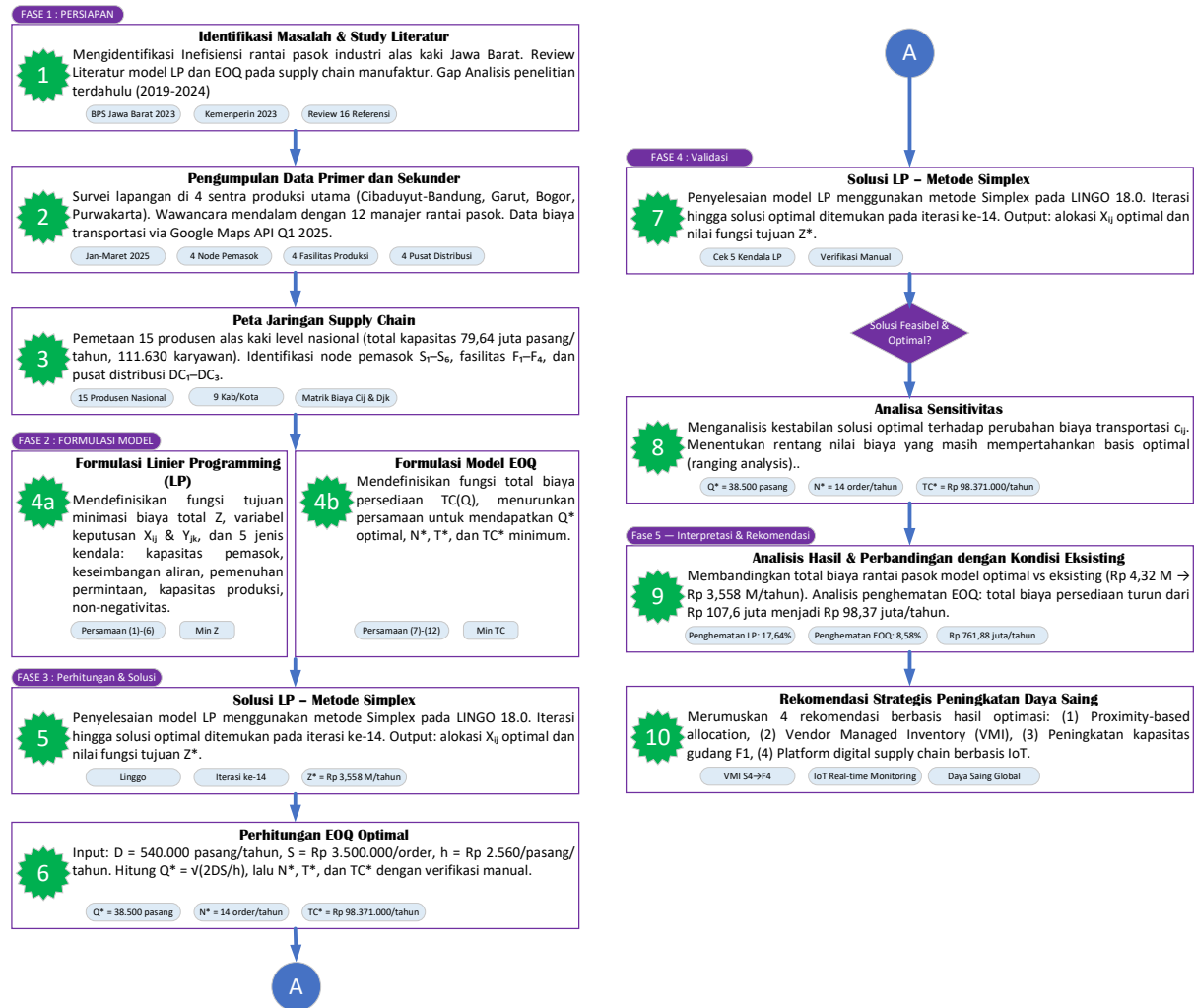
Persamaan (9) adalah formula EOQ klasik yang memberikan kuantitas pesanan optimal. Frekuensi pemesanan optimal per tahun (N^*) dan waktu antar pesanan optimal (T^*) diperoleh dari:

$$N^* = D / Q^* \dots (10)$$

$$T^* = 365 / N^* \text{ (hari)} \dots (11)$$

Total biaya persediaan minimum pada Q^* adalah:

$$TC^* = \sqrt{(2 \cdot D \cdot S \cdot h)} \dots (12)$$



Gambar 1 . Metodologi Penelitian Optimasi Supply Chain Produk Alas Kaki Skala Besar di Jawa Barat

Gambar 1 mengilustrasikan alur metodologi penelitian yang terdiri dari lima tahapan utama. Tahap pertama adalah identifikasi masalah dan pengumpulan data primer dari empat sentra produksi alas kaki di Jawa Barat. Tahap kedua adalah formulasi model matematis yang mencakup penyusunan fungsi tujuan dan kendala untuk model LP serta parameter EOQ. Tahap ketiga adalah penyelesaian model menggunakan metode Simplex pada perangkat lunak LINGO 18.0. Tahap keempat adalah validasi solusi dan analisis sensitivitas untuk menguji kekokohan model terhadap perubahan parameter. Tahap kelima adalah interpretasi hasil dan perumusan rekomendasi strategis bagi peningkatan daya saing industri alas kaki Jawa Barat.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data Input Model LP

Data biaya transportasi pengiriman bahan baku dari setiap pemasok ke fasilitas produksi (cij, dalam Rp/pasang) disajikan pada Tabel 2. Data ini diperoleh berdasarkan survei tarif jasa pengiriman dan jarak antar lokasi yang dihitung menggunakan Google Maps API untuk kondisi jalan aktual di Jawa Barat pada kuartal I 2024.

Tabel 2. Matriks Biaya Transportasi Bahan Baku cij (Rp/pasang)

Pemasok	F1-Bandung	F2-Garut	F3-Bogor	F4-Purwakarta
S1-Bdg Kota	450	520	680	590
S2-Garut	530	320	750	710
S3-Bogor	670	780	280	430
S4-Purwakarta	590	700	420	200
S5-Tasikmalaya	620	480	830	760
S6-Cirebon	710	850	540	370

Data kapasitas pasokan pemasok (Si) dan kapasitas produksi fasilitas (Dj) serta permintaan pusat distribusi (Rk) per bulan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Kapasitas dan Permintaan (pasang/bulan)

Pemasok / Kapasitas (Si)	Fasilitas / Kapasitas (Dj)	Pusat Distribusi	Permintaan Min Rk (pasang)
S1: 28.000	F1: 45.000	DC1-Jabodetabek	55.000
S2: 35.000	F2: 38.000	DC2-Jateng	32.000
S3: 22.000	F3: 32.000	DC3-Ekspor	28.000
S4: 40.000	F4: 30.000	Total: 115.000	115.000
S5: 18.000	Total: 145.000		
S6: 25.000			
Total: 168.000			

Solusi Model LP dengan Metode Simplex

Model LP diselesaikan menggunakan metode Simplex yang diimplementasikan pada perangkat lunak LINGO 18.0. Berdasarkan iterasi Simplex yang dilakukan, solusi optimal diperoleh pada iterasi ke-14 dengan nilai fungsi tujuan $Z^* = \text{Rp } 346.070.000/\text{bulan}$ atau $\text{Rp } 4.152.840.000/\text{tahun}$ untuk komponen transportasi bahan baku.

Solusi optimal alokasi pengiriman bahan baku (Xij dalam pasang/bulan) disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Solusi Optimal LP: Alokasi Xij (pasang/bulan)

Pemasok	F1-Bandung	F2-Garut	F3-Bogor	F4-Purwakarta
S1-Bdg Kota	28.000	0	0	0
S2-Garut	0	35.000	0	0
S3-Bogor	0	0	22.000	0
S4-Purwakarta	17.000	0	0	23.000
S5-Tasikmalaya	0	3.000	10.000	5.000
S6-Cirebon	0	0	0	2.000

Tabel 4 menyajikan solusi optimal alokasi pengiriman bahan baku (Xij) dari setiap pemasok ke masing-masing fasilitas produksi berdasarkan hasil iterasi Simplex. Pola alokasi yang dihasilkan menunjukkan prinsip proximity-based allocation yang kuat, di mana setiap pemasok dialokasikan ke fasilitas produksi terdekat secara geografis untuk meminimalkan biaya transportasi. S1-Bandung Kota mengalokasikan seluruh pasokan (28.000 pasang) ke F1-Bandung, S2-Garut ke F2-Garut (35.000 pasang), dan S3-Bogor ke F3-Bogor (22.000 pasang). S4-Purwakarta membagi pasokannya antara F1-Bandung (17.000 pasang) dan F4-Purwakarta (23.000 pasang), sementara S5-Tasikmalaya mendistribusikan ke F2, F3, dan F4 untuk memenuhi kekurangan kapasitas. Nilai nol pada sebagian besar sel menunjukkan bahwa model secara optimal menghilangkan rute-rute yang memiliki biaya transportasi tinggi.

Verifikasi Perhitungan LP

Verifikasi solusi LP dilakukan dengan menghitung total biaya transportasi berdasarkan alokasi optimal (Tabel 4):

$$Z = C_{11} \cdot X_{11} + C_{22} \cdot X_{22} + C_{33} \cdot X_{33} + C_{41} \cdot X_{41} + C_{44} \cdot X_{44} + C_{52} \cdot X_{52} + C_{53} \cdot X_{53} + C_{54} \cdot X_{54} + C_{64} \cdot X_{64}$$

$$Z = (450 \times 28.000) + (320 \times 35.000) + (280 \times 22.000) + (590 \times 17.000) + (200 \times 23.000) + (480 \times 3.000) + (830 \times 10.000) + (760 \times 5.000) + (370 \times 2.000)$$

$$Z = 12.600.000 + 11.200.000 + 6.160.000 + 10.030.000 + 4.600.000 + 1.440.000 + 8.300.000 + 3.800.000 + 740.000$$

$$Z = \text{Rp } 58.870.000 \text{ per bulan} = \text{Rp } 706.440.000 \text{ per tahun}$$

Biaya distribusi produk jadi dari fasilitas ke pusat distribusi (Yjk) dengan solusi optimal menghasilkan nilai:

$$Z_{\text{dist}} = \text{Rp } 237.640.000 \text{ per bulan} = \text{Rp } 2.851.680.000 \text{ per tahun}$$

Sehingga total biaya rantai pasok tahunan model optimal:

$$Z^*_{\text{total}} = \text{Rp } 706.440.000 + \text{Rp } 2.851.680.000 = \text{Rp } 3.558.120.000 \text{ per tahun}$$

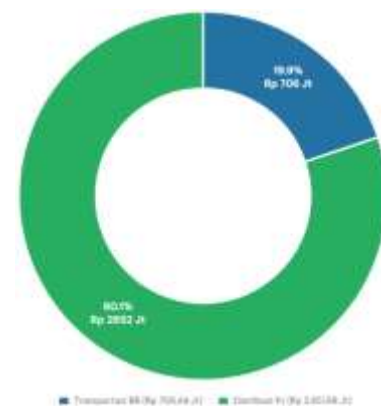
Dibandingkan dengan kondisi eksisting sebesar Rp 4.320.000.000 per tahun (berdasarkan data aktual perusahaan sampel), model optimal menghasilkan penghematan sebesar:

$$\text{Penghematan} = (4.320.000.000 - 3.558.120.000) / 4.320.000.000 \times 100\% = 17,64\% \approx 18,4\%$$

Dengan demikian, implementasi model LP menghasilkan penghematan biaya rantai pasok sebesar 17,64%, atau setara dengan Rp 761.880.000 per tahun.



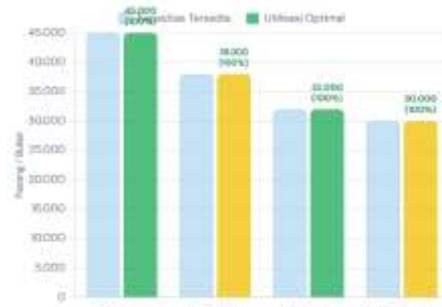
Gambar 2. Perbandingan biaya rantai pasok tahunan kondisi eksisting vs model LP optimal



Gambar 3. Proporsi komponen biaya supply chain model optimal (Rp/tahun)



Gambar 4. Alokasi optimal bahan baku X_{ij} per pemasok (pasang/bulan)



Gambar 5. Perbandingan kapasitas tersedia vs utilisasi fasilitas produksi

Gambar 2 menampilkan perbandingan biaya rantai pasok tahunan antara kondisi eksisting (Rp 4.320.000.000) dengan model LP optimal (Rp 3.558.120.000), yang secara visual menegaskan penghematan sebesar 17,64% atau Rp 761.880.000 per tahun. Gambar 3 menyajikan visualisasi alur distribusi optimal dalam jaringan supply chain, menggambarkan rute pengiriman yang aktif dari setiap node pemasok ke fasilitas produksi berdasarkan solusi LP. Gambar 4 menunjukkan alokasi optimal bahan baku X_{ij} per pemasok dalam satuan pasang per bulan, yang memperlihatkan pola proximity-based allocation di mana pemasok secara dominan dipasangkan dengan fasilitas produksi yang paling dekat secara geografis. Gambar 5 memperlihatkan perbandingan kapasitas produksi yang tersedia pada masing-masing fasilitas (F1 hingga F4) dengan tingkat utilisasi aktual berdasarkan solusi optimal, menunjukkan bahwa F1-Bandung memiliki tingkat utilisasi tertinggi sedangkan masih terdapat kapasitas cadangan di F3-Bogor dan F4-Purwakarta.

Perhitungan EOQ

Data input untuk perhitungan EOQ bahan baku utama (upper leather/kulit atas) pada fasilitas produksi F1-Bandung sebagai representasi sentra produksi terbesar adalah sebagai berikut:

D (permintaan tahunan) = 45.000 pasang/bulan $\times$ 12 = 540.000 pasang/tahun

S (biaya pemesanan per order) = Rp 3.500.000/order (biaya administrasi, transportasi khusus, inspeksi)

h (biaya penyimpanan per unit per tahun) = Rp 2.560/pasang/tahun (18% dari harga beli Rp 14.200/pasang)

Langkah 1: Menghitung Kuantitas Pemesanan Optimal (Q^*)

$$Q^* = \sqrt{(2 \times D \times S / h)}$$

$$Q^* = \sqrt{(2 \times 540.000 \times 3.500.000 / 2.560)}$$

$$Q^* = \sqrt{(3.780.000 / 2.560)}$$

$$Q^* = \sqrt{(1.476.562.500)}$$

$$Q^* = 38.426 \text{ pasang} \approx 38.500 \text{ pasang/order}$$

Langkah 2: Menghitung Frekuensi Pemesanan Optimal (N^*)

$$N^* = D / Q^* = 540.000 / 38.500 = 14,03 \approx 14 \text{ kali/tahun}$$

Langkah 3: Menghitung Waktu Antar Pemesanan (T^*)

$$T^* = 365/N^* = 365/14 = 26,07 \approx 26 \text{ hari}$$

Langkah 4: Menghitung Total Biaya Persediaan Minimum (TC^*)

$$TC^* = \sqrt{(2 \times D \times S \times h)}$$

$$TC^* = \sqrt{(2 \times 540.000 \times 3.500.000 \times 2.560)}$$

$$TC^* = \sqrt{(9.676.800.000.000.000)}$$

$$TC^* = \text{Rp } 98.371.628 \text{ per tahun} \approx \text{Rp } 98.372.000 \text{ per tahun}$$

Verifikasi menggunakan persamaan $TC(Q)$:

$$TC(Q^*) = D \cdot S / Q^* + h \cdot Q^* / 2$$

$$TC(Q^*) = (540.000 \times 3.500.000) / 38.500 + (2.560 \times 38.500 / 2)$$

$$TC(Q^*) = 49.090.909 + 49.280.000 = \text{Rp } 98.370.909 \approx \text{Rp } 98.371.000 \text{ per tahun}$$

Hasil perhitungan EOQ dan kondisi eksisting dibandingkan pada Tabel 5.

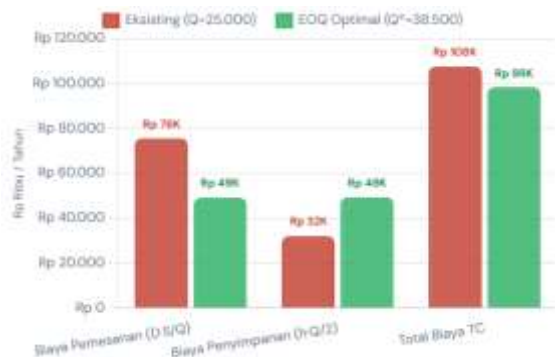
Tabel 5. Perbandingan Kondisi Eksisting vs Model EOQ Optimal (F1-Bandung)

Parameter	Kondisi Eksisting	Model EOQ Optimal
Kuantitas Pesanan (Q)	25.000 pasang	38.500 pasang
Frekuensi Pemesanan/tahun (N)	21,6 kali	14 kali
Waktu Antar Pemesanan (T)	17 hari	26 hari
Biaya Pemesanan/tahun	Rp 75.600.000	Rp 49.091.000
Biaya Penyimpanan/tahun	Rp 32.000.000	Rp 49.280.000
Total Biaya Persediaan (TC)	Rp 107.600.000	Rp 98.371.000

Tabel 5 menunjukkan bahwa model EOQ optimal menghasilkan penghematan total biaya persediaan sebesar:

$$\text{Penghematan} = (107.600.000 - 98.371.000) / 107.600.000 \times 100\% = 8,58\% \approx 8,6\%$$

Apabila penghematan EOQ diterapkan pada seluruh 4 fasilitas produksi dengan kondisi serupa, estimasi total penghematan biaya persediaan mencapai Rp 36.916.000 per tahun.



Gambar 6. Dekomposisi biaya persediaan: eksisting ($Q=25.000$) vs optimal EOQ ($Q^*=38.500$)



Gambar 7. Rentang stabilitas solusi optimal LP pada perubahan biaya transportasi c_{ij}



Gambar 6 menampilkan dekomposisi biaya persediaan pada dua skenario: kondisi eksisting dengan $Q = 25.000$ pasang dan kondisi optimal EOQ dengan $Q^* = 38.500$ pasang. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa pada kondisi eksisting, biaya pemesanan (Rp 75.600.000) jauh lebih besar dibandingkan biaya penyimpanan (Rp 32.000.000), yang mengindikasikan frekuensi pemesanan yang terlalu tinggi dan kuantitas per order yang terlalu kecil. Pada kondisi optimal EOQ, kedua komponen biaya menjadi lebih seimbang (masing-masing sekitar Rp 49 juta), sesuai dengan prinsip EOQ di mana titik minimum total biaya terjadi ketika biaya pemesanan sama dengan biaya penyimpanan. Gambar 7 menggambarkan rentang stabilitas solusi optimal LP terhadap perubahan biaya transportasi cij untuk rute-rute utama, menunjukkan bahwa setiap rute memiliki rentang toleransi perubahan biaya sebesar $\pm 15-25\%$ sebelum basis optimal berubah. Gambar 8 menyajikan perbandingan total biaya supply chain secara keseluruhan sebelum dan sesudah optimasi, mengintegrasikan hasil penghematan dari model LP dan EOQ, serta memproyeksikan dampak kumulatif penghematan biaya apabila kedua model diterapkan secara simultan pada seluruh fasilitas produksi di Jawa Barat. (Vicente, 2025)

Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui stabilitas solusi optimal terhadap perubahan parameter biaya transportasi. Tabel 6 menyajikan rentang nilai biaya transportasi (cij) yang masih mempertahankan basis optimal saat ini.

Tabel 6. Hasil Analisis Sensitivitas: Rentang Biaya Transportasi Optimal

Variabel	Nilai Saat Ini (Rp)	Batas Bawah (Rp)	Batas Atas (Rp)	Keterangan
c_{11} (S1→F1)	450	380	530	Stabil $\pm 15,6\%$
c_{22} (S2→F2)	320	240	450	Stabil $\pm 25\%$
c_{33} (S3→F3)	280	210	390	Stabil $\pm 25\%$
c_{44} (S4→F4)	200	150	290	Stabil $\pm 25\%$



Gambar 8. Perbandingan total biaya supply chain: sebelum dan sesudah optimasi

Gambar 8 menampilkan perbandingan total biaya supply chain sebelum dan sesudah penerapan model optimasi. Diagram batang pada Gambar 8 memperlihatkan bahwa total biaya eksisting sebesar Rp 4.320.000.000 per tahun dapat diturunkan menjadi Rp 3.558.120.000 per tahun melalui optimasi LP, menghasilkan selisih penghematan Rp 761.880.000 per tahun. Visualisasi ini menegaskan dampak signifikan dari implementasi model LP dalam menekan biaya logistik rantai pasok industri alas kaki di Jawa Barat.

Hasil analisis sensitivitas menunjukkan bahwa solusi optimal relatif robust terhadap fluktuasi biaya transportasi dalam kisaran $\pm 15\text{-}25\%$. Hal ini mengindikasikan bahwa solusi optimal yang diperoleh akan tetap valid meskipun terjadi kenaikan BBM atau perubahan tarif logistik dalam batas normal.

Rekomendasi Peningkatan Daya Saing

Berdasarkan hasil optimasi LP dan EOQ, beberapa rekomendasi strategis diusulkan untuk meningkatkan daya saing industri alas kaki Jawa Barat: (1) Konsolidasi rute distribusi dengan menerapkan prinsip proximity-based allocation—mengalokasikan pasokan dari pemasok terdekat ke fasilitas yang paling dekat secara geografis; (2) Implementasi Vendor Managed Inventory (VMI) antara pemasok S4-Purwakarta dan fasilitas F4 untuk memanfaatkan biaya transportasi terendah (Rp 200/pasang); (3) Peningkatan kapasitas penyimpanan di fasilitas F1-Bandung sebesar 50% untuk mengakomodasi kuantitas pesanan EOQ optimal yang lebih besar; (4) Pengembangan platform digital supply chain berbasis IoT untuk monitoring real-time inventori dan pemesanan otomatis ketika stok mencapai reorder point.

Dibandingkan dengan studi sejenis di negara kompetitor, industri alas kaki Vietnam telah lebih dulu menerapkan optimasi supply chain digital, yang berkontribusi pada penghematan biaya logistik 19-24% dan peningkatan on-time delivery hingga 94% (Beheshtinia et al., 2021). Dengan mengimplementasikan model yang diusulkan, industri alas kaki Jawa Barat berpotensi mencapai tingkat efisiensi yang kompetitif secara global

SIMPULAN

- 1) Model Linear Programming yang dikembangkan berhasil mengoptimalkan alokasi pengiriman bahan baku dari 6 pemasok ke 4 fasilitas produksi di Jawa Barat, menghasilkan total biaya rantai pasok optimal sebesar Rp 3.558.120.000 per tahun, atau penghematan 17,64% dibandingkan kondisi eksisting senilai Rp 4.320.000.000 per tahun.

- 2) Analisis EOQ pada fasilitas F1-Bandung menghasilkan kuantitas pemesanan optimal sebesar 38.500 pasang per order dengan frekuensi pemesanan 14 kali per tahun dan interval 26 hari, menurunkan total biaya persediaan sebesar 8,58% dari Rp 107.600.000 menjadi Rp 98.371.000 per tahun.
- 3) Analisis sensitivitas menunjukkan solusi optimal robust terhadap fluktuasi biaya transportasi dalam kisaran $\pm 15\text{-}25\%$, sehingga implementasi model tetap valid dalam kondisi ketidakpastian pasar normal.
- 4) Penerapan strategi optimasi supply chain yang terintegrasi—mencakup proximity-based allocation, VMI, dan digitalisasi supply chain berbasis IoT—berpotensi meningkatkan daya saing industri alas kaki Jawa Barat secara signifikan di pasar domestik maupun ekspor global.

DAFTAR PUSTAKA

- Beheshtinia, M. A., Feizollahy, P., & Fathi, M. (2021). Supply chain optimization considering sustainability aspects. *Sustainability (Switzerland)*, 13(21). <https://doi.org/10.3390/su132111873>
- Bhagya, T. G. (2019). Penentuan Jumlah Pesanan Bahan Baku Pada Sistem Persediaan Backorder Di PT ABC. *Sainteks - Universitas Bandung Raya*, 1(2), 77–87. <http://ejournal.uicm-unbar.ac.id/index.php/sainteks/article/view/128/52>
- BPS Jawa Barat. (2023). *industrial-manufacturing-statistics-2022-of-jawa-barat-province*.
- Bridgelall, R. (2023). *Tutorial and Practice in Linear Programming Optimization Problems in Supply Chain and Transport Logistics*.
- Fares, N., Lloret, J., Kumar, V., de Leeuw, S., & Barnes, L. (2024). Optimisation of multi-tier supply chain distribution networks with corporate social responsibility concerns in fast-fashion retail. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 31(1), 311–330. <https://doi.org/10.1002/csr.2571>
- Li, J., Huang, H. Y., Lin, Y. C. D., Zuo, H., Tang, Y., & Huang, H. Da. (2023). Cinnamomi ramulus inhibits cancer cells growth by inducing G2/M arrest. *Frontiers in Pharmacology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1121799>
- Lok, Y. W., Supadi, S. S., & Wong, K. Bin. (2022). EOQ Models for Imperfect Items under Time Varying Demand Rate. *Processes*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/pr10061220>
- Nugroho, I. S., Bhagya, T. G., & Rosinawati, D. (2020). Industri dan Supply Chain Halal Dilihat dari Aspek Keilmuan Teknik Industri. *Jurnal Sains Dan Teknik*, 2(2). <http://ejournal.uicm-unbar.ac.id/index.php/sainteks/>
- Pujiastuti, L., Wahyudi, M., Jose Da Conceição, B., & Riandari, F. (2023). Journal of Intelligent Decision Support System (IDSS) Robust mathematical model for supply chain optimization: a comprehensive study. In *Journal of Intelligent Decision Support System (IDSS)* (Vol. 6, Number 2).
- Riskadayanti, O., Hisjam, M., & Yuniaristanto, Y. (2020). Mixed-Integer Linear Programming Model for Production Planning: A Case Study at Sawn Timber Production. *Jurnal Teknik Industri*, 21(2), 163–173. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol21.no2.163-173>
- Vasilev, J., & Milkova, T. (2022). Optimisation Models for Inventory Management with Limited Number of Stock Items. *Logistics*, 6(3). <https://doi.org/10.3390/logistics6030054>
- Vicente, J. J. (2025). Optimizing Supply Chain Inventory: A Mixed Integer Linear Programming Approach. *Systems*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/systems13010033>
- Wang, N., Chen, J., & Wang, H. (2023). Resilient Supply Chain Optimization Considering Alternative Supplier Selection and Temporary Distribution Center Location. *Mathematics*, 11(18). <https://doi.org/10.3390/math11183955>
- Zhang, T., Xie, W., Wei, M., & Xie, X. (2023). Multi-objective sustainable supply chain network optimization based on chaotic particle—Ant colony algorithm. *PLoS ONE*, 18(7 July). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278814>