Profisiensi, Vol.14 No.1; 079- 089
Juni 2026
P-ISSN 2301-7244
E-ISSN 2598-9987

IMPLEMENTASI METODE DUA FASA DALAM PERENCANAAN DISTRIBUSI MATERIAL PADA PT. BENTENG ANUGERAH SEJAHTERA

Arif Eka Perdana[1)], Muhamad Abdul Jumali[2)]
[1,2)] Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
E-mail: perdanaaripp@emailcom[1)], abduljumali@unipasby.ac.id[2)]

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan alokasi dalam perencanaan distribusi material yang optimal untuk meminimalkan total biaya distribusi, dalam jaringan logistik yang dibatasi oleh kapsitas armada. Permasalahan dalam penelitian ini dimodelkan sebagai masalah Program Linear Campuran Bilangan Bulat dan diselesaikan melalui implementasi Metode Dua Fasa yang memisahkan optimasi biaya tetap dan biaya variabel. Hasil temuan menunjukkan bahwa solusi optimal biaya dicapai pada Rp.22.030.000,- yang mengharuskan 13 rute diaktifkan dan memaksa semua armada beroperasi pada kapasitas maksimmumnya. Simpuan utama adalah bahwa meskipun biaya telah optimal, jarinfan distribusi saat ini terbukti tidak layak karena total kapasitas armada 148.000 kg tidak mampu memenuhu total permintaan 157.500 kg menyisakan defisit pasokan sebesar 9.500kg yang memerlukan intervensi strategis pada penambahan kapasitas atau negosisasi permintaan

Kata kunci : *Distribusi Material, Efisiensi, Kendala Kapasitas, Metode Dua Fasa*

ABSTRACT

This study aims to determine the allocation in planning the optimal material distribution to minimize total distribution costs, within a logistics network constrained by fleet capacity. The problem in this study is modeled as a Mixed-Integer Linear Programming problem and solved through the implementation of the Two-Phase Method, which separates fixed cost and variable cost optimization. The findings indicate that the optimal cost solution is achieved at Rp.22,030,000,- requiring 13 routes to be activated and forcing all fleets to operate at their maximum capacity. The main conclusion is that, although costs have been optimized, the current distribution network proves to be unfeasible because the total fleet capacity of 148,000 kg is unable to meet the total demand of 157,500 kg, leaving a supply deficit of 9,500 kg, which requires strategic intervention in capacity expansion or demand negotiation.

Keyword : Material Distribution, Efficiency, Capacity Constraints, Two-Phase Method

1. PENDAHULUAN

Di era kompetisi bisnis dan rantai pasok yang semakin kompleks, efisiensi dalam distribusi material menjadi salah satu faktor krisis untuk menjaga kelangsungan operasi dan menekan biaya operasional saat melakukan distribusi. PT. Benteng Anugerah Sejahtera yang bergerak dalam distribusi dan penjualan baja, menghadapi tantangan dalam merencanakan pengiriman material sacara optimal, agar saat melakukan pengiriman dapat dilakukan dengan tepat waktu dan dapat menekan biaya operasional menjadi minimum.

Salah satu pendekatan matematika yang dapat menyelesaikan masalah ini adalah metode dua fasa. Metode ini umumnya digunakan dalam pemrograman linear untuk mencari solusi dasar layak terlebih dahulu. Kemudian dilakukan fasa

Profisiensi, Vol.14 No.1; 079- 089
Juni 2026
P-ISSN 2301-7244
E-ISSN 2598-9987

kedua untuk mengoptimalkan fungsi tujuan. Fasa pertama dilakukan untuk menhasilkan Solusi awal yang memenuhi semua kendala, sedangkan fasa kadua mengarah pada optimasi biaya atau varibel tujuan perusahaan.[1]

Dalam konteks distribusi material, metode dua fasa dapat diaplikasikan untuk memodelkan perencanaan pengiriman dari gudang menuju titik distribusi. Dengan memformulasikan persoalan sebagai program linear, Perusahaan dapat menentukan jumlah pengiriman, frekuensi, dan alokasi rute yang dituju secara matematis yang meminimalkan total biaya distribusi sambil menjaga tingkat layanan yang diinginkan.

Beberapa penelitian dalam literatur telah menunjukkan efektivitas metode dua fasa dalam mengatasi masalah optimisasi logistik dan distribusi. Contohnya, studi literatur menyimpulkan bahwa metode dua fasa lebih stabil secara numerik dibandingkan dengan metode Big M dan mengurangi jumlah iterasi dalam menemukan solusi optimal. [1]. Sementara itu, penelitian lain melaporkan penerapan metode Simpleks Dua Fasa untuk optimasi logistik distribusi.[2].

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode dua fasa dalam perencanaan distribusi material di PT. Benteng Anugerah Sejahtera, dengan harapan menghasilkan model distribusi yang lebih efisien dari segi biaya dan alokasi, serta memperkuat dasar teoretis untuk perencanaan logistik di perusahaan tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode Dua Fasa

Metode dua fasa dalam penyelesaian masalah distribusi banyak digunakan pada model *two-stage fixed charge transportation problem* (2FCTP).[3]

Karena pendekatan ini membagi proses pengambilan keputusan menjadi dua tahapan, yaitu fase pertama digunakan sebagai penentu aktivitas rute distribusi dan fase kedua digunakan untuk menentukan jumlah material yang didistribusikan pada setiap rute. Fase pertama dilakukan dengan mempertimbangkan biaya tetap seperti biaya pembukaan jalur distribusi, biaya penggunaan armada, atau biaya penempatan material pada pusat distribusi yang bertujuan sebagai penentu sebuah kelayakan suatu rute yang akan dilewati.

Sedangkan tahap kedua lebih fokus terhadap optimasi jumlah kiriman dengan biaya variabel seperti bahan bakar, tenaga kerja, dan kapasitas kendaraan yang digunakan. Hal tersebut menjadikan metode dua fasa sangat relevan bagi perusahaan yang membutuhkan optimasi dalam bidang distribusi seperti PT. Benteng Angerah Sejahtera yang memiliki kebutuhan untuk mendistribusikan material ke berbagai Lokasi seperti pelanggan, kebutuhan proyek, atau gudang penyimpanan yang lainnya.

2.2 Distribusi Material

Distribusi material merupakan salah satu aktivitas utama dalam manajemen rantai pasok yang berfungsi untuk mendistribusikan material dari pusat penyimpana atau pemasok menuju lokasi pemakaian material tersebut seperti Gudang cabang, fasilitas produksi, pelanggan, dan kebutuhan suatu proyek.

Proses ini mencakup beberapa aktivitas seperti pengiriman material, pengelolaan persediaan, pengaturan transportasi, pengendalian biaya, serta penentuan rute yang efisien agar dapat meminimalisir biaya logistik dan aliran materia tidak terhambat. Distrbusi material yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan beberapa dampak negatif seperti tingginya biaya penyimpanan, ketidaktepatan jadwal pengiriman, serta penumpukan stok yang tidak diperlukan.[4].

Oleh karena itu perlu dilakukan penerapan optimasi persediaan dan distribusi yang digunakan untuk menekan biaya sekaligus meningkatkan efisiensi pengiriman. Kondisi ini

Profisiensi, Vol.14 No.1; 079- 089
Juni 2026
P-ISSN 2301-7244
E-ISSN 2598-9987

sangat relevan bagi PT Benteng Anugerah Sejahtera uang memerlukan system distribusi material yang efektif agar pendistribusian material menuju ke berbagai lokasi berjalan dengan lancar tanpa menyebabkan penundaan pengiriman dan pemborosan biaya operasional logistik.[4]

2.3 Program linear

Program linear merupakan metode analitis yang digunakan untuk memaksimalkan atau meminimalkan suatu fungsi tujuan, seperti total biaya distribusi yang *dilakukan* dengan mempertimbangkan beberapa faktor seperti kapasitas gudang, permintaan pelanggan, ketersediaan armada logistik, dan Batasan supply.

Dengan struktur matematis yang sistematis, program linear memungkinkan suatu Perusahaan melakukan simulasi Keputusan distribusi dan melihat bagaimana perubahan permintaa atau kapasitas dapat mempangruhi total biaya logistik. PT PLN Distribusi Malang membuktikan bahwa program linear menghasilkan solusi yang lebih efisien dalam melakukan pendistribusian material ke berbagai lokasi distribusi dibandingkan dengan metode manual atau pengalaman operasional semata. [5]

Program linear mampu menentukan rute distribusi optimal dan jumlah material yang akan dikirimkan dengan mempertimbangkan Batasan kapasitas dan biaya, sehingga sangat cocok digunakan sebagai bagian fase kedua dalam metode dua fasa ketika menentukan alokasi material setelah rute pengiriman dibuat.

2.4 Optimalisasi Logistik

Optimasi logistik meliputi upaya dalam meningkatkan efisiensi seluruh proses aliran barang seperti perancanaan, transportasi, penyimpanan, dan distribusi sehingga Perusahaan dapat meminimalisir biaya operasional dan meningkatkan kecepatan respon terhadap permintaan.

Dalam konteks distribusi multi-lokasi, optimalisasi logistik optimalisasi logistik sangat bergantung pada penggunaan model matematis seperti *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) yang menggabungkan variable keputusaan linier dengan variable biner seperti keputusan aktivasi rute dan pemilihan transportasi. MILP dapat meminimalisir biaya logistik dan total waktu perjalanan secara signifikan, terutama pada kasus yang memiliki titik lokasi berjauhan satu sama lain. [6]

Dengan menerapkan optimasi logistik diharapkan Perusahaan dapat mengatur perencanaa distribusi yang berdasarkan pada biaya, kecepatan, kapasitas distribusi, dan reliabilitas pengiriman. Hal tersebut sangat penting bagi PT Benteng Anugerah Sejahtera agar material yang didistribusikan dapat tiba dengan tepat waktu dan biaya yang dikeluarkan menjadi lebih sedikit.

2.5 Perencanaan Distribusi

Perencanaan distribusi merupakan suatu kegiatan untuk menentukan jumlah, waktu, dan rute pengiriman material agar kebutuhan operasional di setap titik distribusi dapat terpenuhi dengan biaya minimal dan ketepatan waktu maksimal.

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah *Distribution Requirement Planning* (DRP), yang memanfaatkan data permintaan yang aktual maupun proyeksi untuk menentukan jadwal distribusi yang paling efisien. DRP mampu menguragi distribusi yang tidak tepat, stok yang berlebih, serta dapat menekan biaya transportasi. .[7]

Dalam konteks PT Benteng Anugerah Sejahtera, perencanaan distribusi yang baik akan membantu menyelaraskan kebutuhan material dengan kapasitas distribusi yang tersedia, sehingga implementasi metode dua fasa dapat berjalan lebih akurat dan efisien

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif dan analitis. Pendekatan ini digunakan karena

Profisiensi, Vol.14 No.1; 079- 089
Juni 2026
P-ISSN 2301-7244
E-ISSN 2598-9987

penelitian melibatkan penghitungan data numerik terkait biaya distribusi, jumlah permintaan material, dan kapasitas armada, serta rute distribusi yang dilalui.

Penelitian dilakukan di PT. Benteng Anugerah Sejahtera yang berfokus pada kegiatan pengadaan, penyimpanan, dan pendistribusian material ke berbagai lokasi seperti gudang cabang, pelanggan, dan lokasi proyek.

Jenis data yang digunakan merupakan data sekunder yang bersumber dari data permintaan material per lokasi, data kapasitas gudang dan kapasitas armada yang digunakan, data rute distribusi, biaya tetap yang meliputi pembukaan rute, biaya penggunaan armada, dan biaya fasilitas distribusi serta biaya variable yang meliputi biaya bahan bakar, biaya perjalanan per km, biaya tenaga kerja, dan biaya pemindahan material.

Penelitian menerapkan metode dua fasa yang terdiri dari fase 1 meliputi penggunaan data biaya tetap untuk mengevaluasi kelayakan rute distribusi dan menentukan rute mana yang harus diaktifkan berdasarkan minimalisasi biaya tetap. Fase 2 berfokus pada alokasi material yang meliputi penggunaan program linear untuk menentukan jumla material yang dialokasikan pada setiap rute aktif serta Menyusun model matematis yang terdiri dari minimasi total biaya distribusi, kendala kapasitas armada, permintaan lokasi, ketersediaan material, dan rute aktif.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 DATA MATERIAL

Sebelum melakukan penyelesaian dengan metode dua fasa, perlu dilakukan pendataan setiap armada yang digunakan untuk pendistribusian material sesuai dengan tujuan masing-masing. Total ada 13 armada yang digunakan dan di setiap armada memiliki jenis dan ukuran material yang berdbeda dan memiliki batas kapasitas maksimum masing-masing.

Tabel 1. Jenis armada, jenis material, dan ukuran

Armada	Material	Ukuran
Trailer I	WF Beam	300 X 150 mm X 12 m
	Plat Besi	10 X 1200 X 2400 mm
	Plat Kapal	12 mm x 6’ x 20’
	Siku	75 X 75 X 8 mm X 6 m
	Pipa	2” x 6 m
	Besi AS	25 mm X 6 m
Trailer II	WF Beam	350 X 150 mm X 12 m
	Plat Besi	10 X 1200 x 2400 mm
	Plat Bordes	6 X 1200 X 2400 mm
	Siku	75 X 75 X 8 mm X 6 m
	Pipa	10” x 6 m
	Besi AS	1” x 6 m
Tronton I	WF Beam	300 X 150 mm X 12 m
	Plat Besi	10 X 1200 X 2400 mm
	Plat Bordes	6 x 1200 X 2400 mm
	Siku	75 X 75 X 8 mm X 6 m
	Pipa	2” x 6 m
	Besi AS	25 mm X 6 m
	Besi UNP	100 X 50 X 5 mm X 6 m
Tronton II	WF Beam	350 X 175 mm X 12 m
	Plat Besi	12 X 1200 X 2400 mm
	Plat Bordes	8 x 1200 X 2400 mm
	Siku	100 X 100 X 8 mm X 6 m
	Pipa	2” x 6 m
	Besi AS	25 mm X 6 m
	Besi CNP	120 X 60 X 6 mm X 6 m
Tronton III	WF Beam	400 X 200 mm X 12 m
	Plat Besi	15 X 1200 X 2400 mm
	Plat Bordes	

Profisiensi, Vol.14 No.1; 079- 089
Juni 2026
P-ISSN 2301-7244
E-ISSN 2598-9987

	Siku	3 X 1200 X 2400 mm
	Pipa	75 X 75 X 8 mm X 6 m
	Besi AS	10” x 6 m
	Besi Strep	25 mm X 6 m
		6 X 25 mm X 6 m
Trintin	WF Beam	250 X 125 mm X 12 m
	Plat Besi	6 X 1200 X 2400 mm
	Plat Bordes	4 X 1200 X 2400 mm
		60 X 60 X 6 mm X
	Siku	6 m
	Pipa	3” x 6 m
		20 mm x 6 m
	Besi AS	6 X 40 mm X 6 m
	Besi Strep	100 X 50 X 4 mm
	Besi CNP	X 6 m
		80X 40 X 5 mm X
	Besi UNP	6 m
Colt Diesel I	Plat Besi	6 X 1200 X 2400 mm
	Plat Bordes	4 X 1200 X 2400 mm
	Siku	50 X 50 X 5 mm X 6 m
	Pipa	2” x 6 m
	Besi AS	16 mm X 6 m
	Besi Strep	6 X 30 mm X 6 m
	Besi CNP	80 X 40 X 4 mm X 6 m
	Besi UNP	60 X 30 X 4 mm X 6 m
Colt Diesel II	Plat Besi	5 X 1200 X 2400 mm
	Plat Bordes	3 X 1200 X 2400 mm
	Siku	60 X 60 X 6 mm X 6 m
	Pipa	3” x 6 m
	Besi AS	18 mm x 6 m
	Besi Strep	5 X 35 mm X 6 m
	Besi CNP	90 X 45 X 4 mm X 6 m
	Besi UNP	70 X 35 X 5 mm X 6 m
Colt Diesel III	Plat Besi	14 X 1200 X 2400 mm
	Plat Bordes	5 X 1200 X 2400 mm
	Siku	55 X 55 X 6 mm X 6 m
	Pipa	4” x 6 m
	Besi AS	20 mm x 6 m
	Besi Strep	4 X 40 mm X 6 m
	Besi CNP	85 X 40 X 4 mm X 6 m
	Besi UNP	65 X 35 X 5 mm X 6 m
Colt Double Diesel I	Plat Besi	1,4 X 1200 X 2400 mm
	Plat Bordes	5 X 1200 X 2400 mm
	Siku	60 X 60 X 6 mm X 6 m
	Pipa	4” x 6 m
	Besi AS	20 mm x 6 m
Colt Double Diesel II	Plat Besi	3,8 X 1200 X 2400 mm
	Plat Bordes	6 X 1200 X 2400 mm
	Besi UNP	100 X 50 X 5 mm X 6 m
	Pipa	6” x 6 m
	Besi CNP	100 X 50 X 4 mm x 6 m
Colt Double Diesel III	Plat Besi	5,7 X 1200 X 2400 mm
	Plat Kapal	12 mm X 6’ X 20’
	Besi UNP	70X 35 X 5 mm X 6 m
	Pipa	3” x 6 m
	Besi CNP	90 X 45 X 5 mm x 6 m
Pick Up L300		1,7 X 1200 X 2400 mm
	Plat Besi	2,8 X 1200 X 2400 mm
		5,5 X 1200 X 2400 mm

Profisiensi, Vol.14 No.1; 079- 089
Juni 2026
P-ISSN 2301-7244
E-ISSN 2598-9987

Tabel 2. Jumlah material, kapasitas, dan tujuan

Armada	Jumlah	Tonase	Tujuan
Trailer I	6 batang 42 lembar 3 lembar 50 batang 46 batang 200 batang	26.741 kg	Lamongan
Trailer II	8 batang 8 lembar 70 lembar 60 batang 30 batang 150 batang	29.952 kg	Surabaya
Tronton I	4 batang 15 lembar 20 lembar 53 batang 15 batang 100 batang 35 batang	17.442 kg	Sidoarjo
Tronton II	4 batang 12 lembar 25 lembar 80 batang 15 batang 120 batang 32 batang	19.304 kg	Surabaya
Tronton III	2 batang 14 lembar 15 lembar 55 batang 240 batang 150 batang 80 batang	17.378 kg	Surabaya
Trintin	3 batang 12 lembar 12 lembar 40 batang 20 batang 80 batang 50 batang 25 batang 30 batang	11.160 kg	Lamongan
Colt Diesel I	14 lembar 12 lembar 10 batang 10 batang 18 batang 12 batang 6 batang 8 batang	3.098 kg	Gresik
Colt Diesel II	14 lembar 10 lembar 8 batang 10 batang 15 batang 10 batang 5 batang 6 batang	2.812 kg	Gresik
Colt Diesel III	6 lembar 6 lembar 8 batang 8 batang 15 batang 10 batang 5 batang 6 batang	2.960 kg	Sidoarjo
Colt Double Diesel I	50 lembar 20 lembar 6 batang 10 batang 25 batang	4.430 kg	Kediri
Colt Double Diesel II	30 lembar 19 lembar 6 batang 6 batang 5 batang	4.912 kg	Mojokerto
Colt Double Diesel III	15 lembar 4 lembar 6 batang 5 batang 10 batang	4.820 kg	Malang
Pick Up L300	15 lembar 20 lembar 8 lembar	2.318 kg	Surabaya

Setelah melihat data diatas, perlu ditambahkan juga batas kapasitas maksimum setiap armada yang digunakan seperti:

1. Trailer = 30 ton
2. Tronton = 20 ton

Profisiensi, Vol.14 No.1; 079- 089
Juni 2026
P-ISSN 2301-7244
E-ISSN 2598-9987

3. Trintin = 15 ton
4. Colt Diesel = 3 ton
5. Colt Double Diesel = 5 ton
6. L 300 = 2,5 ton

4.2 FASA 1

Langkah selanjutnya kita lakukan implementasi metode dua fasa untuk mengoptimalkan setiap armada yang digunakan dalam pendistribusian.

Tabel 3. Asumsi dan biaya permintaan

j	D_j	F_{ij}	C_{ij}
Lamongan (L)	35 ton	1,5 Juta	Rp 35/kg
Surabaya (B)	80 ton	800 ribu	Rp 25/kg
Sidoarjo (S)	25 ton	700 ribu	Rp 40/kg
Gresik (G)	5 ton	700 ribu	Rp 65/kg
Kediri (K)	4 ton	1,2 juta	Rp 30/kg
Mojokerto (M)	4,5 ton	1 juta	Rp 40/kg
Malang (A)	4 ton	1,1 juta	Rp 45/kg

Fasa 1 berfungsi untuk meminimasi biaya tetap yang digunakan sebagai penentuan rute aktif. Model matematis fasa 1 yaitu, min $Z_1 = \sum_i F_{ij}.Y_{ij}$. Sedangkan kedala permintaan jasa: setiap tujuan harus dilayani oleh minimal satu armada, sehingga bisa dirumuskan sebagai berikut:

$Y_{1L} + Y_{6L} \geq 1$ (L)
$Y_{2B} + Y_{4B} + Y_{5B} + Y_{13B} \geq 1$ (B)
$Y_{3S} + Y_{9S} \geq 1$ (S)
$Y_{7G} + Y_{8G} \geq 1$ (G)
$Y_{10K} \geq 1$ (K)
$Y_{11M} \geq 1$(M)
$Y_{12A} \geq 1$ (A)

Setelah melakukan perumusan diatas, Langkah selanjutnya yaitu dilakukan penyelesaian awal Fasa 1 yang didasarkan pada F_{ij} terendah.

Tabel 4. Penyelesaian Fasa 1 dan revisi permintaan

(j)	(Y_{ij})	(F_{ij})	(K_{sum})	(D_j)	REVI-SI
L	6, Trintin	1,5 juta	15 ribu	35 ribu	YA
B	13, L300	800 ribu	2,5 ribu	80 ribu	YA
S	9, CD III	700 ribu	3 ribu	25 ribu	YA
G	8, CDD III	700 ribu	3 ribu	5 ribu	YA
K	10, CDD 1	1,2 juta	5 ribu	4 ribu	Tidak
M	11, CDD II	1 juta	5 ribu	4,5 ribu	Tidak
A	12, CDD III	1,1 juta	5 ribu	4 ribu	Tidak

Keterangan:
(j) = tujuan
(Y_{ij}) = rute pilihan awal
(F_{ij}) = biaya tetap
(K_{sum}) = kapasitas rute aktif awal
(D_j) = permintaan

Keputusan revisi fasa 1 yaitu disebabkan oleh adanya ketidaklayakan kapasitas pada armada tertentu, maka harus mengaktifkan rute cadangan yang memiliki biaya tetap yang lebih tinggi hingga kapasitas armada yang tersedia mampu memenuhi permintaan atau hingga semua rute yang mungkin akan diaktifkan

Tabel 5. Keputusan revisi fasa 1

Tuju-an	Rute Aktif Final	Biaya Tetap	Total Kapasitas
L	(1,L) (6,L)	1,8 + 1,5 juta = 3,3 juta	45.000 kg
B	(2,B) (4,B) (5,B) (13,B)	2 + 1,9 + 1,7 juta + 800 ribu = 6,4 juta	72.500 kg
S	(3,S) (9,S)	1,5 juta + 700 ribu = 2,2 juta	23.000 kg

Profisiensi, Vol.14 No.1; 079- 089
Juni 2026
P-ISSN 2301-7244
E-ISSN 2598-9987

G	(7,G) (8,G)	800 ribu + 700 ribu = 1,5 juta	6000 kg
K,M, A	(10,K) (11,M) (12,A)	1,2 + 1 + 1,1 juta = 3,3 juta	5000 kg per tujuan

Berdasarkan data dari tabel diatas maka total biaya tetap adalah Z_1= 3,3 + 6,4 + 2,2 + 1,5 + 3,3 juta = 16,7 juta.

4.3 FASA 2

Langkah selanjutnya dilakukan fasa 2 untuk mengalokasikan material. Fasa 2 memiliki model matematis yaitu min $Z_2 = \sum_{i \in A} C_{ij}.X_{ij}$, Dimana A Adalah set rute aktif final yang terpilih pada fasa 1. $Z_2 = 35X_{1L} + 45X_{6L} + 25X_{2B} + 30X_{4B} + 40X_{5B} + 50X_{13B} + 40X_{3S} + 55X_{9S} + 70X_{7G} + 65X8G + 30X_{10K} + 40X_{11M} + 45X_{12A}$.

Pada Fasa 2 ini juga memiliki kendala seperti :

1. Kendala Permintaan Lokasi
   - L : $X_{1L} + X_{6L} \geq 35.000$
   - B : $X_{2B} + X_{4B} + X_{5B} + X_{13B} \geq 80.000$
   - S : $X_{3S} + X_{9S} \geq 25.000$
   - G : $X_{7G} + X_{8G} \geq 5.000$
   - K : $X_{10K} \geq 4.000$
   - M : $X_{11M} \geq 4.500$
   - A : $X_{12A} \geq 4.000$
2. Kendala Kapasitas Armada
   - $X_{1L} \leq 30.000, X_{6L} \leq 15.000$
   - $X_{2B} \leq 30.000, X_{4B} \leq 20.000, X_{5B} \leq 20.000, X_{13B} \leq 2.500$
   - $X_{3S} \leq 20.000,\ X_{9S} \leq 3.000$
   - $X_{7G} \leq 3.000,\ X_{8G} \leq 3.000$
   - $X_{10K} \leq 5.000,\ X_{11M} \leq 5.000, X_{12A} \leq 5.000$
3. Kendala Non Negatif : $X_{ij} \geq 0$

Setelah itu kita lakukan penyelesaian pada fasa 2 ini dengan menggunakan program linear dan table simpleks. Terlebih dahulu kita berfokus pada rute Surabaya, karena kendala permintaan melebihi kendala kapasitas yaitu sebesar 80.000 kg > 72.500 kg. Model yang digunakan akan mencari alokasi biaya dimuali dari yang terendah hingga mencapai kapasitas penuh.

Untuk penyelesaian simples, kita focus pada 3 rute termurah di Surabaya yaitu : X_{2B}, X_{4B}, X_{5B} yang memiliki total kapasitas 70.000 kg, dengan asumsi rute X_{13B} sudah dialokasikan. Penyelesaian ini memiliki model matematis yaitu min $Z_B = 25X_{2B} + 30X_{4B} + 40X_{5B}$. Setelah alokasi rute X_{13B} maka kendala juga berubah menjadi:

1. Demand : $X_{2B} + X_{4B} + X_{5B} \geq 77.500$
2. Supply 2 : $X_{2B} \leq 30.000$
3. Supply 4 : $X_{4B} \leq 20.000$
4. Supply 5 : $X_{5B} \leq 20.000$

Karena 30.000 + 20.000 + 20.000 = 70.000, angka tersebut lebih kecil dari permintaan pada area Surabaya yaitu sebesar 77.500, maka model ini secara teknis tidak layak digunakan dan hanya dapat digunakan untuk memaksimalkan alokasi.

Setelah itu kita aplikasikan tabel simpleks untuk menemukan solusinya. Kita selesaikan X_{2B} dan X_{4B} yang memiliki total 50.000 kg dengan sisa kekurangan 27.500 kg yang harus dipenuhi oleh X_{5B}. Lalu kita ambil X_{2B} dan X_{4B} untuk digunakan sebagai tabel simpleks, sedangkan sisa 7.500 kg kekurangan dialokasikan dari X_{5B} dengan kapasitas 20.000 kg.

Sebelum membuat tabel simpleks, terlebih dahulu kita buat model matematis yaitu max $(-Z_B) = -25X_{2B} - 30X_{4B}$. Selain itu kendala hanya terdapat pada X_{2B} dan X_{4B}, sedangkan X_{5B} dinggap sebagai variable non basis. Sehingga kendala pada tahap ini meliputi:

1. $-X_{2B} - X_{4B} + s_1 + a_1 = -57.500$
2. $X_{2B} + s_2 = 30.000$
3. $X_{4B} + s_3 = 20.000$

$W + X_{2B} + X_{4B} - s_1 = 57$

Profisiensi, Vol.14 No.1; 079- 089
Juni 2026
P-ISSN 2301-7244
E-ISSN 2598-9987

Tabel 6. Fasa 2

B	X_{2B}	X_{4B}	s_1	s_2	s_3	a_1	RHS
W	1	1	-1	0	0	0	57.500
a_1	1	1	-1	0	0	1	57.500
s_2	1	0	0	1	0	0	30.000
s_3	0	1	0	0	1	0	20.000

Tabel diatas juga memiliki rasio yaitu:

$a_1 = 30.000$

$s_2 = 30.000$

$s_3 = 20.000$

Tabel 7. Iterasi 1 (Pivot X_{4B} pada s_3)

B	X_{2B}	X_{4B}	s_1	s_2	s_3	a_1	RHS
W	1	0	-1	0	-1	0	37.500
a_1	1	0	-1	0	-1	1	37.500
s_2	1	0	0	1	0	0	30.000
X_{4B}	0	1	0	0	1	0	20.000

Tabel 8. Iterasi 2 (Pivot X_{2B} pada s_2)

B	X_{2B}	X_{4B}	s_1	s_2	s_3	a_1	RHS
W	0	0	-1	-1	-1	-1	7.500
a_1	0	0	-1	-1	-1	1	7.500
X_{2B}	1	0	0	1	0	0	30.000
X_{4B}	0	1	0	0	1	0	20.000

Hasil simpleks fasa 2 $W = 7.500 \neq 0$. Hal ini menunjukkan bahwa solusi yang layak untuk memnuhi 77.500 kg tidak ditemukan hanya dengan X_{2B} dan X_{4B}, karena total kapasitasnya kurang dari demand.

Untuk menemukan solusi optimal atau alokasi penuh kita harus mencapai biaya variable terendah, dengan cara mengalokasikan X_{ij} sebesar kapasitas penuhnya, dimulai dari yang termurah.

Tabel 9. Solusi optimal

Rute	C_{ij}	X_{ij}	Biaya Variabel $(C_{ij} . X_{ij})$
2, B	25 Rp/kg	30.000 kg	750 ribu
4, B	30 Rp/kg	20.000 kg	600 ribu
5, B	40 Rp/kg	20.000 kg	800 ribu
13, B	50 Rp/kg	2.500 kg	125 ribu

Sehingga total biaya rute diatas yaitu sebesar Rp.2.275.000,-. Langkah selanjutnya kita menghitung total biaya distribusi pada semua rute yang digunakan.

Tabel 10. Total biaya distribusi

TUJUAN	TOTAL BIAYA VARIABEL	ALOKASI TOTAL
Lamongan (L)	1.275.000	35.000 kg
Surabaya (B)	2.275.000	72.500 kg
Sidoarjo (S)	965.000	23.000 kg
Gresik (G)	335.000	5000 kg
Kediri (K)	120.000	4.500 kg
Mojokerto (M)	180.000	4000 kg
Malang (A)	180.000	4000 kg

Jadi total biaya distribusi pada Z_2 sebesar Rp.5.350.000,-, sehingga total biaya distribusi kesulurahan yaitu $Z_1 + Z_2$ = Rp.16.700.000,- + Rp.5.330.000,- = Rp. 22.030.000,-

Dari hasil penerapan metode 2 fasa studi kasus diatas, dapat juga diterapkan implikasi strategis *Distribution Requirement Planning* (DRP) yang meliputi:

1. Untuk mengaktivasi semua rute diperlukan biaya tetap sebesar 16,7 Juta untuk pengoperasionalan keseluruhan armada yang digunakan
2. Untuk rute Surabaya dan Sidoarjo karena armada yang digunakan untuk kedua rute tersebut sudah menggunakan kapasitas dengan maksimum dan memiliki defisit yang tidak dapat dipenuhi oleh armada saat ini, maka diperlukan penambahan armada atau dengan cara menegosiasikan ulang permintaan dengan pelanggan di area tersebut.

Profisiensi, Vol.14 No.1; 079- 089
Juni 2026
P-ISSN 2301-7244
E-ISSN 2598-9987

3. Armada Trailer II memiliki biaya yang paling efisien sehingga harus diprioritaskan untuk diisi penuh. Sedangkan Colt Diesel I memiliki variabel tertinggi dan hanya digunakan untuk mengisi sisaa kekurangan di Gresik.

Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa studi kasus tersebut menggunakan *Mixed Integer Linear Programming* (MILP), kemudian diselesaikan dengan metode dua fasa dan DRP digunakan untuk merencanakan dan mengelola kebutuhan barang diseluruh jaringan distribusi perusahaan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rencana distribsi material yang optimal dengan meminimalkan total biaya (tetap dan variabel) di bawah kendala kapasitas armada serta mengidentifikasi kelayakan jaringan distribusi.

Untuk mencapai minimalisasi biaya variabel, model memaksa penggunaan hampir semua armada aktif hingga batas kapasitas maksimumnya. Hal ini dibuktikan dengan alokasi material sebesar 148.000 kg yang merupakan batas agregat kapasitas armada.

Secara keseluruhan, hipotesis bahwa optimasi dapat memberikan rencana alokasi biaya minimum telah terbukti, namun dengan Kesimpulan tambahan bahwa kapasitas armada saat ini membatasi pemenuhan permintaan total, sehingga menjadi salah satu penghambat utama dalam efisiensi saat melakukan distribusi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Syofiah Sinaga, Selviana Anggreani, Vina Al Liana, and Siti Salamah Br Ginting, “Studi Literatur Tentang Efektivitas Metode Dua Fase dalam Menyelesaikan Masalah Program Linear,” *Algoritm. J. Mat. Ilmu Pengetah. Alam, Kebumian dan Angkasa*, vol. 3, no. 4, pp. 63–71, 2025, doi: 10.62383/algoritma.v3i4.608.

[2] Siti Nurmala Sirait, Shilva Syahbina, Widya Putri Mauliza Daulay, Meri Muliani Hasibuan, and Siti Salamah Ginting, “Kajian Literatur : Perkembangan Metode Dua Fase dalam Program Linear dan Aplikasinya,” *Algoritm. J. Mat. Ilmu Pengetah. Alam, Kebumian dan Angkasa*, vol. 3, no. 4, pp. 106–116, 2025, doi: 10.62383/algoritma.v3i4.630.

[3] S. Santoso and R. M. Heryanto, “Analisis Performansi Metode Heuristik untuk Masalah Distribusi Rantai Pasokan Dua Tahap dengan Biaya Tetap,” *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 21, no. 2, p. 200, 2022, doi: 10.20961/performa.21.2.58274.

[4] S. S. Wiriyanti, R. A. Sari, D. T. Industri, and U. Brawijaya, “STRATEGI OPTIMASI PERSEDIAAN MATERIAL DISTRIBUSI UNTUK EFISIENSI PENYAMBUNGAN PELANGGAN TEGANGAN RENDAH INVENTORY OPTIMIZATION STRATEGY FOR DISTRIBUTION MATERIALS TO IMPROVE LOW VOLTAGE CUSTOMER CONNECTION EFFICIENCY,” vol. 02, no. 04, pp. 374–385, 2025.

[5] M. D. Akbar, A. Rahman, C. Farela, and M. Tantrika, “OPTIMALISASI ALIRAN DISTRIBUSI DAN ALOKASI MATERIAL DENGAN METODE LINEAR PROGRAMMING (Studi Kasus : PT . PLN (PERSERO) APJ Distribusi Malang) OPTIMIZATION OF DISTRIBUTION FLOW AND MATERIAL ALLOCATION WITH LINEAR PROGRAMMING METHOD (Case Study : PT . ,” 2005.

[6] K. D. Cahyani *et al.*, “MENARA SUAR PADA KANTOR DISTRIK NAVIGASI TIPE A KELAS I AMBON (OPTIMIZATION OF LOGISTICS DISTRIBUTION ROUTES FOR MAINTAINING LIGHTWEIGHT INSTALLATIONS AT THE TYPE A

CLASS I NAVIGATION DISTRICT OFFICE IN AMBON)," vol. 5, no. 2, 2025.

[7] K. Kulsum, Y. Muharni, and M. Rifky Mulyawan, "Penjadwalan Distribusi Produk dengan Metode Distribution Requirement Planning," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 16, no. 1, pp. 45–52, 2020.