Optimalisasi Muatan Barang di PT. Rahmat Mandiri Sentosa Menggunakan Integer Linear Programming

Dian Marisa[1*], Nerli Khairani[2]
[1,2] Matematika, Universitas Negeri Medan, Kota Medan, 20221, Indonesia
*Coresponding Author: dianmtobing@unimed.ac.id

Abstrak

PT. Rahmat Mandiri Sentosa sebagai perusahaan yang bergerak di bidang logistik menghadapi permasalahan dalam pemanfaatan kapasitas truk yang belum optimal sehingga sering terjadi ruang kosong dan menyebabkan pengiriman membutuhkan hingga empat kali perjalanan per hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pemuatan barang dengan menggunakan metode Integer Linear Programming (ILP) 0-1 agar jumlah perjalanan dapat dikurangi tanpa mengurangi kelengkapan pengiriman. Data penelitian diperoleh dari satu hari pengiriman yang terdiri atas 84 item muatan dengan karakteristik berat dan volume yang beragam. Model Integer Linear Programming diformulasikan dengan variabel keputusan biner yang menentukan apakah suatu barang dimuat atau tidak, dengan fungsi tujuan memaksimalkan pemanfaatan kapasitas truk serta kendala batas berat dan volume kendaraan. Implementasi dilakukan menggunakan perangkat lunak Python dengan pustaka PuLP, serta dilengkapi visualisasi hasil dalam bentuk layout muatan, heatmap distribusi berat, dan representasi 3D untuk mengevaluasi stabilitas muatan. Hasil optimasi menunjukkan bahwa seluruh barang dapat diangkut hanya dalam 3 kali perjalanan, sehingga jumlah trip berkurang 25% dibanding kondisi eksisting (4 trip), dengan utilisasi kapasitas truk yang lebih merata, yakni Trip 1 sebesar 99.7% berat, Trip 2 sebesar 90.7%, dan Trip 3 sebesar 47.6%. Analisis sensitivitas memperlihatkan bahwa model tetap stabil pada variasi kapasitas berat antara 4000–6000 kg, sementara kapasitas volume tidak menjadi kendala utama. Validasi model membuktikan bahwa semua kendala terpenuhi dan tujuan penelitian tercapai. Dengan demikian, penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan ILP mampu meningkatkan efisiensi distribusi, mengurangi biaya operasional, mempercepat proses bongkar muat, serta berpotensi menjadi dasar sistem pendukung keputusan dalam perencanaan muatan barang di sektor logistik.
Kata kunci: Integer Linear Programming; Optimasi Muatan; Logistik; Efisiensi Distribusi

Abstract

PT. Rahmat Mandiri Sentosa, a company engaged in logistics, faces problems in optimizing truck capacity utilization, which often results in empty space and requires up to four trips per day for deliveries. This study aims to optimize cargo loading using the 0-1 Integer Linear Programming (ILP) method to reduce the number of trips without compromising delivery completeness. The research data was obtained from one day of deliveries consisting of 84 cargo items with varying weights and volumes. The Integer Linear Programming model was formulated with binary decision variables that determine whether an item is loaded or not, with an objective function to maximize truck capacity utilization and constraints on vehicle weight and volume limits. The implementation was carried out using Python software with the PuLP library, and was supplemented with visualization of the results in the form of a load layout, weight distribution heatmap, and 3D representation to evaluate load stability. The optimization results show that all goods can be transported in only 3 trips, reducing the number of trips by 25% compared to the existing condition (4 trips), with more even truck capacity utilization, namely Trip 1 at 99.7% weight, Trip 2 at 90.7%, and Trip 3 at 47.6%. Sensitivity analysis shows that the model remains stable at weight capacity variations between 4000–6000 kg, while volume capacity is not a major constraint. Model validation proves that all constraints are met and the research objectives are achieved. Thus, this study concludes that the application of ILP can improve distribution efficiency, reduce operational costs, accelerate the loading and unloading process, and has the potential to become the basis for a decision support system in freight planning in the logistics sector.
Keywords: Integer Linear Programming, cargo optimization, logistics, distribution efficiency

Citation: Marisa, D., & Khairani, N. (2025). Optimalisasi Muatan Barang di PT. Rahmat Mandiri Sentosa Menggunakan Integer Linear Programming. *Prodising Seminar Nasional Jurusan Matematika 2025*. 790 – 795.

PENDAHULUAN

Industri merupakan salah satu pondasi utama dalam sebuah perekonomian wilayah yang mempunyai kemampuan untuk mendorong perekonomian agar wilayah tersebut bisa maju dalam bersaing. Pada saat ini industri di jaman modern sedang gencar-gencarnya menghadapi persaingan terhadap pasar dunia yang semakin berkembang (Taulo et al., 2023). Komponen yang paling utama dalam menjalankan usaha atau perusahaan adalah bagian logistik. Logistik tidak akan bisa terlepas dari segala bidang usaha yang sedah dijalankan (Zai et al., 2022). Salah satu aspek penting dalam operasional perusahaan distribusi adalah pengelolaan logistik, terutama dalam hal pengangkutan dan pengelolaan muatan. Dalam konteks ini, pengelolaan muatan yang optimal menjadi salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh banyak perusahaan logistik.

© Jurusan Matematika - Universitas Negeri Medan

Efisiensi dalam pengelolaan muatan barang sangat penting untuk meminimalkan biaya dan memaksimalkan keuntungan. Perusahaan Ekspedisi Muatan bertugas untuk mengangkut barang muatan dari gudang pengirim dan melakukan *packing*/pengemasan sesuai dengan jenis barang muatan. Beberapa hal berikut yang bisa dijadikan pertimbangan dalam proses pengiriman barang adalah jenis *packing*/pengemasan maupun kekuatan *packing* sangat mempengaruhi apakah barang muatan tersebut bisa selamat tiba ke tempat tujuan tanpa kerusakan yang berarti. Dalam proses *packing* ini perlu dilihat beberapa hal seperti jenis barang yang hendak dikirim tersebut apakah termasuk dalam kategori pecah belah, cairan, makanan, dan sebagainya(Jaya et al., 2020).

PT. Rahmat Mandiri Sentosa adalah perusahaan yang bergerak di bidang logistik nasional. Dalam operasional pengirimannya, perusahaan memiliki lima truk dengan kapasitas 3 hingga 5 ton. Barang – barang yang diangkut memiliki karakteristik berat, volume, dan nilai yang berbeda – beda. Permasalahan yang dihadapi oleh PT. Rahmat Mandiri Sentosa adalah masih adanya ruang kosong dalam truk akibat pemilihan kombinasi barang yang kurang optimal. Kondisi ini menyebabkan ketidakefisienan dalam pemanfaatan kapasitas kendaraan, meningkatkan biaya operasional, memperpanjang waktu bongkar-muat, serta menurunkan produktivitas distribusi barang. Selain itu, perusahaan belum memiliki sistem atau model matematis yang dapat membantu dalam menentukan barang mana saja yang sebaiknya dimuat ke dalam truk. Barang-barang yang akan dikirim sudah dikelompokkan sesuai alamat searah untuk masing-masing truk, sehingga fokus optimasi diarahkan pada pemilihan kombinasi barang yang mampu memaksimalkan kapasitas truk, dengan tetap memperhatikan batasan berat maksimal dan volume ruang kendaraan. Oleh karena itu, diperlukan suatu model matematis berbasis *Integer Linear Programming* (ILP) yang mampu memformulasikan hubungan linear antara berat, volume, dan nilai barang, untuk membantu perusahaan meningkatkan efisiensi pemuatan barang dalam kegiatan operasionalnya.

Integer Linear Programming adalah sebuah model matematis yang memungkinkan hasil penyelesaian kasus pada pemrograman linier berupa bilangan bulat. Masalah *Integer Linier Programming* temasuk salah satu bagian riset operasi yang sangat penting karena dalam kehidupan sehari – hari, ada banyak permasalahan pemrograman linear yang mengharuskan solusi integer (Sains et al., 2025). Model yang dikembangkan menggunakan pendekatan *Integer Linear Programming* (ILP), karena *Integer Linear Programming* memungkinkan formulasi hubungan linear yang jelas antara variabel keputusan (pemilihan barang), batasan berat dan volume truk, serta tujuan memaksimalkan nilai muatan. Keterbaruan penelitian ini adalah penerapan *Integer Linear Programming* dalam konteks operasional nyata di PT. Rahmat Mandiri Sentosa, dengan mempertimbangkan karakteristik barang dan kebutuhan bongkar-muat yang cepat dan efisien.

Beberapa peneliti sebelumnya telah menyelenggarakan penelitian terkait optimasi muatan. Diantaranya yaitu (Vicarlo et al., n.d.) dalam "*Implementasi Integer Programming* pada *Knapsack Problem* dalam Optimalisasi Pengantaran Produk Air Mineral". Penelitian oleh Hendrik Vicarlo Saragih Manihuruk, Tito Bisma May Willis, dan Dwila Sempi Yusiani (2024) bertujuan mengoptimalkan jumlah produk air mineral dalam berbagai ukuran kemasan yang dapat dimuat dalam satu mobil angkut menggunakan metode *Integer Programmi*ng, dengan mempertimbangkan batasan volume kendaraan. Hasilnya menunjukkan bahwa muatan optimal terdiri dari 1 box ukuran 220 ml dan 378 box ukuran 330 ml, memanfaatkan 99.993% kapasitas truk dan menghasilkan keuntungan sebesar Rp. 4735000. Kemudian (Sahar & Afifudin, 2020) dalam "Pemrograman *Linear Integer* Dengan Enam Variabel Orientasi Kargo Untuk Masalah Minimisasi Biaya Pemuatan Multi-Kontainer". Penelitian oleh Dian Pratiwi Sahar dan Mohammad Thezar Afifudin (2020) bertujuan mengembangkan model pemrograman *Integer* untuk meminimalkan biaya pemuatan dalam masalah multi-kontainer dengan mempertimbangkan enam variabel orientasi kargo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang dikembangkan efektif menyelesaikan masalah pemuatan kontainer secara optimal melalui validasi uji numerikal, dengan mempertimbangkan biaya beban volume dan biaya transportasi kargo. Dan (Akbar et al., 2021) dalam "Perancangan Rute Pengiriman Menggunakan Model *Integer Linear Programming* untuk Meminimasi Tingkat Keterlambatan Pengiriman dan Biaya Transportasi (Studi Kasus : PT. Pos Logistik Indonesia)". Penelitian oleh Ilham Akbar, Muhammad Nashir Ardiansyah, dan Putu Giri Artha Kusuma (2021) bertujuan mengoptimalkan rute pengiriman pada PT. Pos Logistik Indonesia dengan menggunakan model *Integer Linear Programming* (ILP) untuk meminimalkan biaya transportasi dan keterlambatan pengiriman, dan hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan metode *Integer Linear Programming*, waktu tempuh rata-rata dapat direduksi sebesar 7.23% serta biaya transportasi harian dapat ditekan sebesar 13% dibandingkan kondisi eksisting. Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul "Optimalisasi Muatan Barang Di PT. Rahmat Mandiri Sentosa Menggunakan *Integer Linear Programming*." Penelitian ini difokuskan pada penyusunan model matematis untuk menentukan kombinasi barang yang optimal dimuat ke dalam satu truk, dengan mempertimbangkan batasan berat dan volume kendaraan. Melalui model optimasi ini, diharapkan

perusahaan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan kapasitas truk, mengurangi biaya operasional, mempercepat proses bongkar-muat, serta mendukung kelancaran distribusi barang secara lebih efektif dan ekonomis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. Rahmat Mandiri Sentosa Jl. Selamat Ketaren, Komp MMTC Logistik Blok B No. 5, Medan. Dengan waktu kurang lebih dua bulan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Fokus penelitian adalah mengoptimalkan pemuatan barang dalam satu hari pengiriman di PT. Rahmat Mandiri Sentosa dengan menggunakan metode Integer Linear Programming (ILP). Penelitian ini bertujuan untuk membangun model matematis yang dapat memaksimalkan pemanfaatan kapasitas truk berdasarkan karakteristik barang. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari catatan operasional PT. Rahmat Mandiri Sentosa, yang mencakup informasi tentang satu truk pengiriman dalam satu hari, karakteristik barang (berat dalam kilogram dan volume dalam meter kubik), serta kapasitas kendaraan pengiriman, baik dalam hal berat maksimum maupun volume maksimum. Sedangkan data sekunder meliputi dokumen logistik seperti nota pengiriman, laporan pemuatan kendaraan, dan layout ruang kendaraan yang digunakan untuk mendukung validasi model. Selain itu, dokumen perusahaan yang berisi prosedur standar operasional (SOP) penyusunan muatan barang serta literatur dan referensi eksternal terkait efisiensi logistik dan pemuatan kendaraan juga digunakan untuk mendukung analisis dan pengembangan model.

Prosedur Penelitian, diawali dengan melakukan kajian terhadap teori – teori dan konsep dasar yang relevan dengan topik penelitian, seperti logistik, pemrograman linier, dan *integer linier programming*. Selain itu, mengkaji penelitian terdahulu yang berkaitan dengan optimasi muatan barang dan implementasi model *Integer Linear Programming* 0-1 di bidang logistik. Kemudian pengumpulan data primer, melakukan wawancara dengan manager logistik dan staf operasional untuk mengumpulkan informasi karakteristik muatan, termasuk berat dan volume serta kapasitas kendaraan. Melakukan observasi langsung di lapangan untuk memahami proses aktual pemuatan barang ke dalam truk. Kemudian untuk data skunder mengumpulkan dokumen pendukung seperti nota pengiriman, laporan pemuatan kendaraan, layout kendaraan, dan SOP perusahaan. Meninjau literatur dan referensi eksternal untuk mendukung validasi model optimasi yang akan dibangun.

Tahap Implementasi merupakan inti dari penelitian, di mana model matematis yang telah dirumuskan diimplementasikan untuk mengoptimalkan pemuatan barang ke dalam truk. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut; pengumpulan data dengan mengumpulkan data karakteristik barang yang tersedia dalam satu hari pengantaran, temasuk berat (kg) dan volume (m^3) dan menentukan kapasitas maksimum truk dalam hal berat dan volume, serta menentukan jumlah total muatan yang harus dikirim dalam satu hari pengiriman. Kemudian tahap formulasi model matematis, metode yang digunakan untuk melakukan optimasi adalah Binary Integer Linear Programming dengan variabel keputusan

$$x_i = \begin{cases} 1 \text{ jika muatan ke} - \text{i dimuat dalam truk} \\ 0 \quad \text{jika muatan ke} - \text{i tidak dimuat} \end{cases}$$

Fungsi tujuan = $$Maximize\ Z = \sum_{i=1}^{n} x_i \quad (1)$$

Fungsi Kendala: Kapasitas Truk = $$\sum_{i=1}^{n} w_i x_i \leq W \quad (2)$$

Fungsi kendala: Kapitas volume truk = $$\sum_{i=1}^{n} u_i x_i \leq U \quad (3)$$

Fungsi kendala: integritas variabel = $$x_i \in \{0,1\} \quad (4)$$

Dengan: n = jumlah barang; w_i = berat barang ke-i; u_i = volume barang ke-i; W = kapasitas berat maksimum truk; dan U = kapasitas volume maksimum truk. Dimana $W = 5000\ kg$ dan $U = 30m^3$. Model ini diterapkan pada setiap trip (trip 1 s.d. trip 4) dan kemudian dikembangkan menjadi model gabungan antar trip untuk mengevaluasi potensi pengurangan jumlah trip harian.

Pada penelitian ini, metode *Integer Linear Programming* (ILP) diformulasikan secara matematis dengan variabel keputusan biner untuk menentukan kombinasi barang yang optimal berdasarkan batasan berat dan volume truk. Mengingat jumlah data penelitian yang cukup besar, yaitu 84 item muatan yang terbagi dalam empat kali trip, penyelesaian model secara manual untuk seluruh data tidak dilakukan karena akan memerlukan waktu dan perhitungan

yang kompleks. Oleh karena itu, penyelesaian model dilakukan menggunakan perangkat lunak Python dengan pustaka PuLP sebagai alat bantu komputasi. Penggunaan perangkat lunak ini tidak dimaksudkan untuk mengalihkan fokus penelitian ke aspek pemrograman, melainkan untuk mendukung proses penyelesaian numerik dari model matematis yang telah dibangun. Dengan demikian, fokus utama penelitian ini tetap berada pada perumusan model matematis, analisis hasil optimasi, serta interpretasi matematis terhadap hasil yang diperoleh, sesuai dengan bidang keilmuan Matematika Terapan.

Implementasi model ke perangkat lunak dengan menggunakan Python dengan pustaka PuLP untuk menyusun model *Integer Linear Programming* dan memasukkan data parameter (berat, volume, kapasitas truk) serta kendala ke dalam program. Kemudian Eksekusi dan Solusi Model, menjalankan program untuk memperoleh solusi optimal berupa; (1) kombinasi barang yang terpilih untuk dimuat dalam truk, berdasarkan batasan kapasitas berat dan volume; (2) jumlah barang maksimal yang dapat diangkut pada setiap perjalanan; (3) jumlah perjalanan minimum yang diperlukan, sesuai hasil optimasi; (4) tingkat pemanfaatan kapasitas truk, baik dari sisi berat maupun volume; dan (5) perbandingan kondisi eksisting dengan hasil optimasi, sehingga dapat dilihat peningkatan efisiensi pemanfaatan kapasitas truk dan pengurangan jumlah perjalanan. Kemudian pada tahap analisis hasil meliputi membandingkan hasil optimasi dengan data pemuatan aktual untuk menilai peningkatan efisiensi dan menghitung indikator kinerja seperti peningkatan nilai barang yang diangkut, pemanfaatan kapasitas truk, dan potensi penghematan biaya. Tahap terakhir validasi model dengan melakukan validasi terhadap model dengan membandingkan hasil optimasi dengan kondisi operasional nyata dan SOP perusahaa dan menyesuaikan model jika diperlukan untuk meningkatkan akurasi dan relevansi dengan kondisi lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap awal penelitian ini dilakukan proses pengumpulan data untuk kelancaran penelitian ini. Data yang dikumpulkan melalui wawancara berupa berat serta volume muatan. Data yang dikumpulkan ada 4 trip pengiriman dalam satu hari yang menjadi fokus pada penelitian ini. Berikut menunjukkan data barang yang digunakan dalam penelitian.

HARI/TGL	:	SENIN, 08 SEPTEMBER 2025	: RMS JAKARTA
DRIVER	:	RIAN	: RMS MEDAN
T. MUATAN	:	3.048 KG / 34 COLY	
TRIP	:	1 (SATU)	

No	No Resi	Qty	Berat (Kg)	Volume	Penerima	Barang
1	053953	1	59	0.24	DUNIA ERA JAYA	TEXTILE
2	053955	1	162	0.65	DUNIA ERA JAYA	TEXTILE
3	053961	3	688	2.75	VIJAYATEX	B. JADI
4	053962	1	130	0.52	VIJAYATEX	B. JADI
5	053963	1	10	0.04	JAYA SARI	TEXTILE
6	053968	6	448	1.79	USAHA JAYA	TEXTILE
7	053970	1	34	0.14	CIPTA JAYA	TEXTILE
8	053973	1	16	0.06	CITRA MANDIRI	VARIASI
9	053981	1	42	0.17	DUNIA ERA JAYA	TEXTILE
10	053982	1	57	0.23	DUNIA ERA JAYA	TEXTILE
11	053983	1	111	0.44	VIJAYATEX	B. JADI
12	053985	1	55	0.22	JAYA SARI	TEXTILE
13	053988	1	87	0.35	ADRIAN	B. JADI
14	053989	2	200	0.80	SEJATI TEHNIK	MESIN
15	053949	1	66	0.26	LALA/RITA	B. JADI
16	053950	1	103	0.41	RITA	B. JADI
17	051907	1	79	0.32	VIJAYATEX	B. JADI
18	051908	1	16	0.06	JAYA SARI	TEXTILE
19	053994	4	398	1.59	DUNIA ERA	TEXTILE
20	053995	1	106	0.42	CIPTA JAYA	TEXTILE
21	053996	2	138	0.55	JUWITA JAYA	TEXTILE
22	053997	1	43	0.17	CIPTA JAYA	TEXTILE

HARI/TGL	:	SENIN, 08 SEPTEMBER 2025	: RMS JAKARTA
DRIVER	:	RIAN	: RMS MEDAN
T. MUATAN	:	2.647 KG / 85 COLY	
TRIP	:	2 (DUA)	

No	No Resi	Qty	Berat (Kg)	Volume	Penerima	Barang
1	053971	1	68	0.27	YUSUF AL FATIH	B. JADI
2	053972	29	811	3.24	BATU BARA	TAS
3	053973	1	16	0.06	CITRA MANDIRI	VARIASI
4	053974	3	189	0.76	EDISON/TK. IDEA	TEXTILE
5	053975	1	11	0.04	SKWL/AGUS SEKAWAN	SANDAL
6	053976	4	68	0.27	BANDUNG RAYA	SANDAL
7	053977	3	67	0.27	WILLY HALIM	ACC
8	053978	1	37	0.15	D'KENT	SANDAL/SEPATU
9	053979	3	191	0.76	D'KENT (LOUIS)	SANDAL/SEPATU
10	053980	5	115	0.46	GLOBAL SHOES	SANDAL
11	053981	1	42	0.17	DUNIA ERA JAYA	TEXTILE
12	053982	1	57	0.23	DUNIA ERA JAYA	TEXTILE
13	053983	1	111	0.44	VIJAYATEX	B. JADI
14	053984	2	188	0.75	ANDI	B. JADI
15	053985	1	55	0.22	JAYA SARI	TEXTILE
16	053986	1	70	0.28	IKBAL	TAS
17	053988	1	87	0.35	ADRIAN	B. JADI
18	053989	2	200	0.80	SEJATI TEHNIK	MESIN
19	053947	24	264	1.06	SMS MOTOR	SPAREPART

HARI/TGL	:	SENIN, 08 SEPTEMBER 2025	: RMS JAKARTA
DRIVER	:	RIAN	: RMS MEDAN
T. MUATAN	:	3.375 KG / 154 COLY	
TRIP	:	3 (TIGA)	

No	No Resi	Qty	Berat (Kg)	Volume	Penerima	Barang
1	053948	3	119	0.48	BOMBAY TEXTILE	TEXTILE
2	053949	1	66	0.26	LALA/RITA	B. JADI
3	053950	1	103	0.41	RITA	B. JADI
4	048143	1	18	0.07	TANGKUL	B. JADI
5	048144	35	430	1.72	INDO PASIFIK ABADI	SANDAL
6	048145	1	48	0.19	TANGKUL	B. JADI
7	048146	15	431	1.7	RIHLAH STORE	MADU HERBAL
8	048147	5	34	0.1	CV. KPM/TOFFIN	SPAREPART
9	048148	1	51	0.2	RIAULI SIMALONGO	B. JADI
10	048149	1	118	0.5	AYU	B. JADI
11	048150	5	250	1.0	H. DARWIN BATUBAR	TAS
12	051901	10	190	0.8	DINA	TUMBLER
13	051902	1	44	0.2	ARAFAH	B. JADI
14	051903	4	85	0.3	SARANA PRIMA	ALAT SAFETY
15	051904	21	505	2.0	SARANA PRIMA	ALAT SAFETY
16	051905	20	460	1.8	SARANA PRIMA	ALAT SAFETY
17	051906	9	172	0.7	MAKMUR BEARING	SPAREPART
18	051907	1	79	0.3	VIJAYATEX	B. JADI
19	051908	1	16	0.1	JAYA SARI	TEXTILE
20	051909	1	14	0.1	TANGKUL / JONSON	B. JADI
21	051910	16	99	0.4	IDRIS DALIMUNTHE	HERBAL
22	053997	1	43	0.17	CIPTA JAYA	TEXTILE

HARI/TGL	:	SENIN, 08 SEPTEMBER 2025	: RMS JAKARTA
DRIVER	:	RIAN	: RMS MEDAN
T. MUATAN	:	2.872 KG / 113 COLY	
TRIP	:	4 (EMPAT)	

No	No Resi	Qty	Berat (Kg)	Volume	Penerima	Barang
1	051911	2	32	0.1	BAGUS MAULANA	KACANG
2	051912	7	139	0.6	INDAH SEKARINI	KACANG
3	051913	2	43	0.2	MIMI KETO	KACANG
4	051914	1	29	0.1	TANGKUL	B. JADI
5	051916	1	85	0.3	DINA	SOUVENIR
6	051918	25	309	1.2	LISA MP	SOUVENIR
7	051919	2	110	0.4	MARELAN KURMA	ZAM ZAM
8	051920	1	19	0.1	IMADUDDIN	PLASTIK
9	053991	4	326	1.3	ALI ZAMAR/SARI	TEXTILE
10	053992	3	50	0.2	FELICIA	ACC
11	053993	1	43	0.2	NIAGARA TEX	TEXTILE
12	053994	4	398	1.59	DUNIA ERA	TEXTILE
13	053995	1	106	0.42	CIPTA JAYA	TEXTILE
14	053996	2	138	0.55	JUWITA JAYA	TEXTILE
15	053997	1	43	0.17	CIPTA JAYA	TEXTILE
16	053998	1	95	0.38	NABILA	TAS
17	053999	13	212	0.85	FAHMI	MAKANAN, TASBIH
18	054000	3	53	0.21	PUTRI NUR ANDANI	KURMA, SIWAK
19	054001	1	92	0.37	GIMBERS	TAS
20	059025	8	121	0.48	ILHAM	RAK, KOMPONEN
21	059031	29	404	1.62	RAFKA SOUVENIR	SOUVENIR
22	056938	1	25	0.10	TANGKUL	B. JADI

Setelah model Integer Linear Programming (ILP) diimplementasikan dan dijalankan menggunakan Python dengan library PuLP, diperoleh hasil optimasi yang signifikan dalam pengaturan muatan barang di PT. Rahmat Mandiri Sentosa. Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Hasil Optimasi; Jumlah trip per hari : 4 trip; Total yang diangkut : 84 item muatan; Total berat : 11899 kg; Total Volume : 47.58 m; dan Utilisasi kapasitas truk : Tidak optimal (masih terdapat ruang kosong). Hasil optimasi ILP diantaranya; jumlah trip optimal : 3 trip/hari; semua barang berhasil diangkut (100% kelengkapan); pengurangan trip: 1 trip (25% lebih efisien); dan utilisasi kapasitas sangat optimal

Tabel 1. Distribusi Barang per Trip Hasil Optimasi

Trip	Jumlah muatan	Total Berat	Total Volume
Trip 1	41 muatan (48,8% dari total)	4.984 kg (99,7% utilisasi)	19,9 m^3 (66,3% utilisasi)
Trip 2	34 muatan (40,5% dari total)	4534 kg (90,7% utilisasi)	18.1 m^3 (60,3% utilisasi)
Trip 3	9 muatan (10,7% dari total)	2381 kg (47,6% utilisasi)	9.5 m^3 (31,7% utilisasi)

Total muatan 84 Item Muatan (100% Terangkut), Optimasi ILP berhasil meningkatkan efisiensi pemuatan dengan cara; (1) seleksi barang yang lebih tepat berdasarkan kombinasi berat & volume; (2) penyeimbangan muatan antar trip untuk memaksimalkan utilisasi; (3) pengurangan biaya operasional akibat berkurangnya jumlah trip; dan (4) waktu bongkar-muat yang lebih singkat karena pengiriman lebih terkonsentrasi. Visualisasi hasil optimal dilakukan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang distribusi muatan dalam truk. Berikut adalah penjelasan detail dari setiap visualisasi yang dihasilkan Visualisasi tiga dimensi menunjukkan penempatan barang dalam ruang truk secara realistis. Implementasi menggunakan algoritma *layer-based packing* dimana; (1) muatan berat diletakkan di bagian bawah untuk stabilitas; (2) muatan ringan ditempatkan di atas; dan (3) distribusi merata untuk menghindari konsentrasi berat pada satu titik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa model Integer Linear Programming (ILP) 0-1 berhasil diformulasikan dan diimplementasikan untuk mengoptimalkan pemuatan barang di PT. Rahmat Mandiri Sentosa. Model ini mampu mengurangi jumlah perjalanan truk dari 4 trip menjadi 3 trip per hari dengan tetap mengangkut seluruh barang yang tersedia (100% kelengkapan). Penerapan ILP memberikan solusi optimal dalam pemilihan kombinasi barang berdasarkan batasan kapasitas berat dan volume truk, sehingga utilisasi kapasitas truk menjadi lebih efisien. Hasil optimasi menunjukkan peningkatan utilisasi berat hingga 99.7% pada Trip 1 dan 90.7% pada Trip 2, meskipun Trip 3 memiliki utilisasi yang lebih rendah akibat karakteristik barang yang tersisa. Analisis sensitivitas membuktikan bahwa model tetap stabil pada variasi kapasitas berat antara 4000–6000 kg, sementara kapasitas volume tidak menjadi faktor pembatas. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan ILP dapat dijadikan sebagai alat bantu keputusan yang efektif untuk meningkatkan efisiensi operasional logistik perusahaan.Dengan demikian, rumusan masalah penelitian yaitu *'Bagaimana mengoptimumkan muatan barang di PT. Rahmat Mandiri Sentosa menggunakan Integer Linear Programming'* telah terjawab melalui pembangunan model ILP 0–1 yang terbukti dapat mengurangi jumlah perjalanan dari 4 menjadi 3 kali per hari

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, I., Ardiansyah, M. N., Giri, P., & Kusuma, A. (2021). Perancangan Rute Pengiriman Menggunakan Model Integer Linear Programming Untuk Meminimasi Tingkat Keterlambatan Pengiriman Dan Biaya Transportasi (Studi Kasus: Pt. Pos Logistik Indonesia) Designing Delivery Route Using Integer Linear Programming Model To . *Agustus*, *8*(4), 4028.

Chairunnisa, A., Khatizah, E., & Supriyo, P. T. (2020). Optimisasi Tak Linear Dua Variabel Menggunakan Algoritme Genetika Pada Software Python. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, *3*, 186–193. https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/

Devita, R. N., & Wibawa, A. P. (2020). Sains, Aplikasi, Komputasi dan Teknologi Informasi Teknik-teknik optimasi knapsack problem. *Sains, Aplikasi, Komputasi Dan Teknologi Informasi Vol 2, No 1, April 2020, Pp. 35-40*, *2*(1), 35.

Ismail, M., Achmad, N., & Mahmud, S. L. (2022). Analisis Sensitivitas dalam Optimasi Keuntungan Produksi Kue Ulang Tahun dengan Metode Branch and Bound. *Euler : Jurnal Ilmiah Matematika, Sains Dan Teknologi*, *10*(2), 282–291. https://doi.org/10.34312/euler.v10i2.15307

Jaya, K. A., Budiartha, I. N. P., & Ujianti, N. M. P. (2020). Tanggungjawab Perusahaan Ekspedisi terhadap Kerusakan dan Kehilangan Barang Muatan dalam Pengangkutan Darat. *Jurnal Interpretasi Hukum*, *1*(1), 66–71. https://doi.org/10.22225/juinhum.1.1.2188.66-71

Jha, A. K., Sharma, G. S., & Kaushik, N. (2023). Modeling of Transport Problem in Linear Programming with Python (PULP). *SAMRIDDHI : A Journal of Physical Sciences, Engineering and Technology*, *15*(01), 104–108. https://doi.org/10.18090/samriddhi.v15i01.14

Karloff, H. (1991). Linear Programming. Chicago: Birkhauser Boston.

Kasim, M. H., Djakaria, I., & Yahya, L. (2022). Model Integer Linear Programming pada Optimisasi Distribusi Logistik di Daerah Bencana. *Research in the Mathematical and Natural Sciences*, *1*(1), 19–26. https://doi.org/10.55657/rmns.v1i1.3

Lumbantoruan, S.Pd.,M.Pd, J. H. (2020). *Buku Materi Pembelajaran Program Linear.* Jakarta.

Ndii, M. (2022). *Pemodelan Matematika.* Bojong Pekalongan, Jawa Tengah: PT. Nasya Expanding Management (Penerbit NEM-Anggota IKAPI).

Rahman, S., Sembiring, A., Siregar, D., Khair, H., Prahmana, I., Puspadini, R., & Zen, M. (2023). *PHYTON : DASAR DAN PEMROGRAMAN BERORIENTASI OBJEK.* CV Tahta Media Group.

Sahar, D. P., & Afifudin, M. T. (2020). Pemrograman Linear Integer Dengan Enam Variabel Orientasi Kargo Untuk Masalah Minimisasi Biaya Pemuatan Multi-Kontainer. *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, *15*(3), 162–168. https://doi.org/10.14710/jati.15.3.162-168

Sains, J., Siregar, N., & Jumianto, H. (2025). *Penerapan Algoritma Backtracking Dalam Penyelesaian Masalah*. *1*(1), 1–7.

Taulo, D. N. M., Sari, F. A. Y., Mauridhoh, M. M., & Yasin, M. (2023). Persiapan Industri Manufaktur Wilayah Kota Surabaya dalam Menghadapi Pasar Dunia. *Jurnal Ekonomi, Manajemen Dan Akutansi*, *1192*(2), 505–511. https://doi.org/10.572349/neraca.v1i2.163

Vicarlo, H., Manihuruk, S., Bisma, T., Willis, M., & Yusiani, D. S. (n.d.). *Implementasi Integer Programming pada Knapsack Problem dalam Optimalisasi Pengantaran Produk Air Mineral*.

Zai, I., Yulianti, Y., Feblicia, S., Aqmi, A. L. Z., & Rahmah, A. F. (2022). Analisis Pengaruh Peningkatan Kinerja, Incoterms, Transportasi, Distribusi, Keterlibatan TPL dan Manajemen Risiko Terhadap Aktivitas Logistik. *Jurnal Sosial Teknologi*, *2*(3), 225–238. https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v2i3.304

Zhou, Y., Liu, J., Mandania, R., Li, S., Chen, K., & Xu, R. (2021). Decision Support for Bundle Shipment Choices: Orthogonal Two-dimensional Bin Packing with Practical Constraints. *International Conference on Operations Research and Enterprise Systems*, *Icores*, 161–168. https://doi.org/10.5220/0010221201610168