



## Perancangan Rute Pengiriman pada PT. ABC untuk Meminimasi Tingkat Keterlambatan Pengiriman dan Biaya Transportasi Menggunakan Model *Mixed Integer Linear Programming*

Aliya Mahmuda Putri,<sup>1)</sup> Muhammad Nashir Ardiansyah,<sup>2)</sup> Budi Santosa Chulasoh,<sup>3)</sup>

Program Studi Teknik Industri, Universitas Telkom<sup>(1,2,3)</sup>

DOI: 10.31004/jutin.v6i4.21022

✉ Corresponding author:  
Aliyamputri@gmail.com

### Article Info

### Abstrak

#### Kata kunci:

VRP  
*Mixed Integer Linear Programming*  
Distribusi  
Transportasi

Pendistribusian sayuran di Indonesia masih terkendala pada jaminan kesinambungan antar kualitas produk, minimnya jumlah pasokan, dan ketepatan waktu pengiriman. Waktu menjadi faktor yang sangat krusial dalam pendistribusian sayuran karena sayuran merupakan komoditas yang cepat mengalami penurunan kualitas sehingga harus sampai ke tangan konsumen pada waktu yang tepat. PT ABC merupakan perusahaan yang bergerak dibidang distribusi buah dan sayuran segar. Permasalahan yang dihadapi oleh PT ABC dalam kegiatan distribusi terletak pada adanya keterlambatan pengantaran. Permasalahan keterlambatan ini dapat diminimasi dengan pengoptimalan jaringan distribusi agar tidak terjadi lagi keterlambatan pengiriman. Karakteristik permasalahan yang terdapat pada tugas akhir ini adalah Vehicle Routing Problem with Heterogeneous Fleet and Time Window. Model yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini adalah model Mixed Integer Linear Programming dengan tujuan utama untuk meminimasi biaya transportasi dan meminimasi tingkat keterlambatan pengiriman. Penyelesaian masalah dilakukan dengan bahasa pemrograman python dan Solve Gurobi. Hasil akhir yang didapatkan adalah penurunan persentase keterlambatan sebanyak 5% dan minimasi biaya transportasi sebanyak 4%.

#### Abstract

#### Keywords:

VRP  
*Mixed Integer Linear Programming*  
Distribution  
Transportation

The distribution of vegetables in Indonesia is still constrained by the guarantee of continuity between product quality, the minimum amount of supply, and the timeliness of delivery. Time is a very crucial factor in the distribution of vegetables because vegetables are commodities that experience a rapid decline in quality, so they must reach consumers at the right time. PT ABC is a company engaged in the distribution of fresh fruit and vegetables. The problem faced by PT ABC in distribution activities lies in the delay in delivery. This delay problem can be

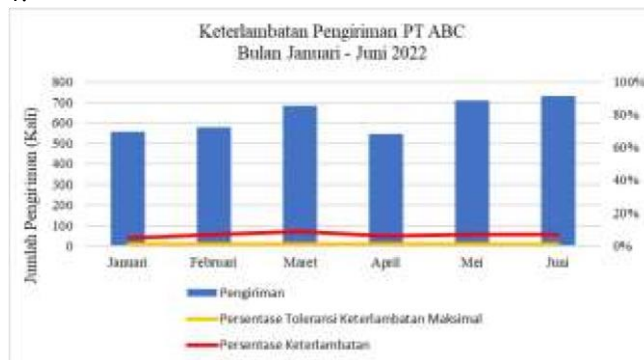
minimized by optimizing the distribution network so that delivery delays do not occur again. The characteristic of the problem contained in this final project is Vehicle Routing Problem with Heterogeneous Fleet and Time Window. The model that will be used to solve this problem is the Mixed Integer Linear Programming model with the main objective to minimize transportation costs and minimize delivery delays. Problem solving was carried out using the Python programming language and Gurobi Solve. The final result obtained is a reduction in the percentage of delays by 5% and a minimization of transportation costs by 4%.

## 1. INTRODUCTION

Pendistribusian sayuran di Indonesia masih terkendala pada jaminan kesinambungan antar kualitas produk, minimnya jumlah pasokan, dan ketepatan waktu pengiriman. Waktu menjadi faktor yang sangat krusial dalam pendistribusian sayuran karena sayuran merupakan komoditas yang cepat mengalami penurunan kualitas sehingga harus sampai ke tangan konsumen pada waktu yang tepat

PT ABC merupakan perusahaan yang bergerak di bidang distribusi buah dan sayuran segar. Dalam menjalankan bisnisnya, PT ABC berperan dalam penanganan pasca panen dimana PT ABC akan menerima dan memilah sayuran segar hasil panen dari pemasok-pemasok yang tersebar di wilayah Bandung kemudian mendistribusikannya ke berbagai wilayah sesuai dengan permintaan konsumen.

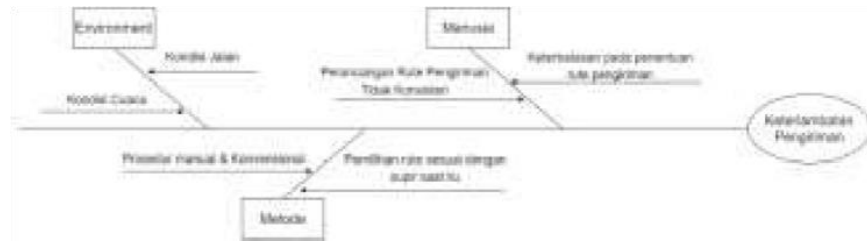
Aktivitas bisnis yang dilakukan oleh PT ABC setiap harinya adalah mengantarkan produk ke konsumen yang dilakukan dalam satu kali pengantaran. Pengantaran dilakukan pada pukul 00.00 WIB setiap hari. Terdapat permasalahan pada kegiatan distribusi produk PT ABC. Permasalahan dalam kegiatan distribusi terletak pada adanya keterlambatan pengiriman yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan karena jenis komoditi yang di distribusikan memiliki masa simpan yang singkat. Data keterlambatan yang terjadi selama bulan Januari – Juli 2022 dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1. Data keterlambatan yang terjadi selama bulan Januari – Juli 2022**

Gambar 1 menunjukkan jumlah pengiriman PT ABC setiap bulannya disertai dengan jumlah keterlambatan dan target keterlambatan yang ditetapkan untuk setiap bulannya. PT ABC menetapkan tingkat keterlambatan sebanyak 1% dari total pengiriman setiap harinya. Dapat dilihat bahwa dari bulan Januari hingga bulan Juni 2022 jumlah keterlambatan pengiriman masih berada diatas toleransi keterlambatan yang telah ditetapkan.

Keterlambatan pengiriman ini mengakibatkan menurunnya kepercayaan konsumen dan daya saing perusahaan. Mayoritas konsumen PT ABC bukanlah perseorangan melainkan bisnis atau toko seperti supermarket, catering, horeka, dll yang memiliki waktu operasionalnya masing-masing. Jika terdapat keterlambatan pada pengiriman yang mengakibatkan produk sampai lebih dari waktu yang ditetapkan, maka konsumen dapat menolak untuk mengambil sayur dan buah yang sudah diantar. Efek keterlambatan pengiriman ini berlanjut kepada sayur dan buah yang sudah dikirim, karena sayur dan buah memiliki waktu simpan yang singkat meskipun disimpan dalam armada dengan pendingin akan tetapi kualitas buah dan sayuran yang diangkut sudah tidak dapat dijual lagi karena kualitasnya yang sudah menurun terutama untuk sayuran hijau yang akhirnya akan dibuang setelah sampai ke tempat produksi. Permasalahan keterlambatan ini dapat diminimasi dengan pengoptimalan jaringan distribusi agar tidak terjadi lagi keterlambatan pengiriman. Maka dari itu perlu dilakukan analisis untuk mencari penyebab keterlambatan pengiriman pada PT ABC.



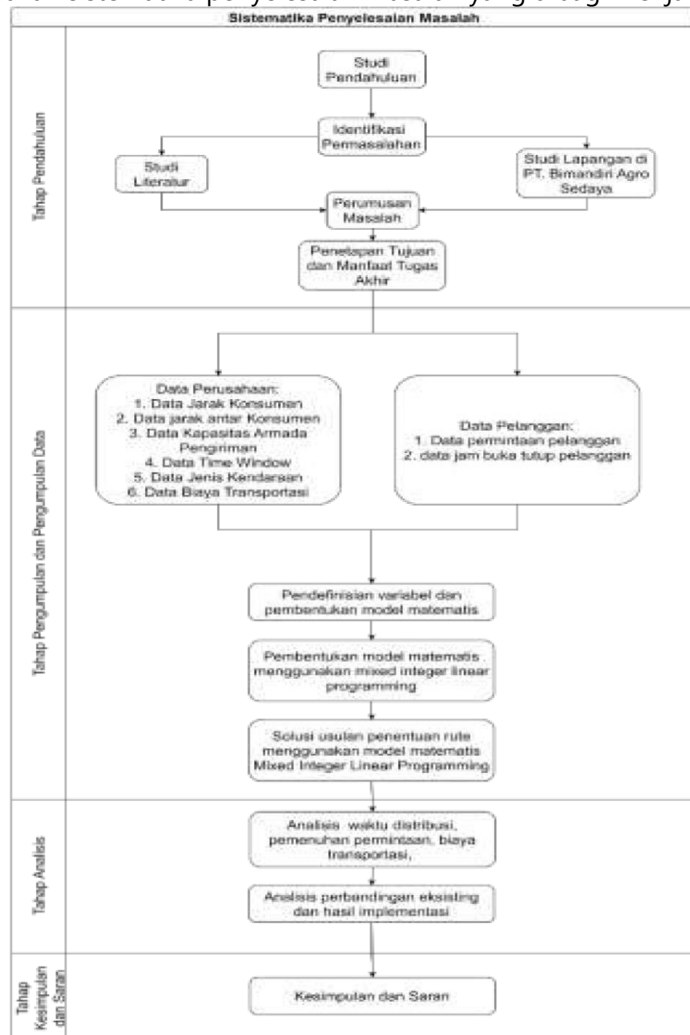
**Gambar 2. Fishbone Diagram**

Gambar 2 merupakan fishbone diagram untuk mencari akar permasalahan dari keterlambatan pengiriman yang terjadi pada PT ABC. Pada gambar 2 dapat diketahui bahwa terdapat tiga faktor utama yang menyebabkan keterlambatan pada PT ABC yaitu Environment, Metode, dan Manusia. Pada faktor environment, terdapat beberapa masalah yang mempengaruhi proses pengiriman, yaitu kondisi jalan dan kondisi cuaca. Pada hal ini kondisi jalan dan cuaca dapat mempengaruhi kecepatan pengiriman dari supplier dan pengiriman menuju konsumen PT ABC. Pada faktor metode, terdapat dua masalah yang dapat mengakibatkan keterlambatan pengiriman pada PT ABC, yaitu Prosedur yang digunakan dalam proses pengiriman masih bersifat konvensional dan belum ada metode yang digunakan untuk pemilihan rute. Selama ini pemilihan rute masih didasarkan kepada supir yang membawa armada pengiriman sehingga seringkali jalan ataupun rute yang dilewati bukanlah rute optimal dengan jarak terpendek ataupun waktu tercepat sehingga perusahaan kerap mengalami keterlambatan pengiriman. Pada faktor manusia, permasalahan yang terjadi adalah adanya keterbatasan pada penentuan rute pengiriman yang berdampak pada ketidak konsistenan dalam perancangan rute pengiriman yang mengakibatkan proses pengiriman yang kurang optimal dan mengalami keterlambatan.

Berdasarkan karakteristik permasalahan yang terjadi, permasalahan ini dapat dikalsifikasikan menjadi permasalahan *Vehicle Routing Problem (VRP) with Heterogeneous Fleet and Time Windows*.

**2. METHODS**

Gambar 3 merupakan sistematika penyelesaian masalah yang dibagi menjadi beberapa tahap.



### Gambar 3. Sistematika Penyelesaian Masalah

#### A. Tahap Pendahuluan

Tahapan pertama dalam pemecahan masalah adalah tahap pendahuluan. Pada tahap ini dilakukan studi awal terhadap objek tugas akhir agar mempermudah proses pemecahan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini.

#### B. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahapan pengumpulan dan pengolahan data dilakukan untuk memenuhi kebutuhan data yang akan digunakan sebagai parameter yang akan digunakan pada pemodelan matematika dalam menyelesaikan permasalahan yang terdapat pada perusahaan. Berikut merupakan data-data yang digunakan dalam penelitian ini

##### 1. Data Jarak Konsumen

Data jarak konsumen didapatkan dari letak pasti setiap pelanggan. Pencarian letak pasti dari setiap pelanggan dilakukan dengan melihat koordinat latitude dan longitude dengan bantuan google maps.

##### 2. Data Jarak Antar Konsumen

Jarak antar pelanggan diperlukan untuk mengetahui total jarak yang ditempuh oleh tiap armada pengiriman. Data jarak yang dibutuhkan adalah jarak dari depot menuju ke semua *outlet* yang akan dikunjungi dan jarak antar tiap *outlet* yang akan dikunjungi.

##### 3. Data Kapasitas Armada Pengiriman

Data kapasitas armada dibutuhkan untuk mengetahui pemenuhan pesanan dan berapa unit armada yang diperlukan untuk memenuhi pesanan setiap pelanggan.

##### 4. Data *Time Window*

Data *time window* diperlukan untuk memperkirakan waktu tiba dan menghindari keterlambatan yang mungkin terjadi dalam kegiatan distribusi barang. Data *time window* juga dapat digunakan sebagai pertimbangan *outlet* mana yang harus didatangi terlebih dahulu

##### 5. Data Jenis Kendaraan

Data jenis kendaraan dibutuhkan untuk membantu menentukan rute yang akan dipilih

##### 6. Data Biaya Transportasi

Biaya transportasi merupakan aspek yang menjadi pertimbangan dalam permasalahan ini, biaya transportasi terdiri dari biaya variabel dan biaya tetap.

##### 7. Data Permintaan Pelanggan

Data permintaan pelanggan digunakan untuk menentukan jenis armada yang akan digunakan.

##### 8. Data Jam Buka-Tutup Pelanggan

Data Jam buka-tutup pelanggan digunakan sebagai pertimbangan urutan datang ke setiap pelanggan.

#### C. Tahap Analisis

Pada Tahap analisis, dilakukan Analisa terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Analisa dilakukan dengan melakukan perbandingan kondisi eksisting dengan usulan yang didapatkan dengan menggunakan metode *mixed integer linear programming*. Perbandingan dilakukan untuk mencari tahu apakah solusi rute yang didapatkan memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan kondisi perusahaan sebelumnya

#### D. Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah penarikan kesimpulan dan pemberian saran. Kesimpulan berisikan penjelasan menyeluruh terkait kegiatan penelitian yang dilakukan secara ringkas. Sedangkan bagian saran akan berisi saran mengenai rute distribusi yang sebaiknya diterapkan oleh PT ABC agar perusahaan dapat menjadi lebih baik lagi, selain itu saran juga diberikan kepada penulis tugas akhir selanjutnya agar dapat melakukan penelitian dengan lebih baik

#### E. Metode

Metode yang dipilih untuk menyelesaikan permasalahan ini adalah dengan menggunakan metode *Mixed Integer Linear Programming*. Berikut merupakan model matematis yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *Vehicle Routing Problem with Heterogeneous Fleet and Time Windows*:

Fungsi Tujuan: Minimasi

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \sum_{v=1}^m x_{ijv} D_{ij} CV_v + \sum_{j=0}^n \sum_{v=1}^m x_{0jv} CF_v \quad (1)$$

Fungsi Tujuan (1) adalah untuk meminimasi total biaya transportasi yang terdiri dari biaya tetap dan biaya variabel setiap armada

Fungsi Pembatas:

$$\sum_{j=0}^n \sum_{v=1}^m x_{ijv} = 1, \quad \forall i \in N, \quad (2)$$

Batasan (2) memastikan bahwa armada yang digunakan setelah meninggalkan depot untuk melayani pelanggan adalah satu.

$$\sum_{i=0}^n \sum_{v=1}^m x_{ijv} = 1, \quad \forall j \in N, \quad (3)$$

Batasan (3) memastikan bahwa armada yang digunakan setelah meninggalkan pelanggan sebelumnya untuk melayani pelanggan selanjutnya adalah satu.

$$\sum_{i=0}^n x_{ikv} - \sum_{j=0}^n x_{kjav} = 0, \quad \forall k \in N, v \in V \quad (4)$$

Batasan (4) memastikan bahwa jumlah armada yang keluar dan masuk ke depot memiliki jumlah yang sama.

$$\sum_{i=0}^n x_{0iv} \leq 1, \quad \forall v \in V \quad (5)$$

Batasan (5) memastikan bahwa satu outlet hanya dapat dikunjungi oleh satu armada

$$\sum_{j=0}^n g_{jv} \geq \sum_{i=0}^n \sum_{j=1}^n (g_{iv} + G_j + ((x_{ijv} - 1)Z)),$$

$$\forall v \in V \quad (6)$$

Batasan (6) memastikan bahwa jumlah permintaan di titik j merupakan total permintaan pelanggan dari titik awal hingga titik akhir.

$$g_{iv} \leq Q_v, \forall i \in N, v \in V \quad (7)$$

Batasan (7) memastikan bahwa berat barang yang diangkut tidak melebihi kapasitas angkut armada.

$$\sum_{j=0}^n a_{jv} \geq \sum_{i=0}^n \sum_{j=1}^n (a_{iv} + T_{ij} + St + ((X_{ijv} - 1)Z)), \forall v \in V \quad (8)$$

Batasan (8) memastikan bahwa jumlah waktu kedatangan di titik j merupakan total jumlah waktu kedatangan dari titik i hingga titik j.

$$a_{iv} + T_{i0} \leq L, \forall i \in N, v \in V \quad (9)$$

Batasan (9) memastikan bahwa jumlah waktu armada saat kembali ke depot tidak melebihi waktu tutup depot.

$$a_{iv} \geq E_{ti}, \forall i \in N, v \in V \quad (10)$$

Batasan (10) memastikan bahwa waktu kedatangan armada pada setiap outlet melebihi waktu buka outlet.

$$a_{iv} \leq L_{ti}, \forall i \in N, v \in V \quad (11)$$

Batasan (11) memastikan bahwa waktu kedatangan armada pada setiap outlet tidak melebihi waktu tutup outlet.

$$\sum_{j=0}^n d_{jv} \geq \sum_{i=0}^n \sum_{j=1}^n (d_{iv} + D_{ij} + ((X_{ijv} - 1)Z)),$$

$$\forall v \in V \quad (12)$$

Batasan (12) memastikan bahwa jarak tempuh armada di titik j merupakan total jarak tempuh armada dari titik i hingga titik j.

Berikut merupakan penjelasan dari Set, Parameter, dan Variabel yang terdapat pada model matematis yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini:

- i Node (posisi) awal

j	Node (posisi) tujuan
v	Armada
0	Depot
k	Variabel pengganti untuk node
$x_{ijv}$	{0,1} variabel menunjukkan apakah node (i, j) dilintasi (1) atau tidak dilintasi (0) oleh armada v
$D_{ij}$	Jarak dari node i ke node j
$CV_v$	Biaya Variabel
$CF_v$	Biaya Tetap
$x_{0jv}$	{0,1} variabel menunjukkan apakah node (0,j) dilintasi (1) atau tidak dilintasi (0) oleh armada v
$x_{ikv}$	{0,1} variabel menunjukkan apakah node (i,k) dilintasi (1) atau tidak dilintasi (0) oleh armada v
$x_{kjv}$	{0,1} variabel menunjukkan apakah node (k,j) dilintasi (1) atau tidak dilintasi (0) oleh armada v
$x_{0iv}$	{0,1} variabel menunjukkan apakah node (0,i) dilintasi (1) atau tidak dilintasi (0) oleh armada v
$g_{jv}$	Jumlah permintaan di node j pada armada v
$g_{iv}$	Jumlah permintaan di node i pada armada v
G	Jumlah permintaan masing-masing pelanggan
Z	Big Number
$Q_v$	Kapasitas angkut pada armada v
$a_{jv}$	Jumlah waktu tempuh node j pada armada v
$a_{iv}$	Jumlah waktu tempuh node i pada armada v
$T_{ij}$	Waktu tempuh dari node i ke j
$S_t$	Waktu pelayanan pelanggan
$T_{i0}$	Waktu tempuh dari pelanggan akhir ke depot
L	Jam tutup perusahaan
$E_{ti}$	Jam buka pelanggan di node i
$L_{ti}$	Jam tutup pelanggan di node i
$d_{jv}$	Jumlah jarak tempuh di node j pada armada v
$d_{iv}$	Jumlah jarak tempuh di node i pada armada v
$AC_v$	Kecepatan kendaraan pada armada v

## RESULT AND DISCUSSION

### A. Analisa Keterlambatan Pengiriman Eksisting

Pada bagian ini akan dijelaskan perbedaan jumlah keterlambatan pengiriman dengan menggunakan rute eksisting dan rute usulan. Data keterlambatan pengiriman eksisting didapatkan dari data perusahaan sedangkan data keterlambatan pengiriman usulan didapatkan dari model *mixed integer linear programming* yang telah dibangun pada bab sebelumnya.

**Tabel 1. Analisa Keterlambatan Pengiriman Eksisting**

Perbandingan Keterlambatan Eksisting dan Usulan					
Hari ke-	Truk	Total Keterlambatan		Persentase Keterlambatan	
		Eksisting	Usulan	Eksisting	Usulan
1	1	2	0	17%	0%
	2	0	0		
	3	1	0		
2	1	0	0	6%	0%
	2	1	0		
	3	0	0		
3	1	2	0	11%	0%
	2	0	0		
	3	0	0		
4	1	0	0	0%	0%
	2	0	0		
	3	0	0		
5	1	0	0	0%	0%
	2	0	0		
	3	0	0		
6	1	0	0	0%	0%
	2	0	0		
	3	0	0		
	4	0	-		
7	1	0	0	6%	0%
	2	0	0		
	3	1	0		
...	...	...	...	...	...
	...	...	...		
	...	...	...		
31	1	0	0	0%	0%
	2	0	0		
	3	0	0		
Rata - Rata Persentase Keterlambatan				5%	0%

Tabel 1 menunjukkan persentase perbandingan keterlambatan pada rute eksisting dan rute usulan. Berdasarkan tabel 1, rata-rata persentase keterlambatan untuk rute eksisting adalah 5% dari total pengiriman yang dilakukan pada tanggal 1 Januari 2022 – 31 Januari 2022, sedangkan rata-rata persentase keterlambatan dengan menggunakan rute usulan yang dibuat dengan menggunakan model *mixed integer linear programming* adalah 0%. Hal ini berarti dengan menggunakan model *mixed integer linear programming*, persentase keterlambatan dapat berkurang hingga menyentuh angka 0%. Berkurangnya keterlambatan pada proses distribusi ini dipengaruhi oleh penentuan rute yang mempertimbangkan armada yang digunakan, *time windows* pelanggan, jarak antar pelanggan, permintaan pelanggan, dan urutan kedatangan untuk setiap pengantaran yang dilakukan. Faktor utama yang menyebabkan berkurangnya jumlah keterlambatan pada pengiriman eksisting dan usulan terletak pada urutan pelanggan yang didatangi oleh armada, urutan yang tepat akan meminimasi waktu tunggu

sehingga armada dapat sampai pada pelanggan sesuai dengan waktu mulai operasional mereka berbeda dengan rute eksisting yang masih membuat armada menunggu hingga waktu buka untuk dapat menyelesaikan pesanan. Faktor kecepatan tidak berpengaruh pada perbedaan jumlah keterlambatan yang terjadi karena keterlambatan pada rute eksisting dan rute usulan samasama dihitung dengan asumsi kecepatan konstan 40km/jam.

**B. Analisis Biaya Transportasi Eksisting dan Usulan**

Biaya Transportasi merupakan variabel yang berperan sebagai fungsi objektif pada model matematis yang digunakan pada penelitian ini. Hasil yang diinginkan dari model matematis yang telah dibangun adalah untuk mendapatkan total biaya pengiriman yang minimum dengan memenuhi batasan-batasan yang ada pada model.

Biaya transportasi untuk rute eksisting dihitung menggunakan cara yang sama dengan perhitungan biaya transportasi pada rute usulan. Biaya transportasi didapatkan dari penjumlahan biaya variabel dan biaya tetap. Biaya tetap didapatkan dari biaya depresiasi armada per hari, biaya tenaga kerja, dan biaya perawatan. Biaya tetap untuk truk kapasitas 3000 kg adalah Rp. 385.000 dan untuk truk kapasitas 4500 kg adalah Rp. 394.000. Biaya variabel didapatkan dengan mengalikan biaya BBM/km dengan total jarak yang ditempuh oleh setiap armada.

Tabel 2 menunjukkan perbandingan total biaya transportasi untuk rute eksisting dan usulan pada tanggal 1 Januari 2022 – 7 Januari 2022.

**Tabel 2. Analisis Biaya Transportasi Eksisting dan Usulan**

Perbandingan Biaya Transportasi Usulan dan Eksisting			
Hari ke-	Total Biaya Transportasi		Penghematan Biaya
	Eksisting	Usulan	
1	Rp2.059.456,25	Rp1.944.868,75	6%
2	Rp1.982.193,75	Rp1.912.037,50	4%
3	Rp1.992.493,75	Rp1.924.912,50	3%
4	Rp1.860.525,00	Rp1.788.425,00	4%
5	Rp1.980.906,25	Rp1.935.200,00	2%
6	Rp2.581.562,50	Rp1.952.581,25	24%
7	Rp2.002.150,00	Rp1.951.937,50	3%
...	...	...	...
31	Rp1.946.787,50	Rp1.937.775,00	0,5%
Total	Rp60.453.375	Rp57.828.806	-
Rata - Rata Penghematan Biaya Transportasi			4%

Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa setiap hari dari tanggal 1 Januari 2022 – 7 Januari 2022, total biaya transportasi dengan menggunakan rute usulan memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan total biaya transportasi dengan menggunakan rute eksisting. Penghematan total biaya transportasi selama 31 hari memiliki nilai rata-rata sebesar 4% dengan nominal penghematan sebesar Rp.Rp2.624.568,75. Penghematan total biaya transportasi disebabkan karena berkurangnya jarak tempuh armada pengiriman yang secara langsung berpengaruh kepada biaya bahan bakar yang termasuk dalam biaya variabel dan pengurangan jumlah armada yang digunakan dalam melakukan pengiriman yang termasuk dalam biaya tetap.



### 3. CONCLUSION

Hasil perancangan rute dengan menggunakan model *mixed integer linear programming* mengakibatkan terjadinya perubahan pada biaya transportasi dan tingkat keterlambatan. Biaya transportasi pada rute eksisting selama 31 hari dari tanggal 1 Januari 2022 – 31 Januari 2022 adalah Rp. Rp60.453.375, sedangkan biaya transportasi dari rute usulan adalah Rp57.828.806,25. Dapat dilihat bahwa total biaya transportasi dengan menggunakan rute usulan lebih rendah dibandingkan total biaya dengan menggunakan rute eksisting, penurunan yang terjadi sebesar Rp2.624.568,75. Jika dihitung dengan menggunakan persentase, terjadi penurunan sebesar 4% pada total biaya transportasi. Hasil dari verifikasi pemenuhan *time window* menunjukkan bahwa dengan menggunakan rute usulan, tidak ada pengantaran yang terjadi diluar rentang waktu *time window*. Pada distribusi dengan menggunakan rute eksisting ditemukan sebanyak 5% pengantaran yang terjadi diluar rentang *time windows*, sementara Perusahaan memiliki target maksimum toleransi keterlambatan sebesar 1%. Dengan menggunakan model *mixed integer linear programming*, pengantaran yang terjadi diluar rentang *time window* adalah 0%, ini artinya model dapat memenuhi target yang telah ditetapkan oleh Perusahaan.

### 4. REFERENCES

- I. N. Pujawan and M. ER, Supply Chain Management, Surabaya: Guna Widya, 2010.
- B. Adinugroho, "Manajemen Rantai Pasokan Sayuran (Studi Kasus: Frida Agro, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat)," 2010.
- L. Syakina, "Penerapan Genetic Algorithm Dalam *Vehicle Routing Problem* dan Implementasinya Pada Distribusi Rasta," 2022.
- K. A. Wicaksono, "Penjadwalan Pengangkutan Hasil Panen Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit Menggunakan Linier *Programming* (Studi Kasus di Unit Usaha Palapa Estate PT. SMART TBK, Riau)," 2007.
- F. Nurzakiah, "*Vehicle Routing Problem* Pada Distribusi Sayuran Organik," 2022. Toth and Vigo, "Exact Solution of The *Vehicle Routing Problem*," Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- F. Setiawan and N. A. Masruroh, "Pengembangan Model Matematika Heterogeneous *Vehicle Routing Problem* with Multi Trip and Multi Products," *Jurnal Teknik Industri*, 2016.
- S. Basriarti, "Penggunaan Metode Cutting Plane dalam Menentukan Solusi Ilneget *Linear Programming* (Studi kasus: Dinas Prikanan Pemerintah Kabupaten Kampar).," *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri*, pp. 740-747, 2018.
- Z. Borcinova, "Two Models of the capacitated *vehicle routing problem*," *Croatian Operational Research Review*, pp. 463-469, 2017.
- S. Chopra and P. Meindl, Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation, United States of America: Pearson, 2016.
- A. H. Taha, Operation Research An Introduction, USA: Pearson, 2017.
- M. Conforti, G. Carnuejols and G. Zambelli, *Integer Programming*, Springer, 2014.
- S. Kumar and R. Panneerselvam, "A Survey on the *Vehicle Routing Problem* and Its Variants," *Intellegent Information Management*, pp. 66-74, 2012.
- D. Supriatna, D. Ciptaningtyas and S. H. Supangkat, "Optimasi Jalur Distribusi Sayuran dan Daun Segar Menggunakan Metode Saving Matriks (Stusi Kasus: Keboen Bapak)," *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 2022.
- N. Martono, Metode Penelitian Kuantitatif: Analisis Isi dan Analisis Data Sekunder, Jakarta: Rajawali Pers, 2015.
- S. S. Wicaksono, "Pengaruh Supply Chain Management (SCM) Terhadap Kinerja Perusahaan PT. Inka Multi Solusi," 2021.