

PENENTUAN RUTE PENGIRIMAN ANGKUTAN PADA PT. XYZ MENGGUNAKAN VEHICLE ROUTING PROBLEM HETEROGENOUS FLEET AND TIME WINDOWS DENGAN MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING (MILP) UNTUK MEMINIMASI BIAYA TRANSPORTASI

Genta Yusuf Madhani¹, M. Nashir Ardiansyah², Moch. Deni Akbar³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

¹gentaym@student.telkomuniversity.ac.id, ²nashirardiansyah@telkomuniveristy.co.id,

³denimath@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan pada divisi pekerjaan beton yang terkemuka, terbesar, dan terpercaya di Indonesia. PT. XYZ berlokasi di Kab. Bandung dan didirikan tahun 2007 dikarenakan kebutuhan pasar dan kondisi geografis Indonesia. PT. XYZ membuat inovasi produk yang kuat dan ringan, yaitu bahan konstruksi dengan bahan dasar styrofoam dalam proses pembangunan, dapat digunakan sebagai dinding, atap, lantai, ataupun tangga dengan ukuran dan spesifikasi yang diinginkan oleh konsumen dengan konsumen yang tersebar di seluruh Indonesia hingga Papua dan telah meng-ekspor produknya ke beberapa negara, diantaranya Malaysia, Brunei, Timor Leste, India, dan Peru. Pada proses pengirimannya, PT. XYZ memiliki 5 armada angkutan dengan spesifikasi yang berbeda dan menggunakan third party logistics atau 3PL sebagai mitra pengiriman apabila destinasi pengiriman dilakukan ke luar pulau Jawa atau luar negeri. PT. XYZ mengalami keterlambatan dalam proses pengirimannya diakibatkan kurangnya pemahaman karakteristik rute yang mempengaruhi pada biaya operasional pengiriman. Penyelesaian permasalahan tersebut dapat dengan VRP with heterogenous fleet dan time windows untuk mengetahui perencanaan rute yang dapat mengurangi biaya pengiriman dengan mempertimbangkan jam operasional dari konsumen dan perusahaan.

Kata kunci: keterlambatan, vrp, *vehicle routing problem*, *time windows*, *heterogeneous fleet*

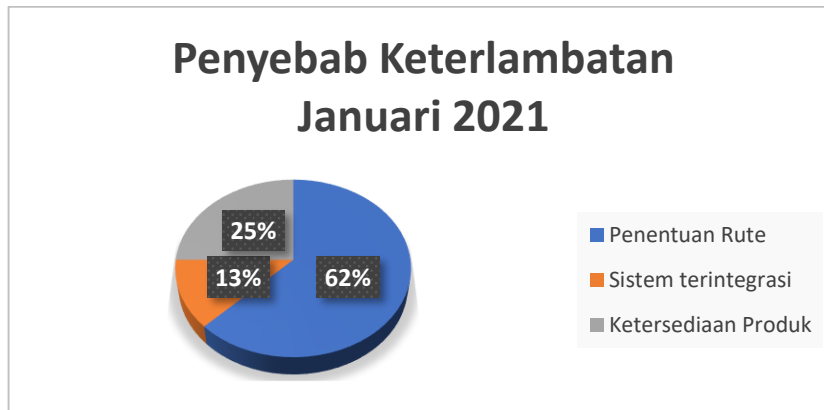
Abstract

PT. XYZ is one of the leading, largest, and most trusted companies in the concrete works division in Indonesia. PT. XYZ is located in Kab. Bandung and was founded in 2007 due to market needs and Indonesia's geographical conditions. PT. XYZ makes product innovations that are strong and lightweight, creates construction materials with styrofoam as the base material in the development process, which can be used as walls, roofs, floors, or stairs with the sizes and specifications desired by consumers with consumers spread throughout Indonesia to Papua and have been exports its products to several countries, including Malaysia, Brunei, Timor Leste, India, and Peru. In the delivery process, PT. XYZ has 5 transportation fleets with different specifications and uses third party logistics or 3PL as shipping partners if the delivery destination is outside Java or abroad. PT. XYZ experienced delays in the delivery process due to a lack of understanding of route characteristics that affect the operational costs of delivery. Solving the problem can be done with VRP with heterogenous fleet and time windows to determine route planning that can reduce shipping costs by considering the operating hours of consumers and companies.

Keywords: lateness, vrp, *vehicle routing problem*, *time windows*, *heterogeneous fleet*

1. Pendahuluan

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan pada divisi pekerjaan beton yang terkemuka, terbesar, dan terpercaya di Indonesia. PT. XYZ berlokasi di Kab. Bandung dan didirikan tahun 2007 dikarenakan kebutuhan pasar dan kondisi geografis Indonesia. PT. XYZ melihat rapuhnya bangunan di Indonesia terhadap gempa yang selalu memakan korban jiwa dan ketergantungan terhadap AC yang dapat memperburuk pemanasan global. PT. XYZ membuat inovasi produk yang kuat dan ringan, yaitu bahan konstruksi dengan bahan dasar styrofoam dalam proses pembangunan, dapat digunakan sebagai dinding, atap, lantai, ataupun tangga dengan ukuran dan spesifikasi yang diinginkan oleh konsumen. Dalam proses pengantaran produk yang dilakukan oleh PT. XYZ, perusahaan memiliki 5 jenis kendaraan dengan muatan angkut yang berbeda-beda dan selama pengantaran mengalami beberapa keterlambatan. Keterlambatan pengantaran produk terjadi saat proses pengantaran tidak sesuai dengan kesepakatan dan jam operasional dari konsumen.



Gambar 1: Persentase Penyebab Keterlambatan

Dari grafik tersebut, dapat diketahui bahwa permasalahan keterlambatan penyebab terbesarnya ialah dari penentuan rute yang tidak tepat oleh supir dari kendaraan yang dimiliki oleh PT. XYZ. Dari permasalahan ini, penyelesaiannya dapat dengan merancang rute yang menimbang kapasitas angkut serta jarak tempuh agar dapat optimal dan meminimasi biaya transportasi dengan *vehicle routing problem (VRP) with heterogeneous fleet and time windows*. Penyelesaian permasalahan VRP ini menggunakan metode eksak dengan algoritma *Integer Linear Programming (ILP)* berbahasa program python yang menggunakan *solver* dari Gurobi. *Input* dari permasalahan ini sebelumnya dirubah menjadi angka bulat untuk lebih mudah melakukan perhitungan dan permodelan matematisnya.

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1 Supply Chain Management

Chopra & Meindl (2014) mengatakan bahwa SCM merupakan suatu proses yang berisikan perencanaan, implementasi, dan kontrol pergerakan serta penyimpanan bahan baku, informasi, inventory, dan barang jadi. SCM yang efisien akan menambahkan nilai lebih dalam memenuhi permintaan konsumen secara tepat waktu. Definisi lain dari SCM juga diungkapkan oleh Hugos (2006) bahwa SCM merupakan pendekatan untuk mengkoordinasikan aktifitas pemasok, vendor, pabrik produksi, gudang, dan konsumen agar produk atau jasanya dapat diterima oleh konsumen dengan jumlah, waktu, dan tempat yang tepat untuk meminimasi biaya secara keseluruhan dan memperbaiki kualitas pelayanan kepada konsumen.

2.2 Vehicle Routing Problem

Pada tahun 1959, Dantzig dan Ramser memperkenalkan konsep, "Truck Dispatching Problem" yang sekarang dikenal dengan Vehicle Routing Problem atau VRP untuk menyelesaikan permasalahannya mengenai rute pengiriman bahan bakar dari terminalnya ke stasiun-stasiun yang tersebar di beberapa daerah. VRP itu sendiri menurut Caric dan Gold (2008) merupakan pernyataan sejumlah m kendaraan yang ditempatkan pada depot untuk mengirimkan barang kepada sejumlah n konsumen. Pernyataan tersebut selaras dengan Toth dan Vigo (2002) yang menyatakan VRP merupakan masalah optimasi yang digunakan untuk menentukan rute optimal kendaraan berdasarkan satu atau depot yang dimiliki dan untuk melayani beberapa segmen konsumen dari perusahaan.

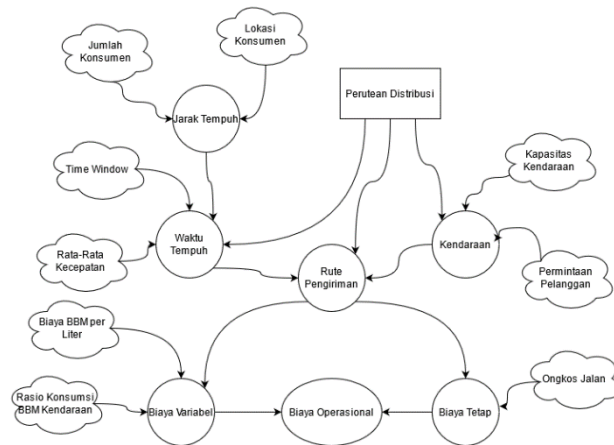
2.3 Linear Programming

Pemrograman linier merupakan suatu metode matematis dalam menyelesaikan permasalahan yang memiliki keterbatasan, baik dari sumber daya ataupun kapasitas dengan angka non-negatif dan memiliki fungsi tujuan yang berbanding lurus dengan variabel keputusan serta pembatasnya (Luenberger, 2016). Penerapan pemrograman linier ini dapat berupa alokasi sumber daya, persediaan, ataupun distribusi yang masalahnya dimiliki oleh suatu organisasi. *Integer Linear Programming (ILP)* menurut Kamal (2012) merupakan model pemrograman linear yang memiliki bilangan bulat untuk mengoptimasi permasalahan tertentu.

3. Pembahasan

3.1 Influence Diagram

Influence Diagram merupakan sebuah diagram yang menggambarkan atau mengilustrasikan hubungan antar variabel pada suatu permasalahan. Dimulai dari variabel yang dapat dimodifikasi, tidak terkontrol, hingga tujuan akhir dari permasalahan. Gambar di bawah ini mengilustrasikan permasalahan dan hubungan variabel-variabel yang dimiliki oleh PT. XYZ dalam perutean pengiriman produknya dimana tujuan akhirnya merupakan untuk meminimasi biaya pengiriman.



Gambar 2: Influence Diagram

3.2 Model Matematis

$$\min \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \sum_{v=1}^v X_{ijv} D_{ij} \left(\frac{CV_v}{1000} \right) + \sum_{j=0}^n \sum_{v=1}^v X_{0jv} CF_v$$

Perumusan tersebut merupakan fungsi tujuan dari permasalahan yang dimiliki oleh PT. XYZ, yaitu untuk meminimasi biaya variabel (CV) yang didapatkan dari rasio konsumsi BBM pada setiap kendaraan yang dikalikan dengan jarak tempuh pada pengantaran dan biaya tetap (CF) yang didapatkan dari ongkos jalan dari setiap kendaraan melakukan pengantaran.

$$\sum_{j=0}^n \sum_{v=1}^v X_{ijv} = 1, \quad \forall i \in Nd, v \in V \quad (1)$$

$$\sum_{i=0}^n \sum_{v=1}^v X_{ijv} = 1, \quad \forall j \in Nd, v \in V \quad (2)$$

Fungsi pembatas (1) dan (2) memiliki fungsi untuk mendefinisikan kendaraan yang digunakan untuk keberangkatan dari perusahaan dalam melakukan proses pengantaran konsumen.

$$\sum_{i=0}^n X_{ikv} - \sum_{j=0}^n X_{kjh} = 0, \quad \forall i \in Nd, j \in Nd \quad (3)$$

Fungsi pembatas (3) menjelaskan bahwa jumlah kendaraan yang berangkat harus sama dengan jumlah kendaraan yang kembali ke perusahaan.

$$\sum_{i=0}^n X_{0iv} \leq 1, \quad \forall v \in V \quad (4)$$

Fungsi pembatas (4) memiliki makna untuk mendefinisikan armada yang dapat digunakan dalam proses pengantaran produk.

$$g_{jv} \geq g_{iv} + G_j + \left((X_{ijv} - 1) \times Z \right), \quad \forall i \in Nd, j \in N, v \in V \quad (5)$$

Fungsi pembatas (5) memiliki makna untuk mengakumulasi muatan yang dimiliki oleh kendaraan saat melakukan pengantaran pada rute tertentu.

$$G_{iv} \leq Q_v, \quad \forall i \in Nd, v \in V \quad (6)$$

Fungsi pembatas (6) memiliki makna untuk membatasi jumlah muatan yang dapat diangkut kendaraan menyesuaikan dengan kapasitasnya.

$$a_{jv} \geq a_{iv} + \left(\frac{D_{ij}}{A_{cv}} \right) + S_t + \left((X_{ijv} - 1) \times Z \right), \quad \forall i \in Nd, j \in N, v \in V \quad (7)$$

Fungsi pembatas (7) memiliki makna untuk mengakumulasi waktu tempuh yang dimiliki oleh kendaraan saat melakukan pengantaran pada rute tertentu.

$$a_{iv} + \left(\frac{D_{i0}}{A_{cv}} \right) \leq L, \quad \forall i \in N, v \in V \quad (8)$$

Fungsi pembatas (8) memiliki makna untuk membatasi waktu tempuh yang dimiliki oleh kendaraan saat kembali ke perusahaan tidak melebihi jam operasionalnya.

$$a_{iv} \geq ET_i, \forall i \in N, v \in V \quad (9)$$

$$a_{jv} \leq LT_i, \forall i \in N, v \in V \quad (10)$$

Fungsi pembatas (9) dan (10) memiliki makna untuk membatasi waktu kedatangan kendaraan yang tidak melebihi dan kurang dari jam operasional konsumen.

$$d_{jv} \geq d_{iv} + D_{ij} + ((X_{ijv} - 1) \times Z), \forall i \in Nd, j \in N, v \in V \quad (11)$$

Fungsi pembatas (11) memiliki makna untuk mengakumulasikan jarak tempuh yang dimiliki oleh kendaraan saat melakukan pengantaran pada rute tertentu.

Indeks:

Variabel:

N	=	Notasi Pelanggan	x	=	Variabel permintaan i dan j yang telah dikunjungi
Nd	=	Notasi Pelanggan	g	=	Akumulasi muatan kendaraan
V	=	Notasi kendaraan	a	=	Waktu kedatangan kendaraan di node
0	=	Notasi depot	d	=	Jarak kendaraan dari node i
i	=	Node awal (titik awal)	D_{ij}	=	Jarak antara node i ke j
j	=	Node tujuan (titik tuju)	X_{ijv}	=	Keputusan rute (biner) untuk melintasi node i dan j
k	=	Node	X_{0iv}	=	Keputusan rute (biner) untuk melintasi node 0 dan i
v	=	Armada	X_{0jv}	=	Keputusan rute (biner) untuk melintasi node 0 dan j
Parameter:			X_{ikv}	=	Keputusan rute (biner) untuk melintasi node i dan k
D	=	Jarak antara node pelanggan	X_{kqv}	=	Keputusan rute (biner) untuk melintasi node k dan j
T	=	Waktu tempuh antara node pelanggan	g_{iv}	=	Akumulasi dari total muatan pada node i oleh kendaraan v
G	=	Permintaan setiap pelanggan	g_{jv}	=	Akumulasi dari total muatan pada node j oleh kendaraan v
Q	=	Kapasitas kendaraan	a_{iv}	=	Akumulasi waktu tempuh pada node i oleh kendaraan v
Cf	=	Biaya tetap kendaraan	a_{jv}	=	Akumulasi waktu tempuh pada node j oleh kendaraan v
Cv	=	Biaya variabel kendaraan	d_{iv}	=	Akumulasi jarak tempuh pada node i oleh kendaraan v
Ac	=	Rata-rata kecepatan kendaraan	d_{jv}	=	Akumulasi jarak tempuh pada node j oleh kendaraan v
Z	=	Notasi <i>big number</i>			
E	=	Notasi waktu memulai hari			
L	=	Notasi waktu mengakhiri hari			
Et	=	Waktu awal setiap pelanggan			
Lt	=	Waktu akhir setiap pelanggan			

St = Waktu pelayanan setiap pelanggan

3.3 Analisis Keterlambatan

Keterlambatan yang dialami pada saat proses pengantaran produk dipengaruhi dari waktu tempuh kendaraan saat mengunjungi konsumen dari PT. XYZ dan waktu layanan saat proses *unloading* barang. Proses analisa keterlambatan dilihat dari perbandingan waktu tempuh eksisting dan usulan yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1: Analisis Keterlambatan

Tanggal	Waktu Eksisting (menit)	Keterlambatan	Waktu Usulan (menit)	Keterlambatan	Perubahan Waktu Tempuh
4	352,6	1	331,17	0	6,08%
5	710,3	0	728,2	0	-2,53%
6	866	2	764,81	0	11,69%
7	641,24	0	655,53	0	-2,23%
8	974,06	1	929,02	0	4,62%
11	991,49	2	772,37	0	22,1%
12	1390,7	1	1279,2	0	8,02%
13	647,13	1	532,66	0	17,69%
14	1163,4	2	1039,5	0	10,65%
15	1017,5	1	994,7	0	2,24%
18	910,27	0	913,19	0	-0,32%
19	950,28	1	922,53	0	2,92%
20	2123,2	2	1898,6	0	10,58%
21	822,35	0	806,15	0	1,97%
22	446,73	1	376,88	0	15,64%
25	1062,6	0	1118,9	0	05,3%
26	623,3	0	620,72	0	0,41%
27	1734,5	1	1541,4	0	11,13%
28	960,12	1	848,97	0	11,58%
29	923,18	0	874,11	0	5,32%
Total	19311	17	17949	0	6,61%
Rata-rata					

Dalam memastikan tidak terjadinya keterlambatan, penulis menggunakan perumusan (8) untuk membatasi waktu kembali kendaraan sebelum jam tutup perusahaan, perumusan (9) untuk membatasi waktu kedatangan kendaraan pada tujuan setelah jam buka pelanggan, dan perumusan (10) untuk membatasi waktu kedatangan kendaraan pada tujuan sebelum jam tutup pelanggan.

3.4 Analisa Perbandingan Perutean

Penggunaan *mixed integer linear programming* dalam pemrograman dengan bahasa Python dan *solver* dari Gurobi memberikan perbandingan perutean eksisting dan usulan seperti pada tabel berikut:

Tabel 2: Analisa Perbandingan Perutean

Januari 2021	Eksisting		Usulan		Optimasi	
	Jarak	Biaya	Jarak	Biaya	Jarak	Biaya
Total	10033.7	Rp22,962,094	9315.5	Rp20,744,679	7.16%	9.66%

Dari tabel tersebut, dapat diketahui bahwa hasil optimasi menggunakan pemrograman tersebut merupakan 7,16% untuk jarak tempuh kendaraan dan 9,66% untuk biaya transportasi pada bulan Januari 2021.

3.5 Sensitivitas Penurunan Kecepatan

Sensitivitas terhadap penurunan kecepatan merepresentasikan apabila terjadi kemacetan, sehingga mempengaruhi pengurangan rata-rata kecepatan kendaraan saat melakukan pengantaran produk oleh armada angkutan yang dimiliki oleh PT. XYZ. Analisis sensitivitas tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3: Sensitivitas Penurunan Kecepatan

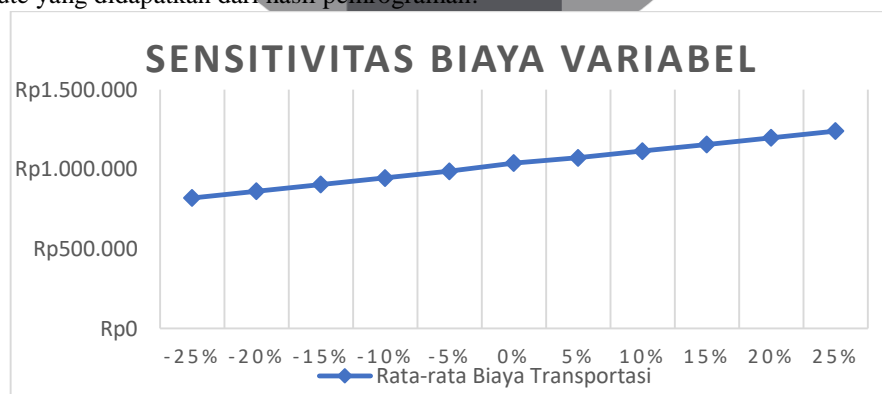
Tanggal	Kendaraan	Penurunan Kecepatan	Perubahan Rute
4	XM, XW, XL	0 - 80%	Tidak terjadi perubahan
		$\geq 81\%$	<i>infeasible</i>
5	XL, XV, XW, XM	0 - 60%	Tidak terjadi perubahan
		61 - 62%	Kenaikan 0.08% pada biaya
		63%	Kenaikan 1.73% pada biaya
		$\geq 64\%$	<i>infeasible</i>
6	XV, XQ, XW, XM	0 - 46%	Tidak terjadi perubahan
		$\geq 47\%$	<i>infeasible</i>
7	XV, XW, XM	0 - 49%	Tidak terjadi perubahan
		$\geq 50\%$	<i>infeasible</i>
8	XV, XQ, XW, XM	0 - 49%	Tidak terjadi perubahan
		$\geq 50\%$	<i>infeasible</i>
11	XV, XW, XM	0 - 12%	Tidak terjadi perubahan
		13 - 16%	Kenaikan 0.39% pada biaya
		17 - 47%	Kenaikan 1.69% pada biaya
		48 - 52%	Kenaikan 10.4% pada biaya
		53 - 54%	Kenaikan 13.06% pada biaya
		55 - 65%	Kenaikan 15.47% pada biaya
		$\geq 65\%$	<i>infeasible</i>
12	XV, XW	0-1%	Tidak terjadi perubahan
		2 - 30%	Terjadi perubahan, namun tidak pada biaya
		$\geq 30\%$	<i>infeasible</i>
	XM	0 - 1%	Tidak terjadi perubahan
$\geq 2\%$		<i>infeasible</i>	
13	XV, XQ, XW, XM	0 - 64%	Tidak terjadi perubahan
		65 - 73%	Terjadi perubahan, namun tidak pada biaya
		$\geq 74\%$	<i>infeasible</i>
14	XV, XQ, XW	0 - 3%	Tidak terjadi perubahan
		4 - 13%	Kenaikan 4.44% pada biaya
		14 - 17%	Kenaikan 9.82% pada biaya
		$\geq 17\%$	<i>infeasible</i>
15	XV, XQ, XW, XM	0 - 23%	Tidak terjadi perubahan
		24 - 30%	Kenaikan 3.18% pada biaya
		$\geq 31\%$	<i>infeasible</i>
18	XV, XQ, XW, XM	0 - 59%	Tidak terjadi perubahan
		$\geq 60\%$	<i>infeasible</i>
19	XL, XV, XW	0 - 12%	Tidak terjadi perubahan
		$\geq 13\%$	<i>infeasible</i>
	XQ	0 - 1%	Tidak terjadi perubahan
		$\geq 2\%$	<i>infeasible</i>
20	XL, XV, XQ, XW, XM	0 - 13%	Tidak terjadi perubahan
		$\geq 14\%$	<i>infeasible</i>

Tabel 3: Sensitivitas Penurunan Kecepatan

Tanggal	Kendaraan	Penurunan Kecepatan	Perubahan Rute
21	XL, XV, XQ, XW, XM	0 - 52%	Tidak terjadi perubahan
		≥53%	<i>infeasible</i>
22	XV, XQ, XW, XM	0-75%	Tidak terjadi perubahan
		75 - 78%	Kenaikan 0.12% pada biaya
		79 - 83%	Kenaikan 1.62% pada biaya
		84%	Kenaikan 2.47% pada biaya
		85 - 86%	Kenaikan 3.79% pada biaya
		87%	Kenaikan 4.44% pada biaya
		≥ 88%	<i>infeasible</i>
25	XW, XM	0 - 12%	Tidak terjadi perubahan
		13 - 18%	Kenaikan 4.48% pada biaya
		19 - 44%	Kenaikan 5.3% pada biaya
		≥ 45%	<i>infeasible</i>
26	XL, XV, XQ, XW, XM	0 - 73%	Tidak terjadi perubahan
		≥ 74%	<i>infeasible</i>
27	XV, XQ, XW, XM	0 - 17%	Tidak terjadi perubahan
		≥ 18%	<i>infeasible</i>
28	XV, XW, XM	0 - 59%	Tidak terjadi perubahan
		≥ 60%	<i>infeasible</i>
29	XV, XQ, XW, XM	0 - 15%	Tidak terjadi perubahan
		16 - 29%	Kenaikan 1.32% pada biaya
		30 - 33%	Kenaikan 1.58% pada biaya
		≥ 34%	<i>infeasible</i>

3.6 Sensitivitas Biaya Variabel

Analisis sensitifitas terhadap biaya variabel dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap biaya transportasi yang dilakukan oleh PT. XYZ apabila terjadi perubahan harga bahan bakar minyak oleh pemerintah. Perubahan harga dilakukan sebanyak 5 kali, yaitu pada 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Grafik di bawah ini menunjukkan pergerakan rata-rata biaya transportasi pada saat perubahan biaya variabel. Kenaikan dan penurunan biaya variabel tidak merubah rute yang didapatkan dari hasil pemrograman.



Gambar 3: Sensitivitas Biaya Variabel

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, penyelesaian permasalahan VRP *with heterogeneous fleet and time windows* menggunakan *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) dapat disimpulkan:

1. Waktu tempuh sebagai faktor utama dalam terjadinya keterlambatan proses pengiriman selama bulan Januari 2021 oleh 5 armada dapat dioptimasi sebesar 6,61% menjadi 17949 menit. Dengan penggunaan permodelan pembatasan waktu datang dan kembali armada pada pelanggan dan perusahaan, keterlambatan dapat teratasi.
2. Biaya transportasi selama bulan Januari 2021 oleh 5 armada dapat dioptimasi sebesar 9,66% menjadi Rp. 20.744.679. Penurunan biaya transportasi dapat terjadi dikarenakan terjadinya penurunan pada jarak tempuh dimana teroptimasi sebesar 7,16% menjadi 9315,5 meter.
3. Dari hasil analisis sensitivitas penurunan kecepatan, dapat diketahui bahwa rata-rata penurunan kecepatan agar rute yang diusulkan tetap *feasible* merupakan 48% untuk kendaraan XL, 38% untuk kendaraan XV dan XQ, 39% untuk kendaraan XW, dan 41% untuk kendaraan XM.
4. Dari hasil analisis sensitivitas kenaikan biaya variabel, rata-rata kenaikan yang menyebabkan perutean *infeasible* yaitu pada 15%.

4.2 Saran

Dari hasil penelitian ini, penulis memiliki beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Proses pengumpulan data yang lebih terperinci, termasuk untuk memperhatikan rute yang digunakan oleh pengemudi dalam melakukan proses pengantaran, tidak hanya menggunakan aplikasi Google Maps untuk mengetahui jarak tempuh dari kendaraan.
2. Pengembangan aplikasi yang telah terintegrasi dengan hasil pengumpulan dan tahapan pengolahan data, agar pihak perusahaan dapat menggunakan optimasi ini lebih mudah.

Referensi:

- [1] S. Chopra, Supply Chain Strategy, Planning, and Operation, Pearson, 2014.
- [2] M. Hugos, Essential of Supply Chain Management, New York: John Wiley & Sons, 2006.
- [3] Caric, Tonci & Gold, Hrvoje, The Vehicle Routing Problem, Rijeka: InTech, 2008.
- [4] D. V. Paolo Toth, The Vehicle Routing Problem, Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2002.
- [5] D. V. Paolo Toth, Vehicle Routing Problems, Methods, and Applications, Bologna: Society for Inkartontrial and Applied Mathematics and the Mathematical Optimization Society, 2014.
- [6] A. Kamal, R. A. Vinarti and W. Anggraeni, "Optimasi Persediaan Perusahaan Manufaktur dengan Metode Mixed Integer Linear Programming," *JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 1, No. 1,* pp. 1-6, 2012.
- [7] Luenberger, David G. & Ye, Yinyu, Linear and Nonlinear Programming, New York: Springer, 2016.