

**PENENTUAN PEMBIAYAAN USULAN DISTRIBUSI PENGIRIMAN
DAN PENARIKAN MENGGUNAKAN MODEL INTEGER LINIEAR
PROGRAMING**

**(STUDI KASUS: PT. POS LOGISTIK INDONESIA BISNIS UNIT
UNILEVER)**

***DETERMINATION OF PROPOSED COSTS DISTRIBUTION DELIVERY
AND PICKUP USING THE INTEGER LINEAR PROGRAMING MODEL
(CASE STUDY: PT. POS LOGISTICS INDONESIA UNILEVER BUSINESS
UNIT)***

Arief Tri Hendrayanto ¹, Muhammad Nashir Ardiansyah ², Putu Giri Artha Kusuma³

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

¹ariieftrihendrayanto@student.telkomuniversity.ac.id,

²nashirardiansyah@telkomuniversity.ac.id,

³putugiriak@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pada tugas akhir ini berfokus pada permasalahan pembiayaan distribusi pengiriman dan/atau penarikan Bisnis Unit Unilever, PT. Pos Logistik Indonesia, yang menangani distribusi unit pendingin dari produk Unilever yaitu es krim varian Seru!. Tidak seimbangnya rasio pembiayaan rute eksisting dikarenakan pembiayaan yang disetujui oleh pihak Bisnis Unit Unilever dengan vendor penyedia moda transportasi ditentukan berdasarkan per unit angkutan, sehingga ada peluang untuk mendapatkan pembiayaan yang lebih murah. Permasalahan tersebut termasuk dalam permasalahan penentuan rute kendaraan atau Vehicle Routing Problem Pick-up and Delivery (VRPPD) karena adanya permintaan pengiriman dan/atau penarikan. Solusi yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yaitu dengan pemodelan matematika Integer Linear Programming (ILP) karena memiliki kelebihan dapat menjamin fungsi tujuan yang didapatkan optimum. Hasil tugas akhir ini berupa pembiayaan berdasarkan radius jarak antara tujuan pelanggan dengan depo gudang pengantaran, hasil yang didapat menunjukkan bahwa terdapat penurunan pembiayaan dibandingkan dengan pembiayaan eksisting hingga 37.4%. Hasil pembiayaan usulan tersebut dalam penerapannya perlu mempertimbangkan berbagai macam aspek yang bersesuaian

Kata kunci : Vehicle Routing Problem, Pick-up and Delivery, Integer Linear Programming

Abstract

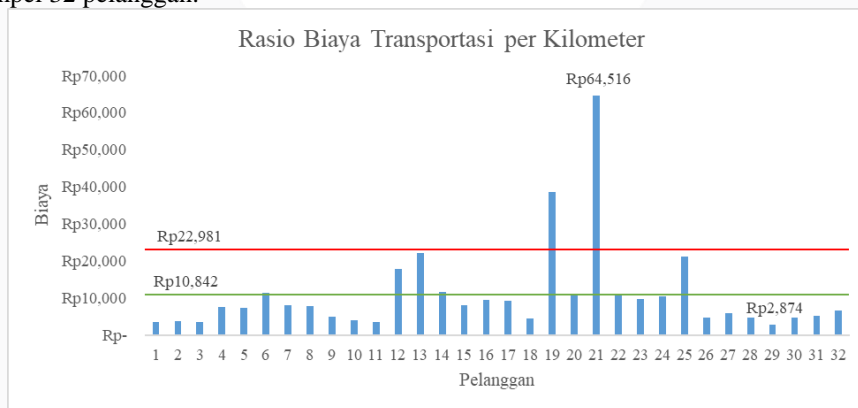
This final project focuses on the problem the distribution of shipments and/or pick-up costs of the Unilever Business Unit, PT. Pos Logistik Indonesia, which handles the distribution of refrigeration units from Unilever products, namely the Seru! variant of ice cream. The unbalanced ratio of financing for existing routes is due to the financing agreed by Unilever's Business Unit with vendors providing transportation modes, which are determined on a per transport unit basis, so there is an opportunity to get cheaper financing. These problems are included in the problem of determining vehicle routes or the Vehicle Routing Problem Pick-up and Delivery (VRPPD) due to requests for delivery and/or withdrawals. The solution used in solving the problem is the mathematical modeling of Integer Linear Programming (ILP) because it has the advantage of being able to guarantee the optimal objective function is obtained. The results of this final project are in the form of financing based on the radius of the distance between the customer's destination and the delivery warehouse depot, the results obtained indicate that there is a decrease in financing compared to existing financing up to 37.4%. The results of the proposed financing in its implementation need to consider various relevant aspects

Keywords : Vehicle Routing Problem, Pick-up and Delivery, Integer Linear Programming

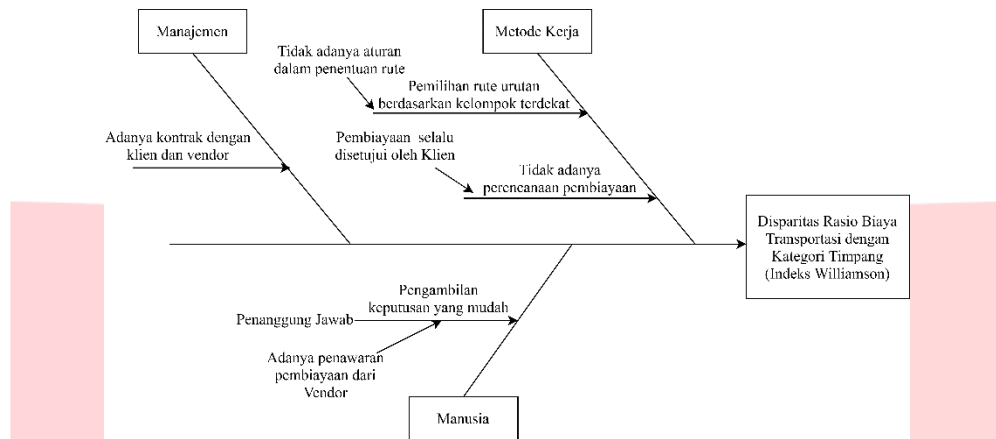
I. Pendahuluan

Pada era saat ini, persaingan industri logistik semakin ketat dengan munculnya perusahaan pendatang baru yang diakibatkan oleh keinginan konsumen dalam pengiriman barang yang cepat dengan biaya murah, hal tersebut berkaitan dengan yang namanya transportasi barang. Beberapa perusahaan dalam menentukan strategi pengiriman barang atau strategi logistik diserahkan kepada pihak lain atau yang lebih dikenal sebagai Third Party Logistic (3PL). 3PL merupakan perusahaan yang menyediakan jasa aktivitas logistik berupa mengoperasikan pusat distribusi, mengelola pengiriman produk hingga pengemasan ulang [1]. Terdapat banyak perusahaan 3PL di Indonesia, salah satunya yaitu PT. Pos Logistik Indonesia (Poslog) yang memiliki kontrak dengan beberapa perusahaan lain, salah satunya dengan PT. Unilever Indonesia yang dibentuk menjadi Business Unit tersendiri yang berlokasi di Cakung, Jakarta Utara

Bisnis Unit Unilever Cakung ini menangani distribusi unit pendingin produk es krim PT. Unilever, yaitu produk *Seru!*. Perusahaan bekerja sama dengan vendor terkait aktivitas distribusi meliputi kesiapan moda serta biaya pengiriman maupun penarikan unit. Biaya distribusi dihitung berdasarkan satuan unit yang diangkut dan area, dengan biaya sebesar Rp 200.000,- per Unit untuk area Jabodetabek dan Rp 250.000,- per Unit untuk area di luar Jabodetabek. Kapasitas angkut maksimal yang dapat dimuat kendaraan pikap sebanyak 6 unit pendingin, dengan dimensi unit pendingin seragam. Pembiayaan eksisting menimbulkan tidak samanya biaya transportasi per satuan jarak kilometer untuk setiap titik tujuannya, terdapat pelanggan dengan rasio biaya transportasi tertinggi sebesar Rp.64.516 dan terendah sebesar Rp. 2.874, dengan rata-rata rasio sebesar Rp.10.842 serta standar deviasi sebesar Rp.12.139, Jika melihat pada ukuran ketimpangan/Disparitas rasio biaya tersebut menggunakan alat ukur Indeks Williamson (IW) didapatkan nilai sebesar 0.63, yang dimana nilai tersebut berada pada rentang $0.51 < IW < 0.75$ yang berarti Timpang. Nilai rasio tersebut terlihat pada sampel 32 pelanggan.



Rasio biaya transportasi per kilometer berbanding terbalik dengan jarak tempuh dari Gudang Bisnis Unit Unilever (Depo) hingga ke titik tujuan. Semakin jauh jarak tempuh yang dilalui menghasilkan nilai rasio biaya transportasi yang lebih kecil, begitupun sebaliknya, karena dipengaruhi nilai pembagi jarak tempuh. Dengan menyamakan nilai rasio biaya transportasi per kilometer ini diharapkan dapat mengurangi biaya transportasi.



Berdasarkan *Fishbone Chart* diatas, rasio biaya transportasi yang tidak rata disebabkan oleh tiga aspek, yang pertama berdasarkan metode kerja karena tidak adanya perencanaan pembiayaan dengan vendor terkait biaya transportasi, hal ini disebabkan karena klien dari Bisnis Unit Unilever yaitu PT. Unilever Indonesia menyetujui kebijakan yang dibuat, serta rute urutan kunjungan hanya ditentukan berdasarkan kelompok tujuan terdekat tanpa menggunakan metode tertentu dalam penentuannya.

Permasalahan yang sedang dialami oleh Bisnis Unit Unilever yaitu permasalahan Vehicle Routing Problem (VRP) karena terdapat kendaraan yang memiliki kapasitas yang terbatas yang bertugas untuk mengirimkan barang ke titik-titik tujuan dengan urutan tertentu dan kembali ke titik asal. Terlebih khusus mengenai jenis VRP untuk karakteristik yang sesuai dengan permasalahan ini yaitu Vehicle Routing Problem Pick-up and Delivery (VRPPD) karena satu moda transportasi dapat melakukan pengiriman dan/atau penarikan sejumlah permintaan tertentu dalam satu trip perjalanan [2], oleh karena itu penulis mengangkat topik Perancangan biaya distribusi menggunakan model *Integer Linear Programming* (ILP) untuk meminimasi biaya transportasi.

II. Landasan Teori

II.1 Vehicle Routing Problem

Vehicle Routing Problem (VRP) adalah salah satu permasalahan kombinatorial yang paling banyak dipelajari optimasinya dan berkaitan dengan perencanaan rute yang optimal untuk digunakan oleh armada kendaraan untuk melayani sejumlah pelanggan, serta berperan dalam merancang rute yang optimal yang digunakan oleh sejumlah kendaraan yang ditempatkan pada depot untuk melayani sejumlah pelanggan dengan permintaan yang diketahui [2]. VRP didefinisikan sebagai sebuah pencarian atas cara penggunaan yang efisien dari sejumlah kendaraan yang harus melakukan perjalanan untuk mengunjungi sejumlah tempat untuk mengantar dan/atau menjemput orang/barang [2]

II.2 Vehicle Routing Problem Pick-up and Delivery

Vehicle Routing Problem Pick-up and Delivery (VRPPD) merupakan masalah VRP yang memungkinkan kendaraan melakukan tugas pengiriman dan penjemputan sekaligus. VRP semacam ini dimulai dengan proses distribusi dan/atau diakhiri dengan penjemputan pada titik konsumen [2].

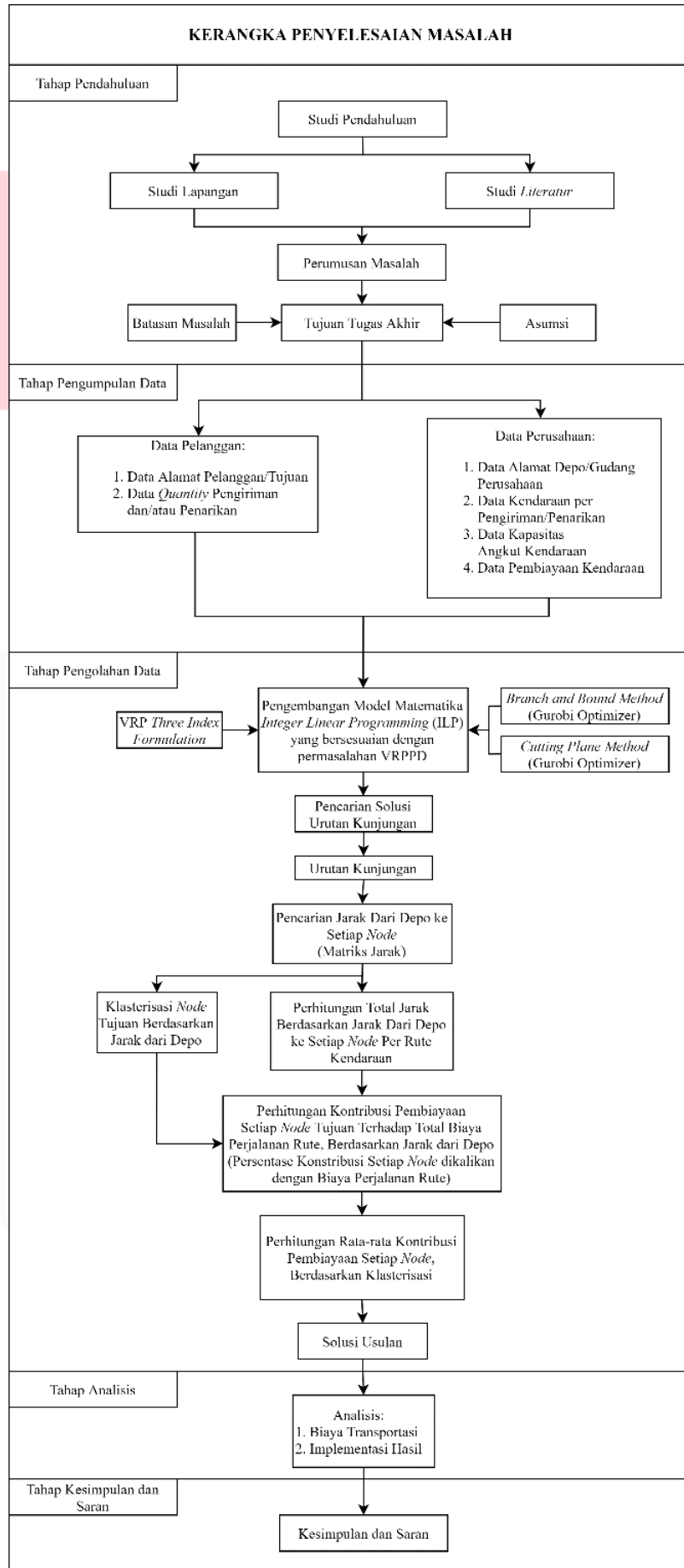
II.3 Integer Linear Programming

Integer Linear Programming (ILP) merupakan metode pencarian nilai optimal. Salah satu jenisnya yaitu *zero-one LP*, dimana variabel keputusan harus memiliki nilai integer nol atau satu. Model ini digunakan dalam memecahkan masalah dengan jawaban tidak (0) atau ya (1). Penghitungan ILP dimulai dengan menentukan variabel keputusan, batasan, dan fungsi objektif sebelum akhirnya mencari solusi optimalnya. Model ILP ini khusus untuk permasalahan yang mana variabel keputusannya tidak mengandung variabel polynomial atau bersuku banyak [3]. Cara sederhana menyelesaikan ILP adalah menggunakan metode Branch and Bound (B&B) dan Cutting Planes untuk menyelesaikan program integer umum tetapi tidak mencabangkan pada variabel riil, sehingga solusi yang ditemukan oleh metode B&B pasti akan optimal untuk masalah ILP

III. Metode Penyelesaian Masalah

Metodologi penelitian dalam penelitian ini menggunakan pemecahan masalah sistematis. Pada tahap pendahuluan awal, dilakukan studi lapangan serta studi literatur guna mengidentifikasi permasalahan yang terjadi. Selanjutnya pengumpulan data yang bersesuaian untuk pendukung pengolahan data. Pada tahapan awal pengolahan data, dilakukan pengembangan model matematika ILP untuk VRPPD dari formulasi VRP Three Index, lalu ditransformasi untuk men-generate solusi pada Software Sypyder dengan menggunakan bahasa pemrograman Python 3.8 dan Solver Gurobi 10.1.

Hasil solusi tersebut kemudian dilakukan perhitungan pembiayaan distribusi pengiriman dan/atau penarikan usulan, yaitu diawali mencari jarak tempuh antar titik tujuan serta jarak total pada rute urutan kunjungan, lalu menghitung kontribusi biaya setiap titik tujuan pada rute yang bersesuaian. Kemudian mencari rata-rata kontribusi biaya setiap titik tujuan berdasarkan klasterisasi radius jarak setiap titik tujuan dengan depo. Hasil rata-rata biaya tersebut menjadi pembiayaan usulan distribusi pengiriman dan/atau penarikan



III. 1 Pengumpulan Data

Dalam penyelesaian permasalahan, setidaknya membutuhkan 30 data harian serta terdapat beberapa data yang diperlukan, seperti:

1. Data permintaan

Data permintaan yang bersumber dari data primer perusahaan, dengan komponen data: waktu permintaan, tujuan distribusi, permintaan pengiriman dan/atau penarikan, serta unit yang akan dipenuhi permintaannya.

Tanggal	Nama Toko	Alamat Toko	QTY	UOM	Transaksi
2020-08-27	Warung Yanna Cell	Jl. Demang 7 no:01 Rt03/Rw05 kel pakulonon barat	1	Unit	Tarik
2020-08-27	Rojan cell	jl swaday RT 1/7 kel kebon kacang	1	Unit	Tarik
2020-08-27	Warung Dzakiyah	Jl. H. Umar Kav. Pondok Aren Rt.004/05 No. 10 kel pd aren	1	Unit	Tarik
Dst	...	...	...	...	...

2. Data Jarak dan Waktu Tempuh

Data Jarak dan waktu tempuh penulis dapatkan dengan menggunakan peta digital yaitu aplikasi Google Maps (<http://maps.google.com/>). Dalam mendapatkan datanya, penulis menginputkan alamat Depo dengan alamat pelanggan atau antar pelanggan serta jenis kendaraan pada tools Route dalam aplikasi tersebut, lalu akan ditampilkan jarak dari jalan yang dilalui beserta dengan waktu tempuhnya dan dibentuk menjadi matriks seperti berikut:

2020-08-27

	D	C1	C2	C3	Dst
D	99999	41.9	30	53.9	...
C1	41.9	99999	12.7	7.3	...
C2	30	12.7	99999	30.1	...
C3	53.9	7.3	30.1	99999	...
Dst	...	...	...	...	...

2020-08-27

	D	C1	C2	C3	Dst
D	99999	60	42	67	...
C1	60	99999	33	24	...
C2	42	33	99999	50	...
C3	67	24	50	99999	...
Dst	...	...	...	...	...

3. Data Pembiayaan

Pembiayaan Eksisting dalam aktivitas distribusi pengiriman dan/atau penarikan Unit pendingin berdasarkan area Jabodatabek sebesar Rp.200.000,- dan luar Jabodetabek sebesar Rp.250.000,- yang ditentukan oleh pihak vendor sebagai penyedia moda transportasi dan pembiayaan tersebut disetujui pihak klien yaitu PT. Unilever. Dalam penentuan pembiayaan usulan, penulis mengumpulkan data komponen pembiayaan serta data operasional bersumber dari pihak Operasional, Bisnis Unit Unilever sebagai dasar acuan penentuan pembiayaan usulan yang tersusun dari biaya, biaya variabel dan biaya lain-lain. Sehingga didapatkan biaya operasional kendaraan sebagai berikut

Data Biaya Operasional	
Biaya	Jumlah
Akumulasi Biaya Tetap/Hari/Kendaraan (Pembulatan)	Rp 365,000
Akumulasi Biaya Tak Tetap/Km	Rp 725
Akumulasi Biaya Lain/Hari/Kendaraan	Rp 300,000
Biaya Operasional/Kendaraan/Km	665000 + 725 Km

4. Data Pendukung dan Asumsi

Data pembatas merupakan data pendukung sistem distribusi yang akan dimasukkan ke dalam model ILP, seperti halnya kapasitas kendaraan, waktu batas akhir kendaraan kembali ke depo, dan sebagainya. Serta asumsi seperti jarak titik asal ke tujuan dan sebaliknya sama, waktu melayani pelanggan selama 20 menit.

III.2 Model ILP

Permasalahan yang dialami oleh Bisnis Unit Unilever, PT Pos Logistik Indonesia dapat dirumuskan ke dalam sebuah model matematika dengan untuk meminimasi biaya transportasi. Model matematika dirumuskan agar sesuai dengan kondisi objek tugas akhir sebagai berikut[4][5]
Fungsi Tujuan:

$$Minimize \text{ Total Biaya Transportasi} = \sum_{i \in Nd} \sum_{j \in Nd} \sum_{v \in V} x_{ijv} D_{ij} C_v + \sum_{j \in Nd} \sum_{v \in V} x_{0jv} C_f \quad (1)$$

Pembatas:

$$\sum_{j \in Nd} \sum_{v \in V} x_{ijv} = 1 \quad \forall i \in N \quad (2)$$

$$\sum_{i \in Nd} \sum_{v \in V} x_{ijv} = 1 \quad \forall j \in N \quad (3)$$

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

$$\sum_{i \in N} x_{0iv} \leq 1 \quad \forall v \in V \quad (5)$$

$$g_{0v} \geq \sum_{i \in Nd} \sum_{j \in Nd} x_{ijv} K r_i \quad \forall v \in V \quad (6)$$

$$g_{jv} \geq g_{iv} - K r_j + T r_j + ((x_{ijv} - 1) \times Z) \quad \forall i \in Nd, j \in N, v \in V \quad (7)$$

$$g_{iv} \leq Q \quad \forall i \in Nd, v \in V \quad (8)$$

$$a_{jv} \geq a_{iv} + T_{ij} + S t + ((x_{ijv} - 1) \times Z) \quad \forall i \in Nd, j \in N, v \in V \quad (9)$$

$$a_{iv} + T_{i0} \leq L \quad \forall i \in N, v \in V \quad (10)$$

Dimana definisi data set, variabel, parameter, dan lain-lain sebagai berikut:

Indeks

- i* Node (posisi) awal
- j* Node (posisi) tujuan
- v* Kendaraan
- 0 Depo

k Node Tambahan

Himpunan

N Himpunan anggota *node*
 Nd Himpunan anggota *node* dan depo
 V Himpunan anggota Kendaraan

Variabel

x_{ijv} $\{0,1\}$ *binary* variabel yang menunjukkan apakah *node* (i, j) dilintasi (1) atau tidak (0) oleh kendaraan v
 x_{0jv} $\{0,1\}$ *binary* variabel yang menunjukkan apakah *node* (0, j) dilintasi (1) atau tidak (0) oleh kendaraan v
 x_{0iv} $\{0,1\}$ *binary* variabel yang menunjukkan apakah *node* (0, i) dilintasi (1) atau tidak (0) oleh armada v
 x_{ikv} $\{0,1\}$ *binary* variabel yang menunjukkan apakah *node* (i, k) dilintasi (1) atau tidak (0) oleh kendaraan v
 x_{kfv} $\{0,1\}$ *binary* variabel yang menunjukkan apakah *node* (k, j) dilintasi (1) atau tidak (0) oleh kendaraan v
 g_{iv} Akumulasi muatan kendaraan di *node* i oleh kendaraan v
 g_{jv} Akumulasi muatan kendaraan di *node* j oleh kendaraan v
 g_{0v} Akumulasi muatan pengiriman dari depo oleh kendaraan v
 a_{iv} Akumulasi waktu tempuh di *node* i pada armada v
 a_{jv} Akumulasi waktu tempuh di *node* j pada armada v

Parameter

Kr Kuantitas permintaan Pengiriman pelanggan
 Tr Kuantitas permintaan Penarikan pelanggan
 Q Kapasitas kendaraan
 T_{ij} Waktu tempuh dari *node* i ke *node* j
 St Waktu melayani pelanggan
 T_{i0} Waktu tempuh dari *node* i ke depo
 E Waktu mulai aktivitas distribusi
 L Waktu akhir aktivitas distribusi
 D_{ij} Jarak dari *node* i ke *node* j
 Cv Biaya Variabel
 Cf Biaya Tetap
 Z Bilangan bernilai besar

Persamaan (1) merupakan Fungsi Tujuan yaitu meminimasi total biaya transportasi dari seluruh kendaraan yang digunakan. Persamaan (2) dan (3) merupakan pembatas setiap pelanggan hanya dapat dikunjungi tepat satu kali, pembatas (2) yaitu perjalanan meninggalkan i, dan pembatas (3) merupakan perjalanan mengunjungi j. Persamaan (4) merupakan pembatas kekontinuan rute, untuk memastikan persamaan (2) dan (3). Persamaan (5) merupakan pembatas setiap rute perjalanan kendaraan berakhir di depo. Persamaan (6) merupakan pembatas inisial muatan kendaraan dari depo pada saat melakukan pemenuhan pengiriman. Persamaan (7) merupakan akumulasi muatan kendaraan. Persamaan (8) merupakan pembatas kapasitas maksimum kendaraan. Persamaan (9) merupakan akumulasi waktu tempuh kendaraan. Persamaan (10) merupakan pembatas waktu tempuh kendaraan hingga kembali ke depo

IV. Pembahasan

IV.1 Perancangan Pembiayaan

Model ILP yang telah ditransformasikan ke dalam bahasa pemrograman Python pada Software Spyder dengan menggunakan Solver Gurobi 9.1.0 kemudian di-run untuk mendapatkan solusi rute dalam rentang data input per hari. Perbandingan hasil solusi model ILP dengan eksisting selama 30 hari kerja terdapat penurunan dari segi biaya transportasi sebesar 39.1%, jarak tempuh sebesar 34.6%, dan penggunaan moda transportasi sebesar 35.5%, seperti yang ditunjukkan pada berikut

	Jumlah Kendaraan	Total Jarak Tempuh (Km)	Total Biaya Transportasi
Eksisting	110	11345.5	Rp 86,400,000
Solusi Model ILP	71	7425.4	Rp 52,598,415
Selisih	39	3920.1	Rp 33,801,585
% Penurunan	35.5%	34.6%	39.1%

Hasil solusi solver model ILP tersebut kemudian dilanjutkan dalam perhitungan pembiayaan distribusi usulan yang dimana hasil dari perhitungan pembiayaan ini diharapkan dapat menjadi solusi dari permasalahan yang dialami oleh Bisnis Unit Unilever, PT. Pos Logistik Indonesia,

Rentang Jarak Depo ke Pelanggan		Biaya Distribusi Usulan	Biaya Distribusi Eksisting	% Penurunan	Rata-rata % Penurunan
Rentang 20 Km	Jarak > 40 Km	Rp 149,827	Rp 200,000	25.1%	35.6%
	40 Km < Jarak < 20 Km	Rp 135,798		32.1%	
	Jarak < 20 Km	Rp 100,911		49.5%	
Rentang 15 Km	Jarak > 30 Km	Rp 147,735		26.1%	37.4%
	30 Km < Jarak < 15 Km	Rp 117,739		41.1%	
	Jarak < 15 Km	Rp 110,236		44.9%	

IV.2 Analisa Biaya

Biaya pendistribusian usulan dalam radius 20 Km maupun radius 15 Km memiliki biaya yang lebih murah dibandingkan dengan biaya pendistribusian eksisting pada area Jabodetabek sebesar Rp. 200.000,- yang dimana rata-rata persentase penurunan biaya yang lebih besar yaitu rentang radius rentang 15 Km sebesar 37.4%, sehingga penulis memberikan usulan solusi dari permasalahan yang dialami oleh Bisnis Unit Unilever, PT Pos Logistik Indonesia yaitu pembiayaan pendistribusian pengiriman dan/atau penarikan dalam rentang 15 Km jarak depo ke pelanggan

Hasil biaya pendistribusian usulan jika dilihat berdasarkan rasio biaya per kilometer, didapatkan bahwa untuk rentang per 15 km dengan jarak titik tujuan lebih dari 30 km dari depo memiliki standar deviasi sebesar Rp. 767, serta nilai IW sebesar 0.246 yang berada dalam rentang $0 < IW < 0.25$ yang berarti Merata dengan baik. Untuk rentang jarak titik tujuan 15 – 30 km memiliki standar deviasi sebesar Rp. 882, serta nilai IW sebesar 0.159 yang berada dalam rentang $0 < IW < 0.25$ yang berarti Merata dengan Baik. dan untuk rentang 0 sampai 15 km memiliki standar deviasi sebesar Rp. 4.917, serta nilai IW sebesar 0.316 yang berada dalam rentang $0.26 < IW < 0.50$ yang berarti Cukup Merata

IV.3 Analisa Sensitifitas

Dalam sistem nyata, terdapat kemungkinan adanya perubahan aturan/kebijakan dari pihak eksternal yang dapat mempengaruhi pengambilan keputusan perusahaan. Seperti perubahan aturan gaji pekerja, aturan perubahan nilai pajak kendaraan, dan lain-lain yang mempengaruhi komponen biaya tetap, dan ujungnya pada pembiayaan. Oleh karena itu, penulis menganalisa sensitifitas hasil solusi dari metode tugas akhir ini dengan perubahan nilai biaya tetap dalam rentang -10% hingga 10%.

Pada Gambar di bawah ini terlihat bahwa dengan adanya perubahan komponen biaya pada biaya tetap, menghasilkan grafik garis lurus pada perubahan pembiayaan usulan dalam rentang tersebut. Hal ini dikarenakan tidak adanya perubahan rute kendaraan sehingga tingkat peningkatan/penurunan total pembiayaan rute kendaraan sebesar persentase perubahan biaya tetap tersebut. Jika dilihat berdasarkan tingkat kemiringan garis (gradien) yang terbentuk, misal pada rentang jarak dari depo ke pelanggan lebih dari 30 Km, perubahan peningkatan biaya tetap 5% dari Rp.665.000 menjadi Rp. 698.250 maka dihasilkan perubahan biaya usulan dari Rp147,735 menjadi Rp153,462 atau meningkat sebesar 3.8%, didapatkan tingkat kemiringan (gradien m) dengan menghitung selisih perubahan biaya usulan dibagi dengan selisih perubahan koefisien biaya tetap, dihasilkan kemiringan sebesar 0.17 atau kurang dari 1 (gradien $m < 1$). Nilai kemiringan kurang dari 1 dapat

diartikan sebagai, dengan perubahan nilai biaya tetap sebesar 1 satuan, dihasilkan perubahan biaya usulan kurang dari 1 satuan, sehingga grafik yang dihasilkan relatif melandai dan cenderung lurus.



V. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari tugas akhir ini yaitu, pembiayaan distribusi usulan dalam melakukan aktivitas pengiriman dan/atau penarikan unit berdasarkan radius jarak dari depo dengan titik tujuan didapatkan sebesar Rp.147,735 untuk radius jarak lebih dari 30 km, Rp.117,739 untuk rentang radius jarak 15 km hingga 30 km, dan Rp.110,236 untuk radius jarak kurang dari 15 km dengan rata-rata penurunan pembiayaan distribusi sebesar 37.4% dibandingkan pembiayaan eksisting, dengan disparitas ketiga pembiayaan tersebut dalam ketogori merata. Serta dalam penerapannya perlu mempertimbangkan beberapa hal kontrak kerja dengan vendor, kemampuan sumber daya manusia, serta penggunaan perangkat yang mendukung

Referensi

- [1] M. Christopher, "Logistics and supply chain management: creating value-adding networks," 2011.
- [2] D. (Universita degli S. di B. Toth, P & Vigo, *The Vehicle Routing Problem*. 2002.
- [3] Z. Borčinová, "Two models of the capacitated vehicle routing problem," *Croat. Oper. Res. Rev.*, vol. 8, no. 2, pp. 463–469, 2017, doi: 10.17535/crorr.2017.0029.
- [4] F. S. Lubis and M. K. Herliansyah, "Vehicle Routing Problem with Simultaneous Delivery and Pick-up Services (VRPSDP) pada Distribusi Tabung Gas LPG 3 Kg (Kasus: PT. Lentera Putera Sejahtera)," *Semin. Nas. Tek. Ind.*, no. November, pp. 22–29, 2017.
- [5] A. N. Letchford and J. J. Salazar-González, "The Capacitated Vehicle Routing Problem: Stronger bounds in pseudo-polynomial time," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 272, no. 1, pp. 24–31, 2019, doi: 10.1016/j.ejor.2018.06.002.