

**PERANCANGAN RUTE ARMADA DI PT XYZ MENGGUNAKAN ALGORITMA TABU SEARCH
PADA VEHICLE ROUTING PROBLEM HETEROGENEOUS FLEET WITH TIME WINDOW UNTUK
MEMINIMASI BIAYA TRANSPORTASI**

**DESIGN OF FLEET ROUTES IN PT. XYZ USING TABU SEARCH ALGORITHM ON VEHICLE ROUTING
PROBLEM HETEROGENEOUS FLEET WITH TIME WINDOW TO MINIMIZE TRANSPORTATION COST**

Ludfenia Rahmadhini¹, Sri Martini², Murni Dwi Astuti³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹feni.rahmadhini@gmail.com , ²srimartini59m@gmail.com , ³murnidwiasuti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT. XYZ adalah sebuah perusahaan yang mengkhususkan diri dalam pembuatan suku cadang dan komponen motor. Perusahaan terletak di daerah Cimahi, Jawa Barat dan mulai beroperasi pada tahun 1969. Perusahaan ini memiliki gudang sebagai tempat penyimpanan bahan baku dan *finish good*. *Finish good* tersebut akan didistribusikan ke luar kota Bandung. PT. XYZ sering mengalami keterlambatan pengiriman sehingga menyebabkan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan lebih besar. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rute yang dapat meminimasi total biaya transportasi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan.

Permasalahan yang terjadi pada PT. XYZ merupakan permasalahan umum pada bidang transportasi yang pada umumnya diselesaikan dengan pendekatan *Vehicle Routing Problem*. VRP yang terjadi pada PT. XYZ termasuk kedalam karakteristik VRP *with Heterogeneous Fleet* dan VRP *with Time Windows*. Permasalahan ini diselesaikan menggunakan Algoritma *Tabu Search* dan Algoritma *Nearest Neighbour* sebagai solusi awal yang digunakan untuk masukkan dalam algoritma *Tabu Search*.

Pendekatan VRP menggunakan algoritma *Tabu Search* mampu menghasilkan rute yang dapat meminimasi total biaya transportasi secara keseluruhan sebesar 33% dari kondisi eksisting.

Kata Kunci : *Vehicle Routing Problem, Heterogeneous Fleet, Time Windows, Split Delivery, Algoritma Nearest Neighbour, Algoritma Tabu Search.*

Abstract

PT. XYZ is a company who specialize in manufacturing of spare parts and motorcycle component. This company is located in Cimahi, Jawa Barat and started to operate in 1969. They have inventories room for saving raw materials and *finish good* to be distributed to out of Bandung. PT. XYZ run into delays of delivery frequently until causing the increase of delivery costs that must be issued by the company. This research aims to make route which can minimize the total of transportation costs.

The problems that occur in this company is general problem in transportation sector who can be completed with *Vehicle Routing Problem*. In PT. XYZ, the category of VRP that can be used are VRP *with Heterogeneous Fleet*, VRP *with Time Windows* and VRP *with Split Delivery*. This problem will be finished by using *Tabu Search Algorithm* and *Nearest Neighbour Algorithm* as first solution to be included into the *Tabu Search Algorithm*.

The VRP that use *Tabu Search Algorithm* is capable to make route which can minimize the total of transportation cost 33% from existing condition relatively.

Keywords: *Vehicle Routing Problem, Heterogeneous Fleet, Time Windows, Split Delivery, Nearest Neighbour Algorithm, Tabu Search Algorithm*

1. Pendahuluan

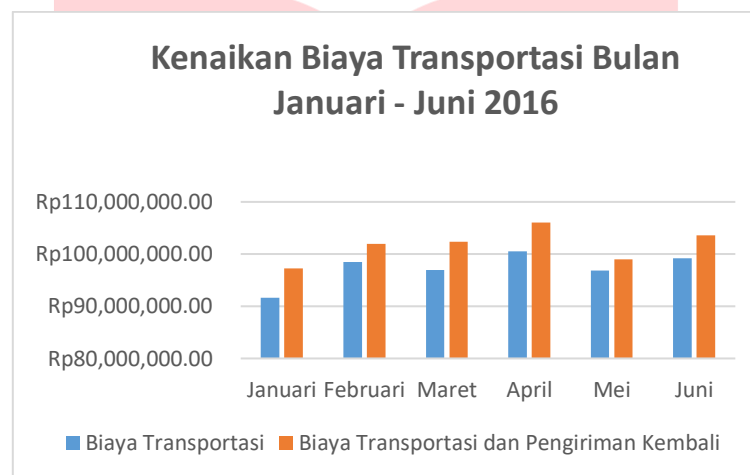
PT. XYZ adalah sebuah perusahaan yang mengkhususkan diri dalam pembuatan suku cadang dan komponen motor. Perusahaan terletak di daerah Cimahi, Jawa Barat Perusahaan ini memiliki gudang sebagai tempat penyimpanan bahan baku dan *finish good*. *Finish good* tersebut akan didistribusikan ke luar kota Bandung. Dalam pendistribusian produknya, PT. XYZ memiliki armada transportasi berjumlah 5 unit yaitu 4 unit truk *Wingbox*, dan 1 unit *Colt Diesel Engkle*. PT. XYZ mengirimkan produknya hanya berdasarkan jumlah yang dipesan oleh konsumen. Untuk jadwal pengiriman telah disepakati oleh pihak konsumen dan pihak perusahaan. Pengiriman dilakukan setiap hari ke berbagai titik tujuan. Keberangkatan armada dimulai dari titik awal dan kembali lagi ke titik awal jika sudah selesai dalam proses pengiriman. Dalam pengiriman, *time window* telah ditentukan oleh konsumen. Menurut Nourma., dkk (2018) [1] *Time window* adalah rentang waktu layanan yang ditentukan oleh pelanggan untuk menerima produk yang dipesan dari suatu perusahaan. Jika *driver* tiba pada lokasi tujuan namun bukan dalam waktu penerimaan maka *driver* akan kembali ke titik awal dan mengirim kembali di

hari berikutnya. Kondisi seperti ini merupakan pemborosan sehingga dapat menimbulkan kerugian pada perusahaan.

Tabel I. 1 Jumlah keberangkatan dan Keterlambatan Tahun 2016 (Sumber: PT XYZ 2016)

Bulan	Jumlah Keberangkatan (Pengiriman)	Jumlah Keterlambatan (Pengiriman)	Biaya Pengiriman Kembali (Rp)
Januari	238	13	Rp 5,665,047.81
Februari	239	7	Rp 3,437,411.15
Maret	233	15	Rp 5,318,904.09
April	235	13	Rp 5,425,420.71
Mei	229	10	Rp 2,187,325.21
Juni	234	14	Rp 4,344,310.81

Keterlambatan tersebut dapat mengakibatkan peningkatan pada biaya transportasi karena adanya pengiriman kembali. Berikut merupakan Gambar 1.2 yang menunjukkan peningkatan biaya transportasi pada bulan Januari – Juni 2016.



Gambar 1.1 Biaya Transportasi

PT. XYZ memiliki permasalahan transportasi yang dapat diselesaikan menggunakan pendekatan VRP yang memiliki beberapa karakteristik. Pendistribusian produk terhadap *customer* pada PT. XYZ dilakukan dengan jenis armada yang berbeda. Hal ini dikategorikan ke dalam karakteristik VRP *heterogeneous fleet*. Selain itu, setiap *customer* memiliki rentang waktu pelayanan dalam menerima produk serta dapat dilayani oleh lebih dari satu kendaraan sehingga dapat dikategorikan ke dalam karakteristik VRP *time window* dan karakteristik VRP *Split Delivery*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Transportasi

Secara umum fungsi distribusi dan transportasi pada dasarnya adalah menghantarkan produk dari lokasi dimana produk tersebut diproduksi sampai dimana mereka akan digunakan. Manajemen transportasi mencakup baik aktivitas fisik yang secara kasat mata bisa kita saksikan seperti menyimpan dan mengirim produk, maupun fungsi non-fisik yang berupa aktivitas pengolahan informasi dan pelayanan kepada pelanggan [2].

2.2 Vehicle Routing Problem

Vehicle Routing Problem (VRP) diperkenalkan pertama kali oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959[3], semenjak itu telah dipelajari secara luas. *Vehicle routing Problem* merupakan penentuan sebuah set rute dimana setiap rute tersebut dilakukan oleh sebuah kendaraan yang memulai perjalanan dari depot dan kembali lagi ke depot untuk memenuhi permintaan konsumen tanpa melanggar batasan-batasan yang ditetapkan serta dapat meminimasi biaya transportasi [4]. Penentuan pasangan *vehicle-customer* ini dilakukan dengan mempertimbangkan kapasitas *vehicle* dalam satu kali angkut untuk meminimalkan biaya yang diperlukan. Biasanya penentuan biaya minimal erat kaitannya dengan jarak yang minimal [5]. Tujuan dari VRP adalah meminimalkan biaya transportasi keseluruhan [6]. Suprayogi (2013)[7] telah mengembangkan beberapa varian dari VRP, seperti VRP with *Heterogeneous Fleet*, VRP with *Time window*, VRP with *Split Delivery*.

2.3 Algoritma Nearest Neighbor

Metode *Nearest Neighbor* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1983 dan merupakan metode yang sangat sederhana. Menurut Muttaqin., dkk (2016)[8] konsep dari algoritma ini adalah mencari pelanggan yang terdekat dari posisi terakhir kendaraan dengan memperhatikan batasan time window dan juga kapasitas kendaraan. Pada setiap iterasinya, dilakukan pencarian pelanggan terdekat dengan pelanggan yang terakhir untuk ditambahkan pada akhir rute tersebut. Rute baru dimulai dengan cara yang sama jika tidak terdapat posisi yang fisibel untuk menempatkan pelanggan baru karena kendala kapasitas atau *time windows* [9].

2.4 Algoritma Tabu Search

Tabu Search (TS) merupakan sebuah metode *local search* pada metaheuristik yang di perkenalkan oleh Glover pada tahun 1986[10]. Menurut Gendreau dkk (1994)[11], mendeskripsikan *Tabu Search* dimana terjadinya pertukaran busur dengan jarak terdekat. Untuk meminimalkan jumlah rute, algoritma mencoba memindahkan pelanggan dari rute satu ke beberapa pelanggan dengan rute lain dengan menggunakan pertukaran yang dihasilkan oleh solusi awal.

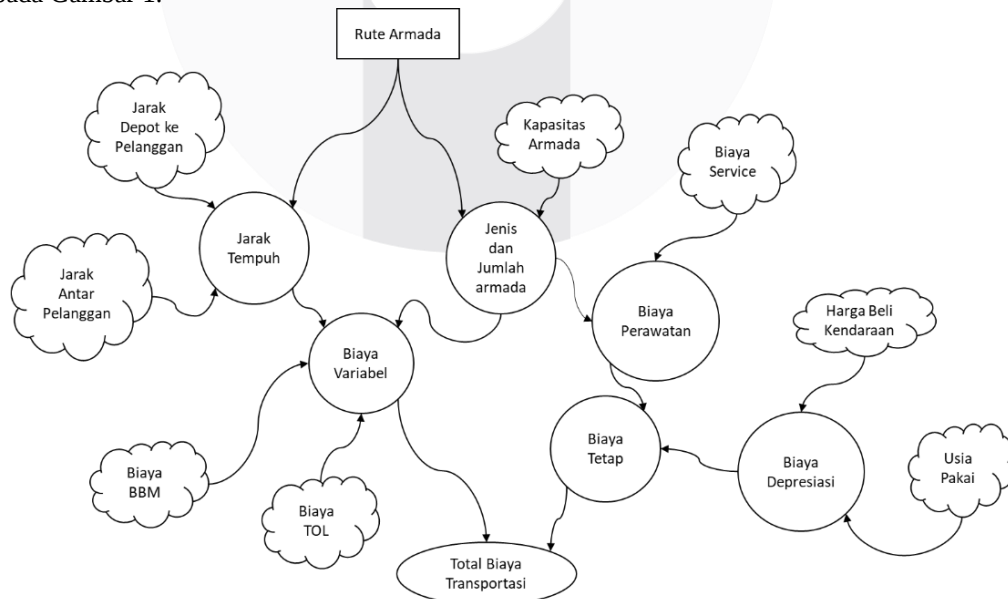
Tabu Search memiliki beberapa elemen utama yang digunakan untuk menyelesaikan VRP [12] :

1. Representasi Solusi
Representasi solusi yang digunakan Algoritma *Tabu Search* adalah suatu urutan titik-titik (*nodes*), dimana tiap titik (*node*) hanya terlihat sekali dalam urutan. Titik (*node*) tersebut merepresentasikan depot dan pelanggan.
2. Pembentukan Solusi Awal (*Initial Solution*)
Pada tahap pembentukan solusi awal, titik-titik (*nodes*) akan dibentuk menggunakan metode random atau metode heuristik yang nantinya akan diperbaiki pada iterasi berikutnya.
3. Solusi *Neighborhood*
Solusi *neighborhood* merupakan solusi alternatif yang diperoleh dengan melakukan peprindahan node (*move*). Setiap perpindahan node (*move*) akan menghasilkan satu solusi *Neighborhood*.
4. *Tabu List*
Tabu list berisi atribut *move* yang telah ditemukan pada iterasi sebelumnya. Ukuran *Tabu List* akan bertambah seiring meningkatnya ukuran masalah.
5. Kriteria Aspirasi
Pada tahap ini ialah tahap menentukan kriteria aspirasi, kriteria aspirasi adalah suatu metode untuk membatalkan status tabu. Elemen ini berfungsi sebagai fungsi tujuan atau *goal* yang akan di capai.
6. Kriteria Pemberhentian
Kriteria ini digunakan pada saat setelah semua iterasi yang telah ditentukan sudah terpenuhi.

3. Pembahasan

3.1 Influence Diagram

Penyelesaian masalah menggunakan algoritma *Tabu Search* membutuhkan beberapa parameter serta komponen yang digunakan sebagai *input* serta *output* seperti yang digambarkan dalam *influenced diagram* yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 3.1 Influence Diagram

3.2 Model Matematis

Permasalahan transportasi yang terjadi pada PT. XYZ dirumuskan kedalam model matematis dengan fungsi tujuan untuk meminimasi total biaya transportasi. Perumusan model matematis merujuk pada model yang digunakan oleh Belfiore P dan Hugo (2012) [13] dengan karakteristik VRP *Heterogenous Fleet, Time Window* dan *Split Delivery*. Berikut merupakan uraian perumusan model matematis pada penelitian ini :

Indeks :

i = indeks notasi pelanggan , $i = 0,1,2,3,\dots,n$
 j = indeks notasi pelanggan , $j = 0,1,2,3,\dots,n$
 p = indeks notasi pelanggan , $p = 1,2,3,\dots,n$
 k = indeks notasi kendaraan , $k = 1,2,3,4,\dots,m$
 0 = indeks notasi depot

Parameter :

c_{ij} = Biaya *travel* dari titik i ke j (Rp)
 a_k = Kapasitas angkut kendaraan (box)
 f_k = *fixed cost* (Rp)
 d_{ij} = jarak dari titik i ke j (km)
 q_i = *Demand* di titik i (box)
 t_{ij} = Waktu perjalanan dari titik i ke j (jam)
 e_i = Batas awal *time window* di titik i (jam)
 l_i = Batas akhir *time window* di titik i (jam)
 s_i = Waktu pelayanan di titik i (jam)
 M = Jumlah yang bernilai cukup besar (jam)
 n = Jumlah pelanggan
 K = Jumlah kendaraan

Variabel Keputusan :

x_{ij}^k = 1, jika konsumen j dipasok setelah konsumen i oleh kendaraan k
 = 0, jika tidak demikian
 y_i^k = Fraksi pemenuhan permintaan customer i saat menggunakan kendaraan k
 b_i^k = saat dimana layanan dimulai pada customer i oleh kendaraan k

Fungsi Tujuan:

$$\min \sum_{k=1}^K f_k \sum_{j=1}^n x_{0j}^k + \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \sum_{k=1}^K c_{ij} x_{ij}^k \quad (\text{IV} - 4)$$

Pembatas :

$$\sum_{j=1}^n x_{0j}^k = 1 \quad k = 1, \dots, K \quad (\text{IV} - 5)$$

$$\sum_{i=0}^n x_{ip}^k - \sum_{j=0}^n x_{pj}^k = 0 ; \quad p = 0, \dots, n ; k = 1, \dots, K \quad (\text{IV} - 6)$$

Pembatas (IV-5) dan (IV-6) memastikan bahwa kendaraan berangkat dari depot, setelah selesai melayani seorang konsumen, kendaraan tersebut akan pergi lagi dan kendaraan kembali ke depot.

$$\sum_{k=1}^K y_i^k = 1 \quad i = 1, \dots, n \quad (\text{IV} - 7)$$

Pembatas (IV-7) memastikan bahwa total permintaan customer i terpenuhi.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_i y_i^k \leq a_k ; \quad k = 1, \dots, K \quad (\text{IV} - 8)$$

Pembatas (IV-8) memastikan bahwa jumlah permintaan *customer* tidak melebihi kapasitas kendaraan yang digunakan.

$$y_i^k \leq \sum_{j=0}^n x_{ij}^k ; \quad i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, K \quad (\text{IV} - 9)$$

Pembatas (IV-9) memastikan bahwa permintaan dari setiap *customer* hanya akan terpenuhi jika kendaraan yang ditentukan mengunjungi lokasi *customer*.

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^n x_{ij}^k \geq 1 \quad j = 0, \dots, n \quad (\text{IV} - 10)$$

Pembatas (IV-10) memastikan bahwa setiap *customer* akan dikunjungi setidaknya sekali dengan satu kendaraan.

$$b_i^k + s_i + t_{ij} - M_{ij}(1 - x_{ij}^k) \leq b_j^k \quad i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n; k = 1, \dots, K \quad (\text{IV} - 11)$$

Pembatas (IV-11) waktu kedatangan di *customer-j* adalah hasil dari waktu keberangkatan dari *customer-i* ditambah waktu pelayanan di *customer*. $M_{ij} = l_i + t_{ij} - e_j$.

$$e_i \leq b_i^k \leq l_i ; \quad i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, K \quad (\text{IV} - 12)$$

Pembatas (IV-12) menjamin bahwa semua pelanggan dilayani dalam *time window* mereka.

$$y_i^k \geq 0 \quad i = 1, \dots, n \quad k = 1, \dots, K \quad (\text{IV} - 13)$$

$$b_i^k \geq 0 \quad i = 1, \dots, n; k = 1, \dots, K \quad (\text{IV} - 14)$$

Pembatas (IV-13) dan (IV-14) memastikan bahwa variabel keputusan y_i^k dan b_i^k bernilai positif.

$$x_{ij}^k \in \{0,1\} \quad i = 0, \dots, n; j = 0, \dots, n; k = 1, \dots, K \quad (\text{IV} - 15)$$

Pembatas (IV-15) memastikan bahwa variabel keputusan x_{ij}^k adalah bilangan binari.

3.3 Solusi Awal dengan Algoritma Nearest Neighbor

Dalam pencarian solusi awal algoritma yang digunakan adalah *Nearest Neighbor*. Algoritma tersebut merupakan metode sederhana dimana dalam pencariannya memilih pelanggan terdekat dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan dan *time window* kemudian memasukkannya ke dalam rute. Hasil rute dari algoritma ini digunakan sebagai solusi awal dari algoritma *Tabu Search*.

Tabel 3.1 Rute Awal Hasil Pencarian menggunakan Algoritma *Nearest Neighbor*

Trip	Jenis Kendaraan	Rute						
		Depot	C8	C14	C9	C1	C7	Depot
1	Wingbox 1	Depot	C8	C14	C9	C1	C7	Depot
2	Wingbox 2	Depot	C3	C4	C2	C13	Depot	
3	CDE	Depot	C11	C12	C8	Depot		

3.4 Algoritma Tabu Search

Setelah mendapatkan hasil solusi awal dari perhitungan algoritma *Nearest Neighbor* selanjutnya mencari hasil solusi optimal menggunakan algoritma *Tabu Search*. Perhitungan ini menggunakan solusi awal yang diperoleh sebelumnya menggunakan algoritma *Nearest Neighbor* untuk memperoleh solusi terbaik yang ada pada keseluruhan solusi dengan bantuan dari aplikasi MATLAB versi 2017. Berikut merupakan hasil solusi akhir yang diperoleh dari perhitungan menggunakan algoritma *Tabu Search*.

Tabel 3.2 Rute Usulan Hasil Algoritma *Tabu Search*

Trip	Jenis Kendaraan	Rute						
		Depot	C8	C13	C2	C1	Depot	
1	Wingbox 1	Depot	C8	C13	C2	C1	Depot	
2	Wingbox 2	Depot	C3	C4	C14	C7	C9	Depot
3	CDE	Depot	C12	C11	C8	Depot		

3.5 Analisis Perbandingan Jarak

Jarak tempuh pada kondisi usulan lebih kecil dibandingkan dengan kondisi eksisting. Jarak tempuh kendaraan pada rute usulan turun sebesar 41.67% dari keadaan eksisting atau dari 1273.321 km menjadi 742.710 km.

Penurunan nilai total jarak tempuh terjadi karena adanya perbedaan rute dimana rute pada kondisi usulan dipilih berdasarkan hasil perhitungan algoritma yang menghasilkan rute dalam pendistribusian produk. Penurunan nilai total jarak tempuh ini, berpengaruh terhadap biaya variable yang dikeluarkan perusahaan untuk mendistribusikan produk, karena biaya variable terdiri dari biaya BBM dan TOL. Dimana untuk biaya BBM bergantung pada jarak yang di tempuh oleh kendaraan, sehingga dengan menurunnya nilai total jarak tempuh maka biaya variable pun akan mengalami penurunan. Hal tersebut juga diperkuat dengan teori Brandao (1996)[5] yang menyatakan bahwa penentuan biaya minimal erat kaitannya dengan jarak yang minimal.

3.6 Analisis Waktu Tempuh

Waktu tempuh mengalami penurunan dari 1745.18 menit menjadi 1356.73 menit atau sebesar 31.91%. Hal tersebut terjadi karena perbedaan rute pengiriman antara eksisting dan usulan. Pada rute usulan terjadi penurunan nilai total jarak tempuh sehingga waktu tempuh pun akan mengalami penurunan

3.7 Analisis Pemenuhan Permintaan Pelanggan

Pemenuhan permintaan pelanggan adalah kemampuan perusahaan untuk mendistribusikan produknya ke *customer* sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Pada tanggal 7 Maret 2016, 2 dari 11 pelanggan tidak terlayani. Kegagalan pengiriman umumnya terjadi karena keterlambatan kendaraan tiba di tempat pelanggan. Pada rute usulan tidak terjadi keterlambatan karena adanya perencanaan rute yang optimal sehingga semua permintaan pelanggan dapat terpenuhi.

3.8 Analisis Biaya Transportasi

Biaya menjadi salah satu pertimbangan dalam transportasi karena transportasi menyerap rata-rata biaya logistik terbesar dibanding dengan aktivitas lainnya (Desiana A.,dkk, 2016)[14]. Pada penelitian ini terjadi penurunan biaya transportasi setelah dilakukan perancangan rute menggunakan algoritma *Tabu Search*. Penurunan biaya transportasi ini dipengaruhi oleh penurunan biaya variable yang terdiri dari biaya BBM dan biaya TOL. Penurunan biaya variable ini dipengaruhi oleh penurunan jarak tempuh. Total biaya transportasi eksisting sebesar Rp 4,371,352 dan total biaya transportasi usulan sebesar Rp2,944,165 atau dapat dikatakan bahwa biaya transportasi mengalami penurunan sebesar 33%. Dengan hasil penurunan tersebut maka teori Caric Tonci dan Gold Hrvojo (2008)[5] yang menyatakan bahwa tujuan dari VRP adalah meminimalkan biaya transportasi, dapat dikatakan sesuai dengan hasil penelitian ini.

4. Kesimpulan

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dalam melakukan perancangan rute armada pada pendistribusian produk di PT. XYZ menggunakan algoritma *Tabu Search* maka diperoleh kesimpulan bahwa rute yang diperoleh untuk Truk CDE yaitu depot – C12 – C11 – C8 – depot, truk *Wingbox* 1 ditugaskan dengan rute depot – C8 – C13 – C2 – C – depot, truk *Wingbox* 2 ditugaskan dengan rute depot – C3 – C4 – C14 – C7 – C9 – depot. Hasil rute tersebut mempengaruhi biaya transportasi sehingga jumlah biaya transportasi yang harus dikeluarkan untuk truk CDE sebesar Rp 239,873.50, untuk truk *Wingbox* 1 sebesar Rp 1,226,640.00, untuk truk *Wingbox* 2 sebesar Rp1,110,259.70. Maka dari itu, total biaya transportasi untuk pengiriman ini mengalami penurunan sebesar 33% dari kondisi eksisting dengan biaya Rp 4,371,352 menjadi Rp 2,944,165.

Daftar Pustaka :

- [1] Nourma, A., Ridwan, A.Y., Aurachman, R. (2018). Designing Distribution Routes Of FMCG Product In PT ABC With Multi-trip Vehicle Routing Problem And Time Window Using Branch And Bound Method To Minimize Travel Distance. e-Proceeding of Engineering: Vol.5, No.2
- [2] Pujawan, N. (2005). Supply Chain Management. Surabaya: Gunawidya.
- [3] Dantzig G, Ramser J (1959) The truck dispatching problem. Management Science 6(1):80–91
- [4] Toth P., & Vigo D., 2002, The Vehicle Routing Problem, Philadelphia: SIAM,2002.
- [5] Brandao, J. &. (1996). A Tabu Search Algorithm For The Multi-trip Vehicle Routing And Scheduling Problem, European Journal of Operational Research. European Journal of Operational Research, 5 (22), pp. 180191.
- [6] Caric, T., & Gold, H. (2008). *Vehicle Routing Problem. RAIRO-Operations Research-Recherche* <https://doi.org/10.5772/64>
- [7] Suprayogi. (2003). Algoritma Sequential Insertion untuk Memecahkan Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Time Windows. Suprayogi, Vol.23, No.3, pp. 30-46.
- [8] Muttaqin, P.S, Ridwan, A.Y., Santosa, B. (2016). Determination of Fleet Route in PT. XYZ Using Tabu Search Algorithm in Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem With Time Window to Minimize Distance and Transportation Cost Based Geographic Information System. Proceedings of the 11th International Conference of Logistics and Supply Chain Management System (ICLS).
- [9] Bräysy, O., & Gendreau, M. (2005). Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part I: Route Construction and Local Search Algorithms. *Transportation Science*, 39(1), 104–118. <https://doi.org/10.1287/trsc.1030.0056>
- [10] Glover F, Laguna M (1997) Tabu search. Kluwer Academic Publishers

- [11] Gendreau, M., A. Hertz, and G. Laporte, "A tabu search heuristic for the vehicle routing problem". *Management Science* 40(10),1994, pp. 1276–1290
- [12] Sulistiono. 2015. Rancang Bangun Vehicle Routing Problem Menggunakan Algoritma Tabu Search. *Jurnal Fourier*, Vol.4, No.2. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.
- [13] Belfiore, P. dan Hugo, T.Y. 2012. Heuristik Methods for The Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem with Time Windows and Split Deliveries. *Research Journal, Science Direct*
- [14] Destriana, A., Ridwan, A.Y., Aurachman, R. (2016). Penyelesaian Vehichle Routing Problem (VRP) untuk meminimasi Total Biaya Transportasi Pada PT. XYZ Dengan Metode Algoritma Genetik. *e-Proceeding of Engineering*: Vol.3, No.2 Agustus 2016 p.2460

