

Penentuan Rute Optimal Distribusi *Paving Block* dengan Metode *Branch and Bound*

Determination of Optimal Routes of Paving Block Distribution Using Branch and Bound Method

Tita Wulansari^{1*}, Tiany Martha Aditya²
Muchammad Fauzi

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Widyatama
Neglasari Cibeunying Kaler, JL. Cikutra No. 204 A, Sukapada, Cibeunying Kidul
Kota Bandung, Jawa Barat 40125

E-mail: titawulansari13@yahoo.com, adtyamartaa@gmail.com, muchammad.fauzi@widyatama.ac.id

ABSTRAK

Studi kasus ini pada salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang distributor bahan bangunan di Indonesia. Sebagai perusahaan distributor, aktivitas distribusi harus diperhatikan khusus sehingga dapat mengatasi adanya keterlambatan atau ketidaktepatan waktu pengiriman. Masalah ini dapat diatasi dengan memberikan solusi rute optimal agar dapat diperoleh efisiensi jarak dan waktu tempuh yang dapat berdampak positif bagi perusahaan. Salah satu algoritma yang dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan ini adalah metode branch and bound. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan untuk mengukur jarak terpendek dari 4 customer yang tersebar di wilayah Bandung. Hasil menggunakan metode branch and bound menunjukkan bahwa rute terpendek untuk distribusi pengiriman paving block didapatkan jarak terpendek 39.4 km.

Kata Kunci: *Branch and Bound, Klasifikasi ABC, Route Terpendek, Pelanggan, Pusat Distribusi.*

ABSTRACT

This case study is on a company engaged in the distribution of building materials in Indonesia. As a distributor company, distribution activities must be given special attention so that it can overcome any delays or inaccurate delivery times. This problem can be overcome by providing optimal route solutions in order to obtain efficient distance and travel time which can have a positive impact on the company. One of the algorithms that can be used to solve this problem is the branch and bound method. In this study, calculations were carried out to measure the shortest distance from 4 customers who are scattered in the Bandung area. The results using the branch and bound method show that the shortest route for the distribution of paving block deliveries is the shortest distance of 39.4 km.

Keyword: *Branch and Bound, ABC Classification, Short Route, Customer, Distribution Center*

Pendahuluan

Penelitian ini pada salah satu perusahaan perkakas beton independen terkemuka di Indonesia, juga memberikan layanan internasional untuk memberikan nilai tambah bagi industri konstruksi dalam jenis produk beton pra-cetak apapun. Distribusi produk merupakan salah satu bagian penting dari proses bisnis. Apabila produk telah diproduksi dan dikemas, maka hal terpenting selanjutnya adalah pendistribusian produk tersebut kepada konsumen.

Proses penerimaan produk oleh konsumen akan sangat mempengaruhi proses-proses lainnya, sebagai perusahaan distributor (Tatun Dkk, 2020), aktivitas distribusi harus diberi perhatian khusus sehingga dapat mengatasi adanya keterlambatan atau ketidaktepatan waktu pengiriman produk yang

disebabkan karena ketidakpastian rute pengiriman produk. Masalah ini dapat diatasi dengan memberikan solusi rute optimal agar dapat diperoleh efisiensi jarak dan waktu tempuh yang dapat berdampak positif bagi perusahaan. Menyelesaikan permasalahan ini adalah menggunakan. Menurut Fauzi (2019) Metode *Branch and Bound* dapat membantu pengemudi untuk mengetahui urutan pengiriman barang untuk menghasilkan jarak terpendek. Metode *Branch and Bound* diharapkan dapat memberikan solusi rute optimal agar dapat memperoleh efisiensi jarak dan waktu.

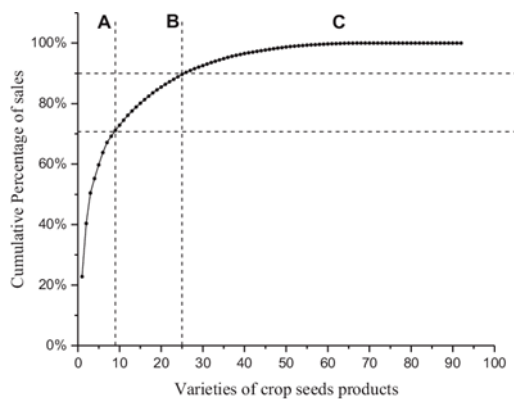
Data primer yang digunakan pada metode ini adalah dimulai dari mengukur masing – masing jarak darigudang menuju *customer* dan kembali ke gudang dan dari *customer* satu ke *customer* lainnya. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan untuk mengukur jarak terpendek dari lokasi yang tersebar pada wilayah

distribusi Bandung. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mengklasifikasikan tingkat kepentingan yaitu metode ABC yang mengklasifikasikan *customer* berdasarkan nilainya dan tingkat kepentingan teknikal.

PT. Cisangkan memiliki 10 *customer* yang tersebar di Wilayah Bandung. Menurut Martono (2018) perlu sebuah metode untuk mengklasifikasikan tingkat kepentingan atau nilai inventori perusahaan supaya kontrol dapat dilakukan secara efisien. Pada penelitian ini, dari 10 *customer* akan diklasifikasi tingkat kepentingan *customer* untuk rute distribusinya. Salah satu metode klasifikasi tingkat kepentingan adalah Metode ABC.

Klasifikasi ABC

Metode ABC merupakan metode yang dikemukakan oleh Pareto. Hasil kajian Paerot bahwa 80% kontribusi pajak diberikan oleh 20% wajib pajak, selebihnya dapat dibagi atas 15% kontribusi dihasilkan oleh 30% wajib pajak dan 5% kontribusi dihasilkan oleh mayoritas 50% wajib pajak. Metode ini kemudian berkembang dalam pemakaiannya diberbagai bidang di antaranya dalam sistem inventori (Bahagia, 2006). Pada prinsipnya Metode ABC mengklasifikasikan jenis barang didasarkan atas tingkat investasi tahunan yang terserap di dalam penyediaan inventori untuk setiap jenis barang. Berdasarkan prinsip Pareto, barang dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram pareto klasifikasi ABC

Item diklasifikasikan menjadi 3 kategori:

Kategori A

Item yang berjumlah sedikit yang berada di urutan teratas pada daftar yng mengontrol mayoritas total pengeluaran tahunan. Memiliki nilai bekisar antara 70%-80%, dari seluruh nilai persediaan yang ada.

Kategori B

Item dengan penilaian cukup tinggi. Memiliki nilai berkisar 20% dari total banyaknya item dengan total

penggunaan tiap tahunnya sebanyak 20% dari total penggunaan pertahun untuk seluruh item.

Kategori C

Item yang berada diurutan bawah pada daftar yang mengontrol porsi pengeluaran tahunan yang relative kecil. Nilai persediaan kelompok ini berkisar antara 5% - 15% dari seluruh nilai persediaan, dan jumlahnya berkisar 50% dari seluruh jumlah persediaan.

Distribusi

Distribusi dapat diartikan sebagai kegiatan pemasaran yang berusaha memperlancar dan mempermudah penyampaian barang dan jasa dari produsen kepada konsumen, sehingga penggunaannya sesuai dengan yang diperluaskan (jenis, jumlah, harga, tempat, dan saat dibutuhkan), dalam proses pendistribusian produk terdapat beberapa kendala yang sering dihadapi oleh perusahaan, baik kendala secara internal maupun kendala eksternal. Kendala internal dapat berupa kebijakan yang dikeluarkan oleh perusahaan yang menyangkut distribusi dan pelayanan, serta sarana-prasarana penunjang dalam proses distribusi, sedangkan kendala eksternal dapat berasal dari cara pendistribusian dan tempat yang dituju yaitu konsumen.

Algoritma Branch and Bound

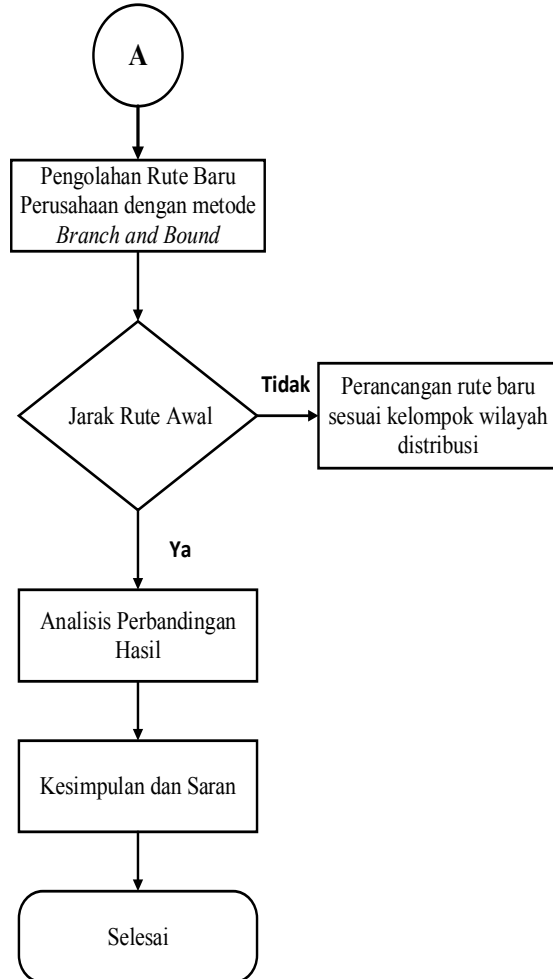
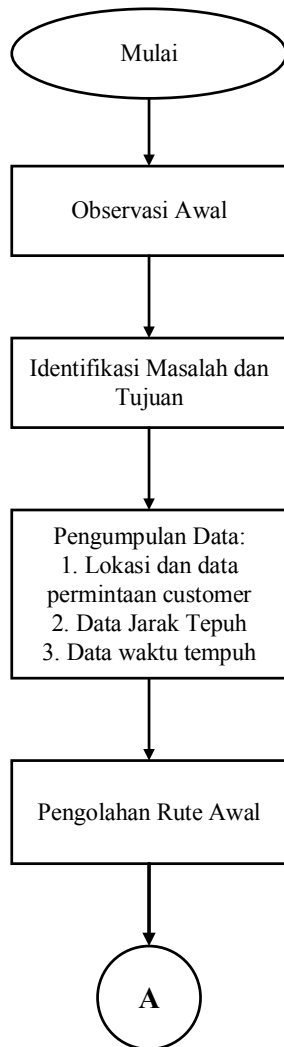
Algoritma *Branch and Bound* merupakan salah satu algoritma untuk memecahkan masalah tersebut. Algoritma *Branch and Bound* mencari sejumlah solusi yang lengkap untuk masalah yang ada dengan hasil yang terbaik. Walaupun begitu, penggunaan satu per satu secara eksplisit tidak mungkin dilakukan dalam kaitan penambahan sejumlah solusi yang potensial. Penggunaan batas (*bound*) untuk fungsi yang akan dioptimalkan dikombinasikan dengan nilai solusi terbaik yang ada memungkinkan algoritma untuk mencari bagian-bagian dari sejumlah solusi secara implisit. Pada titik sembarang sepanjang proses solusi, status solusi yang berkenaan dengan pencarian sejumlah solusi dijelaskan oleh sekelompok ahli yang mempelajari dan belum seluruhnya dieksplorasi tetapi sejauh ini merupakan solusi terbaik yang ada saat ini.

Algoritma *Branch and Bound* klasik memproses satu titik. Iterasi memiliki tiga komponen utama yaitu pemilihan titik untuk diproses, kalkulasi batasan (*bound*), dan pencabangan. Urutan dari pencarian ini dapat dipertukarkan sembarang sesuai dengan strategi yang dipilih untuk memilih *node* berikutnya yang akan diproses. Jika pemilihan subproblem berikutnya didasarkan pada nilai batas (*bound*) dari subproblem, maka operasi pertama dari iterasi setelah pemilihan node adalah pencabangan (*branching*), yaitu pembagian ruang solusi dari node menjadi dua atau lebih subspace untuk diperiksa dalam sebuah iterasi sub rangkaian. Untuk setiap rangkaian, akan diperiksa apakah subspace terdiri dari satu solusi, yang kemudian dibandingkan dengan

solusi terbaik yang ada selama pencarian. Jika tidak, pembatasan fungsi untuk *subspace* dihitung dan dibandingkan dengan solusi terbaik yang diperoleh. Jika pencarian tidak dapat dilanjutkan dimana *subspace* tidak berisipada solusi yang optimal, keseluruhan *subspace* akan dibuang, selain itu *subspace* akan disimpan dalam kelompok *node* bersama-sama dengan batasannya (*bound*). Alternatif lainnya adalah dengan memulai menghitung batas (*bound*) dari node yang terpilih dan kemudian mencabangkannya jika diperlukan. *Node-node* yang dibuat kemudian disimpan bersamaan dengan batas dari node yang diproses. Pencarian berakhir jika tidak ada lagi bagian dari ruang solusi yang diperiksa, dan solusi optimal kemudian dicatat sebagai solusi terbaik.

Metode Penelitian

Metodologi penelitian adalah penjabaran langkah-langkah yang berkaitan dalam melakukan penelitian ini. Adapun langkah-langkah tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart metodologi penelitian

Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan ini berisi tentang langkah pengerjaan, dan hasil dari algoritma *Branch and Bound* serta pembahasan mengenai hasil algoritma *Branch and Bound*.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah merupakan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dimana terdapat data permintaan dari konsumen, data jarak dari gudang ke gudang dan antar konsumen.

Data Permintaan

Data permintaan merupakan data dari jumlah permintaan dari setiap *customer* untuk produk bahan bangunan pada PT. Cisangkan. Data permintaan untuk wilayah Bandung dapat dilihat pada Tabel 1.

Klasifikasi ABC

Klasifikasi ABC adalah pengklasifikasian barang berdasarkan peringkat nilai dari nilai tertinggi hingga terendah, dan dibagi menjadi 3 kelompok besar yang disebut kelompok A, B dan C, dimana hasil

pengklasifikasian ini akan menunjukkan barang yang memiliki nilai penyerapan dana paling tinggi yang menjadi prioritas penulis dalam mengatur jalur pendistribusian agar didapat hasil yang optimal bagi perusahaan, karena pengiriman dilakukan perhari maka klasifikasi ABC dibuat dari permintaan dalam 1 bulan kedalam permintaan perhari dengan 20 hari kerja, sebagai berikut, disajikan pada tabel 2.

Tabel 1. Data permintaan *paving block* bulan februari 2020 (sumber : pengumpulan data)

Customer	Jumlah (pcs)	Nama produk
PT. Bangun Berkat Sodara	50.015	Fullpave 8
PT. Wijaya Karya	8.090	Fullpave 6
PT. Trikarya Property	6.300	Octagon 6
PT. Multidaya Kharisma	6.848	Hexagon 8
PT. Mentari Agung Mandiri	32.491	Hexagon 6
PT. Putra Papan Utama	5.012	Halfpave 8
CV. Dimas	1.490	Hexagon 8
PT. Tagamon Artha Selaras	9.126	Fullpave 6
PT. Graha Adicipta Nugraha	5.676	Kubus 6
PT. Pesona Jati Abadi	3.800	Truepave 6

Tabel 2. Data permintaan *paving block* dengan nilai uang yang dihasilkan (sumber : pengolahan data)

Customer	Jumlah (pcs)	Nilai uang (Rp.)
PT. Bangun Berkat Sodara	50.015	9.269.425.000
PT. Wijaya Karya	8.090	4.993.866.700
PT. Trikarya Property	6.300	1.597.050.000
PT. Multidaya Kharisma	6.848	1.253.950.000
PT. Mentari Agung Mandiri	32.491	1.231.270.400
PT. Putra Papan Utama	5.012	968.310.000
CV. Dimas	1.490	885.456.000
PT. Tagamon Artha Selaras	9.126	877.100.000
PT. Graha Adicipta Nugraha	5.676	570.000.000
PT. Pesona Jati Abadi	3.800	328.396.000

Tabel 2 menunjukkan data penjualan yang sudah diurutkan berdasarkan nilai uang yang akan dihasilkan, dari yang nilai uangnya paling besar sampai yang terkecil, selanjutnya akan kita buat persentase kumulatifnya untuk menentukan kategorinya.

Tabel 3. Data klasifikasi ABC setiap *customer*

Customer	% Penyerapan dana	Akumulasi	Kategori
PT. Bangun Berkat Sodara	42.18%	42.18%	A
PT. Wijaya Karya	22.73%	64.91%	A

PT. Trikarya Property	7.27%	72.18%	A
PT. Multidaya Kharisma	5.71%	77.88%	A
PT. Mentari Agung Mandiri	5.60%	83.48%	B
PT. Putra Papan Utama	4.41%	87.89%	B
CV. Dimas	4.03%	91.92%	B
PT. Tagamon Artha Selaras	3.99%	95.91%	C
PT. Graha Adicipta Nugraha	2.59%	98.51%	C
Pt. Pesona Jati Abadi	1.49%	100%	C

Dari Tabel 3 diatas dapat kita ketahui bahwa kategori *customer* yang termasuk kedalam kelas A ada 4 *customer*, kelas B 3 *customer* dan kelas C 3 *customer* maka 4 *customer* yang termasuk kedalam kategori A yang menjadi focus utama dalam penentuan jarak optimasi dengan algoritma *Branch and Bound*.

Data Jarak Tempuh dari Gudang ke *Customer* dan Antar *Customer*

Data jarak tempuh adalah data jarak dari gudang ke *customer* dan jarak antar*customer*. Data ini didapat dari bantuan *google maps* dengan satuan km.

Tabel 4. Matriks jarak dari gudang ke *customer* dan antar *customer* (sumber: pengolahan data)

	1	2	3	4
0	4	20	24	8.2
1		22	15	6.5
2	22		13	16
3	15	14		5.8
4	6.4	14	15	

Dengan keterangan sebagai berikut:

Nomer 0 adalah lokasi gudang (PT. Cisangkan)

Nomer 1 adalah lokasi *customer* PT. Bangun Berkat Sodara

Nomer 3 adalah lokasi *customer* PT. Trikarya Property

Nomer 4 adalah lokasi *customer* PT. Multidaya Kharisma

Ongkos Pengiriman

Data ini didapatkan dari diskusi langsung dengan pihak distribusi bahwa penetapan ongkos di PT. Cisangkan adalah Rp. 50/kg. Jadi ongkos ini bergantung kepada beban yang dibawa tidak tergantung kepada jarak yang ditempuh. Dengan keterangan berat produk sebagai berikut:

Berat fullpave 8 cm adalah 6.6 kg/pcs

Berat fullpave 6 cm adalah 5.0 kg/pcs

Berat octagon 6 cm adalah 4.3 kg/pcs

Berat hexagon 8 cm adalah 5.8 kg/pcs

Standar Waktu Muat Paving Block

Data ini didapatkan dari standar yang telah ditetapkan perusahaan mengenai waktu muat *paving block*, standar ini dibuat untuk proses muat dan bongkar barang oleh 1 orang, dengan standar data sebagai berikut :

Tabel 5. Standar waktu muat paving block (sumber: pengumpulan data)

Nama barang	Jumlah (pcs)	Waktu (menit)
Fullpave 8	2000	60
Fullpave 6	2000	50
Hexagon	2000	60
Octagon	2000	50

Kecepatan Kendaraan

Data ini didapatkan dengan diskusi langsung dengan *driver* mobil bahwa kecepatan mobil toronton *build up* yang digunakaan adalah 40km/jam

Algoirtma Branch and Bound

Penentuan rute perbaikan menggunakan Metode *Branch and Bound*.

Langkah 1

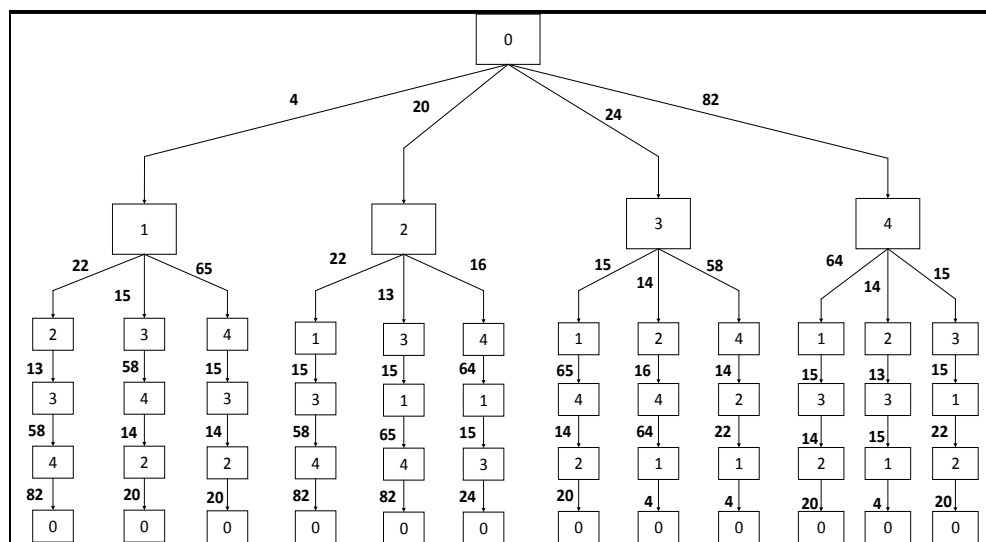
Tentukan jarak dari gudang ke pelanggan yang termasuk kepada kelompok klasifikasi kategori A. Sebagi berikut:

Tabel 6. Customer dengan kategori Adari klasifikasi ABC (sumber: pengolahan data)

Customer	% Penyerapan dana	Akumulasi	Kategori
Pt. Bangun Berkat Sodara	42.18%	42.18%	A
Pt. Wijaya Karya	22.73%	64.91%	A
Pt. Trikarya Property	7.27%	72.18%	A
Pt. Multidaya Kharisma	5.71%	77.88%	A

Langkah 2

Membuat simulasi jalur pengiriman dengan metode *Branch and Bound*, sebagai berikut:



Gambar 2. Rekayasa Jarak Menggunakan *Algoritma Branch and Bound*

Berdasarkan Gambar 2 didapatkan beberapa jalur alternatif yaitu:

- Jalur 1**
dengan lintasan 0-1-2-3-4-0 = 53 km.
- Jalur 2**
dengan lintasan 0-1-3-2-4-0 = 56.8 km
- Jalur 3**
lintasan 0-1-4-2-3-0 = 63.7 km
- Jalur 4**
dengan lintasan 0-2-1-3-4-0 = 71 km
- Jalur 5**
dengan lintasan 0-2-3-1-4-0 = 62.7 km
- Jalur 6**

- dengan lintasan 0-2-4-1-3-0 = 81.5 km
- Jalur 7**
dengan lintasan 0-3-1-4-2-0 = 81.5 km
- Jalur 8**
dengan lintasan 0-3-2-4-1-0 = 63.5 km
- Jalur 9**
dengan lintasan 0-3-4-2-1-0 = 71.8 km
- Jalur 10**
dengan lintasan 0-4-1-3-2-0 = 62.7 km
- Jalur 11**
dengan lintasan 0-4-3-2-1-0 = 46 km
- Jalur 12**
dengan lintasan 0-4-3-1-2-0 = 71 km

Pembahasan lebih lanjut mengenai proses distribusi dapat kita lihat sebagai berikut :

$$a. \text{ Total barang yang dimuat (pcs) } = (\text{customer1} + \text{customer2} + \text{customer3} + \text{customer4}) \quad (1)$$

$$b. \text{ Total berat paving block yang dimuat } = (\text{total barang yang dimuat} \times \text{berat per pcs}) \quad (2)$$

$$c. \text{ Total ongkos pengiriman } = (\text{total berat paving block yang dimuat} \times \text{Rp. 50}) \quad (3)$$

Sehingga didapatkan rincian pendistribusian sebagai berikut:

Rute Perusahaan

Lintasan 0-3-4-2-1-0 dan total jarak sepanjang 71.8 km

$$a. \text{ Total barang yang dimuat } = 4.993 \text{ pcs}$$

$$b. \text{ Total berat barang yang dimuat } = 29.665 \text{ kg}$$

Berdasarkan berat total yang dimuat maka digunakan toronton build up, dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Panjang : +/- 9 meter

- Lebar : +/- 2,5 meter

- Tinggi bak : +/- 1,8 meter

- Maksimal muat : 25.000 kg s/d 30.000 kg

$$c. \text{ Ongkos pengiriman } = \text{Rp. 1.483.250}$$

$$d. \text{ Kecepatan kendaraan } = 40 \text{ km/jam}$$

$$e. \text{ Waktu loading } = 2 \text{ jam } 15 \text{ menit}$$

Sehingga total waktu pengiriman yang dibutuhkan selama 4 jam 3 menit.

Rute perbaikan dengan algoritma *Branch and Bound*

Lintasan 0-4-3-2-1-0 dan total jarak yang ditempuh sepanjang 46 km

$$a. \text{ Total barang yang dimuat } = 4.993 \text{ pc}$$

$$b. \text{ Total berat barang yang dimuat } = 29.665 \text{ kg}$$

$$c. \text{ Ongkos pengiriman } = \text{Rp. 1.483.250}$$

$$d. \text{ Kecepatan kendaraan } = 40 \text{ km/jam.}$$

$$e. \text{ Waktu loading } = 2 \text{ jam } 15 \text{ menit}$$

Sehingga total waktu pengiriman yang dibutuhkan selama 3 jam 24 menit.

Dari hasil pengamatan diatas didapatkan perbedaan waktu pengiriman selama 39 menit antara rute yang digunakan oleh perusahaan dan rute setelah perbaikan.

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah didapatkan bahwa rute terpendek yang bisa dilalui adalah

rute 11 dengan lintasan 0-4-2-3-1-0 dan total jarak yang ditempuh sepanjang 46 km, sedangkan jalur yang biasa digunakan oleh perusahaan adalah jalur 3 dengan lintasan 0-3-4-2-1-0 dan total jarak sepanjang 71.8 km maka didapatkan selisih dari jarak jalur pengiriman yaitu sejauh 25.8 km.

Perbedaan jarak antara rute yang biasa digunakan oleh PT. Cisangkan dan rute setelah perbaikan dengan metode *Branch and Bound* yaitu sepanjang 25.8 km dengan perbedaan waktu yang dibutuhkan selama 39 menit setelah diperhitungkan dengan waktu loading dari setiap rute. Perbedaan waktu yang didapat ini akan menguntungkan bagi PT. Cisangkan karena jika biasanya jika dalam 1 hari jam kerja hanya dapat mendistribusikan 2 kali proses distribusi dengan adanya perbaikan jalur ini akan memberikan efisiensi waktu sebesar 30%.

Daftar Pustaka

- Bahagia, S. N. (2006). *Sistem Inventori*. Bandung: Penerbit ITB.
- Fauzi, Muchammad. (2019). Solving the Travelling Salesman Problem (TSP) Using Branch and Bound Method (Case Study at Company of XYZ). *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, Volume 6, Issue 6.
- Junaidi. (2018). Penerapan Metode ABC Terhadap pengendalian Persediaan Bahan Baku pada UD. Mayong Sari Probolinggo. *Capital Jurnal Ekonomi dan Manajemen*, Vol. 2, No. 2, 158.
- Martono, R. V. (2018). *Manajemen Logistik*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Tatun, U., H., Puji, U. Fauzi, M., (2020). Pengoptimalan Biaya Transportasi dengan Metoda North West Corner (NWC) dan Stepping Stone (SS) untuk Distribusi Produk Farmasi. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*. Vol.6, No.1, 34-39.