

# Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode *Nearest Neighbors* dan Metode *Branch and Bound* untuk Meminimumkan Biaya Distribusi di PT. X

C. B. K. Wulandari

**Abstrak**— Penentuan rute yang kurang optimal untuk mendistribusikan produk sepatu ke seluruh *store* di Indonesia dari gudang tunggal yang dimiliki PT. X merupakan salah satu masalah yang harus dihadapi, hal ini menyebabkan tingginya biaya distribusi dalam satu hari di perusahaan tersebut. Penelitian ini mengkaji sebuah *Vechile Routing Problem* (VRP) dengan membandingkan metode *Nearest neighbors* dan *Branch and Bound* dengan bantuan *software* LINGO 11.0 untuk meminimumkan biaya pengiriman. Pengumpulan data meliputi rute jalur distribusi awal, daftar permintaan, serta biaya distribusi awal. Rute awal yang dimiliki PT.X jarak tempuhnya sebesar 7198.6 km dengan total biaya Rp 8,671,208.33. Pada pengolahan data menggunakan metode *Nearest Neighbors* total jarak tempuh yang dihasilkan sebesar 6604.2 km dengan total biaya sebesar Rp 8,161,015.00 dan perbaikan dengan menggunakan metode *Branch and Bound* menghasilkan total jarak tempuh sebesar 6505.8 km, total biaya yang dihasilkan sebesar Rp 8,076,555.00. Dari hasil tersebut diharapkan PT. X dapat menerapkan metode *Branch and Bound* untuk menentukan jalur terpendek serta biaya paling minimum.

**Kata Kunci**—Transportasi, *Vechile Routing Problem*, *Nearest Neighbors*, *Branch and Bound*

**Abstract** — *Determining the less optimal route to distribute shoe products to all stores in Indonesia from a single warehouse owned by PT. X is one of the problems that must be faced, this causes high distribution costs in one day at the company. This study examines a Vechile Routing Problem (VRP) by comparing the Nearest neighbors and Branch and Bound methods with the help of LINGO 11.0 software to minimize shipping costs. Data collection includes the initial distribution route, requisition, and initial distribution costs. The initial route owned by PT. X was 7198.6 km with a total cost of Rp. 8,671,208.33. In processing data using the Nearest Neighbors method, the total mileage produced is 6604.2 km with a total cost of Rp. 8,161,015.00 and repairs using the Branch and Bound method produce a total distance of 6505.8 km, the total cost of Rp. 8,076,555.00 From these results, it is expected that PT. X can apply the Branch and Bound method to determine the shortest path and the minimum cost.*

**Keywords**—*Transportation, Vechile Routing Problem, Nearest Neighbors, Branch and Bound*

## I. PENDAHULUAN

Perusahaan yang bergerak di bidang industri harus dapat mengefektifkan penggunaan jalur distribusi dalam menghemat pengeluaran biaya transportasi. Menentukan rute distribusi secara optimal dapat membantu perusahaan dalam menangani biaya transportasi. Pada proses bisnis, distribusi merupakan satu bagian penting yang tidak dapat dipisahkan terutama dalam proses distribusi barang/produk. *Vechile Routing Problem* (VRP) berkaitan dengan penentuan rute untuk permasalahan yang melibatkan lebih dari satu kendaraan dengan kapasitas tertentu untuk melayani sejumlah konsumen dengan permintaannya masing-masing.

*Vechile Routing Problem* (VRP) adalah istilah umum yang diberikan untuk permasalahan yang melibatkan rute kendaraan dengan berbasis depot

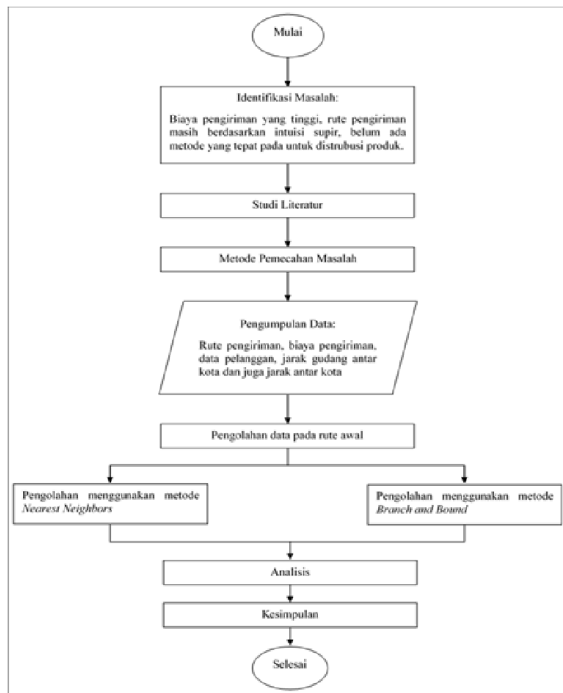
yang melayani pelanggan yang tersebar dengan permintaan tertentu.

Tujuan umum VRP adalah melayani sekumpulan pelanggan dengan ongkos operasi yang minimum. Salah satu metode yang dapat dipakai untuk memecahkan permasalahan VRP adalah metode *Nearest Neighbour* merupakan sebuah teknik dalam menyelesaikan permasalahan rute dengan cara menentukan titik terdekat dengan jarak terpendek. Metode ini merupakan metode yang sederhana dalam memecahkan masalah rute dan merupakan solusi awal. Algoritma *Branch and Bound* digunakan untuk meminimalkan masalah, oleh karena itu algoritma ini terdiri dari tiga komponen, yaitu fungsi pembatas, strategi seleksi dan aturan pencabangan PT. X merupakan salah satu perusahaan besar di Indonesia yang bergerak dalam bidang *manufacture* yang memproduksi sepatu. Jaringan yang di ditribusikan ke seluruh Indonesia PT. X diharuskan untuk dapat melakukan pengambilan keputusan yang matang

sehingga setiap keputusan yang diambil dapat memberi masukan terhadap kelangsungan perusahaan. Salah satu keputusan penting yang harus diambil adalah mengenai proses pendistribusian barang dari pabrik ke seluruh *store* PT. X di Indonesia.

## II. METODE PENELITIAN

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



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Langkah awal dimulai dengan identifikasi masalah kemudian dilanjutkan dengan mencari studi literatur yang bersumber dari buku, skripsi, jurnal dan sebagainya yang relevan dengan permasalahan yang ada. Pengumpulan data yang diperlukan untuk proses selanjutnya, hal yang diperlukan antara lain rute pengiriman awal, data pelanggan, serta jarak gudang dengan *customer*. Pengolahan data dilakukan 3 tahap yang pertama mengolah rute dan biaya awal, lalu metode *Nearest Neighbors* dan metode *Branch and Bound*. Langkah selanjutnya adalah analisis dan memberikan kesimpulan hasil dari membandingkan kedua metode tersebut.

### Pengacuan Pustaka

Umumnya, masalah transportasi berhubungan dengan distribusi suatu produk tunggal dari beberapa sumber, dengan penawaran terbatas, menuju beberapa tujuan, dengan permintaan tertentu, pada biaya transport minimum. Pentingnya sistem transportasi

yang efektif, transportasi merupakan elemen terpenting dalam biaya *logistic* bagi sebagian perusahaan. Biaya transportasi bisa mencapai 1/3 sampai 2/3 dari total *logistic*. [1,2].

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-sarana penunjang dalam proses [3].

Metode transportasi adalah suatu metode yang digunakan untuk mengatur distribusi dari sumber-sumber yang menyediakan produk yang sama ke tempat-tempat tujuan secara optimal [4].

VRP memegang peranan penting pada manajemen distribusi dan telah menjadi salah satu permasalahan dalam optimilisasi kombinasi yang dipelajari secara luas. Permasalahan VRP sangat berkaitan dengan penentuan rute optimal, yang digunakan oleh armada kendaraan didasarkan pada satu atau lebih depot untuk melayani banyaknya pelanggan [5,6]. Terdapat empat tujuan umum VRP, yaitu:

- Meminimalkan biaya transportasi global, terkait dengan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan kendaraan.
- Meminimalkan jumlah kendaraan (atau pengemudi) yang dibutuhkan untuk melayani semua konsumen.
- Menyeimbangkan rute, untuk waktu perjalanan dan muatan kendaraan.
- Meminimalkan *penalty* akibat *service* yang kurang memuaskan dari konsum.

Walaupun terdapat banyak cara untuk mengatur dan menghubungkan bidang yang tercakup dalam teknik transportasi, suatu cara yang terbaik adalah dengan membagi ruang lingkup teknik transportasi yang biasa disebut perencana sistem, yang tugas utamanya adalah mendesain dan merencanakan sistem transportasi secara keseluruhan untuk suatu daerah atau wilayah tertentu [7].

Algoritma *Branch and Bound* 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 [8].

Metode *Nearest Neighbor* 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].

LINGO adalah alat sederhana untuk memanfaatkan kekuatan optimasi linier dan nonlinear untuk merumuskan masalah besar secara ringkas, menyelesaikannya, dan menganalisis solusinya. Optimalisasi membantu menemukan jawaban yang menghasilkan hasil terbaik; mencapai laba, output, atau kebahagiaan tertinggi; atau orang yang mencapai biaya terendah, pemborosan, atau ketidaknyamanan [10].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengumpulan data

*Customer* yang tersebar di seluruh Indonesia yang telah dikelompokkan menjadi beberapa kota sesuai dengan kode yang tertera:

Tabel 1. Data *Customer*

Tujuan	Kota	Kode	Tujuan	Kota	Kode
1	Bogor	K1	9	Pekalongan	K9
2	Jakbar	K2	10	Pekanbaru	K10
3	Jakpus	K3	11	Purwokerto	K11
4	Klaten	K4	12	Sidoarjo	K12
5	Magelang	K5	13	Surakarta	K13
6	Malang	K6	14	Surabaya	K14
7	Padang	K7	15	Tangerang	K15
8	Payakumbuh	K8	16	Tegal	K16

Terdapat 4 truk dengan tujuan daerah yang berbeda-beda, yakni: Jabodetabek, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Sumatera Barat. Rute yang dilalui untuk menuju kota oleh ekspedisi masih tergolong acak dengan rincian jarak sebagai berikut:

Tabel 2. Rute Awal

Jenis Kendaraan	Rute	Jarak (Km)
MDS 1 (Jabodetabek)	G-K1-K3-K2-K15-G	504.5
MDS 2 (Jawa Tengah)	G-K4-K5-K13-K9-K16-K11-G	1451.4
MDS 3 (Jawa Timur)	G-K14-K6-K12-G	1870.7
MDS 4 (Sumatera Barat)	G-K8-K7-K10-G	3372
Jumlah		7198.6

Ekspedisi dilakukan dengan menyewa truk sesuai dengan tujuan dan bobot yang dibawa, berikut adalah rincian total biaya pengiriman untuk rute awal dan perhitungan total biaya pengiriman setiap rute menggunakan rumus pada Tabel 3.

2. Pengolahan Data

Penentuan Rute Menggunakan Metode *Nearest Neighbors*

Jarak dari gudang ke toko dan juga jarak antar toko yang kemudian disusun dalam satu matriks yang disebut matriks jarak. Matriks jarak inilah yang nantinya digunakan dalam pengolahan data. Matriks jarak tersebut dibuat dengan bantuan aplikasi *Googlemaps*.

Tabel 3. Rincian Total Biaya Pengiriman

Jenis Kendaraan	Biaya Sewa Truk (A)	Bahan bakar: $harga\ solar\ per\ L \times \frac{1}{6} \times jarak$ (B)	Uang makan Sopir (C)	Total Biaya Pengiriman (A+B+C)
MDS 1 (Jabodetabek)	Rp 220,300.00	Rp 433,029.17	Rp 25.000	Rp 678,329.17
MDS 2 (Jawa Tengah)	Rp 767,310.00	Rp 1,245,785.00	Rp 25.000	Rp 2,038,095.00
MDS 3 (Jawa Timur)	Rp 321,300.00	Rp 1,605,684.17	Rp 25.000	Rp 1,951,984.17
MDS 4 (Sumatera Barat)	Rp 1,083,500.00	Rp 2,894,300.00	Rp 25.000	Rp 4,002,800.00
Jumlah/hari				Rp 8,671,208.33
Jumlah/hari x 30				Rp 260,136,250.00

a. MDS 1 (Jabodetabek)

1) Iterasi 1

Tabel 4. Jarak Dari Gudang ke Kota Pertama

Nomor	Kode	Jarak dari Gudang (G) Km
1	K1	123
2	K3	157
3	K2	159
4	K15	180

Pada langkah ini berawal dari gudang, kemudian mencari jarak dari gudang ke semua kota-kota yang akan di distribusikan, mulai dari kota 1 sampai ke kota ke-4, jarak dari gudang ke semua kota yang dituju sangat bervariasi yaitu jarak terdekat 123 km dan jarak terjauh 180 km. dengan mengikuti algoritma metode *Nearest Neighbor*, maka dipilih toko dengan

jarak yang terdekat dari gudang yaitu sebesar 123 km pada kota K1. Maka kota tersebut terpilih sebagai pelanggan pertama yang dikunjungi.

2) Iterasi 2

**Tabel 5.** Jarak Dari Kota 1 ke Kota Lain

Nomor	Kode	Jarak dari Kota 1 (K1) Km
1	K1	0
2	K3	68
3	K2	70
4	K15	88

Langkah selanjutnya dari kota dengan kode K1, kemudian mencari jarak dari kota dengan kode K1 ke semua kota yang akan didistribusikan oleh truk, yaitu sebanyak 3 kota, jarak dari kota kode K1 ke semua kota sangat bervariasi yaitu jarak terdekat 68 km dan jarak terjauh 88 km. Dengan mengikuti algoritma metode *Nearest Neighbor*, maka dipilih kota dengan jarak yang terdekat dari kota yang terpilih sebelumnya yaitu sebesar 68 km pada kota dengan kode K3. Maka kota tersebut terpilih sebagai pelanggan kedua.

3) Iterasi 3

**Tabel 6.** Jarak Dari Kota 3 ke Kota Lain

Nomor	Kode	Jarak dari Kota 1 (K1) Km
1	K1	68
2	K3	0
3	K2	9.5
4	K15	32.4

Dengan cara yang mengikuti algoritma metode *Nearest Neighbor* maka didapatkan rute pendistribusian pada MDS 1 adalah  $G \rightarrow K1_{(1)} \rightarrow K3_{(2)} \rightarrow K2_{(3)} \rightarrow K15_{(4)} \rightarrow G$  dengan total jarak 123 km + 68 km + 9.5 km + 25 km + 180 km = 405.5 km.

b. MDS 2 (Jawa Tengah)

1) Iterasi 1

**Tabel 7.** Jarak Dari Gudang ke Kota Pertama

Nomor	Kode	Jarak dari Gudang (G) Km
1	K4	543
2	K5	505
3	K13	472
4	K9	300
5	K16	285
6	K11	351

Pada langkah ini berawal dari gudang, kemudian mencari jarak dari gudang ke semua

kota-kota yang akan di distribusikan, mulai dari kota 1 sampai ke kota ke-6, jarak dari gudang ke semua kota yang dituju sangat bervariasi yaitu jarak terdekat 285 km dan jarak terjauh 543 km. dengan mengikuti algoritma metode *Nearest Neighbor*, maka dipilih toko dengan jarak yang terdekat dari gudang yaitu sebesar 285 km pada kota K16. Maka kota tersebut terpilih sebagai pelanggan pertama yang dikunjungi.

2) Iterasi 2

**Tabel 8.** Jarak Dari Kota K16 ke Kota Lain

Nomor	Kode	Jarak dari Kota 16 (K16) Km
1	K4	267
2	K5	233
3	K13	250
4	K9	78.8
5	K16	0
6	K11	103

Langkah selanjutnya dari kota dengan kode K16, kemudian mencari jarak dari kota dengan kode K16 ke semua kota yang akan didistribusikan oleh truk, yaitu sebanyak 5 kota, jarak dari kota kode K16 ke semua kota sangat bervariasi yaitu jarak terdekat 78.8 km dan jarak terjauh 267 km. Dengan mengikuti algoritma metode *Nearest Neighbor*, maka dipilih kota dengan jarak yang terdekat dari kota yang terpilih sebelumnya yaitu sebesar 78.8 km pada kota dengan kode K9. Maka kota tersebut terpilih sebagai pelanggan kedua.

3) Iterasi 3

**Tabel 9.** Jarak Dari Kota K16 ke Kota Lain

Nomor	Kode	Jarak dari Kota 16 (K16) Km
1	K4	205
2	K5	171
3	K13	193
4	K9	0
5	K16	78.8
6	K11	116

Dengan cara yang mengikuti algoritma metode *Nearest Neighbor* maka didapatkan rute pendistribusian pada MDS 2 adalah  $G \rightarrow K16_{(1)} \rightarrow K9_{(2)} \rightarrow K11_{(3)} \rightarrow K5_{(4)} \rightarrow K4_{(5)} \rightarrow K13_{(6)} \rightarrow G$  dengan total jarak 285 km + 78.8 km + 116 km + 144 km + 78.6 km + 34.1 km + 472 km = 1208.5 km.

**Hasil Pengolahan Data Metode Nearest Neighbor**

Rute pendistribusian selama satu hari dengan rute dan biaya awal yang dimiliki perusahaan PT. X kemudian diolah dengan algoritma metode *Nearest Neighbor* dengan hasil sebagai berikut:

**Tabel 10.** Hasil Pengolahan Data *Nearest Neighbor*

Jenis Kendaraan	Jarak (Km)	Rute	Biaya
MDS 1	405.5	G→K1→K3→K2→K15→G	Rp 593,354.17
MDS 2	1208.5	G→K16→K9→K11→K5→K4→K13→G	Rp 1,829,605.83
MDS 3	1727.2	G→K12→K14→K6→G	Rp 1,828,813.33
MDS 4	3263	G→K10→K8→K7→G	Rp 3,909,241.67
Jumlah	6604.2		Rp 8,161,015.00

**Penentuan Rute Menggunakan Metode Branch and Bound**

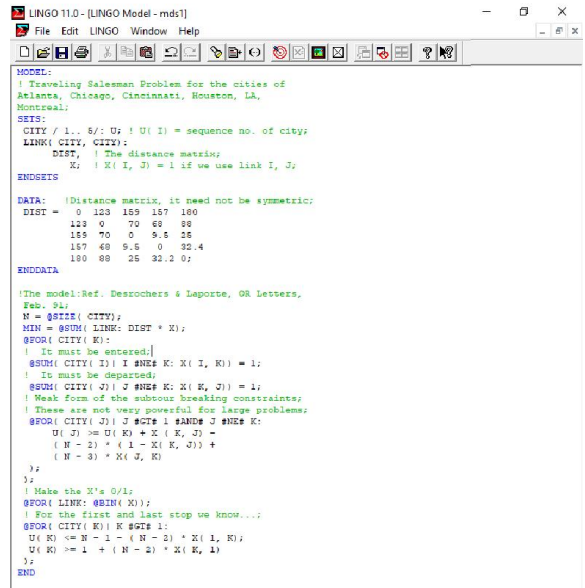
Penyelesaian dengan metode *Branch and Bound* bertujuan untuk mencari alternatif solusi rute dengan jarak yang minimum dengan bantuan *software* LINGO 11.0. Usulan ini dirancang dengan menggunakan *clustering* kota mana saja yang akan dikunjungi oleh setiap kendaraan. Pengolahan data pada metode ini memiliki 4 *cluster* berdasarkan 4 kendaraan yang tersedia Berikut adalah hasil pembentukan rute menggunakan metode *Branch and Bound* dari rute awal yang digunakan oleh PT.X dengan alat bantu *software* LINGO 11.0

**Tabel 11.** Hasil Pengolahan Data *Branch and Bound*

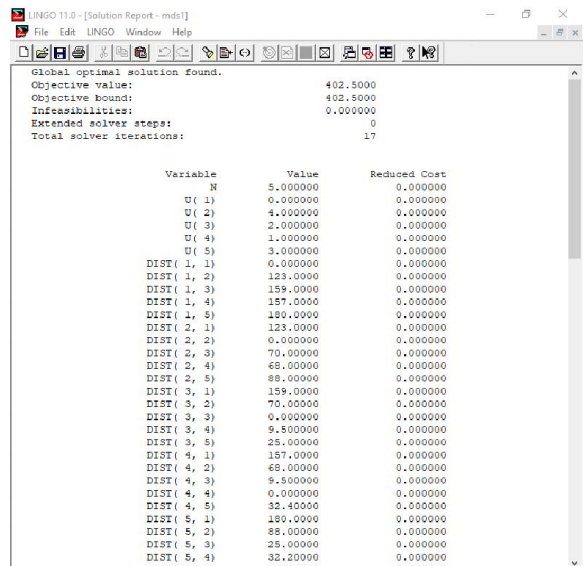
Jenis Kendaraan	Jarak (Km)	Rute	Biaya
MDS 1	402.5	G→K3→K2→K15→K1→G	Rp 590,779.17
MDS 2	1137.7	G→K16→K11→K5→K4→K13→K9→G	Rp 1,768,835.83
MDS 3	1702.6	G→K12→K6→K14→G	Rp 1,807,698.33
MDS 4	3263	G→K10→K8→K7→G	Rp 3,909,241.67
Jumlah	6505.8		Rp 8,076,555.00

Untuk gambaran penentuan rute MDS 1 menggunakan *software* LINGO 11.0 dapat dilihat dibawah ini:

- a. MDS 1 : G=1, K1=2, K2=3, K3=4, dan K15=5
  - 1) Pada *city* diberi inputan jumlah konsumen dalam satu rute dimana untuk MDS 1 adalah 4 titik konsumen
  - 2) Selanjutnya pada data diberi inputan matriks jarak dari konsumen tersebut
  - 3) Setelah itu pilih tombol *solve*
  - 4) Hasil dari penggunaan *software* LINGO 11.0 didapatkan *output* sebagai berikut:



**Gambar 2.** Syntax Model



**Gambar 3.** Solution Report MDS 1

**IV. SIMPULAN**

Kesimpulan pada penelitian ini adalah terdapat penurunan total biaya pengiriman untuk kondisi awal dan metode yang digunakan. Adapun selisih total biaya pengiriman antara kondisi awal dan metode *Nearest Neighbors* adalah sebesar 594.4 km dengan selisih biaya sebanyak Rp 510,193.00. Selisih total biaya pengiriman antara kondisi awal dan metode *Branch and Bound* adalah sebesar 692.8 km dengan selisih biaya sebanyak Rp 594,653.33. Metode *Branch and Bound* memiliki selisih jarak dan jumlah biaya yang paling besar dengan kondisi awal perusahaan, sehingga dapat disimpulkan metode *Branch and Bound* merupakan metode yang terbaik untuk meminimumkan total biaya pengiriman pada penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada orang tua, Ibu/Bapak Dosen Pembimbing, sahabat, serta seluruh pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.

REFERENSI

- [1] S. Chopra dan M. Peter, *Supply Chain Management, Strategy, Planning dan Operation Third Edition*. Pearson Education, Inc. New Jersey. 2007
- [2] R. H. Ballou, *Business Logistics Management: Planning, Organizing Controlling the Supply Chain*. Prentice Hall. 2004.
- [3] F. Tjiptono, *Strategi Pemasaran*. Yogyakarta: Penerbit Andi. 2008.
- [4] E. Herjanto, *Manajemen Operasi*. Edisi Ketiga. Jakarta: Grasindo. 2008.
- [5] M. R. Satria, dkk. Penentuan Rute Distribusi Produk Obat Menggunakan Metode *Sequential Insertion* dan *Clarke & Wright Savings*. *Jurnal: Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 2 (2) hlm. 36. 2014.
- [6] P. Toth, dan D. Vigo, *The Vehicle Routing Problem*. Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia. 2002.
- [7] E. K. Morlok, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga. 2002.
- [8] F. Triyanto, dkk. Usulan Rancangan Rute Distribusi Gas LPG 3 Kg Menggunakan Metode Heuristik dan Metode *Branch and Bound* di PT X. *Jurnal: Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 3 (3) hlm. 195-197. 2015.
- [9] O. Braysy, dan M. Gendreau, *Vehicle Routing Problem with Time Windows, part 1: Route Construction and Local Search Algorithms*. 2015.
- [10] R. Coughlan dan W. Jian. *Lingo The Modeling Language and Optimizer*. Chicago: LINDO Systems Inc. 2018.