

OPTIMALISASI RUTE DISTRIBUSI UP3 PLN AMBON DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN TRAVELLING SALESMAN PROBLEM (TSP)

Fabio J. Sekewael^{1*}, Dian P. Sahar¹, M. Thezar Afifudin¹

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia

*E-mail: sekewaelfabio11@gmail.com

ABSTRAK

Pendistribusian adalah proses untuk menyalurkan suatu barang / material dari produsen ke konsumen. Salah satu tujuan dilakukannya distribusi material adalah agar konsumen bisa mendapatkan material yang dibutuhkan dengan mudah. Berdasarkan hasil penelitian pada UP3 PLN Ambon, diketahui bahwa jarak distribusi pada UP3 PLN Ambon belum optimal. Hal ini dapat dilihat pada data rute distribusi UP3 PLN Ambon dimana jarak distribusi dari Gudang UP3 ke masing-masing unit layanan memiliki nilai yang sangat besar. Pada penelitian ini, penulis menerapkan metode Travelling Salesmen Problem (TSP) untuk membantu UP3 PLN Ambon dalam menentukan rute distribusi yang optimal. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengukur jarak distribusi dari Gudang UP3 ke 5 (lima) Unit Layanan Pelanggan (ULP) yang diteliti yaitu ULP Ambon Kota, ULP Nusaniwe, ULP Baguala, ULP Hitu dan ULP Tulehu dan menganalisis rute distribusi dengan menggunakan program LINGO. Berdasarkan hasil pengukuran jarak distribusi dengan menggunakan bantuan aplikasi Google Maps dan pengolahan data menggunakan Program LINGO, diketahui bahwa Program LINGO berhasil menghasilkan rute yang optimal bagi UP3 PLN Ambon dengan tingkat efisiensi sebesar 4,1% dari rute yang sebelumnya. Dengan demikian Program LINGO telah berhasil beradaptasi dengan sistem di dunia nyata dalam mengoptimalkan jarak rute distribusi material pada UP3 PLN Ambon.

Kata Kunci: Rute, Distribusi, Travelling Salesmen Problem (TSP)

ABSTRACT

Distribution is the process of distributing goods/materials from producers to consumers. One of the goals of distributing materials is so that consumers can get the materials they need easily. Based on the results of research at UP3 PLN Ambon, it is known that the distribution distance at UP3 PLN Ambon is not optimal. This can be seen in the PLN Ambon UP3 distribution route data where the distribution distance from the UP3 Warehouse to each service unit has a very large value. In this study, the authors applied the Travelling Salesmen Problem (TSP) method to assist UP3 PLN Ambon in determining optimal distribution routes. The purpose of this study is to measure the distribution distance from the UP3 Warehouse to the 5 (five) Unit Layanan Pelanggan (ULP) studied, namely ULP Ambon Kota, ULP Nusaniwe, ULP Baguala, ULP Hitu and ULP Tulehu and analyze distribution routes using the LINGO program. Based on the results of measuring distribution distances using the help of the Google Maps application and data processing using the LINGO Program, it is known that the LINGO Program has succeeded in producing an optimal route for UP3 PLN Ambon with an efficiency level of 4.1% from the previous route. Thus the LINGO Program has successfully adapted to the real world system in optimizing the material distribution route distance at UP3 PLN Ambon.

Keywords: Route, Distribution, Travelling Salesmen Problem (TSP)

1. PENDAHULUAN

Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan atau disingkat UP3 PLN Ambon merupakan suatu Unit Pelaksana yang berdiri di bawah PT. PLN (Persero) UIW Maluku dan Maluku Utara. Salah satu tugas dari UP3 PLN Ambon adalah sebagai distributor yang mendistribusikan material ke berbagai Unit Layanan Pelanggan (ULP). ULP sendiri merupakan suatu unit-unit kecil yang melayani kelistrikan masyarakat di daerah-daerah tertentu. ULP Maluku terdiri dari sebelas, yaitu ULP Ambon Kota, ULP Nusaniwe, ULP Tulehu, ULP Hitu, ULP Baguala, ULP Haruku, ULP Saparua, ULP Banda, ULP Namlea, ULP Namrole dan ULP Mako. Pusat distribusi material UP3 PLN Ambon berada di Gudang UP3 PLN Ambon, Lateri. Jarak Gudang UP3 PLN Ambon dan masing-masing ULP yang jauh membuat UP3 PLN Ambon sulit menentukan rute distribusi yang tepat untuk dapat menjangkau seluruh ULP tepat waktu. Tidak menutup kemungkinan bahwa masalah ini dapat berdampak besar bagi pihak UP3 PLN Ambon karena tidak dapat memenuhi permintaan material dari masing-masing ULP dengan optimal. Adapun material-material yang didistribusikan oleh UP3 PLN Ambon, yaitu; *Megger*, *Red Insulating*, Pasta Minyak, Filter Solar, Karet *Vanbelt*, dsb. Material-material ini biasanya diisi ke dalam 1 koli (kardus).

Travelling Salesman Problem (TSP) merupakan sebuah metode yang bertujuan untuk menentukan rute yang memiliki nilai jarak total paling minimum diantara beberapa pilihan rute. Metode TSP merupakan metode yang bersifat *non-deterministic polynomial time complete* dimana tidak ada penyelesaian yang paling optimal jika keseluruhan penyelesaian belum dicoba. Adapun permasalahan dalam penelitian ini yaitu, bagaimana perutean yang optimal bagi UP3 PLN Ambon dalam mendistribusikan material dengan menggunakan metode *Travelling Salesmen Problem* (TSP) dengan tujuan Mengukur jarak distribusi antara titik 1 (satu) dengan titik yang lainnya dan menganalisis rute distribusi yang optimal bagi UP3 PLN Ambon.

2. LANDASAN TEORI

a. *Travelling Salesmen Problem* (TSP)

TSP dikenal sebagai salah satu masalah optimasi yang banyak menarik perhatian para ahli matematika dan khususnya ilmuwan komputer karena TSP mudah didefinisikan dan sulit untuk diselesaikan. Masalah TSP dapat dinyatakan dimana seseorang yang ingin mengunjungi ke sejumlah kota, dimana rangkaian kota-kota yang dikunjungi harus membentuk suatu jalur sedemikian rupa sehingga kota-kota tersebut hanya boleh dilewati tepat satu kali dan kemudian kembali lagi ke kota awal. Tujuan dari masalah TSP ini adalah untuk mencari rute atau jarak terpendek. Penyelesaian untuk masalah TSP mengharuskan perhitungan terhadap semua kemungkinan rute yang dapat diperoleh, kemudian memilih salah satu rute yang terpendek (Rahmi Hidawati; 2019).

Secara umum optimasi berarti pencarian nilai terbaik (minimum atau maksimum) dari beberapa fungsi yang diberikan pada suatu konteks. Secara matematis optimasi adalah cara mendapatkan harga ekstrim baik maksimum atau minimum dari suatu fungsi tertentu dengan faktor-faktor pembatasnya. Jika persoalan yang akan diselesaikan dicari nilai maksimumnya, maka keputusannya berupa maksimas.

Distribusi merupakan aktivitas pergerakan barang dan jasa dari pemasok hingga konsumen akhir melalui *distribution channel* (saluran distribusi). Keseluruhan kegiatan ini menghasilkan nilai tambah (*value added*) melalui pengiriman barang ke lokasi tempat konsumen berada, pada waktu konsumen membutuhkannya, utilisasi alat, dan efisiensi biaya. Pihak yang berperan adalah *shipper* (pengirim barang atau pemilik) dan *carrier* (pihak yang membawa barang) tersebut kepada konsumen.

b. LINGO

Dalam penelitian ini, penulis juga menggunakan Program LINGO untuk megolah data. LINGO merupakan program komputer yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang bervariasi. Menyelesaikan permasalahan optimasi dengan model linear

programming atau goal programming dapat dengan mudahnya dilakukan dengan program komputer ini.

Contoh [1]:

Meminimalkan $3x + 2y + 4z$

Dengan kendala:

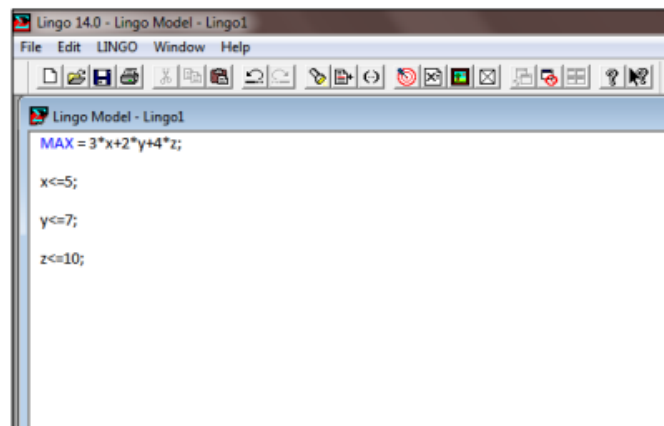
$$x \leq 5; y \leq 7; z \leq 10$$

adalah sebagai berikut:

$$\text{MIN} = 3*x + 2*y + 4*z;$$

$$x \leq 5; z \leq 10.$$

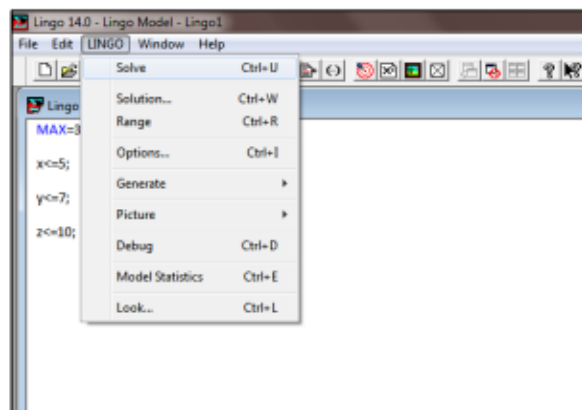
$$y \leq 7;$$



Gambar 1. *Input Data* Pada Program LINGO

Langkah-langkah berikut ini dilakukan untuk memerintahkan Program LINGO untuk memulai penghitungan.

1. Pilih menu “LINGO”
2. Pilih submenu “Solve”



Gambar 2. *Output Data* Pada Program LINGO

Adapun formulasi pada permasalahan rute distribusi UP3 PLN Ambon dengan menggunakan metode TSP yang ditunjukkan pada formula berikut ini:
Formula (1):

- 1) Titik j dikunjungi hanya satu kali:

$$\sum_{i \neq j}^n y_{ij} = 1 \text{ untuk } j = 1 \text{ ke } n,$$

- 2) Titik i ditinggalkan hanya satu kali:

$$\sum_{j \neq i}^n y_{ij} = 1 \text{ untuk } i = 1 \text{ ke } n,$$

- 3) $Y_{ij} = 0$ atau 1 , untuk $i = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, 2, \dots, n$, $i \neq j$:

- 4) Tidak ada subtur yang diizinkan untuk subkumpulan titik S yang tidak termasuk kota 1:

$$\sum_{i,j \in S} y_{ij} \leq |S| - 1 \text{ untuk setiap sub } S,$$

Dimana $|S|$ adalah ukuran

3. METODOLOGI PENELITIAN

a. Variabel Penelitian

Variabel terikat dari penelitian ini adalah mengoptimalkan jarak distribusi sedangkan variabel bebas dari penelitian ini adalah rute yang diusulkan. Variabel-variabel tersebut dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$y = f(x_1, x_2) = \frac{\sum [x_{2i} - x_{1i}]}{m} \quad (2)$$

Keterangan:

y = Efisiensi jarak distribusi

x_1 = Jarak distribusi dari perusahaan pada kasus $i \{1, 2, \dots, m\}$

x_2 = Jarak distribusi berdasarkan komputasi model pada kasus $i \{1, 2, \dots, m\}$

m = Banyaknya kasus yang dibandingkan

i = Sub kasus

Dimana,

x_1 mengacu pada formula (1)

x_2 mengacu pada data yang di dapat dari perusahaan

b. Teknik Pengumpulan Data

1. Observasi adalah teknik pengumpulan data dengan melakukan pengamatan secara langsung di UP3 PLN Ambon dan Unit Layanan Pelanggan tempat pendistribusian material terjadi. Adapun data yang diperlukan yaitu jarak tempuh yang diperlukan untuk mendistribusikan material dari Gudang UP3 PLN Ambon ke masing-masing Unit Layanan Pelanggan.
2. Wawancara adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara bertanya secara langsung kepada tenaga kerja atau *outsourcing* yang melakukan proses pendistribusian material ke Unit Layanan Pelanggan. Adapun data yang diperlukan yaitu, mengetahui rute distribusi material dimulai dari keluarnya transportasi dari Gudang UP3 PLN Ambon ke masing-masing Unit Layanan Pelanggan hingga kemabli ke Gudang UP3 PLN Ambon.
3. Studi Dokumen adalah teknik pengumpulan data dimana data tersebut berupa gambar atau foto. Dalam penelitian ini penulis menggunakan aplikasi *Google Maps* untuk membantu menghitung jarak tempuh ketika mendistribusikan material dari Gudang UP3 PLN Ambon ke masing-masing Unit Layanan Pelanggan.

c. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 3. Penelitian diawali dengan identifikasi masalah, studi literatur dan penetapan tujuan penelitian. Setelah pengumpulan dan pengolahan data, dilakukan analisis dan pengambilan kesimpulan.



Gambar 3. Flow Chart Penelitian









4. HASIL DAN PEMBAHASAN


a. Pengolahan Data

Berikut ini adalah rekab data jarak, waktu, biaya, permintaan material dan rute yang ditempuh untuk mendistribusikan material pada masing-masing ULP selama periode 1 Februari 2023 s/d 28 Februari 2023. Proses pendistribusian dimulai dari Gudang UP3 PLN Ambon ke lokasi pengiriman (ULP yang melakukan permintaan material) lalu kembali ke Gudang UP3 PLN Ambon.

Tabel 1. Data Perutean Distribusi Dari Perusahaan (Februari 2023)

Tgl	Lokasi Pengiriman	Total Jarak Tempuh (Km)	Total Waktu Tempuh (Menit)	Biaya	Jumlah Permintaan Material	Rute
Minggu ke-1						
1	ULP Baguala → ULP Ambon Kota → ULP Nusaniwe	36,9 km	1 jam 31 menit	Rp100.000	3 Koli	
2	ULP Tulehu	30 km	54 menit	OFF	1 Koli	
3				Rp150.000		
4				OFF		
5				OFF		

Tgl	Lokasi Pengiriman	Total Jarak Tempuh (Km)	Total Waktu Tempuh (Menit)	Biaya	Jumlah Permintaan Material	Rute
6	ULP Baguala → ULP Hitu → ULP Ambon Kota	61,4 km	2 jam 5 menit	Rp150.000	3 Koli	
7				OFF		
8				Minggu ke-2		
9				OFF		
10	ULP Tulehu → ULP Nusaniwe	57,2 km	1 jam 57 menit	Rp150.000	2 Koli	
11				OFF		
12	ULP Tulehu → ULP Ambon Kota	51,9 km	1 jam 46 menit	Rp150.000	2 Koli	
13				OFF		
14	ULP Baguala	20 km	42 menit	Rp100.000	1 Koli	
15				Minggu ke-3		
16				OFF		
17	ULP Nusaniwe → ULP Baguala	37,7 km	1 jam 16 menit	Rp100.000	2 Koli	
18				OFF		
19	ULP Tulehu	30 km	54 menit	Rp150.000	1 Koli	
20	ULP Ambon Kota	22 km	52 menit	Rp100.000	1 Koli	
21				OFF		
22				Minggu ke-4		
23				OFF		
24	ULP Tulehu → ULP Hitu → ULP Ambon Kota	80,0 km	2 jam 26 menit	Rp150.000	3 Koli	
25				OFF		
26				OFF		

Tgl	Lokasi Pengiriman	Total Jarak Tempuh (Km)	Total Waktu Tempuh (Menit)	Biaya	Jumlah Permintaan Material	Rute
27	ULP Nusaniwe → ULP Baguala	37,7 km	1 jam 17 menit	Rp100.000	2 Koli	
28				OFF		

Berikut ini adalah hasil pengolahan data jarak distribusi material pada UP3 PLN Ambon yang diolah dengan menggunakan program LINGO. Adapun penjelasan sebagai berikut:

- Amb = ULP Ambon Kota
- Nus = ULP Nusaniwe
- Bag = ULP Baguala
- Hit = ULP Hitu
- Tul = ULP Tulehu

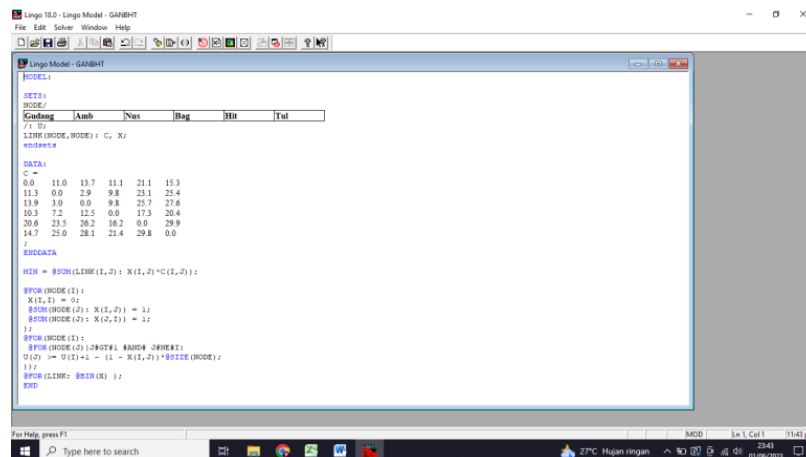
Tabel 2. Data Jarak 6 Titik

J A R A K (Km)	Gudang	Amb	Nus	Bag	Hit	Tul
Gudang	0.0	11.0	13.7	11.1	21.1	15.3
Amb	11.3	0.0	2.9	9.8	23.1	25.4
Nus	13.9	3.0	0.0	9.8	15.7	27.6
Bag	10.3	7.2	12.5	0.0	17.3	17.3
Hit	20.6	23.5	26.2	16.2	0.0	0.0
Tul	14.7	25.0	28.1	21.4	29.8	29.8

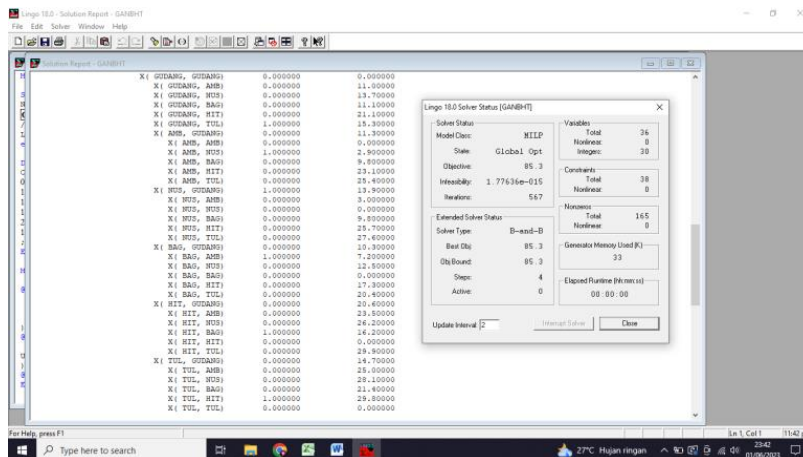
Diketahui bahwa rute distribusi pada UP3 PLN Ambon terbagi menjadi 4 (empat) yaitu rute untuk 6 titik, 5 titik, 4 titik dan 3 titik. Adapun variasi rute distribusi material dari masing-masing titik yaitu:

- 6 titik = 1 variasi
- 5 titik = 5 variasi
- 4 titik = 10 variasi
- 3 titik = 10 variasi

Berikut ini adalah *input* data jarak 6 titik pada program LINGO untuk mencari rute optimal:



Gambar 4. *Input* Data Jarak 6 Titik



Gambar 5. Output Data Jarak 6 Titik

Berdasarkan hasil pengolahan data pada Program LINGO sesuai dengan output pada Gambar 5, diketahui bahwa x yang bernilai 1 menunjukkan rute yang optimal bagi UP3 PLN Ambon, dimana berdasarkan urutannya dapat digambarkan sebagai berikut:

Gudang UP3 → ULP Tulehu → ULP Hitu → ULP Baguala → ULP Ambon Kota → ULP Nusaniwe → Gudang UP3

Setelah masing-masing variasi dari data jarak 6 titik, 5 titik, 4 titik dan 3 titik diolah menggunakan program LINGO, berikut ini adalah rekap data jarak distribusi yang optimal bagi UP3 PLN Ambon:

Tabel 3. Rekap Data Jarak Distribusi UP3 PLN Ambon

Kasus	Sub Kasus	Jarak Optimal (Km)	Rute
6 Titik	6.1	88,9	1 - 6 - 5 - 4 - 2 - 3 - 1
	5.1	67,8	1 - 2 - 3 - 5 - 4 - 1
5 Titik	5.2	58,6	1 - 2 - 3 - 4 - 6 - 1
	5.3	84,1	1 - 2 - 3 - 5 - 6 - 1
	5.4	83,5	1 - 6 - 5 - 4 - 2 - 1
	5.5	91,7	1 - 3 - 5 - 4 - 6 - 1
	4.1	71,1	1 - 4 - 5 - 6 - 1
	4.2	59,5	1 - 2 - 4 - 5 - 1
	4.3	58,5	1 - 3 - 4 - 6 - 1
4 Titik	4.4	67,7	1 - 3 - 5 - 4 - 1
	4.5	78,6	1 - 2 - 5 - 6 - 1
	4.6	53,2	1 - 2 - 4 - 6 - 1
	4.7	59,5	1 - 5 - 4 - 2 - 1
	4.8	56,1	1 - 2 - 3 - 6 - 1
	4.9	60,1	1 - 2 - 3 - 5 - 1
	4.10	34,6	1 - 2 - 3 - 4 - 1
3 Titik	3.1	65,7	1 - 5 - 6 - 1
	3.2	45,4	1 - 4 - 6 - 1
	3.3	49,4	1 - 5 - 4 - 1
	3.4	50,6	1 - 2 - 6 - 1
	3.5	54,6	1 - 2 - 5 - 1
	3.6	27,7	1 - 2 - 3 - 1
	3.7	55,9	1 - 3 - 6 - 1
	3.8	34,5	1 - 3 - 4 - 1
	3.9	31,5	1 - 4 - 2 - 1
	3.10	59,9	1 - 3 - 5 - 1

- *1 = Gudang UP3
- *2 = ULP Ambon Kota
- *3 = ULP Nusaniwe
- *4 = ULP Baguala
- *5 = ULP Hitu
- *6 = ULP Tulehu

Setelah dibandingkan dengan kasus pada rute lama (Tabel 1), berikut ini adalah tabel data perbandingan rute lama dan rute usulan

Tabel 4. Perbandingan Rute Lama dan Rute Usulan

Sub Kasus	Jarak (Perusahaan) (x ₂)	Jarak (Diusulkan) (x ₁)	Efisiensi $((x_{2i} - x_{1i}) / x_{2i})$ (%)
4.2	61,4	59,5	3,1%
4.5	80,0	78,6	1,8%
4.10	36,9	34,6	6,2%
3.4	51,9	50,6	2,5%
3.7	57,2	55,9	2,3%
3.8	37,7	34,5	8,5%
	Rata-rata		4,1%

b. Analisa Hasil

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa Node 5 (ULP Hitu) dan Node 6 (ULP Tulehu) merupakan 2 titik yang sangat berpengaruh dalam menentukan rute distribusi. Setiap kasus yang melewati Node 5 dan Node 6 pasti akan mengalami peningkatan jarak yang signifikan. Hal ini menjelaskan bahwa program LINGO mampu beradaptasi dengan sistem di dunia nyata. Adapun urutan jarak ULP terjauh dari Gudang UP3 yang dihasilkan oleh program LINGO adalah sebagai berikut, ULP Ambon Kota, ULP Nusaniwe, ULP Baguala, ULP Tulehu dan ULP Hitu.

Jika dibandingkan dengan rute yang diberikan oleh perusahaan (Tabel 1) dan rute yang diusulkan dengan menggunakan program LINGO, dapat kita lihat bahwa pada sub kasus 4.2 rute yang dipilih oleh UP3 PLN Ambon sebelumnya berjarak 61,4 km dan setelah diolah dengan menggunakan program LINGO rute yang diusulkan hanya berjarak 59,5 km dengan selisih 3,1 km. Pada sub kasus 4.5 rute yang dipilih oleh UP3 PLN Ambon sebelumnya berjarak 80,0 km dan setelah diolah menggunakan program LINGO rute yang diusulkan hanya berjarak 78,6 km dengan tingkat efisiensi 1,8%. Pada sub kasus 4.10 rute yang dipilih oleh UP3 PLN Ambon sebelumnya berjarak 36,9 km dan setelah diolah menggunakan program LINGO rute yang diusulkan hanya berjarak 34,6 km dengan tingkat efisiensi 6,2%. Pada sub kasus 3.4 rute yang dipilih oleh UP3 PLN Ambon sebelumnya berjarak 51,9 km dan setelah diolah menggunakan program LINGO rute yang diusulkan hanya berjarak 50,6 km dengan tingkat efisiensi 2,5%. Pada sub kasus 3.7 rute yang dipilih oleh UP3 PLN Ambon sebelumnya berjarak 57,2 km dan setelah diolah menggunakan program LINGO rute yang diusulkan hanya berjarak 55,9 km dengan tingkat efisiensi 2,3% dan pada sub kasus 3.8 rute yang dipilih oleh UP3 PLN Ambon sebelumnya berjarak 37,7 km dan setelah diolah menggunakan program LINGO rute yang diusulkan hanya berjarak 34,5 km dengan tingkat efisiensi 8,5%. Dengan demikian program LINGO telah berhasil menginterpretasikan kasus rute distribusi material pada UP3 PLN Ambon dengan tingkat efisiensi yang lebih baik dari rute yang digunakan perusahaan sebelumnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa jarak distribusi material pada UP3 PLN Ambon diukur dengan menggunakan bantuan aplikasi Google Maps dan diolah dengan menggunakan program LINGO. Jarak yang diukur dengan aplikasi Google Maps merupakan jarak real dari satu titik ke titik yang lainnya dengan kondisi kemacetan 0%. Berpatokan dari rute

sebelumnya dimana Sub Kasus 4.2 sebelumnya berjarak 61,4 Km setelah diolah terjadi penurunan jarak sebesar 3,1% dengan jarak 59,5 Km, Sub Kasus 4.5 sebelumnya berjarak 80,0 Km setelah diolah terjadi penurunan jarak sebesar 1,8% dengan jarak 78,6 Km, Sub Kasus 4.10 sebelumnya berjarak 36,9 Km setelah diolah terjadi penurunan jarak sebesar 6,2% dengan jarak 34,6 Km, Sub Kasus 3.4 sebelumnya berjarak 51,9 Km setelah diolah terjadi penurunan jarak sebesar 2,5% dengan jarak 50,6 Km, Sub Kasus 3.7 sebelumnya berjarak 57,2 Km setelah diolah terjadi penurunan jarak sebesar 2,5% dengan jarak 55,9 Km dan Sub Kasus 3.8 sebelumnya berjarak 37,7 Km setelah diolah terjadi penurunan jarak sebesar 8,5% dengan jarak 34,5 Km. Adapun hasil optimalisasi jarak rute distribusi menggunakan program LINGO dengan tingkat efisiensi rata-rata sebesar 4,1% dari rute sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa program LINGO mampu beradaptasi dengan sistem di dunia nyata dengan menghasilkan rute optimal dengan tingkat efisiensi yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, M., Wolok, E., & Lahay, I. H. (2019). OPTIMASI RUTE DISTRIBUSI LPG 3 KG PT XYZ MENGGUNAKAN METODE NEAREST NEIGHBOUR & METODE BRANCH AND BOUND. In *Seminar Nasional Teknologi*.
- Basuki, Mahmud. (2018). Penentuan Rute Optimum Distribusi Produk PT Indmira Berdasarkan Jarak. *Jurnal Desiminasi Teknologi, Universitas Tridinanti, Palembang*, 5(1).
- Pailin, D. B dan Tupan, J. M (2018). Pemecahan Traveling Salesman Problem Menggunakan Teknik Branch and Bound dan Cheapest Insertion Heuristic (Studi Kasus: PT. Paris Jaya Mandiri–Ambon). *Prosiding Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*. 110-120. (Surakarta, 7-8 Mei 2018).
- Hidayati, R., Guntoro, I., & Junianti, S. (2019). *PENGGUNAAN METODE SIMULATED ANNEALING UNTUK PENYELESAIAN TRAVELLING SALESMAN PROBLEM* (Vol. 4, Issue 2).
- Ihda Hasbiyati, Hasriati., T. P. Nababan. (2022). *PROSIDING KONFERENSI NASIONAL MATEMATIKA XX Diterbitkan oleh Universitas Pattimura @Hak Cipta dilindungi Undang-undang*. (n.d.). <https://doi.org/10.30598/PattimuraSci.2021.KNMXX>
- Moriza, D., Adiyanto, H., Nurdiansyah, T. (2018). Rute Pendistribusian Air Mineral Dalam Kemasan Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Branch And Bound di PT Agronesia BMC. *Jurnal Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional*. 4(2).
- Paillin, D. B., Tupan, J. M., Lasamahu, I. & Jurusan. (2020). *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2020*.
- Pailin, D. B., Tupan, J. M. (2018). Pemecahan Traveling Salesman Problem Menggunakan Teknik Branch and bound dan Cheapest Insertion Heuristic (Studi Kasus: PT. Paris Jaya Mandiri – Ambon). *Konferensi Nasional IDEC 2018, Surakarta*
- Paillin, D. B. (2019). Pemecahan Vehicle Routing Problem Dengan Karakteristik Fleet Mix Vehicle, Multiple Trips, Split Delivery, Multiple Products Dan Multiple Compartments Menggunakan Teknik Genetic Algorithm, Thesis, *Industrial Engineering and Management, Institut Teknologi, Bandung Paillin*.
- Schrage, L. E. (2002). *Optimization modeling with LINGO*. Lindo Systems.
- Sumarsa, A., & Widyastiti, M. (2022). *Dipublikasikan online pada: Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Universitas Pattimura ISSN 2716-3903*.