

Analisis Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode *Nearest Neighbor* di PT. KALOG

Leonard Leymena^{*1)}, Cahyo Suryo B.W.²⁾, Yuniaristanto³⁾, Wahyudi Sutopo⁴⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Industri Universitas Sebelas Maret Jl. Ir. Sutami, 36 A, Surakarta, Indonesia

²⁾ Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis Program Studi Teknik Industri Universitas Sebelas Maret Jl. Ir. Sutami, 36 A, Surakarta

email: leonard14.ley@gmail.com, cahyosuryobhuwono25@gmail.com, wahyudisutopo@staff.uns.ac.id, dan yuniaristanto@ft.uns.ac.id

ABSTRAK

PT. KALOG adalah salah satu pabrik di bidang pengiriman barang. Penelitian ini akan menggunakan metode *saving matrix* untuk menentukan jarak distribusi dan *nearest neighbor* untuk penentuan rute. Pada PT KALOG para kurir sering merasa kelelahan dan terkadang banyak barang yang dikirimkan oleh PT. KALOG mengalami keterlambatan dikarenakan jumlah mobil yang terbilang masih sedikit. Untuk mengurangi keterlambatan tersebut maka dibuatlah rencana penentuan rute distribusi yang optimal tanpa perlu mengeluarkan biaya untuk membeli mobil pengantar barang. Penentuan rute distribusi yang dilakukan adalah menggunakan metode *Nearest Neighbor*. Dari hasil metode tersebut akan dianalisa yang kemudian menghasilkan keputusan untuk menentukan alur pendistribusian yang seharusnya dilakukan. Penelitian ini menghasilkan jarak yang optimal berdasarkan *saving value* dan jarak antar 2 lokasi. Menurut hasil perhitungan, terdapat perubahan rute terhadap 5 mobil pengangkut yang tersedia.

Kata kunci: *nearest neighbor, saving matrix, vehicle routing problem*

1. Pendahuluan

PT. Kereta Api Logistik (KALOG) adalah anak perusahaan dari PT. Kereta Api (Persero) yang bergerak dalam pelayanan bisnis atau distribusi logistik berdasar rel, bisnis pengemasan menggunakan layanan “*door to door*”. Pengembangan peran PT KA Logistik dilakukan pada tahap Pra-Layanan dan Pasca-Layanan layanan Kereta Api oleh PT (Persero) dan layanan teknologi informasi berbasis-layanan terintegrasi di seluruh rantai logistik distribusi. Termasuk manajemen Container Terminal (TPK), pengepakan, pengawalan, pemuatan dan bongkar, pergudangan, transportasi, pelabelan, pelacakan, manajemen logistik dengan melakukan prinsip-prinsip tanggung jawab yang terbatas. Target bisnis KALOG di masa depan yaitu Solusi Total distribusi logistic dalam pelayanan melalui “Layanan End-to-End” atau sebagai Penyedia Layanan Manajemen Rantai Pasok.

Permasalahan yang ada pada lingkup distribusi barang pada PT KALOG adalah meminimumkan biaya transportasi untuk distribusi barang ke konsumen. Banyak hal yang perlu diperhatikan dalam proses distribusi, seperti jumlah permintaan konsumen yang berbeda, batas waktu pengiriman, kapasitas kendaraan, kecepatan yang ditempuh pada waktu dan rute tertentu, dan tempat pengiriman yang berbeda. Maka dari itu diperlukan suatu cara agar proses distribusi dapat lebih baik dan sampai ke pelanggan dengan tepat waktu.

Dalam proses distribusi, salah satu cara yang tepat dengan mengoptimalkan rute kendaraan agar waktu yang digunakan untuk melayani konsumen lebih efisien dan barang dapat sampai ke konsumen tepat waktu. Permasalahan optimisasi rute kendaraan dikenal dengan *vehicle routing problem* (VRP). VRP bertujuan untuk mengirimkan produk ke pelanggan dengan pertimbangan rute transportasi yang optimum dan meminimalisasi jumlah kendaraan yang digunakan untuk keluar-masuk depot. Contoh kasus dalam kehidupan sehari-hari dalam permasalahan VRP antara lain distribusi air minum, distribusi surat kabar, pelayanan jasa kurir, jasa ojek, penentuan rute bus sekolah, dan lain sebagainya.

Metode *Nearest Neighbor* bertujuan untuk menentukan rute terpendek sehingga jalur distribusi dapat dilakukan secara optimal. Optimal yang dimaksud adalah jumlah barang yang dikirim, waktu pengiriman, dan jarak yang dibutuhkan tepat.

Pada penelitian ini akan menerapkan metode *Nearest Neighbour* (NN) yang digunakan untuk menentukan rute terbaik untuk meminimalkan biaya transportasi. Dengan mengolah data yang tersedia menggunakan metode *Saving Matrix* yang selanjutnya akan diolah menggunakan metode *Nearest Neighbour*. Dengan mempertimbangkan jarak lokasi antara konsumen dan PT. KALOG dan *Saving Value* akan didapatkan rute terbaik berdasarkan faktor lainnya seperti biaya bahan bakar, depresiasi, pekerja, pajak kendaraan, dan pemeliharaan.

Literature Review

Pengertian transportasi yang dikemukakan oleh Nasution (1996) diartikan sebagai pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan. Sehingga dengan kegiatan tersebut maka terdapat tiga hal yaitu adanya muatan yang diangkut, tersedianya kendaraan sebagai alat angkut, dan terdapatnya jalan yang dapat dilalui. Proses pemindahan dari gerakan tempat asal, dimana kegiatan pengangkutan dimulai dan ke tempat tujuan dimana kegiatan diakhiri. Untuk itu dengan adanya pemindahan barang dan manusia tersebut, maka transportasi merupakan salah satu sektor yang dapat menunjang kegiatan ekonomi (*the promoting sector*) dan pemberi jasa (*the servicing sector*) bagi perkembangan ekonomi.

Vehicle routing problem adalah suatu cara penentuan rute optimal dalam pendistribusian barang dari satu depot atau lebih ke sejumlah pelanggan pada lokasi yang berbeda-beda dengan permintaan yang telah diketahui dan memenuhi sejumlah kendala (Yeun dkk, 2008). Menurut (Toth & Vigo, 2002), tujuan yang ingin dicapai dalam VRP yaitu (i) meminimalkan ongkos perjalanan secara keseluruhan, (ii) meminimalkan jumlah kendaraan yang digunakan, (iii). menyeimbangkan rute, dan (iv) meminimalkan keluhan pelanggan.

Metode NN juga banyak digunakan sebagai dasar penentuan rute bagi metode-metode metaheuristik. Metode heuristik *Nearest Neighbor* (NN) ditemukan oleh (Solomon, 1987) yang konsepnya adalah mengunjungi lokasi terdekat dari masing-masing lokasi yang sedang dikunjungi. Adapun rumus yang digunakan dalam menentukan biaya (Purnomo, 2010) sebagai berikut: Biaya Transportasi = *fixed cost* + *variable cost* dimana *fixed cost* = gaji pengemudi + gaji asisten pengemudi + Biaya administrasi. Sedangkan *variable cost* = biaya bahan bakar.

Banyak penelitian terdahulu yang telah sukses mengaplikasikan metode *Nearest Neighbour* untuk menyelesaikan masalah penentuan rute distribusi. Haryadi Sarjono (2014) menentukan rute transportasi terbaik dengan metode *Nearest Neighbour* untuk memindahkan produk dari satu lokasi ke lokasi lainnya sehingga barang sampai di tangan konsumen. Metode ini digunakan untuk rute pengiriman atau jalan yang dilewati oleh setiap kendaraan yang akan mendistribusikan barang dengan memperhatikan permintaan konsumen dan jumlah dari kendaraan kargo. Penelitian tersebut akan berpengaruh dan berhubungan ke biaya transportasi. Tarigan (2018) melakukan penelitian untuk mengoptimalkan rute transportasi menggunakan metode *Nearest Neighbour*. Permasalahan umum yang terjadi untuk memindahkan kelapa sawit dari perkebunan ke pabrik yang dimana sering berubahnya jarak tempuh yang dilalui truk karena instruksi transportasi yang tidak spesifik.

Matriks Jarak menyatakan jarak antar tiap pasang lokasi yang dikunjungi. Jarak antara lokasi A yang terletak pada koordinat X_a, Y_a dan lokasi B yang terletak pada koordinat X_b, Y_b yang dicari menggunakan rumus:

$$\sqrt{(X_a - X_b)^2 + (Y_a - Y_b)^2} \quad (4)$$

Metode *Nearest Neighbour* merupakan metode paling sederhana untuk menyelesaikan masalah *Traveling Salesman Problem*. Pertama, memilih salah satu titik yang mewakili suatu titik

awal. Selanjutnya, memilih titik tujuan yang akan dikunjungi berikutnya, dengan pertimbangan hanya memilih titik yang memiliki jarak terdekat dengan titik yang sebelumnya dikunjungi. Setelah seluruh titik dikunjungi atau seluruh titik telah terhubung, maka tutup rute perjalanan dengan kembali ke titik asal.

Dari perhitungan matriks jarak yang telah dilakukan, selanjutnya kita akan menghitung nilai dari *saving matrix*. Jika mengunjungi beberapa konsumen setiap pengiriman barang tunggal. *Value of savings* diperoleh:

$$S(x, y) = J(0, x) + J(0, y) - J(x, y) \quad (5)$$

Berikut ini merupakan rumus persamaan yang digunakan untuk menyelesaikan metode *Nearest Neighbour* :

$$\Delta f = c_{ik} + c_{kj} + c_{ij} \quad (6)$$

2. Metode

Data yang dikumpulkan pada tahap ini meliputi data data jarak distribusi PT. KALOG dengan konsumen, rute distribusi awal, kapasitas mobil pengangkut, kapasitas pembelian konsumen, dan jumlah konsumen. Data-data tersebut dijelaskan sebagai berikut:

a. Penentuan *Matrix* jarak setiap konsumen

Pada tahap ini dilakukan perhitungan *matrix* dengan menggunakan *excel* yang menggunakan jarak lokasi antara PT. KALOG dengan masing – masing konsumen yang akan dituju.

b. Membuat *Saving Matrix*

Pada tahap ini dilakukan perhitungan *saving matrix* dengan menggunakan tabel yang dikeluarkan berdasarkan hasil pengukuran jarak yang telah dilakukan pada langkah sebelumnya.

c. Penentuan Rute Terbaik

Pada tahap ini dilakukan perhitungan untuk menentukan rute distribusi yang terbaik yang harus dilakukan oleh PT. KALOG dengan menggunakan 2 pertimbangan yaitu *Saving Value* dan jarak antar 2 lokasi.

d. Penentuan Rute Terbaik

Pada tahap ini dilakukan perhitungan biaya total dengan menjumlahkan beberapa faktor perhitungan. Beberapa faktor tersebut adalah biaya bahan bakar, depresiasi, pekerja, pajak kendaraan, dan pemeliharaan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Membuat matriks Jarak

Tahap pertama yang harus dilakukan dalam menentukan rute pengiriman terbaik adalah mendapatkan posisi dan lokasi gudang perusahaan di seluruh perusahaan konsumen. Konsumen yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 18 konsumen, sebagai sampel. Untuk memudahkan dalam menentukan rute pengiriman, posisi masing-masing lokasi diperoleh dengan menggunakan peta. Dalam penelitian ini digunakan aplikasi *Google Earth* sebagai peta.

Tabel 1. Lokasi customer

INDEX	k0	k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8	k9	k10	k11	k12	k13	k14	k15	k16	k17	k18
K0	0																		
K1	4,8	0,0																	
K2	4,2	1,3	0,0																
K3	4,4	1,6	0,7	0,0															
K4	5,6	2,9	2,0	1,3	0,0														
K5	5,1	2,2	1,2	2,0	0,9	0,0													
K6	6,0	3,3	2,4	1,7	1,4	1,1	0,0												
K7	6,3	3,6	2,7	2,0	1,7	1,6	1,6	0,0											
K8	5,4	2,7	1,8	1,1	1,1	1,9	1,9	1,6	0,0										
K9	5,1	2,4	1,8	1,1	2,3	2,8	2,8	2,5	1,0	0,0									
K10	3,8	2,0	1,8	1,9	3,1	3,3	3,6	3,5	2,9	5,0	0,0								
K11	4,4	2,4	1,9	1,3	2,5	3,3	3,2	2,9	2,3	4,4	0,7	0,0							
K12	5,0	3,3	2,6	2,0	3,1	3,9	3,9	3,6	3,0	5,0	1,4	1,0	0,0						
K13	4,2	3,0	2,8	2,4	3,6	4,4	4,0	4,0	3,4	5,5	1,9	1,4	1,4	0,0					
K14	5,5	4,1	3,9	3,3	4,5	5,4	4,9	4,9	4,3	6,3	2,8	2,2	2,2	1,4	0,0				
K15	3,9	4,4	4,2	5,5	5,9	5,8	6,4	6,4	5,7	7,8	4,0	3,9	3,9	4,2	5,4	0,0			
K16	3,8	4,4	4,2	1,5	5,9	5,7	6,3	6,3	5,7	7,8	4,0	3,9	3,9	4,1	4,5	4,5	0,0		
K17	2,3	2,6	2,5	2,2	4,1	4,0	4,6	4,6	3,9	6,0	2,2	2,1	2,1	1,9	3,2	3,2	2,2	0,0	
K18	2,5	1,4	1,5	3,0	3,2	3,1	3,7	3,7	3,1	5,1	1,3	1,3	1,3	1,6	2,7	2,7	3,0	1,1	0

3.2 Perhitungan Saving Matrix

Berikut adalah tabel *Value of savings* diperoleh:

Tabel 2. Saving Matrix

INDEX	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18
K1	0																	
K2	7,7	0																
K3	7,6	7,9	0															
K4	7,5	7,8	8,7	0														
K5	7,7	8,1	7,5	9,8	0													
K6	7,5	7,8	8,7	10,2	10,0	0												
K7	7,5	7,8	8,7	10,2	9,8	10,7	0											
K8	7,5	7,8	8,7	9,9	8,6	9,5	10,1	0										
K9	7,5	7,5	8,4	8,4	7,4	8,3	8,9	9,5	0									
K10	6,6	6,2	6,3	6,3	5,6	6,2	6,6	6,3	3,9	0								
K11	6,8	6,7	7,5	7,5	6,2	7,2	7,8	7,5	5,1	7,5	0							
K12	6,5	6,6	7,4	7,5	6,2	7,1	7,7	7,4	5,1	7,4	8,4	0						
K13	6,0	5,6	6,2	6,2	4,9	6,2	6,5	6,2	3,8	6,1	7,2	7,8	0					
K14	6,2	5,8	6,6	6,6	5,2	6,6	6,9	6,6	4,3	6,5	7,7	8,3	8,3	0				
K15	4,3	3,9	2,8	3,6	3,2	3,5	3,8	3,6	1,2	3,7	4,4	5,0	3,9	4,0	0			
K16	4,2	3,8	6,7	3,5	3,2	3,5	3,8	3,5	1,1	3,6	4,3	4,9	3,9	4,8	3,2	0		
K17	4,5	4,0	4,5	3,8	3,4	3,7	4,0	3,8	1,4	3,9	4,6	5,2	4,6	4,6	3,0	3,9	0	
K18	5,9	5,2	3,9	4,9	4,5	4,8	5,1	4,8	2,5	5,0	5,6	6,2	5,1	5,3	3,7	3,3	3,7	0

Berikut adalah beberapa contoh perhitungannya:

Saving Matrix $S(6,8)$:

$$\begin{aligned}
 S(6,8) &= J(0, 6) + J(0, 8) - J(6, 8) \\
 &= 6,0 + 5,4 - 1,9 \\
 &= 9,5
 \end{aligned}$$

3.3 Perhitungan *Nearest Neighbour*

Sebelum memasukkan konsumen ke dalam rute pengiriman, hal pertama yang harus dilakukan adalah mengurutkan nilai penghematan yang telah diperoleh mulai dari yang terbesar hingga yang terendah. Ini adalah daftar 10 nilai penghematannya:

Tabel 3. Nilai Penghematan

No	Consumer Pairs	Saving
1	K6 & K7	10,7
2	K4 & K6	10,2
3	K4 & K7	10,2
4	K7 & K8	10,1
5	K5 & K6	10
6	K4 & K8	9,9
7	K4 & K5	9,8
8	K5 & K7	9,8
9	K6 & K8	9,5
10	K8 & K10	9,5

Pada tahap ini konsumen yang telah berada di setiap rute pengiriman akan melakukan pemesanan. Pengurutan konsumen dilakukan untuk menentukan pelanggan mana yang akan dikunjungi terlebih dahulu ketika pengiriman dilakukan sehingga jarak proses pengiriman lebih dekat dan yang juga akan mempengaruhi biaya transportasi. Pengurutan akan dilakukan dengan menggunakan *nearest neighbor*, berikut langkah-langkahnya:

- a. Konsumen yang berkunjung pertama kali adalah konsumen yang memiliki jarak terdekat perusahaan.

Tabel 4. Langkah pertama *Nearest Neighbour*

Route	Distance (km)
K0 - K6	6,0
K0 - K7	6,3
K0 - K4	5,6
K0 - K8	5,4

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa konsumen yang memiliki jarak terdekat ke titik awal (perusahaan) adalah K8.

- b. Untuk mendefinisikan konsumen kedua yaitu menentukan konsumen yang mempunyai jarak terdekat dengan konsumen pertama, yaitu K8.

Tabel 5. Langkah kedua *Nearest Neighbour*

Route	Distance (km)
K8 - K6	1,9
K8 - K7	1,6
K8 - K4	1,1

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa konsumen yang memiliki jarak terdekat ke titik awal (perusahaan) adalah K4.

- c. Menentukan konsumen ketiga yaitu konsumen yang memiliki jarak terdekat dari K4 pada konsumen yang masih tersisa.

Tabel 6. Langkah ketiga *Nearest Neighbour*

Route	Distance (km)
K4 - K6	1,4
K4 - K7	1,7

Dari Tabel 6 dapat diputuskan bahwa konsumen yang memiliki jarak terdekat ke K4 adalah K6.

- d. Setelah K6 ditetapkan menjadi konsumen ketiga maka sisanya adalah K7, sehingga K7 menjadi konsumen terakhir yang akan dikunjungi oleh kendaraan, setelah itu kendaraan akan bergerak kembali ke perusahaan.

Tabel 7 yaitu hasil dari penyortiran konsumen menggunakan prosedur *Nearest Neighbour*

Tabel 7. Penyortiran konsumen dengan *Nearest Neighbour*

Route	Vehicle	Consumers	DISTANCE
1	Truck	K0-K8-K4-K6-K7-K0	15,8
2	Truck	K0-K10-K5-K9-K0	15,0
3	Truck	K0-K3-K11-K12-K14-K0	14,4
4	Truck	K0-K13-K2-K1-K0	13,3
5	Truck	K0-K17-K16-K18-K15-K0	14,1

3.4 Biaya Total

Berdasarkan perhitungan biaya yang terkait dengan pengiriman barang ke konsumen, dapat menghitung biaya yang dikeluarkan perusahaan pada setiap aktivitas pengiriman yang dilakukan. Berikut adalah hasil perhitungan biaya pengiriman yang dikeluarkan setiap kali perusahaan melakukan aktivitas pengiriman dengan menggunakan rute yang ditentukan sebelumnya. Total biaya untuk kelima truk dengan prosedur *Nearest Neighbour* adalah:

Tabel 4. Perhitungan Biaya Total

Index	Usulan	Data Awal
Truck 1	Rp224.281,13	Rp238.681,13
Truck 2	Rp219.481,13	Rp222.481,13
Truck 3	Rp215.881,13	Rp241.681,13
Truck 4	Rp209.281,13	Rp235.681,13
Truck 5	Rp214.081,13	Rp218.281,13

4. Simpulan

Metode *saving matrix* merupakan metode yang bertujuan untuk melakukan penjadwalan kendaraan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, metode *saving matrix* dapat diperoleh dengan membuat *matrix* jarak yang kemudian hasilnya dijumlahkan sehingga diperoleh hasil yaitu *saving matrix* dengan nilai tertinggi yaitu 10,7 km dan yang terendah dengan nilai 1,1 km. Metode *saving matrix* yang dihitung berpengaruh terhadap perhitungan *nearest neighbor* dengan memasukkan *saving matrix* dengan pertimbangan – pertimbangan konsumen pada metode *nearest neighbor* yang dibagi menjadi 5 rute dengan rute terjauh yaitu rute 1 dan rute terpendek yaitu rute 4. Berdasarkan 5 rute dari pertimbangan – pertimbangan konsumen yang ada pada metode *nearest neighbor*, dimana jarak masing – masing rute sudah optimal maka perlu diberlakukannya metode *nearest neighbor* sebagai pertimbangan dalam menentukan rute distribusi yang tepat

Daftar Pustaka

- Abadi, C. (2014). Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Roti Menggunakan Metode. *Reka Integra*, 152-163.
- Balaji, M., Santhanakrishnan, S., & Dinesh, S. N. (2018). *An Application of Analytic Hierarchy Process in Vehicle Routing Problem*. Creative Commons Attribution. Doi: <https://doi.org/10.3311/PPtr.10701>.
- Baran, E. (2018). Route Determination for Capacitated Vehicle Routing Problem with Two Different Hybrid Heuristic Algorithm. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCE AND APPLICATION*, 55-64.
- Hugos. (2003). *Essentials of Supply Chain Management*. New Jersey : John Wiley & Sons.
- Ikfan, N., & Masudin, I. (2013). Penentuan Rute Transportasi Terpendek untuk Meminimalkan Biaya Menggunakan Metode Saving Matriks. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 12, No. 2. Diakses dari <http://www.journals.ums.ac.id/index.php/jiti/article/download/643/384>.
- I S Kurniawan, S. S. (2014). Usulan Rute Pendistribusian Air Mineral dalam Kemasan Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Clarke & Wright Savings. *Reka Integra*, 125-136.
- Julie Prive, J. R. (2006). Solving a Vehicle-Routing Problem Arising in Soft Drink Distribution. *Journal of Operational Research Society*, 1045-1052.
- Nasution. (1996). *Manajemen Transportasi*. PT. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Oloruntoyin Sefiu Taiwo, O. J. (2013). Implementation Of Heuristics For Solving Travelling Salesman Problem Using Nearest Neighbour And Nearest Insertion Approaches. *International Journal of Advance Research*, 139-155.
- Raden Prana A. (2007). *Aplikasi Kombinatorial pada Vehicle Routing Problem*. Jurusan Teknik Informatika ITB. Bandung.
- Sarjono, H. (2014). *Determination of Best Route to Minimize Transportation Costs Using Nearest Neighbor Procedure*. *Applied Mathematical Sciences*, Vol. 8, 2014, No. 62, 3063 – 3074.
- Seddighi, A. A.-J. (2012). A Location-Routing-Inventory Model For Designing Multisource Distribution Network. *Engineering Optimization*, 637-656.
- Soesilo (1999). *Ekonomi Perencanaan dan Manajemen Kota*. Magister Perencanaan dan Kebijakan Publik Universitas Indonesia. Jakarta.
- U Tarigan, R. F. (2018). Analysis of Optimal Transport Route Determination of Oil Palm Fresh Fruit Bunches from Plantation to Processing Factory. *Journal of Physics: Conf. Series* 1007, 1-8.
- Wells. (1975). *Comprehensive Transport Planning*. Charles Griffin. London.