

PERENCANAAN RUTE DISTRIBUSI PRODUK SOSIS MERAH MENGGUNAKAN *NEAREST INSERTION HEURISTIC* DI PT. XYZ

Ferina Indah Lusiana¹⁾, Rr. Rochmoeljati²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya Surabaya 60294

e-mail : ferinaindah8@gmail.com¹⁾, rochmoeljati@gmail.com²⁾

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang Industri Perunggasan Terpadu di Indonesia. Saat ini rute pengiriman yang terbentuk berdasarkan perkiraan saja tanpa adanya suatu metode untuk menghitung jarak yang ditempuh. Selain itu terdapat 15 agen yang harus dilayani dengan kapasitas angkut yang terbatas dan setiap agen menentukan jadwal pelayanan yang berbeda-beda, mengakibatkan beberapa agen bisa dilalui lebih dari sekali sehingga mengakibatkan bertambahnya jarak tempuh yang mengakibatkan meningkatnya biaya transportasi. Untuk mengatasi masalah tersebut, perusahaan membutuhkan solusi permasalahan dengan menggunakan metode *Nearest Insertion Heuristic*.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan rute pendistribusian agar diperoleh jarak tempuh dan ongkos transportasi yang minimum dengan mempertimbangkan kapasitas angkut kendaraan dan waktu pelayanan tertentu yang ditetapkan oleh para agen dengan menggunakan metode *Nearest Insertion Heuristic*. Metode *Nearest Insertion Heuristic* merupakan metode yang digunakan untuk evaluasi kenaikan minimum jarak antar pemasok dengan pemasok baru yang akan dikunjungi (pelanggan yang terdekat).

Hasil penelitian ini adalah didapatkan rute, yaitu total jarak tempuh yang optimal sebesar 320,7 km dengan memberikan penghematan jarak 19,2% dan total waktu sebesar 17,16 jam dengan memberikan penghematan waktu 22,77 %. Biaya transportasi yang dikeluarkan sebesar Rp.1.086.321,- dengan memberikan penghematan biaya sebesar 22 %. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa rute optimal metode *nearest insertion heuristic* lebih baik dari rute awal perusahaan.

Kata Kunci : *Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW), Nearest Insertion Heuristic*

ABSTRACT

PT. XYZ is one of many companies that focuses on integrated poultry industry in indonesia. The current distribution route is merely based on rough estimation and yet to implement a method to measure the actual distance. Besides, there are 15 agents that need to be accomodated with such limited capacity. Each agent has their own schedule and this means that certain agent may have to be passed repeatedly, resulting in a greater distance and higher transport cost. To deal with this issue, companies need to formulate a solution that uses Nearest Insertion Heuristic method.

The aim of this research is to determine distribution route so that distance and cost can be minimized by considering vehicle's capacity and time needed by the agents. Nearest Insertion Heuristic method is a method that is used to evaluate the minimum increase of distance between one agent and another (or nearest clients).

The result of this research indicates that the most optimal distance is around 320,7 km with a 19,2% of cost reduction and total time of 22,77%. The transportation cost is around Rp 1.086.321,-, resulting in a 22% cost reduction. Therefore, it can be inferred that optimal route of the nearest insertion heuristic method is much better than the previous used by the company.

Keywords : *Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW), Nearest Insertion Heuristic*

I. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan dunia informasi dan teknologi yang begitu cepat membawa dampak yang begitu kuat terhadap situasi dari perdagangan nasional. Sehingga perusahaan harus meningkatkan dan mempertahankan kualitas perusahaan secara sinergi dan memanfaatkan segala instrumen yang dimiliki perusahaan seoptimal mungkin (Toth dan Vigo, 2014). Perencanaan rute distribusi diperlukan untuk menentukan kombinasi yang tepat, yang akan meminimasi biaya dengan mengurangi jarak yang ditempuh kendaraan dan lama waktu pengiriman setiap kendaraan serta mengurangi kesalahan pelayanan seperti pengiriman yang tertunda (Muhammad, 2017). *Nearest Insertion Heuristic* menurut Purnomo (2010) adalah sebuah metode yang melakukan pembentukan rute dengan cara memilih pelanggan yang akan disisipkan kedalam suatu rute yang sudah ada, tujuannya adalah untuk membentuk satu atau beberapa rute pelayanan dengan total ongkos perjalanan yang minimum.

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang Industri Perunggasan Terpadu di Indonesia. PT. XYZ sudah melakukan distribusi produknya ke agen yang tersebar di berbagai wilayah Surabaya dengan jumlah agen terbanyak. PT. XYZ melakukan pendistribusian sendiri dengan menggunakan moda transportasi berupa truk jenis *Colt Diesel Double* dengan kapasitas 8 ton. Permasalahan yang ada di PT. XYZ yaitu setiap agen menentukan jadwal pelayanan yang berbeda-beda, mengakibatkan beberapa agen bisa dilalui lebih dari sekali sehingga mengakibatkan bertambahnya jarak tempuh yang mengakibatkan meningkatnya biaya transportasi. Berdasarkan permasalahan yang ada untuk mengatur rute serta menentukan kapasitas dan jumlah kendaraan truk yang mampu meminimalkan jarak tempuh, lama perjalanan dan biaya transportasi dapat digunakan metode *nearest insertion heuristic* untuk menangani masalah penentuan rute berdasarkan kapasitas kendaraan dan jadwal dari masing-masing agen.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Perencanaan

Definisi Perencanaan menurut Andrianyah (2015) adalah skema kegiatan atau cara yang dirumuskan sebelum melakukan kegiatan agar tujuan dapat tercapai dengan maksimal. Perencanaan adalah kegiatan pertama yang harus dilakukan dalam administrasi. Dalam manajemen, perencanaan adalah proses mendefinisikan tujuan organisasi, membuat strategi untuk mencapai tujuan itu, dan mengembangkan rencana aktivitas kerja organisasi. Pengertian lain dikemukakan oleh Rustiadi (2011) yang menyatakan bahwa perencanaan merupakan suatu proses menentukan apa yang ingin dicapai di masa yang akan datang serta menetapkan tahapan-tahapan yang dibutuhkan untuk mencapainya di masa yang akan datang. Perencanaan merupakan proses terpenting dari semua fungsi manajemen karena tanpa perencanaan fungsi-fungsi lain pengorganisasian, pengarahan, dan pengontrolan tidak akan dapat berjalan (Chopra, 2010).

B. Distribusi dan Transportasi

Menurut Walalangi dan Djunaidy (2012) distribusi merupakan kegiatan yang tidak lepas kaitannya dengan aktifitas memindahkan suatu barang atau material dari perusahaan terkait hingga sampai ke pihak pelanggan akhir. Distribusi merupakan suatu aktivitas penting bagi perusahaan, karena dengan adanya proses ini, produk yang dihasilkan oleh perusahaan dapat disebarkan dan dipasarkan sampai ke konsumen akhir. Distribusi meliputi semua aspek dalam pengiriman barang kepada agen. Sebenarnya, distribusi merupakan bagian dari material handling, karena *material handling* merupakan perpindahan material pada setiap saat dan setiap titik (Harry dan Syamsudin, 2011).

Dalam buku yang ditulis oleh Pujawan (2010) salah satu keputusan operasional yang perlu dipertimbangkan dalam mengelola kegiatan pengiriman adalah *tradeoff* antara biaya

dengan kecepatan respon dari suatu mode transportasi. Biaya pengiriman akan tinggi kalau perusahaan sangat mementingkan kecepatan respon. Transportasi adalah salah satu jenis kegiatan yang menyangkut peningkatan kebutuhan manusia dengan mengubah letak geografis orang maupun barang. Transportasi bukanlah tujuan melainkan sarana untuk mencapai tujuan. Dengan transportasi, bahan baku dibawa menuju tempat produksi dan hasil produksi dibawa ke pasar atau tempat pelayanan kebutuhannya seperti pasar, rumah sakit, pusat rekreasi, dan lain-lain (Andriansyah, 2015)

C. *Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRPTW)*

Menurut Toth dan Vigo (2014) “*Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW)* adalah perluasan dari *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* dimana pelayanan untuk setiap customer harus dimulai dalam interval waktu yang berhubungan dan disebut *time windows* atau jendela waktu.” VRPTW memiliki tujuan yakni meminimalkan banyaknya keseluruhan kendaraan yang digunakan untuk melayani *customer* dan meminimalkan biaya perjalanan seluruh kendaraan (Kumar, 2012):

Menurut Kallehauge (2001) model matematis VRPTW memiliki notasi diantaranya, sebagai berikut:

- V = kumpulan kendaraan dengan kapasitas yang sama
- C = kumpulan customer
- G = grafik berarah yang terdiri dari $|C|+2$ vertices
- N = kumpulan titik yang terdiri dari customer dan depot
- A = kumpulan arc/jalur
- 0 = depot sebagai awal rute
- $n+1$ = depot sebagai akhir rute
- q = kapasitas kendaraan
- d_i = permintaan customer
- c_{ij} = biaya
- t_{ij} = waktu perjalanan ditambah waktu pelayanan
- w_i = *time windows*

Terdapat dua variabel keputusan yakni x dan s . Untuk setiap (i, j) , dimana $i \neq j, \neq n+1, \neq 0$, dan setiap kendaraan k , x_{ijk} didefinisikan:

$$x_{ijk} = \begin{cases} 0, & \text{jika kendaraan } k \text{ tidak melakukan perjalanan dari titik } i \text{ ke titik } j \\ 1, & \text{jika kendaraan } k \text{ melakukan perjalanan dari titik } i \text{ ke titik } j \end{cases}$$

Variabel keputusan s_{ik} menunjukkan waktu dimulai pelayanan pada customer i oleh kendaraan k . Jika kendaraan k tidak melayani customer i , maka s_{ik} tidak berarti apapun. Adapun model matematisnya dituliskan sebagai berikut:

$$\text{ZVRPTW} \sum_{k \in V} \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} c_{ij} x_{ijk} \dots \dots \dots (1)$$

Batasan:

$$\sum_{k \in V} \sum_{i \in N} x_{ijk} = 1 \quad \forall_i \in C \dots \dots \dots (2)$$

$$\sum_{i \in C} d_i \sum_{j \in N} x_{ijk} \leq q \quad \forall_k \in V \dots \dots \dots (3)$$

$$\sum_{j \in N} x_{0jk} = 1 \quad \forall_k \in V \dots \dots \dots (4)$$

$$\sum_{i \in N} x_{ihk} - \sum_{j \in N} x_{hjk} = 0 \quad \forall_h \in C, \forall_k \in V \dots \dots \dots (5)$$

$$\sum_{i \in N} x_{i,n+1,k} = 1 \quad \forall_k \in V \dots \dots \dots (6)$$

$$s_{ik} + t_{ij} - K(1 - x_{ijk}) \leq s_{jk} \quad \forall_{i,j} \in N, \forall_k \in V \dots \dots \dots (7)$$

$$a_i \leq s_{ik} \leq b_i \quad \forall_i \in N, \forall_k \in V \dots \dots \dots (8)$$

$$x_{ijk} \in \{0,1\} \quad \forall_{i,j} \in N, \forall_k \in V \dots \dots \dots (9)$$

Fungsi tujuan yang digambarkan dengan persamaan (1) menyatakan bahwa tujuan dari model matematika menurut Kallehauge (2001) yakni untuk meminimalkan biaya perjalanan. Batasan yang dirumuskan dengan persamaan (2) menyatakan bahwa setiap customer dikunjungi tepat satu kali. Batasan (3) menunjukkan batasan bahwa kendaraan tidak boleh mengangkut melebihi kapasitas yang diperbolehkan. Batasan (4) menunjukkan bahwa setiap kendaraan bermula dari depot, batasan (5) menunjukkan bahwa setelah mengunjungi satu customer maka kendaraan akan pergi meninggalkan customer tersebut untuk menuju customer selanjutnya, dan batasan (6) menyatakan bahwa setiap kendaraan akan berakhir di depot. Batasan (7) digunakan untuk menyatakan bahwa kendaraan k tidak diperbolehkan sampai di customer j sebelum $s_{ik} + t_{ij}$ atau sebelum waktu dimulai pelayanan dan waktu perjalanan dari i ke j , dimana K merupakan bilangan riil yang bernilai besar. Batasan yang dituliskan oleh batasan (8) memastikan bahwa batasan time windows masing-masing customer terpenuhi dan batasan (9) menyatakan bahwa variable keputusan x_{ijk} bernilai biner. Sebagai catatan bahwa, kendaraan yang tidak dipergunakan akan memiliki rute kosong $0, n + 1$.

D. Nearest Insertion Heuristic

Metode Menurut Purnomo (2010) metode *Nearest Insertion Heuristic* merupakan algoritma yang menentukan titik untuk disisipkan dengan mencari titik bebas yang paling dekat dengan suatu titik pada tur. Untuk setiap *customer* yang belum termasuk dalam satu trip, evaluasi minimum kenaikan jarak tempuh jika *customer* ini dimasukkan dalam trip dan memasukkan *customer* dengan kenaikan dengan minimum terkecil (Wijaya, 2014). Langkah-langkah dalam memecahkan permasalahan dengan menggunakan metode *Nearest Insertion Heuristic* diuraikan sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi matrik jarak
 Pada langkah ini memerlukan jarak antara depot ke masing-masing toko dan jarak antar toko. Pada penentuan matriks jarak menurut Suparjo (2017), data jarak antara perusahaan dengan lokasi dan lokasi ke lokasi lainnya sangat diperlukan
2. Menghitung matrik waktu tempuh
 Matrik waktu ini dibuat berdasarkan matrik jarak. Matrik waktu digunakan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mendistribusikan sosis merah dengan kecepatan tertentu. Kecepatan rata-rata yang digunakan adalah 40 km/jam. Berdasarkan nilai jarak yang ada pada tabel di atas maka dapat dihitung waktu tempuh

$$\text{Waktu Tempuh} = \left[\frac{\text{Jarak (km)}}{\text{Kecepatan Rata-Rata}} \right] \times 60 \text{ menit}$$

Keterangan : Kecepatan rata-rata adalah 40 km /jam dan 1 Jam = 60 menit

3. Menentukan rute kendaraan

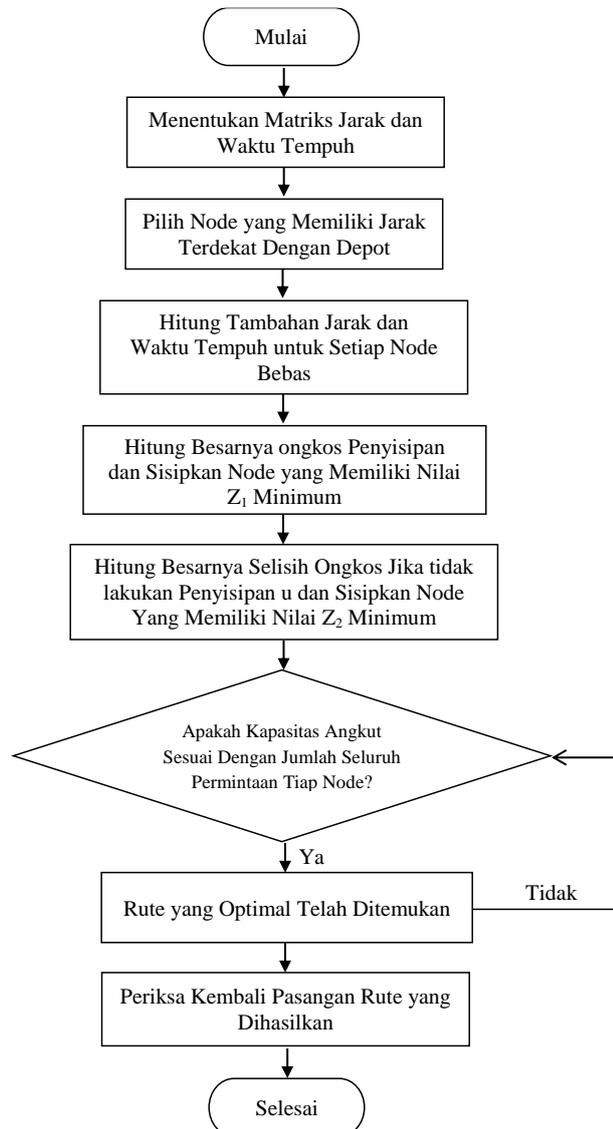
Penentuan rute kendaraan berdasarkan matrik jarak dan matrik waktu tempuh. Dalam langkah ini diperhitungkan juga kapasitas kendaraan, dan jadwal dari masing-masing agen yang telah ditentukan sebelumnya.

4. Mengevaluasi rute yang terbentuk

Untuk setiap rute yang terbentuk lakukan perubahan posisi node atau urutan pelanggan yang dikunjungi untuk memperoleh total jarak dan total waktu menunggu yang minimum.

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Nearest Insertion Heuristic*. Adapun langkah-langkah pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 1 Langkah-Langkah dan Pemecahan Masalah

Penjelasan langkah—langkah pemecahan masalah dengan metode *nearest insertion heuristic* adalah sebagai berikut:

a. Menentukan Matriks Jarak dan Waktu

Melakukan survey lapangan untuk mengetahui jarak dan waktu dari perusahaan ke *customer* dan dari *customer* ke *customer* lain.

- b. Pilih Node yang Memiliki Jarak Terdekat Dengan Depot
Pemilihan node awal dapat berdasarkan pada jarak node terhadap depot atau jadwal waktu pelayanan.
- c. Menghitung total tambahan jarak dan tambahan Waktu
Total tambahan jarak dan tambahan waktu digunakan untuk mengetahui penghematan jarak dan waktu dari masing-masing agen
- d. Memilih Nilai Z_1 yang minimum
Pilih node yang memiliki Z_1 minimum untuk dijadikan node kedua yang dikunjungi setelah node yang terdekat dari perusahaan
- e. Memilih Nilai Z_2 yang maksimum
Pilih node yang memiliki Z_2 maksimum lalu diurutkan ke minimum sesuai dengan permintaan agen
- f. Kapasitas Angkut
Besarnya kapasitas angkut sesuai dengan kapasitas kendaraan yang digunakan
- g. Periksa Kembali Rute yang Terbentuk
Setelah rute terbentuk akan dilakukan pemeriksaan apakah rute yang terbentuk dapat dilakukan perubahan posisi node atau urutan pelanggan yang dikunjungi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

1. Data Rute Awal Distribusi

Data rute pendistribusian sosis merah dari gudang ke *customer*, adalah:

TABEL 1. RUTE AWAL PENDISTRIBUSIAN SOSIS MERAH

Rute	Rute Perjalanan	Kode
1	PT. XYZ – Jl. Ahmad Yani no, 288 – Jl. Ngagel – Jl. Nginden Semolo - Jl. Ir. H. Soekarno - PT. XYZ Dewi – PT. XYZ	A-B-P-I-K-A
2	PT. XYZ – Jl. Ahmad Yani no, 16-18 – Jl. Pemuda – Jl. Dharmahusada – Jl. Arief Rachman Hakim - PT. XYZ	A-C-N-M-L-A
3	PT. XYZ – Jl. Raya Mastrip – Jl. Yono Suwoyo – Jl. Mayjen HR Muhammad - Jl. Mayjen Sungkono - PT. XYZ	A-G-E-F-D-A
4	PT. XYZ – Jl. Jemur Sari – Jl. Raya Rungkut - Jl. Rungkut Mapan – PT. XYZ	A-H-O-J-A

Sumber : PT. XYZ

2. Data Permintaan

Berikut adalah *demand* atau permintaan untuk setiap agen yang berada di wilayah Surabaya.

TABEL 2. DATA PERMINTAAN SETIAP AGEN DI WILAYAH SURABAYA TAHUN 2019

Node	Customer	Rata-Rata Permintaan (dus)	KG	Ton	Jadwal Pengiriman
A	Depot Pasuruan				
B	Jl. Ahmad Yani no. 288, Dukuh Mananggal, Gayungan, Surabaya	150	1350	1,350	07.30 – 10.30
C	Jl. Ahmad Yani no 16-18, Wonokromo, Surabaya	155	1395	1,395	08.20 – 10.40
D	Jl. Mayjen Sungkono kv.87-89, Gunung Sari, Kec Dukuhpakis, Surabaya	159	1431	1,431	07.40 – 11.10
E	Jl. Mayjen Yono Suwoyo Pakuan Mall, Kec Wiyung, Surabaya	156	1404	1,404	08.45 - 12.30
F	Jl. Mayjen HR. Muhammad no.111 Kec. Dukuhpakis, Surabaya	155	1395	1,395	09.20 – 11.40
G	Jl.Raya Mastrip no.4, Kec. Karangpilang, Surabaya	156	1404	1,404	07.45 – 11.45
H	Jl. Jemur Sari no.170, Surabaya	156	1404	1,404	08. 50 – 12.10

I	Jl. Nginden Semolo no.98, Kec. Sukolilo, Surabaya	161	1449	1,449	07.50 – 11.50
J	Jl. Rungkut Mapan Utara FA-01, Gunung Anyar, Sby	155	1395	1,395	08.40 – 11.40
K	Jl. Ir. H. Soekarno no.351, Kedung Baruk, Rungkut, Surabaya	156	1404	1,404	08.35 – 11.45
L	Jl. Arief Rachman Hakim no.169-171, Kec Sukolilo, Surabaya	155	1395	1,395	09.30 – 12.10
M	Jl. Dharmahusada no.191, Surabaya	156	1404	1,404	07.50 – 11.50
N	Jl. Pemuda no.31-34, Kec. Genteng, Surabaya	154	1386	1,386	09.00 – 11.40
O	Jl. Raya Rungkut no.25, Kec Rungkut, Surabaya	158	1422	1,422	08.00 – 10.30
P	Jl.Ngagel no.137-141, Kec. Wonokromo, Surabaya	159	1431	1,431	08.20 – 10.50

Keterangan : 1 dus = 9 kg

Sumber : PT. XYZ

3. Data Biaya Transportasi

Biaya transportasi dihitung berdasarkan biaya tenaga kerja, biaya bahan bakar, dan biaya retribusi selama perjalanan. Dengan demikian biaya transportasi di wilayah Surabaya bulan Januari 2019 – Desember 2019 dijelaskan pada tabel berikut :

TABEL 3. JENIS BIAYA DISTRIBUSI

Jenis Biaya	Jumlah
• Biaya Tenaga Kerja	
- Sopir	Rp. 100.000,-/hari
- Pendamping Sopir	Rp. 75.000,-/hari
• Biaya Retribusi	
- Tol	Rp. 84.000,-/hari
- Solar	Rp. 5.150,-/liter
- Uang Makan	Rp. 25.000,-/hari

Keterangan : 1 Liter Solar dapat menempuh jarak ± 5 km

Sumber : PT. XYZ

B. Pengolahan Data

1. Menghitung Jarak dari Depot ke Tiap-Tiap Agen

Setelah diketahui rute dari masing-masing Agen, maka dapat diketahui matriks jarak tempuh perusahaan. Jarak antar node sendiri didapatkan dari hasil wawancara pihak perusahaan dan trial menggunakan *google maps*. Berikut adalah matriks jarak tempuh dapat dilihat pada Tabel 5. di bawah ini:

TABEL 4. MATRIKS JARAK (KM) ASAL DAN TUJUAN DISTRIBUSI SOSIS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	35	39	43	44	40	40	43	48	46	47	49	47	45	43	43
B	35	0	5,5	9,2	8,1	7,9	5,8	13	9,3	16	11	12	13	11	8,6	8,2
C	39	5,5	0	4,7	11	7,8	5,1	4,8	6	8,2	6,4	9,4	8,4	6,3	6,2	3,6
D	43	9,2	4,7	0	6,5	3,6	8,1	8	7,8	11	9,1	9,4	9,3	7,1	9	4,5
E	44	8,1	11	6,5	0	3,7	11	14	15	24	15	16	15	12	15	11
F	40	7,9	7,8	3,6	3,7	0	8,1	11	12	21	12	12	12	8,9	12	7,4
G	40	5,8	5,1	8,1	11	8,1	0	11	11	18	12	15	13	11	12	8,1
H	43	13	4,8	8	14	11	11	0	4,9	5,8	5,9	7,9	10	9,3	3,6	6,5
I	48	9,3	6	7,8	15	12	11	4,9	0	4,7	2,9	4,3	7,4	6,7	2,8	3,9
J	46	16	8,2	11	24	21	18	5,8	4,7	0	4,2	6,2	10	12	3	7,8
K	47	11	6,4	9,1	15	12	12	5,9	2,9	4,2	0	4,3	8,1	9,7	3,6	6,8
L	49	12	9,4	9,4	16	12	15	7,9	4,3	6,2	4,3	0	5,5	7,1	5,9	5,9
M	47	13	8,4	9,3	15	12	13	10	7,4	10	8,1	5,5	0	3,2	8,7	6,5
N	45	11	6,3	7,1	12	8,9	11	9,3	6,7	12	9,7	7,1	3,2	0	9,6	4,5
O	43	8,6	6,2	9	15	12	12	3,6	2,8	3	3,6	5,9	8,7	9,6	0	6,9
P	43	8,2	3,6	4,5	11	7,4	8,1	6,5	3,9	7,8	6,8	5,9	6,5	4,5	6,9	0

Sumber : Data Yang Diolah

2. Menghitung Matriks Waktu

Matriks waktu ini dibuat berdasarkan matriks jarak. Matriks waktu digunakan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mendistribusikan sosis merah dengan kecepatan tertentu. Untuk menghitung waktu tempuh (menit) dengan cara membagi jarak tempuh dengan rata-rata kecepatan kendaraan

$$\text{Waktu Tempuh} = \frac{\text{Jarak (km)}}{\text{Kecepatan Rata-Rata}} \times 60 \text{ menit}$$

Keterangan : Kecepatan rata-rata adalah 40 km /jam dan 1 Jam = 60 menit

Contoh perhitungan waktu tempuh dari Depot (A) ke Jl. Ahmad Yani no. 288 (B)

$$\begin{aligned} \text{Waktu Tempuh} &= \left[\frac{35 \text{ km}}{40 \text{ km/jam}} \right] \times 60 \text{ menit} \\ &= 52,5 \text{ menit dibulatkan} = 53 \text{ menit} \end{aligned}$$

TABEL 5. MATRIKS WAKTU TEMPUH (MENIT) ASAL DAN TUJUAN DISTRIBUSI SOSIS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	0	53	59	65	66	60	60	65	72	69	71	74	71	68	65	65
B	53	0	9	14	13	12	9	20	14	24	17	18	20	17	13	13
C	59	9	0	8	17	12	8	8	9	13	10	15	13	10	10	6
D	65	14	8	0	10	6	13	12	12	17	14	15	14	11	14	7
E	66	13	17	10	0	6	17	21	23	36	23	24	23	18	23	17
F	60	12	12	6	6	0	13	17	18	32	18	18	18	14	18	12
G	60	9	8	13	17	13	0	17	17	27	18	23	20	17	18	13
H	65	20	8	12	21	17	17	0	8	9	9	12	15	14	6	10
I	72	14	9	12	23	18	17	8	0	8	5	7	12	11	5	6
J	69	24	13	17	36	32	27	9	8	0	7	10	18	18	5	12
K	71	17	10	14	23	18	18	9	5	7	0	7	13	15	6	11
L	74	18	15	15	24	18	23	12	7	10	7	0	9	11	9	9
M	71	20	13	14	23	18	20	15	12	15	13	9	0	5	14	10
N	68	17	10	11	18	14	17	14	11	18	15	11	5	0	15	7
O	65	13	10	14	23	18	18	6	5	5	6	9	14	15	0	11
P	65	13	6	7	17	12	13	10	6	12	11	9	10	7	11	0

Sumber : Data Yang Diolah

3. Penentuan Rute Kendaraan

Berdasarkan matrik jarak dan matrik waktu tempuh, maka dapat ditentukan rute kendaraan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Menentukan node yang memiliki jarak terdekat dengan depot.
Node B (Jl. Ahmad Yani no. 288) adalah jarak terdekat dari node, sehingga $R1 = \{A,B,A\}$
- 2) Perhitungan penghematan jarak dan waktu tempuh terhadap seluruh node untuk menentukan node sisipan antara node B (Jl. Ahmad Yani no. 288) ke node A (depot) yang disesuaikan dengan kapasitas angkut.
 - a. Contoh perhitungan penghematan jarak (Z_{11}) pada rute 1:
Penghematan jarak di node (B,C)
 - Jika jarak dari node B (Jl. Ahmad Yani no. 288) ke node C (Jl. Ahmad Yani no 16-18) adalah 5,5 Km
 - Jika jarak dari node C (Jl. Ahmad Yani no 16-18) ke A (depot) adalah 39 Km
 - Jika jarak dari node B (Jl. Ahmad Yani no. 288) ke node A (depot) adalah 35 Km
 Maka $(B,C) = d(B,C) + d(C,A) - d(B,A)$
 $= 5,5 \text{ Km} + 39 \text{ Km} - 35 \text{ Km}$
 $= 9,5 \text{ Km}$

Hasil perhitungannya dimasukkan dalam tabel 6.

TABEL 6. PENGHEMATAN JARAK UNTUK RUTE 1 (KM)

i	u	d(i,u)	d(u,A)	d(i,A)	Z_{11}
B	C	5,5	39	35	9,5
	D	9,2	43	35	17,2
	E	8,1	44	35	17,1
	F	7,9	40	35	12,9
	G	5,8	40	35	10,8
	H	13	43	35	21

I	9,3	48	35	22,3
J	16	46	35	27
K	11	47	35	23
L	12	49	35	26
M	13	47	35	25
N	11	45	35	21
O	8,6	43	35	16,6
P	8,2	43	35	16,2

Sumber : Data Yang Diolah

- b. Contoh untuk perhitungan penghematan waktu tempuh (Z_{12}) pada rute 1 sebagai berikut :

Penghematan waktu tempuh di node (B,C)

- Jika waktu tempuh dari node B (Jl. Ahmad Yani no. 288) ke node C (Jl. Ahmad Yani no 16-18) adalah 9 menit
- Jika waktu tempuh dari node C (Jl. Ahmad Yani no 16-18) ke node A (depot) adalah 59 menit
- Jika waktu tempuh dari node B (Jl. Ahmad Yani no. 288) ke node A (depot) adalah 53 menit
- Waktu pelayanan rata-rata adalah 30 menit sesuai pada tabel 4.7

$$\begin{aligned} \text{Maka } (B,C) &= d(B,C) + \text{waktu pelayanan} + d(C,A) - d(B,A) \\ &= 9 \text{ menit} + 30 \text{ menit} + 59 \text{ menit} - 53 \text{ menit} \\ &= 45 \text{ menit} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dimasukkan dalam tabel 7.

TABEL 7. PENGHEMATAN WAKTU TEMPUH UNTUK RUTE 1 (MENIT)

i	u	d(i,u)	d(u,A)	d(i,A)	Z₁₂
B	C	9	59	53	45
	D	14	65	53	56
	E	13	66	53	56
	F	12	60	53	49
	G	9	60	53	46
	H	20	65	53	62
	I	14	72	53	63
	J	24	69	53	70
	K	17	71	53	65
	L	18	74	53	69
	M	20	71	53	68
	N	17	68	53	62
	O	13	65	53	55
	P	13	65	53	55

Sumber : Data Yang Diolah

4. Perhitungan dalam menentukan node terbaik pada rute 1

Dalam penelitian ini digunakan $\alpha = 0,9$ untuk penghematan jarak dan $\alpha = 0,1$ untuk penghematan waktu tempuh. Hal ini dikarenakan dalam penelitian ini lebih ditekankan pada penghematan jarak disamping juga tetap memperhatikan waktu tempuh. Perhitungan dalam menentukan node terbaik pada rute 1 sebagai berikut :

Contoh perhitungan pada $Z_1 (i,u,j)$

$$\begin{aligned} Z_1 (B,C) &= (\alpha_1 \times Z_{11}) + (\alpha_2 \times Z_{12}) \\ &= (0,9 \times 9,5) + (0,1 \times 45) \\ &= 8,55 + 4,5 \\ &= 13,05 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan pada $Z_2 (i,u,j)$

$$\begin{aligned} Z_2 (B,C) &= d(A,u) - Z_1(B,C) \\ &= 39 - 13,05 \\ &= 25,95 \end{aligned}$$

Perhitungan yang diperoleh dimasukan ke dalam Tabel 8.

TABEL 8. NODE TERBAIK YANG DISISIPKAN KE DALAM RUTE 1

i	u	Z ₁ (i,u,j)	i(u)	j(u)	Z ₂ (i,u,j)
B	C	13,05	B	A	25,95
	D	21,08	B	A	21,92
	E	20,99	B	A	23,01
	F	16,51	B	A	23,49
	G	14,32	B	A	25,68
	H	25,1	B	A	17,9
	I	26,37	B	A	21,63
	J	31,3	B	A	14,7
	K	27,2	B	A	19,8
	L	30,3	B	A	18,7
	M	29,3	B	A	17,7
	N	25,1	B	A	19,9
	O	20,44	B	A	22,56
	P	20,08	B	A	22,92

Sumber : Data Yang Diolah

- Mengambil nilai terkecil pada kolom Z₁(i,u,j)
Yang terpilih adalah node C (Jl. Ahmad Yani no 16-18), sehingga rute 1 adalah {B,C,A}. *Demand* node B adalah 1.350 kg dan *demand* node C adalah 1.395 kg dengan total *demand* 2.745 kg dan masih belum melampaui kapasitas kendaraan.
 - Kapasitas Angkut Tersisa
Kapasitas angkut tersisa maka sisipkan node berikutnya dengan mengambil nilai terbesar dengan berurutan pada kolom Z₂(i,u,j) sampai kapasitas angkut tercukupi.
5. Rute, Waktu dan Ongkos Transportasi Hasil Perhitungan dengan metode *Nearest Insertion Heuristic*.
Hasil pengolahan menghasilkan 3 (tiga) rute sebagai berikut :
- Rute 1 meliputi agen-agen dengan node A-B-C-G-F-E-A dengan waktu pengiriman sebagai berikut :

TABEL 9 JADWAL PENGIRIMAN UNTUK RUTE 1

Node	Permintaan (kg)	Jadwal pengiriman yang ditentukan agen	Lama Perjalanan (menit)	Waktu kedatangan kendaraan	Waktu Unloading (menit)	Waktu keberangkatan kendaraan	Allowance (menit)	Sisa kapasitas (kg)
A						07.00	11	8.000
B	1.350	07.30 – 10.30	53	09.05	30	09.35	11	6.650
C	1.395	08.20 – 10.40	9	09.55	30	10.25	11	5.255
G	1.404	07.45 – 11.45	8	10.44	30	11.14	11	3.851
F	1.395	09.20 – 12.30	13	11.38	30	12.08	11	2.456
E	1.404	08.50 – 13.10	6	12.25	30	12.55	11	1.052
A			66	14.01				

Sumber : Data Yang Diolah

- Rute 2 meliputi agen-agen dengan node A-D-P-N-H-I-A. Untuk mendapatkan rute yang memiliki jarak dan waktu tempuh yang minimal tetapi masih didalam waktu pelayanan yang ditentukan maka dilakukan evaluasi perubahan posisi node atau urutan pelanggan yang dikunjungi, dan diperoleh bahwa rute 2 masih memungkinkan untuk dilakukan perubahan posisi node atau urutan pelanggan yang dikunjungi. Jalur baru yang diperoleh adalah A-P-N-D-I-H-A dengan waktu pengiriman sebagai berikut :

TABEL 10. JADWAL PENGIRIMAN UNTUK RUTE 2

Node	Permintaan (kg)	Jadwal pengiriman yang ditentukan agen	Lama Perjalanan (menit)	Waktu kedatangan kendaraan	Waktu Unloading (menit)	Waktu keberangkatan kendaraan	Allowance (menit)	Sisa kapasitas (kg)
A						07.00	11	8.000
P	1.431	08.20 – 10.50	65	09.00	30	09.30	11	6.569
N	1.386	09.00 – 11.40	7	09.48	30	10.18	11	5.183
D	1.431	07.40 – 11.10	11	10.40	30	11.10	11	3.752
I	1.449	08.50 – 12.50	12	11.33	30	12.03	11	2.303
H	1.404	09.50 – 13.20	8	12.22	30	12.52	11	899
A			65	14.08				

- Rute 3 meliputi agen-agen dengan node A-O-J-K-L-M-A dengan waktu pengiriman sebagai berikut :

TABEL 11. JADWAL PENGIRIMAN UNTUK RUTE 3

Node	Permintaan (kg)	Jadwal pengiriman yang ditentukan agen	Lama Perjalanan (menit)	Waktu kedatangan kendaraan	Waktu Unloading (menit)	Waktu keberangkatan kendaraan	Allowance (menit)	Sisa kapasitas (kg)
A						07.00	10	8.000
O	1.422	08.00 – 10.20	65	08.15	30	08.45	10	6.578
J	1.395	08.40 – 11.40	5	09.00	30	09.30	10	5.183
K	1.404	08.35 – 11.45	7	09.47	30	10.17	10	3.779
L	1.395	09.30 – 12.10	7	10.34	30	11.04	10	2.384
M	1.404	07.50 – 11.50	9	11.23	30	11.53	10	980
A			71	13.14				

Sumber : Data Yang Diolah

Rekap mengenai rute, jarak, waktu, *demand* dan ongkos untuk keseluruhan rute pendistribusian sosis merah saat ini disajikan pada tabel 12.

TABEL 12. REKAP RUTE DAN BIAYA DISTRIBUSI PENDISTRIBUSIAN SOSIS MERAH SAAT INI

	Rute 1 A-B-P-I-K-A	Rute 2 A-C-N-M-L-A	Rute 3 A-G-E-F-D-A	Rute 4 A-H-O-J-A	Total
Jarak Tempuh/Km	97 Km	103 Km	101,3 Km	95,6 Km	396,9 Km
Waktu Tempuh/Jam	5,40 Jam	5,48 Jam	5,05 Jam	5,49 Jam	22,22 Jam
<i>Demand</i>	5.634 Kg	5.580 Kg	5.634 Kg	4.221 Kg	21.069 Kg
Biaya Distribusi	Rp. 345.910,-	Rp. 352.090,-	Rp. 350.339,-	Rp. 344.468,-	Rp.1.392.807,-

Sumber : Data Yang Diolah

Rekap mengenai rute, jarak, waktu, *demand* dan ongkos untuk keseluruhan rute pendistribusian sosis merah dengan *nearest insertion heuristic* disajikan pada tabel 13.

TABEL 13. REKAP RUTE DAN BIAYA DISTRIBUSI PENDISTRIBUSIAN SOSIS MERAH DENGAN *NEAREST INSERTION*

	Rute 1 A-B-C-G-F-E-A	Rute 2 A-P-N-D-I-H-A	Rute 3 A-O-J-K-L-M-A	Total
Jarak Tempuh/Km	103,4 Km	110,3 Km	107 Km	320,7 Km
Waktu Tempuh/Jam	6,17 Jam	6,05 Jam	4,54 jam	17,16 Jam
<i>Demand</i>	6.948 Kg	7.101 Kg	7.020 Kg	21.069 Kg
Biaya Distribusi	Rp. 352.502,-	Rp. 368.609,-	Rp. 365.210,-	Rp.1.086.321,-

Sumber : Data Yang Diolah

Perbandingan ongkos total antara rute distribusi perusahaan saat ini dengan rute hasil metode *Nearest Insertion Heuristic*, serta penghematannya disajikan pada tabel 14.

TABEL 14. PERBANDINGAN RUTE METODE AWAL PERUSAHAAN DENGAN RUTE METODE USULAN

Keterangan	Rute Awal Perusahaan	Rute Metode <i>Nearest Insertion</i>	Selisih	Persentase Penghematan
1. Jarak	396,9 km	320,7 km	76,2 km	19,2 %
2. Waktu Tempuh	22,22 jam	17,16 jam	5,06 jam	22,77 %
3. Biaya Transportasi	Rp.1.392.807,-	Rp.1.086.321,-	Rp. 306.486,-	22 %

Sumber : Data Yang Diolah

Total jarak tempuh untuk metode awal perusahaan yaitu sebesar 396,9 km, sedangkan total jarak tempuh untuk metode *nearest insertion heuristic* sebesar 320,7 km dengan memberikan penghematan jarak sebesar 19,2 %. Total waktu tempuh untuk metode awal perusahaan sebesar 22,22 jam sedangkan total waktu tempuh untuk metode *nearest insertion heuristic* sebesar 17,16 jam dengan memberikan penghematan waktu sebesar 22,77 %. Biaya transportasi yang dikeluarkan untuk metode awal perusahaan sebesar Rp.1.392.807,- sedangkan biaya transportasi yang dikeluarkan untuk metode *nearest insertion heuristic* sebesar Rp.1.086.321,- dan memberikan penghematan biaya sebesar 22 %.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian di PT. XYZ rute yang diperoleh dengan metode *Nearest Insertion Heuristic* diperoleh 3 rute pendistribusian, yaitu rute pertama : A-B-C-G-F-E-A dengan jarak tempuh 103,4 Km, waktu tempuh 6,17 jam dengan alokasi kapasitas kendaraan 6.948 kg; rute kedua A-P-N-D-I-H-A dengan jarak tempuh 110,3 Km, waktu tempuh 6,05 jam dengan alokasi kapasitas kendaraan sebesar 7.101 kg; rute ketiga A-O-J-K-L-M-A dengan jarak tempuh 107 Km, waktu tempuh 4,54 jam dengan alokasi kapasitas kendaraan sebesar 7.020 kg.

Biaya transportasi yang minimum sebesar Rp.1.086.321,-/pengiriman, dan bila dibandingkan dengan biaya transportasi perusahaan saat ini yang sebesar Rp.1.392.807,-/pengiriman, maka terdapat penghematan sebesar Rp. 306.486,-/pengiriman atau 22%

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Purnomo. 2010. "Analisis Rute Pendistribusian Dengan Menggunakan Metode Nearest Insertion Heuristic Persoalan The Vehicle Routing Problem With Time Windows (Vrptw) (Studi Kasus Di Koran Harian Pagi Tribun Jabar) Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri, 24 November 2010, Hal. 1-9.
- Andayani, dan Perwitasari. 2014. "Penentuan Rute Terpendek Pengambilan Sampah di Kota Merauke Menggunakan Algoritma Dijkstra". Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi Terapan, Semarang, 15 November 2014.
- Andriansyah. 2015. Manajemen Transportasi Dalam Kajian dan Teori. Jakarta: Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Prof. Dr. Moestopo Beragama
- Chopra, Sunil dan Meindl, Peter.(2010). Supply Chain management : Strategy, Planning and Opration.Fourth Edition.New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Fandy Tjiptono. 2012. Strategi Pemasaran, ed. 3, Yogyakarta, Andi.
- Harry S. dan Syamsudin N. (2011). "Penerapan Supply Chain Management pada Proses Management Distribusi dan Transportasi untuk Meminimasi Waktu dan Biaya Pengiriman".Jurnal Poros Teknik.Vol. 3, No. 1, Hlm.26-33.
- Hutami, Dea Widya,Wayan dan Marji. 2017. "Implementasi Algoritma Nearest Insertion Heuristic dan Modified Nearest Insertion Heuristic Pada Optimasi Rute Kendaraan Pengangkut Sampah (Studi Kasus: Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Malang)". Jurnal Pengembangan Tek. Informasi dan Ilmu Komputer. Vol. 1, No. 2, hlm. 95-99
- Indra S.K., Susi S., dan Hari A.2014. "Usulan Rute Pendistribusian Air MineralDalam Kemasan Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Clarke & WrightSavings (Studi Kasus di PT. X Bandung)".Jurnal Online Institut Teknologi Na-sional, vol.01, no.02, hh.125-136.
- Indrawati, Eliyati, N., dan Lukowi A. 2016. "Penentuan Rute Optimal pada Pengangkutan Sampah di Kota Palembang dengan Menggunakan Metode Saving Matrix". Jurnal Penelitian Sains, 18(3),105-110.
- Kallehauge B, Larsen J, Madsen OBG. (2001). Lagrangean Duality Applied On Vehicle Routing With Time Windows— Experimental Results. Technical Report IMM-REP-2000-8, Informatics and Mathematical Modelling
- Kotler, Philip dan Gary Armstrong. 2010. Prinsip-Prinsip Pemasaran, Jilid 1 dan 2 Edisi Kedua Belas. Jakarta : Erlangga
- Kumar, S. N., danPanneerselvam, R. (2012). A Survey on the Vehicle Routing Problem and Its Variants. Intelligent Information Management, 66-74.
- Muhammad, 2017, Penentuan Rute Distribusi Sirup Untuk Meminimalkan Biaya Transportasi. Jurnal Teknik Industri,Vol.6, No.1, Hal 10-15
- Paillin, D. B., dan Wattimena, Erlon. 2015 "Penerapan Algoritma Sequential Insertion dalam Pendistribusian BBM di Kawasan Timur Indonesia" Vol. 9, No. 1
- Pujawan, I Nyoman 2010. "Supply Chain Management". Institut Teknologi Sepuluh November: Surabaya
- Pradhana. 2011 "Penerapan Algoritma Tabu Search Untuk Menyelesaikan Vehicle Routing Problem". Jurusan Matematika, Universitas Negeri Semarang, Indonesia.
- Rustiadi. 2011. Perencanaan dan Pengembangan Wilayah. Crestpent Pres dan Yayasan Pustaka Obor Indonesia, Jakarta.
- Santosa dan Willy. 2011. Metoda Metaheuristik Konsep dan Implementasi. Surabaya: Prima Printing.
- Suparjo. 2017. "Metode Saving Matrix sebagai Metode Alternatif Untuk Efisiensi Biaya Distribusi (Studi Empirik Pada Perusahaan Angkutan Kayu Gelondongan Di Jawa Tengah)". Jurnal Media Ekonomi dan Manajemen Vol. 32 No. 2 Juli 2017.
- Toth, P., dan Vigo. D.2014.Vehicle Routing Problem, Methods, and Applications Second Edition. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Walalangi dan Djunaidy. 2012. "Penjadwalan dan Penentuan Rute Kendaraan pada Industri Bahan Kimia Menggunakan Kombinasi Algoritma Genetika dan Algoritma Pencarian Tabu". Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1