

PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI UNTUK MINIMASI BIAYA DISTRIBUSI TEH WALINI *READY TO DRINK* DI PT PERKEBUNAN NUSANTARA VIII (PERSERO)*

MUHAMMAD ABELL AMANDA, ARIF IMRAN, HENDRO PRASSETIYO

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: muhammad.abell@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas pencarian rute distribusi untuk produk dari Industri Hilir Teh PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero). Metode savings matrix digunakan untuk menghitung penghematan rute distribusi. Algoritma nearest insert dan algoritma nearest neighbor digunakan untuk mendapatkan urutan rute distribusi. Urutan rute distribusi yang telah diperoleh akan diperbaiki oleh the-1 insertion intra-route procedure. Hasil dari perhitungan menunjukkan bahwa penggunaan the-1 insertion intra-route procedure menghasilkan total rute distribusi yang lebih baik dari pada hasil rute menggunakan algoritma nearest insert dan nearest neighbor, dan dapat digunakan sebagai rute distribusi produk Industri Hilir Teh PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero).

Kata kunci : *Savings matrix, nearest insert, nearest neighbor, the 1-insertion intra-route procedure.*

ABSTRACT

This paper discuss how to get the distribution route for product of Industri Hilir Teh PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero). Savings matrix method is used to calculate route savings. The nearest insert algorithm and nearest neighbor algorithm are applied to obtain the distribution routes. The obtained routes are then improved using the 1-insertion intra-route procedure. The result shows that the 1-insertion intra-route procedure produce shorter total route than total route of nearest insert and nearest neighbor algorithm, and can be use for the distribution route of Industri Hilir Teh PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero).

Keywords : *Savings matrix, nearest insert, nearest neighbor, the 1-insertion intra-route procedure*

**Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional*

1. PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

Teh Walini *ready to drink* (RTD) merupakan salah satu produk teh instan dari Industri Hilir Teh (IHT) PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero). IHT PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero) mendistribusikan produk kepada 14 lokasi tetap dan 17 lokasi calon tetap dan/atau berpotensi menggunakan satu buah moda transportasi yang dapat mengangkut 95 karton Teh Walini RTD.

Pada saat ini perusahaan tidak memiliki rute distribusi tetap untuk mendistribusikan Teh Walini RTD ke 14 lokasi tetap dan 17 lokasi calon tetap dan/atau berpotensi. Hal ini dapat menghasilkan rute distribusi yang tidak efisien sehingga dapat meningkatkan biaya distribusi. Untuk meningkatkan efisiensi pada saat pengiriman produk, perusahaan dapat menggunakan rute distribusi yang memiliki jarak pendek. Rute distribusi dapat diperoleh melalui perhitungan menggunakan metode *savings matrix*, *nearest algorithm*, *the 1-insertion intra-route procedure*, *genetic algorithm*, dan metode lainnya. Penentuan rute distribusi yang pendek sangat penting untuk mengurangi resiko besarnya total biaya distribusi pada Teh Walini RTD IHT PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero).

1.2 Identifikasi Masalah

Penggunaan rute distribusi yang efisien dapat memperpendek jarak rute distribusi, namun tidak adanya rute distribusi tetap pada IHT PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero) dapat menyebabkan dampak yaitu meningkatnya jarak rute distribusi. Pemilihan rute yang tepat saat penyampaian produk merupakan salah satu cara melakukan efisiensi biaya distribusi yang harus dimiliki oleh IHT PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero). Untuk mencari rute distribusi dapat digunakan *savings matrix algorithm*, *nearest algorithm*, dan *the 1-insertion intra-route procedure*. Metode lain yang dapat digunakan adalah *sweep algorithm*, *2-Opt*, *genetic algorithm*, *simulated annealing*, dan lain-lain. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan rute distribusi di IHT PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero)

2. STUDI LITERATUR

2.1 *Supply Chain Management* dan Proses Distribusi

Proses distribusi yang efisien penting untuk menunjang kegiatan distribusi saat menyampaikan produk kepada pelanggan. Pujawan dan Mahendrawathi (2010) mendefinisikan *supply chain management* sebagai bentuk pengelolaan seluruh aktifitas logistik seperti aliran bahan baku dan informasi, pemasok, pelanggan, dan perusahaan yang saling terhubung satu sama lain untuk mencapai sistem yang terintegrasi dan efisien dalam memenuhi permintaan pelanggan.

2.2 *Savings Matrix*

Pujawan dan Mahendrawathi (2010) menyatakan *savings matrix* dapat digunakan untuk mendapatkan suatu penghematan saat melakukan proses distribusi produk. Adapun proses perhitungan yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data jarak dengan membuat matriks jarak yang bersifat simetris.
2. Melakukan perhitungan untuk mencari penghematan.

Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Penghematan } (x,y) = J(G,x) + J(G,y) - J(x,y) \quad (1)$$

Keterangan:

G = gudang

3. Mengalokasikan lokasi pengiriman pada satu rute distribusi dengan mempertimbangkan kapasitas maksimal moda transportasi yang digunakan. Alokasi distribusi dilakukan dengan mengurutkan penghematan terbesar hingga terkecil.

2.3 Nearest Insert

Pujawan dan Mahendrawathi (2010) menyatakan *nearest insert algorithm* sebagai algoritma yang digunakan untuk mengurutkan lokasi distribusi dengan mempertimbangkan jarak antara lokasi terdekat dengan gudang. Langkah-langkah perhitungan yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Memasukan rute yang sudah memiliki lokasi distribusi dari hasil perhitungan menggunakan metode *savings matrix*.
2. Pilih urutan rute yang menghasilkan jarak minimum dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{For } i = 1 \text{ to } n \quad (2)$$

$$\text{If } J_i(x,y) + J(G,x) > J_{i+1}(x,y) + J(G,x) \quad (3)$$

$$\text{Then } J_{i+1}(x,y) + J(G,x) = LNI_{j+1} \quad (4)$$

Keterangan:

i = jumlah lokasi

J_i = besarnya jarak lokasi i yang diperoleh melalui tabel jarak

LNI = lokasi nearest insert yang terpilih.

3. Visualisasikan hasil urutan rute yang telah diperoleh menggunakan gambar peta untuk memastikan tidak adanya persilangan yang mengakibatkan penurunan efisiensi jarak.

2.4 Nearest Neighbor

Pujawan dan Mahendrawathi (2010) menyatakan *nearest neighbor* sebagai algoritma yang digunakan untuk mengurutkan lokasi distribusi dengan mempertimbangkan lokasi terdekat tanpa mempertimbangkan jarak antara lokasi dan gudang. Adapun langkah-langkah perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Memasukan rute yang sudah memiliki lokasi distribusi dari hasil perhitungan menggunakan metode *savings matrix*.
2. Mengurutkan lokasi distribusi menggunakan persamaan berikut:

$$\text{For } i = 1 \text{ to } jl(R) ; i++ \quad (5)$$

$$\text{If } J_i(x,y) > J_{i+1}(x,y) \quad (6)$$

$$\text{Then } J_{i+1}(x,y) = L_{i+1} \quad (7)$$

Keterangan:

jl = jumlah rute

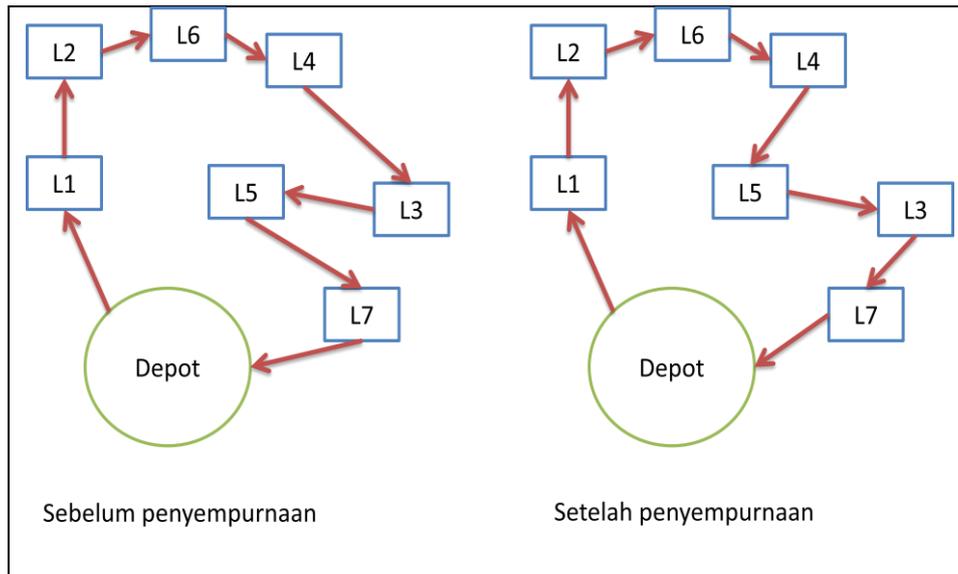
R = rute

L_i = lokasi terpilih

3. Visualisasikan hasil urutan rute yang telah diperoleh menggunakan gambar peta untuk memastikan tidak adanya persilangan yang mengakibatkan penurunan efisiensi jarak.

2.5 The 1-Insertion Intra-Route Procedure

Imran (2008) menyatakan *the 1-insertion intra-route procedure* sebagai algoritma *local search* yang digunakan untuk melakukan perbaikan rute distribusi. Adapun skema yang dapat menggambarkan the 1 insertion intra route procedure dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1, terjadi perubahan urutan rute dari $R = L1, L2, L6, L4, L3, L5, L7$ menjadi $R' = L1, L2, L6, L4, L5, L3, L7$. Perbaikan rute distribusi dapat dilakukan dengan menukarkan satu lokasi ke satu lokasi lainnya sehingga dapat meningkatkan efisiensi rute distribusi yang telah diperoleh sebelumnya.



Gambar 1. Intra-Route

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui problematika proses distribusi yang dimiliki dan keadaan sesungguhnya yang terjadi pada IHT PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero).

3.2 Studi Literatur

Studi literatur digunakan sebagai salah satu langkah saat pengumpulan data-data yang terkait dan teori-teori yang menunjang proses pengolahan data untuk memecahkan problematika yang dimiliki oleh IHT PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero). Data-data yang digunakan antara lain adalah data jarak antar lokasi distribusi dengan gudang dan antara lokasi distribusi dengan lokasi distribusi lainnya, data umum moda transportasi yang digunakan, data umum produk Teh Walini *ready to drink*, dan data biaya pengiriman proses produksi. Teori-teori yang digunakan untuk menunjang pemecahan masalah yang dimiliki perusahaan adalah *supply chain management* dan ruang lingkupnya, *savings matrix*, *nearest insert*, *nearest neighbor*, *the 1-insertion procedure*, dan teori lainnya.

3.3 Penentuan Metode Pemecahan Masalah

Ketika sudah dilakukan proses identifikasi masalah dan studi literatur untuk menemukan problematika yang terjadi dan teori yang menunjang pemecahan masalah yang ada pada IHT PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero), langkah selanjutnya adalah menentukan metode pemecahan masalah yang digunakan untuk menemukan solusi atas permasalahan yang ada. Metode yang digunakan untuk memecahkan permasalahan proses distribusi yang terjadi adalah *savings matrix*, *nearest insert*, *nearest neighbor*, *the 1-insertion intra-route procedure*, dan mengukur jumlah emisi gas buang yang dihasilkan selama melakukan proses distribusi.

3.4 Pengumpulan Data Transportasi

Pengumpulan data transportasi dilakukan untuk mengetahui kapasitas angkut yang dimiliki moda transportasi dan biaya-biaya pengiriman yang dikeluarkan selama proses distribusi berlangsung, data penjualan produk, data alamat lokasi penjualan produk, dan data emisi gas buang yang dihasilkan oleh moda transportasi IHT PT Perkebunan Nusantara VIII

(Persero). Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara pada pihak divisi transportasi yang dimiliki oleh IHT PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero).

3.5 Pengolahan Data Rute Distribusi

Setelah data-data yang dikumpulkan telah cukup, langkah selanjutnya adalah melakukan proses pengolahan data untuk menghasilkan rute distribusi. Pengolahan data menggunakan metode *savings matrix* sebagai langkah awal untuk menemukan penghematan jarak. Metode selanjutnya yang digunakan adalah algoritma *nearest insert* dan *nearest neighbor* yang digunakan untuk mengurutkan lokasi distribusi pada setiap rute dan selanjutnya diperbaiki dengan menggunakan metode *the 1-insertion intra-route procedure*.

3.6 Penghematan Emisi Gas Buang CO2 Moda Transportasi

Penghematan emisi gas buang diperoleh dengan membandingkan hasil rute distribusi dari setiap metode dengan mengalikan rute distribusi yang telah diperoleh dengan data emisi gas buang yang dihasilkan oleh moda transportasi.

3.7 Analisis

Proses analisis dilakukan untuk mengkaji hasil dari pengolahan data yang telah dihasilkan. Pada analisis akan dilakukan proses pengkoreksian hasil dari pengolahan data berupa rute distribusi sebagai masukan atas problematika distribusi yang terjadi pada IHT PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero).

3.8 Kesimpulan dan Saran

Langkah akhir penelitian adalah membuat kesimpulan dari seluruh proses penelitian untuk menjawab tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Selain kesimpulan, terdapat saran kepada perusahaan sebagai jawaban atas problematika distribusi yang ada dan untuk penelitian dalam bidang transportasi logistik selanjutnya.

4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Data Pengiriman

Lokasi distribusi berada di Kota Bandung dan sekitarnya. Data pengiriman terdiri atas gaji operator sebesar Rp 998.500 dan biaya bahan bakar sebesar Rp 65.000 per rute pengiriman. Emisi gas buang sebesar 0,958 gr/km. Kapasitas maksimal moda transportasi adalah 95 karton dengan berat satu karton adalah 7,2 kilogram.

4.2 Data Penjualan

Data total penjualan per tahun Teh Walini *ready to drink* pada tahun 2011 hingga 2013 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penjualan

tahun	jumlah teh peko 300 ml (botol)
2011	664.184
2012	787195
2013	1.150.282
rata-rata	867.220

4.3 Matriks Jarak

Matriks jarak digunakan sebagai modal awal untuk melakukan perhitungan. Adapun data matriks jarak dapat dilihat pada Tabel 2.

Penentuan Rute Distribusi untuk Minimasi Biaya Distribusi Teh Walini Ready to Drink di IHT PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero)

Tabel 2. Matriks Jarak

Kode	Gudang	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30	L31	
L1	15.8		13.8	6.3	7.5	2.4	2.0	5.6	3.8	1.4	9.9	6.4	2.5	2.5	5.5	5.1	14.0	1.3	7.1	4.4	5.1	4.5	6.3	4.9	9.3	9.9	13.0	4.7	3.3	6.3	3.2	3.0	
L2	29.7	13.8		15.9	16.8	14.3	14.1	12.1	17.7	13.3	5.4	9.3	11.6	11.6	10.0	11.1	2.8	13.4	20.2	17.5	12.9	8.8	9.0	18.4	23.5	24.0	19.4	13.0	7.4	18.6	13.4	15.3	
L3	21.8	6.3	15.9		4.4	4.8	4.8	3.8	3.6	7.0	8.0	5.5	7.4	6.5	9.0	8.4	17.2	4.5	9.4	8.2	3.3	5.8	5.9	9.1	17.5	13.3	10.5	9.5	7.1	8.4	3.2	4.7	
L4	16.2	7.5	16.8	4.4		4.4	4.8	5.6	5.1	5.8	9.8	7.2	10.0	7.9	10.4	8.2	18.8	8.4	5.5	5.7	6.0	7.5	7.5	4.9	13.1	9.2	9.3	9.6	8.7	7.6	5.0	4.0	
L5	15.3	2.4	14.3	4.8	4.4		1.5	4.2	4.7	2.3	7.8	5.9	5.1	4.1	6.6	6	15	2.2	2.6	3.6	5	5.5	6.2	4.2	10.8	8.7	12.7	6	5.2	4.8	1.9	1.3	
L6	14.0	2.0	14.1	4.8	4.8	1.5		4.1	3.4	0.9	7.5	5.8	5.0	4.3	6.6	6.0	18.0	2.2	6.2	3.8	4.8	5.5	6.2	4.8	8.6	13.0	11.0	5.8	5.4	4.6	2.5	1.3	
L7	17.7	5.6	12.1	3.8	5.6	4.2	4.1		8.0	3.3	6.8	2.9	3.5	4.5	6.5	6.1	14.2	4.2	12.9	8.5	0.75	3.7	3.3	9	13.4	14.2	10.5	7.7	5.4	8.7	2.7	6	
L8	11.0	3.8	17.7	3.6	5.1	4.7	3.4	8.0		4.4	5.5	10.3	6.6	6.2	9.5	4.1	18.7	3.6	5.6	2.3	5.2	8.4	10.3	2.6	6.6	6.1	13.3	5.7	8.1	3.0	5.7	3.6	
L9	15.8	1.4	13.3	7.0	5.8	2.3	0.9	3.3	4.4		8.3	6.4	4.3	3.4	5.9	5.5	14.3	1.5	7.2	4.4	4.1	4.8	7.1	4.9	11.7	9.9	13.8	5.6	4.5	5.6	3.1	2.2	
L10	24.0	9.9	5.4	8.0	9.8	7.8	7.5	6.8	5.5	8.3		4.0	7.3	7.2	8.9	8.3	7.8	8.7	14.4	12.9	6.8	5.7	3.7	13.6	18.2	16.5	14.0	13.4	8.1	14.0	8.5	11.4	
L11	20.4	6.4	9.3	5.5	7.2	5.9	5.8	2.9	10.3	6.4	4.0		3.9	4.1	5.6	5.2	11.9	5.4	10.8	9.4	3.3	2.3	0.4	11.5	24.8	15.7	10.5	10.1	4.6	22.3	5.1	7.4	
L12	16.8	2.5	11.6	7.4	10.0	5.1	5.0	3.5	6.6	4.3	7.3	3.9		1.4	3.0	2.4	8.6	1.5	9.1	7.6	4.3	1.9	4.3	7.9	12.7	13.3	13.1	7.0	2.3	9.6	4.5	5.4	
L13	17.0	2.5	11.6	6.5	7.9	4.1	4.3	4.5	6.2	3.4	7.2	4.1	1.4		3.2	2.8	11.6	3.1	8.1	6.1	5.3	2.6	4.6	6.6	11.1	11.7	12.4	5.2	1.2	7.7	3.8	4.4	
L14	19.6	5.5	10.0	9.0	10.4	6.6	6.6	6.5	9.5	5.9	8.9	5.6	3.0	3.2		1.7	8.4	6.4	12.1	9.7	7.4	4.5	8.3	10.4	14.9	16.1	15.6	8.5	3.1	10.9	7	7.6	
L15	19.2	5.1	11.1	8.4	8.2	6	6.0	6.1	4.1	5.5	8.3	5.2	2.4	2.8	1.7		9	6.2	11.9	9.8	6.3	4.3	6.7	10	14.8	14.5	15.4	8.3	2.8	10.6	6.8	7.4	
L16	27.4	14.0	2.8	17.2	18.8	15	18.0	14.2	18.7	14.3	7.8	11.9	8.6	11.6	8.4	9		13	20.6	18.6	14.6	10.6	11.6	19.4	25.8	21	22.3	17.2	12.3	19.8	14.5	16.5	
L17	16.4	1.3	13.4	4.5	8.4	2.2	2.2	4.2	3.6	1.5	8.7	5.4	1.5	3.1	6.4	6.2	13		7.6	5.7	4.1	3.5	5.2	7.7	9.6	12	11.9	5.6	3.1	6.9	2.3	3.6	
L18	10.0	7.1	20.2	9.4	5.5	2.6	6.2	12.9	5.6	7.2	14.4	10.8	9.1	8.1	12.1	11.9	20.6	7.6		3.3	11	11.4	13	2.8	5.9	7.3	18.6	9.1	10	1.8	7.6	5.4	
L19	11.4	4.4	17.5	8.2	5.7	3.6	3.8	8.5	2.3	4.4	12.9	9.4	7.6	6.1	9.7	9.8	18.6	5.7	3.3		8.4	10.7	11.3	2	5	6.2	13.8	6.1	7.8	2	5.7	3.6	
L20	16.5	5.1	12.9	3.3	6.0	5	4.8	0.75	5.2	4.1	6.8	3.3	4.3	5.3	7.4	6.3	14.6	4.1	11	8.4		4.5	3.7	9.2	10	14.3	8	8.4	5.9	10.6	3.4	6.2	
L21	19.1	4.5	8.8	5.8	7.5	5.5	5.5	3.7	8.4	4.8	5.7	2.3	1.9	2.6	4.5	4.3	10.6	3.5	11.4	10.7	4.5		2.9	12.4	13	15	12.4	8	2.7	9.2	3.9	2.4	
L22	20.4	6.3	9.0	5.9	7.5	6.2	6.2	3.3	10.3	7.1	3.7	0.4	4.3	4.6	8.3	6.7	11.6	5.2	13	11.3	3.7	2.9		9.7	14.4	15	11.1	10.4	4.4	10.3	4.8	7	
L23	11.4	4.9	18.4	9.1	4.9	4.2	4.8	9	2.6	4.9	13.6	11.5	7.9	6.6	10.4	10	19.4	7.7	2.8	2	9.2	12.4	9.7		4.4	6.2	13.9	6.5	8.4	1.9	5.8	3.7	
L24	8.1	9.3	23.5	17.5	13.1	10.8	8.6	13.4	6.6	11.7	18.2	24.8	12.7	11.1	14.9	14.8	25.8	9.6	5.9	5	10	13	14.4	4.4		5.8	14.9	8.9	9.9	4	8.3	6.2	
L25	7.2	9.9	24.0	13.3	9.2	8.7	13.0	14.2	6.1	9.9	16.5	15.7	13.3	11.7	16.1	14.5	21	12	7.3	6.2	14.3	15	15	6.2	5.8		15.7	7.7	10.4	4.8	9	6.8	
L26	27.3	13.0	19.4	10.5	9.3	12.7	11.0	10.5	13.3	13.8	14.0	10.5	13.1	12.4	15.6	15.4	22.3	11.9	18.6	13.8	8	12.4	11.1	13.9	14.9	15.7		16.5	13.8	11.2	10	10.2	
L27	11.3	4.7	13.0	9.5	9.6	6	5.8	7.7	5.7	5.6	13.4	10.1	7.0	5.2	8.5	8.3	17.2	5.6	9.1	6.1	8.4	8	10.4	6.5	8.9	7.7	16.5		5.3	9.2	6.9	6	
L28	16.7	3.3	7.4	7.1	8.7	5.2	5.4	5.4	8.1	4.5	8.1	4.6	2.3	1.2	3.1	2.8	12.3	3.1	10	7.8	5.9	2.7	4.4	8.4	9.9	10.4	13.8	5.3		8.9	3.8	5.8	
L29	10.5	6.3	18.6	8.4	7.6	4.8	4.6	8.7	3.0	5.6	14.0	22.3	9.6	7.7	10.9	10.6	19.8	6.9	1.8	2	10.6	9.2	10.3	1.9	4	4.8	11.2	9.2	8.9		6.6	4.5	
L30	18.6	3.2	13.4	3.2	5.0	1.9	2.5	2.7	5.7	3.1	8.5	5.1	4.5	3.8	7	6.8	14.5	2.3	7.6	5.7	3.4	3.9	4.8	5.8	8.3	9	10	6.9	3.8	6.6		2.2	
L31	14.9	3.0	15.3	4.7	4.0	1.3	1.3	6	3.6	2.2	11.4	7.4	5.4	4.4	7.6	7.4	16.5	3.6	5.4	3.6	6.2	2.4	7	3.7	6.2	6.8	10.2	6	5.8	4.5	2.2		

4.4 Pengolahan Data Menggunakan *Savings Matrix Algorithm*

Pengolahan data dimulai menggunakan metode *savings matrix* untuk mengetahui jumlah penghematan jarak rute distribusi. Perhitungan pada koordinat 1,2 adalah:
 Penghematan (1,2) = 15,8+29,7-13,8
 = 31,7 km

Langkah selanjutnya adalah menghitung permintaan tinggi sebesar 50% dari total jumlah karton per hari, sedang sebesar 30% dari total jumlah karton per hari, dan rendah sebesar 20% dari total jumlah karton per hari adalah sebagai berikut:

$$\text{Permintaan} = \frac{867.220}{12 \times 25 \times 24} \times 0,5$$

$$= 60 \text{ karton/hari}$$

Permintaan tinggi = 60*50% = 30 karton

Permintaan sedang = 60*30% = 18 karton

Permintaan rendah = 60*20% = 12 karton

Adapun hasil dari perhitungan penghematan dapat dilihat pada Tabel 3. Langkah selanjutnya setelah diperoleh penghematan adalah mengalokasikan lokasi pada setiap rute distribusi dengan mempertimbangkan kapasitas maksimal moda transportasi. Adapun hasil pengalokasian lokasi distribusi dapat dilihat pada Tabel 4.

4.5 Pengolahan Data Menggunakan *Nearest Insert*

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengurutan rute distribusi menggunakan *nearest insert algorithm*. Langkah-langkah perhitungan yang digunakan adalah:

1. Mengidentifikasi hasil pengalokasian lokasi distribusi pada 6 rute distribusi.
2. Melakukan pengurutan lokasi distribusi pada setiap rute. Tabel 5 menjelaskan data jarak antar lokasi pada rute 1 dengan mempertimbangkan jarak lokasi dengan gudang sebagai dasar pengurutan lokasi.

Tabel 3. Savings Matrixs

Jarak	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27	L28	L29	L30	L31
L1																															
L2	31.7																														
L3	31.3	35.6																													
L4	24.5	29.1	33.6																												
L5	28.7	30.7	32.3	27.1																											
L6	27.8	29.6	31	25.4	27.8																										
L7	27.9	35.3	35.7	28.3	28.8	27.6																									
L8	23.0	23	29.2	22.1	21.6	21.6	20.7																								
L9	30.2	32.2	30.6	26.2	28.8	28.95	30.2	22.4																							
L10	29.9	48.3	37.8	30.4	31.5	30.5	34.9	29.5	31.5																						
L11	29.8	40.8	36.7	29.4	29.8	28.6	35.2	21.1	29.8	40.4																					
L12	30.1	34.9	31.2	23	27	25.8	31	21.2	28.3	33.5	33.3																				
L13	30.3	35.1	32.3	25.3	28.2	26.7	30.2	21.8	29.4	33.8	33.3	32.4																			
L14	29.9	39.3	32.4	25.4	28.3	27	30.8	21.1	29.5	34.7	34.4	33.4	33.4																		
L15	29.9	37.8	32.6	27.2	28.5	27.2	30.8	26.1	29.5	34.9	34.4	33.6	33.4	37.1																	
L16	29.2	54.3	32	24.8	27.7	23.4	30.9	19.7	28.9	43.6	35.9	35.6	32.8	38.6	37.6																
L17	30.9	32.7	33.7	24.2	29.5	28.2	29.9	23.8	30.7	31.7	31.4	31.7	30.3	29.6	29.4	30.8															
L18	18.7	19.5	22.4	20.7	22.7	17.8	14.8	15.4	18.6	19.6	19.6	17.7	18.9	17.5	17.3	16.8	18.8														
L19	22.8	23.6	25	21.9	23.1	21.6	20.6	20.1	22.8	22.5	22.4	20.6	22.3	21.3	20.8	20.2	22.1	18.1													
L20	27.2	33.3	35	26.7	26.8	25.7	33.45	22.3	28.2	33.7	33.6	29.0	28.2	28.7	29.4	29.3	28.8	15.5	19.5												
L21	30.4	40	35.1	27.8	28.9	27.6	33.1	21.7	30.1	37.4	37.2	34.0	33.5	34.2	34.0	35.9	32.0	17.7	19.8	31.1											
L22	29.9	41.1	36.3	29.1	29.5	28.2	34.8	21.1	29.1	40.7	40.4	32.9	32.8	31.7	32.9	36.2	31.6	17.4	20.5	33.2	36.6										
L23	22.3	22.7	24.1	22.7	22.5	20.6	20.1	19.8	22.3	21.8	20.3	21.8	20.6	20.6	19.4	20.1	18.6	20.8	18.7	18.1	22.1										
L24	14.6	14.3	12.4	11.2	12.6	13.5	12.4	12.5	12.2	13.9	3.7	12.2	14.0	12.8	12.5	9.7	14.9	12.2	14.5	14.6	14.2	14.1	15.1								
L25	13.1	12.9	15.7	14.2	13.8	8.2	10.7	12.1	13.1	14.7	11.9	10.7	12.5	10.7	11.9	13.6	11.6	9.9	12.4	9.4	11.3	12.6	12.4	9.5							
L26	30.1	37.6	38.6	34.2	29.9	30.3	34.5	25	29.3	37.3	37.2	31.0	31.9	31.3	31.1	32.4	31.8	18.7	24.9	35.8	34.0	36.6	24.8	20.5	18.8						
L27	22.4	28	23.6	17.9	20.6	19.5	21.3	16.6	21.5	21.9	21.6	21.1	23.1	22.4	22.2	21.5	22.1	12.2	16.6	19.4	22.4	21.3	16.2	10.5	10.8	22.1					
L28	39.2	39	31.4	24.2	26.8	25.3	29	19.6	28	32.6	32.5	31.2	32.5	33.2	33.1	31.8	30.0	16.7	20.3	27.3	33.1	32.7	19.7	14.9	13.5	30.2	22.7				
L29	20.0	21.6	23.9	19.1	21	19.9	19.5	18.5	20.7	20.5	8.6	17.7	19.8	19.2	19.1	18.1	20.0	18.7	19.9	16.4	20.4	20.6	20.0	14.6	12.9	26.6	12.6	18.3			
L30	31.2	34.9	37.2	29.8	32	30.1	33.6	23.9	31.3	34.1	33.9	30.9	31.8	31.2	31.0	31.5	32.7	21.0	24.3	31.7	33.8	34.2	24.2	18.4	16.8	35.9	23.0	31.5	22.5		
L31	27.7	29.3	32	27.1	28.9	27.6	26.6	22.3	28.5	27.5	27.9	26.3	27.5	26.9	26.7	25.8	27.7	19.5	22.7	25.2	31.6	28.3	22.6	16.8	15.3	32.0	20.2	25.8	20.9	31.3	
Permintaan	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	30

Tabel 4. Alokasi Savings Matrix

Rute 1	L2	L16	L10	L22	L11	L21	Karton
kapasitas	18	12	18	12	18	12	90
Rute 2	L12	L14	L28	L3	L26	L15	Karton
kapasitas	18	12	12	18	12	12	84
Rute 3	L30	L20	L7	L13	L4	L17	Karton
kapasitas	12	18	18	12	18	12	90
Rute 4	L5	L9	L31	L1			Karton
kapasitas	18	18	30	18			84
Rute 5	L6	L8	L27	L29	L19	L23	Karton
kapasitas	18	18	12	12	12	12	84
Rute 6	L18	L24	L25				Karton
kapasitas	12	12	12				36

Tabel 5. Pengurutan 1 Nearest Insert

Pengurutan 1	Jarak (km)
G-L2-G	59.4
G-L10-G	48
G-L11-G	40.8
G-L16-G	54.8
G-L21-G	38.2
G-L22-G	40.8

Berdasarkan tabel 5, nilai jarak terpendek jatuh pada urutan G-L21 dengan nilai jarak adalah 38,2 km sehingga urutan pertama pada rute 1 adalah G-L21. Langkah selanjutnya adalah mengurutkan kembali. Data jarak pada pengurutan kedua dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengurutan 2 Nearest Insert

Pengurutan 2	Jarak (km)
G-L21-L2-G	57.6
G-L21-L10-G	48.8
G-L21-L11-G	41.8
G-L21-L16-G	57.1
G-L21-L22-G	42.4

Berdasarkan Tabel 6, jarak terpendek jatuh pada G-L21-L11 dengan nilai sebesar 41,8 km sehingga lokasi kedua yang dikunjungi setelah L21 adalah L11. Langkah pengurutan tersebut terus dilakukan hingga seluruh lokasi distribusi pada suatu rute telah habis. Adapun hasil dari pengurutan menggunakan *nearest insert algorithm* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil *Nearest Insert*

Rute	Kode Lokasi	Jarak (km)
Rute 1	G-L21-L11-L22-L10-L2-L16-G	61.1
Rute 2	G-L28-L12-L15-L14-L3-L26-G	69.9
Rute 3	G-L4-L20-L7-L30-L17-L13-G	48.05
Rute 4	G-L31-L5-L9-L1-G	35.7
Rute 5	G-L29-L23-L19-L8-L27-L6-G	42.2
Rute 6	G-L25-L24-L18-G	28.9
Total Jarak Tempuh		285.85

4.6 Pengolahan Data Menggunakan *Nearest Neighbor*

Pengurutan *nearest neighbor* digunakan untuk mengurutkan lokasi distribusi pada setiap rute dengan mencari lokasi distribusi selanjutnya yang memiliki jarak terdekat. Adapun contoh pengurutan rute distribusi pada rute 3 adalah sebagai berikut:

1. Gudang menuju Citylink = 16,2 km
2. Gudang menuju Aston Pasteur = 17,2 km
3. Gudang menuju Cipaganti *Shuttle* = 16,5 km
4. Gudang menuju Holiday Inn = 16,4 km
5. Gudang menuju Kafe Walini Dipatiukur = 17 km
6. Gudang menuju Novotel = 18,6 km

Berdasarkan data jarak diatas, dapat disimpulkan bahwa lokasi pertama yang dikunjungi adalah Citylink dengan nilai jarak distribusi terpendek sebesar 16,2 km. langkah selanjutnya adalah mengurutkan kembali dengan lokasi awal adalah Citylink sebagai berikut:

1. Citylink menuju Aston Pasteur = 5,6 km
2. Citylink menuju Cipaganti *Shuttle* = 6 km
3. Citylink menuju Holiday Inn = 8,4 km
4. Citylink menuju Kafe Walini Dipatiukur = 7,9 km
5. Citylink menuju Novotel = 5 km

Lokasi kedua yang terpilih adalah Novotel dengan nilai jarak sebesar 5 km. Proses pengurutan akan terus berulang hingga seluruh lokasi pada setiap rute telah habis. Adapun hasil rute menggunakan *nearest neighbor* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil *Nearest Neighbor*

Rute	Kode Lokasi	Jarak (km)
Rute 1	G-L21-L11-L22-L10-L2-L16-G	61.1
Rute 2	G-L28-L12-L15-L14-L3-L26-G	69.9
Rute 3	G-L4-L30-L17-L13-L7-L20-G	48.35
Rute 4	G-L31-L5-L9-L1-G	35.7
Rute 5	G-L29-L23-L19-L8-L6-L27-G	37.2
Rute 6	G-L25-L24-L18-G	28.9
Total Jarak Tempuh		281.15

Berdasarkan pengurutan rute distribusi yang telah dilakukan menggunakan kedua metode *nearest algorithm*, langkah selanjutnya adalah membandingkan setiap rute yang telah ada memilih rute yang memiliki jarak distribusi terkecil. Adapun hasil dari rute terbaik dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Rute Terbaik

Rute 1	G-L21-L11-L22-L10-L2-L16-G	61.1
Rute 2	G-L28-L12-L15-L14-L3-L26-G	69.9
Rute 3	G-L4-L20-L7-L30-L17-L13-G	48.05
Rute 4	G-L31-L5-L9-L1-G	35.7
Rute 5	G-L29-L23-L19-L8-L6-L27-G	37.2
Rute 6	G-L25-L24-L18-G	28.9
Total Jarak Tempuh		280.85

4.7 Pengolahan Data Menggunakan *The 1-Insertion Intra-Route Procedure*

Penggunaan algoritma *intra-route* memiliki tujuan untuk memperbaiki hasil rute distribusi terbaik yang telah diperoleh melalui *nearest algorithm* dengan melakukan pertukaran atau penyisipan satu lokasi dengan lokasi lainnya. Adapun contoh pertukaran lokasi distribusi pada rute 6 adalah:

Pertukaran 1

G-L25-L24-L18-G = 28,9 km

G-L24-L25-L18-G = 31,2 km

G-L24-L18-L25-G = 28,5 km

Pertukaran 2

G-L25-L24-L18-G = 28,9 km

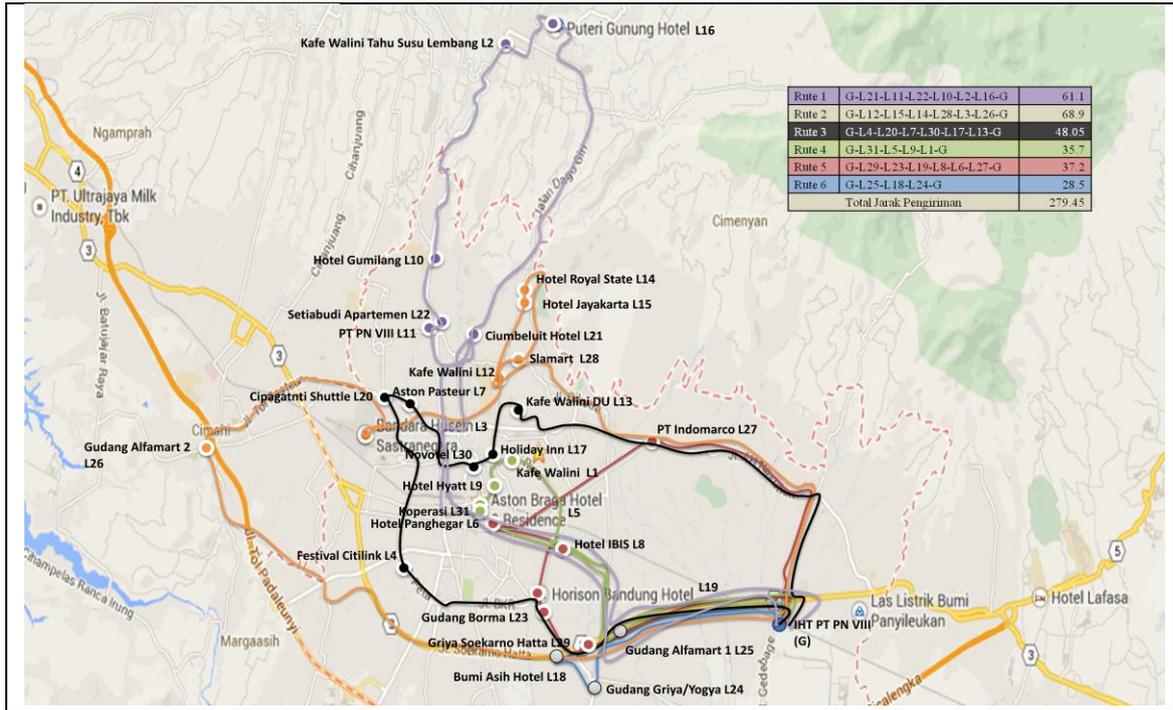
G-L25-L18-L24-G = 28,5 km

Berdasarkan pertukaran diatas, dapat disimpulkan peningkatan efisiensi terjadi pada langkah pengurutan kedua sebesar 28,5 km dengan urutan lokasi distribusi G-L25-L18-L24-G. Adapun hasil dari perbaikan rute menggunakan *intra-route procedure* dapat dilihat pada Tabel 10 dan visualisasi hasil rute distribusi dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 10. Hasil *The 1-Insertion Intra-Route Procedure*

Rute	Kode Lokasi	Jarak (km)
Rute 1	G-L21-L11-L22-L10-L2-L16-G	61.1
Rute 2	G-L12-L15-L14-L28-L3-L26-G	68.9
Rute 3	G-L4-L20-L7-L30-L17-L13-G	48.05
Rute 4	G-L31-L5-L9-L1-G	35.7
Rute 5	G-L29-L23-L19-L8-L6-L27-G	37.2
Rute 6	G-L25-L18-L24-G	28.5
Total Jarak Pengiriman		279.45

Penentuan Rute Distribusi untuk Minimasi Biaya Distribusi Teh Walini Ready to Drink di IHT PT Perkebunan Nusantara VIII (Persero)



Gambar 2. Rute Distribusi Akhir

4.8 Perbandingan Emisi Gas Buang CO2

Berdasarkan pengumpulan data yang telah diperoleh, emisi gas buang CO2 yang dimiliki moda transportasi adalah 0,958 gram/kilometer. Adapun contoh perhitungan dalam mencari emisi gas buang yang dikeluarkan oleh moda transportasi setiap rute adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{EGB} &= \text{emisi gas buang} \times \text{jarak distribusi} \\
 &= 0,958 \text{ gram/kilometer} \times 61,1 \text{ km} \\
 &= 58,5338 \text{ gram/kilometer}
 \end{aligned}$$

Adapun perbandingan emisi gas buang yang telah diperoleh dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Perbandingan Emisi Gas Buang CO2

Rute	Metode <i>Nearest</i>		Metode <i>the 1-Insertion Intra Route</i>	
	Tur	Emisi Gas Buang CO2	Tur	Emisi Gas Buang CO2
1	G-L21-L11-L22-L10-L2-L16-G	58.5338	G-L21-L11-L22-L10-L2-L16-G	58.5338
2	G-L28-L12-L15-L14-L3-L26-G	66.9642	G-L12-L15-L14-L28-L3-L26-G	66.0062
3	G-L4-L20-L7-L30-L17-L13-G	46.0319	G-L4-L20-L7-L30-L17-L13-G	46.0319
4	G-L31-L5-L9-L1-G	34.2006	G-L31-L5-L9-L1-G	34.2006
5	G-L29-L23-L19-L8-L6-L27-G	35.6376	G-L29-L23-L19-L8-L6-L27-G	35.6376
6	G-L25-L24-L18-G	27.6862	G-L25-L18-L24-G	27.303
Total Penghematan		269.0543	Total Penghematan	267.7131

5. ANALISIS

5.1 Analisis Penghematan Jarak Menggunakan Metode *Savings Matrix*

Penghematan terbesar terdapat pada lokasi koordinat (L2,L16) yang memiliki nilai penghematan sebesar 54,3 km. Semakin besar nilai penghematan maka semakin jauh jarak yang ditempuh oleh moda transportasi yang membawa *inventory* saat proses distribusi.

5.2 Analisis Efisiensi Rute Menggunakan *Nearest Insert*

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan menggunakan *nearest insert algorithm* diperoleh hasil total jarak distribusi sebesar 285,85 km. Terdapat persilangan pada rute 5 yang memiliki jarak distribusi sebesar 42,2 km. Persilangan terjadi karena pada *nearest insert algorithm* memiliki pertimbangan jarak antara gudang dan lokasi distribusi. Persilangan terjadi dikarenakan terdapat jarak antara L27 dengan gudang sebesar 11,3 km sedangkan pada L6 ke gudang adalah 14 km.

5.3 Analisis Efisiensi Rute Menggunakan *Nearest Neighbor*

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan *nearest neighbor algorithm* terdapat peningkatan efisiensi jarak pada total jarak distribusi menjadi 281,15 km, rute 5 menjadi 37,2 km dan tidak terjadi persilangan pada seluruh rute. Pada rute 3 terdapat kenaikan jarak rute menjadi 48,3 km. Kenaikan jarak distribusi pada rute 3 dikarenakan pada *nearest neighbor* hanya mempertimbangkan jarak lokasi terdekat tanpa mempertimbangkan jarak antara lokasi dengan gudang. Perbandingan dan pemilihan rute terpendek dari hasil kedua *nearest algorithm* diperlukan untuk menghasilkan rute dengan total jarak distribusi yang pendek. Penggabungan hasil rute kedua *nearest algorithm* menghasilkan efisiensi total jarak distribusi sebesar 280,85 km.

5.4 Analisis Efisiensi Rute Menggunakan *The 1-Insertion Intra-Route Procedure*

Penggunaan *the 1-insertion intra-route procedure* berhasil menaikkan efisiensi rute distribusi menjadi 279,45 km. Penghematan rute distribusi diperoleh melalui perubahan pada jarak distribusi rute 2 dari 69,9 km menjadi 68,9 km dan rute 6 yang memiliki jarak distribusi sebesar 28,9 km menjadi 28,5 km.

5.5 Analisis Penghematan Emisi Gas Buang CO₂

Penggunaan *nearest algorithm* menghasilkan buangan emisi gas CO₂ sebesar 269,0543 gram/kilometer, sedangkan penghematan sebesar 1,3412 gram/kilometer terjadi ketika menggunakan metode *the 1-insertion intra-route procedure* dengan total buangan emisi gas CO₂ sebesar 267,71731 gram/kilometer. Semakin pendek jarak rute distribusi maka akan semakin mengurangi emisi gas buang CO₂ yang dikeluarkan oleh moda transportasi.

6. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dalam bidang transportasi ini adalah:

1. Penggunaan *savings matrix* memiliki tujuan untuk mendapatkan penghematan rute distribusi, dan *nearest algorithm* digunakan untuk mengurutkan lokasi distribusi pada suatu rute distribusi. *The 1-insertion intra-route procedure* memiliki tujuan untuk memperbaiki hasil urutan rute yang telah diperoleh berdasarkan metode sebelumnya.

2. Penggunaan metode *savings matrix*, *nearest insert*, *nearest neighbor*, dan *the 1-insertion intra-route procedure* dapat meningkatkan efisiensi jarak distribusi. Jarak distribusi yang dihasilkan oleh kedua *nearest algorithm* adalah 280,85 km dan setelah dilakukan perbaikan oleh metode *the 1-insertion intra-route procedure* total jarak distribusi adalah 279,45 km.
3. Penggunaan metode *nearest insert* dan *nearest algorithm* menghasilkan emisi gas buang sebesar 269,0543 gram/kilometer, sedangkan *the 1-insertion intra-route procedure* menghasilkan emisi gas buang sebesar 267,7131 gram/kilometer.

REFERENSI

Imran, A. (2008). An Adaption of Metaheuristic for the Single and the Multiple depots Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problems. United Kingdom : University of Kent.

Pujawan, I. N., & Mahendrawathi, E. R. (2010). Supply Chain Management. Indonesia : Guna Widya.