

PERENCANAAN RUTE DAN JADWAL PENGIRIMAN ES KRISTAL UNTUK MEMINIMASI BIAYA DISTRIBUSI DI PT BANDUNG ICE

Syafrianita, Bima Septyawan

Program Studi Manajemen Transportasi
Sekolah Tinggi Manajemen Logistik Indonesia
Jl. Sari Asih No. 54, Bandung-40151
e-mail : rianitashine@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan pendistribusian bahan baku maupun barang jadi tidak terlepas dari aktivitas transportasi dan pergudangan, Permasalahan yang sering muncul dalam pendistribusian adalah permasalahan transportasi, terutama di kota besar yang memiliki jumlah jalan yang banyak. Hal ini membuat pihak perusahaan harus merencanakan dan menentukan rute untuk kendaraan dalam melakukan perjalanan dari tempat asal (*supply*) ke tujuan (*demand*) sehingga dapat meminimalkan jarak tempuh dan kebutuhan konsumen dapat terpenuhi tepat pada waktunya serta menghasilkan biaya yang minimum. PT. Bandung Ice merupakan salah satu usaha yang bergerak dibidang industri es yaitu es batu kristal dan es serut, Dalam menentukan rute pengiriman produknya, saat ini PT. Bandung Ice masih mengandalkan pengalaman supir (*driver*). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui rute optimal dalam pengiriman produk yang dilakukan oleh PT. Bandung Ice dengan memperhatikan kapasitas angkut kendaraan dan mengetahui biaya transportasi pendistribusian barang dari pabrik hingga ke pelanggan. Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan konsep *Vehicle Routing Problem (VRP)*, *Saving Matrix* dan *Nearest Neighbour*. Pengiriman es didasari dari nilai alokasi *saving matrix* terbesar dilanjutkan dengan nilai terbesar kedua dan seterusnya berdasarkan *ranking saving* dengan mempertimbangkan kapasitas dari armada atau kendaraan yang digunakan yaitu dengan kapasitas 125 bag atau 2.5 ton. Total jarak dari hasil *saving matrix* yaitu 255.43 km dengan memenuhi permintaan setiap *outlet* per harinya. Biaya distribusi merupakan hasil dari biaya variabel transportasi (biaya bahan bakar, perawatan, gaji tenaga kerja) biaya *outbound*) untuk pengiriman dan biaya tenaga kerja atau gaji supir (*driver*). Perbandingan biaya pendistribusian hasil penelitian dengan biaya pendistribusian yang dikeluarkan oleh perusahaan yaitu untuk hasil penelitian sebesar Rp. 373,468.41/pengiriman/hari, sedangkan biaya pendistribusian yang dikeluarkan oleh perusahaan sebesar Rp. 418,771.02/pengiriman/hari.

Kata kunci : *Rute, Biaya Distribusi, Matriks Jarak, Matriks Penghematan.*

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan geliat industri kuliner di Kota Bandung, pendistribusian bahan baku maupun barang jadi menjadi hal penting yang patut diperhatikan. Menurut Jaringan Pengusaha Nasional Jawa Barat, pertumbuhan permintaan produk kuliner Bandung rata-rata melampaui 10% per tahun. Kegiatan pendistribusian bahan baku maupun barang jadi

tidak terlepas dari aktivitas transportasi dan pergudangan. Aktivitas transportasi mengacu pada pergerakan barang dari satu lokasi ke lokasi lain dalam rantai pasokan. Kebutuhan akan pentingnya transportasi ini telah berkembang dengan meningkatnya globalisasi dalam rantai pasokan. Dalam dunia bisnis, transportasi memegang peranan yang sangat penting. Mengirim barang dari satu tempat ke tempat tujuan tertentu adalah bagian dari jalannya sebuah bisnis. Pelanggan akan dengan mudah melihat pergerakan barang dari suatu lokasi ke lokasi lain dengan menggunakan berbagai moda transportasi. Dalam kegiatan penjualan diperlukan suatu transportasi sebagai alat angkut atau alat bantu dalam pergerakan barang. Salah satu permasalahan yang biasa dihadapi dalam transportasi adalah menentukan bahwa wilayah tersebut mempunyai pelayanan transportasi ekonomis, efisien, dan *feasible* sehingga dapat memenuhi kebutuhan transportasi dari masyarakat.

Permasalahan yang sering muncul dalam pendistribusian adalah permasalahan transportasi, terutama di kota besar yang memiliki jumlah jalan yang banyak. Hal ini membuat pihak perusahaan harus merencanakan dan menentukan rute untuk kendaraan dalam melakukan perjalanan dari tempat asal (*supply*) ke tujuan (*demand*) sehingga dapat meminimumkan jarak tempuh dan kebutuhan konsumen dapat terpenuhi tepat pada waktunya serta menghasilkan biaya yang minimum. PT. Bandung Ice merupakan salah satu usaha yang bergerak dibidang industri es yaitu es batu kristal dan es serut, PT. Bandung Ice melayani usaha industri kecil seperti kafe ataupun usaha rumahan. Dalam halnya penjualan pihak perusahaan menginginkan volume penjualan yang maksimal, hal ini berkaitan dengan distribusi barang. Kecepatan dan ketepatan waktu pengiriman menjadi prioritas perusahaan agar dapat memenuhi kebutuhan setiap pelanggan.

Pentingnya pengaturan sistem distribusi dalam memenuhi kebutuhan pelanggan di berbagai tempat adalah meminimasi biaya transportasi angkutan, sehingga perencanaan distribusi dilakukan agar produk atau pemenuhan kebutuhan dapat terpenuhi secara tepat waktu dengan mengeluarkan total biaya yang terendah. Dalam pengiriman produknya, saat ini PT. Bandung Ice dapat dikatakan belum efisien karena dalam menentukan rute pengiriman masih ditentukan dari pengalaman supir (*driver*). Dalam menentukan rute pengiriman, dalam hal ini supir (*driver*) tidak memperhitungkan jarak yang ditempuh dalam pendistribusian, sehingga mempengaruhi biaya distribusi dan menyebabkan biaya distribusi yang tidak stabil ataupun dapat menyebabkan biaya distribusi menjadi tinggi.

2. METODOLOGI

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui rute optimal dalam pengiriman produk yang dilakukan oleh PT. Bandung Ice dengan memperhatikan kapasitas angkut kendaraan dan mengetahui biaya transportasi pendistribusian barang dari pabrik hingga ke tangan konsumen atau pelanggan.

Pengumpulan data merupakan bagian dari proses pengujian data yang berkaitan dengan sumber dan cara untuk memperoleh data penelitian. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan pengumpulan data melalui :

a. Penelitian Kepustakaan

Penelitian kepustakaan merupakan kegiatan menelusuri literatur yang ada serta menelaah secara tekun yang sangat diperlukan dalam mengerjakan penelitian. Dalam hal ini penulis menelaah kepustakaan mengenai biaya operasi kendaraan dan penentuan tarif angkutan barang.

b. Penelitian Lapangan (*Survey*)

Survey merupakan metode pengumpulan data dengan cara melakukan peninjauan langsung di lapangan. Dalam hal ini peneliti melakukan survey di PT Bandung Ice untuk mendapatkan data-data tentang kegiatan pendistribusian es batu dan es serut.

Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan konsep *Vehicle Routing Problem* (VRP), kemudian menggunakan metode *Saving Matrix* dan *Nearest Neighbour*.

Langkah – langkah metode *Saving Matrix* dan *Nearest Neighbour* dalam penyelesaian penelitian ini sebagai berikut:

a. Mengidentifikasi Matriks Jarak

Jarak antara pabrik ke masing – masing konsumen dan jarak antar konsumen dengan penelusuran menggunakan *google maps* untuk mendapatkan rute terdekat.

b. Mengidentifikasi Matriks Penghematan

Menggabungkan antar konsumen ke dalam satu rute sesuai dengan jarak pabrik ke konsumen dan antar konsumen

c. Penentuan Rute Sesuai dengan Kapasitas Kendaraan

Menggabungkan lokasi setiap rute dengan memperhatikan batas kapasitas armada.

d. Menghitung Total Jarak

Total penggabungan antara jarak pabrik dengan konsumen dan jarak antar konsumen lainnya dengan memperhatikan kapasitas armada yang ada dalam menentukan rute dan jarak yang ditempuh.

e. Metode *Nearest Neighbour*

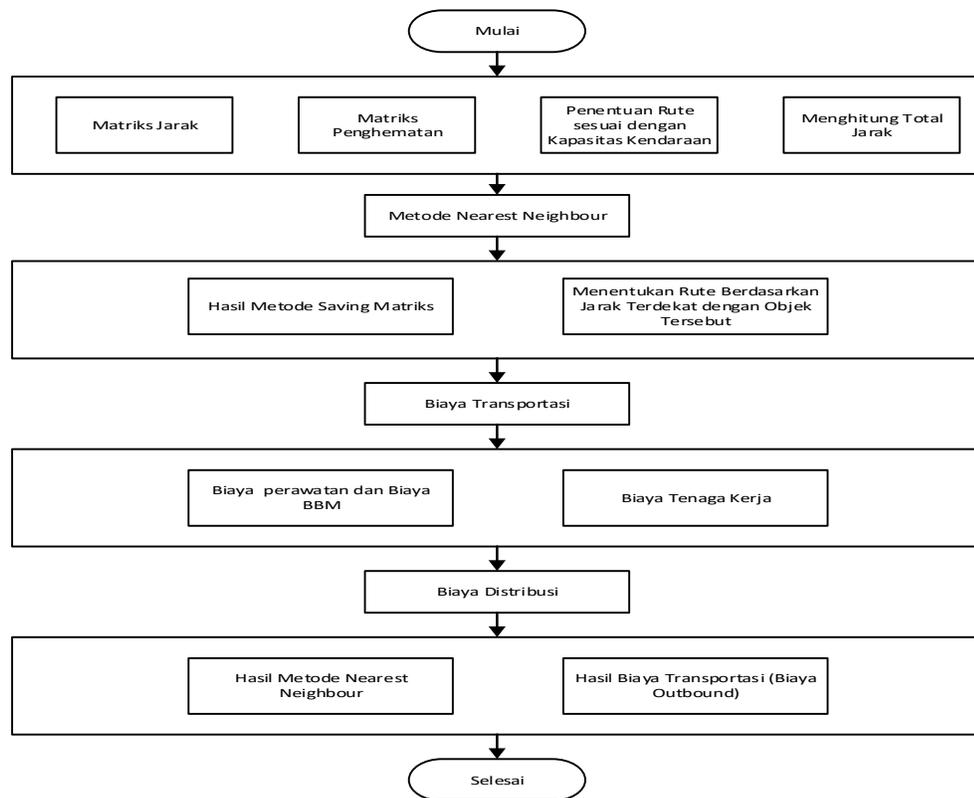
Untuk melakukan lokasi konsumen dengan jalur terpendek dan berdasarkan data yang jarak yang paling dekat dengan depot.

f. Perhitungan Biaya Transportasi (Biaya *Outbound*)

Biaya yang harus di keluarkan untuk melakukan proses transportasi atau distribusi

g. Biaya Distribusi

Biaya distribusi yaitu hasil dari perhitungan biaya variabel transportasi (biaya bahan bakar, perawatan, gaji tenaga kerja) didapatkan biaya *outbound* (biaya transportasi) untuk pengiriman dan biaya tenaga kerja atau gaji supir (*driver*). Untuk total biaya distribusi yaitu biaya distribusi setiap rute ditambahkan, sehingga didapatkan total biaya pendistribusian es batu kristal. Langkah – langkah pemecahan metode *Saving Matrix* dan *Nearest Neighbour*, dapat dilihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1. Metodologi Pemecahan Masalah Rute dan Biaya Distribusi

Langkah – Langkah Penyelesaian Metode *Saving Matrix* (Clarke – Wright)

Pemecahan masalah dengan metode *Saving Matrix* (Clarke – Wright), sebagai berikut:

1. Hitung penghematan (*savings*) dengan menggunakan persamaan $s(i, j) = d(D, i) + d(D, j) - d(i, j)$ untuk setiap node.
2. Buat rangking dari perhitungan *savings* dan buat list dari hasil *savings* yang terbesar hingga terendah.
3. Untuk hasil *savings* $s(i, j)$ yang sedang dipertimbangkan sudah termasuk hubungan node (i, j) pada satu rute. Bila tidak ada rute pembatas maka akan mengganggu pencantuman dari rute (i, j) dan bila:
 - a. Baik i atau j sudah ditentukan pada satu rute dimana pada beberapa kasus, rute baru diajukan termasuk kedalam i dan j .
 - b. Atau, hanya satu dari dua titik (i atau j) sudah termasuk dalam rute yang ada dan node tersebut tidak termasuk pada rute itu (satu node termasuk pada rute bila tidak berbatasan dengan depot D sehingga tidak melebihi node), dimana hubungan (i, j) ditambahkan pada rute yang sama.
 - c. Atau, baik i dan j sudah termasuk kedalam dua rute yang berbeda dan node yang lain termasuk kedalam rute, dimana dua rute dapat digabungkan.

Langkah – Langkah Penyelesaian Metode *Nearest Neighbour*

Pemecahan masalah dengan metode *nearest neighbour*, sebagai berikut:

1. Berawal dari gudang, kemudian mencari lokasi pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terpendek dari gudang sebagai lokasi pertama.
2. Lanjutkan ke lokasi lain yang memiliki jarak terdekat dari lokasi yang terpilih sebelumnya dan jumlah pengiriman tidak melebihi kapasitas kendaraan.
3. Apabila ada lokasi yang terpilih sebagai lokasi berikutnya dan terdapat sisa kapasitas kendaraan, kembali ke langkah (2).
4. Bila kendaraan tidak memiliki sisa kapasitas kembali ke langkah (1).
5. Bila tidak ada lokasi yang terpilih karena jumlah pengiriman melebihi kapasitas kendaraan, maka kembali ke langkah (1). Dimulai lagi dari gudang dan mengunjungi pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terdekat.
6. Bila semua pelanggan telah dikunjungi tepat satu kali maka algoritma berakhir.

3. HASIL

3.1 Penentuan Rute Kendaraan

1. Pembuatan Matriks Jarak

Matriks jarak merupakan matriks jarak antar depot dengan *outlet* (node) dan antar *outlet*. Matriks jarak dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Matriks Jarak

Dari/Ke	Depot	SKS1	SKJ2	CBG3	ADR4	ATP5	SKJ6	SMB7	SMB8	LKG9	RGL10
Depot											
SKS1	18.8										
SKJ2	18.1	1.5									
CBG3	15	4.7	4.7								
ADR4	18.5	6.6	6.3	7.5							
ATP5	9.7	10.9	10.6	6.9	8.3						
SKJ6	22.6	2.9	3.6	6.9	5.4	11.2					
SMB7	17.5	7.7	7.2	7.1	2.4	7	7.8				
SMB8	14.7	7.3	7	6.3	3.4	4.9	7.6	1.8			
LKG9	14.3	10.2	9.9	8.8	5.5	6.3	11.1	4.7	4.2		
RGL10	16.2	7.8	7.5	7	2.8	7	8.1	2.3	2	2	
RGL11	15.8	8.8	8.5	7.5	4.2	7.2	9	3.2	2.8	1.9	1.8
BKL12	16.6	11.8	11.5	10.8	6.5	10.4	13.5	6	5.8	5	4.1
CDP13	18.2	3.2	3.2	3.2	6.2	9.9	5.6	6.3	7.5	8.7	8.5
CKR14	13.5	7.7	7.4	2.6	6.7	4.4	8	5.4	5.7	6.8	7
ATP15	10.3	10.8	10.5	6.8	8.2	0.45	10.8	6.2	6	7	7.5
CCO16	19.9	4.2	3.9	5.8	1.7	8.7	4.5	2.5	3.7	5.8	4
BKN17	20.7	7.6	7.3	8.9	3.4	9.5	7.9	4.4	4.6	6.6	4.8
BKN18	20.7	7.1	6.8	8.7	3.9	10	7.4	4.8	5	7.1	5.3
SKS19	20.9	2.1	3.4	6.3	8.2	12.3	3.7	7.6	9.5	11.4	9.7
CKR20	13	7.1	6.8	3.7	5.5	4.2	7.4	4.3	4.4	5.2	5.7
BWN21	19	5.9	5.7	3.1	4.8	5.6	6.3	3.5	3.4	4.5	4.7
ARC22	7.7	13	12.6	8.9	10.3	2.5	12.9	8.5	8.1	9.1	9.6
CNO23	4.4	15.1	14.8	11.1	14.7	6.4	15.4	11.8	11.7	12.4	12.9
CBR24	3.6	16.5	16.2	12.5	16	7.8	16.8	13.2	13	13.8	14.3
BKR25	18.6	9.4	9	10.2	3.9	10.1	9.6	4.9	5.1	4.8	3.9
SMB26	17	6.2	6	4.9	3	5.8	6.4	1	1.8	2.9	3.1
BWN27	17.8	5.4	5.1	3.6	3.3	5.5	5.6	2	2.6	3.7	3.9

SMB28	18.5	4.9	4.6	3.9	3.2	6.1	5.1	2	3.2	4.3	4.3
LKG29	14.8	8.5	8.2	7.2	4.7	5.6	8.8	3	2.5	1.1	2.4
LKG30	14.1	8.1	7.8	6.9	4.5	4.3	8.3	2.5	2.4	2.2	3.1
BBT31	9.9	14.8	14.5	12.9	11.2	8.2	15.7	8.4	9.1	7.9	9.1
BKL32	16.7	11.9	11.6	10.6	6.6	10.5	12.8	6.1	5.9	5.2	4.2
CDP33	18.4	3.4	3.4	3.4	7.1	10.1	5.8	6.5	7.7	8.9	8.6
ADR34	19.6	6.4	6.1	6.6	0.35	8.3	6.7	2.1	3.2	5.4	3.6
CKL35	12.6	8.8	8.4	3.6	7.7	4	9.1	6.5	6.1	6.9	7.3
BKR36	17.9	9.9	9.6	9.6	4.3	9.4	10.2	4.6	4.8	4.1	3.2
SKS37	24.7	1.1	2.4	5.3	7.1	11.3	3	6.5	8.5	10.4	8.7
ADR38	18.9	6	5.7	6.1	0.75	7.7	6.3	1.6	2.8	4.8	3
CNO39	5.1	17.5	17.1	13.4	16.8	7.4	17.8	14.8	14.1	13.5	15.2
CBR40	4.4	17.5	17.2	13.5	17.1	10.5	17.8	14.3	14.1	14.8	15.3
CBG41	16.1	3.4	3.4	1.1	5.6	7.8	6.3	4.4	5.6	6.8	6.7
CCO42	20.3	4.7	4.4	6.3	2.1	9.1	5	3	4.2	6.2	4.4
LKG43	15.3	8.7	8.4	7.4	4.6	4.8	8.9	3	2.6	1.8	2.4
CBG44	22.7	3.4	2.6	3.8	5.1	9.3	5.2	4.5	6.5	8.4	6.7
LKG45	14.8	8.5	8.2	7.2	4.7	5.5	8.7	2.9	2.5	1.1	2.3
LKG46	15.8	7.7	7.3	6.4	4.1	5.3	7.9	2.1	1.9	1.5	2.2
LKG47	14.7	8.6	8.2	7.3	4.7	5.7	8.8	3	2.6	1.2	2.4
LKG48	15.6	7.7	7.3	6.4	3.7	5.9	7.9	2.1	1.7	1.3	1.5
BTN49	15	8.3	8	6.7	4.6	4.5	8.5	2.7	2.6	2.4	3.1
BKL50	16.6	11.7	11.4	10.5	6.6	10.3	19.6	6	5.7	5	4
BTN51	11.8	12	11.7	9.7	7.8	4.8	12.3	5.8	5.7	5.2	6.2
ATP52	8.8	11.9	11.5	7.8	9.2	1.4	11.8	7.4	7	8	8.5
CCO53	19.7	5.1	4.8	6	2.7	8.5	5.4	1.5	3.5	5.6	3.8
ADR54	22.7	6.8	6.4	8.3	5	11.2	6.5	5.8	6.3	8.3	6.5
BKR55	18.5	8.7	8.3	9.5	3.3	10	9	4.3	4.5	4.7	3.8
SKJ56	21.7	1.5	0.035	4.6	3.5	9.4	3.2	4.3	5.6	7.6	5.8
SKS57	25	1.4	2.7	5.6	7.4	11.6	3.5	6.8	8.8	10.7	9
RCS58	8.8	16.1	15.8	14.2	12.5	8.3	16.6	10.5	10.4	9.2	10.4
CCO59	20	3	2.7	4.6	1.8	8.4	3.3	2.6	3.8	5.8	4
ADR60	20.7	7.7	7.3	8.8	3.4	9.5	7.9	4.4	4.6	6.6	4.8

Sumber: *Google Maps*

2. Perhitungan Matriks Penghematan (*Saving Matrix*)

Untuk hasil matriks penghematan (*saving matrix*) dapat dilihat pada tabel 1.2.

Tabel 1.2 *Saving Matrix*

Dari/Ke	SKS1	SKJ2	CBG3	ADR4	ATP5	SKJ6	SMB7	SMB8	LKG9	RGL10
SKS1										
SKJ2	35.4									
CBG3	29.1	28.4								
ADR4	30.7	30.3	26							
ATP5	17.6	17.2	17.8	19.9						
SKJ6	38.5	37.1	30.7	35.7	21.1					
SMB7	28.6	28.4	25.4	33.6	20.2	32.3				
SMB8	26.2	25.8	23.4	29.8	19.5	29.7	30.4			
LKG9	22.9	22.5	20.5	27.3	17.7	25.8	27.1	24.8		
RGL10	27.2	26.8	24.2	31.9	18.9	30.7	31.4	28.9	28.5	
RGL11	25.8	25.4	23.3	30.1	18.3	29.4	30.1	27.7	28.2	30.2
BKL12	23.6	23.2	20.8	28.6	15.9	25.7	28.1	25.5	25.9	28.7
CDP13	33.8	33.1	30	30.5	18	35.2	29.4	25.4	23.8	25.9
CKR14	24.6	24.2	25.9	25.3	18.8	28.1	25.6	22.5	21	22.7
ATP15	18.3	17.9	18.5	20.6	19.55	22.1	21.6	19	17.6	19
CCO16	34.5	34.1	29.1	36.7	20.9	38	34.9	30.9	28.4	32.1
BKN17	31.9	31.5	26.8	35.8	20.9	35.4	33.8	30.8	28.4	32.1
BKN18	32.4	32	27	35.3	20.4	35.9	33.4	30.4	27.9	31.6
SKS19	37.6	35.6	29.6	31.2	18.3	39.8	30.8	26.1	23.8	27.4
CKR20	24.7	24.3	24.3	26	18.5	28.2	26.2	23.3	22.1	23.5
BWN21	31.9	31.4	30.9	32.7	23.1	35.3	33	30.3	28.8	30.5
ARC22	13.5	13.2	13.8	15.9	14.9	17.4	16.7	14.3	12.9	14.3
CNO23	8.1	7.7	8.3	8.2	7.7	11.6	10.1	7.4	6.3	7.7
CBR24	5.9	5.5	6.1	6.1	5.5	9.4	7.9	5.3	4.1	5.5
BKR25	28	27.7	23.4	33.2	18.2	31.6	31.2	28.2	28.1	30.9
SMB26	29.6	29.1	27.1	32.5	20.9	33.2	33.5	29.9	28.4	30.1
BWN27	31.2	30.8	29.2	33	22	34.8	33.3	29.9	28.4	30.1
SMB28	32.4	32	29.6	33.8	22.1	36	34	30	28.5	30.4
LKG29	25.1	24.7	22.6	28.6	18.9	28.6	29.3	27	28	28.6
LKG30	24.8	24.4	22.2	28.1	19.5	28.4	29.1	26.4	26.2	27.2
BBT31	13.9	13.5	12	17.2	11.4	16.8	19	15.5	16.3	17
BKL32	23.6	23.2	21.1	28.6	15.9	26.5	28.1	25.5	25.8	28.7
CDP33	33.8	33.1	30	29.8	18	35.2	29.4	25.4	23.8	26
ADR34	32	31.6	28	37.75	21	35.5	35	31.1	28.5	32.2

CKL35	22.6	22.3	24	23.4	18.3	26.1	23.6	21.2	20	21.5
BKR36	26.8	26.4	23.3	32.1	18.2	30.3	30.8	27.8	28.1	30.9
SKS37	42.4	40.4	34.4	36.1	23.1	44.3	35.7	30.9	28.6	32.2
ADR38	31.7	31.3	27.8	36.65	20.9	35.2	34.8	30.8	28.4	32.1
CNO39	6.4	6.1	6.7	6.8	7.4	9.9	7.8	5.7	5.9	6.1
CBR40	5.7	5.3	5.9	5.8	3.6	9.2	7.6	5	3.9	5.3
CBG41	31.5	30.8	30	29	18	32.4	29.2	25.2	23.6	25.6
CCO42	34.4	34	29	36.7	20.9	37.9	34.8	30.8	28.4	32.1
LKG43	25.4	25	22.9	29.2	20.2	29	29.8	27.4	27.8	29.1
CBG44	38.1	38.2	33.9	36.1	23.1	40.1	35.7	30.9	28.6	32.2
LKG45	25.1	24.7	22.6	28.6	30	28.7	29.4	27	28	28.7
LKG46	26.9	26.6	24.4	30.2	20.2	30.5	31.2	28.6	28.6	29.8
LKG47	24.9	24.6	22.4	28.5	18.7	28.5	29.2	26.8	27.8	28.5
LKG48	26.7	26.4	24.2	30.4	19.4	30.3	31	28.6	28.6	30.3
BTN49	25.5	25.1	23.3	28.9	20.2	29.1	29.8	27.1	26.9	28.1
BKL50	23.7	23.3	21.1	28.5	16	19.6	28.1	25.6	25.9	28.8
BTN51	18.6	18.2	17.1	22.5	16.7	22.1	23.5	20.8	20.9	21.8
ATP52	15.7	15.4	16	18.1	17.1	19.6	18.9	16.5	15.1	16.5
CCO53	33.4	33	28.7	35.5	20.9	36.9	35.7	30.9	28.4	32.1
ADR54	34.7	34.4	29.4	36.2	21.2	38.8	34.4	31.1	28.7	32.4
BKR55	28.6	28.3	24	33.7	18.2	32.1	31.7	28.7	28.1	30.9
SKJ56	39	39.765	32.1	36.7	22	41.1	34.9	30.8	28.4	32.1
SKS57	42.4	40.4	34.4	36.1	23.1	44.1	35.7	30.9	28.6	32.2
RCS58	11.5	11.1	9.6	14.8	10.2	14.8	15.8	13.1	13.9	14.6
CCO59	35.8	35.4	30.4	36.7	21.3	39.3	34.9	30.9	28.5	32.2
ADR60	31.8	31.5	26.9	35.8	20.9	35.4	33.8	30.8	28.4	32.1

3. Penentuan Rute sesuai dengan Kapasitas Kendaraan

Setelah perhitungan dengan metode *saving matrix*, maka didapatkan nilai penghematan (*saving*). Untuk menentukan rute dari metode *saving matrix*, yaitu langkah – langkahnya sebagai berikut:

- a. *Saving* terbesar menjadi rute awal, berarti rute yang dilalui dari 0 (depot) menuju node 37 kemudian node 57, dengan permintaan di node 37 adalah 200 kg (0.2 ton) dan permintaan node 57 adalah 80 kg (0.08 ton), sehingga kapasitas angkut rute ini adalah $0.2 + 0.08 = 0.28$ ton. Mengingat kapasitas kendaraan 125 bag (2.5 ton), sehingga

kapasitas kendaraan dikurangi dengan permintaan yaitu $2.5 - 0.28 = 2.22$ ton, sisa muatan 2.22 ton maka rute selanjutnya dapat dibuat berdasarkan data *ranking saving* terbesar kedua sampai dengan penentuan rute telah terbentuk atau selesai dengan memperhatikan kapasitas angkut.

- b. Selanjutnya rute yang dapat digabungkan adalah (0, 37, 57, 6, 0) dengan total muatan adalah $0.28 + 0.1 = 0.38$ ton, jadi sisa kapasitas kendaraan $2.22 - 0.1 = 2.12$ ton.

4. Menghitung Total Jarak

Berdasarkan rute dan kapasitas kendaraan dari hasil metode *saving matrix*, dapat dilihat dibawah ini:

a. Rute satu (1):

Depot → SKS37 → SKS57 → SKJ6 → SKJ56 → SKS19 → CBG44 → SKS1 → CCO42
 → ADR54 → ADR50 → BKN18 → BKN17 → CCO59 → SKJ2 → CCO15 → CCO53
 → CDP13 → CDP33 → ADR34 → BKR55 → ADR38 → ADR1 → CBG41 → BWN21
 → BKR25 → SMB28 → BWN27 → SMB7 → BKR36 → CBG3 → SMB26 → LKG48
 → BKL12 → BKL50 → BKL32 → RGL10 → LKG45 → BTN49 → LKG45 → LKG47
 → SMB8 → LKG43

Jarak:

$24.7 + 0.45 + 3.5 + 3.2 + 4.3 + 5.3 + 3.4 + 4.7 + 4.5 + 2 + 2.6 + 0.45 + 3.8 + 2.7 + 3.9 + 3.1 + 5.4 + 0.21 + 6.9 + 3.7 + 3.5 + 0.75 + 5.6 + 3.5 + 7.3 + 6.2 + 0.9 + 2 + 4.6 + 9.6 + 4.9 + 1.9 + 5.3 + 0.10 + 0.26 + 4.2 + 2.2 + 1.2 + 1.5 + 0.11 + 2.6 + 2.6 = 159.63$ km

b. Rute dua (2) :

Depot → RGL11 → CKR14 → ATP5 → CKR20 → LKG29 → LKG30 → LKG9 →
 CKL35 → BTN51 → ATP15 → ATP52 → BBT31 → ARC22 → RCS58 → CNO39
 → CNO23 → CBR24 → CBR40

Jarak:

$15.8 + 6.9 + 4.4 + 4.2 + 4.5 + 1.4 + 2.2 + 6.9 + 6.5 + 4.7 + 1.5 + 8.2 + 9.7 + 7.6 + 6.7 + 1 + 2.5 + 1.1 = 95.8$ km

Berdasarkan hasil pengolahan data, pengiriman es didasari dari nilai alokasi *saving matrix* terbesar dilanjutkan dengan nilai terbesar kedua yang sesuai dengan *ranking saving* dan seterusnya berdasarkan *ranking saving* dengan mempertimbangkan kapasitas dari armada atau kendaraan yang digunakan yaitu dengan kapasitas 125 bag atau 2.5 ton. Total jarak dari hasil *saving matrix* yaitu 255.43 km dengan memenuhi permintaan setia *outlet* per harinya.

5. Menentukan Rute Terdekat dengan Metode *Nearest Neighbour*

Metode *nearest neighbour* merupakan sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut atau jarak yang paling dekat dengan pelanggan terakhir.

Adapun langkah – langkah dalam menentukan rute dengan menggunakan metode *nearest neighbour* dari hasil penentuan rute dengan menggunakan metode *saving matrix*, yaitu:

- a. Pertama mencari rute yang terdekat dengan depot untuk sebagai tujuan awal dalam penentuan rute, berarti rute awal di mulai dari node 8, dengan jarak dari depot ke node 8 adalah 14.7 km.
- b. Selanjutnya rute yang dapat digabungkan yaitu kita melihat bahwa tujuan akhir berada di node 8, untuk menuju ke tujuan selanjutnya sama halnya pada tahap pertama mencari rute yang terdekat dengan tujuan akhir tersebut, didapatkan dari node 8 menuju node 48 dengan jarak dari node 8 ke node 48 adalah 1.7 km. Maka total jarak dari depot hingga ke node 48 adalah 16.4

Berdasarkan hasil penentuan jarak terdekat menggunakan metode *nearest neighbour* diatas, didapat jarak terdekat dan terpendek untuk meminimalkan biaya distribusi. Sehingga untuk rute satu (1) dilihat dari jarak yang terpendek dengan total jarak yaitu 82.53 km. Rute satu (1): SMB8, LKG48, LKG46, LKG43, LKG45, LKG47, BTN49, SMB26, SMB7, CCO53, CCO59, CCO16, CCO42, SKJ56, SKJ2, SKS1, SKS37, SKS57, SKS19, SKJ6, SMB28, BWN27, BWN21, CBG3, CBG41, CDP13, CDP33, CBG44, ADR38, ADR4, ADR34, BKN17, BKN18, BKR55, BKR25, BKR36, ADR60, ADR54, RGL10, BKL50, BKL12, dan BKL32.

Untuk rute dua (2) yaitu CBR24, CBR40, CNO23, CNO39, ARC22, ATP52, ATP5, ATP15, CKL35, CKR14, CKR20, LKG30, LKG29, LKG9, RGL11, BTN51, BBT31, dan RCS58. Dengan total jarak yaitu 42.85 km.

Dari hasil penentuan rute menggunakan metode *nearest neighbour*, maka dihitunglah waktu tempuh, sebagai berikut:

$$\text{Waktu tempuh} = \left(\frac{J}{K} \frac{(R)}{r} \right) \times 60$$

Waktu tempuh untuk masing-masing rute :

a. Rute satu (1):

$$\text{Waktu tempuh} = \left(\frac{8.5 K}{4 K / ja} \right) \times 60$$

$$= 123.79 \text{ menit}$$

$$= 124 \text{ menit}$$

$$= 2.06 \text{ jam}$$

$$= 2 \text{ jam}$$

b. Rute dua (2):

$$\text{Waktu tempuh} = \left(\frac{4.8 K}{4 K / ja} \right) \times 60$$

$$= 64.27 \text{ menit}$$

$$= 64 \text{ menit}$$

$$= 1.06 \text{ jam}$$

$$= 1 \text{ jam}$$

Sehingga diperoleh total waktu tempuh dari kedua rute diatas yaitu 2 jam + 1 jam = 3 jam.

3.2 Perhitungan Biaya Transportasi

Untuk mendapatkan biaya pengangkutan berasal dari jumlah biaya bahan bakar yang dikeluarkan ditambah dengan biaya perawatan (*maintenance*) lalu dibagi dengan kapasitas kendaraan, dan selanjutnya dikalikan dengan jarak yang ditempuh. Untuk kapasitas angkut kendaraan itu sendiri sebesar 125 bag atau 2.5 ton (2,500 kilogram).

Biaya Transportasi = [(Biaya pengangkutan (Rp/km)) / (kapasitas angkut (kg))] x jarak

Berikut hasil untuk biaya rata – rata pengangkutan :

1. Perhitungan Biaya Bahan Bakar

Solar = Rp. 5,150,-/liter, dengan perbandingan sebesar satu (1) liter : enam (6) kilometer. Maka satu (1) Km = Rp. 858.33

2. Perhitungan Biaya Perawatan (*maintenance*)

- a. Oli Mesin = Rp. 24,354.066 x 6.5 Liter
= Rp.158,301.43,- = $\frac{1,34}{2}$ = Rp. 63.32/km
- b. Oli Transmisi = Rp. 38,000 x 3 Liter
= Rp. 114,000,- = $\frac{1,0}{2}$ = Rp. 5.7/km
- c. Oli Gardan = Rp. 38,500 x 3 Liter
= Rp. 115,500,- = $\frac{1,5}{2}$ = Rp. 5.78/km
- d. Ban Luar = $\frac{3,80}{1,2}$ = Rp. 200/km untuk satu (1) tahun.
- e. Ban Dalam = $\frac{6,0}{1,2}$ = Rp. 34.38/km untuk satu (1) tahun.
- f. Lidah Ban = $\frac{2,0}{1,2}$ = Rp. 13.54/km untuk satu (1) tahun.
- g. Saringan Udara = $\frac{9,5}{9,6}$ = Rp. 9.64/km untuk enam (6) bulan.
Maka biaya untuk satu (1) tahunnya Rp. 9.64 x 2 = Rp. 19.28/km
- h. *Tune - Up* = $\frac{3,0}{9,6}$ = Rp. 36.46/km untuk enam (6) bulan.
Maka biaya untuk satu (1) tahunnya Rp. 36.46 x 2 = Rp. 72.92/km

Maka biaya perawatan kendaraan:

Rp. 63.32 + Rp. 5.7 + Rp. 5.78 + Rp. 200 + Rp. 34.38 + Rp. 13.54 + Rp. 19.28 + Rp. 72.92 = Rp. 414.92/km

Jadi, biaya pengangkutan:

= Biaya perawatan + Biaya bahan bakar

= Rp. 414.92 + Rp. 858.33

= Rp. 1,273.25/km

Berdasarkan rumus di atas, maka untuk biaya *outbound* atau biaya transportasi dari depot ke tempat *outlet - outlet customer* PT. Bandung Ice didapatkan sebesar:

$$\begin{aligned}
&= [(Rp. 414.92 + Rp. 858.33,-/ 2.5 \text{ ton})] \times \text{jarak} \\
&= (Rp. 1,273.25 / 2.5 \text{ ton}) \times \text{jarak} \\
&= Rp. 509.3 \times \text{jarak}
\end{aligned}$$

Maka biaya untuk biaya transportasi atau *outbound* – nya sebesar Rp. 509.3/km/ton.

3. Perhitungan Biaya Tenaga Kerja

Gaji supir (*driver*) Rp. 3,290,000/bulan, frekuensi pengiriman setiap harinya sebanyak satu (1) kali, maka frekuensi pengiriman perbulannya sebanyak tiga puluh (30) kali, sehingga gaji supir setiap pengiriman Rp. 3,290,000 / 30 = Rp. 109,666.67/pengiriman/rute.

3.3 Perhitungan Biaya Distribusi

Biaya pendistribusian ini yaitu biaya pengiriman barang dari depot ke *outlet – outlet* yang didapatkan dari hasil pengurutan rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour* untuk meminimalkan biaya pendistribusian. Untuk menghitung biaya distribui berasal dari hasil perhitungan dengan rumus:

Biaya *Outbound* atau Biaya Transportasi = Biaya *outbound* (biaya transportasi) Rp./km/ton x Total jarak/rute x Jumlah permintaan =

Biaya Pendistribusian Pulang – Pergi (Rit) = Biaya *outbound* (biaya transportasi) untuk satu kali kirim + Gaji supir (*driver*)/frekuensi pengiriman + (Biaya pengangkutan x Jarak dari *Outlet* terakhir ke Depot) =

Maka biaya pendistribusiannya, yaitu:

1. Rute satu (1):

Hasil pengurutan rute dengan menggunakan metode *nearest neighbour*, maka rute satu (1) mendapatkan rute terpendek dengan total jarak 82.53 km dan jumlah permintaan 2.5 ton .

a. Biaya *Outbound* atau Biaya Transportasi = Rp. 509.3 x 82.53 km = Rp. 42,032.53 x 2.5 ton = Rp. 105,081.33 untuk satu kali kirim.

b. Biaya Pendistribusian Pulang – Pergi (Rit) = Rp. 105,081.33 + Rp. 109,666.67 + (Rp. 1,273.25 x 16.7) = Rp. 236,011.28/rit

Jadi, biaya pendistribusian pada rute satu (1) adalah Rp. 236,011.28/rit.

2. Rute dua (2):

Hasil pengurutan rute dengan menggunakan metode *nearest neighbour*, maka rute dua (2) mendapatkan rute terpendek dengan total jarak 42.85 km dan jumlah permintaan 0.76 ton .

- a. Biaya *Outbound* atau Biaya Transportasi = Rp. 509.3 x 42.85 km = Rp. 21,823.5 x 0.76 ton = Rp. 16,585.86 untuk satu kali kirim.
- b. Biaya Pendistribusian Pulang – Pergi (Rit) = Rp. 16,585.86 + Rp. 109,666.67 + (Rp. 1,273.25 x 8.8) = Rp. 137,457.13/rit

Jadi, biaya pendistribusian pada rute dua (2) adalah Rp. 137,457.13/rit. Berdasarkan dari perhitungan biaya tersebut didapat total biaya pendistribusian dengan menggunakan metode *nearest neighbour* sebesar Rp. 236,011.28 + Rp. 137,457.13 = Rp. 373,468.41/pengiriman/hari.

3. Biaya pendistribusian perusahaan dengan total jarak tempuh 167 km/hari dengan permintaan sebesar 3.26 ton dan tujuan akhir pada *outlet* SKS57 (Ngopi Doeloe) dengan jarak dari *outlet* ke depot yaitu 25 km, sehingga didapatkan biaya pendistribusian sebagai berikut:

- a. Biaya *Outbound* atau Biaya Transportasi = Rp. 509.3 x 167 km = Rp. 85,053.1 x 3.26 ton = Rp. 277,273.10 untuk satu kali kirim.
- b. Biaya Pendistribusian Pulang – Pergi (Rit) = Rp. 277,273.10 + Rp. 109,666.67 + (Rp. 1,273.25 x 25) = Rp. 418,771.02/rit

Jadi, biaya pendistribusian yang dilakukan perusahaan sebesar Rp. 418,771.02/pengiriman/hari.

Perbandingan biaya pendistribusian hasil penelitian dengan biaya pendistribusian yang dikeluarkan oleh perusahaan yaitu untuk hasil penelitian sebesar Rp. 373,468.41/pengiriman/hari, sedangkan biaya pendistribusian yang dikeluarkan oleh perusahaan sebesar Rp. 418,771.02/pengiriman/hari.

4. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penentuan rute yang dilalui untuk memenuhi seluruh permintaan tiap *oulet* yang dilakukan PT. Bandung Ice kepada pelanggan (*customer*) melalui rute ini:

- Rute satu (1):

Depot → SMB8 → LKG48 → LKG46 → LKG43 → LKG45 → LKG47 → BTN49 →
SMB26 → SMB7 → CCO53 → CCO59 → CCO16 → CCO42 → SKJ56 → SKJ2 → SKS1
→ SKS37 → SKS57 → SKS19 → SKJ6 → SMB28 → BWN27 → BWN21 → CBG3 →
CBG41 → CDP13 → CDP33 → CBG44 → ADR38 → ADR4 → ADR34 → BKN17 →
BKN18 → BKR55 → BKR25 → BKR36 → ADR60 → ADR54 → RGL10 → BKL50 →
BKL12 → BKL32

Jarak:

$14.7 + 1.7 + 0.85 + 1 + 0.7 + 0.11 + 1.6 + 2.5 + 1 + 1.5 + 1.1 + 0.2 + 0.55$
 $+ 1.4 + 0.04 + 1.5 + 1.1 + 0.45 + 2.1 + 3.7 + 5.1 + 0.9 + 0.5 + 3.1 + 1.1 +$
 $2.2 + 0.21 + 2.8 + 4.4 + 0.75 + 0.35 + 2.7 + 0.45 + 2.3 + 0.35 + 1.5 + 3.2 +$
 $2 + 6.5 + 4 + 0.10 + 0.23 = 82.53 \text{ km}$

- Rute dua (2):

Depot → CBR24 → CBR40 → CNO23 → CNO39 → ARC22 → ATP52 → ATP5 →
ATP15 → CKL35 → CKR14 → CKR20 → LKG30 → LKG29 → LKG9 → RGL11 →
BTN51 → EBT31 → RCS58

Jarak:

$3.6 + 1.1 + 3.3 + 1 + 5.3 + 2 + 1.4 + 0.45 + 3.9 + 2.1 + 1.1 + 3.2 + 1.4 + 1.1$
 $+ 1.9 + 5.2 + 2.5 + 2.3 = 42.85 \text{ km}$

2. Total Biaya Distribusi

Biaya pendistribusian es yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk memenuhi seluruh permintaan ke setiap *oulet* atau pelanggan yaitu Rute Satu (1) = Rp. 236,011.28/rit dan Rute Dua (2) = Rp. 137,457.13/rit. Sehingga didapat total biaya pendistribusian sebesar Rp. 373,468.41/rit/pengiriman/hari dengan total waktu tempuh 3 jam.

Daftar Pustaka

- Ballou, R. H. (1999). *Bussines Logistic Management*. Edisi ke – 4. New Jersey: Prentice Hall.
- Bowersox, D.J. (Alih Bahasa: A. Hasymi Ali) 2002, *Manajemen Logistik, Integrasi Sistem – Sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material*, Edisi Pertama, Bumi Aksara, Jakarta.
- Cynthia, B., and Gilbert, L. (2006). *Handbook in Operational Research and Management Science : Transportation*. Amsterdam: Elsevier.
- Chopra, (2010), *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*, Pearson Education.
- Giatman, M., (2006) *Ekonomi Teknik*, PT. Raja Grafindo Persada.
- Putra, Rian Anggara. 2014. *Efektifitas Metode Sequential Insertion dan Metode Nearest Neighbor dalam penentuan Rute Kendaraan Pengangkut Sampah di Kota Yogyakarta*. Tugas Akhir. Diterbitkan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Yogyakarta
- Saputra, R., (2012) *Penentuan Rute Distribusi Produk Sepatu Menggunakan Metode Sequential Insertion dan Saving Clarke & Wright Algorithm di PT. Primaririndo Asia Infrastructure Tbk*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri Teknologi Nasional, Bandung.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. And Simchi-Levi, E. (2003), *Design and Managing Supply Chain : Concepts, Strategies and Case Studies*, Edisi ke-2, McGraw Hill, New York.
- Taufiq, T. (2013), *Analisis Rute Distribusi Guna Penjadwalan Sistem Transportasi Produk X dengan Pendekatan Metode Saving Matrix*, Skripsi, Teknik Industri, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Toth, P. dan Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem, Society for Industrial and Applied Mathematics*, Philadelphia.
- Wibisono, E. 2018. *Logika Logistik*. Yogyakarta. Graha Ilmu.