
PENENTUAN RUTE TRANSPORTASI TERPENDEK UNTUK MEMINIMALKAN BIAYA MENGGUNAKAN METODE SAVING MATRIKS

Noer Ikfan¹ dan Ilyas Masudin²

Abstract: This paper presents a case study of vehicle routing problem at CV. Boang Shuttlecock which is engaged in the distribution of Shuttlecock. To fulfill market demand, The company operates to transmit Shuttlecock to every distributors throughout the eastern Java. Because of Shuttlecock distribution is from warehouse to distributors and every distribution are quite far from the warehouse, so that causing the distribution cost incurred by CV. Boang Shuttlecock increased. In this study a method to implement VRP (Vehicle Routing Problem) based on saving matrix, in which the method will provide the shortest route to minimize costs, distance and minimizing distribution time spent by the company. Before the implementation of saving matrix method on the company, total distribution costs incurred by the company amounted to Rp.5,882,771/period, after the VRP method applied, obtained a total cost of Rp.5,239,003/period, in order to obtain the distribution cost savings per period of Rp.643,764 or approximately 10.94%.

Keywords: *Distribution, Saving matrix, Transportation*

PENDAHULUAN

Distribusi dan transportasi yang baik merupakan suatu hal yang penting dalam suatu perusahaan agar suatu produk dapat dikirim sampai kepada konsumen tepat waktu, tepat pada tempat yang ditentukan, dan barang dalam kondisi baik. Pendistribusian produk dari sumber ke beberapa tempat tujuan tentunya merupakan suatu permasalahan yang cukup kompleks, karena dengan adanya beberapa tempat tujuan pengiriman produk akan menimbulkan beberapa jalur distribusi yang jarak dan waktu tempuh yang semakin panjang dan lama. Hal tersebut tentunya akan berimbas pada biaya pengiriman (transportasi) yang cukup besar. Kurang baiknya perencanaan sistem distribusi akan mengarah pada pemborosan biaya transportasi dan penurunan kepuasan konsumen yang selanjutnya menyebabkan hilangnya kepercayaan.

Perusahaan Boang Shuttlecock merupakan salah satu perusahaan menengah yang bergerak dibidang pengolahan Shuttlecock yaitu media bola untuk olahraga Bulutangkis. Produk yang dihasilkan dipasarkan meluas hampir diseluruh Propinsi Jawa Timur, bahkan sebagian ada yang sampai di pasarkan keluar Propinsi Jawa Timur. Dalam produksi CV. Boang Shuttlecock sebanyak 2500 slop atau 30.000 Shuttlecock tiap minggu. Dalam memenuhi permintaan Shuttlecock ke seluruh konsumen di Propinsi Jawa Timur, CV Boang Shuttlecock menggunakan beberapa kendaraan angkut untuk melayani kebutuhan konsumen diseluruh pendistribusian.

¹ Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144

² Jurusan Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144
Email: masudin@umm.ac.id

Dalam periode tertentu (biasanya dalam rangka event pertandingan bulutangkis tingkat nasional) permintaan Shuttlecock meningkat sehingga menimbulkan sistem pendistribusian meningkat yang dimana pada dasarnya akan mengakibatkan biaya pengiriman juga semakin banyak. Dilihat dari sistem pengiriman Shuttlecock ke seluruh distributor di daerah Jawa Timur saat ini kurang efisien karena tidak memperhatikan rute pengiriman. Selama ini pengiriman Shuttlecock dari pusat yang berada di jalan Singosari, Kabupaten Malang ke beberapa distributor yaitu Surabaya (2), Malang (2), Kediri, Batu, Blitar, Tulugagung, Trenggalek, Porbolonggo, Banyuwangi(2), Jember, Sidorjo, Bojonegoro, dan Tuban dilakukan dengan cara penugasan satu kendaraan untuk satu atau dua distributor. Dengan kata lain pabrik - ke konsumen (i) – berakhir di pabrik. Jadi pendistribusian dilakukan ke masing-masing distributor tidak dalam sekali pengiriman dalam satu perjalanan dengan kendaraan yang sama. Dengan kondisi pendistribusian dengan rute seperti itu tentunya akan memerlukan kendaraan angkut, tenaga sopir, serta biaya transportasi yang tentunya tidak sedikit. Ditambah lagi dengan aktivitas bongkar muat di gudang tentunya juga akan memerlukan sumber daya dimana pada akhirnya akan berujung pada pengeluaran biaya..

Permasalahan pengiriman yang ada di perusahaan tersebut merupakan suatu bahasan yang masuk dalam kasus *Vehicle Routing Problem* (VRP). Abdi (2011) pada kasus awal bertempat di PDAM Bandarmasih membuktikan bahwa metode saving matrik dapat meminimalkan waktu dan biaya transportasi. Saputro (2009) pada penelitiannya di Petrokimia Gresik juga dapat membuktikan bahwa metode *saving matrix* dapat meminimalkan biaya maupun waktu transportasi. Sehingga permasalahan transportasi serupa pada CV. Boang Shuttlecock menjadi dasar pemilihan metode saving matrik ini. Metode ini dapat menghasilkan rute pengiriman yang mampu memberikan biaya pengiriman yang seminimal mungkin dengan tetap mempertimbangkan kapasitas kendaraan. Dimana dengan metode *Saving Matrix* akan dapat memberikan suatu hasil mengenai penugasan kendaraan sesuai kapasitas muatan pada sejumlah daerah pengiriman berdasarkan penghematan terbesar. Sedangkan untuk penentuan rute pengiriman dilakukan melalui perbandingan antara metode *Nearest Neighbour*, *Nearest Insertion*, dan *Farthest Insertion*. Perbandingan dilakukan dengan cara membandingkan total jarak hasil rute pengiriman dari ketiga metode tersebut yang mampu memberikan rute dengan total jarak yang paling pendek. Dengan metode ini nantinya diharapkan pengiriman dapat disesuaikan dengan kapasitas kendaraan dan rute yang dihasilkan mampu meminimasi biaya yang dikeluarkan selama kegiatan pengiriman produk berlangsung.

Menurut (Nasution, 2004), transportasi diartikan sebagai pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan. Proses transportasi merupakan gerakan dari tempat asal, dari mana kegiatan angkutan dimulai, ke tempat tujuan, kemana kegiatan pengangkutan diakhiri (Chopra dkk, 2002).

VRP (*Vehicle Routing Problem*) merupakan penentuan sejumlah rute untuk sekumpulan kendaraan yang harus dilayani sejumlah pemberhentian (node) dari depot pusat. Asumsi yang biasa digunakan dalam *vehicle routing problem* adalah setiap kendaraan mempunyai kapasitas yang sama, jumlah kendaraan tidak terbatas, jumlah permintaan tiap pemberhentian (node) diketahui dan tidak ada jumlah permintaan tunggal yang melebihi kapasitas kendaraan.

Saving Matrix merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menjadwalkan sejumlah terbatas kendaraan dari suatu fasilitas dan jumlah kendaraan dalam armada ini dibatasi dan mereka mempunyai kapasitas maksimum yang

berlainan. Tujuan dari metode ini adalah untuk memilih penugasan kendaraan dan routing sebaik mungkin Bowersox (2002).

Ada beberapa metode/prosedur penentuan urutan customer dalam satu rute :

a. Farthest Insert

Memasukkan konsumen yang memberikan perjalanan paling jauh. 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 minimum terbesar. Abdi (2011) melakukan penentuan jalur transportasi terpendek pada pengiriman air bersih PDAM, menggunakan metode *Farthest Insert* ini dapat menghasilkan rute kendaraan pada customer terpilih berdasarkan customer yang memiliki jarak terjauh.

b. Nearest Insert

Memasukkan konsumen yang memberikan perjalanan terpendek. 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. Pada penelitian Abdi (2011) dalam penentuan jalur transportasi terpendek pada pengiriman air bersih PDAM, menggunakan metode *Nearest Insert* ini dapat menghasilkan rute kendaraan pada customer terpilih berdasarkan customer yang memiliki jarak terdekat.

c. Nearest Neighbour

Mulai dari DC, prosedur ini menambah customer yang terdekat untuk melengkapi trip. Pada tiap langkah, trip dibangun dengan menambahkan customer yang terdekat dari titik terakhir yang dikunjungi oleh kendaraan sampai semua customer dikunjungi. Saputro (2009) dalam penentuan jalur transportasi terpendek pada pengiriman Pupuk, menggunakan metode *Nearest Neighbour* ini dapat menghasilkan rute kendaraan pada customer terpilih berdasarkan customer terdekat.

METODOLOGI PENELITIAN

Ada beberapa hal yang dilakukan dalam penelitian kali ini. Selanjutnya, agar metode ini dapat dilaksanakan dengan relative mudah dan terarah dibutuhkan suatu desain yang sesuai dengan metodenya. Ada beberapa langkah yang dilakukan dalam metode penelitian ini yaitu survey perusahaan dan identifikasi masalah, perumusan masalah, pengumpulan data, penjadwalan kendaraan menggunakan Saving Matrik, penentuan urutan distributor menggunakan perbandingan metode *Nearest Neighbour*, *Nearest Insertion* dan *Farthest Insertion*, penentuan rute terpilih, analisa dan pembahasan serta yang terakhir kesimpulan.

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berkaitan dengan jalur distribusi seperti data historis permintaan, data rute kendaraan, jumlah dan jenis kendaraan. Sedangkan data yang berkaitan dengan biaya distribusi seperti biaya perjalanan dan biaya tenaga kerja. Untuk lebih jelasnya, gambar berikut menunjukkan urutan pengerjaan dalam penelitian ini:

DATA

Pengolahan biaya distribusi perusahaan

Data permintaan produk pada gudang pusat yang diperoleh dari perusahaan pada periode 2010, seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1 Permintaan Produk pada gudang pusat

Bulan	HCl	NaOH	H2SO4
Januari	113840	46080	17425
Februari	121145	45800	20080
Maret	141845	46275	24385
April	128075	51650	28435
Mei	147085	51140	18455
Juni	149465	47410	27360
Juli	130055	35835	24120
Agustus	130085	50060	27460
September	124500	37380	13110
Oktober	103530	38985	25175
November	125410	22845	22845
Desember	95405	25445	25445

Data biaya simpan terhadap seluruh produk per tahun seperti tampak pada tabel 2. Sedangkan untuk biaya pengiriman masing-masing kendaraan per pengiriman PP (pulang-pergi) diuraikan pada tabel 3.

Tabel 2 Biaya Simpan per produk per tahun

No	Nama Produk	Harga Produk per Kg	Nilai persentase biaya simpan per tahun
1	H2SO4	Rp 2.100,00	Rp 8,82
2	HCl	Rp 2.300,00	Rp 9,66
3	NaOH	Rp 3.800,00	Rp 15,96
Total Biaya simpan			Rp 34,44

Tabel 3 Rincian biaya kendaraan jenis truk

RINCIAN BIAYA	Telepon	Berkas Order dan nota pengiriman	Bensin	Biaya bongkar muat	TOTAL
Jababeka	3000	2000	5000	5000	10000
Hyundai/Ejip	3000	2000	10000	5000	20000
MM2100	3000	2000	20000	5000	30000
KARAWANG	5000	2000	38000	5000	50000
Purwakarta	7000	2000	116000	5000	130000
SR. Cipta	7000	2000	101000	5000	120000
Bekasi	3000	2000	40000	5000	50000
Cileungsi	5000	2000	63000	5000	75000
Pl. Gadung	5000	2000	63000	5000	75000
Jakarta	5000	2000	88000	5000	100000
Tangerang	7000	2000	136000	5000	150000
Citeureup	3000	2000	75000	5000	85000
Jt. Asih	3000	2000	60000	5000	70000
Cikampek	5000	2000	73000	5000	85000

*satuannya dalam rupiah

Perhitungan biaya total pengiriman per tahun untuk truk dengan jumlah frekuensi kirim dikalikan dengan biaya pengiriman sebagai contoh perhitungan dari wilayah jababeka total Biaya (Jababeka) = $68 \times \text{Rp } 10.000,- = \text{Rp. } 680.000,-$. Rincian biaya pengiriman truk dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Biaya pengiriman kendaraan truk 2010

Tujuan	Frekuensi Kirim	Biaya pengiriman	Total Biaya
Jababeka	68	Rp 10.000,-	Rp 680.000,-
Kaw. Hyundai/Ejip	169	Rp 20.000,-	Rp 3.380.000,-
Kaw. MM2100	150	Rp 30.000,-	Rp 4.500.000,-
Karawang	160	Rp 50.000,-	Rp 8.000.000,-
Kaw. Sr Cipta	64	Rp 120.000,-	Rp 7.680.000,-
Bekasi	45	Rp 50.000,-	Rp 2.250.000,-
Cileungsi	34	Rp 75.000,-	Rp 2.550.000,-
Pl. Gadung	15	Rp 75.000,-	Rp 1.125.000,-
Jakarta	14	Rp 100.000,-	Rp 1.400.000,-
Tangerang	8	Rp 150.000,-	Rp 1.200.000,-
Cikampek	21	Rp 85.000,-	Rp 1.785.000,-
Purwakarta	8	Rp 130.000,-	Rp 1.040.000,-
Jt. Asih	3	Rp 70.000,-	Rp 210.000,-
TOTAL	759		Rp. 35.800.000,-

Perhitungan biaya total pengiriman per tahun untuk *pick up* dengan jumlah frekuensi kirim dikalikan dengan biaya pengiriman sebagai contoh perhitungan dari wilayah jababeka total biaya (Jababeka) = $8 \times \text{Rp } 10.000,- = \text{Rp. } 80.000,-$. Berikut rincian biaya pengiriman pick up:

Sehingga perhitungan biaya total pengiriman sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Total Pengiriman} &= \text{Total biaya Truck} + \text{Total biaya Pick Up} \\ &= \text{Rp. } 35.800.000,- + \text{Rp. } 7.570.000,- \\ &= \text{Rp. } 43.370.000,- \end{aligned}$$

Dengan demikian, telah didapat semua biaya yang telah dikeluarkan selama 1 tahun periode januari–desember 2010 dari perhitungan total biaya simpan keseluruhan ditambah dengan dengan Biaya pengiriman PP (pulang-pergi) kendaraan angkut, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya Distribusi} &= \text{Total Biaya simpan} + \text{Biaya Pengiriman} \\ &= \text{Rp } 25.318.945,26 + \text{Rp } 43.370.000,- \\ &= \text{Rp } 68.688.945,26 \end{aligned}$$

Pengolahan biaya distribusi *Distribution Requirement Planning*

Dari data-data dan perhitungan biaya distribusi perusahaan diatas, kemudian dicari metode peramalan terpilih menggunakan *software WinQSB versi 2.00*. Data yang diperoleh ditunjukkan pada tabel 6.

Model untuk pengambilan keputusan jumlah *lot size* biasa disebut *lot sizing models*. Terdapat banyak model lot sizing dan dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu:

1. *Static lot sizing*, digunakan untuk menentukan lot size dimana permintaan sepanjang horizon perencanaan konstan
2. *Dynamic lot sizing*, digunakan untuk menentukan lot size dimana permintaan sepanjang horizon tidak konstan. Diasumsikan permintaan diketahui dengan pasti, dan biasa disebut *lumpy*.

Tabel 6. Hasil peramalan terpilih AES untuk produk HCl tiap wilayah

GDG														
	Bulan	Jbbk	Hyu/EJP	MM2100	KRWG	PWKRT	BKS	CLSI	CTRP	PL. GD	JKT	TGRNG	JT. ASH	CKP
Jan	0	53700	37230	3530	10000	6210	950	45	675	1500	0	0	0	0
Feb	11560	37860	37527	3612	8000	7350	900	0	15000	1260	0	0	0	0
Mar	8752	46024	48170	4093	10000	7402	6200	0	5559	936	0	300	3000	
Apr	8090	49130	45547	4031	10000	7272	6000	0	7360	948	0	0	3018	
Juni	17362	55750	46077	3560	10000	6757	5850	0	255	1035	246	0	3000	
Juli	21500	55050	42296	4185	10000	6506	4830	0	0	1084	0	60	6000	
Agst	17500	54420	37715	4188	10000	6305	3768	0	1635	1400	60	96	4470	
Sept	10000	51036	27150	3900	10000	5400	4913	0	1212	1520	0	197	3300	
Okt	10600	47500	26583	2750	0	4230	3742	0	1035	1832	0	0	3326	
Nov	11816	43900	30426	3960	7200	620	4383	30	1260	1866	0	0	2150	
Des	11816	43900	30426	3960	7200	620	4383	30	1260	1866	0	0	2150	

Berikut rumus Peterson-Silver (Sipper dkk, 1997):

$$V = \frac{\sum_{t=1}^n D_t^2}{(\sum_{t=1}^n D_t)^2} \quad \dots (1)$$

dimana:

V = variansi permintaan *HCl*.

D_t = permintaan diskrit tiap periode.

n = panjang horizon.

Peterson-Silver mengajukan penentuan pola permintaan dengan aturan sebagai berikut:

- Bila $V < 0,25$, gunakan model EOQ dengan \bar{D} sebagai estimasi permintaan
- Bila $V \geq 0,25$, gunakan metode DLS

Dimana diperoleh nilai V sebesar:

$$V = \frac{19301755300 \times 12}{2281428993600} - 1 = 0,015246 < 0,025$$

Mengetahui jumlah permintaan diatas, maka akan dihitung EOQ dan *safety stock* masing-masing produk, dimana *safety stock* menurut Assauri (2004) adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadi kekurangan bahan (*stockout*), Sedangkan pengertian menurut Zulfikarijah (2005), *safety stock* merupakan persediaan yang digunakan dengan tujuan supaya tidak terjadi *stockout* (kehabisan *stock*). EOQ adalah ukuran dari sebuah order yang meminimumkan total biaya persediaan (Tersine, 2004). Dengan rumus EOQ berikut:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = \sqrt{\frac{2CR}{PF}} \quad \dots (2)$$

dimana:

R = permintaan tahunan dalam unit

P = biaya pembelian dari sebuah item

C = biaya pemesanan tiap kali pesan

H = biaya penyimpanan per unit per tahun

Q = ukuran lot atau besarnya order dalam unit

F = fraksi biaya penyimpanan

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times 11958 \text{ Kg} \times \text{Rp}10000}{\text{Rp}9,66}} = 4976 \text{ Kg}$$

Sedangkan, rumus Safety stock yang digunakan sebagai berikut:

$$SS = z \times s \dots (3)$$

dimana:

SS = *safety stock* yang disediakan untuk menghadapi ketidakpastian permintaan

z = nilai service level pada tabel distribusi normal

s = standar deviasi permintaan

$$SS = \sigma \times Z\alpha = 5489.98 \times 1,65 = 9058$$

Sehingga didapat nilai keseluruhan SS dan EOQ dari produk seperti pada tabel 7.

Tabel 7. Nilai *Safety Stock* dan *EOQ* keseluruhan produk

Produk	Wilayah	<i>Safety Stock</i>	<i>Economic Order Quantity</i>
		SS (Kg)	EOQ (Kg)
HCI	Jababeka	9058	4976
	Kaw. Hyundai/Ejip	9334	14169
	Kaw. MM2100	13049	15365
	Karawang	662	6274
	Purwakarta	4820	15155
	Bekasi	4039	7536
	Pl. Gadung	7254	6804
	Cileungsi	3138	8270
	Citeureup	27	392
	Cikampek	2736	7000
	Jakarta	597	5298
	Jt. Asih	162	888
	Tangerang	175	1252

Nilai *EOQ* dan *Safety Stock* telah didapat, maka selanjutnya adalah menghitung nilai biaya simpan dan pengiriman dengan tabel logika DRP. Langkah-langkah menghitung tabel logika dasar DRP adalah sebagai berikut (Tersine, 1994):

1. Tentukan *Gross Requirement* (kebutuhan kotor) yang diperoleh dari hasil *Forecasting*.
2. Hitung *Net Requirement* (kebutuhan bersih). Berikut rumus dalam periode n:

$$Net\ Requirement = (Gross\ Requirement + Safety\ Stock) - (Schedule\ Receipt + Project\ on\ Hand\ periode\ sebelumnya).$$
Net Requirement tersebut mengidentifikasi level persediaan *Gross Requirement* terpenuhi. Nilai *Net Requirement* yang dicatat (*recorded*) adalah nilai yang bernilai positif.
3. Tentukan *Planned Order Receipt* sejumlah *Net Requirement* tersebut (ukuran lot tertentu) pada periode tersebut.
4. Hitung *Projected On Hand* pada periode n tersebut:

$$Project\ On\ Hand = (Project\ On\ Hand\ periode\ sebelumnya + Schedule\ Receipt + Planned\ Order\ Receipt).$$
5. Tentukan hari dimana harus melakukan pemesanan tersebut (*Planned Order Release*) dengan mengurangi hari terjadwalnya *Planned Order Receipt* dengan *Lead Time*.

Untuk mengetahui perhitungan biaya pengiriman dan biaya simpan, disajikan tabel logika DRP seperti pada tabel 8.

Tabel 8. Logika DRP produk HCl wilayah Jababeka

Periode	PD	1	2	3	4	...	12	Jumlah PO release	Frekuensi kirim	Jumlah POH
Gross Requirement		0	11560	8752	8090	...	11816			
SR						...				
Project On Hand	10000	10000	8392	9592	11454	...	10808	144304	38	132124
Net Requirements			10618	9418	7556	...	8202			
POReceipt			9952	9952	9952	...	9952			
PORelease		9952	9952	9952	14928	...				

Perhitungan biaya simpan didapat dari jumlah Project on Hand selama 1 tahun dan dikalikan dengan biaya simpan produk yang tertera pada tabel 8. Berikut contoh perhitungan biaya simpan produk HCl wilayah Jababeka

$$= 132124 \text{ Kg} \times \text{Rp } 9,66$$

$$= \text{Rp } 1,276,317.84.$$

Untuk mengetahui jumlah kendaraan yang digunakan Jumlah POrelease dibagi dengan kapasitas angkut truk, yaitu:

$$= 144.304 \text{ kg} / 3850 \text{ kg}$$

$$= 37,48 \text{ truk.}$$

Jumlah kendaraan dibulatkan menjadi 38 truk. Frekuensi kirim dari keseluruhan produk mencapai 620 selama 1 tahun, maka biaya pengiriman yang didapat jumlah kendaraan dikalikan dengan biaya transportasi tujuan Jababeka, yaitu:

$$= 38 \text{ truk} \times \text{Rp } 10.000,-$$

$$= \text{Rp } 380.000,-.$$

Perhitungan biaya secara keseluruhan dari tabel logika DRP didapat hasil tabel biaya distribusi DRP, seperti pada tabel 9.

Tabel 9. Total biaya distribusi metode DRP keseluruhan produk

Produk	Wilayah	Total Biaya Simpan	Total Biaya Pengiriman
HCl	Jababeka	Rp 1.276.317,84	Rp 380.000,00
	Kaw. Hyundai/Ejip	Rp 2.363.077,50	Rp 2.880.000,00
	Kaw. MM2100	Rp 2.954.317,80	Rp 3.480.000,00
	Karawang	Rp 446.108,46	Rp 600.000,00
	Purwakarta	Rp 1.348.053,00	Rp 3.640.000,00
	Bekasi	Rp 957.653,76	Rp 900.000,00
	Pl. Gadung	Rp 1.239.155,82	Rp 825.000,00
	Cileungsi	Rp 934.730,58	Rp 1.190.000,00
	Citeureup	Rp 39.354,84	Rp 80.000,00
	Cikampek	Rp 678.711,60	Rp 825.000,00
	Jakarta	Rp 414.674,82	Rp 600.000,00
	Jt. Asih	Rp 73.725,12	Rp 60.000,00
	Tangerang	Rp 118.740,72	Rp 150.000,00
TOTAL		Rp 12.844.621,86	Rp 15.610.000,00
GRAND TOTAL		Rp 22.898.919,18	Rp 25.355.000,00

Setelah biaya distribusi didapat menggunakan metode DRP, langkah selanjutnya mengoptimalkan rute yang dilalui kendaraan perusahaan dengan data seperti pada tabel 10.

Tabel 10 Koordinat lokasi distribusi

Kode	Lokasi	KOORDINAT	
		X	Y
A	Warehouse pusat	17,3	8,2
B	Bekasi	12,1	10,9
C	Tangerang	0	12,7
D	Cikampek	27,2	6,1
E	Purwakarta	26,6	0
F	Jakarta	7,7	12,8
G	Citeureup	8,6	3
H	Kaw. Ejip/Hyundai	16,8	8,4
I	Pl. Gadung	9	12,6
J	Karawang	23,1	7,6
K	Cileungsi	10,8	5
L	Kaw. MM2100	14,7	8,9
M	Kaw. Surya Cipta	24,2	7,3
N	Jati Asih	11,8	11
O	Jababeka	17	8,5

Rute perusahaan yang sudah ada dalam perusahaan akan menjadi pembandingan meminumkan rute tempuh menggunakan metode *Saving Matriks*. Daftar rute perusahaan secara berkala di tahun 2010, seperti pada table 11.

Cara menghitung jarak pada masing-masing lokasi terhadap gudang pusat sebagai berikut sesuai dengan persamaan :

$$D(0,0) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad \dots (4)$$

$$D(\text{Gdg}, \text{Jababeka}) = \sqrt{(17.3 - 17)^2 + (8.2 - 8.5)^2} = 0.4$$

Tabel 11. Matriks Jarak

No	LOKASI	Gdg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Gudang	0														
1	Jababeka	0,4	0													
2	Hyundai/Ejip	0,5	0,2	0												
3	MM2100	2,7	2,3	2,2	0											
4	Karawang	5,8	6,2	6,4	8,5	0										
5	Purwakarta	12,4	12,8	12,9	14,9	8,4	0									
6	Bekasi	5,9	5,5	5,3	3,3	11,5	18,1	0								
7	Cileungsi	7,2	7,1	6,9	5,5	12,6	16,6	6,0	0							
8	Citeureup	10,1	10,0	9,8	8,5	15,2	18,2	8,6	3,0	0						
9	Pl. Gadung	9,4	9,0	8,9	6,8	15,0	21,6	3,5	7,8	9,6	0					
10	Jakarta	10,6	10,2	10,1	8,0	16,3	22,8	4,8	8,4	9,8	1,3	0				
11	Tangerang	17,9	17,5	17,3	15,2	23,7	29,5	12,2	13,3	13,0	9,0	6,7	0			
12	Sr. Cipta	7,0	7,3	7,5	9,6	1,1	7,7	12,6	13,6	16,2	16,1	18,3	24,8	0		
13	Jt Asih	6,2	5,8	5,6	3,6	11,8	18,4	0,3	6,1	8,6	3,2	5,4	11,9	12,9	0	
14	Cikampek	10,1	10,5	10,7	12,8	4,4	6,1	15,8	16,4	18,9	19,3	21,6	28,0	3,2	16,2	0

Setelah dilakukan perhitungan nilai matrik jarak diatas langkah selanjutnya adalah menghitung matrik penghematan (*Saving Matriks*). Berikut salah satu contoh perhitungan matrik penghematan pada bulan januari untuk ketiga produk setelah dilakukannya penerapan Metode DRP pada pengiriman barang sebagai berikut sesuai dengan persamaan:

$$S(x,y) = D(W,x) + D(w,Y) - D(x,y) \quad \dots (5)$$

$$S(\text{Jababeka,Hyundai/Ejip}) = D(0.4) + D(0.5) - D(0.2) = 0.74$$

Tabel 12 Matriks penghematan bulan januari 2010 setelah penerapan DRP

No	Lokasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Jababeka	0													
2	Ejip/Hyundai	0,74	0												
3	MM2100	0,78	1,07	0											
4	Karawang	0,06	-0,02	0,02	0										
5	Purwakarta	-0,02	-0,01	0,24	9,86	0									
6	Bekasi	0,80	1,04	5,28	0,17	0,12	0								
7	Cileungsi	0,53	0,85	4,43	0,47	3,07	7,1	0							
8	Citeureup	0,50	0,82	4,35	0,72	4,29	7,4	14,4	0						
9	PI Gadung	0,80	1,04	5,30	0,23	0,15	11,8	8,8	9,9	0					
10	Jakarta	0,80	1,04	5,33	0,19	0,22	11,8	9,5	10,9	18,7	0				
11	Tangerang	0,76	1,03	5,39	0,02	0,80	11,5	11,8	15,0	18,3	21,8	0			
12	Sr. Cipta	0,06	-0,02	0,02	11,62	11,67	0,2	0,6	0,9	0,3	1,5	0,0	0		
13	Jt Asih	0,80	1,04	5,29	0,17	0,13	11,8	7,3	7,7	12,3	13,6	12,1	0,2	0	
14	Cikampek	0,04	-0,03	0,01	11,55	16,39	0,2	0,9	1,4	0,2	1,4	6,4	13,8	0,1	0

Metode yang digunakan untuk mengurutkan tujuan pada masing – masing rute agar lebih spesifik adalah Metode *Nearest Neighbor*.

Tabel 13 Rute dan total jarak bulan januari 2010 metode *Nearest Neighbor*

No. Rute	Rute	Total Jarak (Kg)	Kendaraan
1	G-13-9-10-11-8-7-12-14-5-G	82.9	TRUCK
2	G-1-3-6-G	11.9	TRUCK
3	G-2-G	1.1	TRUCK
4	G-4-G	117.	PICK UP
TOTAL JARAK		107.5	

Maka tabel rute distribusi setelah penerapan saving matrix dapat disajikan selama periode 2010 sebagai berikut:

Tabel 14 Perbandingan total Rute

Perusahaan	Total Jarak	945,6
Saving Matrix	Total Jarak	769,7

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menghitung 2 metode yang berbeda yakni metode perusahaan dan metode DRP didapat nilai yang berbeda, dimana nilai biaya distribusi metode perusahaan sebesar Rp 68.688.945,26 lebih besar daripada nilai biaya distribusi metode DRP sebesar Rp 48.253.919,18 dengan selisih Rp 20.435.026,08. Jika dihitung dalam persentase, penurunan yang terjadi adalah:

$$\frac{\text{Rp } 68.688.945,26 - \text{Rp } 48.253.919,18}{\text{Rp } 68.688.945,26} \times 100\% = 29,75\%$$

Sehingga metode DRP dapat dipilih sebagai metode terpilih untuk perencanaan dan penjadwalan distribusi produk HCl, H₂SO₄, dan NaOH ke wilayah-wilayah pulau jawa.

Dengan telah menghitung 2 metode yang berbeda yakni metode perusahaan dan metode *Saving Matrix* didapat nilai jarak yang berbeda, dimana jarak tempuh metode perusahaan sebesar 957,36 lebih besar daripada nilai jarak tempuh metode *Saving Matrix* sebesar 769,7 dengan selisih 187,66. Jika dihitung dalam persentase, penurunan yang terjadi adalah:

$$\frac{957,36 - 769,7}{945,36} \times 100\% = 19,60\%$$

Sehingga metode *Saving Matrix* dapat digunakan sebagai metode untuk penentuan rute distribusi yang dilalui produk HCl, H₂SO₄, dan NaOH ke wilayah-wilayah Pulau Jawa.

Hasil peramalan per produk & verifikasi peramalan terpilih

Dengan peramalan terpilih yang sudah ditetapkan berdasarkan nilai kesalahan terkecil, metode peramalan AES untuk mewakili ramalan dari produk HCl dan H₂SO₄ sedangkan metode peramalan SEST mewakili peramalan produk NaOH. berdasarkan grafik peramalan vs data aktual dapat dilihat untuk produk HCl dengan persentase kesalahan sebesar 9,04%, NaOH sebesar 11,34%, dan H₂SO₄ sebesar 18,56%. Sehingga peramalan ini cukup valid untuk digunakan sebagaimana nilai error yang telah diverifikasi dapat dikontrol melalui grafik *Moving Range Chart* (MRC). Persentase error ini pun didapat melalui faktor internal dan eksternal perusahaan yang dapat mempengaruhi hasil peramalan seperti mudahnya produksi barang, faktor finansial perusahaan, pesaing perusahaan yang semakin banyak dan bertambahnya target pasar. Dengan demikian perusahaan dapat mempertimbangkan penyimpangan error yang dialami oleh metode peramalan untuk mengontrol persediaan dan kapasitas untuk tahun kedepan.

Hasil Penerapan *Distribution Requirement Planning* (DRP)

Terdapat 2 (dua) hal yang dapat dianalisis dari penerapan *Distribution Requirement Planning* (DRP), yaitu:

1. Penerapan *Safety Stock* dan *Economic Order Quantity*.

Dengan telah dilakukannya penelitian distribusi menggunakan DRP, penumpukan persediaan pada gudang yang sangat beresiko menyebabkan barang rusak dapat diminimalisasikan dengan meninjau biaya simpan yang timbul dari perusahaan sebesar Rp 25.318.945,- sedangkan biaya simpan dengan metode DRP sebesar Rp 22.898.919,-. Dengan kata lain metode ini sangat efektif untuk menjaga kualitas dan penanganan persediaan dengan penurunan biaya sebesar 9,56% yang

mengindikasikan bahwa penyimpanan barang dapat dikurangi dari biasanya sehingga tidak terjadinya penumpukan pada gudang yang berakibat tinggi biaya simpan dan kemungkinan terjadinya kerusakan semakin besar. Jika perusahaan tidak memperhitungkan safety stock maka stockout tidak akan terhindarkan dan penambahan biaya penyimpanan pun akan merugikan perusahaan. Namun, salah satu dari penerapan safety stock akan sangat berguna jika terjadi lonjakan permintaan yang nantinya persediaan panganan tersebut akan menutupi permintaan yang ada bagi perusahaan. PT. Senatama Laboranusa untuk menentukan order quantity menggunakan metode lot for lot yaitu jumlah yang dipesan sama dengan jumlah yang dibutuhkan (jumlah pesan = jumlah dibutuhkan). Lot for lot cenderung akan meminumkan biaya persediaan dan memaksa menambah biaya transportasi karena sifatnya harus segera dikirim (urgent). Maka dari itu bahwa persentase terbesar biaya distribusi adalah biaya transportasi. Dengan metode EOQ, perusahaan dapat meminumkan biaya transportasi dan mengoptimasikan penyebaran nilai persediaan dimana nilai persediaan yang kurang dapat menjadi target pasar bagi perusahaan. Selain untuk menghemat biaya yang timbul karena metode lot for lot tersebut, perusahaan bisa melihat dan fokus membagi penjualan merata ke setiap pangsa pasar yang ada.

2. Perbandingan frekuensi kendaraan sesudah dan sebelum penerapan DRP. Frekuensi kendaraan pengiriman menggunakan DRP menjadi lebih sedikit dibanding sebelumnya yakni 925 frekuensi kendaraan sebelumnya menjadi 620 frekuensi kendaraan dengan begitu perusahaan dapat menekan biaya transportasi khususnya sekecil mungkin. Persentase biaya penurunan yang terjadi dalam 1 tahun setelah penerapan DRP sebanyak 32,97%.

Penerapan Rute menggunakan *Saving Matrix* setelah metode DRP

Setelah dilakukannya perhitungan rute metode Saving Matrix dapat diketahui nantinya oleh perusahaan alat transportasi mana yang akan digunakan berdasarkan penghematan terbesar. Seperti halnya pada Truk 1 akan dimaksimalkan terlebih dahulu daya muat barangnya ke berbagai wilayah, dengan begitu persentase pengiriman untuk truk 1 akan jauh lebih sering dibandingkan dengan kendaraan yang lain. Dimana nantinya pembagian rute pengiriman selanjutnya menggunakan kendaraan yang lain akan semakin sedikit rute yang dikunjungi dan lebih teratur. Rute pengiriman searah atau letaknya saling berdekatan digabung dan dirancang agar dapat menghemat biaya dan jarak tempuh. Perusahaan juga harus memperhatikan kondisi dan jumlah kendaraan transportasi yang digunakan agar tidak terjadinya keterlambatan pengiriman. Dengan menggunakan metode saving matrix jarak tempuh yang dihasilkan 769,7 sedangkan jarak tempuh yang dialami perusahaan sebanyak 957,36. Dengan begitu penurunan jarak tempuh yang dihasilkan 19,60% bisa membantu perusahaan dalam mengoptimalkan jarak tempuh yang dilalui perusahaan.

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian menggunakan metode DRP (Distribution Requirement Planning dan Pengoptimalan rute yang dilalui kendaraan menggunakan metode Saving Matriks dapat disimpulkan bahwa :

1. Setelah dilakukan penjadwalan ulang dengan metode DRP (Distribution Requirement Planning) adanya penurunan pada biaya distribusi sebesar 29,75%

2. Metode Saving Matrix dapat mengoptimalan rute yang dilalui kendaraan pengiriman sebesar $769,7 \times 5 \text{ Km} = 3848,5 \text{ Km}$ per tahun. Sedangkan perusahaan $957,36 \times 5 \text{ Km} = 4786,8 \text{ Km}$ per tahun. Dengan demikian, selisih jarak yang dihasilkan 938,3 Km.

Daftar Pustaka

- Baroto, T. 2002. *Perencanaan Pengendalian Produksi*. Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Bowersox, D.J. 2002. *Manajemen Logistik: Integrasi Sistem-Sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material*. Edisi Ketiga. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Choppra, S.; Meindl, P. 2002. *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*. First Edition. USA: Prentice Hall International, Inc.
- Hugos, M. 2003. *Essentials Of Supply Chain Management*. First Edition. Publisher Wiley.
- Nasution, M.N. 2004. *Manajemen Transportasi*. Jakarta: Galia Indonesia.
- Render, B.; Heyzer, J. 2004. *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi*. Yogyakarta: BPFE.
- Salim, A. 1998. *Manajemen Transportasi*. Jakarta: Rajawali Press.
- Darmawan, A. 2011. *Penentuan Rute Terpendek Pada Pengiriman Air Bersih dengan Menggunakan Metode Optimal*. PKN. FT-UMM, Malang.
- Saputro, T. 2009. *Penentuan Rute Pengiriman Pupuk Za dari Gudang Pusat ke Gudang Penyangga dengan Menggunakan Metode Saving Matriks*. PKN. FT-UMM, Malang.