

## PENENTUAN RUTE PENDISTRIBUSIAN KERTAS KARTON MODEL STUDI KASUS: PT. PAPERTECH INDONESIA UNIT II MAGELANG

**Hafidh Munawir, Agus Narima**

Program Studi Teknik Industri

Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Pabelan Kartasura - Surakarta

Email : hafidh2001@yahoo.com

### ABSTRAK

PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang merupakan perusahaan yang bergerak dalam produksi beberapa jenis kertas karton yang didistribusikan ke berbagai konsumen. Proses pendistribusian dilakukan dengan mengirimkan barang dari pabrik ke satu konsumen dan tidak ke beberapa konsumen. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan alternatif solusi agar proses pendistribusian barang lebih efisien dari kondisi saat ini. Untuk menentukan rute pengiriman barang dari pabrik ke konsumen, maka dilakukan penghitungan dan analisa dengan metode saving matriks. Metode Savings Matrix adalah metode yang digunakan untuk menentukan rute distribusi produk ke wilayah pemasaran dengan cara menentukan rute distribusi yang harus dilalui dan jumlah kendaraan berdasarkan kapasitas dari kendaraan tersebut agar diperoleh rute terpendek dan biaya transportasi yang minimal. Hasil penelitian menggunakan metode saving matrix menghasilkan 2 rute. Untuk memenuhi kebutuhan pelanggan perbulan maka 1 rutenya harus mengirim 4x (4x jalan). Dengan menerapkan metode tersebut maka terjadi penghematan yaitu: Penghematan jarak tempuh sebesar 3.800,2 km, hemat biaya bahan bakar sebesar Rp 10.450.000,-, hemat waktu tempuh sebesar 61 jam. Jadi rute usulan lebih efektif dari pada rute awal.

Kata kunci: *Jarak, Rute Pendistribusian, Saving Matrix*

### Pendahuluan

Pada era globalisasi ini, persaingan dunia usaha semakin ketat. Setiap Perusahaan dituntut untuk tetap mempertahankan bahkan meningkatkan kinerja yang sudah ada agar dapat memenangkan persaingan. Untuk memenuhi permintaan konsumen, maka perusahaan harus melakukan transportasi pendistribusian produk dari perusahaan ke konsumen.

Salah satu keputusan operasional yang sangat penting dalam manajemen distribusi adalah penentuan jadwal serta rute pengiriman dari satu lokasi ke beberapa lokasi tujuan (pujawan, 2005). Metode untuk menentukan rute pengiriman barang bisa dibagi menjadi dua kelompok besar yaitu penentuan rute dengan memperhitungkan kapasitas muatan mobil dan penentuan rute tanpa memperhitungkan kapasitas muatan mobil.

Metode untuk menentukan rute dengan memperhitungkan kapasitas antar lain *fisher and jaikumar algorithm* dan *saving matrix*. Sedangkan metode untuk menentukan rute tanpa memperhitungkan kapasitas kendaraan (Chopra dan meindl, 2001) yaitu : *farthest insert*, *nearest insert*, *nearest neighbour* dan *sweep*.

Metode *fisher and jaikumar algorithm* digunakan untuk mewujudkan rute yang mempertimbangkan kapasitas armada berdasarkan kenyataan dan dalam metode ini terdapat tahap *generalized assignment problem* yang merupakan pemecahan terhadap masalah penugasan dimana satu tugas hanya boleh dilakukan oleh satu operator sehingga dapat menghasilkan solusi optimal dari masalah yang dihadapi oleh suatu perusahaan. Metode *fisher and jaikumar algorithm* ini terdiri dari 2 fase yaitu fase pertama, pembagian konsumen menjadi beberapa *cluster* dan pada fase kedua adalah penyusunan rute dalam setiap *cluster* tersebut (Fisher dan Jaikumar, 1981).

Metode *savings matrix* pada hakekatnya adalah metode untuk meminimumkan jarak atau ongkos dengan mempertimbangkan kendala – kendala yang ada. Tujuan metode ini adalah untuk memilih penugasan kendaraan dan rute sebaik mungkin (Bowersox, 2002). Langkah – langkah pengerjaan dengan metode *saving matrix* sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi matrik jarak

- b. Mengidentifikasi matrik penghematan (*savings matrix*)
- c. Mengalokasikan konsumen ke kendaraan atau rute
- d. Mengurutkan konsumen (tujuan) dalam rute yang sudah terdefinisi

Pembuatan *Matrix Jarak Matrix* mengukur jarak dari setiap pasangan lokasi yang dikunjungi. Jarak ini dapat digunakan sebagai pengganti biaya perjalanan antarpasangan lokasi. Jika biaya transportasi/perjalanan antarpasangan lokasi diketahui maka biaya tersebut dapat digunakan. Jarak  $Dist(A,B)$  dalam jaringan, antara titik A dengan koordinat  $(x_A, y_A)$  dan titik B dengan koordinat  $(x_B, y_B)$ .

Penghitungan *Matrix Penghematan Matrix* penghematan menampilkan penghematan yang diperoleh dengan menggabungkan dua konsumen dalam satu perjalanan. Penghematan dapat dihitung dalam skala uang, waktu, maupun jarak. Perjalanan A diidentifikasi dalam urutan lokasi yang dikunjungi oleh media transportasi. Perjalanan DC  $\rightarrow$  Cust x  $\rightarrow$  DC dijabarkan dalam perjalanan yang dimulai dari DC, kemudian mengunjungi pelanggan x, dan kembali lagi ke DC. Penghematan  $S(x,y)$  adalah jarak yang dihemat jika perjalanan DC  $\rightarrow$  Cust x  $\rightarrow$  DC dan perjalanan DC  $\rightarrow$  Cust y  $\rightarrow$  DC digabungkan dalam satu urutan perjalanan DC  $\rightarrow$  Cust x  $\rightarrow$  Cust y  $\rightarrow$  DC.

Prosedur iterative akan digunakan untuk membuat pengalokasian ini. Diawali dengan inisiasi bahwa konsumen dialokasikan dalam rute yang terpisah. Dua rute dapat digabungkan menjadi rute yang layak jika total pengiriman yang melewati kedua rute tidak melebihi kapasitas angkut armada. Pada setiap langkah iterasi, diusahakan penggabungan dengan penghematan tertinggi menjadi rute baru yang layak. Prosedur ini diteruskan hingga tidak ada lagi kombinasi yang layak.

Penentuan rute / jalur distribusi Pada tahap ini, tujuan manajer adalah untuk menentukan arah/urutan untuk mengunjungi pelanggan yang meminimasi jarak dari tiap perjalanan. Mengubah urutan pengiriman dapat memberikan dampak yang signifikan pada jarak yang ditempuh. Urutan pengiriman ditentukan dengan menggunakan urutan rute inisial dan kemudian menggunakan prosedur pengembangan rute untuk mendapatkan urutan pengiriman dengan biaya/jarak transportasi yang lebih rendah.

1. *Nearest Insert*. Memberikan perjalanan kendaraan (termasuk perjalanan yang memiliki jalur DC) untuk masing-masing konsumen yang tersisa, mendapatkan kenaikan minimum jarak pada konsumen untuk kemudian dimasukkan dari semua kemungkinan dalam perjalanan. Mencantumkan pelanggan dengan kenaikan minimum terkecil untuk mendapatkan rute baru. Langkah ini mengacu pada cantuman terdekat karena pelanggan yang terdekat dengan perjalanan sebelumnya dimasukkan. Proses ini dilanjutkan hingga semua pelanggan yang tersisa dikunjungi.
2. *Nearest neighbor*. Dimulai dengan DC, prosedur ini menambahkan pelanggan terdekat untuk memperpanjang perjalanan. Pada setiap langkah, perjalanan dibentuk dengan menambahkan pelanggan yang paling dekat dengan titik terakhir dikunjungi oleh kendaraan hingga semua pelanggan dikunjungi.

### Metode Penelitian

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu jarak gudang ke masing-masing *konsumen*, jarak antar *konsumen*, data *konsumen* dan lokasi tiap *konsumen*, jumlah permintaan tiap *konsumen*, dan spesifikasi mobil angkut.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *saving matrix* yaitu dengan menentukan rute pengiriman (pendistribusian) kertas sesuai pesanan dari konsumen yang diharapkan nantinya akan dapat meminimalkan jarak tempuh, waktu tempuh, dan biaya pendistribusian secara keseluruhan.

### Hasil dan Pembahasan

PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang merupakan perusahaan yang bergerak dalam produksi kertas karton yang didistribusikan ke berbagai konsumen. Proses pendistribusian dilakukan dengan mengirimkan barang dari pabrik ke satu konsumen dan langsung balik lagi ke

pabrik tanpa mengirimkan ke konsumen yang lain. Berikut adalah jalur yang ditempuh untuk rute awal sebelum dilakukan penelitian.

**Tabel 1. Data Rute Awal dan jumlah permintaan ke Masing-masing Konsumen**

No	Rute	Kode	Jumlah permintaan per bulan	Jarak
1	Pabrik-cikande-pabrik	C01	8 ton	1158
2	Pabrik-curug-pabrik	C02	12 ton	1106
3	Pabrik-ngampah-pabrik	C03	12 ton	816
4	Pabrik-padalarang-pabrik	C04	8 ton	814
5	Pabrik-jatake-pabrik	C05	4 ton	1106
6	Pabrik-grogol-pabrik	C06	16 ton	1046
7	Pabrik-cicadas-pabrik	C07	8 ton	1030
8	Pabrik-cengkareng-pabrik	C08	20 ton	1068
9	Pabrik-bekasi-pabrik	C09	20 ton	996
10	Pabrik-bogor-pabrik	C10	23 ton	1104
11	Pabrik-subang-pabrik	C11	5 ton	786
12	Pabrik-cibolerang-pabrik	C12	12 ton	628
13	Pabrik-cianjur-pabrik	C13	8 ton	896
14	Pabrik-pondok gede-pabrik	C14	20 ton	1016
Jumlah				13540

*Sumber: PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang*

Perusahaan ini memiliki 14 rute yang terpisah dan untuk masing – masing rute dilakukan dengan jalur bolak – balik dari pabrik ke *konsumen* dan langsung kembali ke pabrik lagi, sehingga jarak yang harus ditempuh kendaraan adalah 2x jarak antara pabrik ke *konsumen*. Itu berlaku untuk ke 14 *konsumennya*, sehingga pada rute awal ini memiliki total jarak tempuh sebesar 13.540 km. Adapun kendaraan yang digunakan adalah kendaraan jenis truck tronton dengan bahan bakar solar dan dengan kapasitas muatan sebanyak 23 ton.

Peneliti mengusulkan bahwa pengiriman ke konsumen dilakukan dengan memecah permintaan per bulan menjadi permintaan per minggu, sehingga permintaan per minggunya sebagai berikut :

**Tabel 2. Data jumlah permintaan ke Masing-masing Konsumen per minggu**

No	Rute	Kode	Jumlah permintaan per bulan
1	Pabrik-cikande-pabrik	C01	2 ton
2	Pabrik-curug-pabrik	C02	3 ton
3	Pabrik-ngampah-pabrik	C03	3 ton
4	Pabrik-padalarang-pabrik	C04	2 ton
5	Pabrik-jatake-pabrik	C05	1 ton
6	Pabrik-grogol-pabrik	C06	4 ton
7	Pabrik-cicadas-pabrik	C07	2 ton
8	Pabrik-cengkareng-pabrik	C08	5 ton
9	Pabrik-bekasi-pabrik	C09	5 ton
10	Pabrik-bogor-pabrik	C10	6 ton
11	Pabrik-subang-pabrik	C11	1 ton
12	Pabrik-cibolerang-pabrik	C12	3 ton
13	Pabrik-cianjur-pabrik	C13	2 ton
14	Pabrik-pondok gede-pabrik	C14	5 ton

Penghitungan jarak dari pabrik ke konsumen dan jarak antar konsumen dilakukan dengan *google maps*. Hasil lengkap jarak bisa dilihat di tabel 3.

**Tabel 3. Data Jarak Konsumen ke Gudang dan jarak antar Konsumen**

No.	Lokasi	Kode Kustomer	Pabrik	Cikande	Curung	Ngampah	Pada Larang	Jatake	Grogol	Cicadas	Cengkareng	Bekasi	Bogor	Subang	Ciboleang	Cianjur	Pondok Gede	
				C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14	
1	Cikande	C01	579	0														
2	Curung	C02	553	40,9	0													
3	Ngampah	C03	408	199	169	0												
4	Pada Larang	C04	407	197	168	5,4	0											
5	Jatake	C05	553	33,7	14,8	171	170	0										
6	Grogol	C06	523	61,1	31,9	142	140	34,1	0									
7	Cicadas	C07	515	96,1	66,8	134	132	69,0	40,2	0								
8	Cengkareng	C08	534	57,9	28,6	152	151	30,8	14,8	22,3	0							
9	Bekasi	C09	483	107	81,6	101	99,9	78,2	49,4	40,8	56,4	0						
10	Bogor	C10	552	117	88,1	170	169	90,3	61,5	30,6	68,5	80,2	0					
11	Subang	C11	393	191	162	56,4	61,5	164	135	127	142	95,7	166	0				
12	Ciboleang	C12	314	302	273	112	115	275	246	238	253	207	277	78,4	0			
13	Cianjur	C13	448	167	137	49,0	47,6	140	111	79,9	118	87,4	62,6	106	155	0		
14	Pondok Gede	C14	508	78,2	48,9	126	125	51,1	22,3	24,9	29,2	36,1	47,9	120	231	92,0	0	

Penghematan jarak dihitung dengan rumus :

$$S(x,y) = J(P,x) + J(P,y) - J(x,y)$$

$$S(1,2) = (579) + (553) - (40,9) = 1091,1 \text{ km}$$

Keterangan :

J = Jarak

P = Pabrik

x dan y = konsumen x dan konsumen y

S(x,y) = penghematan jarak (*saving*) yang diperoleh dengan menggabungkan rute x dan y menjadi satu. Hasil lengkap mengenai *matix* penghematan jarak bisa dilihat di tabel 4.

**Tabel 4. Matrix Penghematan**

Lokasi	Kode Kustomer	Cikande	Curung	Ngampah	Pada Larang	Jatake	Grogol	Cicadas	Cengkareng	Bekasi	Bogor	Subang	Ciboleang	Cianjur	Pondok Gede
		C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14
Cikande	C01	0													
Curung	C02	1091,1	0												
Ngampah	C03	788	792	0											
Pada Larang	C04	789	792	809,6	0										
Jatake	C05	1098,3	1091,2	790	790	0									
Grogol	C06	1040,9	1044,1	789	790	1041,9	0								
Cicadas	C07	997,9	1001,2	789	790	999	997,8	0							
Cengkareng	C08	1055,1	1058,4	790	790	1056,2	1042,2	1026,7	0						
Bekasi	C09	955	954,4	790	790,1	957,8	956,6	957,2	960,6	0					
Bogor	C10	1014	1016,9	790	790	1014,7	1013,5	1036,4	1017,5	954,8	0				
Subang	C11	781	784	744,6	738,5	782	781	781	785	780,3	779	0			
Ciboleang	C12	591	594	610	606	592	591	591	595	590	589	628,6	0		
Cianjur	C13	860	864	807	807,4	861	860	883,1	864	843,6	937,4	735	607	0	
Pondok Gede	C14	1008,8	1012,1	790	790	1009,9	1008,7	998,1	1012,8	954,9	1012,1	781	591	864	0

Untuk mengalokasikan suatu kendaraan dalam suatu rute, maka perlu dilihat penghematannya. Langkah-langkah alokasinya sebagai berikut :

- Penghematan terbesar pertama adalah 1098,3 km yang merupakan penggabungan dari *Konsumen 1* (2 ton) dan *Konsumen 5* (1 ton) maka layak dilakukan penggabungan karena masih dibawah kapasitas truck (23 ton)

- Penghematan terbesar ke-2 adalah 1091,2 km (*Konsumen 2*) dengan permintaan 3 ton sehingga masih layak digabungkan karena belum melebihi kapasitas truck
- Penghematan terbesar ke-3 adalah 1058,4 km (*Konsumen 8*) dengan permintaan 5 ton sehingga masih layak digabungkan karena belum melebihi kapasitas truck
- Penghematan terbesar ke-4 adalah 1044,1 km (*Konsumen 6*) dengan permintaan 4 ton sehingga masih layak digabungkan karena belum melebihi kapasitas truck
- Penghematan terbesar ke-5 adalah 1036,4 km yang merupakan penggabungan dari *Konsumen 7*(2 ton) dan *Konsumen 10* (6 ton) sehingga masih layak digabungkan karena tidak melebihi kapasitas truck dengan jumlah permintaan 23 ton = kapasitas truck 23 ton → Rute 1
- Penghematan terbesar selanjutnya adalah 1012,8 km (*Konsumen 14*) dengan jumlah permintaan 5 ton , maka layak dimasukkan ke rute 2 karena masih dibawah kapasitas truck
- Penghematan terbesar selanjutnya adalah 957,8 km (*Konsumen 9*) dengan jumlah permintaan 5 ton , maka layak digabungkan ke rute 2 karena masih dibawah kapasitas truck
- Penghematan terbesar selanjutnya adalah 937,4 km (*Konsumen 13*) dengan jumlah permintaan 2 ton , maka layak dimasukkan ke rute 2 karena masih dibawah kapasitas truck
- Penghematan terbesar selanjutnya adalah 809,6 km yang merupakan penggabungan dari *Konsumen 3*(3ton) dan *Konsumen 4*(2ton), maka layak dimasukkan ke rute 2 karena masih dibawah kapasitas truck
- Penghematan terbesar selanjutnya adalah 785 km (*Konsumen 11*) dengan jumlah permintaan 1 ton , maka layak dimasukkan ke rute 2 karena masih dibawah kapasitas truck
- Penghematan terbesar selanjutnya adalah 628,6 km (*Konsumen 12*) dengan jumlah permintaan 3 ton , maka layak dimasukkan ke rute 2 karena total permintaan 21 ton sehingga masih dibawah kapasitas truck (23 ton) → Rute 2

Untuk mengurutkan rute, maka dilakukan dengan metode *nearest neighbor*. Hasil penghitungannya sebagai berikut : Rute 1: Pabrik – *Konsumen 7* – *Konsumen 8* – *Konsumen 6* – *Konsumen 2* *Konsumen 5* – *Konsumen 1* – *Konsumen 10* – Pabrik = 1301,5 km. Sedangkan rute 2:Pabrik – *Konsumen 12* – *Konsumen 11* – *Konsumen 3* – *Konsumen 4* – *Konsumen 13* – *Konsumen 9* – *Konsumen 14* – Pabrik = 1133,3 km

Hasil penelitian menggunakan metode *saving matrix* menghasilkan dua rute saja, karena dengan metode ini jarak yang tadinya dilakukan dengan rute satu kali jalan untuk satu *konsumen* kini dapat dilakukan penghematan dengan menggabungkan dua konsumen menjadi satu rute dengan selama jumlah muatan tidak melebihi kapasitas trucknya akan tetapi untuk memenuhi permintaan masing – masing *konsumen* untuk satu rutenya harus melakukan perjalanan 4x perjalanan hal ini dilakukan untuk terpenuhinya permintaan masing – masing *konsumen* tiap bulannya. dikarenakan rute usulan memiliki dua rute, maka untuk rute total dalam penelitian ini menghasilkan 8 rute (8 kali perjalanan) dengan jarak tempuh sepanjang 9.739,2 km, dan dengan total permintaan untuk ke – 14 *konsumen* adalah 176 ton kertas karton.

Perbandingan antara rute awal dengan rute penelitian oleh peneliti di bagi menjadi 4 perbandingan yaitu:

- a) Perbandingan Rute Pendistribusian
- b) Perbandingan Jarak Tempuh
- c) Perbandingan Waktu Tempuh
- d) Perbandingan Biaya Bahan Bakar

Dengan menerapkan metode *saving matrix* (matrik penghematan) pada rute awal yang tadinya per bulannya dilakukan sebanyak 14x pendistribusian dan 14 rute yang terpisah kini setelah dilakukan penghematan dengan *saving matrix* menjadi 2 rute pendistribusian dengan masing – masing rutenya dilakukan kegiatan pengiriman sebanyak 4x yang mencakup 7 lokasi *konsumen*. karena data yang tadinya per bulan oleh peneliti di pecah menjadi per minggu. sehingga total perjalanan pendistribusian untuk 2 rute dibutuhkan sebanyak 8x pengiriman . Berikut adalah jalur yang ditempuh untuk rute usulan:

- Rute 1: Pabrik – C07(Cicadas) – C08(Cengkareng) – C06(Grogol) – C02(Curung) – C05(Jatake) – C01(Cikande) – C10(Bogor) – Pabrik

- Rute 2: Pabrik – C12(Cibolerang) – C11(Subang) – C03(Ngampah) – C04(Pada Larang) – C13(Cianjur) – C09(Bekasi) – C14(Pondok Gede) – Pabrik

Dengan jumlah 14 *konsumen*, 14x perjalanan dan masing – masing konsumen memiliki jarak tempuh yang ganda (2x jarak antara pabrik ke *konsumen*). Maka total jarak yang ditempuh pada rute awal sebesar 13.540 km. Dengan jumlah 14 *konsumen*, 2 rute pendistribusian dengan 8x perjalanan maka total Jarak yang ditempuh pada rute awal sebesar 9.739,2 km. Sehingga terjadi penghematan jarak tempuh sebesar 3.800,8 km.

Dengan jumlah 14 *konsumen*, 14x perjalanan dan masing – masing konsumen memiliki jarak tempuh yang ganda (2x jarak antara pabrik ke *konsumen*). Maka total waktu tempuh yang dibutuhkan pada rute awal sebanyak 225 jam. Dengan jumlah 14 *konsumen*, 2 rute pendistribusian dengan 8x perjalanan maka total waktu tempuh yang dibutuhkan pada rute usulan sebanyak 164 jam . Sehingga terjadi penghematan waktu tempuh sebesar 61 jam

Alat angkut yang digunakan pada kegiatan pendistribusian barang jadi di PT. Papertech Indonesia Unit II Magelang ini adalah jenis truck tronton yang berkapasitas 23ton, jenis bahan bakar solar, dan perbandingan jarak tempuh dengan bahan bakar adalah 2:1 sedangkan harga solar Rp 5.500,-/liter maka biaya bahan bakar yang dibutuhkan adalah Rp 37.235.000,- Dengan spesifikasi alat angkut yang sama yang digunakan pada rute awal, pada rute usulan ini menghabiskan biaya bahan bakar sebesar Rp 26.785.000,- . Maka terjadi penghematan sebesar Rp 10.450.000,-

**Tabel 5. Perbandingan Penghematan Antara Rute Awal Dengan Rute Usulan**

	Total Jarak Tempuh (Km)	Biaya bahan Bakar (Rp)	Total Waktu Tempuh (Jam)
Rute Awal	13.540	37.235.000	225
Rute Usulan	9.739,2	26.785.000	164
Penghematan	3.800,2	10.450.000	61

**Kesimpulan**

Hasil penelitian menggunakan metode *saving matrix* menghasilkan 2 rute. Untuk memenuhi kebutuhan pelanggan perbulan maka 1 rutanya harus mengirim 4x (4x jalan).

Dengan menerapkan metode tersebut maka terjadi penghematan yaitu: penghematan jarak tempuh sebesar 3.800,2 km, hemat biaya bahan bakar sebesar Rp 10.450.000,- , dan hemat waktu tempuh sebesar 61 jam.

**Daftar Pustaka**

Bowersox, D. J. (2006) “Manajemen Logistik. Jakarta. Bumi Aksara  
 Chopra, sunil, Meindl, Peter (2001),”Supply Chain Management”. Prentice Hall, New Jersey  
 Fisher, M.L., Jaikumr R. (1981). A Generalized Assignment Heuristic for Vehicle Routing. Networks, Volume 11 (9181) 109-124.  
 Pujawan, I Nyoman, (2005), “Supply Chain Management” Surabaya: Guna Widya.