

**ANALISIS PENENTUAN KONFIGURASI JARINGAN DISTRIBUSI TERBAIK ANTARA
WAREHOUSE DAN DEMAND REGION DENGAN
MENGUNAKAN MODEL BI-CRITERIA**

Muhammad Yusuf¹, Imam Sodikin²

^{1,2} Jurusan Teknik Industri, IST AKPRIND, Jl. Kalisahak No. 28 Yogyakarta

Masuk: 21 Agustus 2008, revisi masuk: 13 Nopember 2008, diterima: 8 Januari 2009

ABSTRACT

Determining the best level of aggregation in a centralized supply chain is one of the most difficult problems because of the conflicting objectives and demand uncertainty. PT. Nampar Nos is one of leading drinking water company with various range market in some regions in Flores, even in some islands in East of Nusa Tenggara. It's wide service area and demand uncertainty. Causes the company has a good decision to decide where the warehouse should be located, and how much the optimal number of warehouses to satisfy the demand. This research uses bi-criteria model to determine the best distribution network between Warehouse and Demand Region. There are two steps in data processing that will be done. The first step is to determine the cost that relation with the old distribution network in Flores use Gaur and Ravindran model and the second step is to develop the new alternative use trial and error method and then calculate the total cost and also responsiveness. After the solver output, we get the best one configuration from 2 alternative configuration distribution network that is developed. Alternative 1 is the best configuration network amount warehouse and demand region which is yield in decreasing total cost per month about Rp 49.996.000 or 11% from level Rp 417.280.400 to Rp 367.284.400. And also decreasing product miles about 7.500 or 5% from 153.500 become 146.000.

Keywords: Supply Chain, Product Miles, Level Aggregation

INTISARI

Penentuan level agregasi yang paling baik di dalam *supply chain* adalah salah satu masalah yang paling sulit dikarenakan adanya tujuan yang saling bertentangan dan ketidakpastian permintaan. PT. Nampar Nos adalah salah satu perusahaan air minum dalam kemasan yang mempunyai wilayah pemasaran yang tersebar di beberapa kabupaten yang ada di pulau Flores bahkan beberapa pulau yang ada di propinsi NTT. Luasnya cakupan daerah yang harus dilayani dan ketidakpastian permintaan menyebabkan perusahaan harus memiliki pertimbangan yang cukup matang untuk memutuskan dimana seharusnya lokasi dari gudang mereka dan berapa banyak *warehouse* yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan pasar. Pada penelitian ini digunakan model *bi-criteria* untuk menentukan konfigurasi jaringan distribusi terbaik antara *Warehouse* dan *Demand Region*. Terdapat dua tahap dalam pengolahan data yang akan dilakukan. Tahap pertama untuk menentukan biaya yang terkait dengan jaringan distribusi yang sudah ada di pulau Flores dengan menggunakan model Gaur dan Ravindran dan tahap kedua membangun jaringan distribusi baru dengan metode *Triall and Error*, kemudian dilakukan perhitungan total biaya dan juga respon ke *customer*. Hasil dari penelitian ini didapatkan 1 alternatif terbaik dari 2 alternatif konfigurasi yang dibangun. Alternatif 1 merupakan konfigurasi jaringan distribusi terbaik antara *Warehouse* dan *Demand Region* yang menghasilkan penurunan total biaya perbulan sebesar Rp 49.996.000 atau 11% dari level Rp 417.280.400 turun hingga mencapai level Rp 367.284.400, dan penurunan *product miles* sebesar 7.500 atau 5% dari 153.500 menjadi 146.000.

Kata Kunci : Supply Chain, Product Miles, Level Agregasi

^{1,2} Email: industry.akprind@gmail.com

PENDAHULUAN

Perkembangan industri yang dinamis saat ini membawa banyak perubahan yang drastic, hal ini karena esensi dan persaingan terletak pada bagaimana sebuah perusahaan dapat mengimplementasikan proses penciptaan produknya secara lebih murah, lebih baik, dan lebih cepat (*Cheaper, Better, Faster*). Untuk mendapatkan keuntungan maksimal dan memenuhi permintaan pasar diperlukan usaha penghematan biaya total yang meliputi biaya angkutan, biaya perawatan mesin, biaya operasional perusahaan serta memperhatikan pola distribusi produknya agar dapat menentukan jumlah yang optimal pada daerah tujuan yang tepat.

Menentukan level agregasi yang paling baik yaitu jumlah gudang atau *distribution centers* yang optimal untuk memenuhi permintaan sesuai dengan *service level* yang diinginkan didalam *supply Chain* adalah salah satu masalah yang paling sulit karena ini menyangkut tidak hanya praktek untuk meminimumkan ongkos total didalam *supply chain* namun juga menjaga dan mempertahankan respons yang bagus kepada *customer*, demikian juga yang dialami oleh PT. Nampar Nos yang merupakan salah satu perusahaan air minum dalam kemasan yang mempunyai wilayah pemasaran yang tersebar di beberapa kabupaten yang ada di Pulau Flores bahkan beberapa pulau yang ada di Propinsi NTT. Luasnya cakupan area yang harus dilayani dan ketidakpastian permintaan menyebabkan perusahaan harus memiliki pertimbangan yang cukup matang untuk memutuskan dimana seharusnya lokasi dari *Warehouse* (Gudang) mereka dan berapa banyak *Warehouse* yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan pasar (*Demand Region*).

Untuk itu perlu ditentukan konfigurasi jaringan distribusi terbaik antara *Warehouse* dan *Demand Region* yang ada pada PT. Nampar Nos Ruteng dengan menggunakan Model *Bi-Criteria* sehingga terjadi keseimbangan antara *Reduction In Cost* dan *Maximization of Responsiveness*. Konfigurasi jaringan distribusi terbaik antara *Warehouse* dan *Demand Region* yang diperoleh dapat diketahui total biaya yang minimal dan juga *responsiveness* yang maksimal kepada *Customer*, sehingga bisa dijadikan

bahan pertimbangan dalam keputusan perubahan alternatif konfigurasi jaringan distribusi antara *Warehouse* dan *Demand Region*.

Model *Bi-Criteria* pada prinsipnya, merupakan suatu model matematis yang digunakan dalam masalah penentuan level agregasi yang paling baik antara *Warehouse* dan *Demand Region* atau sering disebut permasalahan *Risk Pooling/inventory Agregation* (Gaur, dkk, 2006). Agregasi persediaan (*Inventory aggregation*) adalah salah satu cara yang paling efisien untuk mengurangi tingkat Stok pengaman (*safety stock*), dengan demikian dapat mengurangi persediaan dalam *Supply Chain*. Dalam *Supply Chain* penentuan level agregasi yang paling baik (jumlah gudang atau *Distribution centers* optimal untuk memenuhi permintaan sesuai dengan tingkat pelayanan yang diinginkan) adalah salah satu masalah yang paling sulit dikarenakan adanya tujuan yang berbeda dan ketidakpastian permintaan. hal ini tidak hanya menyangkut usaha untuk meminimumkan ongkos total di dalam *Supply Chain* namun juga menjaga dan mempertahankan *respon* yang bagus kepada *Customer*.

Safety stock merupakan hal perlu dipertimbangkan dalam suatu rantai pasok karena mempunyai pengaruh yang besar terhadap peningkatan biaya penyimpanan yang pada akhirnya dapat mengurangi efisiensi operasional *supply chain*. Dalam rantai pasok, *safety stock* digunakan sebagai stok pengaman untuk menghindari resiko kehabisan stok akibat ketidakpastian jumlah permintaan *customer* dan juga peningkatan waktu tunggu. Ada dua hal yang perlu dipertimbangkan untuk mengetahui kebutuhan dari *retailer* yang ada dalam *supply chain* adalah sebagai berikut (Indarajit, dkk, 2002) :

- Setiap *retailer* disuplai oleh gudangnya masing-masing.
- Semua *retailer* disuplai oleh satu gudang sentral.

Pada point pertama diatas, *safety stock* benar-benar harus dijaga atau diperhatikan pada gudang masing-masing, untuk memenuhi jumlah kebutuhan yang selalu berubah-ubah dari setiap *retailer*. Hal ini tentunya berakibat pada peningkatan jumlah *safety stock* dalam *supply chain*. Sedangkan pada point ke-

dua, dijelaskan bahwa kebutuhan *retailer* itu teragregasi oleh gudang sentral dengan melakukan peramalan kebutuhan untuk semua *retailer* sehingga dapat di ketahui jumlah kebutuhan masing-masing *retailer*. Hal ini tentunya dapat mengurangi dari tingkat stok pengaman yang ada dalam *supply chain*.

Demand dan *Lead time* pada kasus diatas adalah bersifat stokastik, ketidakpastian permintaan dan *lead time* serta hubungan antara *demand* untuk *region* yang berbeda, membuat masalah ini menjadi suatu "*bi-criteria nonlinear stokastik integer program*" yang akan sangat sulit diselesaikan untuk jumlah gudang dan *retailer* yang sangat banyak, oleh karena itu untuk mengatasi hal ini, ada 2 tahap algoritma yang digunakan untuk menemukan suatu solusi optimal. Pada *stage1*, alternatif yang berbeda dibangun dengan memperhatikan pembatas yang telah diberikan. Tujuan utama dari linear integer program adalah digunakan untuk membangun rancangan jaringan kerja yang *feasible*. Pada *stage2* akan dicari *total cost* dan *responsiveness*.

Masalah '*risk pooling*' meliputi – keputusan yang akan menentukan gudang (*Distribution centers*) menuju *retailers* dan kebijakan *inventory* pada gudang tersebut sehubungan dengan meminimalkan ongkos total dari sistem dan memaksimalkan *responsiveness* dari sistem (ketersediaan produk). Dalam penelitian ini, masalah *risk pooling* dimodelkan sebagai suatu *bi-criteria stochastic nonlinear integer program*.

Total cost diperoleh dari penjumlahan (Gaur, dkk, 2006):

- *Inventory Holding cost*, yang merupakan biaya pemeliharaan inventori pada gudang
- *Facility cost*, merupakan biaya setting up gudang (pengadaan gudang)
- *Operating cost*, merupakan biaya dalam menjalankan pergudangan.
- *Transportation cost*, merupakan biaya transportasi produk dari gudang ke daerah kebutuhan. (*demand region*).

Responsiveness diukur dari jarak produk, dalam arti ketersediaan produk terhadap daerah kebutuhan (Zulkifli, 2005), dimana semakin pendek jarak tempuh produk ke daerah kebutuhan, maka semakin cepat pula pelayanan

/respon terhadap kebutuhan daerah tersebut (*maximizes responsiveness*).

Solusi dari permasalahan *Risk pooling* yang diselesaikan dengan Model *Bi-criteria* ini diantaranya adalah sebagai berikut :

- Dapat menentukan lokasi dari gudang
- Menentukan daerah kebutuhan yang dilayani oleh masing-masing gudang yang masih berada dibawah gudang sentral.
- Jumlah unit yang dikirim dari satu gudang ke satu daerah kebutuhan
- kebijakan *inventory order* (jumlah pesanan dan *reorder point*) untuk masing-masing gudang.

Data yang diberikan (Parameter)

- C_i : *Facility cost*, yang merupakan biaya pengadaan (*setting up*) suatu gudang pada suatu lokasi tertentu. (note : C_i dapat bernilai (-) dalam hal penutupan gudang.
- O_i : *Operating Cost*, biaya dalam menjalankan satu gudang (perunit produk)
- T : *Transportation Cost*, biaya transportasi 1unit/mil
- H_i : *Inventory Holding cost*, merupakan biaya simpan persediaan, (per Rupiah/thn) pada gudang "i"
- A_i : *Fixed ordering cost*, merupakan biaya pesan tetap pada gudang "i"
- M_i : Kapasitas dari gudang "i" yang menentukan level agregasi yang mungkin.
- D_j : Kebutuhan dari daerah konsumen/*retailer* "j" yang harus dipenuhi oleh rantai pasok (D_j adalah variable random dengan $f(x)$ sebagai fungsi tujuan)
- α_{i-j} : Matrik asosiasi (gabungan) antara gudang dan *retailer* (matriks bernilai '1' sebagai nilai sel (α_{i-j}) jika gudang 'i' mampu melayani *retailer* 'j' dan sebaliknya bernilai '0' jika gudang 'i' tidak mampu melayani *retailer* 'j'. kapasitas dari gudang untuk melayani *demand region* diketahui dalam system dan dipertimbangkan sebagai satu parameter.
- d_{i-j} : jarak antara gudang 'i' dan *retailer* 'j', yang menentukan biaya transportasi dan juga *responsiveness* dari system distribusi. (biaya transportasi didapatkan dari jumlah produk yang dikirim dari gudang 'i' menuju *retailer* 'j' x Jarak antara gudang-retailer. Sedangkan *Responsiveness* diukur dari jarak produk, semakin pendek jarak

tempuh produk ke daerah kebutuhan, maka semakin cepat pula pelayanan /respon terhadap kebutuhan daerah tersebut)

- ρ_{p-q} : Koefisien korelasi antara *demand* untuk *region* 'p' dan 'q'
- Sedangkan Variabel keputusan Berdasarkan data diatas, variabel keputusan harus ditentukan untuk menyelesaikan masalah '*Risk pooling*'.
- δ_i : ditentukan jika suatu gudang dilokasikan pada lokasi khusus. Ini merupakan suatu *binary Variable* dan bernilai '1' jika gudang berada pada lokasi 'i' atau sebaliknya bernilai '0' jika tidak berada pada lokasi 'i'.
- χ_{i-j} : merupakan jumlah unit yang harus dikirim dari gudang 'i' ke demand Region/retailer 'j'.
- Q_i : merupakan *economic order quantity* yaitu jumlah unit yang harus dipesan tiap waktu sebagai pesanan yang ditempatkan di gudang 'i'.
- S_i : merupakan reorder point untuk gudang 'i'

Pembatas kebutuhan "Pastikan bahwa kebutuhan dari satu *retailer* telah terpenuhi. Ini didapat dari penjumlahan unit yang dikirim dari semua gudang menuju retailer tertentu atau sama dengan jumlah kebutuhan dari retailer.

$$\sum \alpha_{i-j} * \chi_{i-j} = D_j \text{ untuk semua } j \quad (1)$$

Pembatas kapasitas, membatasi pengiriman dari satu gudang tidak boleh melebihi kapasitas yang dia punya.

$$\sum \alpha_{i-j} * \chi_{i-j} \leq M_i * \delta_i \text{ untuk semua } i \quad (2)$$

Jumlah *order* harus merupakan non-negatif Quantity kapanpun/selama suatu pesanan ditempatkan oleh satu gudang. Sehubungan dengan *safety stock* yang bernilai (+) *reorder point* harus >1 atau \geq rata-rata permintaan selama *lead time* $s_i \geq LTD_i$ untuk semua i.

Fungsi tujuan: (1). Minimasi *Total Annual cost* = *Facility Cost* + *O-perating cost*+*Transportation Cost*+*Ordering Cost* +*Inventory Cost*. (2). Maksimasi *Responsiveness*.

Bi-Criteria merupakan suatu model yang digunakan untuk menentukan konfigurasi jaringan distribusi terbaik da-

lam memenuhi permintaan *customer*, dimana dalam penyelesaiannya terdapat 2 tahap (*stage*) pengolahan data yang akan dilakukan. Tahap pertama untuk menentukan Jumlah *warehouse* yang optimal dengan kombinasi *demand region* yang fisibel di pulau flores, dan tahap kedua untuk melakukan perhitungan total biaya (*Total Annual cost*).

Stage 1 Min Z

$$\sum_i C_i * \delta_i + \sum_i \sum_j O_i \chi_{i-j} + \sum_i \sum_j t * d_{i-j} * \chi_{i-j}$$

Subject to :

$$\sum_i \alpha_{i-j} * \chi_{i-j} = D_j + 2 * \sigma_j \text{ untuk semua } j;$$

$$M_j * \delta_j \geq \sum_i \alpha_{i-j} * \chi_{i-j} \text{ untuk semua } i$$

Stage 2 Total Annual Cost =

$$\sum_i \left[\left\{ A_i * (36R_i / Q_i) + \left\{ Q_i / 2 + (S_i - \mu_{xi}) \right\} * h_i * v_i \right\} + \left(\sum_{j \in B_i} 365 * D_j * t * d_{i-j} \right) + C_i + O_i * R_i \right]$$

Supply Chain Management atau (SCM) adalah konsep atau mekanisme untuk meningkatkan produktifitas total perusahaan dalam rantai *supply* melalui optimalisasi waktu, lokasi dan aliran kuantitas bahan. (Watanabe, 2001) atau menurut Zabidi, (2001), SCM adalah konsep yang digunakan untuk mengatur aliran produk, informasi dari seluruh aktifitas perusahaan sebagaimana diperlihatkan pada (Gambar 1)

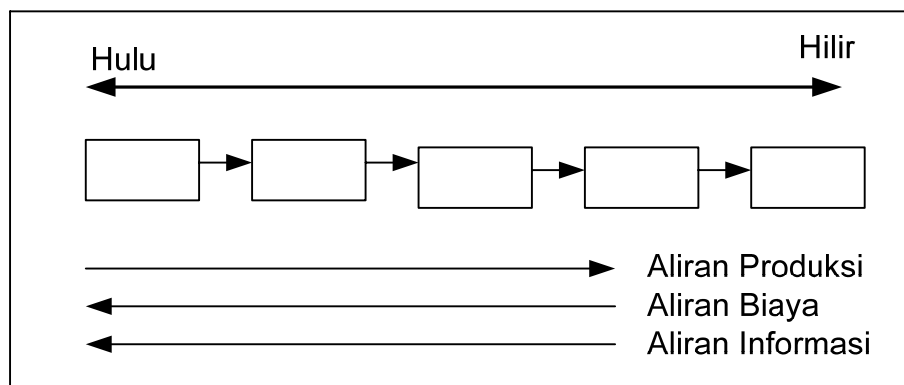
Sebuah *supply chain* (SC) yang sederhana memiliki komponen yang biasanya disebut *channel*. Misalnya *supplier*, *manufaktur*, *distribution center*, *wholesaler*, dan *retailer*. Semua *channel* tersebut bekerja untuk memenuhi kebutuhan konsumen akhir. Setiap *channel* dalam SC akan memiliki aktivitas-aktivitas yang saling mendukung. Secara keseluruhan aktivitas tersebut meliputi perancangan produk, peramalan kebutuhan, pengadaan material, produksi, pengendalian persediaan, distribusi atau transportasi, penyimpanan atau pergudangan, dukungan kepada pelanggan, proses pembayaran, dan sebagainya. Secara umum, semua aktivitas-aktivitas tersebut dilakukan tanpa atau dengan sedikit koordinasi.

Chain 1: *Suppliers* jaringan bermula dari sini, yang merupakan sumber yang menyediakan bahan pertama, dimana mata rantai penyaluran barang akan mulai. Bahan pertama ini bisa dalam bentuk bahan baku, bahan mentah, bahan penolong, bahan dagangan, suku cadang, dan sebagainya. Sumber pertama ini dinamakan *suppliers*. *Suppliers* ini biasanya banyak sekali.

Chain 1-2 : *Suppliers-Manufacturer* rantai pertama dihubungkan dengan rantai kedua, yaitu *manufacturer* atau *assembler* (perakit) atau *fabricator* (pembuat) atau bentuk lain yang melakukan pekerjaan membuat, memfabrikasi, mengasembling, merakit, mengkonversikan, ataupun menyelesaikan barang (*finishing*). Hubungan dengan mata rantai pertama ini sudah mempunyai potensi untuk melakukan penghematan. Tidak jarang

penghematan sebesar 40-60% bahkan lebih dapat diperoleh dari *inventory carry cost* dimata rantai ini. Dengan menggunakan konsep *supplier partnering* misalnya, penghematan dapat diperoleh.

Chain 1-2-3 : *Suppliers-Manufacturer-Distribution* barang yang sudah jadi dihasilkan oleh *manufacturer* sudah mulai harus disalurkan kepada pelanggan. Walaupun tersedia banyak cara, untuk penyaluran barang ke pelanggan, yang umumnya adalah melalui distribusi dan ini biasanya ditempuh oleh sebagian besar *supply chain* Barang dari pabrik melalui gudangnya disalurkan ke gudang *distributor* atau *whole-saler* (pedagang besar) dalam jumlah besar, dan pada waktunya nanti pedagang besar menyalurkan dalam jumlah yang lebih kecil kepada *retailers* (pengecer).



Gambar 1. *Supply Chain* Sederhana

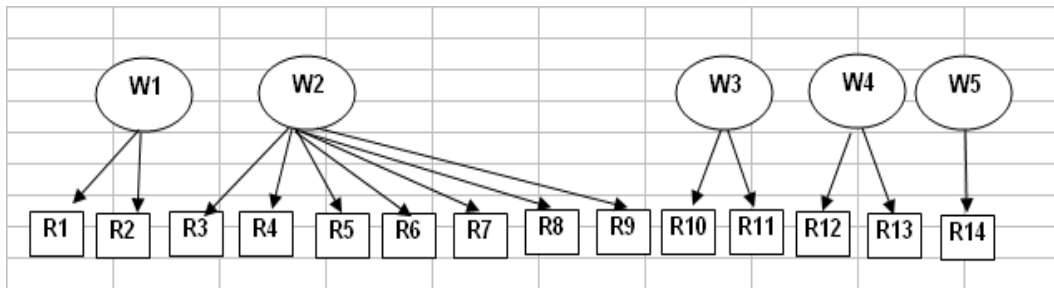
Chain 1-2-3-4 : *Suppliers-Manufacturer-Distribution-Retail outlets* pedagang besar biasanya mempunyai fasilitas gudang sendiri atau dapat juga menyewa dari pihak lain. Gudang ini digunakan untuk menimbun barang sebelum disalurkan lagi ke pihak pengecer. Sekali lagi disini ada kesempatan untuk memperoleh penghematan dalam bentuk jumlah *inventories* dan biaya gudang, dengan cara melakukan kembali pola-pola pengiriman barang baik dari gudang *manufacturer* maupun toko pengecer (*retail/outlets*)

Chain 1-2-3-4-5 : *Suppliers-Manufacturer Distribution-Retail outlets-Customer* dari rak-raknya, para pengecer atau *retailers* ini menawarkan barangnya langsung kepada para pelanggan atau pembeli atau pengguna barang tersebut. Yang termasuk *outlets* adalah

Toko, warung, Toko serba ada, pasar swalayan, toko koperasi, mal, *club stores*, dan sebagainya. Pokoknya dimana pembeli terakhir melakukan pembelian, walau secara fisik dapat dikatakan bahwa ini merupakan mata rantai terakhir. Sebetulnya masih ada satu mata rantai lagi yaitu dari pembeli, karena pembeli belum tentu pengguna sesungguhnya. Mata rantai suplai baru betul-betul berakhir setelah barang yang bersangkutan tiba di pemakai langsung.

PEMBAHASAN

Analisis Penentuan Konfigurasi Jaringan distribusi terbaik sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2 Jaringan Distribusi lama antara *Warehouse* dan *Demand Region* serta pada table 1 parameter *Retailer* dan table 2 *Warehouse*.



Gambar 2. Jaringan Distribusi lama antara Warehouse dan Demand Region

Tabel 1. Parameter Retailer

No	Retailer (Ri)	Mean Demand (unit/bln)	Standar Deviasi (unit)
1	Psr.Labuan	1800	95
2	Psr.Lembor	1000	95
3	Psr.Cancar	500	95
4	Psr.Ruteng	2000	95
5	Psr.Reo	500	95
6	Psr.Mano	500	95
7	PSr.Kisol	400	95
8	Psr.Borong	400	95
9	Psr.Waeran	500	95
10	Psr.Aimere	600	95
11	Psr.Bejawa	500	95
12	Psr.Mbay	500	95
13	Psr.Ende	1000	95
14	Psr.Maumere	1000	95

Tabel 2. Parameter Warehouse

Warehouse Gudang (Wi)	Capacity (Mi) Galon	Facility Cost (Ci) Tahun	Operating Cost/Unit (Oi) Perbulan
Labuan	4000	Rp 30 juta	Rp 375
Ruteng	6500	Rp 10 juta	Rp 230
Bajawa	2500	Rp 8 juta	Rp 600
Ende	2000	Rp 20 juta	Rp 750
Maumere	1500	Rp 25 juta	Rp 1000

$$\begin{aligned}
 \text{Facility Cost} &= \sum_i C_i * \delta_i \\
 &= \text{Rp } 30 \text{ jt } \delta_1 + \text{Rp } 10 \text{ jt } \delta_2 + \text{Rp } 8 \text{ jt } \delta_3 + \text{Rp } 20 \text{ jt } \delta_4 + \text{Rp } 25 \text{ jt } \delta_5 \\
 &= 30 \text{ jt } (1) + 10 \text{ jt } (1) + 8 \text{ jt } (1) + 20 \text{ jt } (1) + 25 \text{ jt } (1) \\
 &\text{Operating Cost (Perbulan)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \sum_i \sum_j O_i * \chi_{i-j} = \\
 &375 \{X_{(1,1)} + X_{(1,2)}\} + 230 \left\{ X_{(2,3)} + X_{(2,4)} + X_{(2,5)} + \right. \\
 &\quad \left. X_{(2,6)} + X_{(2,7)} + X_{(2,8)} \right. \\
 &\quad \left. + X_{(2,9)} \right\} \\
 &+ 600 \{X_{(3,10)} + X_{(3,11)}\} + 750 \{X_{(4,12)} + X_{(4,13)}\} \\
 &+ 1000 \{X_{(4,14)}\}
 \end{aligned}$$

Tabel 3. Matriks jarak antara Warehouse dan Retailer (km)

Wi	Retailer						
	1	2	3	4	5	6	7
1	5	30	-	-	-	-	-
2	-	-	10	4	12	10	30
3	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-

Wi	Retailer						
	8	9	10	11	12	13	14
1	-	-	-	-	-	-	-
2	40	48	-	-	-	-	-
3	-	-	20	5	-	-	-
4	-	-	-	-	30	4	-
5	-	-	-	-	-	-	5

Tabel 4. Matriks Asosiasi antara Warehouse dan Retailer (km)

Wi	Retailer						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	0	0	0	0	0
2	0	0	1	1	1	1	1
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0

Wi	Retailer						
	8	9	10	11	12	13	14
1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0	0
3	0	0	1	1	0	0	0
4	0	0	0	0	1	1	0
5	0	0	0	0	0	0	1

$$\text{Transportation Cost (perbulan)} = \sum_i \sum_j t * d_{i-j} * \chi_{i-j}$$

$$\{2000 * 5 * X_{(1,1)}\} + \dots + \{2000 * 5 * X_{(5,14)}\}$$

Keterangan $\chi(i, j)$ adalah jumlah unit yang dikirim dari Warehouse i ke Retailer j perbulan Subject to : Pembatas Kebutuhan :

$$\sum_i \alpha_{i-j} * \chi_{i-j} = D_j + 2 * \sigma_j \text{ untuk}$$

semua j

- Region (1) : $X_{(1,1)} = 1800 + 2 (95) = 1990$
- Region (2) : $X_{(1,2)} = 1000 + 2 (95) = 1190$
- Region (3) : $X_{(2,3)} = 500 + 2 (95) = 690$
- Region (4) : $X_{(2,4)} = 2000 + 2 (95) = 690$
- Region (5) : $X_{(2,5)} = 500 + 2 (95) = 690$
- Region (6) : $X_{(2,6)} = 500 + 2 (95) = 690$
- Region (7) : $X_{(2,7)} = 400 + 2 (95) = 590$
- Region (8) : $X_{(2,8)} = 400 + 2 (95) = 590$
- Region (9) : $X_{(2,9)} = 500 + 2 (95) = 690$
- Region (10) : $X_{(3,10)} = 600 + 2 (95) = 790$
- Region (11) : $X_{(3,11)} = 500 + 2 (95) = 690$
- Region (12) : $X_{(4,12)} = 500 + 2 (95) = 690$
- Region (13) : $X_{(4,14)} = 1000 + 2 (95) = 1190$
- Region (14) : $X_{(5,15)} = 1000 + 2 (95) = 1190$

$$M_j * \delta_j \geq \sum_i \alpha_{i-j} * \chi_{i-j} \text{ untuk semua } i$$

$$\text{Gudang (1) : } 4000 \delta_{(1)} \geq X_{(1,1)} + X_{(1,2)}$$

$$\text{Gudang (2) : } 6500 \delta_{(2)} \geq X_{(2,3)} + X_{(2,4)} + X_{(2,5)} + X_{(2,6)} + X_{(2,7)} + X_{(2,8)} + X_{(2,9)}$$

$$\text{Gudang (3) : } 2500 \delta_{(3)} \geq X_{(3,10)} + X_{(3,11)}$$

$$\text{Gudang (4) : } 2000 \delta_{(4)} \geq X_{(4,12)} + X_{(4,13)}$$

$$\text{Gudang (5) : } 1500 \delta_{(5)} \geq X_{(5,14)}$$

Pembatas Integer : $\delta_i = 1$ jika gudang exist; dan $= 0$ sebaliknya; untuk semua i. $\alpha_{i-j} = 1$ jika gudang i mengirim ke region j; dan $= 0$ sebaliknya; untuk semua i, j;

Stage1 (Penentuan biaya yang terkait dengan jaringan distribusi) maka Min Z=

$$\sum_i C_i * \delta_i + \sum_i \sum_j O_i \chi_{i-j} + \sum_i \sum_j t * d_{i-j} * \chi_{i-j}$$

$$= \text{Rp } 7.750.000 + \text{Rp. } 6.390.400 + 403.140.000 = \text{Rp } 417.280.400,-$$

$$\text{Responsiveness Product Miles} = \sum_i \sum_j d_{i-j} * \chi_{i-j}$$

$$\{d_{(1,1)} * 1800\} + \dots + \{d_{(5,14)} * 1000\}$$

$$\{5 * 1800\} + \{30 * 1000\} + \dots + \{5 * 1000\}$$

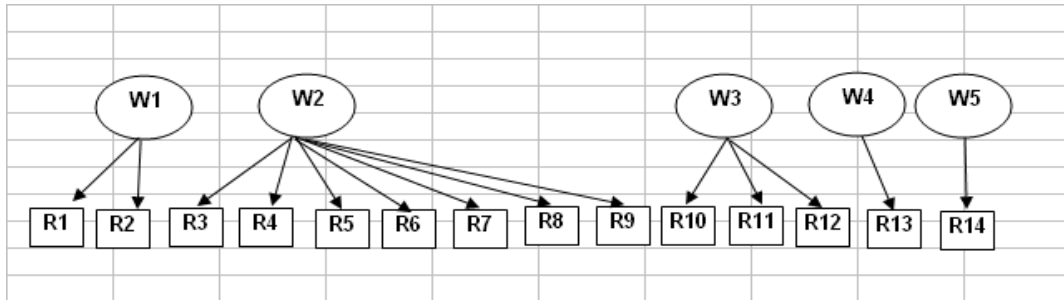
$$= 153.500$$

Stage 2 (Membangkitkan alternatif baru dengan Trial and Error.

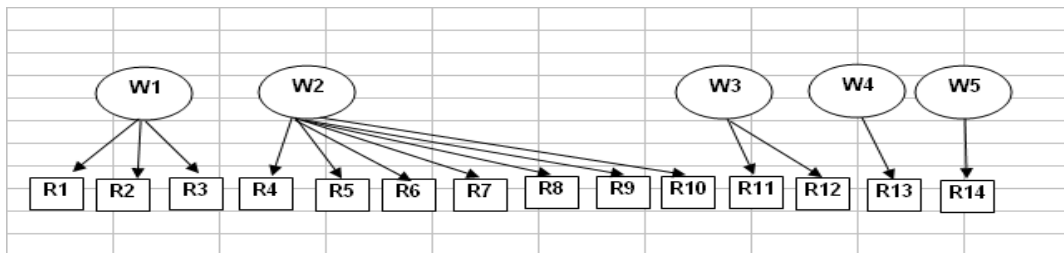
- Alternatif 1: dibangun dengan mempertimbangkan faktor jarak terdekat dengan gudang dan pembatas kapasitas gudang yang menyuplainya. Pada jaringan distribusi sebelumnya, Pasar Mbay disuplai oleh gudang Ende dengan jarak wilayah antara gudang dan Demand region tersebut adalah 30 km, tetapi pada alternatif 1 Pasar Mbay dimasukkan dalam Demand Region yang akan disuplai oleh Gudang Bajawa, karena dari parameter jarak, Pasar Mbay ternyata lebih dekat dengan Gudang Bejawa dengan jarak 15km.
- Alternatif 2 dibangun dengan mempertimbangkan faktor pembatas kapasitas gudang yang menyuplainya. Pada jaringan distribusi sebelumnya, Pasar Cancar disuplai oleh Gudang Ruteng dengan jarak wilayah antara Gudang dan Demand region tersebut adalah 10km, tetapi pada alternatif 2 Pasar Cancar dimasukkan dalam Demand Region yang akan disuplai oleh Gudang Labuan, karena dari parameter kapasitas, Gudang Labuan masih mampu untuk menyuplai 1 region lagi dari kapasitas yang dimiliki meskipun dari parameter jarak lebih jauh yaitu 50km. Sama halnya dengan pasar Aimere, sebelumnya disuplai oleh gudang bejawa dengan jarak antar wilayahnya adalah 20km, tapi karena kapasitas gudang ruteng masih mampu untuk menyuplai 1 region lagi maka pasar Aimere dimasukkan dalam demand region yang akan disuplai oleh gudang ruteng dengan jarak tempuh tidak kurang dari jarak 56km.
- Hasil dan evaluasi terhadap konfigurasi ini menunjukkan bahwa alternatif distribusi baru dibangun dengan (alternatif 1) merupakan Konfigurasi jarring-

an distribusi terbaik dimana didapatkan penghematan biaya Transportasi sebesar Rp.35.855.600,- dan biaya operasional gudang terjadi penghematan sebesar Rp 1.296.000,-sehingga menghasilkan penurunan biaya total perbulan sebesar Rp 49.996.000

atau 11% dari yang tadinya pada level Rp 417.280.400 turun hingga sampai menjadi level Rp 367.284.400 dan *Responsiveness*nya meningkat dimana terjadi penurunan *product miles* sebesar 7.500 atau 5% dari 153.500 menjadi 146.000.



Gambar 3. Alternatif 1 Jaringan Distribusi antara Warehouse dan Demand Region



Gambar 4. Alternatif 2 Jaringan Distribusi antara Warehouse dan Demand Region

Tabel 5. Perbandingan *Cost*, *Responsiveness* antara jaringan distribusi lama dan baru

	Jaringan Lama	Jaringan Baru	
		Alternatif 1	Alternatif 2
Facility Cost	Rp 7.750.000	Rp 7.750.000	Rp 7.750.000
Operating Cost	Rp. 6.390.400	Rp. 5.094.400	Rp 5.794.650
Transportation Cost	Rp 403.140.000	Rp 354.440.00	Rp 494.520.000
Total Cost	Rp 417.280.400	Rp 367.284.400	Rp 508.064.650
Responsiveness	153.500	146.000	178.600

Alternatif Strategi Distribusi Air Galon merupakan alternatif yang dapat dilakukan disini adalah melakukan aliansi atau kerja sama dengan Agen besar tiap daerah yang ada di pulau Flores, dalam arti mengajak mereka untuk mau menjadi kepanjangan tangan dari PT. Nampar Nos untuk mendistribusikan air galon di daerah tersebut. Dengan demikian persediaan, tidak hanya terakumulasi di gudang-gudang saja tetapi juga berada di masing-masing daerah, se-

hingga jumlah gudang dapat diminimalisasi. Kondisi ini akan memenuhi konsep strategi dimana produk akan mudah diperoleh dan tersedia di dekat pelanggan. Di lain pihak perusahaan tidak perlu melakukan penambahan investasi alat transportasi untuk mencegah penurunan tingkat pelayanan, PT. Nampar Nos hanya perlu mendistribusikannya kepada Agen-agen besar yang sudah memiliki kontribusi cukup berarti bagi pemasaran air gallon.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diperoleh konfigurasi jaringan distribusi terbaik antara *Warehouse* dengan *Demand region* ditunjukkan oleh alternatif 1 dimana terjadi perubahan pada daerah *Demand region* (Pasar Mbay) yang semula dilayani oleh Gudang Ende, dengan jaringan baru berubah menjadi dilayani oleh gudang Bajawa.

Ongkos Total minimal yang diperlukan dalam pengadaan Warehouse yang terbentuk oleh jaringan distribusi baru adalah sebesar Rp 367.284.400,- dan responsiveness yang maksimal terhadap Demand Region adalah sebesar 146.000.

Penelitian ini dapat dikembangkan lagi dengan memperhatikan segala hal yang mempengaruhi sistem pendistribusian dari gudang ke *demand region*, diantaranya memperhitungkan faktor *Lead time*, *safety stock*, *reorder point* agar diperoleh *total Annual cost* yang minimal. Faktor *Dummy* dipertimbangkan dalam pemilihan alternatif lokasi

sumber ataupun tujuan. kondisi jalan yang tidak baik dipertimbangkan dalam permasalahan sistem distribusi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Gaur, S., and Ravindran, R., 2006, *A Bi-Criteria Model for the inventory aggregation problem under risk pooling*.
- Indarajit, RE., dan Djokopranoto, 2002, *Konsep Manajemen Supply Chain*, Gramedia, Jakarta
- Watanabe, R., 2001, *Supply Chain Management Konsep dan Teknologi*, *Usahawan no.02 th XXX*, Indonesia
- Zabidi, Y., 2001, *Supply Chain Management Teknik terbaru dalam mengelola aliran material/produk dan informasi dalam memenangkan persaingan*, *Usahawan no. 02 th XXX*, Indonesia
- Zulkifli, 2005, *Analisis Perbandingan Jalur Distribusi produk dan Biaya Transportasi dengan teori Fuzzy*, Skripsi, Institut Sains & Teknologi AKPRIND, Yogyakarta