

## OPTIMASI RANCANGAN JARINGAN DISTRIBUSI PADA RANTAI PASOK BAHAN PANGAN DI JAWA TIMUR

**Imron Rosyadi NR\*, I Nyoman Pujawan, Iwan Vanany.**

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.  
Jl. Raya ITS Sukolilo, Surabaya 60111.

\*Email: imron.madura@gmail.com

### Abstrak

*Desain jaringan supply chain merupakan keputusan strategis, yaitu penentuan jumlah, lokasi dan kapasitas pada setiap bagian supply chain. Penelitian ini dilakukan pada tiga tingkatan jaringan distribusi supply chain bahan pangan (pemasok, distribution center, dan konsumen) di Jawa Timur dengan menggunakan multi produk, multi periode, dan ketidakpastian pada pasokan bahan pangan. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) menghasilkan model desain jaringan distribusi bahan pangan, (2) menentukan jumlah dan lokasi distribution center (DC) bahan pangan yang dibutuhkan agar dapat meminimumkan total biaya logistik. Masalah dalam penelitian ini dirumuskan dalam model Mixed Integer Linear Programming (MILP) dan diselesaikan menggunakan teknik standar branch-and-bound. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pada skenario permintaan 10% total biaya logistik yang paling rendah pada skenario 1 dengan membuka dua DC dengan kapasitas 100.000 Ton, yaitu pada DC (5 dan 6). Pada skenario permintaan 20% total biaya logistik yang paling rendah pada skenario 5 dengan membuka dua DC dengan kapasitas 200.000 Ton, yaitu pada DC (5 dan 6). Dan pada skenario permintaan 30% total biaya logistik yang paling rendah pada skenario 9 dengan membuka dua DC dengan kapasitas 300.000 Ton, yaitu pada DC (5 dan 6). Peningkatan jumlah permintaan dapat mempengaruhi kapasitas DC yang akan dibuka, yaitu pada permintaan 10% menggunakan kapasitas sebesar 100.000 Ton, pada permintaan 20% menggunakan kapasitas DC sebesar 200.000 Ton, dan pada permintaan 30% menggunakan kapasitas DC sebesar 300.000 Ton.*

**Kata kunci:** *Desain Jaringan Supply Chain, Jaringan Distribusi Supply Chain, Model Lokasi Fasilitas dan Mixed Integer Linear Programming.*

### 1. PENDAHULUAN

Pangan merupakan suatu komoditas yang sangat penting dan paling mendasar dalam kebutuhan sehari-hari. Ketersediaan pangan merupakan suatu yang sangat penting untuk menjamin pasokan pangan dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Ketersediaan pangan dapat dipenuhi dari tiga sumber, yaitu: produksi dalam negeri, pemasokan bahan pangan, dan pengelolaan cadangan pangan. Berdasarkan angka sasaran data produksi pangan Jawa Timur Tahun 2014, telah mengalami surplus beras sebesar 3.903.952 ton, jagung surplus 4.982.146, kedelai mengalami kekurangan sebesar 100.790 ton, kacang tanah surplus 133.834 ton, dan kacang hijau surplus 42.939. Hal ini menunjukkan bahwa Provinsi Jawa Timur memiliki potensi yang besar dalam masalah ketersediaan bahan pangan untuk memenuhi kebutuhan konsumen, akan tetapi potensi ini masih kurang berjalan dengan baik karena pendistribusian bahan pangan masih kurang terintegrasi dengan baik sehingga harga bahan pangan menjadi tidak stabil dikarenakan lamanya proses pendistribusian dan biaya transportasi yang cukup tinggi sehingga harga bahan pangan menjadi mahal. Agar harga bahan pangan menjadi stabil dan relatif lebih murah sehingga bisa terjangkau oleh seluruh kalangan masyarakat, maka proses distribusi bahan pangan harus dikelola dengan baik.

Menurut Isbandi dan Rusdiana (2014), ketersediaan pangan di seluruh wilayah dilakukan distribusi pangan melalui upaya pengembangan sistem distribusi pangan secara efisien, dapat mempertahankan keamanan, mutu dan gizi pangan serta menjamin keamanan distribusi pangan. Masalah ketersediaan bahan pangan di seluruh wilayah konsumen sangat berkaitan erat dengan masalah distribusi. Masalah distribusi ini meliputi infrastruktur, institusi, jaringan distribusi dan kapasitas produksi antara wilayah dan musim (Saifullah, 2013). Distribusi memiliki peranan yang sangat penting dalam pemenuhan kebutuhan pangan yang berkaitan tentang jumlah dan waktu yang tepat, serta terjangkau atau sesuai dari segi harga. Pengembangan distribusi pangan dilakukan

dengan perbaikan sistem distribusi menjadi lebih efektif dan efisien dapat meningkatkan kelancaran arus pendistribusian bahan pangan antar wilayah. Oleh karena itu semua elemen jaringan distribusi pangan harus terintegrasi dan berkolaborasi dengan baik sebagai anggota dalam suatu jaringan *supply chain*, sehingga pemenuhan kebutuhan konsumen bisa berjalan efektif dan efisien.

Strategi kolaborasi dapat memberikan kesempatan untuk melakukan penghematan biaya, layanan konsumen yang lebih baik, dan keunggulan yang kompetitif bagi semua anggota dalam *supply chain* (Cilebi, 2015). Keberhasilan suatu *supply chain* tergantung pada integrasi dan koordinasi semua anggota *supply chain* dalam membentuk struktur jaringan yang efisien. Jaringan *supply chain* yang efisien dapat meminimumkan biaya operasi pada seluruh *supply chain* dan dapat bergerak dengan cepat dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Peningkatan biaya transportasi merupakan faktor utama dalam menentukan keputusan tentang penempatan lokasi pemasok dan pusat distribusi, serta penentuan jumlah persediaan yang harus disimpan. Selain itu, manajemen persediaan yang optimal telah menjadi tujuan utama untuk mengurangi biaya dan meningkatkan layanan konsumen (Rodriguez dkk., 2014; Daskin dkk., 2002).

Desain jaringan *supply chain* merupakan suatu masalah yang melibatkan beberapa keputusan strategis seperti menentukan jumlah, lokasi, dan kapasitas dari fasilitas yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan konsumen diberikan secara efisien dan tepat waktu (Klibi dkk., 2010; Pujawan dan Mahendrawathi, 2010). Menurut Simchi-Levi dkk. (2008), desain jaringan merupakan suatu keputusan strategis yang memiliki efek jangka panjang pada perusahaan. Hal ini melibatkan keputusan yang berkaitan dengan lokasi pasokan, pabrik, gudang dan pusat distribusi. Keputusan desain jaringan dapat menemukan konfigurasi *supply chain* dan memiliki dampak yang signifikan pada biaya logistik dan responsif (Chopra dan Meindl, 2010). Sedangkan menurut Ozgen & Gulsun (2014), masalah lokasi fasilitas berkapasitas dan desain jaringan *supply chain* adalah salah satu masalah keputusan strategis yang paling komprehensif yang perlu dioptimalkan untuk operasi jangka panjang yang efisien dari seluruh *supply chain*.

Menurut Yu-An dkk. (2014), penentuan lokasi fasilitas dan tugas klien adalah salah satu isu yang paling penting dalam merancang jaringan distribusi yang efisien. Dan menurut Dantrakul dkk. (2014), masalah lokasi terdiri dari beberapa klien dan satu set lokasi potensial di mana fasilitas dapat ditempatkan. Sedangkan menurut Gulpinar dkk. (2013), masalah lokasi fasilitas dapat dianggap sebagai generalisasi dari masalah transportasi, dengan penambahan biaya tetap untuk membuka fasilitas. Jumlah fasilitas yang tinggi dapat mengurangi *lead time* untuk memberikan produk ke konsumen akhir (Cardona-Valdes dkk., 2011). Salah satu kunci dari produktivitas dan profitabilitas *supply chain* adalah jaringan distribusi yang dapat digunakan untuk mencapai berbagai tujuan *supply chain* mulai dari biaya yang rendah hingga responsif yang tinggi. Mendesain jaringan distribusi terdiri dari tiga masalah utama, yaitu masalah *location-allocation*, masalah *vehicle routing*, dan masalah *inventory control* (Ahmadi-Javid dan Azad, 2010). Oleh karena itu, agar produktivitas dan profitabilitas *supply chain* berjalan dengan baik sesuai dengan tujuan utama organisasi maka jaringan distribusi harus dirancang secara efektif dan efisien.

Penelitian tentang masalah desain jaringan distribusi *supply chain* telah banyak dibahas. Kebanyakan penelitian tersebut hanya membahas pada periode tunggal, sehingga tidak bisa mengakomodir untuk produk-produk yang bersifat musiman, contohnya Razmia dkk. (2013), mengembangkan model *bi-objective two-stage stochastic mixed-integer linear programming* untuk mendesain ulang jaringan gudang yang handal. Sementara Boujelben dkk. (2014), mempertimbangkan multi produk dalam masalah desain jaringan distribusi pada studi kasus di industri otomotif. Berdasarkan asumsi yang realistis, yang memperkenalkan volume yang minimum, jarak cakupan yang maksimum dan kendala sumber tunggal. Cardona-Valdes dkk. (2011), mengembangkan masalah optimasi desain jaringan produksi-distribusi dua eselon dengan beberapa pabrik, pelanggan dan satu set kandidat pusat distribusi. Penelitian ini memasukkan unsur ketidakpastian permintaan pelanggan dalam lokasi pusat distribusi dan moda transportasi dalam keputusan alokasi. Ahmad-Javid dan Hoseinpour (2015), mempelajari masalah keuntungan maksimal lokasi-persediaan pada jaringan distribusi *supply chain* multi komoditas dengan permintaan harga-sensitif. Georgiadis dkk. (2011), mengembangkan desain jaringan *supply chain* terdiri dari fasilitas produksi multi produk dengan sumber daya produksi bersama, gudang, pusat distribusi dan zona pelanggan dan beroperasi berdasarkan waktu ketidakpastian permintaan yang

berbeda-beda. Rodriguez dkk. (2014), mengembangkan model optimasi desain ulang *supply chain* pada bagian pengiriman suku cadang dengan ketidakpastian permintaan dari perspektif strategis dan taktis dalam horizon perencanaan yang terdiri dari beberapa periode. Beberapa penelitian tentang desain jaringan distribusi di atas hanya dilakukan pada industri manufaktur dengan memperhatikan ketidakpastian hanya pada wilayah permintaan saja, padahal ketidakpastian juga bisa terjadi pada wilayah pasokan yang disebabkan oleh kondisi lingkungan.

Penelitian tentang desain jaringan distribusi ini dilakukan pada *supply chain* bahan pangan. Penelitian ini dilakukan pada tiga tingkatan jaringan distribusi *supply chain* bahan pangan (pemasok, *distribution center*, dan konsumen) di Jawa Timur dengan menggunakan multi produk, multi periode, dan ketidakpastian pada pasokan bahan pangan. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan model desain jaringan distribusi bahan pangan, dan menentukan jumlah dan lokasi *distribution center* (DC) bahan pangan yang dibutuhkan agar dapat meminimumkan total biaya logistik.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Pengembangan Model

Pemecahan masalah optimasi rancangan jaringan distribusi dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan masalah lokasi fasilitas yang berkapasitas. Pengembangan model desain jaringan distribusi ini dilakukan pada tiga tingkatan jaringan distribusi *supply chain* (pemasok, DC, dan konsumen) dengan mempertimbangkan masalah multi periode, multi produk, dan menambahkan masalah *inventory* untuk mengantisipasi ketidakpastian pada pasokan. Agar dapat menghasilkan solusi yang optimal, perumusan masalah desain jaringan distribusi ini menggunakan model *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) dan diselesaikan menggunakan teknik standar *branch-and-bound* pada *software* Lingo 11.

### 2.2. Perumusan Model

Formulasi matematika yang digunakan pada pengembangan model dalam penentuan masalah jaringan distribusi secara keseluruhan sebagai berikut:

Parameter :

- $i$  = Indeks untuk pemasok
- $j$  = Indeks untuk DC
- $k$  = Indeks untuk konsumen
- $p$  = Indeks untuk produk/komoditas
- $t$  = Indeks untuk waktu
- $C_{ij}$  = Biaya transportasi dari pemasok  $i$  ke DC  $j$
- $C_{jk}$  = Biaya transportasi dari DC  $j$  ke konsumen  $k$
- $F_j$  = Biaya tetap pembukaan DC  $j$
- $I^v$  = Biaya penyimpanan produk di pemasok  $i$  (Rp/Ton/Tahun)
- $I^w$  = Biaya penyimpanan produk di DC  $j$  (Rp/Ton/Tahun)
- $S_i$  = Kapasitas pemasok  $i$
- $W_j$  = Kapasitas DC  $j$
- $Q_{it}^p$  = Jumlah produksi produk  $p$  oleh pemasok  $i$  pada periode  $t$  (Ton/Tahun)
- $D_{kt}^p$  = Permintaan produk  $p$  oleh konsumen  $k$  pada periode  $t$  (Ton/Tahun)
- $h_{i(t-1)}^p$  = Persediaan awal produk  $p$  di pemasok  $i$  pada periode  $t$  (Ton)
- $h_{j(t-1)}^p$  = Persediaan awal produk  $p$  di DC  $j$  pada periode  $t$  (Ton).

Variabel Keputusan :

- $Y_j$  =  $\begin{cases} 1 & \text{apabila DC } j \text{ dibuka} \\ 0 & \text{karena tidak} \end{cases}$
- $X_{ijt}^p$  = Jumlah produk  $p$  yang dikirim dari pemasok  $i$  ke DC  $j$  pada periode  $t$
- $Z_{jkt}^p$  = Jumlah produk  $p$  yang dikirim dari DC  $j$  ke konsumen  $k$  pada periode  $t$ .

**Fungsi Tujuan :**

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & \sum_{j=1}^J F_j Y_j + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T C_{ij} X_{ijt}^p + \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T C_{jk} Z_{jkt}^p \\ & + \sum_{i=1}^I \sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T I^v h_{it}^p + \sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T I^w h_{jt}^p \end{aligned} \quad (1)$$

**Fungsi Kendala :**

$$\sum_{i=1}^I \sum_{p=1}^P X_{ijt}^p \leq S_i^p \quad \forall_j \in J; \forall_t \in T \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^I \sum_{p=1}^P X_{ijt}^p \geq \sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P Z_{jkt}^p \quad \forall_k \in K; \forall_t \in T \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P Z_{jkt}^p \leq W_j^p \times Y_j \quad \forall_k \in K; \forall_t \in T \quad (4)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{p=1}^P Z_{jkt}^p = D_{kt}^p \quad \forall_j \in J; \forall_t \in T \quad (5)$$

$$h_{i(t-1)}^p + Q_{it}^p - \sum_{i=1}^I \sum_{p=1}^P X_{ijt}^p = h_{it}^p \quad \forall_j \in J; \forall_t \in T \quad (6)$$

$$h_{j(t-1)}^p + \sum_{i=1}^I \sum_{p=1}^P X_{ijt}^p - \sum_{j=1}^J \sum_{p=1}^P Z_{jkt}^p = h_{jt}^p \quad \forall_k \in K; \forall_t \in T \quad (7)$$

$$Y_j \in \{0,1\} \quad \forall_j \in J \quad (8)$$

$$X_{ij}, Z_{jk} \geq 0 \quad \forall_i \in I; \forall_j \in J; \forall_k \in K \quad (9)$$

Fungsi tujuan dari model ini adalah untuk meminimumkan total biaya *supply chain*. Bagian pertama, merupakan biaya tetap dari pembukaan *distribution center* (DC). Kedua, biaya transportasi dari pemasok  $i$  ke DC  $j$ . Ketiga, biaya transportasi dari DC  $j$  ke konsumen  $k$ . Keempat, biaya persediaan produk pada pemasok  $i$ . Kelima, biaya persediaan produk pada DC  $j$ .

Kendala (2), menentukan bahwa jumlah yang dikirim ke DC  $j$  tidak boleh melebihi kapasitas dari pemasok  $i$ . Kendala (3), menentukan bahwa jumlah yang keluar dari DC  $j$  tidak boleh lebih besar dari jumlah yang dikirim oleh pemasok  $i$ . Kendala (4), menentukan bahwa jumlah yang dikirim ke konsumen  $k$  tidak boleh melebihi kapasitas dari DC  $j$ . Kendala (5), menentukan bahwa jumlah yang dikirim ke konsumen  $k$  harus bisa memenuhi permintaan konsumen  $D_k$ . Kendala (6), menentukan total persediaan pemasok  $i$  yang terdiri dari persediaan awal ditambah jumlah produksi pada pemasok  $i$  dan dikurangi jumlah yang akan dikirim ke DC  $j$ . Kendala (7), menentukan total persediaan pada DC  $j$  yang terdiri dari persediaan awal DC  $j$  ditambah jumlah yang diterima dari pemasok  $i$  dan dikurangi jumlah yang akan dikirim ke konsumen  $k$ . Kendala (8), menjelaskan tentang semua potensial DC  $j$  yang dibuka atau ditutup. Kendala (9), menentukan bahwa jumlah yang dikirim dari pemasok  $i$  ke potensial DC  $j$  dan dari potensial DC  $j$  ke konsumen  $k$  harus lebih besar atau sama dengan nol.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini dilakukan pada jaringan distribusi rantai pasok bahan pangan di Jawa Timur yang terdiri dari pemasok, DC, dan konsumen. Lokasi pemasok, DC, dan konsumen berasal dari tujuh wilayah klaster di Jawa Timur, antara lain: (1) Klaster Agropolitan Madura, (2) Klaster Agropolitan Jlen, (3) Klaster Agropolitan Bromo-Tengger-Semeru, (4) Klaster Agropolitan Wilis, (5) Klaster Metropolitan, (6) Klaster Segitiga Emas, dan (7) Klaster Regional Kelud, berdasarkan pada klaster wilayah di Jawa Timur sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Bahan pangan yang digunakan sebagai objek penelitian terdiri dari lima komoditas, yaitu beras, jagung, kedelai, kacang



**Gambar 1. Klaster Wilayah di Jawa Timur (BAPPEDA JATIM, 2014)**

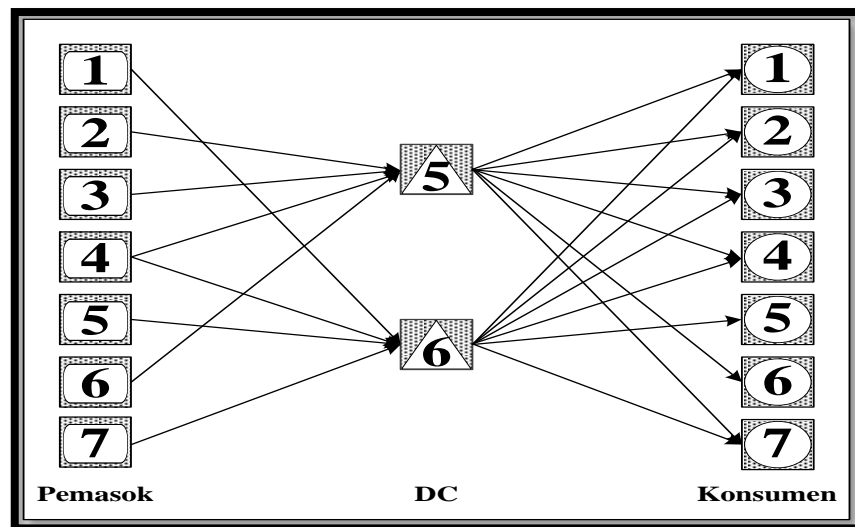
tanah, dan kacang hijau. Sedangkan periode yang digunakan dibagi menjadi tiga periode berdasarkan pada data produksi masing-masing komoditas, yaitu periode 1 (Januari-April), periode 2 (Mei-Agustus), dan periode 3 (September-Desember).

Pada penelitian ini menggunakan skenario-skenario dengan mengubah kapasitas distribution center (DC) untuk mengetahui sensitivitas dalam pemilihan DC yang berdasarkan pada kapasitas dan biaya tetap DC yang berbeda-beda. Kapasitas DC yang digunakan terdiri dari tiga kapasitas yang berbeda, yaitu 100.000 Ton, 200.000 Ton, dan 300.000 Ton. Begitu juga dengan jumlah permintaan konsumen terhadap bahan pangan dibagi menjadi tiga, yaitu 10%, 20%, dan 30% dari kebutuhan konsumsi bahan pangan di Jawa Timur. Jadi pada penelitian ini menggunakan sembilan skenario untuk menentukan jumlah dan lokasi DC yang dibutuhkan agar dapat meminimumkan total biaya logistik. Hasil dari sembilan skenario yang telah diuji antara lain:

- a. Skenario 1 dengan jumlah permintaan 10% dan kapasitas DC sebesar 100.000 Ton menghasilkan dua DC yang dibuka, yaitu pada DC (5 dan 6) dengan total biaya Rp. 11.732.940.000.000.
- b. Skenario 2 dengan jumlah permintaan 10% dan kapasitas DC sebesar 200.000 Ton menghasilkan dua DC yang dibuka sama seperti skenario 1, yaitu pada DC (5 dan 6) akan tetapi total biayanya lebih besar, yaitu Rp. 11.734.940.000.000. Peningkatan total biaya ini disebabkan oleh kapasitas DC yang lebih besar dengan biaya tetap pembukaan DC yang lebih mahal. Meskipun biaya pengiriman dan biaya penyimpanan sama dengan skenario 1 akan tetapi dengan kapasitas DC yang lebih besar menyebabkan total biaya logistiknya meningkat.
- c. Skenario 3 dengan jumlah permintaan 10% dan kapasitas DC sebesar 300.000 Ton menghasilkan dua DC yang dibuka sama seperti skenario 1 dan 2, yaitu pada DC (5 dan 6). Total biayanya lebih besar dari skenario 1 dan 2, yaitu Rp. 11.736.940.000.000. Hal ini disebabkan oleh kapasitas DC yang lebih besar dengan biaya tetap pembukaan DC yang lebih mahal. Meskipun biaya pengiriman dan biaya penyimpanan sama dengan skenario 1 dan 2, akan tetapi dengan kapasitas DC yang lebih besar menyebabkan total biaya logistiknya menjadi lebih besar.
- d. Skenario 4 dengan jumlah permintaan 20% dan kapasitas DC sama seperti skenario 1 sebesar 100.000 Ton menghasilkan tiga DC yang dibuka, yaitu pada DC (5, 6 dan 7) dengan total biaya Rp. 11.294.060.000.000. Total biaya pada skenario ini lebih rendah dari skenario sebelumnya, karena jumlah permintaan lebih besar akan tetapi jumlah produksinya sama sehingga jumlah inventori pada pemasok lebih sedikit. Hal ini menyebabkan biaya inventori semakin rendah, oleh karena itu total biaya logistik pada skenario ini lebih rendah dibandingkan dengan skenario sebelumnya.

- e. Skenario 5 dengan jumlah permintaan 20% dan kapasitas DC sama seperti skenario 2 sebesar 200.000 Ton menghasilkan dua DC yang dibuka, yaitu pada DC (5 dan 6) dengan total biaya lebih rendah dari skenario 4, yaitu Rp. 11.269.570.000.000. Hal ini disebabkan oleh jumlah DC yang dibuka lebih sedikit dari skenario 4 sehingga jumlah inventori pada DC juga lebih sedikit, dengan adanya penurunan jumlah inventori pada DC menyebabkan biaya penyimpanan berkurang sehingga total biaya logistik juga menurun.
- f. Skenario 6 dengan jumlah permintaan 20% dan kapasitas DC sama seperti skenario 3 sebesar 300.000 Ton menghasilkan dua DC yang dibuka sama seperti skenario 5, yaitu pada DC (5 dan 6) dengan total biaya lebih tinggi, yaitu Rp. 11.271.570.000.000. Peningkatan total biaya ini disebabkan oleh kapasitas DC yang lebih besar dengan biaya tetap pembukaan DC yang lebih mahal. Meskipun biaya pengiriman dan biaya penyimpanan sama dengan skenario 5, akan tetapi dengan kapasitas DC yang lebih besar menyebabkan total biaya logistiknya semakin meningkat.
- g. Skenario 7 dengan jumlah permintaan 30% dan kapasitas DC sama seperti skenario 1 dan 4 sebesar 100.000 Ton menghasilkan empat DC yang dibuka, yaitu pada DC (3, 5, 6 dan 7) dengan total biaya Rp. 10.865.800.000.000. Total biaya pada skenario ini lebih rendah skenario-skenario sebelumnya, karena jumlah permintaan lebih besar sementara jumlah produksinya sama sehingga jumlah inventori pada pemasok semakin menurun, hal ini menyebabkan biaya penyimpanan pada skenario ini lebih rendah. Oleh karena itu dengan adanya penurunan jumlah inventori dapat menyebabkan total biaya logistik pada skenario ini lebih rendah dibandingkan dengan skenario sebelumnya.
- h. Skenario 8 dengan jumlah permintaan 30% dan kapasitas DC sama dengan skenario 2 dan 5 sebesar 200.000 Ton menghasilkan tiga DC yang dibuka, yaitu pada DC (5, 6 dan 7) dengan total biaya yang lebih rendah dari skenario sebelumnya, yaitu Rp.10.825.360.000.000. Penurunan total biaya ini disebabkan oleh jumlah DC yang dibuka lebih sedikit dari skenario 7 sehingga jumlah inventori pada DC juga lebih sedikit, dengan adanya penurunan jumlah inventori pada DC menyebabkan biaya penyimpanan berkurang sehingga total biaya logistik juga menurun.
- i. Skenario 9 dengan jumlah permintaan 30% dan kapasitas DC sama dengan skenario 3 dan 6 sebesar 300.000 Ton menghasilkan dua DC yang dibuka pada DC (5 dan 6). Total biayanya lebih rendah dari skenario 7 dan 8, yaitu Rp. 10.817.810.000.000. Hal ini disebabkan oleh kapasitas yang lebih besar sehingga jumlah DC yang dibuka lebih sedikit dari skenario sebelumnya, dengan adanya penurunan jumlah DC yang dibuka menyebabkan jumlah inventori pada DC juga lebih sedikit. Oleh karena itu, dengan adanya penurunan jumlah inventori pada DC menyebabkan biaya penyimpanan berkurang sehingga total biaya logistik menjadi lebih rendah.

Pada skenario permintaan sebesar 10%, total biaya logistik yang paling rendah terdapat pada skenario 1, yaitu dengan kapasitas DC sebesar 100.000 Ton, hal ini disebabkan jumlah DC yang dibuka sama dengan skenario 2 dan 3, yaitu DC (5 dan 6) sehingga biaya pengiriman dan biaya penyimpanannya sama. Tetapi biaya tetap pembukaan DC lebih rendah karena kapasitas yang dibuka lebih kecil dari skenario yang lain, sehingga total biaya logistiknya lebih rendah sebagai mana ditunjukkan pada Tabel 1. Pada skenario permintaan sebesar 20%, total biaya logistik yang paling rendah terdapat pada skenario 5, yaitu dengan kapasitas DC sebesar 200.000 Ton. Hal ini disebabkan jumlah DC pada skenario 5 lebih sedikit dari skenario 4, sehingga jumlah inventori pada DC berkurang yang menyebabkan biaya penyimpanan semakin rendah. Sedangkan pada skenario 6 jumlah DC yang dibuka sama, yaitu DC (5 dan 6), akan tetapi biaya tetap pembukaan DC pada skenario 6 lebih mahal karena kapasitas yang digunakan lebih besar. Pada skenario permintaan sebesar 30% total biaya logistik yang paling rendah terdapat pada skenario 9, yaitu dengan kapasitas DC sebesar 300.000 Ton. Hal ini disebabkan jumlah DC yang dibuka pada skenario ini hanya dua lebih sedikit dari skenario 7 dan 8, yaitu pada DC (5 dan 6), sehingga jumlah inventori pada DC lebih sedikit. Oleh karena ini dengan jumlah inventori yang lebih sedikit menyebabkan total biaya logistik menjadi lebih rendah. Dari semua skenario yang dicoba menunjukkan bahwa lokasi yang strategis untuk dibangun DC, yaitu pada DC 5 (Klaster Metropolitan) dan DC 6 (Klaster Segitiga Emas) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Jaringan Distribusi Rantai Pasok Bahan Pangan

Tabel 1. Perbandingan Hasil Optimasi Semua Skenario

Skenario	Permintaan	Kapasitas DC (Ton)	Pembukaan DC	Total Biaya (Rp)
1	10%	100.000	5, 6	11.732.940.000.000,00
2	10%	200.000	5, 6	11.734.940.000.000,00
3	10%	300.000	5, 6	11.736.940.000.000,00
4	20%	100.000	5, 6, 7	11.294.060.000.000,00
5	20%	200.000	5, 6	11.269.570.000.000,00
6	20%	300.000	5, 6	11.271.570.000.000,00
7	30%	100.000	3, 5, 6, 7	10.865.800.000.000,00
8	30%	200.000	5, 6, 7	10.825.360.000.000,00
9	30%	300.000	5, 6	10.817.810.000.000,00

#### 4. KESIMPULAN

Jaringan distribusi rantai pasok yang efisien dapat meminimumkan total biaya logistik pada seluruh bagian rantai pasok dan dapat bergerak dengan cepat dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Berdasarkan hasil penelitian tentang desain jaringan distribusi rantai pasok bahan pangan di Jawa Timur menunjukkan bahwa model ini dapat digunakan dalam desain jaringan distribusi bahan pangan, karena model ini memperhatikan ketidakpastian pada pasokan sehingga diperlukan inventori pada daerah pemasok dan DC agar dapat memenuhi permintaan dengan baik. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dengan kapasitas DC 100.000 Ton, pada permintaan 10% terdapat dua DC yang dibuka, pada permintaan 20% terdapat tiga DC yang dibuka dan pada permintaan 30% ada empat DC yang dibuka. Dengan kapasitas DC 200.000 Ton pada permintaan 10% dan 20% ada dua DC yang dibuka, dan pada permintaan 30% ada tiga DC yang dibuka. Sedangkan pada kapasitas DC 300.000 Ton pada semua skenario permintaan 10%, 20% dan 30% ada dua DC yang dibuka. Pada skenario permintaan 10% total biaya logistik yang paling rendah pada skenario 1 dengan membuka dua DC dengan kapasitas 100.000 Ton, yaitu pada DC (5 dan 6). Pada skenario permintaan 20% total biaya logistik yang paling rendah pada skenario 5 dengan membuka dua DC dengan kapasitas 200.000 Ton, yaitu pada DC (5 dan 6). Dan pada skenario permintaan 30% total biaya logistik yang paling rendah pada skenario 9 dengan membuka dua DC dengan kapasitas 300.000 Ton, yaitu pada DC (5 dan 6). Peningkatan jumlah permintaan dapat mempengaruhi kapasitas yang akan dibuka, yaitu pada permintaan 10% kapasitas DC yang

digunakan sebesar 100.000 Ton, dan pada permintaan 20% kapasitas DC yang digunakan sebesar 200.000 Ton, sedangkan pada permintaan 30% kapasitas DC yang digunakan sebesar 300.000 Ton.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi-Javid, A., & Azad, N. (2010). Incorporating location, routing and inventory decisions in supply chain network design, *Transportation Research Part E*, 46, 582–597.
- Ahmadi-Javid, A. & Hoseinpour, P. (2015). Incorporating location, inventory and price decisions into a supply chain distribution network design problem, *Computers & Operations Research*, 56, 110–119.
- Boujelben, M. K., Gicquel, C., & Minoux, M. (2014). A distribution network design problem in the automotive industry: MIP formulation and heuristic, *Computers & Operations Research*, 52, 16–28.
- Cardona-Valdes, Y., Alvarez, A., & Ozdemir, D. (2011). A bi-objective supply chain design problem with uncertainty, *Transportation Research Part C*, 19, 821-832.
- Cardona-Valdes, Y., Alvarez, A., & Pacheco, J. (2014). Metaheuristic procedure for a bi-objective supply chain design problem with uncertainty, *Transportation Research Part B*, 60, 66–84.
- Celebi, D. (2015). Inventory control in a centralized distribution network using genetic algorithms: A case study. *Computers & Industrial Engineering*, 87, 532–539.
- Chopra, S. & Meindl, P. (2010), *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*, 4<sup>th</sup> Edition, Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Dantrakul, S., Likasiri, C., & Pongvuthithum, R. (2014). Applied p-median and p-center algorithms for facility location problems, *Expert Systems with Applications*, 41, 3596–3604.
- Daskin, M. S., Coullard, C. R., & Shen, Z. J. M. (2002). An inventory-location model: Formulation, solution algorithm and computational results, *Annals of Operations Research*, 110, 83–106.
- Georgiadis, M. C., Tsiakis, P., Longinidis, P., & Sofioglou, M. K. (2011). Optimal design of supply chain networks under uncertain transient demand variations, *Journal of Omega*, 39, 254–272.
- Gulpınar, N., Pachamanova, D., & Canakoglu, E. (2013). Robust strategies for facility location under uncertainty, *European Journal of Operational Research*, 225, 21–35.
- Isbandi & Rusdiana, S. (2014). Strategi tercapainya ketahanan pangan dalam ketersediaan pangan di tingkat regional, *Jurnal Agriekonomika* 3, 2,121-136.
- Klibi, W., Martel, A., & Guitouni, A. (2010). The design of robust value-creating supply chain networks: a critical review, *European Journal of Operational Research*, 203 (2), 283–293.
- Ozgen, D. & Gulsun, B. (2014). Combining possibilistic linear programming and fuzzy AHP for solving the multi-objective capacitated multi-facility location problem, *Journal of Information Sciences*, 268, 185–201.
- Pujawan, I. N., & Mahendrawati, E. R. (2010), *Supply Chain Management 2<sup>nd</sup> Ed.* Penerbit Guna Widya, Surabaya
- Razmia, J., Zahedi-Anaraki, A. H., & MohammadSaleh Zakerinia, M. S. (2013). A bi-objective stochastic optimization model for reliable warehouse network redesign, *Mathematical and Computer Modelling*, 58, 1804–1813.
- Rodrigueza, M. A., Vecchietta, A. R., Harjunkoski, I., & Grossmann, I. E. (2014). Optimal supply chain design and management over a multi-period horizon under demand uncertainty. Part I: MINLP and MILP models, *Computers and Chemical Engineering*, 62, 194–210.
- Simchi-Levi, D., Kaminski, P., & Simchi-Levi, E. (2008). *Designing and Managing The Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies*, 3<sup>rd</sup> Edition, Irwin Mc Graw-Hill
- Syaifulloh, Y. (2013). Ketahanan pangan dan pola distribusi beras di propinsi jawa timur, *Journal of Economics and Policy*, 6, 2,103-213.
- Yu-An, Zeng, B., Yu-Zhang, & Zhao, L. (2014). Reliable p-median facility location problem: two-stage robust models and algorithms, *Journal of Transportation Research Part B*, 64, 54–72.