



---

## KARAKTERISASI OPTIMISASI JARINGAN RANTAI PASOKAN

**Devi Maiya Sari Nasution<sup>1</sup>, Palitan Nasution<sup>2</sup>, Ahmad Yanie<sup>3</sup>**

*Universitas Amir Hamzah<sup>1</sup>*

*Jalan Pancing Pasar V Barat, Deli Serdang – Sumatera Utara*

[Devimaiyasari\\_nst@yahoo.co.id](mailto:Devimaiyasari_nst@yahoo.co.id)

**Published: 29 Dec' 2023**

### **Abstrak**

Penelitian ini mengusulkan sebuah solusi matematika untuk masalah optimasi dalam rantai pasokan. Rantai pasokan yang dianalisis meliputi pemasok, produsen dan pusat distribusi, mengingat bahwa pesanan datang dari klien ke pusat-pusat distribusi. Sebuah model matematika yang memecahkan masalah karakterisasi optimasi mengenai durasi dan biaya dalam pelaksanaan perintah klien diusulkan. Banyak kendala yang didukung dalam model matematika ini seperti pemasok dan kapasitas produsen dan persediaan yang seimbang. Tujuan dari model yang diusulkan adalah untuk menemukan solusi karakteristik optimal yang meminimalkan kriteria biaya dan waktu sepanjang seluruh proses rantai pasokan. Model matematika diuji pada rantai pasokan untuk menentukan karakteristik dari beberapa model yang bisa digunakan untuk memperoleh jaringan rantai pasokan yang optimal. Penelitian ini menghasilkan model matematika dengan fungsi model pengadaan.

**Kata Kunci:** *Karakterisasi, Optimisasi Jaringan, Rantai pasokan*

### **Abstract**

*This study proposes a mathematical solution to optimization problems in supply chains. The supply chain analyzed includes suppliers, manufacturers and distribution centers, bearing in mind that orders come from clients to distribution centers. A mathematical model that solves optimization characterization problems regarding the duration and cost of executing client orders is proposed. Many constraints are supported in this mathematical model such as supplier and producer capacity and balanced supply. The aim of the proposed model is to find optimal characteristic solutions that minimize cost and time criteria throughout the entire supply chain process. Mathematical models are tested on supply chains to determine the characteristics of several models that can be used to obtain optimal supply chain networks. This research produces a mathematical model with the function of the procurement model.*

**Keyword:** *Characterization, Network optimization, Supply chain*

## **PENDAHULUAN**

Dalam perencanaan suatu rantai pasokan diperlukan koordinasi yang sinergis antara sebuah jaringan yang terdiri atas sumber daya pasokan, produksi dan distribusi. Perencanaan rantai pasokan merupakan interaksi antara pembeli dengan penjual yang melibatkan berbagai tahap yang dimulai dari pasokan sampai dengan penjualan. Diantara pemasok dan penjualan terdapat perencanaan produksi dan distribusi produk. Perencanaan produksi dapat dilihat sebagai perencanaan untuk memperoleh sumber daya dan bahan baku yang mengolah bahan baku menjadi produk dan pendistribusian hasil produksi. Perlu perhitungan yang komprehensif dan manajemen profesional dalam distribusi hasil produksi. Perencanaan rantai pasokan sangat bermanfaat untuk manajemen dalam menentukan aliran material bahan baku, pemasok, pusat distribusi, dan berakhir di pelanggan.

Tujuan utama untuk distribusi produk yang tepat ditempat yang sesuai dan pada waktu yang tepat untuk harga yang tepat (Gajpal dan Nourelfath, 2015). Penelitian ini dilakukan untuk menjawab permasalahan perencanaan produksi dan distribusi, khususnya multi produk untuk beberapa periode. Tantangan globalisasi membuat persaingan antar perusahaan semakin ketat. Untuk menghadapi tantangan ini, perusahaan-perusahaan haruslah merancang kembali jaringan rantai pasokan mereka. Dalam jaringan rantai pasokan, manajer perusahaan perlu membuat keputusan strategis yang layak untuk bisnis. Keputusan berkisar dari produk untuk memproduksi dan mendesain jaringan rantai pasokan, berapa banyak, kapan dan dari mana untuk membeli produk, berapa banyak, di mana dan kapan untuk menghasilkan produk. Banyak faktor yang memaksa perusahaan untuk mendesain ulang rantai pasokan mereka, seperti struktur biaya, aturan perpajakan, kemampuan dan keberadaan sumber daya, keberadaan pendatang baru, dan sebagainya. Hal-hal ini menjadikan semakin meningkatkan kompleksitas pasar, saluran distribusi, jaringan pasokan, dan berbagai fasilitas yang ada.

Walaupun perusahaan mengerti akan pentingnya desain jaringan rantai pasokan yang optimal, masih banyak juga yang tidak dapat memanfaatkannya sebaik mungkin. Kendala yang ada dapat berupa faktor internal maupun eksternal. Fokus faktor internal adalah pengiriman barang dan optimalisasi modal harus lancar di seluruh jaringan. Contohnya, optimalisasi persediaan di seluruh jaringan yang berfokus pada strategi persediaan barang yang tepat, pada setiap titik rantai pasokan, dengan orientasi kepada pelanggan. Seringkali bagian-bagian yang ada dalam rantai pasokan memiliki tujuan yang berbeda dengan tujuan perusahaan secara keseluruhan. Akibatnya optimalisasi yang dilakukan bersifat parsial dan bahkan mungkin saling bertentangan, sehingga merugikan kinerja perusahaan secara keseluruhan.

Faktor eksternal pun dapat mengakibatkan perubahan struktur. Contoh, perubahan peraturan perpajakan dapat mengubah total strategi rantai pasokan yang telah diterapkan. Pada dasarnya perusahaan membangun rantai pasokan dan fasilitas-fasilitasnya untuk memperoleh keuntungan perpajakan, ketenagakerjaan, tunjangan permodalan, konsekuensi perdagangan, penurunan biaya logistik, serta kedekatan dengan pelanggan. Faktor-faktor ini seringkali dipengaruhi perubahan kebijakan politik dan ekonomi. Akibatnya perusahaan bertanya-tanya mengenai relevansi dan keoptimalan desain jaringan yang ada. Kadangkala pengaruhnya cukup besar untuk mengubah struktur rantai pasokan yang ada. Untuk

menghadapi kendala-kendala seperti ini diperlukan desain pemodelan strategis dan jaringan yang tepat.

Tujuan utama dari optimasi jaringan rantai pasokan adalah untuk meminimalkan sistem biaya keseluruhan sementara layanan pelanggan disimpan di tingkat pra tertentu (Truong dan Azadivar, 2013) dan memaksimalkan profitabilitas tidak hanya satu entitas melainkan semua entitas di jaringan rantai pasokan. Penelitian-penelitian sebelumnya yang membahas persoalan jaringan rantai pasok diantaranya (Larbi, *et al.*, 2012) mengusulkan sebuah solusi untuk masalah optimasi dalam rantai pasokan. Model matematika diuji pada rantai pasokan *agro-alimentary* menggunakan CPLEX dan meskipun diperoleh hasil yang menggembirakan dibandingkan dengan yang disediakan oleh heuristik yang digunakan oleh manajer industri, analisis lebih lanjut harus mempertimbangkan mengintegrasikan kendala lain untuk mendapatkan model yang lebih akurat.

Dzupire dan Gyekye (2014) menggunakan algoritma genetik dalam menyelesaikan optimisasi jaringan rantai pasokan tahap-ganda, dan telah mengembangkan sebuah model matematika untuk jaringan distribusi dalam rantai pasokan tiga eselon yang meminimalkan sistem biaya dan keterlambatan pengiriman produk. Model matematika dirancang sebagai masalah optimasi multi-tujuan dengan mempertimbangkan dua fungsi tujuan yang saling bertentangan. Ada beberapa pilihan di mana, untuk beberapa kasus mungkin akan memilih untuk biaya tinggi untuk mempertahankan kepuasan pelanggan, sedangkan dalam kasus lain tergantung pada situasi pemilihan yang diambil untuk menghemat biaya. Berdasarkan uraian diatas, penulis melakukan penelitian dengan berjudul "***Karakterisasi Optimisasi Jaringan Rantai Pasokan***".

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **Rantai Pasokan**

Rantai pasokan merupakan sebuah himpunan fasilitas, pemasok, pelanggan, pengendalian produk persediaan, pembelian dan distribusi (Garcia dan You, 2015). Rantai pasokan dapat juga didefinisikan sebagai jaringan terpadu dan pilihan transportasi untuk pasokan, manufaktur, penyimpanan, distribusi bahan dan produk. Bervariasi dalam ukuran, kompleksitas, dan skala dari industri ke industri (Chopra dan Meindl, 2002), sedangkan menurut Ottino (2011), bahwa rantai pasok merupakan skala besar, sistem yang kompleks yang mencakup berbagai pasokan, produksi, dan fasilitas distribusi. Janvier dan James (2012) mengutip beberapa defenisi rantai pasokan dalam penelitiannya yang menjelaskan bahwa dalam rantai pasokan terdapat berbagai pihak yang bekerja sama dengan tujuan akhir yaitu memenuhi kebutuhan konsumen. Sinergi yang terjadi antara pihak-pihak ini akan menentukan performa rantai pasok secara keseluruhan. Koordinasi antar pihak dalam rantai pasokan menjadi sangat penting karena kompetisi yang terjadi di pasar saat ini tidak hanya berfokus pada kualitas produk tetapi juga ketepatan waktu pemenuhan permintaan produk. Hal ini berpengaruh terhadap keputusan konsumen. Dalam rantai pasokan ada beberapa komponen utama yaitu:

### 1. Supplier

Jaringan bermula dari sini, yang merupakan sumber yang menyediakan bahan pertama, dimana rantai penyaluran baru akan mulai. Bahan pertama ini bisa dalam bentuk bahan baku, bahan mentah, bahan penolong, barang dagangan, suku cadang dan lain-lain.

### 2. Supplier - Manufactures - Distribution

Barang yang sudah dihasilkan oleh manufactures harus sudah mulai disalurkan kepada pelanggan. Walaupun sudah tersedia banyak cara untuk menyalurkan barang kepada pelanggan, yang umum adalah melalui distributor dan ini biasanya ditempuh oleh sebagian besar *supply chain*.

### 3. Supplier - Manufactures - Distribution - Retail Outlet

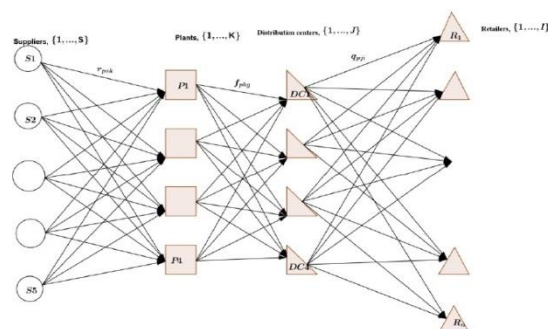
Pedagang besar biasanya mempunyai fasilitas gudang sendiri atau dapat juga menyewa dari pihak lain. Gudang ini digunakan untuk menyimpan barang sebelum disalurkan lagi ke pihak pengecer. Disini ada kesempatan untuk memperoleh penghematan dalam bentuk jumlah inventoris dan biaya gudang dengan cara melakukan desain kembali pola pengiriman barang baik dari gudang manufacture maupun ke toko pengecer.

### 4. Supplier - Manufactures - Distribution - Retail Outlet - Customers

Para retailer atau pengecer menawarkan barang langsung kepada para pelanggan atau pembeli dan pengguna barang langsung yang termasuk retail.

## Jaringan Rantai Pasokan

Pemasok adalah perusahaan-perusahaan yang akan memasok bahan baku atau produk tertentu. Pabrik adalah tempat di mana produk akan dihasilkan. Pusat distribusi adalah gudang dari kapasitas yang berbeda yang menyimpan produk sebelum dikirim ke pengecer melalui penggunaan kendaraan. Jadi perlu merancang jaringan rantai pasokan yang memungkinkan keputusan strategis seperti memilih pemasok dari jumlah bahan baku, menentukan himpunan bagian dari pabrik dan pusat distribusi untuk dibuka, dan strategi jaringan distribusi yang memenuhi semua kapasitas dan tuntutan pelanggan sedemikian rupa total biaya dan keterlambatan waktu pengiriman diminimalkan. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 yang merupakan jaringan rantai pasokan (Dzupire dan Gyekye, 2014).



**Gambar 1. Jaringan Rantai Pasokan**

Idealnya perusahaan ingin memberikan produk pada waktu yang tepat kepada pengecer. Hal ini membantu untuk menghemat biaya penyimpanan dan memaksimalkan layanan pelanggan. Jadi perusahaan mengharuskan setiap pemasok harus memberikan

jumlah yang tepat dari produk pada waktu yang tepat dan tempat yang tepat. Meskipun produk disimpan sebelum pengiriman, karena kendala kapasitas pusat distribusi dan pabrik, mungkin tidak mungkin untuk memenuhi semua permintaan pada waktu yang dijanjikan maka perusahaan juga harus memberikan jangka waktu awal dan akhir, agar tidak menimbulkan kelebihan penyimpanan biaya dalam proses.

### **Optimisasi Jaringan Rantai Pasokan**

Dalam literatur-literatur pada latar belakang, ada sejumlah karya ilmiah di optimisasi jaringan rantai pasokan, terutama untuk meminimalkan durasi dan biaya di jaringan rantai pasokan global yang di satu sisi, dan untuk koordinasi antara tahapan di jaringan rantai pasokan di lain sisi. Penelitian matematika pada jaringan rantai pasokan telah banyak dikembangkan untuk pendekatan dan solusinya.

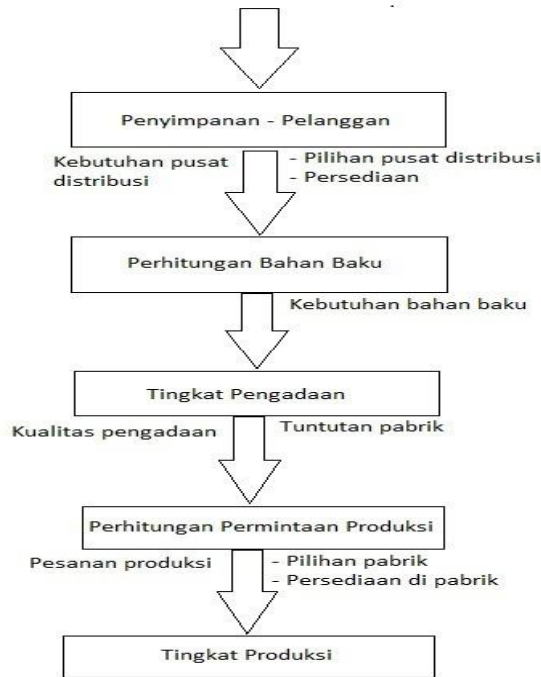
### **HASIL**

#### **Pemodelan Tahap Ganda Untuk Rantai Pasokan**

Bagian ini menunjukkan karya yang relevan terkait untuk model pemrograman tahap-ganda di rantai pasokan. Mula *et al.*, (2010) menyajikan sebuah tinjauan terbaru dari sastra pemrograman matematika di rantai pasokan. Chern dan Hsieh, (2007) mengusulkan model pemrograman linear tahap-ganda dan algoritma genetika untuk perencanaan produksi, dengan mengutamakan ketepatan waktu dan banyak biaya (Produksi, transportasi, *outsourcing*, persediaan). Torabi dan Hassini (2008), menggunakan *possibilistic Mixed Multi Objective Integer Linier Programming* (MOILP) menggunakan beberapa tujuan yang saling bertentangan secara simultan dan mempertimbangkan berbagai kendala. Sabri dan Beamon, (2000) mengembangkan model matematika untuk manajemen rantai pasokan dengan menggabungkan desain strategis dan operasional serta perencanaan keputusan menggunakan prosedur solusi yang berulang. Sebuah prosedur optimasi tahap ganda digunakan untuk memperhitungkan beberapa ukuran kinerja.

#### **Optimisasi *Agro-alimentary* di Rantai Pasokan**

Ada beberapa karya sektor *agro-alimentary* yang ditunjukkan dalam penelitian ini. Bilgen & Ozkarahan, (2007) mengusulkan model optimasi multi-periode untuk campuran gandum massal dan pengiriman untuk rantai pasokan di sektor sereal. Karya ini tidak melakukan perhitungan di tingkat persediaan bahan baku, tingkat layanan, pengembalian pesanan dan kapasitas pengisian. Tanggal kadaluarsa bahan baku dan produk merupakan salah satu kendala dalam makanan dan sektor *agro-alimentary*. Memburuknya persediaan awal dipelajari oleh (Hsu *et al.*, 2007). Tanggal produk kadaluarsa menunjukkan waktu terbaru di mana produk mungkin tidak dapat digunakan lagi. Permintaan pelanggan selalu menurun karena produk lebih dekat dengan tanggal kadaluarsa. Faktanya bahwa waktu pengiriman produk tidak pasti karena keterbatasan kapasitas, produk tidak sempurna, pasokan bahan baku menentukan proses produksi.



Gambar 2. Solusi Persoalan Jaringan Rantai Pasokan Tahap-Ganda

### Solusi Persoalan Jaringan Rantai Pasokan Tahap Ganda

Untuk mengatasi masalah optimisasi global pada jaringan rantai pasokan lihatlah gambar 3.3. Model global, termasuk tiga fungsi tujuan ( $f_1$  yaitu pemodelan penyimpanan-pelanggan,  $f_2$  yaitu pemodelan pengadaan, dan  $f_3$  yaitu pemodelan produksi) dan kendala dari tiga sub-model harus dioptimalkan. Namun, model global ini sangat besar dalam jumlah variabel dan kendala. Prosedur dimulai dengan mempertimbangkan pesanan pelanggan untuk menghitung kebutuhan pusat distribusi. Dimana harus memilih pusat distribusi yang cocok dengan mempertimbangkan persediaan. Ini dilakukan dengan menggunakan model penyimpanan-pelanggan. Output model ini memungkinkan perhitungan permintaan di tingkat produksi. Mengetahui kebutuhan produsen, kemudian memungkinkan untuk menghitung jumlah produksi dan bahan baku untuk kebutuhan masing-masing dari seluruh produksi. Dalam tahap ini, model pengadaan digunakan. Dimana dalam pemodelan ditingkat pengadaan harus mempertimbangkan persediaan dan mempertimbangkan pemilihan pabrik untuk produksi. Akhirnya, pada tingkat terakhir, model produksi digunakan untuk menghitung bahan baku yang harus dibeli dari pemasok ke masing-masing pabrik.

#### Model Pengadaan Parameter

- $hm_{m,e}$  = Penanganan biaya bahan baku  $e$  di pabrik  $m$
- $PCS_{s,m,e}$  = Biaya pengadaan bahan baku  $e$  dari pemasok  $s$  untuk pabrik
- $m LM_{s,m,e}$  = Pengiriman tepat waktu untuk bahan baku  $e$  dari pemasok  $s$  untuk pabrik  $m$
- $CME_{m,e,t}$  = Kapasitas penyimpanan dari pabrik  $m$  di periode  $t$  untuk bahan baku  $e$
- $CS_{s,e,t}$  = Kapasitas pemasok  $s$  di periode  $t$  untuk bahan baku  $e$
- $\sigma_{e,p}$  = Tingkat bahan baku  $e$  untuk memproduksi satu unit produk  $p$

**Variabel**

- $IE_{m,e,t}$  = Tingkat persediaan dari bahan baku  $e$  di pabrik  $m$  dan periode  $t$
- $QE_{s,m,e,t}$  = Kuantitas dari bahan baku  $e$  diperoleh dari pemasok  $s$  untuk pabrik  $m$  pada periode  $t$
- $QM_{m,p,t}$  = Kuantitas dari produk  $p$  yang diproduksi di pabrik  $m$  pada periode  $t$
- $DE_{m,e,t}$  = Permintaan dari bahan baku  $e$  untuk pabrik  $m$  dalam periode  $t$

Pada tingkat pengadaan bahan baku di pemasok ke pabrik, tujuannya adalah untuk memasok bahan baku pada pabrik yang diperlukan untuk proses produksi. Komposisi produk yang disediakan oleh *Bill Of Materials* (BOM). Berdasarkan BOM, persyaratan ditentukan oleh bahan baku. Dimana fungsi tujuan dilambangkan dengan  $f_2$ , untuk meminimalkan biaya pembelian dan penanganan.

$$f_1 = \sum_{p=1} \sum_{d=1} \sum_{t=1} (hd_{d,p} * ID_{d,p,t}) + \sum_{m \in M} (PCM_{m,d,p} * QD_{m,d,p,t}) + \sum_{c \in C} \lambda D_{d,c,p,t} * TC_{d,c}$$

**SIMPULAN**

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa permasalahan untuk mencari nilai optimisasi dapat digunakan dengan beberapa model yang ingin diuji dalam pengoptimalan jaringan pasokan. Adanya karakteristik yang mempengaruhi dari setiap uji coba model yang digunakan dalam masing-masing tahap. Kendala yang dapat dihitung adalah kapasitas penyimpanan dari pusat distribusi dan kapasitas penyimpanan dari pabrik. Pada penelitian ini menunjukkan sebuah model matematika dengan fungsi model pengadaan.

**DAFTAR RUJUKAN**

- Bilgen, B. (2010). Application of Fuzzy Mathematical Programming Approach to The Production Allocation and Distribution Supply Chain Network Problem. *Expert Systems with Application: An International Journal*, Vol. 37, 4488- 4495
- Bilgen, B dan Ozkarahan, I. (2007). A Mixed-integer Linier Programming Model for Bulk Grain Blending and Shipping. *International Journal of Production Economics*, Vol. 107, 555-571
- Chern, C.C dan Hsieh, J.S. (2007). A Heuristic Algorithm for Master Planning That Satisfies Multiple Objectives. *Computer and Operation Reseach*, Vol. 34, 3491-3513
- Chopra, S dan Meindl, P. (2002). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. 5th Edition Upper Saddle River, IVJ, Prentice Hall, IIE Transs-actions, USA
- Dzupire, N. C dan Gyekye, Y. N. (2014). A Multi-stage Supply Chain Network Optimization Using Genetic Algorithms. *Mathematical Theory and Modeling*, 4(8).
- Gajpal, Y., dan Nourelfath, M. (2015). Two Efficient Heuristics to Solve Load Distribution and Production Planning. *Reability Engineering and System Safety*, Vol. 144, 204-214.
- Garcia, D. J. dan You, F. (2015). Supply Chain Design and Optimization: Challenges and Opportunities. *Computers and Chemical Engineering*, Vol. 81, 153-170

- Hsu, P.H., Wee, H. M dan Teng, H. M. (2007). Optimal Ordering Decision for Deteriorating Items with Expiration Date and Uncertain Lead Time. *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 52, 448-458
- Janvier-James, A.M., (2012). A New Introduction to Supply Chain and Supply Chain Management: Definition and Theories Perspective. *International Business Research*, 5(1), 194-207
- Larbi, E. A., Bekrar, A., Trentesaux, D dan Beldjilali, B. (2012). Multi-Stage Optimization In Supply Chain: An Industrial Case Study. *9<sup>th</sup> International Conference of Modeling, Optimization and Simulation - MOSIM12*
- Mula, J., Peidro, D., Madronero, M. D. dan Vicens, E. (2010). Mathematical Programming Models for Supply Chain Production and Transport Planning. *European Journal of Operation Research*, Vol. 204, 377-390
- Ottino, J. M. (2011). Chemical Engineering in a Complex world: Grand Challenger, Vast Opportunities. *American Institute of Chemical Engineers Journal*, 57(7), 1654-1668
- Sabri, E. H dan Beamon, B. M. (2000). A multi-objective Approach to Simultaneous Strategic and Operational Planning in Supply Chain Design. *Omega The International Journal of Management Science*, Omega 28, 581-598
- Torabi, S.A. dan Hassini, E. (2008). An Interactive Possibilistic Programming Approach for Multiple Objective Supply Chain Master Planning. *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 159, 193-214
- Truong, T. H dan Azadivar, F. (2013). Simulation Optimization in Manufacturing Analysis: Simulation Based Optimization for Supply Chain Configuration Design. *In: proceedings of the 35th conference on winter simulation: driving innovation. winter simulation conference*, 1268-1275