

UPDATE WEEK II

PENELITIAN MANDIRI DALAM SAINS KOMPUTASI III - IV

Mohammad Rizka Fadhli 20921004

Sains Komputasi ITB

PENDAHULUAN

Pendahuluan I

Semenjak diperkenalkan pertama kali pada tahun 1982, *Supply Chain Management* memegang peranan penting dalam manufaktur sebagai suatu sistem produksi terintegrasi (Oliver and Webber 1982). Di dalam SCM, bahan baku dibeli perusahaan dari berbagai *supplier*, dibuat ke dalam suatu produk yang kemudian akan dijual ke pelanggan melalui berbagai *channel* distribusi.

Dalam mengarungi kompetisi, perusahaan perlu memahami dua faktor kunci, yakni *cost reduction* dan *product quality* (Rabieh, Soukhakian, and Shirazi 2016). Kedua faktor ini sangat bergantung pada pemilihan *supplier* yang tepat. Sehingga proses *supplier selection* menjadi proses yang krusial dalam setiap perusahaan.

Pendahuluan II

Perusahaan bisa menggunakan dua strategi terkait *supplier selection*, yakni: *single sourcing* dan *multiple sourcing*. *Single sourcing* berarti perusahaan hanya membeli bahan baku dari *supplier* tunggal. Sedangkan *multiple sourcing* berarti perusahaan bisa membeli bahan baku dari beberapa *supplier*. Strategi *single sourcing* bisa menaikkan level risiko dari perusahaan sedangkan strategi *multiple sourcing* menyebabkan *initial cost* dan *ongoing cost* yang lebih besar (Costantino and Pellegrino 2010).

Bagi perusahaan yang menerapkan strategi *multiple sourcing*, banyak faktor yang akan membuat kompleks pengambilan keputusan. Misalnya harga, perjanjian transaksi, kualitas, kuantitas, jarak dan biaya pengantaran (Rabieh, Soukhakian, and Shirazi 2016).

Pendahuluan III

Ada berbagai penelitian yang dilakukan terkait SCM dan optimisasi dalam hal *supplier selection*. Hasan, Shohag, Azeem, dan Paul (2015) melakukan pendekatan *fuzzy model* menggunakan 10 *input variables* berupa kriteria-kriteria penilaian *supplier* kemudian menggunakan tools **MATLAB fuzzy tool box** untuk mengevaluasi kinerja *supplier* agar *profitability* perusahaan tetap terjaga (Hasan et al. 2015).

Pada penelitian ini, kita akan menggunakan studi kasus dari suatu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang makanan dan minuman. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat model optimisasi untuk menyelesaikan tidak hanya *supplier selection* namun juga sampai level *raw material selection* dalam setiap periode waktu tertentu. Beberapa penelitian yang terkait dengan topik ini antara lain:

Pendahuluan IV

- ▶ Penelitian **TU Delft** yang dilakukan pada studi kasus perusahaan minyak di China menggunakan *framework Best-Worst Model (BWM)* untuk menentukan indikator penting untuk memilih *raw material* dan *supplier* terbaik (Nispelling 2015).
- ▶ Model *supplier selection and order allocation* berbasis *fuzzy extended analytic hierarchy process* yang dikombinasikan dengan *multiobjective dynamic linear programming* dibuat untuk mencari nilai yang optimal untuk pembelian *raw material* (Li, Wong, and Kwong 2013).
- ▶ Bani dan Jafari (2016) menawarkan suatu model optimisasi untuk menyelesaikan *supplier selection* dengan kondisi *multiple sourcing*, *multiple criteria*, dan batasan kapasitas. Model ini memiliki cakupan luas karena sudah mempertimbangkan kriteria-kriteria kunci per *raw material* dan *supplier*. Kemudian model tersebut diselesaikan dengan dua pendekatan, yakni algoritma genetika dan *invasive weed optimization* (Bani and Jafari 2016).

Pendahuluan V

Penelitian kali ini menawarkan suatu model komputasi yang bisa digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimisasi pemilihan *raw material* dan *supplier selection* dengan *input* berupa:

1. *Demand* dari 130 SKU produk jadi dan dalam periode waktu tertentu.
2. Komposisi *raw material* yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit SKU produk jadi.
3. Data spesifikasi *supplier* (terkait harga, minimal kuantitas pembelian, kualitas *raw material*, dan waktu pengiriman).

LATAR BELAKANG

Topik Permasalahan

PT. NFI adalah salah satu perusahaan *fast moving consumer goods (FMCG)* di Indonesia yang bergerak di bidang makanan dan minuman. Sejak 40 tahun, **NFI** menawarkan berbagai jenis produk makanan dan minuman sehat kepada masyarakat Indonesia.

Untuk menjalankan produksinya, **NFI** memiliki tiga *plants* yang memproduksi produk-produk yang sama (tidak ada perbedaan produk antar *plant*).

Salah satu jenis produk yang menjadi *backbone* adalah minuman serbuk.

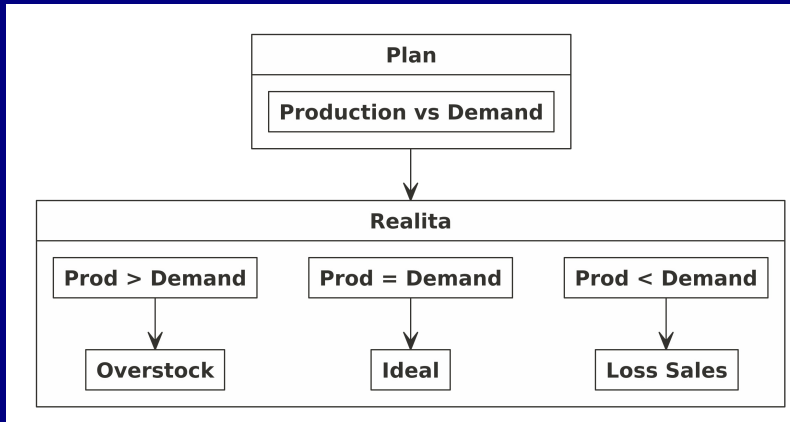
Topik Permasalahan (lanjutan)

Saat ini, ada 130 SKU minuman serbuk yang diproduksi. Beberapa SKU masuk ke dalam kategori *high demand* sedangkan beberapa lainnya masuk ke dalam kategori *medium demand* dan *low demand*.

Salah satu strategi perencanaan yang baik adalah menyelaraskan antara *production* dan *demand*.

Topik yang diangkat dalam penelitian ini adalah upaya pencegahan ***loss sales***.

Topik Permasalahan (lanjutan)



Topik Permasalahan (lanjutan)

Apa penyebab *production* < *demand* ?

Ada beberapa kemungkinan:

1. Ketiadaan *raw material*.
2. *Production downtime*.
3. Perubahan *demand* mendadak.

Di antara ketiga kemungkinan tersebut, kemungkinan pertama **berada pada kontrol kita** jika direncanakan dengan baik.

Topik Permasalahan (lanjutan)

Masing-masing produk minuman tersebut memiliki **resep** yang *unique*, namun ada beberapa komponen *raw material* digunakan oleh **keseluruhan produk**.

NFI juga menerapkan prinsip **multi supplier** untuk menjaga keamanan pasokan dan ketersediaan *raw material*. Akibatnya masing-masing *supplier* memiliki perbedaan dalam hal:

1. Harga,
2. Minimum order,
3. Durasi pengiriman.
4. Kualitas *raw material*.

Topik Permasalahan (lanjutan)

Masalah Optimisasi

Setelah dilakukan *review* menyeluruh terhadap prosedur dan tata cara perhitungan serta pemesanan *raw material*, disimpulkan bahwa **ada masalah optimisasi** yang dihadapi.

Kenapa?

Kuantitas *raw material* yang hendak dibeli harus disesuaikan dengan:

- ▶ Stok existing (sedang dipakai dan belum dipakai),
- ▶ Kapasitas gudang bahan baku,
- ▶ Demand produk,
- ▶ Kapasitas produksi harian,
- ▶ Faktor *supplier* (harga, *min order*, dan durasi pengiriman).
- ▶ Kualitas *raw material*.

Secara *business value*, masalah ini perlu diselesaikan dengan baik

Rencana Judul Thesis

Optimization and Computational Model for Supplier Selection and Raw-Material Composition: Case Study PT. NFI.

RENCANA KERJA

Planned Output

Penelitian Mandiri III

Data collection dan dokumentasi *production system*.

Penelitian Mandiri IV

Model optimisasi yang telah disempurnakan.

LITERATURE REVIEW

Paper I

Paper I

Metode Eksak

Pada penelitian mandiri I, pada *literature review* (Hillier and Lieberman 2001) saya mendapatkan beberapa informasi sebagai berikut:

- ▶ Metode *simplex* adalah metode eksak yang digunakan untuk menyelesaikan *linear programming*. Solusi yang dihasilkan merupakan bilangan *real* atau kontinu.
- ▶ Pada *MILP*, variabel yang terlibat sangat beragam (*integer*, *binary*, dan kontinu). Membulatkan bilangan solusi *linear programming* untuk mendapatkan solusi *integer* atau *binary* dari suatu masalah *MILP* tidak menjamin keoptimalan tercapai.

Oleh karena itu, perlu pendekatan tertentu dari *linear programming* agar hasilnya bisa digunakan di *MILP*. Salah satu pendekatan yang bisa dilakukan adalah melakukan *constraint relaxation* (Chachuat 2011).

Metode *Meta Heuristic*: SOA untuk MINLP

Solving Mixed Integer Nonlinear Programming Problems Using Spiral Dynamics Optimization Algorithm

Adhe Kania^{1, a)} and Kuntjoro Adji Sidarto^{1, b)}

¹ Department of Mathematics, Institut Teknologi Bandung, Bandung 40132, Indonesia.

^{a)} Corresponding author: adhe.kania@math.itb.ac.id

^{b)} sidarto@math.itb.ac.id

Abstract. Many engineering and practical problem can be modeled by mixed integer nonlinear programming. This paper proposes to solve the problem with modified spiral dynamics inspired optimization method of Tamura and Yasuda. Four test cases have been examined, including problem in engineering and sport. This method succeeds in obtaining the optimal result in all test cases.

(Kania and Sidarto 2016)

Key Take Points I

Salah satu trik yang bisa dilakukan agar SOA bisa menyelesaikan *mixed integer programming* adalah dengan mengubah *constrained optimization problem* menjadi *unconstrained optimization problem* kemudian memanfaatkan *penalty constant*.

Misal suatu permasalahan MILP atau MINLP bisa ditulis secara umum sebagai berikut:

$$\min_{x \in \mathbb{R}^n} f(x)$$

$$\text{subject to: } g_i(x) = 0, i = 1, 2, \dots, M$$

$$\text{and } h_j(x) \leq 0, i = 1, 2, \dots, N$$

Key Take Points II

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T \in \mathbb{N}$$

Bentuk di atas bisa kita ubah menjadi:

$$F(x, \alpha, \beta) = f(x) + \sum_{i=1}^M \alpha_i g_i^2(x) + \sum_{j=1}^N \beta_j (\max(h_j(x), 0))^2$$

dimana α, β merupakan *penalty constant* yang bisa dibuat sangat besar.

Permasalahan yang Ditemui pada Paper Ini

SOA relatif mudah untuk dituliskan dalam bentuk algoritma bahasa pemrograman manapun. Tapi ada satu hal yang bisa menjadi batu ganjalan dalam menuliskan algoritamanya. Apa itu? Yaitu pendefinisian matriks rotasi untuk masalah dengan n-dimensi.

Bentuk umum dari matriks rotasi adalah sebagai berikut:

$$R^{(n)}(\theta_{1,2}, \theta_{1,3}, \dots, \theta_{n,n-1}) = \prod_{i=1}^{n-1} \left(\prod_{j=1}^i R_{n-i,n+1-j}^{(n)}(\theta_{n-i,n+1-j}) \right)$$

Apakah ini *cross product* atau *dot product*?

Paper II

Paper II

SOA

Spiral Dynamics Inspired Optimization

Kenichi Tamura and Keiichiro Yasuda

Tokyo Metropolitan University

1-1 Minamiosawa, Hachioji, Tokyo 192-0397, Japan

E-mail: tamu@tmu.ac.jp

[Received March 4, 2011; accepted July 15, 2011]

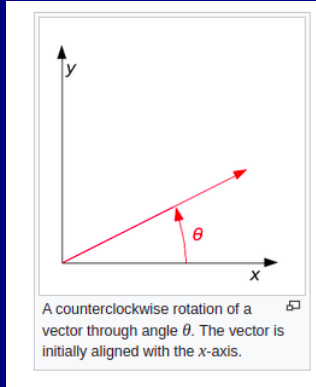
(Tamura and Yasuda 2011)

Rotation in n – Dimensional Space

Informasi yang bisa diambil adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} R^{(n)}(\theta_{1,2}, \theta_{1,3}, \dots, \theta_{n,n-1}) &:= R_{n-1,n}^{(n)}(\theta_{n-1,n}) \\ &\times R_{n-2,n}^{(n)}(\theta_{n-2,n}) R_{n-2,n-1}^{(n)}(\theta_{n-2,n-1}) \times \dots \times R_{2,n}^{(n)}(\theta_{2,n}) \\ &\times \dots \times R_{2,3}^{(n)}(\theta_{2,3}) R_{1,n}^{(n)}(\theta_{1,n}) \times \dots \times R_{1,3}^{(n)}(\theta_{1,3}) R_{1,2}^{(n)}(\theta_{1,2}) \\ &= \prod_{i=1}^{n-1} \left(\prod_{j=1}^i R_{n-i,n+1-j}^{(n)}(\theta_{n-i,n+1-j}) \right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7) \end{aligned}$$

Aljabar Linear: Rotasi pada 2 Dimensi



Rotasi tidak mengubah norm vektor.

Konsekuensi

$$R^{(n)}(\theta_{1,2}, \theta_{1,3}, \dots, \theta_{n,n-1}) = \prod_{i=1}^{n-1} \left(\prod_{j=1}^i R_{n-i,n+1-j}^{(n)}(\theta_{n-i,n+1-j}) \right)$$

Menghasilkan matriks rotasi yang tidak mengubah norm vektor.

Key Take Points I

Pada rotasi pada 3-dimensi, saya temukan bahwa:

$$R^{(3)} = R_{23} \times R_{13} \times R_{12}$$

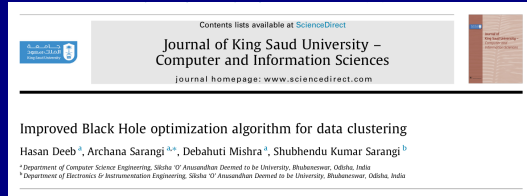
Merupakan matriks yang *preserve norm vector*.

Sedangkan matriks $R^{(3)} = R_{23}.R_{13}.R_{12}$ tidak memberikan rotasi tapi hanya memberikan kontraksi.

Paper III

Paper III

Improved Black Hole Optimization Algorithm



(Deeb et al. 2020)

PENELITIAN MANDIRI III

Masalah Optimisasi

Masalah Optimisasi

Penentuan keputusan strategis dalam memilih *supplier* bahan mentah dan menentukan banyaknya bahan mentah yang harus dibeli dari suatu pemasok agar total biaya pembelian seminim mungkin tetapi memenuhi kebutuhan yang ada.

Kondisi yang Ada Saat Ini

Saat ini pemilihan *supplier* dan penentuan kuantitas pembelian *raw material* dilakukan secara manual dengan mempertimbangkan data-data terkait secara mingguan oleh departemen PPIC (*Production Planning and Inventory Control*). Namun jika ada perubahan *demand* secara mendadak, proses tersebut harus dihitung ulang.

Proses perhitungan ini memerlukan waktu yang cukup lama karena banyak faktor yang mempengaruhi.

Rencana Kerja

Model optimisasi ini kelak akan diimplementasikan pada departemen PPIC sehingga proses pemilihan supplier dan penentuan kuantitas pembelian *raw material* bisa dilakukan secara cepat dan tepat. Diharapkan proses bisnis menjadi menjadi lebih efisien dan *cost* yang ada bisa ditekan lebih baik lagi.

Output Lain dari Model Optimisasi

Bahasan dalam optimisasi dapat dikategorikan menjadi:

- ▶ Pemodelan masalah nyata menjadi masalah optimisasi.
- ▶ Pembahasan karakteristik dari masalah optimisasi dan keberadaan solusi dari masalah optimisasi tersebut.
- ▶ Pengembangan dan penggunaan algoritma serta analisis numerik untuk mencari solusi dari masalah tersebut.

Dokumentasi *Production System*

Rangkaian Produksi

Dalam rangkaian produksi, **NFI** menggunakan banyak sekali bahan baku. Namun ada beberapa bahan baku utama yang paling sering digunakan.

Selama ini **NFI** memesan bahan-bahan baku tersebut secara **langsung tiap bulannya** dengan besarnya pemesanan disesuaikan dengan:

1. Angka *demand* atau *forecast* masing-masing produk yang menggunakan bahan-bahan baku tersebut.
2. *Existing stock* bahan baku yang ada di gudang bahan baku.
3. *Minimum order* per jenis bahan baku yang ditetapkan *supplier*.

Informasi Terkait Pengiriman Bahan Baku I

Pengiriman bahan baku oleh para *supplier* dilakukan sebanyak **4** kali dalam sebulan dengan jumlah sesuai dengan aturan berikut:

- ▶ Banyaknya bahan baku pada **pengiriman pertama** disesuaikan dengan **stok existing** dan **demand** produk terkait bahan baku tersebut pada minggu I.
- ▶ Sedangkan bahan baku gula pada **pengiriman kedua hingga keempat** dibuat proporsional.

Ilustrasi Pengiriman Bahan Baku

Contoh pada suatu bulan tertentu:

- ▶ Kebutuhan bahan baku diperkirakan sebesar **400 ton**.
- ▶ Stok *existing* bahan baku di gudang bahan baku ada **50 ton**.
- ▶ Maka **NFI** perlu memesan bahan baku sebesar **350 ton**.
- ▶ Pengiriman dilakukan **4 kali**.
 - ▶ Pada minggu I, diperkirakan kebutuhan bahan baku ada sebesar **100 ton**. Oleh karena itu, **pengiriman pertama** adalah sebesar **50 ton** saja.
 - ▶ Pada minggu II, III, dan IV pengiriman gula adalah proporsional sebesar **100 ton**.

Oleh karena itu, kelak pada model matematika perlu ada *constraints* terkait hal ini.

Ilustrasi Pengiriman Bahan Baku: Gula

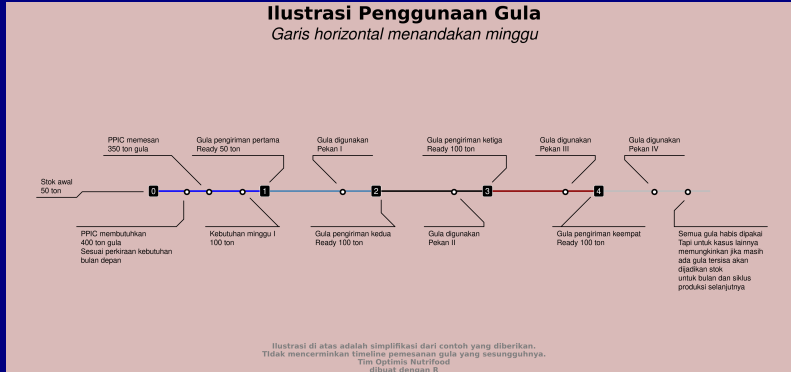


Figure 1: Simplifikasi dari Penggunaan Bahan Baku

PENELITIAN MANDIRI IV

Model Optimisasi

Known Parameter I

Langkah pertama yang bisa dilakukan untuk membuat model optimisasi adalah menghitung dan mencari parameter-parameter terkait. Dari *update* pada penelitian mandiri di atas, kita bisa lihat:

- ▶ I sebagai himpunan semua jenis bahan baku.
- ▶ K sebagai himpunan semua minggu yang ada dalam rentang masalah.
- ▶ J sebagai himpunan semua produk yang menggunakan bahan baku.
- ▶ *Existing stock* per bahan baku i pada awal minggu ke 1. Misalkan saya tulis sebagai berikut:

$$S_i \geq 0, \text{ untuk } i \in I$$

Known Parameter II

- ▶ *Demand* bahan baku i pada awal minggu ke 1. Misalkan saya tulis sebagai berikut:

$$D_i \geq 0, \text{ untuk } i \in I$$

REFERENCES

REFERENCES I

Bani, Elnaz, and Davood Jafari. 2016. "The Total Cost of Logistics in Supplier Selection, Under Conditions of Multiple Sourcing, Multiple Criteria and Capacity Constraint." www.GrowingScience.com/dsl.

Chachuat, Benoit. 2011. "MILP: Branch-and-Bound Search."
http://macc.mcmaster.ca/maccfiles/chachuatnotes/07-MILP-I_handout.pdf.

Costantino, Nicola, and Roberta Pellegrino. 2010. "Choosing Between Single and Multiple Sourcing Based on Supplier Default Risk: A Real Options Approach."
www.elsevier.com.

Deeb, Hasan, Archana Sarangi, Debahuti Mishra, and Shubhendu Kumar Sarangi. 2020. "Improved Black Hole Optimization Algorithm for Data Clustering."
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319157820306212>.

REFERENCES II

- Hasan, Md. Mahmudul, Md. Abu Sayeed Shohag, Abdullahil Azeem, and Sanjoy Kumar Paul. 2015. "Multiple Criteria Supplier Selection: A Fuzzy Approach."
<https://www.researchgate.net/publication/274393330>.
- Hillier, Frederick S., and Gerald J. Lieberman. 2001. *Introduction to Operations Research*. 7th ed. New York, US: McGraw Hill. www.mhhe.com.
- Kania, Adhe, and Kuntjoro Adji Sidarto. 2016. "Solving Mixed Integer Nonlinear Programming Problems Using Spiral Dynamics Optimization Algorithm."
<http://dx.doi.org/10.1063/1.4942987>.
- Li, Zhi, W. K. Wong, and C. K. Kwong. 2013. "An Integrated Model of Material Supplier Selection and Order Allocation Using Fuzzy Extended AHP and Multiobjective Programming." Hindawi Publishing Corporation.

REFERENCES III

Nispelling, Thomas. 2015. "Multi-Criteria Supplier Selection in the Edible Oil Industry: The Case of a New Oils & Fats Plant in China."

Oliver, R. Keith, and Michael D. Webber. 1982. "Supply-Chain Management: Logistics Catches up with Strategy."

https://www.researchgate.net/publication/247674858_Supply-Chain_Management_Logistics_Catches_up_with_Strategy.

Rabieh, Masood, Mohammad Ali Soukhakian, and Ali Naghi Mosleh Shirazi. 2016. "Two Models of Inventory Control with Supplier Selection in Case of Multiple Sourcing: A Case of Isfahan Steel Company."

<https://www.researchgate.net/publication/299417791>.

REFERENCES IV

Tamura, Kenichi, and Keiichiro Yasuda. 2011. "Spiral Dynamics Inspired Optimization."
https://www.researchgate.net/publication/279683301_Spiral_Dynamics_Inspired_Optimization.