

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

Mohammad Rizka Fadhli, Rieske Hadiani, Saladin Uttunggadewa,  
Sri Redjeki

Magister Sains Komputasi, FMIPA, Institut Teknologi Bandung.

## Abstract

to be filled

## PENDAHULUAN

Semenjak diperkenalkan pertama kali pada tahun 1982, *Supply Chain Management* (SCM) memegang peranan penting dalam manufaktur sebagai suatu sistem produksi terintegrasi [1]. 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* [2]. Kedua faktor ini sangat bergantung pada pemilihan *supplier* yang tepat. Sehingga proses *supplier selection* menjadi proses yang krusial dalam setiap perusahaan.

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 [3].

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 [2].

Penelitian yang dilakukan terkait SCM dan optimisasi dalam hal *supplier selection* menggunakan basis kriteria penilaian skala makro pernah dilakukan pada tahun 2015. Yakni dengan memanfaatkan pendekatan *fuzzy model* menggunakan sepuluh *input variables* berupa kriteria-kriteria penilaian *supplier* kemudian menggunakan *tools MATLAB fuzzy tool box* untuk mengevaluasi kinerja *supplier* agar *profitability* perusahaan tetap terjaga [4].

Beberapa penelitian lain terkait dengan topik ini antara lain:

- Penelitian **TU Delft** yang dilakukan pada studi kasus perusahaan minyak di China menggunakan *framework Best-Worst Model* (BWM) untuk menentukan variabel penting untuk memilih *raw material* dan *supplier* terbaik [5].
- Model *supplier selection and order allocation* berbasis *fuzzy extended analytic hierarchy process* yang dikombinasikan dengan *multiobjective dynamic linear programming* dibuat untuk mencari nilai kuantitas yang optimal untuk pembelian *raw material* [6].
- 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* [7].

Dewasa ini, penyelesaian masalah optimisasi menggunakan pendekatan *meta heuristic* sedang berkembang dengan pesat. Salah satunya adalah *Spiral Dynamic Optimization Algorithm* (SDOA). Penelitian yang dilakukan pada 2016 menunjukkan SDOA mampu menghasilkan solusi dari permasalahan *binary programming* memanfaatkan modifikasi *constrained optimization* menjadi *unconstrained optimization* dengan jumlah *constraints* yang sedikit [8]. Penelitian lain pada 2022 menunjukkan modifikasi pada bentuk spiral bisa membuat algoritma menjadi lebih efisien dan akurat [9].

Pada penelitian ini, *supplier selection* akan disandingkan langsung dengan *raw material selection* pada variabel-variabel penentuan yang lebih teknis pada rentang waktu tertentu. Studi kasus yang digunakan pada penelitian ini berasal dari perusahaan manufaktur bidang makanan dan minuman di Indonesia. Luaran dari penelitian ini adalah suatu model komputasi yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimisasi pemilihan *raw material* dan *supplier selection* dengan *input* berupa:

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

Kelak solusi dari model komputasi ini akan dibandingkan dengan solusi manual yang selama ini dilakukan.

## MASALAH OPTIMISASI

Suatu perusahaan manufaktur makanan dan minuman di Indonesia memproduksi sejumlah jenis minuman. Untuk pemenuhan bahan baku ini, perusahaan memiliki perjanjian untuk memasoknya dari enam *supplier*. Setiap *supplier* menawarkan bahan baku yang sama. Spesifikasi bahan baku dan harga per ton bahan baku berbeda-beda antar *supplier*.

Adapun kendala yang harus dipenuhi ketika memproduksi semua jenis minuman dan pembelian bahan baku adalah sebagai berikut:

- Setiap produk minuman memerlukan komposisi bahan baku tertentu (resep yang digunakan *unique*). Namun ada beberapa bahan baku yang digunakan untuk hampir semua produk minuman tersebut.
- Bahan baku dari *supplier* tertentu bisa disubstitusi dengan bahan baku dari *supplier* yang lain.
- Untuk menjaga keamanan pasokan suatu bahan baku, pembelian harus dilakukan paling sedikit dari dua *supplier* yang berbeda.
- Bahan baku dipesan tiap bulan, dengan pengiriman dari *supplier* ke produsen dilakukan selama empat kali yaitu seminggu setelah pemesanan, dua minggu setelah pemesanan, tiga minggu setelah pemesanan, dan empat minggu setelah pemesanan.
- Kuantitas pengiriman pertama bahan baku bisa disesuaikan nilainya tapi pengiriman bahan baku kedua hingga keempat harus dibuat proporsional.
- *Demand* untuk tiap produk minuman tiap minggu berbeda.
- *Demand* untuk empat minggu ke depan sudah diketahui.
- Untuk memastikan kualitas bahan baku, perusahaan melakukan proses inspeksi (*quality control*). Proses ini memerlukan waktu 17 hari sejak bahan baku diterima produsen.
- Perusahaan memiliki tempat penyimpanan bahan baku yang terbatas.

Masalah yang dihadapi adalah penentuan keputusan strategis dalam memilih pemasok bahan mentah dan menentukan banyaknya bahan mentah yang harus dibeli dari suatu pemasok agar total biaya pembelian seminim mungkin tetapi memenuhi kebutuhan yang ada.

# MODEL OPTIMISASI

## Parameter yang Diketahui

Notasikan:

- $M$  sebagai himpunan semua minggu.
  - $\hat{M} \setminus \{1, 6\}$
- $P = P_1 \cup P_2 \cup P_3 \cup P_4 \cup P_5 \cup P_6$  sebagai himpunan produk di semua minggu.
  - $\hat{P}$  sebagai himpunan bagian dari  $P$ , yakni himpunan produk yang menggunakan minimal dua jenis BB.
  - $\dot{P}$  sebagai himpunan bagian dari  $P$ , yakni himpunan produk yang menggunakan satu jenis BB saja.
- $G = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$  sebagai himpunan BB.
- $D$  sebagai kebutuhan BB di bulan perencanaan, yaitu: *week 3 - 6*.
- $maxcap$  sebagai kapasitas gudang BB.
- $\forall i \in P_j, g_{ijk}$  adalah kebutuhan BB (dalam ton) dari produk  $i$  pada *week k*.
- $\forall k \in G, c_k$  adalah harga BB  $k$  per ton.
- $\forall k \in G, \epsilon_k$  adalah *minimum order quantity* dari BB  $k$ .
- $\forall k \in G, \hat{d}_{2k}$  adalah total BB  $k$  yang dibutuhkan pada *week 2*.
- $\forall k \in G, Z_{ik}$  adalah stok level BB  $k$  di gudang pada akhir *week 1*.

## Variabel Keputusan

### Variabel I

Definisikan  $\forall k \in G, x_k$  adalah banyaknya BB  $k$  yang dibeli.

Berdasarkan informasi sebelumnya, kita ketahui bahwa  $x_k$  bernilai bulat positif dan harus lebih besar atau sama dengan nilai  $\epsilon_k$ . Kemudian tidak ada kewajiban untuk membeli BB dari seluruh *supplier*.

Maka kita bisa tuliskan:  $x_k = 0$  atau  $\epsilon_k \leq x_k \leq maxcap$ . Untuk menghindari nilai diskontinu dari  $x_k$  ini, definisikan:

$$y_k = \begin{cases} 1, & x_k = 0 \\ 0, & \epsilon_k \leq x_k \leq maxcap \end{cases}$$

$$\forall j \in M \setminus \{1, 6\}, \forall i \in P_j, \forall k \in G,$$

### Variabel II

Definisikan:  $\hat{x}_{jk}$  sebagai banyaknya pengiriman BB jenis  $k$  di awal *week*  $j$ .

$$a_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{produk ke } i \text{ di week } j \text{ menggunakan BB } k \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

### Variabel III

Definisikan:  $b_{ijk}$  sebagai proporsi penggunaan BB  $k$  dari seluruh kebutuhan BB untuk produk  $i$  di *week*  $j$ ,  $\forall j \in M \setminus \{1\}, \forall k \in G$ .

### Variabel IV

Definisikan:  $z_{jk}$  sebagai stok level BB  $k$  di akhir *week*  $j$ .

## Kendala Optimisasi

### Kendala I

Kendala I adalah penghubung yang benar antara variabel keputusan biner, integer, atau kontinu yang berkaitan:

$$\forall k \in G,$$

$$x_k \leq Dy_k$$

$$x_k \geq \epsilon y_k$$

$$\forall j \in M \setminus \{1, 2\}, \forall i \in P_j, \forall k \in G,$$

$$b_{ijk} \leq a_{ijk}$$

$$b_{ijk} \geq \mu a_{ijk}$$

untuk suatu nilai  $\mu$  yang kecil.

## Kendala II

Kendala II dibuat agar total BB yang dipesan tidak kurang dari total *demand* di bulan perencanaan.

$$\sum_{k \in G} x_k \geq D$$

## Kendala III

Kendala III mengatur hubungan antara total pembelian BB dan pengiriman setiap minggu.

$$\forall k \in G,$$

$$x_k = \sum_{j \in \hat{M}} \hat{x}_{jk}$$

**Kendala IV**

Kendala IV menjaga volume pengiriman gula pada *week* 2, 3, dan 4 selalu sama.

$$\begin{aligned}\forall k \in G, \\ \hat{x}_{3k} &= \hat{x}_{4k} \\ \hat{x}_{4k} &= \hat{x}_{5k}\end{aligned}$$

**Kendala V**

Kendala V berfungsi untuk menjaga komposisi gula yang diinginkan.

$$\begin{aligned}\forall j \in M \setminus \{1, 2\}, \forall i \in \hat{P}_j, \\ \sum_{k \in G} a_{ijk} &\geq 2 \\ \sum_{k \in G} b_{ijk} &= 1 \\ \forall j \in M \setminus \{1, 2\}, \forall i \in \dot{P}_j, \\ \sum_{k \in G} a_{ijk} &= 1 \\ \sum_{k \in G} b_{ijk} &= 1\end{aligned}$$

**Kendala VI**

Kendala VI berfungsi untuk menjaga stok level sesaat setelah pengiriman BB agar tidak melebihi kapasitas gudang.

$$\begin{aligned}\sum_{k \in G} (Z_{1k} + \hat{x}_{1k} - \hat{d}_{2k} + z_{jk}) &= maxcap \\ \forall j \in M \setminus \{1, 2\} \\ \sum_{k \in G} (z_{(j-1)k} + \hat{x}_{(j-1)k}) - \sum_{i \in P_j} b_{ijk} g_{ijk} + z_{jk} &= maxcap\end{aligned}$$



## Fungsi Objektif

Permasalahan yang dihadapi adalah pemilihan *supplier* dan BB sebagai berikut:

$$\min \sum_{k \in G} c_k x_k$$

terhadap kendala I sampai VI dan

$$x_k = 0 \text{ atau } \epsilon_k \leq x_k \leq \maxcap, x_k \in \mathbb{Z}^+$$

$$y_k \in \{0, 1\}, \hat{x}_{jk} \geq 0, a_{ijk} \in \{0, 1\}$$

$$0 \leq b_{ijk} \leq 1$$

$$0 \leq z_{jk} \leq \maxcap$$

## REFERENCES

- [1] Oliver R K and Webber M D 1982 *Supply-chain management: Logistics catches up with strategy* (Outlook)
- [2] Rabieh M, Soukhakian M A and Shirazi A N M 2016 *Two models of inventory control with supplier selection in case of multiple sourcing: A case of isfahan steel company* (Springerlink.com)
- [3] Costantino N and Pellegrino R 2010 *Choosing between single and multiple sourcing based on supplier default risk: A real options approach* (Journal of Purchasing; Supply Management)
- [4] Hasan Md M, Shohag Md A S, Azeem A and Paul S K 2015 *Multiple criteria supplier selection: A fuzzy approach* (International Journal Logistics Systems; Management)
- [5] Nispelling T 2015 *Multi-criteria supplier selection in the edible oil industry: The case of a new oils & fats plant in china* (TU Delft)

- [6] Li Z, Wong W K and Kwong C K 2013 *An integrated model of material supplier selection and order allocation using fuzzy extended AHP and multiobjective programming* (Hindawi Publishing Corporation)
- [7] Bani E and Jafari D 2016 *The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint* (Decision Science Letters)
- [8] Kania A and Sidarto K A 2016 *Solving mixed integer nonlinear programming problems using spiral dynamics optimization algorithm* (AIP Publishing)
- [9] Omar M B, Bingi K, Prusty B R and Ibrahim R 2022 *Recent advances and applications of spiral dynamics optimization algorithm: A review* (MDPI)