

WEEKLY UPDATE
PENELITIAN MANDIRI DALAM SAINS KOMPUTASI III - IV

Mohammad Rizka Fadhli 20921004

Sains Komputasi ITB

RENCANA KERJA

Rencana Judul Thesis

Optimization and Computational Model for Supplier Selection, Order Allocation, and Incorporating Raw-Material Characteristic: Case Study Beverages Manufacture

Planned Output

Penelitian Mandiri III

Data collection dan dokumentasi *production system*.

Penelitian Mandiri IV

Model optimisasi yang telah disempurnakan.

PENELITIAN MANDIRI III

Masalah Optimisasi

Masalah Optimisasi

Penentuan keputusan strategis dalam:

1. Memilih *supplier* bahan baku (BB).
2. Menentukan banyaknya BB yang harus dibeli.
3. Membuat alokasi antara BB dengan produk yang akan diproduksi sesuai dengan resep.

dalam periode waktu tertentu agar total biaya pembelian BB seminim mungkin.

Kondisi yang Ada Saat Ini

Saat ini pemilihan *supplier* dan penentuan kuantitas pembelian BB dilakukan secara manual dengan mempertimbangkan data-data terkait secara mingguan oleh departemen PPIC (*Production Planning and Inventory Control*). Perhitungan yang ada saat ini belum sampai ke dalam pengambilan keputusan alokasi antara BB dengan produk sehingga menimbulkan *loss sales* akibat ketiadaan BB saat produksi.

Selain itu proses perhitungan ini memerlukan waktu yang cukup lama karena banyak faktor yang mempengaruhi.

Tujuan

Model optimisasi ini kelak akan diimplementasikan pada departemen PPIC sehingga proses pemilihan *supplier*, penentuan kuantitas pembelian BB, dan rencana produksi bisa dilakukan secara cepat dan tepat.

Diharapkan proses bisnis menjadi menjadi lebih efisien dan *cost* yang ada bisa ditekan lebih baik lagi.

Output 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

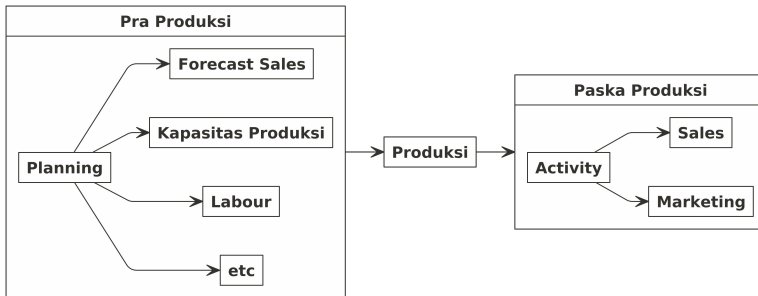


Figure 1: Simplifikasi Rangkaian Produksi

Rangkaian Produksi

Dalam rangkaian produksi, **NFI** menggunakan banyak sekali BB. Namun ada satu jenis BB utama yang paling sering digunakan.

Selama ini **NFI** memesan BB 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*.

Rangkaian Produksi

Pemesanan ini juga harus disesuaikan dengan *policy* yang ada pada **SCM**, seperti:

1. Pembelian bahan baku harus berasal dari minimal 2 *suppliers* untuk menjaga keamanan pasokan.
2. Pembelian bahan baku dari *supplier* harus memenuhi persentase portofolio yang ditetapkan di awal tahun oleh **NFI**.

Informasi Terkait Pengiriman BB

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

Banyaknya bahan baku pada setiap pengiriman adalah fleksibel disesuaikan dengan **stok existing** dan **demand** produk pada minggu tersebut.

Ilustrasi Pengiriman BB

Contoh pada suatu bulan tertentu:

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

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

Ilustrasi Pengiriman Bahan Baku: Gula

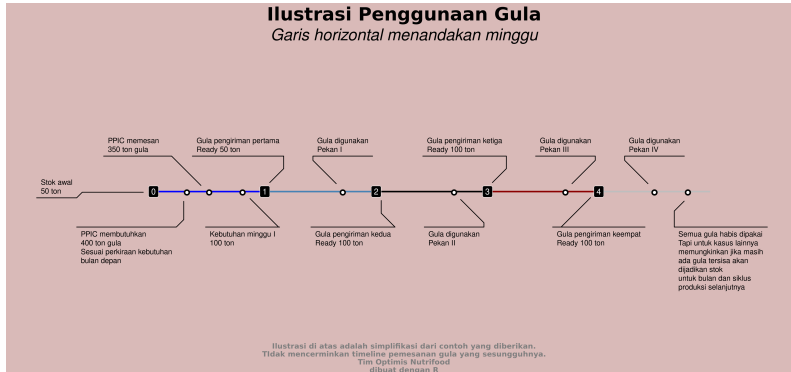


Figure 2: Simplifikasi dari Penggunaan Bahan Baku

Rangkaian Produksi (Komplikasi Masalah)

Salah satu komplikasi masalah optimisasi ini adalah:

Waktu pengiriman dan inspeksi adalah selama 17 hari setelah pemesanan BB sampai akhirnya BB tersebut dapat digunakan untuk produksi.

Oleh karena itu, perencanaan pembelian BB dilakukan setidaknya sebulan sebelum BB tersebut akan digunakan.

Informasi Terkait Jenis BB I

Saat ini, ada **6** jenis BB utama yang bisa dipesan ke **6 suppliers** yang berbeda. Masing-masing BB digunakan untuk membuat produk tertentu. Informasi yang perlu diketahui adalah:

- ▶ **Tidak ada kewajiban** bagi NFI untuk membeli semua jenis bahan baku tersebut. Tapi setidaknya minimal ada **2 jenis bahan baku** yang dibeli NFI sebagai *back up* substitusi bahan baku.
- ▶ Terkait penggunaan BB:
 - ▶ Sebagian kecil dari produk hanya bisa diproduksi dengan **satu jenis bahan baku saja**.
 - ▶ Sebagian besar lainnya memungkinkan untuk diproduksi dengan **dua atau lebih jenis BB**.
 - ▶ Unit per jenis BB yang digunakan untuk membuat produk adalah sama walau berbeda jenis BB.

Informasi Terkait Jenis BB II

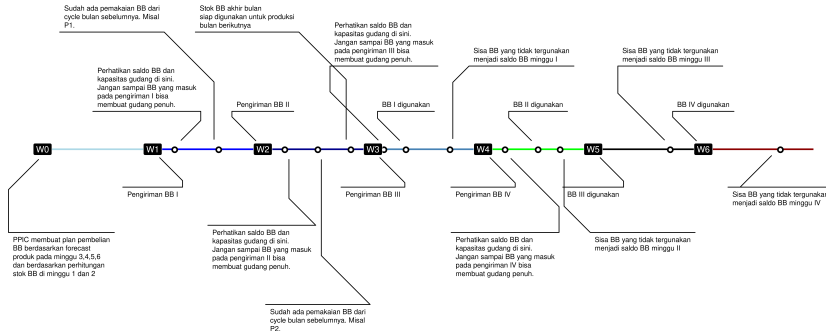
- ▶ Pembelian BB harus memenuhi *minimum order* yang ditetapkan oleh *supplier* **tapi** jika pembelian di atas *minimum order* harus dilakukan **pembulatan**. Misalkan:
 - ▶ *Minimum order* adalah **10 ton**, maka:
 - ▶ Boleh membeli **11 ton**.
 - ▶ Tidak boleh membeli **10.5 ton**.
- ▶ Harga masing-masing BB per *supplier* berbeda-beda (harganya fluktuatif berbeda setiap bulannya karena merupakan salah satu komoditas). Namun untuk lama pengiriman, pada kasus ini semua BB memiliki lama pengiriman yang sama.

Ilustrasi Alur Pengadaan Bahan Baku: Misal - Gula

Berikut adalah *summary* alur pengadaan bahan baku gula yang dilakukan Nutrifood:

Timeline Pengadaan Bahan Baku

Garis horizontal menandakan minggu



Produksi sebenarnya dimulai pada saat minggu III. Namun, sejak BB mulai dikirim pada minggu I, kita harus mulai memperhitungkan kapasitas gudang. Demikian juga saat pengiriman BB di minggu II. Oleh karena itu pemakaian pada minggu I dan II akan dijadikan parameter dalam model matematika.

Contoh Substitusi BB

Apa yang Dimaksud BB Substitusi?

Menurut informasi dari *RnD*, beberapa BB bisa menjadi substitusi bagi BB yang lain. Hal ini diperbolehkan karena kesamaan karakteristik yang ada pada beberapa BB tersebut.

Perbedaan mendasar yang ada adalah pada warna BB. Sedangkan derajat rasa dan ukuran partikel sudah disesuaikan dengan standar baku pangan yang ada.

Informasi Terkait Substitusi BB I

Case I: Minimal 2 jenis bahan baku sebagai *back up*

Dalam suatu bulan tertentu, untuk memproduksi produk **A**, **B**, dan **C** dibutuhkan bahan baku x_1 , x_2 , **atau** x_3 .

Untuk memastikan tidak ada masalah di kemudian hari (sebagai *back up*), maka minimal harus ada **2** jenis bahan baku yang harus dibeli. Alternatifnya:

1. Membeli x_1 dan x_2 ,
2. Membeli x_1 dan x_3 ,
3. Membeli x_2 dan x_3 , atau
4. Membeli x_1 , x_2 , dan x_3 .

Informasi Terkait Substitusi Bahan Baku I

Case II: Unit bahan baku yang digunakan sama

Dalam suatu bulan tertentu, untuk membuat produk **A**, kita bisa menggunakan:

1. 100 unit x_1 atau,
2. 100 unit x_2 .

Sedangkan untuk membuat produk **B**, kita bisa menggunakan:

1. 100 unit x_2 atau,
2. 100 unit x_3 .

Informasi Terkait Substitusi Bahan Baku I

Case II: Unit bahan baku yang digunakan sama

Dari kasus di atas, kita bisa menuliskan bahwa:

1. Kebutuhan bahan baku 1 ada sebesar $x_1 \leq 100$.
2. Kebutuhan bahan baku 2 ada sebesar $x_2 \leq 200$.
3. Kebutuhan bahan baku 3 ada sebesar $x_3 \leq 100$.

Karena minimal harus ada **2 bahan baku yang dipilih**, maka alternatif solusi yang ada adalah:

1. 100 unit x_1 dan 100 unit x_2 .
2. 100 unit x_1 dan 100 unit x_3 .
3. 100 unit x_2 dan 100 unit x_3 .
4. 100 unit x_1 , 100 unit x_2 dan 100 unit x_3 .

Data yang Digunakan

Data yang Dijadikan *Input*

Ada beberapa data yang dijadikan *input* dalam permasalahan ini, yakni:

1. Data spek bahan baku, meliputi: harga (Rupiah per *kg*), *minimum order quantity* (MOQ dalam *kg*), *leadtime* pengiriman hingga siap guna (dalam hari), stok terkini (dalam *kg*) untuk masing-masing jenis bahan baku.
2. Data komposisi bahan baku per produk yang diproduksi.
3. Data *demand* mingguan untuk masing-masing produk (dalam unit *batch* produksi) termasuk kebutuhan bahan baku per *batch*.

Contoh Data I: Spek Bahan Baku

Table 1: Data Bahan Baku

bahan_baku	stok	min_order	leadtime	harga
bb_1	85.58	256	17	242916
bb_2	4.16	47	17	171980
bb_3	1.90	212	17	154471
bb_4	73.74	3	17	128348
bb_5	35.22	254	17	222372
bb_6	8.33	11	17	145357

Contoh Data II: Komposisi Bahan Baku per Produk

Table 2: Contoh Sample Data Komposisi Bahan Baku

produk	bb_1	bb_2	bb_3	bb_4	bb_5	bb_6	bb_bisa_digunakan
fg_1	1	0	0	0	0	1	1
fg_2	5	1	1	0	1	1	5
fg_3	1	0	1	0	0	0	1
fg_4	4	0	1	1	1	0	4
fg_5	4	0	1	1	1	1	4
fg_6	3	1	0	0	0	1	3
fg_7	4	1	1	0	1	1	4
fg_8	2	0	1	0	1	0	2

Contoh Data III: Data *Demand* Mingguan per Produk

Table 3: Contoh Sample Data Demand Mingguan

produk	demand_w1	demand_w2	demand_w3	demand_w4	bb_per_batch
fg_1	10	4	0	2	600
fg_2	3	7	10	6	500
fg_3	9	3	7	5	330
fg_4	1	8	7	7	500
fg_5	3	10	10	1	640
fg_6	0	4	2	8	600
fg_7	4	6	2	5	500
fg_8	7	8	7	8	341

PENELITIAN MANDIRI IV

Model Optimisasi

Masalah Optimisasi

Masalah *supplier selection* and *raw material composition* yang dipertimbangkan adalah masalah dengan satu kriteria, yaitu total harga pengadaan tetapi ukuran masalahnya lebih besar karena penentuan *supplier* mana yang akan dipilih dan berapa *quantity* yang akan dipesan hanya sebagian dari variabel keputusan. Variabel keputusan lainnya adalah bagaimana distribusi pengiriman dari tiap *supplier* dan komposisi dari tiap varian bubuk minuman. Karena itu, masalah krusial pertama dari penyelesaian masalah ini adalah menurunkan masalah optimisasi yang tepat yang dapat menjadi model dari masalah ini.

Berdasarkan informasi-informasi yang telah didapatkan dari Penelitian Mandiri III, berikut adalah model optimisasi dari permasalahan *supplier selection*, *order allocation* dan alokasi BB ke produk.

Parameter Model Optimisasi

Parameter yang Diketahui I

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 .

Parameter yang Diketahui II

- ▶ $\forall k \in G, c_k$ 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 ϵ_k . Kemudian tidak ada kewajiban untuk membeli BB dari seluruh *supplier*.

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

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

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

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 μ 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 berfungsi untuk menjaga komposisi gula yang diinginkan.

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

Kendala V

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

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

Fungsi Objektif

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

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

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

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

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

REFERENCES