



PROGRESS UPDATE

PENELITIAN MANDIRI DALAM SAINS KOMPUTASI III - IV

Mohammad Rizka Fadhli 20921004

Sains Komputasi ITB

13 Februari 2022



RENCANA KERJA



Rencana Judul Thesis

Rencana Judul Thesis



Rencana Judul Thesis

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



Target *Output*

Target *Output*



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



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

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.
- ▶ **Waktu pengiriman dan inspeksi** adalah selama **17** hari setelah pemesanan gula sampai akhirnya gula tersebut dapat digunakan untuk produksi.

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

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

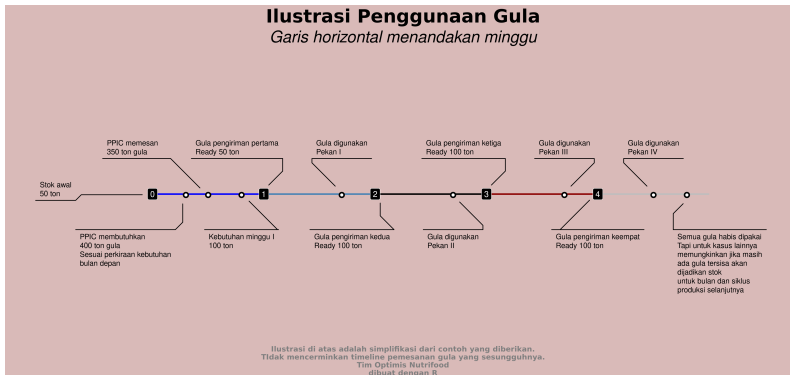


Figure 1: Simplifikasi dari Penggunaan Bahan Baku

Informasi Terkait Jenis Bahan Baku I

Saat ini, ada **6** jenis bahan baku yang bisa dipesan ke **6** *supplier* yang berbeda. Masing-masing bahan baku digunakan untuk membuat produk tertentu. Informasi lain yang perlu diketahui adalah:

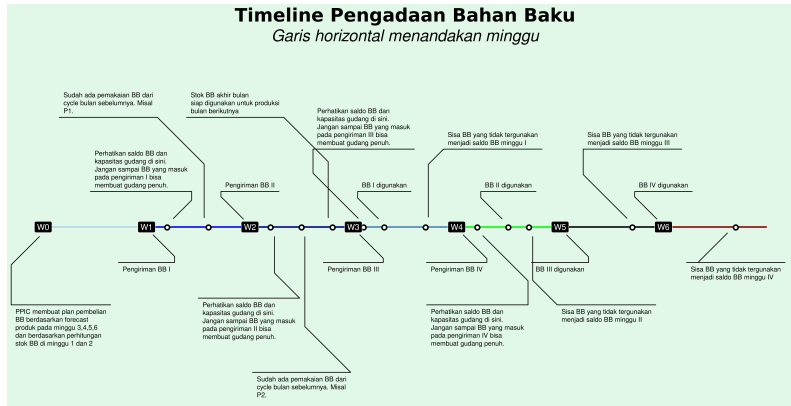
- ▶ **Tidak ada kewajiban** bagi NFI untuk membeli semua jenis bahan baku tersebut.
- ▶ Terkait penggunaan bahan baku:
 - ▶ Sebagian kecil dari produk hanya bisa diproduksi dengan **satu jenis bahan baku saja**.
 - ▶ Sebagian besar lainnya memungkinkan untuk diproduksi dengan **dua atau lebih jenis bahan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

Informasi Terkait Jenis Bahan Baku II

- ▶ Setidaknya minimal ada **2 jenis bahan baku** yang dibeli NFI sebagai *back up* substitusi bahan baku.
- ▶ Pembelian bahan baku 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 jenis bahan baku berbeda. Namun untuk lama pengiriman, pada kasus ini semua gula memiliki lama pengiriman yang sama.

Ilustrasi Alur Pengadaan Bahan Baku: Misal - Gula

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





Informasi Terkait Substitusi Bahan Baku

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

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

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 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	48.76	157.9	17	123431
bb_2	50.34	32.4	17	188674
bb_3	30.99	239.7	17	196835
bb_4	58.76	161.3	17	159980
bb_5	13.36	221.2	17	229996
bb_6	0.15	238.6	17	171848

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	0	0	0	0	0	0	0
fg_2	1	1	1	0	0	1	4
fg_3	1	1	0	0	0	1	3
fg_4	1	1	1	0	0	0	3
fg_5	1	1	0	0	0	1	3
fg_6	0	1	0	1	0	1	3
fg_7	0	0	1	0	0	0	1
fg_8	0	1	1	1	1	1	5

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	1	1	3	40
fg_2	8	8	1	4	550
fg_3	1	9	6	2	550
fg_4	8	1	4	5	330
fg_5	7	1	9	1	1000
fg_6	5	10	1	4	341
fg_7	6	6	3	2	40
fg_8	6	0	9	9	500



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:

- ▶ 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.



Known Parameter II

- ▶ 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.



Decision Variable 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:

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

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

Decision Variable II

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

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

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

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



To be continued

To be continued



To be continued

To be continued

Saya akan *update* dan tuliskan *constraints* dan *objective function* dalam waktu dekat.