

Laporan Akhir Penelitian Mandiri dalam Sains Komputasi III

Data Collection dan Dokumentasi Production System

Mohammad Rizka Fadhli
Program Studi Magister Sains Komputasi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Bandung
20921004@mahasiswa.itb.ac.id

10 May 2022

Contents

1	LATAR BELAKANG	5
2	DOKUMENTASI SISTEM PRODUKSI	7
2.1	Rencana Kerja	7
2.2	Rangkaian Produksi	7
2.3	Informasi Terkait Pengiriman Bahan Baku	8
2.3.1	Ilustrasi Pengiriman Bahan Baku	9
2.4	Informasi Terkait Jenis Bahan Baku	10
2.4.1	Ilustrasi Alur Pengadaan Bahan Baku: Gula	10
2.5	Informasi Terkait Substitusi Bahan Baku	12
3	DATA YANG DIGUNAKAN	14
3.1	Contoh Data I	14
3.2	Contoh Data II	15
3.3	Contoh Data III	16
	REFERENSI	17

List of Figures

1	Simplifikasi Rangkaian Produksi	7
2	Simplifikasi dari Penggunaan Bahan Baku	9
3	Simplifikasi dari Penggunaan Bahan Baku	11

List of Tables

1	Data Bahan Baku	14
2	Contoh Sample Data Komposisi Bahan Baku	15
3	Contoh Sample Data Demand Mingguan	16

1 LATAR BELAKANG

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.

Dalam prakteknya, 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].

PT. NFI adalah salah satu perusahaan manufaktur di Indonesia yang memproduksi 130 jenis minuman. Untuk pemenuhan bahan baku gula, NFI menggunakan prinsip *multiple sourcing* dengan perjanjian untuk memasoknya dari enam buah *supplier*. Spesifikasi bahan baku gula dan harga perton berbeda-beda antar *supplier*. Semua produk minuman tersebut bisa dibagi menjadi dua kelompok, yakni:

1. Minuman yang hanya bisa diproduksi oleh satu jenis bahan baku gula.
2. Minuman yang bisa diproduksi menggunakan dua atau lebih jenis bahan baku gula.

Kondisi yang ada pada saat ini, PT. NFI memilih *supplier* dan menentukan kuantitas pembelian bahan baku secara manual dengan mempertimbangkan data-data terkait secara mingguan oleh departemen PPIC (*Production Planning and Inventory Control*). Namun proses tersebut belum sampai ke dalam tahap mengalokasikan bahan baku yang dibeli tersebut dengan produk yang akan diproduksi kelak sehingga berpotensi menimbulkan *loss sales* akibat ketiadaan bahan baku saat produksi. Selain itu, proses perhitungan ini memerlukan waktu yang cukup lama.

Pada penelitian ini, ada tiga masalah utama yang hendak diselesaikan, yakni:

- Memilih *supplier* bahan baku.
- Menentukan banyaknya bahan baku yang harus dibeli dari suatu *supplier*.
- Menentukan bahan baku mana yang harus digunakan untuk memproduksi setiap produk.

dengan tujuan total biaya pembelian seminim mungkin tetapi memenuhi kebutuhan yang ada pada periode tertentu. Luaran dari penelitian ini adalah suatu model optimisasi yang bisa menyelesaikan permasalahan di atas.

Laporan akhir penelitian mandiri dalam sains komputasi III ini adalah: *data collection* dan dokumentasi *production system* untuk penelitian berjudul *Optimization Method for Supplier Selection, Order Allocation, and Incorporating Raw-Material Characteristic: Case Study Beverages Manufacture*.

2 DOKUMENTASI SISTEM PRODUKSI

2.1 Rencana Kerja

Permasalahan ini bisa dipandang sebagai masalah optimisasi dan dapat dibuat menjadi suatu model optimisasi. Model optimisasi ini kelak akan diimplementasikan pada departemen PPIC sehingga tiga proses utama dalam pemilihan *supplier* dan bahan baku bisa dilakukan secara cepat dan tepat. Diharapkan proses bisnis menjadi menjadi lebih efisien dan *cost* yang ada bisa ditekan lebih baik lagi.

2.2 Rangkaian Produksi

```
## QStandardPaths: XDG_RUNTIME_DIR not set, defaulting to '/tmp/runtime-rstudio-user'  
## TypeError: Attempting to change the setter of an unconfigurable property.  
## TypeError: Attempting to change the setter of an unconfigurable property.
```

Figure 1: Simplifikasi Rangkaian Produksi

Proses pra produksi seperti *supplier selection* dan penentuan kuantitas pembelian bahan baku dilakukan setiap bulan sekali, untuk merencanakan produksi di bulan depannya.

Dalam rangkaian produksi suatu produk, **NFI** menggunakan banyak sekali bahan baku tapi ada beberapa bahan baku utama yang paling sering digunakan di berbagai produknya. Selama ini **NFI** memesan bahan-bahan baku tersebut secara langsung setiap 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*.

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 proporsi portofolio yang ditetapkan di awal tahun oleh **NFI**. Angka ini kelak menjadi patokan berapa tonase minimal yang harus PT. NFI beli kepada masing-masing *supplier* dalam setahun.

2.3 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 setiap pengiriman adalah fleksibel disesuaikan dengan *stok existing* dan *demand* produk pada minggu tersebut.
- **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.

2.3.1 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 bahan baku akan disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing (misalkan dibuat proporsional **100 ton**).

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

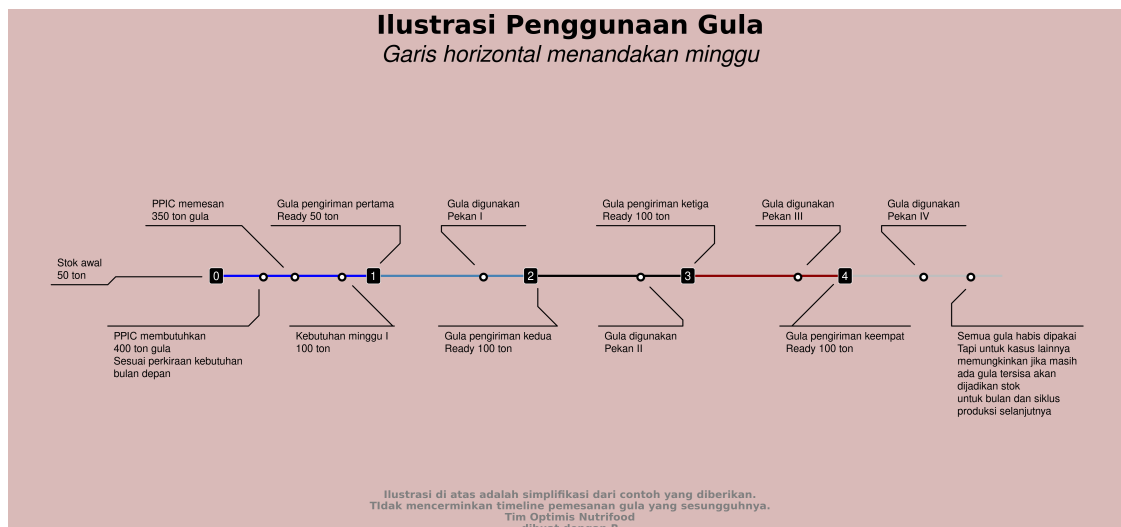


Figure 2: Simplifikasi dari Penggunaan Bahan Baku

2.4 Informasi Terkait Jenis Bahan Baku

Saat ini, ada **6** jenis bahan baku yang bisa dipesan ke **6** *supplier* yang berbeda. Informasi lain yang perlu diketahui adalah:

- Terkait produk dan 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**. Kebutuhan bahan baku untuk produk pada kelompok ini adalah sama. Ilustrasi sebagai berikut:
 - * Produk minuman **A** bisa diproduksi menggunakan bahan baku x_1 sebanyak 1 ton atau x_2 sebanyak 1 ton juga.
- Pembelian bahan baku harus memenuhi *minimum order* yang ditetapkan oleh *supplier* **tapi** jika pembelian di atas *minimum order* harus dilakukan **pembulatan** (*order volume* harus berupa *integer*). Misalkan:
 - *Minimum order* adalah **10 ton**, maka:
 - * Boleh membeli **11 ton**.
 - * Tidak boleh membeli **10.5 ton**.
- Harga masing-masing jenis bahan baku berbeda.
- Lama pengiriman hingga bahan baku siap digunakan untuk semua *supplier* sama.

2.4.1 Ilustrasi Alur Pengadaan Bahan Baku: Gula

Berikut adalah *summary* alur pengadaan bahan baku gula yang dilakukan **NFI**. Kelak alur ini akan dijadikan basis pembuatan model optimisasi.

Timeline Pengadaan Bahan Baku

Garis vertikal menandakan minggu

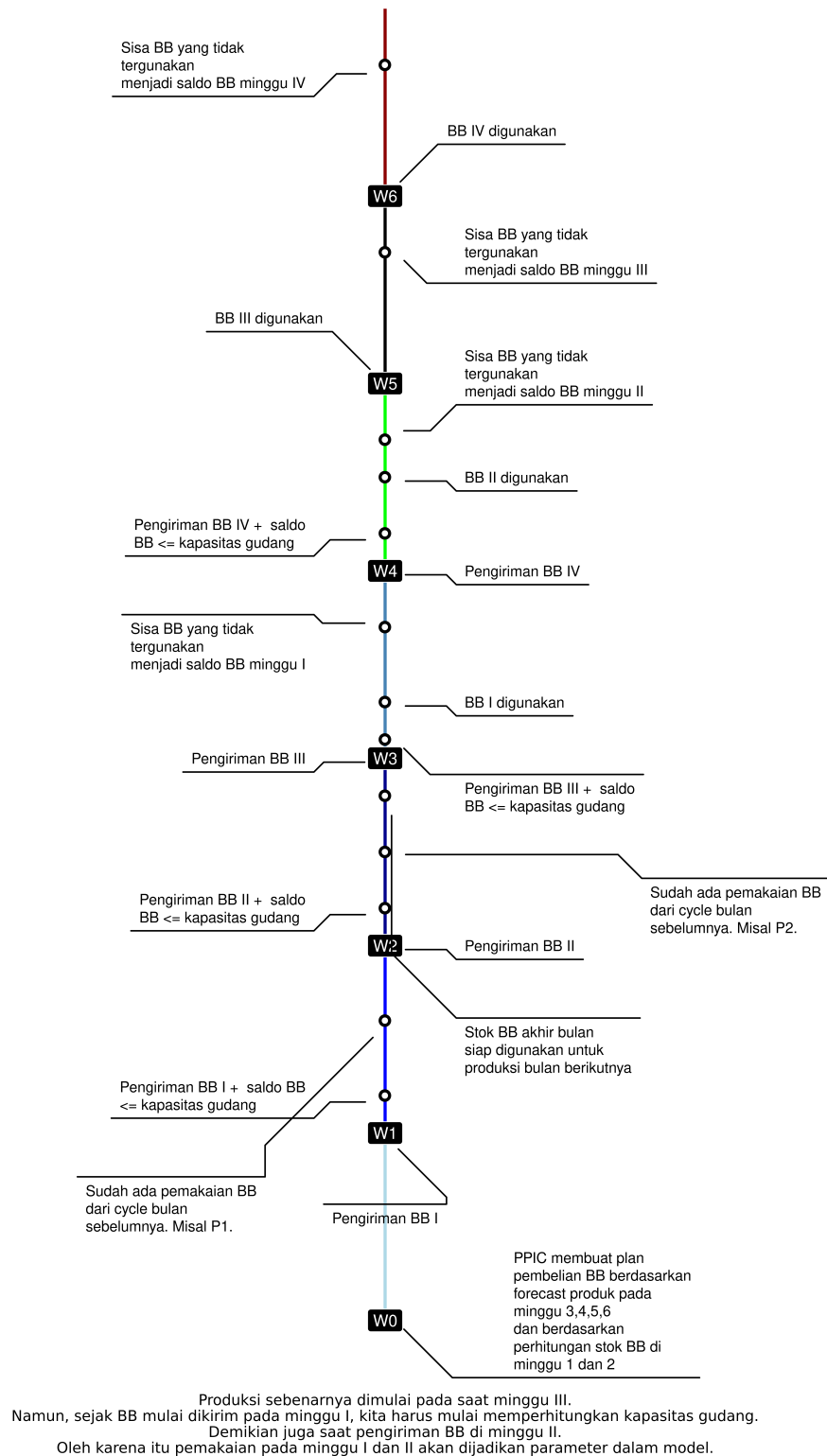


Figure 3: Simplifikasi dari Penggunaan Bahan Baku

2.5 Informasi Terkait Substitusi Bahan Baku

Menurut informasi dari *product research and development*, beberapa bahan baku bisa dijadikan substitusi bagi bahan baku yang lain. Hal ini diperbolehkan karena kesamaan karakteristik yang ada pada beberapa bahan baku tersebut. Satu-satunya perbedaan mendasar antar bahan baku adalah warna. Sedangkan derajat rasa dan ukuran partikel sudah disesuaikan dengan standar baku pangan yang ada.

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

Dalam suatu bulan tertentu, untuk memproduksi produk **A**, **B**, dan **C** NFI bisa mempertimbangkan untuk menggunakan bahan baku x_1 , x_2 , **atau** x_3 . Untuk memastikan keamanan pasokan (sebagai *back up*), minimal harus ada dua jenis bahan baku yang harus dibeli. Alternatif pembelian yang bisa dilakukan:

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 .

Case II: Unit bahan baku yang digunakan sama

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

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

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

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

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 .

Selain alternatif di atas, NFI juga diperbolehkan membeli masing-masing 100 unit x_1, x_2 , atau x_3 . Namun hal ini tidak optimal karena membeli lebih banyak dibandingkan kebutuhan.

3 DATA YANG DIGUNAKAN

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, dan proporsi order tahunan.
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*.

3.1 Contoh Data I

Spek Bahan Baku

Berikut ini adalah data spek bahan baku yang digunakan.

Table 1: Data Bahan Baku

bahan_baku	stok	min_order	leadtime	harga	proporsi
bb_1	70.0	1762	17	175000	16.1
bb_2	78.2	2686	17	173000	21.1
bb_3	65.1	2953	17	133000	11.0
bb_4	73.7	1911	17	102000	14.4
bb_5	94.4	2843	17	107000	20.1
bb_6	50.1	1577	17	139000	17.3

3.2 Contoh Data II

Komposisi Bahan Baku per Produk

Berikut ini adalah sampel data yang berisi informasi produk apa bisa dibuat menggunakan bahan baku mana saja.

```
##
## Attaching package: 'janitor'

## The following objects are masked from 'package:stats':
##
##      chisq.test, fisher.test
```

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	1	1	1	0	1	5
fg_2	1	0	0	1	1	1	4
fg_3	1	1	1	0	1	1	5
fg_4	1	1	0	1	0	1	4
fg_5	1	1	0	0	1	1	4
fg_6	0	1	1	1	0	1	4
fg_7	1	0	1	1	1	1	5
fg_8	0	1	1	0	1	0	3
fg_9	1	1	1	1	0	1	5
fg_10	0	1	0	0	0	1	2
fg_11	0	1	1	1	0	1	4
fg_12	0	1	1	0	0	1	3

produk	bb_1	bb_2	bb_3	bb_4	bb_5	bb_6	bb_bisa_digunakan
fg_13	0	0	1	0	1	1	3
fg_14	0	1	1	0	0	1	3
fg_15	1	0	0	0	0	0	1
fg_16	0	0	1	0	0	0	1
Total	8	11	11	7	6	13	56

3.3 Contoh Data III

Data *Demand* Mingguan per Produk

Berikut adalah data *demand* produk mingguan yang dijadikan basis pengiriman bahan baku.

Table 3: Contoh Sample Data Demand Mingguan

produk	demand_w1	demand_w2	demand_w3	demand_w4	bb_per_batch
fg_1	5	3	4	3	341
fg_2	5	5	10	6	40
fg_3	7	3	6	5	640
fg_4	0	3	10	4	330
fg_5	8	0	0	6	640
fg_6	8	5	8	3	700
fg_7	10	1	3	9	550
fg_8	2	4	4	0	341

REFERENSI

1. Oliver RK, Webber MD. Supply-chain management: Logistics catches up with strategy. Outlook; 1982.
2. Rabieh M, Soukhakian MA, Shirazi ANM. Two models of inventory control with supplier selection in case of multiple sourcing: A case of isfahan steel company. Springerlink.com; 2016.
3. Costantino N, Pellegrino R. Choosing between single and multiple sourcing based on supplier default risk: A real options approach. Journal of Purchasing; Supply Management; 2010.