

Nutrifood Transporter Routing Optimization Problem

Dokumentasi Modelling dan Penyelesaian
Menggunakan R

Departemen Market Research
Nutrifood Indonesia

16 January 2023

Contents

1	PENDAHULUAN	4
1.1	Latar Belakang	4
1.2	Tujuan	4
1.3	Ruang Lingkup	4
1.3.1	<i>Business Process</i> yang Hendak Dikerjakan	4
2	DATA TERKAIT	5
2.1	Data Terkait <i>Order</i> Toko	5
2.2	Data Terkait Informasi Detail Toko	5
2.3	Data Terkait Gudang	6
2.4	Data Terkait Armada	7
3	<i>MATHEMATICAL MODEL</i>	8
3.1	<i>Index</i> dan Himpunan yang Terlibat	8
3.2	Parameter yang Terlibat	8
3.3	<i>Decision Variables</i>	9
3.4	<i>Constraints</i>	9

List of Tables

1	Data Order Toko	5
2	Data Informasi Toko	5
3	Data Time Slot Gudang	6
4	Data Informasi Armada	7

List of Figures

1	Hubungan Antar Himpunan	9
---	-----------------------------------	---

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap hari, tim DTA membuat rute untuk *transporter* mendistribusikan produk jadi ke konsumen-konsumen Nutrifood yang telah melakukan *order*. Proses ini masih dilakukan secara manual. Akibatnya proses ini memakan waktu yang cukup lama dan tidak ada kejaminan bahwa rute yang dipilih sudah optimal atau belum. Oleh karena itu, tim DTA bersama dengan tim *Digital Transformation* dan *Market Research* berusaha untuk membuat model optimisasi dari permasalahan ini.

1.2 Tujuan

Membuat model optimisasi rute *transporter* yang meminimalkan *total cost* yang dibuat.

1.3 Ruang Lingkup

Business process yang terjadi selama ini sangat kompleks, oleh karena itu penelitian ini dibatasi pada lingkup sebagai berikut saja:

1.3.1 *Business Process* yang Hendak Dikerjakan

Untuk mengirimkan produk jadi dari Gudang Ciawi dan Cibitung, tim DTA menyewa *transporter* dengan berbagai jenis armada kendaraan. Masing-masing kendaraan tersebut memiliki spesifikasi yang berbeda-beda, seperti:

1. Kapasitas maksimal kubikasi yang bisa diangkut,
2. Kapasitas maksimal tonase yang bisa diangkut,
3. Biaya sewa (per km). Diasumsikan biaya sewa ini nilainya tetap (tidak dipengaruhi oleh faktor lain seperti *habit* supir dan perbedaan rute yang ditempuh), dan
4. *Loading time*.

Masing-masing armada tersebut juga memiliki keterbatasan dari segi jumlah armada yang bisa disewa dan berapa banyak titik konsumen yang bisa dilalui.

Konsumen memesan (melalui proses *purchase order* - PO) sejumlah produk jadi kepada Nutrifood. Pada PO tersebut, kita memiliki informasi sebagai berikut:

1. Berapa total kubik dan tonase produk yang harus dikirim.
2. *Range* tanggal pengiriman produk.

Nutrifood harus memenuhi pembelian tersebut secara langsung (tidak boleh memecah pengiriman produk dalam satu PO menjadi beberapa kali pengiriman). Masing-masing konsumen akan dilayani oleh gudang Ciawi atau Cibitung sesuai dengan pembagian yang telah ditetapkan sebelumnya. Tidak ada konsumen yang dilayani oleh keduanya.

Masing-masing konsumen memiliki keterbatasan lain terkait armada yang bisa dilalui karena lokasi mereka berbeda-beda. Ada konsumen yang berlokasi di jalan besar sehingga armada

ukuran besar bisa melewatinya dengan aman. Namun ada beberapa konsumen yang lokasinya hanya bisa dilalui oleh armada kecil.

2 DATA TERKAIT

Data *real* dari DTA dan gudang sedang disusun oleh tim terkait. Oleh karena itu, saya akan gunakan data *dummy* berdasarkan informasi pada bagian sebelumnya.

2.1 Data Terkait *Order* Toko

Table 1: Data Order Toko

nama_toko	order_kubikasi	order_tonase	tanggal_kirim_min	tanggal_kirim_max
toko saajid	23	25.0	6	9
toko austin	24	26.0	3	9
toko jesse	13	14.1	4	14
toko julian	12	13.0	12	14
toko lacrissha	18	19.5	2	12
toko jacob	16	17.4	7	8
toko aliyah	11	11.9	9	15
toko heaven	16	17.4	4	8
toko angelique	14	15.2	3	9
toko tanandorn	13	14.1	7	12

Penjelasan terkait variabel dari tabel di atas:

1. **nama_toko**, yakni nama-nama toko yang melakukan *order* produk ke Nutrifood.
2. **order_kubikasi**, yakni berapa total kubik produk yang dipesan. Satuan yang digunakan adalah m^3 .
3. **order_tonase**, yakni berapa total kilogram produk yang dipesan.
4. **tanggal_kirim_min**, yakni tanggal berapa produk sudah bisa dikirim.
5. **tanggal_kirim_max**, yakni tanggal berapa produk paling lambat harus dikirim.

2.2 Data Terkait Informasi Detail Toko

Table 2: Data Informasi Toko

nama_toko	long	lat	max_armada	supplied
toko saajid	0.3095976	0.2850503	2	cibitung
toko austin	0.6136414	0.3309915	4	cibitung
toko jesse	0.1414434	0.4904400	1	ciawi
toko julian	0.8693109	0.3634866	5	cibitung
toko lacrissha	0.6501609	0.7987492	5	ciawi

nama_toko	long	lat	max_armada	supplied
toko jacob	0.0213578	0.4949167	3	cibitung
toko aliyah	0.0404844	0.3834718	4	ciawi
toko heavan	0.0938582	0.7485824	1	cibitung
toko angelique	0.5698104	0.6209766	5	cibitung
toko tanandorn	0.3845189	0.4948168	1	ciawi

Penjelasan terkait variabel dari tabel di atas:

1. **nama_toko**, yakni nama-nama toko yang melakukan *order* produk ke Nutrifood.
2. **long**, yakni *longitude* dari alamat toko.
3. **lat**, yakni *latitude* dari alamat toko.
4. **max_armada**, yakni jenis armada terbesar yang bisa masuk ke toko. Misalkan, jika **max_armada** = 2, artinya toko tersebut bisa dilalui armada jenis 1 dan 2.
5. **supplied**, yakni gudang yang men-*supply* toko tersebut.

2.3 Data Terkait Gudang

Table 3: Data Time Slot Gudang

site	week_day_hour	week_end_hour
ciawi	13.5	10
cibitung	13.5	10

Penjelasan terkait variabel pada tabel di atas:

1. **site**, jenis gudang: Ciawi atau Cibitung.
2. **week_day_hour**, total waktu kerja yang tersedia pada hari kerja untuk melakukan *loading* produk dari gudang ke armada. Satuan dari data ini adalah dalam jam.
3. **week_end_hour**, total waktu kerja yang tersedia pada hari libur untuk melakukan *loading* produk dari gudang ke armada. Satuan dari data ini adalah dalam jam.

Kedua data total waktu kerja ini berdasarkn jam kerja pada dua *shift*.

2.4 Data Terkait Armada

Table 4: Data Informasi Armada

armada	max_cap_kubikasi	max_cap_tonase	cost_per_km	tersedia	max_titik	loading_time
1	24	33.4	2.0	6	2	0.09
2	26	29.9	4.4	7	3	0.24
3	38	38.4	17.6	6	4	0.75
4	62	77.9	18.7	9	5	0.82
5	81	130.0	34.1	9	5	0.93

Penjelasan terkait variabel dari tabel di atas:

1. **armada**, yakni jenis armada yang bisa disewa Nutrifood.
2. **max_cap_kubikasi**, yakni kapasitas maksimum kubikasi yang bisa diangkut oleh armada tersebut. Satuan dari data ini m^2 .
3. **max_cap_tonase**, yakni kapasitas maksimum berat barang yang bisa diangkut oleh armada tersebut. Satuan dari data ini kg .
4. **cost_per_km**, yakni berapa biaya sewa mobil per kilometer untuk mobil tersebut. Satuan dari data ini *Rp*. Informasi dari tim DTA:
 - Secara *real*, nilainya berbeda-beda tergantung *provider* yang digunakan walau jenis mobilnya sama.
 - Hal ini terjadi karena perbedaan *habit* mengemudi para *driver* dan rute yang diambil.
 - Oleh karena itu, pada kasus ini, nilainya kita asumsikan sama karena tidak ada kepastian *provider* mana yang akan tersedia pada hari pengiriman tersebut.
5. **tersedia**, yakni berapa banyak armada tersebut tersedia untuk disewa. Informasi dari tim DTA:
 - Pada kondisi *real*, tidak ada pembatasan berapa banyak armada yang tersedia. Bisa diasumsikan nilainya *unlimited*.
 - Namun, ada baiknya jika kita masukan parameter batas ini untuk mengakomodir kebutuhan di kemudian hari.
 - Untuk keperluan komputasi, ketersediaan ini tidak saya jadikan parameter pada model, tapi digunakan untuk mereplikasi baris data pada tabel di atas.
6. **max_titik**, yakni berapa banyak maksimal konsumen yang pesannya bisa diantar.
7. **loading_time**, yakni berapa lama proses *loading* yang dibutuhkan untuk masing-masing armada di gudang Ciawi atau Cibitung. Satuan dari data ini adalah jam.

3 MATHEMATICAL MODEL

Pada bagian ini, kita akan coba tulis dan turunkan model matematika untuk masalah optimisasi rute *transporter*.

3.1 *Index* dan Himpunan yang Terlibat

- $\mathcal{T} = \{1, 2, \dots, t\}$ sebagai himpunan toko yang memesan produk ke Nutrifood.
- $\mathcal{M} = \{1, 2, \dots, m\}$ sebagai himpunan jenis armada yang bisa disewa Nutrifood.
- $\mathcal{G} = \{1, 2\}$ sebagai himpunan gudang yang men-*supply* semua toko yang ada.
- $\mathcal{D} = \{1, 2, \dots, d\}$ sebagai himpunan tanggal pengiriman produk dari Nutrifood ke toko.
 - $\hat{\mathcal{D}}$ sebagai hari *weekday*.
 - $\dot{\mathcal{D}}$ sebagai hari *weekend*.

Perhatikan bahwa ada 4 buah himpunan yang terlibat. Kelak model optimisasi harus bisa membuat hubungan-hubungan yang mungkin antara semua himpunan tersebut.

3.2 Parameter yang Terlibat

Tuliskan:

- $ok_t, t \in \mathcal{T}$ sebagai *order* kubikasi toko t .
- $ot_t, t \in \mathcal{T}$ sebagai *order* tonase toko t .
- $\forall t \in \mathcal{T}, tgl1_t$ sebagai tanggal minimal pengiriman produk oleh Nutrifood untuk toko t .
- $\forall t \in \mathcal{T}, tgl2_t$ sebagai tanggal maksimal pengiriman produk oleh Nutrifood untuk toko t .
- $\forall t_1, t_2 \in \mathcal{T}, J_{t_1 t_2}$ sebagai jarak antara toko t_1 dan toko t_2 .
- $\forall m \in \mathcal{M}, maxcap1_m$ sebagai max kapasitas kubikasi yang bisa diangkut armada m .
- $\forall m \in \mathcal{M}, maxcap2_m$ sebagai max kapasitas tonase yang bisa diangkut armada m .
- $\forall m \in \mathcal{M}, cost_m$ sebagai biaya sewa perkilometer armada m .
- $\forall m \in \mathcal{M}, temp_m$ sebagai max banyaknya toko yang bisa diantarkan armada m .
- $\forall m \in \mathcal{M}, lt_m$ sebagai *loading time* armada m .
- $\forall g \in \mathcal{G}, ts1_g$ sebagai total *time slot* gudang g pada *weekday*.
- $\forall g \in \mathcal{G}, ts2_g$ sebagai total *time slot* gudang g pada *weekend*.

3.3 Decision Variables

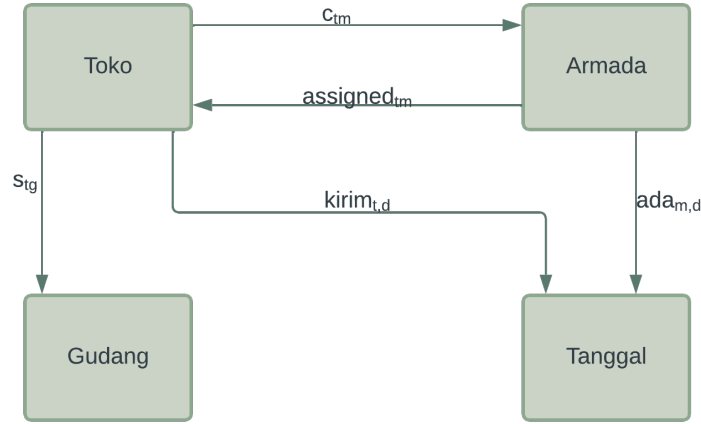


Figure 1: Hubungan Antar Himpunan

Kita akan definisikan beberapa variabel berikut ini:

- $\forall t \in \mathcal{T}, \forall m \in \mathcal{M}$

$$c_{t,m} = \begin{cases} 1, & \text{jika toko } t \text{ bisa dilalui oleh armada } m \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$assigned_{t,m} = \begin{cases} 1, & \text{jika armada } m \text{ dikirim ke toko } t \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

- $\forall t \in \mathcal{T}, \forall g \in \mathcal{G}$

$$s_{t,g} = \begin{cases} 1, & \text{jika toko } t \text{ bisa disupply oleh gudang } g \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

- $\forall m \in \mathcal{M}, \forall d \in \mathcal{D}$

$$ada_{m,d} = \begin{cases} 1, & \text{jika armada } m \text{ ditugaskan di tanggal } d \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

- $\forall t \in \mathcal{T}, \forall d \in \mathcal{D}$

$$kirim_{t,d} = \begin{cases} 1, & \text{jika pesanan toko } t \text{ dikirim di tanggal } d \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

3.4 Constraints

Berikut adalah semua *constraints* yang terlibat dalam model ini: