

# Pengoptimalan Distribusi Barang Pada Dua Depo PT. X dengan Dua Tipe Kendaraan yang Berbeda

Yosephine Tiffani

**Abstract:** This study is a continuation of previous studies, by Lydia Yoanita research conducted in 2014 under title The Distribution Optimization Goods with N Vehicles with Two Depos. Problems solved by four alternative methods, and the results declared one of the methods chosen for the most optimal in terms of distance and time calculations. The advantage of this method is generating distance and time calculations are optimal. The downside of the four methods is use same assumptions, vehicle capacity is 130 gallons. This study focuses on the difference in the two types of vehicles of different capacities, 130 gallons and 108 gallons. The design is done by grouping the corresponding customer address using clustering methods and Clarke and Wright algorithm. Grouping is limited by the capacity of the vehicle that has been available at each depot. Results of this design is 12 divided by the delivery of two vehicle types and two different depots. These routes are said to be optimal when the vehicles reach maximum capacity and relatively close proximity to the depots.

**Keywords:** Distribution, Optimization, Clustering, Vehicle Capacity

## Pendahuluan

Setiap perusahaan tentu memiliki tujuan meningkatkan profit perusahaan. Salah satu cara untuk meningkatkan profit perusahaan adalah dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang dimiliki untuk menghasilkan output secara efektif. PT. X adalah perusahaan distribusi air minum di Surabaya. PT. X saat ini memiliki dua depo yang menjadi pusat pendistribusian galon air minum. Pengiriman dilakukan pada customer yang terletak di daerah sekitar Surabaya, Sidoarjo, dan Gresik. Dua depo tersebut masing-masing memiliki kendaraan berupa truk untuk menunjang pendistribusian. Truk yang digunakan terdiri dari dua tipe berdasarkan kapasitasnya, tipe pertama berkapasitas 130 galon dan tipe kedua berkapasitas 108 galon. Saat ini PT. X belum memiliki pengaturan rute serta kendaraan yang digunakan untuk mendistribusikan galon air minum.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian terdahulu, yaitu penelitian yang dilakukan Lydia Yoanita pada tahun 2014 dengan judul Optimasi Distribusi Satu Jenis Barang dengan N Kendaraan dengan Dua Depo. Hasil penelitian tersebut menyatakan salah satu metode terpilih karena paling optimal dalam hal jarak dan waktu perhitungan. Keempat metode dilakukan dengan asumsi kapasitas kendaraan dianggap sama yaitu 130 galon [1]. Penelitian ini lebih menitikberatkan pada perbedaan kapasitas kendaraan yang sesungguhnya dimiliki oleh PT. X. Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah menemukan cara

pendistribusian galon untuk mengoptimalkan dua tipe kapasitas kendaraan yang dimiliki dua depo PT. X.

## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan model CVRP untuk menyelesaikan permasalahan. Pengerjaan diawali dengan mengelompokkan data alamat menjadi beberapa grup sesuai dengan kedekatan lokasi. Pengelompokkan awal ini menggunakan analisa clustering. Hasil pengelompokkan awal diolah sesuai dengan batasan-batasan masalah yang ada, seperti kapasitas kendaraan, jumlah kendaraan, dan jumlah pengiriman. Langkah terakhir adalah pengelompokkan ulang dengan Clarke and Wright Algorithm. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan software R.

## Capacitated Vehicle Routing Problem

*Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* adalah pemecahan kasus-kasus yang berkaitan dengan penentuan rute transportasi yang optimal dengan alat transportasi yang memiliki kapasitas maksimum. Fungsi tujuannya adalah meminimumkan total biaya perjalanan semua kendaraan. Model sebagai berikut:

$$\text{Min} \quad \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} \sum_{v \in V} c_{ij} x_{ij}^v \quad (1)$$

Batasan:

$$\sum_{v \in V} y_i^v = 1 \text{ untuk } i \in N \quad (2)$$

$$\sum_{v \in V} x_{ij}^v = y_j^v \quad (3)$$

$$\sum_{v \in V} x_{ij}^v = y_i^v \quad (4)$$

$$\sum_{i \in N} d_i y_i^v \leq Q \text{ untuk } v \in V \quad (5)$$

$$\sum_{i \in N} x_{i1}^v \leq 1 \text{ untuk } v \in V \quad (6)$$

$$\sum_{j \in N} x_{ij}^v \leq 1 \text{ untuk } v \in V \quad (7)$$

N menyatakan jumlah *customer* ditambah depo. Depo dinyatakan sebagai *customer* 1.  $C_{ij}$  adalah biaya perjalanan antar *customer*  $i$  dan  $j$  ( $i, j \in N, i \neq j$ ).  $V$  adalah jumlah kendaraan ( $v \in V$ ).  $Q$  adalah kapasitas kendaraan, sedangkan  $d_i$  adalah permintaan *customer* [2]. Berikut ini adalah penjelasan mengenai formula CVRP. Rumus (1) merupakan fungsi tujuan dimana total jarak tempuh semua kendaraan diminimalkan. Rumus (2) adalah batasan yang menunjukkan setiap *customer* dikunjungi sekali oleh satu kendaraan, dimana  $y_i = 1$  jika kendaraan  $v$  mengunjungi *customer*  $i$  dan  $y_i = 0$  bila sebaliknya. Rumus (3) dan (4) adalah batasan yang menunjukkan bahwa setiap *customer* dikunjungi dan ditinggalkan oleh kendaraan yang sama, dimana  $x_{ij} = 1$  bila kendaraan berjalan dari *customer*  $i$  ke *customer*  $j$  dan  $x_{ij} = 0$  bila sebaliknya. Rumus (5) memastikan bahwa total jumlah pengiriman tidak melebihi kapasitas kendaraan. Rumus (6) dan (7) menunjukkan jumlah kendaraan yang digunakan tidak boleh melebihi jumlah kendaraan yang tersedia.

### Clarke and Wright Savings Algorithm

Konsep *Clarke and Wright Savings Algorithm* adalah berdasarkan pada perhitungan penghematan dari penggabungan dua rute perjalanan untuk dua *customer* menjadi satu rute saja. Langkah pertama adalah menyiapkan data awal yaitu berupa kapasitas kendaraan dan permintaan kirim *customer*. Lalu dilanjutkan dengan pengukuran jarak antara *customer* ke *customer* lainnya dengan jarak Euclidean. Perhitungan jarak ini dibutuhkan untuk menghitung penghematan yang bisa diperoleh.  $d_{ij}$  adalah jarak antara *customer*  $i$  ke *customer*  $j$ , sedangkan  $x$  dan  $y$  adalah koordinat lokasi *customer*. Jarak dihitung dengan rumus (8).

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (8)$$

Dimana  $d$  adalah jarak dan  $x, y$  adalah koordinat lokasi *customer*. Perhitungan penghematan antar *customer*  $i$  dan  $j$  dengan 1 adalah depo, dapat dihitung dengan rumus (9).

$$s_{ij} = d_{1,i} + d_{j,1} - d_{i,j} \quad (9)$$

Penghematan lalu diurutkan mulai dari yang terbesar hingga terkecil. Pasangkan *customer* mulai

dari pasangan *customer* dengan biaya simpan terbesar [3].

### Clustering

Analisa *cluster* adalah suatu teknik mengelompokkan objek-objek berdasarkan karakteristik yang dimilikinya, dalam bentuk grup atau *cluster*. Metode *clustering* yang umum digunakan adalah Lloyd, Forgy, MacQueen, dan Hartigan-Wong. Metode yang dipilih adalah yang memiliki nilai  $F$  yang paling besar. Nilai  $F$  adalah nilai *between* dibagi nilai *within*. Nilai *between* adalah jarak antara satu *cluster* dengan *cluster* lainnya, sedangkan nilai *within* adalah jarak antar titik di dalam *cluster*. Semakin besar nilai  $F$  menandakan metode tersebut lebih baik digunakan, karena menandakan bahwa kesamaan di dalam *cluster* makin kuat [4].

### Hasil dan Pembahasan

Data awal yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data alamat pelanggan dan jumlah galon air minum permintaan pelanggan. Data alamat dibutuhkan dalam bentuk *longitude* dan *latitude*. Data awal yang digunakan terdiri dari 245 *customer* dan total pengiriman 1347 galon. Data lain yang dibutuhkan adalah jumlah kendaraan dan kapasitas kendaraan. Jumlah kendaraan tipe 1 (kapasitas 130 galon) yang tersedia adalah 2 unit di masing-masing depo. Jumlah kendaraan tipe 2 (kapasitas 108 galon) yang tersedia adalah 4 unit di masing-masing depo. Semua kendaraan diasumsikan bisa digunakan dan dalam keadaan baik.

Langkah pertama adalah melakukan *clustering* awal. Metode yang digunakan merupakan hasil pemilihan metode *clustering*. Jumlah *cluster* dianggap jumlah total kendaraan yang tersedia di kedua depo, karena tiap unit kendaraan beroperasi pada 1 *cluster* tertentu. Jumlah kendaraan tipe 1 (kapasitas 130 galon) yang tersedia adalah 2 unit di masing-masing depo. Jumlah kendaraan tipe 2 (kapasitas 108 galon) yang tersedia adalah 4 unit di masing-masing depo. Total jumlah kendaraan yang tersedia adalah 12 unit, sehingga jumlah *cluster* awal adalah 12 unit.

Hasil dari *clustering* awal berupa 12 grup yang dikelompokkan berdasarkan kedekatan alamat. Grup-grup ini akan dikelompokkan menjadi dua, yaitu termasuk grup depo Rungkut Industri atau depo Nias. Masing-masing grup memiliki koordinat *center*. Langkah pemilihan depo dilakukan dengan membandingkan jarak koordinat *center* grup dengan koordinat kedua depo. Hasil yang diperoleh adalah 8

grup disuplai depo Rungkut Industri, yaitu grup 1, 2, 3, 5, 8, 9, 11, 12. Sedangkan 4 grup yang disuplai depo Nias, yaitu grup 4, 6, 7, 10.

Mulai dari langkah pemilihan tipe kendaraan dan seterusnya dilakukan pada tiap depo. Pemilihan tipe kendaraan dilakukan berdasarkan jarak grup ke depo. Kendaraan tipe 1 digunakan untuk pendistribusian ke 2 grup yang memiliki jarak terjauh dari depo, sedangkan sisa grup didistribusi menggunakan kendaraan tipe 2. Hal ini dikarenakan pengiriman grup dengan jarak yang relatif lebih jauh akan lebih efisien jika menggunakan kapasitas besar, dan sebaliknya pada grup dengan jarak dekat. Dua grup Rungkut Industri yang memiliki jarak terjauh adalah grup 1 dan grup 9. Dua grup Nias yang memiliki jarak terjauh adalah grup 7 dan grup 10. Keempat grup ini mendapat kendaraan tipe 1 dan sisanya mendapat kendaraan tipe 2.

Masing-masing grup akan dilakukan pengelompokan ulang menggunakan metode *Clarke and Wright Algorithm*. Total jumlah pengiriman tiap grup akan dibandingkan dengan kapasitas kendaraan. Bila grup memiliki total jumlah pengiriman lebih besar dari kapasitas, maka akan dilakukan pengelompokan kembali dengan *Clarke and Wright Algorithm*. Pengelompokan kembali diawali dengan menghitung saving yang dihitung berdasarkan jarak *Euclidean* antar *customer*. Pengelompokan ulang merupakan tahap terakhir. Sisa data dari pengelompokan ini akan diclusterkan awal lagi sesuai dengan jumlah kendaraan yang masih tersisa. Penelitian ini melakukan pengelompokan ulang hingga empat kali.

Tabel 1 menunjukkan rekapitulasi grup yang ditangani oleh depo Rungkut Industri. Tabel 2 menunjukkan rekapitulasi grup yang ditangani oleh depo Nias Surabaya. Jumlah *customer* dan total kirim telah sesuai dengan data awal, yaitu 245 *customer* dan total pengiriman 1347 galon. Hal ini menunjukkan bahwa setiap data alamat *customer* telah terbagi dalam rute. Rata-rata kapasitas kendaraan yang terpakai adalah 97,22%. Penggunaan kapasitas ini telah cukup optimal, namun ada satu grup pada depo Nias Surabaya yang menggunakan kapasitas hanya 75% karena merupakan grup sisa pengelompokan. Gambar 1 menunjukkan hasil plot gabungan semua grup yang telah terbentuk.

Hasil rekapitulasi grup yang telah terbentuk akan dipetakan sekali lagi agar dapat dilihat dengan jelas penyebarannya. Tahap ini disebut validasi visual dengan tujuan mengetahui apakah hasil yang didapatkan sudah sesuai dengan kenyataan.

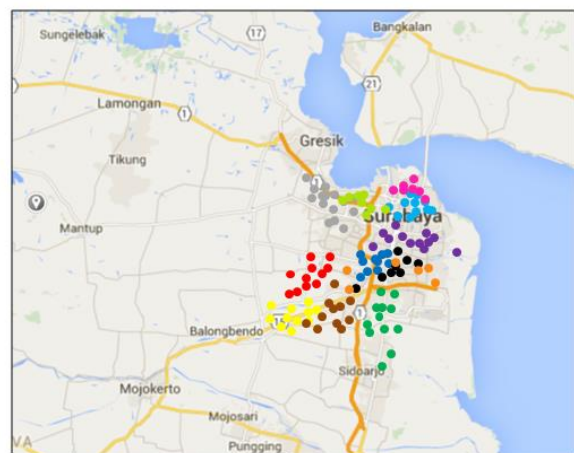
Gambar 1 menunjukkan hasil pemetaan hasil. Hasil menunjukkan bahwa pengelompokan telah cukup baik terlihat dari warna-warna yang mengumpul. Warna oranye terlihat lebih menyebar daripada warna lainnya karena oranye merupakan Grup 6 Nias, yaitu grup sisa.

Tabel 1. Rekapitulasi grup Rungkut Industri

No Rute	Tipe Kendaraan	Jumlah Customer	Total Kirim	Kapasitas
1	Tipe 1	13	128	98,46%
2	Tipe 2	31	108	100%
3	Tipe 2	9	108	100%
4	Tipe 1	13	130	100%
5	Tipe 2	27	108	100%
6	Tipe 1	16	130	100%

Tabel 2. Rekapitulasi grup Nias Surabaya

No Rute	Tipe Kendaraan	Jumlah Customer	Total Kirim	Kapasitas
1	Tipe 1	13	128	98,46%
2	Tipe 2	31	108	100%
3	Tipe 2	9	108	100%
4	Tipe 1	13	130	100%
5	Tipe 2	27	108	100%
6	Tipe 1	16	130	100%



Gambar 1. Pemetaan hasil

- Grup RI 1 (Truk tipe 1) : Merah
- Grup RI 2 (Truk tipe 2) : Biru
- Grup RI 3 (Truk tipe 2) : Hijau
- Grup RI 4 (Truk tipe 1) : Kuning
- Grup RI 5 (Truk tipe 2) : Hitam
- Grup RI 6 (Truk tipe 1) : Coklat
- Grup NS 1 (Truk tipe 1) : Abu
- Grup NS 2 (Truk tipe 2) : Ungu
- Grup NS 3 (Truk tipe 2) : Biru Muda
- Grup NS 4 (Truk tipe 2) : Merah Jambu
- Grup NS 5 (Truk tipe 2) : Hijau Muda
- Grup NS 6 (Truk tipe 2) : Oranye

## Simpulan

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa Depo Rungkut Industri memiliki enam rute yang harus ditangani. Tiga rute yang menggunakan kendaraan tipe 1 dan tiga rute lainnya menggunakan kendaraan tipe 2. Depo Nias Surabaya juga memiliki enam rute yang harus ditangani. Satu rute yang menggunakan kendaraan tipe 1 dan lima rute lainnya menggunakan kendaraan tipe 2. Kendaraan yang tersedia pada masing-masing depo hanya dua unit kendaraan tipe 1 dan empat unit kendaraan tipe 2, sehingga kedua depo melakukan penukaran satu unit mobil. Depo Rungkut Industri menukarkan satu unit kendaraan tipe 2 ke depo Nias Surabaya untuk mendapatkan satu unit kendaraan tipe 1.

## Daftar Pustaka

1. Yoanita, L., *Optimasi Distribusi Satu Jenis Barang dengan N Kendaraan dengan Dua Depo*, Tugas Akhir, Universitas Kristen Petra, Surabaya, 2014.
2. Pichpibul, T., & Kawtummachai, R., An Improved Clarke and Wright Savings Algorithm for the Capacitated Vehicle Routing Problem, *Journal of Science Asia* 38, 2012, pp. 307–318.
3. Lysgaard, J., *Clarke & Wright's Savings Algorithm*, Department of Management Science and Logistics, 1997.
4. Faber, V., *Clustering and the Continuous k-means Algorithm*, *Journal of Los Alamos Science* 22, 1994, pp. 138-144.