

PENERAPAN *MULTIPLE TRAVELING SALESMAN PROBLEM* PADA OPTIMASI PENDISTRIBUSIAN

Maya Widyastiti*

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Pakuan
maya.widyastiti@unpak.ac.id

Amar Sumarsa

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Pakuan

Alfina Yulia Permana

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Pakuan

ABSTRACT. *Distribution is one of the important activities in sending goods from producers to consumers. This research was applied to PT. Kobe Boga Utama, Depok Branch. This company distributed products to 333 outlets in 2 weeks from Monday to Saturday. On certain days, the company visited more than one trip, requiring several salesmen. The distribution problem can be formed as a Multiple Traveling Salesman Problem and modeled as an Integer Linear Programming problem. This research aims to determine the optimal route with the shortest distance using the Branch and Bound method. The research results show that the salesman has to cover a minimum distance is 732.83 km in odd weeks with 149 outlets to visit. The number of trips taken is 7 trips, consisting of 1 trip on Monday, Thursday, and Friday, and 2 trips on Wednesday and Thursday. On even weeks, a salesman must visit 184 outlets with a minimum distance is 1292.3 km, consisting of 1 trip on Tuesday, Thursday, Friday, and Saturday, 2 trips on Wednesday, and 3 trips on Monday. The total minimum distance is 2025.09 km. The optimization result is about 359.97 km (49.12%) for odd weeks and 506.61 km (39.2%) for even weeks.*

Keywords: *Distribution, Multiple Traveling Salesman Problem, Branch and Bound Method*

ABSTRAK. Pendistribusian merupakan salah satu kegiatan penting dalam mengirimkan barang dari produsen ke konsumen. Penelitian ini diterapkan pada PT. Kobe Boga Utama Cabang Depok. Perusahaan ini mendistribusikan produk ke 333 outlet dalam 2 pekan dari hari Senin hingga Sabtu. Pada hari tertentu, perusahaan mengunjungi lebih dari satu trip sehingga membutuhkan beberapa salesman. Masalah pendistribusian dapat dibentuk sebagai *Multiple Traveling Salesman Problem* dan dimodelkan sebagai masalah *Integer Linear Programming*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute optimal dengan jarak tempuh terpendek menggunakan metode *Branch and Bound*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pekan ganjil, salesman harus menempuh jarak minimal sebesar 732.83 km dengan outlet yang harus dikunjungi sebanyak 149. Banyaknya trip yang dilalui sebanyak 7 trip, yang terdiri dari 1 trip pada hari Senin, Kamis, dan Jumat, serta 2 trip untuk hari Rabu dan Kamis. Pada pekan genap, salesman harus mengunjungi 184 outlet dengan total jarak minimum sebesar 1292.3 km, yang terdiri dari 1 trip pada hari Selasa, Kamis, Jumat, dan Sabtu, 2 trip untuk hari Rabu, dan 3 trip untuk hari Senin.

*Penulis Korespondensi

Total jarak tempuh minimum sebesar 2025.09 km. Hasil optimal dari pekan ganjil sebesar 359.97 km (49.12%) dan untuk pekan genap sebesar 506.61 km (39.2%).

Kata Kunci: distribusi, *Integer Linear Programming*, Metode *Branch and Bound*, *Multiple Traveling Salesman Problem*

1. PENDAHULUAN

Pendistribusian merupakan salah satu kegiatan penting untuk semua jenis industri maupun pelayanan. Distribusi adalah proses penyaluran produk dan jasa dari produsen ke konsumen. Kegiatan ini bertujuan untuk pemerataan produk di suatu daerah sehingga konsumen dapat mengonsumsi atau menggunakan produk atau layanan yang diberikan dengan cepat, tepat dan kondisi yang baik. Selain itu, kegiatan distribusi menjadi upaya untuk menjaga stabilitas perusahaan. Pada saat ini, banyak perusahaan besar ataupun perusahaan berkembang yang harus mendistribusikan barang ke banyak konsumen. Pendistribusian ini dilakukan harus diimbangi dengan penentuan rute yang tepat sehingga proses distribusi menjadi optimal. Banyak sekali rute yang dapat dipilih oleh perusahaan dalam proses pendistribusian. Hal ini mengakibatkan jarak tempuh, biaya atau waktu yang dibutuhkan berbeda-beda pula. Untuk itu, dibutuhkan suatu metode yang dapat menganalisa proses pendistribusian produk sehingga dapat meminimalkan jarak, biaya, waktu dan tenaga yang harus dikeluarkan.

Dalam masalah seperti ini, dapat dilakukan suatu pendekatan penyelesaian masalah pendistribusian, yaitu dengan *Traveling Salesman Problem* (TSP). TSP adalah penentuan rute optimal dimana terdapat satu salesman dari satu tempat asal yang harus mengunjungi sejumlah tempat tujuan sebanyak tepat satu kali, kemudian kembali ke tempat asal dengan jarak yang minimum. Dalam TSP, salesman tersebut tidak boleh kembali ke tempat asal sebelum semua tempat selesai dikunjungi. Tujuan dari TSP adalah meminimumkan jarak total rute yang dikunjungi dalam satu perjalanan.

Masalah TSP telah banyak dikembangkan antara lain Saputra (2022) menggunakan *Traveling Salesman Problem* dalam distribusi kurir JNE, Rohman (2020) menerapkan *Traveling Salesman Problem* pada kasus pendistribusian barang PT. Pos Indonesia di Kota Bandar Lampung, Amozhita (2019)

menyelesaikan *Traveling Salesman Problem* yang diterapkan di PT. Es Malindo Boyolali dan Candrawati (2018) menerapkan TSP pada rute paket wisata di Bali.

PT. Kobe Boga Utama Cabang Kota Depok merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi bumbu siap pakai. Perusahaan ini umumnya melakukan pendistribusian ke beberapa outlet yang tersebar di Kota Bogor, Jakarta, Bekasi dan Depok. Saat ini, untuk mendistribusikan produk di wilayah Depok, perusahaan harus mengunjungi sebanyak 333 outlet dalam 2 pekan dari hari Senin hingga Sabtu menggunakan 1 kendaraan atau 1 kurir. Model pendistribusian ini merupakan model *Traveling Salesman Problem*, yaitu proses penentuan rute hanya menggunakan satu kendaraan. Akan tetapi, dalam pelaksanaannya, perusahaan harus mengunjungi lebih dari satu trip pada hari-hari tertentu sehingga membutuhkan beberapa salesman. Kasus ini merupakan variasi dari masalah TSP yang disebut multi *Traveling Salesman Problem* (M-TSP). M-TSP merupakan model penyelesaian dari suatu permasalahan yang dapat digunakan agar mampu memilih rute terpendek yang harus dilewati oleh beberapa kurir dan kurir tersebut harus dimulai dari lokasi awal untuk mengunjungi beberapa lokasi tepat satu kali dan akan kembali ke lokasi awal. Variasi lainnya dari masalah TSP telah banyak dilakukan, antara lain Sumarsa (2023) meneliti masalah TSP dengan *Time Windows*, *Asymmetric TSP* dikembangkan oleh Santosa (2017), dan *Multiple TSP* diteliti oleh Karimah (2017).

Dalam proses distribusi pada kasus M-TSP ini, perusahaan belum bisa menentukan cara yang pasti untuk meminimumkan total jarak tempuh untuk 351 outlet tersebut. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka salesman dituntut untuk meminimumkan jarak rute sehingga rute yang dihasilkan dapat seefisien mungkin. Tujuan penelitian ini adalah menentukan rute optimal dalam pendistribusian produk agar total jarak tempuh kendaraan dapat minimum sehingga proses pendistribusian menjadi efektif. Masalah ini dibentuk dalam *Traveling Salesman Problem* dan dimodelkan dalam masalah *Integer Linear Programming*. Metode yang digunakan adalah *Branch and Bound*. Selain dengan menggunakan metode *Branch and Bound*, beberapa metode dalam menyelesaikan TSP sudah banyak dikembangkan, antara lain oleh Pitaloka (2022) menyelesaikan masalah TSP

dengan algoritma genetika, Nurlaelasari (2018) menerapkan TSP dengan algoritma *Ant Colony Optimization*, Simbolon (2017) menggunakan metode *Tabu Search* dalam menyelesaikan TSP, dan Hidayati (2019) TSP diselesaikan dengan menggunakan metode *Simulated Annealing*.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Data

Data yang digunakan merupakan data outlet pengiriman produk PT. Kobe Boga Utama Cabang Depok untuk pengiriman setiap harinya dalam dua pekan. Pengiriman dilakukan pada hari Senin hingga Sabtu. Data jarak diperoleh menggunakan bantuan *google maps* untuk menentukan jarak dari depot (PT. Kobe Boga Utama Cabang Depok) ke beberapa outlet lainnya. Data banyaknya outlet dan banyaknya trip yang harus dikunjungi setiap harinya pada pekan ganjil dan genap terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Banyaknya Outlet dan Trip yang Dikunjungi

| | Banyak Outlet | | Banyak Trip | |
|--------------|---------------|------------|-------------|----------|
| | Ganjil | Genap | Ganjil | Genap |
| Senin | 22 | 40 | 1 | 3 |
| Selasa | 37 | 43 | 2 | 1 |
| Rabu | 48 | 44 | 2 | 2 |
| Kamis | 21 | 17 | 1 | 1 |
| Jumat | 21 | 21 | 1 | 1 |
| Sabtu | 0 | 19 | 0 | 1 |
| Total | 149 | 184 | 7 | 9 |

2.2 Formulasi Matematika

Formulasi matematika untuk masalah tersebut :

a. Indeks

k : indeks pekan ($k = 1$ untuk pekan ganjil dan $k = 2$ untuk pekan genap),

l : indeks hari ($l = 1,2,3,4,5,6$ untuk Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, dan, Sabtu secara berurutan),

i, j : indeks outlet ($i, j = 1,2, \dots, 333$);

b. Parameter

d_{ij} : jarak dari outlet i ke outlet j (satuan: kilometer),

U_i : variabel tambahan untuk menghindari terjadi subroute pada outlet i ;

c. Variabel Keputusan

$$x_{ijkl} = \begin{cases} 1, & \text{jika outlet } i \text{ dilayani setelah outlet } j \text{ pada pekan } k \text{ hari } l; \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}$$

d. Fungsi Tujuan

$$\min_{i,j,k,l} \sum_{k=1}^2 \sum_{l=1}^6 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N d_{ij} x_{ijkl};$$

e. Fungsi Objektif

1. Setiap outlet hanya dilayani satu kali

$$\sum_{k=1}^2 \sum_{l=1}^7 \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq p}}^N x_{ip} = 1 \quad (p = 1, 2, 3, \dots, N),$$

$$\sum_{k=1}^2 \sum_{l=1}^7 \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq p}}^N x_{pj} = 1 \quad (p = 1, 2, 3, \dots, N);$$

2. Memastikan tidak adanya subtour pada rute yang dihasilkan

$$U_i - U_j + N x_{jikl} \leq N - 1$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, N; j = 1, 2, 3, \dots, N; i \neq j; k = 1, 2; l = 1, 2, 3, \dots, 7;$$

3. Kendala tambahan

$$U_i \geq 0, i = 1, 2, 3, \dots, N;$$

4. Kendala binary

$$x_{ijkl} \in \{0, 1\}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, N; j = 1, 2, 3, \dots, N, i \neq j; k = 1, 2; l = 1, 2, 3, \dots, 7.$$

2.3 Pembahasan

Berdasarkan formulasi matematika yang telah dibentuk kemudian diselesaikan dengan bantuan program LINGO 11.0 menggunakan metode *Branch and Bound*. Rute yang diperoleh beserta jarak tempuh untuk setiap hari di pekan ganjil dan genap dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Rute Pendistribusian Pekan Ganjil

| Hari | Rute | Jarak |
|--------------|---|---------------|
| Senin | 1-10-22-8-2-14-18-7-15-11-4-16-20-13-21-12-3-17-23-5-19-9-6-1 | 103.94 |
| Selasa (1) | 1-9-14-11-4-16-15-19-17-12-3-7-2-18-8-13-10-5-6-1 | 85.24 |
| Selasa (2) | 1-20-14-18-19-17-106-12-3-11-15-8-2-5-9-16-7-13-4-1 | 91.44 |
| Rabu (1) | 1-11-10-23-13-20-14-3-5-12-27-19-4-6-26-22-15-25-7-24-16-8-18-9-2-17-21-1 | 64.22 |
| Rabu (2) | 1-10-7-15-20-2-6-22-19-8-17-4-16-9-5-23-12-13-3-11-14-18-21-1 | 57.98 |
| Kamis | 1-22-5-19-13-10-11-7-2-21-16-4-15-14-3-9-18-12-17-6-20-8-1 | 165.07 |
| Jumat | 1-20-17-14-9-10-4-16-7-15-21-11-13-8-19-22-12-3-18-6-2-5-1 | 164.94 |
| Total | | 732.83 |

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa pada pekan ganjil, PT Kobe Boga Utama Cabang Depok harus mengirimkan produknya ke 7 trip dalam 5 hari pengiriman, yaitu dari Senin hingga Jumat. Pada hari Senin, PT Kobe Boga Utama menempuh jarak 103.94 km untuk mendistribusikan produknya. Pada hari Selasa, PT. Kobe Boga Utama mengirimkan produknya ke 2 trip (Selasa (1) dan Selasa (2)) dengan jarak 85.24 km dan 91.44 km. Begitu juga pada hari Rabu, PT. Kobe Boga Utama mengirimkan produknya ke 2 trip (Rabu (1) dan Rabu (2)), dengan jarak masing-masing sebesar 64.22 km dan 57.98 km. Pada hari Kamis, total jarak pendistribusian sebesar 165.07 km dan hari Jumat sebesar 164.94 km. Total jarak tempuh pada pekan ganjil adalah 732.83 km.

Tabel 3. Rute Pendistribusian Pekan Genap

| Hari | Rute | Jarak |
|--------------|---|---------------|
| Senin (1) | 1-7-21-2-11-15-9-19-4-22-3-17-10-5-12-6-13-18-8-14-20-16-1 | 169.89 |
| Senin (2) | 1-9-7-4-13-12-3-6-11-5-15-18-20-19-17-16-14-8-2-10-1 | 191.36 |
| Senin (3) | 1-3-22-7-10-18-23-20-13-6-11-8-15-12-4-21-14-17-5-19-16-2-9-1 | 57.3 |
| Selasa | 1-7-21-2-11-15-9-19-4-22-3-17-10-5-12-6-12-18-8-14-20-16-1 | 281.11 |
| Rabu (1) | 1-9-19-7-21-20-5-4-18-11-10-8-15-12-22-13-6-3-23-14-2-16-17-1 | 101.88 |
| Rabu (2) | 1-19-21-20-12-14-16-23-9-7-11-17-4-3-6-18-15-10-8-5-22-13-2-1 | 107.62 |
| Kamis | 1-13-11-2-7-5-14-10-15-16-4-8-12-6-3-9-1 | 22.16 |
| Jumat | 1-9-12-7-8-5-10-19-2-21-3-18-6-4-11-15-20-14-13-17-16-22-1 | 191.54 |
| Sabtu | 1-3-10-19-14-6-18-16-9-20-2-11-17-15-4-7-12-8-13-5-1 | 169.4 |
| Total | | 1292.3 |

Rute pendistribusian pekan genap menghasilkan 9 trip dengan rincian 3 trip pada hari Senin (Senin (1), Senin (2), dan Senin (3)), 2 trip pada hari Rabu (Rabu (1) dan Rabu (2)), serta 1 trip pada hari lainnya, yaitu Selasa, Kamis, Jumat dan Sabtu. Total jarak tempuh yang diperoleh pada pekan genap sebesar 1292.3 km, dengan rincian Senin (1) sebesar 169.89 km, Senin (2) sebesar 191.36 km, Senin (3) sebesar 57.3 km, Selasa sebesar 281.11 km, Rabu (1) sebesar 101.88 km, Rabu (2) sebesar 107.62 km, Kamis sebesar 22.16 km, Jumat sebesar 191.54 km, dan Sabtu sebesar 169.4 km.

2.4 Perbandingan Jarak Sebelum dan Usulan

Untuk memperoleh jarak tempuh yang optimal bagi PT. Kobe Boga Utama Cabang Depok, maka dilakukan perbandingan antara rute awal dan rute usulan dengan menggunakan model ILP. Berikut merupakan perbandingan hasil jarak tempuh antara rute awal dan rute usulan model ILP dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Jarak Rute Awal dan Usulan

| | Rute Awal | | Usulan | | Persentase | |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Senin | 173.88 | 586.75 | 103.94 | 418.55 | 67.28% | 146.77% |
| Selasa | 271.55 | 326.94 | 176.68 | 281.11 | 53.69% | 16.3% |
| Rabu | 224.46 | 343.25 | 122.2 | 209.5 | 83.68% | 127.84% |
| Kamis | 218,41 | 40.1 | 165.07 | 22.16 | 32.31% | 80.95% |
| Jumat | 204.5 | 249.14 | 164.94 | 191.54 | 23.98% | 30.07% |
| Sabtu | 0 | 252.69 | 0 | 169.4 | 0 | 49.17% |
| Total | 1092.8 | 1798.9 | 732.83 | 1292.3 | 49.12% | 39.2% |

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa untuk pengolahan jarak dengan model ILP menghasilkan jarak yang lebih baik dibandingkan dengan rute awal. Hal ini dapat dilihat dari selisih jarak pada pekan ganjil sebesar 359.97 dan pada pekan genap sebesar 506.61 atau sebesar 49.12% untuk pekan ganjil dan 39.2% untuk pekan genap.

3. KESIMPULAN DAN SARAN

Masalah pendistribusian produk dari PT. Kobe Boga Utama Cabang Depok dapat diformulasikan sebagai bentuk *Multiple Traveling Salesman Problem* (M-

TSP). Masalah ini dimodelkan dalam bentuk *Integer Linear Programming* dan diselesaikan dengan menggunakan metode *Branch and Bound*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pada pekan ganjil, kurir harus mengunjungi 149 outlet dengan jarak tempuh minimum sebesar 732.83 km, sedangkan pada pekan genap, kurir harus mengunjungi 184 outlet dengan total jarak tempuh terpendek sebesar 1292.3 km. Berdasarkan hasil yang diperoleh tersebut menunjukkan adanya penghematan jarak sebesar 359.97 km untuk pekan ganjil dan 506.61 km untuk pekan genap, dengan persentase penghematan di pekan ganjil sebesar 49.12% dan 39.2% di pekan genap.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Yayasan Pakuan Siliwangi atas Hibah Internal 2023, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Pakuan, PT. Kobe Boga Utama Cabang Depok, serta seluruh pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amozhita, K. K., Suyitno, A., Mashuri, *Menyelesaikan Travelling Salesman Problem dengan Metode Dua Sisi Optimal pada PT. Es Malindo Boyolali*, UJM Unnes Journaf of Mathematics, **8**(1) (2019), 20-29.
- Candrawati, L. G. A., Kadyanan, G. A. G. A., *Optimasi Traveling Salesman Problem (TSP) Untuk Rute Paket Wisata di Bali dengan Algoritma Genetika*, Jurnal Ilmu Komputer, **10**(1) (2018), 27-32.
- Hidayati, R., Guntoro, I., Junianti, S., *Penggunaan Metode Simulated Annealing untuk Penyelesaian Traveling Salesman Problem*, CESS (Journal of Computer Engineering System and Science), **4**(2) (2019), 217-221.
- Karimah, S., Widodo, A. W., Cholissodin I., *Optimasi Multiple Travelling Salesman Problem pada Pendistribusian Air Minum Menggunakan Algoritme Genetika (Studi Kasus: UD. Tosa Malang)*, Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, **1**(9) (2017), 849-858.

- Nurlaelasari, E., Supriyadi, Lenggana, U. T., *Penerapan Algoritma Any Colony Optimization Menentukan Nilai Optimal dalam Memilih Objek Wisata Berbasis Android*, Jurnal Simetris, **9**(1) (2018), 287-298.
- Pitaloka, D. K., Koedijarto, R., *Implementasi Travelling Salesman Problem (TSP) dengan Algoritma Genetika menggunakan Peta Leaflet (Studi Kasus PT. AMZ Geoinfo Solution Surabaya)*, Senakama: Prosiding Seminar Nasional Karya Mahasiswa 2022, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya, 2022, 767-776.
- Rohman, S., Zakaria, L., Asmiati, Nuryaman, A., *Optimasi Travelling Salesman Problem dengan Algoritma Genetika pada Kasus Pendistribusian Barang PT. Pos Indonesia di Kota Bandar Lampung*, Jurnal Matematika Integratif, **16**(1) (2020), 61-73.
- Santosa, I. B. D. A. N., *Penyelesaian Kasus Asymmetric Traveling Salesman Problem untuk Meminimasi Jarak Tempuh dengan Menggunakan Algoritma Elephant Herding Optimization*, [Skripsi] Universitas Katolik Parahyangan, 2017.
- Saputra, D. W., *Optimalisasi Rute Distribusi Kurir Menggunakan Metode Traveling Salesman Problem (Studi Kasus: JNE Balige)*, G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan, **6**(2) (2022), 159-165.
- Simbolon, J. P., Zarlis, M., *Penyelesaian Masalah TSP pada Rute Kunjungan ATM dengan Pendekatan Heuristic (Tabu Search)*, Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika (JURASIK), **2**(1) (2017), 13-28.
- Sumarsa, A., Widyastiti, M., *Penerapan Traveling Salesman Problem with Time Windows pada Pendistribusian Produk*, Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2022, Universitas Pattimura, Ambon, 2023, 1-6.

