

Penyelesaian Masalah Lokasi Optimum Fasilitas

Riska Wulandari*, M. Imran, M. D. H. Gamal

Matematika, Universitas Riau

*Penulis Korespondensi: riska.wulandari7916@grad.unri.ac.id

Abstract. In the current technological era, many delivery service providers have sprung up. The demands for timely delivery of goods to consumers make choosing a strategic warehouse location a very important aspect. The purpose of this research is to find the optimum location of facilities and allocate customers to these facilities. In this study, an experimental quantitative research method was used in a case example presented to implement the location-allocation problem. The case examples are solved using the approximation method with a heuristic approach. The simulation results show that the heuristic approach method can be used to determine the optimal location of the facility.

Keywords: facility; heuristic method; location-allocation problem; optimum

1. Pendahuluan

Pada era digital saat ini, banyak masyarakat yang melakukan transaksi jual beli secara online sehingga banyak bermunculan platform *marketplace* dan perusahaan penyedia jasa ekspedisi. Penyedia jasa ekspedisi dalam pengantaran barang ke konsumen dituntut untuk tepat waktu dan sebisa mungkin untuk meminimumkan biaya transportasi. Oleh karena itu, untuk memenuhi tuntutan tersebut pemilihan lokasi gudang yang strategis sangatlah penting.

Pemilihan lokasi suatu fasilitas umum atau gudang yang strategis merupakan aspek yang sangat penting. Masalah ini berkaitan dengan bagaimana melayani dan memasok secara optimal ke tujuan yang telah ditetapkan dan diketahui lokasinya. Pada masalah ini harus diperhatikan jumlah fasilitas, lokasi fasilitas dan kapasitas yang akan melayani serangkaian tujuan tertentu (Cooper, 1963).

Studi tentang teori lokasi dimulai pada tahun 1909 ketika Alfred Weber mempertimbangkan bagaimana menempatkan satu gudang untuk meminimalkan jarak total antara gudang dengan beberapa konsumen. Masalah lokasi fasilitas adalah mendefinisikan posisi satu himpunan titik fasilitas dalam ruang lokasi tertentu berdasarkan distribusi titik permintaan konsumen untuk dialokasikan ke fasilitas. Model yang populer dalam studi lokasi adalah masalah *multi-source* Weber atau masalah *location-allocation* dengan tujuan untuk menemukan m fasilitas dan mengalokasikan n konsumen ke fasilitas tersebut untuk meminimalkan total biaya transportasi (Ghaderi, et al., 2012). Masalah lokasi dipaparkan oleh beberapa peneliti diantaranya mengenai pemecahan masalah lokasi *multi-source* dalam ruang kontinu dengan menggunakan dua teknik heuristik konstruktif (Gamal & Salhi, 2001). Penelitian lainnya mengenai pemecahan masalah lokasi dengan membagi titik tetap menjadi beberapa subset daerah menggunakan garis yang berpusat pada titik rotasi dengan sudut (Gamal, et al., 2020). Penelitian mengenai penentuan lokasi fasilitas dan relokasinya dengan dynamic programming (Firmansyah & Aprilia, 2018) dan mengenai penerapan algoritma meta-heuristik hibrida dalam permasalahan *location-allocation* fasilitas parkir di Mobarakah Steel Company (Hamadani, et al., 2013).

Fungsi tujuan dan kendala dari model masalah lokasi-alokasi adalah sebagai berikut (Farahani & Hekmatfar, 2009):

$$\min \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_{ij} d(X_i, a_j) \quad (1)$$

Kendala

$$\sum_{i=1}^m w_{ij} = r_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$w_{ij} \geq 0 \quad (3)$$

dengan

$d(X_i, a_j)$:= Jarak Euclidean dari fasilitas i ke konsumen j

w_{ij} := *Flow* dari fasilitas i ke konsumen j

X_i := Koordinat lokasi fasilitas i

a_j := Koordinat lokasi konsumen j

r_j := Permintaan konsumen

i := 1, 2, ..., m

j := 1, 2, ..., n

Berdasarkan model di atas, diketahui bahwa tujuannya adalah untuk memperoleh jarak minimum antara fasilitas dan konsumen. Kendala (2) memastikan semua konsumen dilayani. Kendala (3) menjamin variabel *feasible* adalah nonnegatif. Model ini mengasumsikan jarak antara konsumen dan fasilitas adalah Euclidean.

Masalah *location-allocation* yang optimal biasanya sangat resisten terhadap solusi eksak, sehingga penyelesaiannya diperoleh dengan menggunakan metode aproksimasi heuristik. Salah satunya adalah dengan menentukan himpunan bagian antara konsumen dengan fasilitas dan menyelesaikan setiap subset menggunakan metode Weiszfeld dengan mempertimbangkan setiap himpunan bagian sebagai masalah *location-allocation* untuk fasilitas tunggal (Cooper, 1964). Masalah lokasi fasilitas tunggal adalah untuk menemukan fasilitas yang akan melayani satu himpunan konsumen secara optimal, yang berarti untuk meminimalkan jarak yang ditempuh oleh konsumen (Iyigun & Ben-Israel, 2012). Berdasarkan hal tersebut pada penelitian ini akan mengkaji mengenai penentuan lokasi fasilitas dengan menggunakan metode iterasi Weiszfeld.

2. Metode

Pada penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan metode penelitian eksperimen pada sebuah contoh kasus untuk permasalahan *location-allocation problem* yang akan diselesaikan dengan metode pendekatan heuristik yaitu metode iterasi Weiszfeld. Metode iterasi Weiszfeld diketahui sebagai berikut (Drezner & Hamacher, 2002):

$$\begin{aligned}
 X^{(k+1)} &= \frac{\sum_{i=1}^n \frac{w_i a_i}{d_i(x^{(k)}, y^{(k)})}}{\sum_{i=1}^n \frac{w_i}{d_i(x^{(k)}, y^{(k)})}} \\
 Y^{(k+1)} &= \frac{\sum_{i=1}^n \frac{w_i b_i}{d_i(x^{(k)}, y^{(k)})}}{\sum_{i=1}^n \frac{w_i}{d_i(x^{(k)}, y^{(k)})}}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Nilai awal (X^0, Y^0) diperlukan untuk memperoleh (X^1, Y^1) . Nilai (X^1, Y^1) kemudian digunakan untuk memperoleh (X^2, Y^2) dan seterusnya. Titik-titik yang diperoleh akan konvergen ke titik optimal pada himpunan bagian tertentu. Semua titik tetap konsumen akan dialokasikan ke fasilitas terdekat ketika titik optimal diperoleh. Penyelesaian dengan menggunakan metode tersebut bertujuan untuk mendapatkan lokasi optimum fasilitas dan mengalokasikan konsumen ke fasilitas tersebut. Pada penelitian ini akan dibangun sistem koordinat di atas himpunan yang layak dan menggunakan perhitungan jarak Euclidean. Titik konsumen akan didefinisikan sebagai titik tetap dan titik fasilitas akan ditentukan dengan merandom $rand(0, x_{max})$ dan $rand(0, y_{max})$ dimana x_{max} dan y_{max} diperoleh dari titik koordinat konsumen. Pada penelitian ini menggunakan program Matlab R2020a sebagai alat bantu untuk menyelesaikan permasalahan penentuan lokasi optimum fasilitas. Pseudo-code penentuan lokasi optimum fasilitas diberikan pada Gambar 1.

Data:

Titik tetap posisi konsumen

Inisialisasi:

Tetapkan posisi fasilitas secara random

Hitung jarak tiap fasilitas ke semua konsumen

Pilih jarak minimum tiap konsumen ke tiap fasilitas

Himpun tiap konsumen dengan fasilitas terdekat

Iterasi:

Tiap himpunan bagian konsumen dan fasilitas

If fasilitas melayani 1 konsumen

Posisi optimal lokal fasilitas sama dengan posisi konsumen

Elseif fasilitas melayani konsumen lebih dari 1

Posisi optimal lokal fasilitas diselesaikan dengan Persamaan (4)

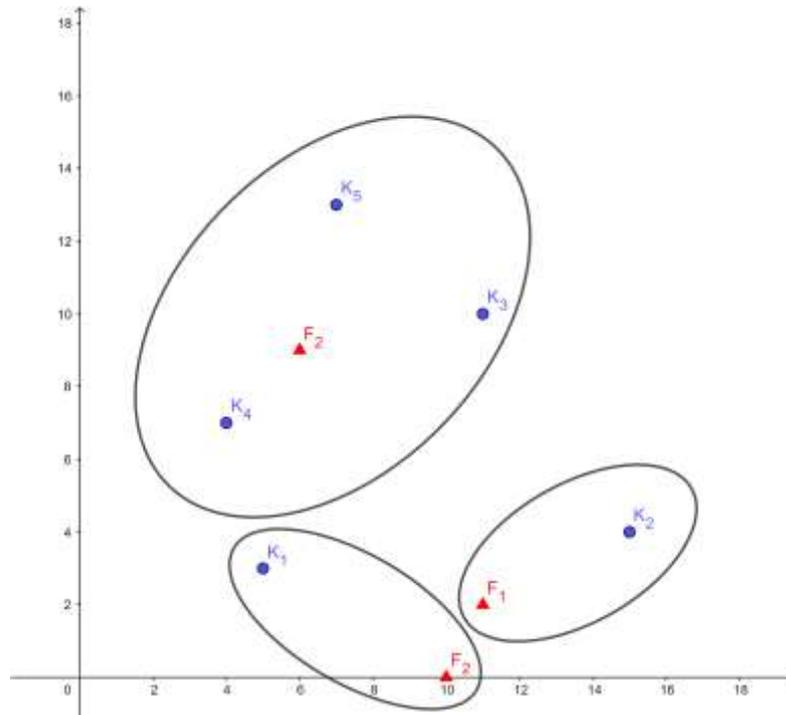
Ulangi sampai error = 0.001

End if

Gambar 1 Pseudo-code Penentuan Lokasi Optimum Fasilitas

3. Hasil dan Pembahasan

Peneliti mengilustrasikan metode tersebut dengan contoh penyelesaian masalah lokasi fasilitas. Diberikan lima lokasi konsumen yang mengkoordinir konsumen ke-1 (5,3), konsumen ke-2 (15,4), konsumen ke-3 (11,10), konsumen ke-4 (4,7), dan konsumen ke-5 (7,13) yang akan dilayani oleh tiga fasilitas. Dipilih secara random koordinat fasilitas 1 (11,2) yang akan melayani konsumen 2, fasilitas 2 (6,9) yang akan melayani konsumen 3,4, dan 5, sedangkan fasilitas 3 (10,0) yang akan melayani konsumen 1. Gambar 2 menunjukkan lokasi fasilitas dan alokasi konsumen yang dibagi menjadi tiga himpunan bagian sebagai probabilitas pertama.



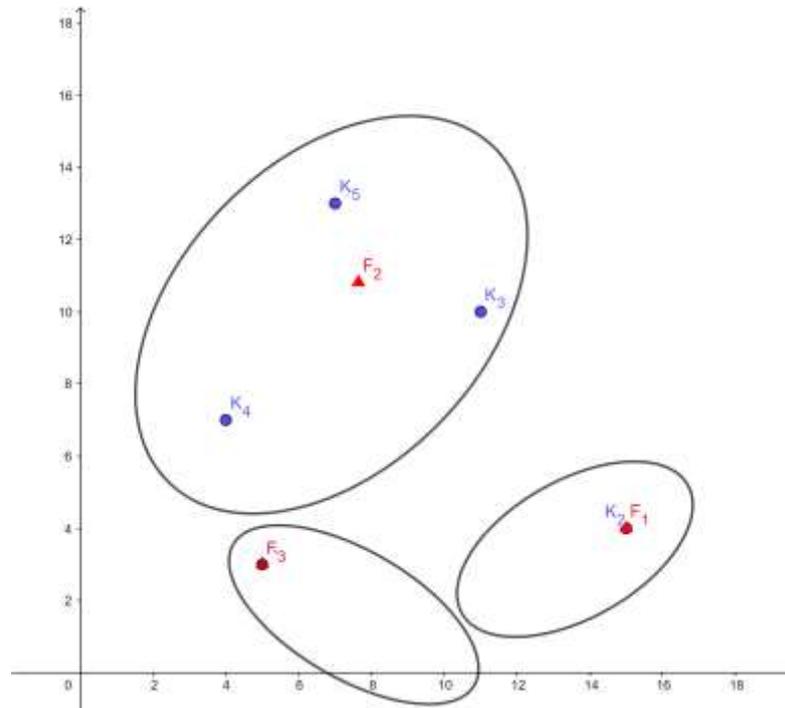
Gambar 2. Himpunan Bagian Fasilitas dengan Konsumen

Berdasarkan himpunan bagian yang telah diperoleh dengan perhitungan jarak Euclidean antara fasilitas dan konsumen tersebut, dengan menggunakan metode iterasi Weiszfeld yang perhitungannya menggunakan program Matlab R2020a diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Metode Iterasi Weiszfeld

Iterasi	Fasilitas 1		Fasilitas 2		Fasilitas 3	
	X	Y	X	Y	X	Y
0	11	2	6	9	10	0
1	15	4	6,65136	9,57959	11	10
2	-	-	7,13235	10,07794	-	-
3	-	-	7,42372	10,41358	-	-
4	-	-	7,56637	10,60513	-	-
5	-	-	7,62410	10,70472	-	-
6	-	-	7,64318	10,75540	-	-
7	-	-	7,64740	10,78179	-	-
8	-	-	7,64685	10,79610	-	-
9	-	-	7,64526	10,80417	-	-
10	-	-	7,64379	10,80886	-	-
11	-	-	7,64269	10,81165	-	-
12	-	-	7,64194	10,81333	-	-
13	-	-	7,64145	10,81435	-	-

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diperoleh lokasi optimum lokal untuk setiap himpunan bagian tersebut adalah (15,4) untuk Fasilitas 1, (7,64145;10,81435) untuk Fasilitas 2 dan (11,10) untuk Fasilitas 3. Gambar 3 menunjukkan lokasi optimum lokal fasilitas pada setiap himpunan bagian.



Gambar 3. Solusi Terbaik untuk 5 Konsumen dan 3 Fasilitas pada Subset Pertama

4. Penutup

Dalam artikel ini, metode aproksimasi heuristik digunakan untuk menyelesaikan lokasi fasilitas. Hasil eksperimen ini menunjukkan bahwa pendekatan heuristik ini memberikan solusi yang baik untuk ilustrasi yang diberikan dari masalah penentuan lokasi optimum fasilitas. Pada pengembangannya selanjutnya, penyelesaian masalah penentuan lokasi fasilitas dapat menggunakan pendekatan heuristik lainnya untuk menemukan hasil yang lebih baik lagi.

Daftar Pustaka

- Cooper, L. (1963). Location-Allocation Problems. *Operations Research*, 11(3), 331–343.
- Cooper, L. (1964). Heuristic Methods For Location-Allocation Problems. *Society of Industrial and Applied Mathematics (SIAM) Review*, 6(1), 37–53.
- Drezner, Z., & Hamacher, H. W. (2002). *Facility location: Applications and Theory*. New York: Springer.
- Farahani, R. Z., & Hekmatfar, M. (2009). *Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies*. New York: Physica-Verlag.
- Firmansyah, & Aprilia, R. (2018). Algoritma Model Penentuan Lokasi Fasilitas Tunggal dengan Program Dinamik. *ALGORITMA: Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 02(01), 31–39.
- Gamal, M. D. H., & Salhi, S. (2001). Constructive Heuristics for The Uncapacitated Continuous Location-Allocation Problem. *Journal of the Operational Research Society*, 52, 821–829.
- Gamal, M. D. H., Zulkarnain, & Imran, M. (2020). Rotary Heuristic for Uncapacitated Continuous Location-Allocation Problems. *International Journal of Operational Research*, 39(3), 406–415.
- Ghaderi, A., Jabalameli, M. S., Barzinpour, F., & Rahmaniani, R. (2012). An Efficient Hybrid Particle Swarm Optimization Algorithm for Solving the Uncapacitated Continuous Location-Allocation Problem. *Networks and Spatial Economics*, 12, 421–439.
- Hamadani, A. Z., Abouei Ardakan, M., Rezvan, T., & Honarmandian, M. M. (2013). Location-Allocation Problem for Intra-Transportation System in a Big Company by using Meta-Heuristic Algorithm. *Socio-Economic Planning Sciences*, 47(4), 309–317.

Iyigun, C., & Ben-Israel, A. (2012). The Multi-Facility Location Problem: a Probabilistic Decomposition Method. *Computational Optimization and Applications*, www.optimization-online.org/DB_FILE/2012/08/3555.pdf