

Penentuan Lokasi dan Tipe *Distribution Center* Gudang Beras Berlian Menggunakan Metode *Capacitated Maximal Covering Location Problem (CMCLP)*

Nur Salam^{*1}, Rohand Saputra², Puspita Sari³, Martinus⁴

^{1,2,3,4}*Teknik Industri, Jurusan Teknologi Industri dan Proses, Institut Teknologi Kalimantan
Jl. Soekarno Hatta KM. 15, Karang Joang, Balikpapan, 76127, Kalimantan Timur, Indonesia*

^{*}nursalam1006@gmail.com

²12211079@student.itk.ac.id

³12211072@student.itk.ac.id

⁴12181052@student.itk.ac.id

Diterima pada dd-mm-yyyy, direvisi pada dd-mm-yyyy, diterima pada dd-mm-yyyy

Abstrak

Lokasi fasilitas merupakan elemen penting dalam perencanaan strategis pembangunan gudang. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan model *Capacitated Maximal Covering Location Problem (CMCLP)* yang dapat menentukan lokasi pendirian gudang dengan memaksimalkan jumlah permintaan yang dapat dipenuhi. Model ini mempertimbangkan berbagai tipe fasilitas, kapasitas, biaya tetap pendirian fasilitas, serta anggaran maksimum yang tersedia. Pengumpulan data dilakukan melalui survei, dan simulasi model dilakukan menggunakan aplikasi MATHLAB. Hasil analisis data menunjukkan bahwa lokasi dan tipe gudang beras yang optimal untuk memenuhi permintaan di Kota Balikpapan adalah dengan membangun tiga gudang beras di node 1, 2, dan 6. Semua permintaan dapat dipenuhi dengan total biaya sebesar 1.200 juta atau 1,2 miliar. Jika dibangun empat gudang beras, total biayanya mencapai 1.300 juta atau 1,3 miliar. Penelitian ini memberikan solusi untuk menentukan lokasi gudang beras yang efisien dalam memenuhi permintaan di daerah tersebut.

Kata Kunci: alokasi barang, *Capacitated Maximal Covering Location Problem (CMCLP)*, lokasi fasilitas

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC BY-SA](#).



Penulis Koresponden:

Nur Salam

Teknik Industri Jurusan Teknologi Industri dan Proses, Institut Teknologi Kalimantan Jl. Soekarno Hatta KM. 15, Karang Joang, Balikpapan, Kalimantan Timur, Indonesia, 76127, Email: nursalam1006@gmail.com

I. PENDAHULUAN

Lokasi fasilitas merupakan aspek penting dari perencanaan strategis. Baik rantai ritel yang menempatkan outlet baru, manufacturer yang memilih lokasi warehouse, atau perencana kota yang memilih lokasi untuk stasiun pemadam kebakaran [1]. Gudang Beras Berlian merupakan sebuah UMKM yang memproduksi beras yang target pasarnya berada pada daerah Kalimantan. Pada saat ini terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi daya saing dari sebuah perusahaan, salah satunya adalah dalam menentukan lokasi fasilitas yang harus strategis agar mendukung adanya kegiatan operasional perusahaan dengan baik. Dalam hal ini Gudang Beras Berlian mengalami kesulitan pada penentuan lokasi yang strategis untuk mendirikan distribusi center, yang dimaksud lokasi yang strategis adalah penempatan suatu lokasi dari sebuah fasilitas atau lebih sehingga fasilitas yang didirikan tersebut dapat memberikan keuntungan yang maksimal atau biaya yang minimum bagi perusahaan.

Pada penelitian terdahulu [3], mempertimbangkan Modular Capacitated Locations Problem. Pada penelitian ini, menawarkan beberapa kemungkinan ukuran untuk tingkat kapasitas setiap lokasi fasilitas potensial. Tujuan yang ingin dicapai adalah menemukan lokasi dan tingkat kapasitas fasilitas dan penugasannya untuk pelanggan untuk meminimalkan total biaya. Tingkat kapasitas fasilitas dipilih dari set ini. Model ini dapat diterapkan di sekolah, warehouse, dan fasilitas umum lainnya [2]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa model Capacitated Maximal Covering Location Problem (CMCLP) telah diteliti oleh beberapa peneliti. Namun, penelitian-penelitian tersebut belum mempertimbangkan variabel keputusan mengenai alokasi barang dari fasilitas yang dibangun ke setiap titik permintaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model sebelumnya dengan menambahkan beberapa fungsi kendala yang dapat menghasilkan variabel keputusan berupa nilai yang menunjukkan jumlah alokasi barang dari fasilitas yang dibangun ke setiap titik permintaan. Dengan demikian, model yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak hanya dapat menentukan fasilitas mana yang akan dibangun, tetapi juga dapat mengetahui jumlah barang yang akan dikirim dari fasilitas tersebut ke setiap titik permintaan. Model CMCLP digunakan untuk meminimalkan jumlah permintaan yang tidak dapat dipenuhi oleh fasilitas yang didirikan. Model tersebut hanya memiliki tiga fungsi kendala (batasan) yang berkaitan dengan kapasitas gudang yang memiliki batasan tertentu, jumlah gudang yang akan dibangun, dan fungsi kendala yang menandakan fasilitas akan dibuka atau ditutup [3].

Maka dari itu berdasarkan uraian diatas diperlukan penelitian untuk menentukan jumlah distribusi center yang akan dibangun, tipe distribusi center yang dibangun dan biaya yang dibutuhkan untuk membangun distribusi center yang meng-cover permintaan beras pada 8 kelurahan di kota Balikpapan

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data gudang yang akan dibangun, maksimal jarak yang dicover tiap distribusi center, jumlah demand, jarak antar calon node distribusi center yang akan dibangun, biaya maksimal untuk membangun gudang, tipe gudang dan biaya tetap untuk membangun gudang atau distribusi center. Data didapatkan dengan cara observasi dan wawancara dengan pihak Beras Berlian. Pada penelitian ini menggunakan metode model CMCLP dengan menggunakan parameter jarak sebagai faktor penentu suatu kandidat dari gudang akan dibuka atau tidak akan dibuka.

Penelitian ini bertujuan untuk penentuan jumlah gudang dan lokasi pembangunan gudang dengan menggunakan metode CMCLP dengan mempertimbangkan berbagai tipe fasilitas yang dapat dibangun. Setiap jenis fasilitas yang berbeda akan memiliki kapasitas dan biaya tetap pendirian yang juga bervariasi. Selain itu, model ini akan memperhitungkan adanya anggaran maksimum yang tersedia untuk digunakan dalam pembangunan fasilitas yang dipilih. Berikut Formulasi matematika untuk pengembangan model CMCLP tersebut adalah:

Indeks :

j = indeks gudang = 1,2,3,...,J

i = indeks *demand node* = 1,2,3,...,I

l = indeks tipe lokasi = 1,2,3,...,L

Parameter:

d_i = jumlah *demand* pada *node* i

K_l = Kapasitas produk untuk gudang beras tipe l

S_{ij} = jarak gudang beras j ke *demand*

Node i C_l = Biaya tetap untuk membangun gudang beras tipe l

Variabel Keputusan

$$h_{ij} : \begin{cases} 1 & \text{Jika } S_{ij} \leq S \\ 0 & \text{Jika tidak} \end{cases} \quad (1)$$

$$X_{ij} : \begin{cases} 1, & \text{Jika Demand di node } i \text{ dipenuhi gudang beras } j \\ 0, & \text{Jika tidak} \end{cases} \quad (2)$$

$$Y_{jl} : \begin{cases} 1, & \text{Jika Fasilitas tipe } l \text{ didirikan di gudang beras } j \\ 0, & \text{Jika tidak} \end{cases} \quad (3)$$

$$Q_{ij} : \text{Jumlah produk yang dikirim dari } j \text{ ke } i \quad (4)$$

Fungsi Tujuan :

$$\text{Maximize } \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \sum_{l=1}^L Q_{ij} X_{ij} Y_{jl} \quad (5)$$

Pembatas

$$\sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^L Y_{jl} \leq P \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^J X_{ij} \geq 1 \quad \forall i \quad (7)$$

$$X_{ij} \leq h_{ij} Y_{jl} \quad \forall i \forall j \forall l \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^I Q_{ij} X_{ij} \leq K_l Y_{jl} \quad \forall i \forall j \forall l \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^J Q_{ij} X_{ij} = d_i \quad \forall i \quad (10)$$

$$Q_{ij} \leq X_{ij} M \quad \forall i \forall j \quad (11)$$

$$Y_{jl} = [0,1] \quad \forall j \quad (12)$$

$$X_{ij} = [0,1] \quad \forall i \forall j \quad (13)$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^L C_l Y_{jl} \leq B \quad (14)$$

$$\sum_{l=1}^L Y_{jl} \leq 1 \forall j \quad (15)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian untuk model yang dikembangkan dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data percobaan pada contoh numerik dari penelitian (3), dengan menambahkan beberapa data seperti tipe fasilitas yang dapat dibangun dengan kapasitas dan biaya tetap pendirian fasilitas tersebut, dan maksimum anggaran yang tersedia untuk membangun fasilitas tersebut. Simulasi model dilakukan dengan menggunakan aplikasi MATHLAB.

Pengumpulan data untuk penentuan Gudang Beras Berlian di Balikpapan menggunakan survei. Adapun data penelitian kali ini terdapat pada Tabel I.

Tabel I. Pengumpulan data

Kode Alternatif Untuk <i>Node</i>	Calon Penempatan Gudang
1	Pandan Sari
2	Somber
3	Gunung Guntur
4	Klandasan
5	Kilo 10
6	Sepinggan
7	Batakan
8	Manggar

Sumber : Data Internal, 2024

Data jumlah gudang beras maksimal yang dapat dibangun adalah 3 buah gudang beras, batas jarak maksimal yang dapat di-cover adalah 17 km, dan anggaran tersedia yang dapat digunakan adalah 1.300 juta atau 1.3 milyar. Data jarak antara kandidat gudang beras dan demand node dan jumlah demand untuk tiap node disajikan pada Tabel II. Kapasitas dan biaya tetap untuk setiap gudang beras disajikan pada Tabel 3.

Selanjutnya ialah pengolahan data menggunakan aplikasi MATHLAB. Pada hasil pengolahan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel IV dan Tabel V. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa tiga gudang beras yang dibangun terletak pada node 1, 2, dan 6. Gudang beras pada node 1 dengan tipe 1 mengirimkan produk ke node 3, 4, 5, dan 6 sebanyak 550, 700, 650, dan 50 unit. Gudang beras pada node 2 dengan tipe 2 mengirimkan produk ke node 1 sebanyak 900 unit. Gudang beras pada node 6 dengan tipe 1 mengirimkan produk ke node 2, 6, 7, dan 8 sebanyak 400, 550, 500, dan 550 unit. Tiga gudang beras yang dibangun terdiri dari 1 gudang beras tipe 1 dan 2 gudang beras tipe 2. Gudang beras pada node 1 dan node 6 adalah gudang beras tipe 2 dengan kapasitas 1500 unit dan biaya tetap sebesar 300 juta. Gudang beras pada node 2 adalah gudang beras tipe 1 dengan kapasitas 2000 unit dan biaya tetap sebesar 400 juta. Total biaya tetap untuk membangun 3 gudang beras terpilih adalah 1200 juta atau 1.2 milyar, sehingga masih tersisa 100 juta dari anggaran yang tersedia. Pada model lain, empat gudang beras yang dibangun terletak pada node 1, 2, 3, dan 6. Gudang beras pada node 1 dengan tipe 2 mengirimkan produk ke node 4 dan 5 sebanyak 700 dan 650 unit. Gudang beras pada node 2 dengan tipe 2 mengirimkan produk ke node 1 dan node 3 sebanyak 900 dan 550 unit. Gudang beras pada node 3 dengan tipe 2 mengirimkan produk ke node 6 dan 7 sebanyak 600 dan 500 unit. Gudang beras pada node 6 dengan tipe 2 mengirimkan produk ke node 1 dan 8 sebanyak 400 dan 550 unit. Empat gudang beras yang dibangun adalah 4 gudang beras tipe 2 dengan kapasitas 1500 unit dan biaya tetap sebesar 300 juta. Total biaya tetap untuk membangun 4 gudang beras terpilih adalah 1300 juta atau 1.3 milyar, sehingga semua anggaran yang tersedia telah terpakai.

Tabel II. Data jarak gudang beras dengan demand node dan jumlah demand

		<i>Demand Node (Km)</i>							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Kandidat Gudang Beras	1	0	5	5,5	6	11,3	13,4	16,3	22
	2	5	0	8,5	9,1	8,9	12,6	18	23,5
	3	5,5	8,5	0	2,8	12	6,8	12,1	17,7
	4	6	9,1	2,8	0	13,8	8,3	13,4	20
	5	11,3	13,9	12	13,8	0	12,1	17,2	24,3
	6	13,4	12,6	6,8	8,3	12,1	0	5,4	10,9
	7	16,3	18	12,1	13,4	17,2	5,4	0	8
	8	22	23,5	17,7	20	24,3	10,9	8	0
Jumlah Demand		900	400	550	700	650	600	500	550

Sumber : Tim Penulis, 2024

Tabel III. Kapasitas dan Biaya Tetap Tiap Jenis (Gudang Beras)

Tipe Gudang Beras	Kapasitas	Biaya Tetap (Juta)
1	2000	400
2	1500	300

Sumber : Tim Penulis, 2024

Tabel IV. Tipe gudang beras yang dibangun dan jumlah alokasi produk dari 3 gudang beras ke demand node

Gudang Beras	Tipe Gudang Beras yang Didirikan	<i>Demand Node yang Ter-Cover</i>							
		1	2	3	4	5	6	7	8

1	1	0	0	550	700	650	50	0	0
2	2	900	0	0	0	0	0	0	0
3	-	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-	0	0	0	0	00	0	0	0
6	1	0	400	0	0	0	550	500	550
7	-	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-	0	0	0	0	0	0	0	0

Sumber : Tim Penulis, 2024

Tabel V. Tipe gudang beras yang dibangun dan jumlah alokasi produk dari 4 gudang beras ke demand node

Gudang Beras	Tipe Gudang Beras yang Didirikan	Demand Node yang Ter-Cover							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	0	0	0	700	650	600	0	0
2	2	900	0	550	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0	0	0	500	0
4	-	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	400	0	0	0	0	0	0	550
7	-	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-	0	0	0	0	0	0	0	0

Sumber : Tim Penulis, 2024

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa model yang dikembangkan dalam penelitian ini mampu memberikan solusi untuk menentukan lokasi sejumlah gudang beras. Gudang yang dibangun dapat memenuhi seluruh permintaan di semua node permintaan. Dari hasil pengolahan tersebut, terdapat 8 kandidat gudang yang dapat dibangun, namun hanya 3 gudang beras yang dibangun, yaitu di node 1, node 2, dan node 6, yang mampu memenuhi semua permintaan dengan total biaya sebesar 1200. Pada node dibangun gudang beras dengan tipe 1 dan meng-cover demand pada titik 3, 4, 5, 6 dengan total demand 1950. Node 2 dibangun gudang beras dengan tipe 2 dan meng-cover demand pada titik 1 dengan total demand 900. Node 6 dibangun gudang beras dengan tipe 1 dan meng-cover demand pada titik 2, 6, 7, 8 dengan total demand 2000. Dengan membangun sejumlah 4 gudang beras yaitu pada node 1, node 2, node 3, dan node 6 dengan total biaya sebesar 1300. Pada node 1 dibangun gudang beras dengan tipe 2 dan meng-cover demand pada node 4, 5 dengan total demand 1350. Node 2 dibangun gudang beras dengan tipe 2 dan meng-cover demand pada node 1, 3 dengan total demand 1450. Node 3 dibangun gudang beras tipe 2 dan meng-cover demand pada node 6, 7. Node 6 dibangun gudang beras tipe 2 dan meng-cover demand pada node 1 dan 8 dengan total demand 950.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penelitian yang berjudul "Pengembangan *Model Capacitated Maximal Covering Location Problem (CMCLP)* untuk Penentuan Lokasi dan Tipe Distribution Center Gudang Beras Berlian." Terima kasih khusus kepada pihak Beras Berlian yang telah memberikan dukungan penuh dan izin untuk pengumpulan data. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Alvin Muhammad 'Ainul Yaqin, S.T., M.T., M.B.A. yang telah memberikan dukungan serta sebagai dosen pengampu mata kuliah sistem distribusi dan transportasi, serta kepada semua pihak lain yang turut mendukung kelancaran

penelitian ini, baik secara moral maupun material. Semoga kontribusi dan dukungan dari semua pihak menjadi amal kebajikan dan memberikan manfaat bagi penelitian ini..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Owen SH, Daskin MS. Strategic facility location: A review. *European Journal of Operational Research*. 1998;111(3):423–447.
- [2] Correia I, Captivo ME. A Lagrangean heuristic for a modular capacitated location problem. *Annals of Operations Research*. 2003;122(1–4):141–161.
- [3] Wati PEDK, Nuha H. Pengembangan model capacitated maximal covering location problem (CMCLP) dalam penentuan lokasi pendirian gudang. *Jurnal Teknik Industri*. 2018;19(1):21-27.
- [4] Santoso S, Heryanto RM. Development of the capacitated maximal covering location problem (CMCLP) model in determining the location and type of distribution center. *Opsi*. 2022;15(1):34-41.
- [5] Kumar S, Singh R. A review of capacitated location problems. *International Journal of Engineering Research and Applications*. 2017;7(3):25-30.
- [6] Kumar V, Kaur A. A hybrid approach for solving capacitated maximal covering location problem using genetic algorithm. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*. 2020.
- [7] Bhatia M, Gupta R. Location optimization for distribution centers: A case study on rice supply chain. *Journal of Supply Chain Management Science*. 2021;1(2):45-58.
- [8] Miller HJ, Shaw SL. Geospatial data and the future of transportation. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 2001;9(5):295-314.
- [9] Klose A, Wagner M. Location problems in supply chain management: A review. *European Journal of Operational Research*. 2008;184(3):1239-1255.
- [10] Kumar A, Singh R. A review of capacitated facility location problem. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*. 2016;7(6):1-5.