



DOI: <https://doi.org/10.38035/jimt.v7i6>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Optimasi Lokasi Gudang Farmasi Berdasarkan Pusat Gravitasi Permintaan Menggunakan Gravity Location Model

Apsada Juhri¹, Siska Amonalisa Silalahi², Yulianti Keke³, Sekar Widyastuti Pratiwi⁴, Veronica⁵

¹Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia, apsadajuhri@gmail.com

²Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia

³Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia

⁴Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia

⁵Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia

Corresponding Author: apsadajuhri@gmail.com¹

Abstract: *This study aims to determine the optimal location of a pharmaceutical warehouse using the Gravity Location Model (GLM). In the pharmaceutical industry, warehouse location is a strategic decision because it affects distribution efficiency, transportation cost, delivery accuracy, and supply chain continuity. This research uses the geographic coordinates of the main distribution points and their demand volume (tonnage) as the basis for calculating the center of gravity. The GLM method is used to calculate the optimal warehouse coordinates that are closest to the center of demand distribution. The calculation results show that the optimal warehouse location lies at a specific coordinate point obtained by weighting the geographic position and distribution load of each point. The distance of each candidate vendor or warehouse location is then compared to this optimal point to determine the most efficient location. The results of this study are expected to serve as a basis of consideration for pharmaceutical companies in determining the most strategic and efficient warehouse location that can optimally support distribution operations.*

Keyword: *warehouse location, pharmaceutical, Gravity Location Model, location optimization, distribution*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menentukan lokasi optimal gudang farmasi menggunakan metode Gravity Location Model (GLM). Dalam industri farmasi, penentuan lokasi gudang merupakan keputusan strategis karena berpengaruh terhadap efisiensi distribusi, biaya transportasi, ketepatan pengiriman, dan kelancaran rantai pasok. Penelitian ini menggunakan data koordinat titik distribusi utama dan volume permintaan atau tonase pada masing-masing titik sebagai dasar perhitungan titik gravitasi. Metode GLM digunakan untuk menghitung koordinat lokasi optimal gudang yang paling mendekati pusat sebaran permintaan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa lokasi gudang optimal berada pada titik koordinat tertentu yang diperoleh dari pembobotan antara posisi geografis dan beban distribusi. Selanjutnya, jarak masing-masing kandidat vendor atau lokasi gudang dibandingkan terhadap titik optimal tersebut untuk mengetahui lokasi yang paling efisien. Hasil penelitian ini

diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan perusahaan farmasi dalam menentukan lokasi gudang yang paling strategis, efisien, dan mampu mendukung operasional distribusi secara optimal.

Kata Kunci: lokasi gudang, farmasi, Gravity Location Model, optimasi lokasi, distribusi

PENDAHULUAN

Penentuan lokasi gudang merupakan salah satu keputusan strategis dalam manajemen rantai pasok, khususnya pada industri farmasi yang menuntut ketepatan distribusi, keamanan produk, dan efisiensi biaya operasional yang tinggi. Gudang tidak hanya berfungsi sebagai tempat penyimpanan, tetapi juga sebagai titik penghubung antara pemasok, distributor, dan pelanggan akhir, sehingga lokasinya sangat memengaruhi kecepatan layanan, biaya logistik, dan kemampuan perusahaan dalam memenuhi permintaan pasar. Karakteristik khusus produk farmasi—seperti sensitivitas terhadap suhu, masa simpan, dan persyaratan penyimpanan tertentu—membuat kesalahan pemilihan lokasi berisiko meningkatkan biaya distribusi, memperpanjang waktu tempuh, dan memperbesar peluang keterlambatan pengiriman produk kesehatan ke pasar.

Persoalan ini semakin kompleks pada konteks Indonesia sebagai negara kepulauan dengan jarak antarwilayah yang jauh, infrastruktur yang tidak merata, dan sebaran pelanggan yang tidak seragam. Kondisi geografis tersebut membuat penentuan lokasi gudang farmasi menjadi keputusan yang sangat strategis, karena pemilihan lokasi yang kurang tepat berpotensi menimbulkan biaya pengiriman tinggi, waktu distribusi yang lama, dan penurunan kualitas pelayanan. Oleh karena itu, dibutuhkan metode yang objektif dan sistematis untuk membantu perusahaan menentukan lokasi gudang yang optimal.

Salah satu metode yang relevan untuk kebutuhan tersebut adalah Gravity Location Model (GLM), yaitu pendekatan yang menentukan lokasi fasilitas berdasarkan pusat gravitasi dari titik-titik permintaan yang dibobotkan dengan volume atau intensitas distribusinya. Secara konseptual, GLM bekerja dengan mengidentifikasi titik-titik distribusi utama, memberi bobot pada setiap titik berdasarkan volume permintaannya, menghitung koordinat pusat gravitasi dari seluruh titik tersebut, kemudian membandingkan jarak setiap kandidat lokasi terhadap titik optimal yang diperoleh. Pendekatan ini banyak digunakan dalam penentuan lokasi fasilitas karena mampu menghasilkan rekomendasi lokasi yang sederhana, objektif, dan mudah diimplementasikan dalam pengambilan keputusan.

Kajian mengenai penentuan lokasi fasilitas dengan GLM telah banyak dilakukan pada berbagai konteks logistik dan distribusi. Gudang merupakan elemen penting dalam supply chain management karena berfungsi sebagai tempat penyimpanan, pengendalian stok, dan titik transit barang sebelum didistribusikan ke tujuan akhir; pada industri farmasi, peran ini menjadi lebih strategis karena berkaitan langsung dengan keamanan dan ketersediaan produk obat. Penentuan lokasi fasilitas secara umum bertujuan meminimalkan biaya dan memaksimalkan pelayanan dengan memperpendek jarak distribusi, dan GLM adalah salah satu metode yang lazim dipakai untuk tujuan tersebut karena hanya membutuhkan data koordinat geografis dan bobot aktivitas setiap titik permintaan untuk menghasilkan lokasi yang meminimalkan jarak rata-rata terhadap seluruh titik distribusi.

Susanto (2022) menerapkan GLM untuk menentukan lokasi gudang dalam sistem supply chain management dan menunjukkan bahwa metode ini efektif membantu perusahaan menekan biaya distribusi. Temuan ini diperkuat oleh Zukrufiawan dan Febryanto (2024), yang membuktikan bahwa penerapan GLM pada penentuan lokasi gudang regional mampu meminimalkan biaya transportasi barang, sekaligus menegaskan bahwa GLM tidak hanya relevan secara teoritis tetapi juga aplikatif pada perusahaan dengan wilayah distribusi yang luas. Pada konteks yang lebih kompleks, Djamel, Cahyadi, dan Setyoko (2021) mengombinasikan

GLM dengan algoritma savings untuk merancang jaringan distribusi yang lebih efisien, yang menunjukkan bahwa prinsip pusat gravitasi dapat diperluas tidak hanya untuk memilih satu lokasi gudang, tetapi juga untuk menyusun keseluruhan jaringan logistik. Fleksibilitas GLM turut dibuktikan oleh Nugrahadi, Trisna Devi, dan Primasanti (2024), yang menerapkan metode ini di luar konteks pergudangan, yaitu untuk menentukan lokasi stasiun pengisian daya kendaraan listrik di Kota Surakarta berdasarkan sebaran kebutuhan wilayah. Ringkasan keempat penelitian tersebut disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Ringkasan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Fokus	Relevansi
Susanto (2022)	Analisis Gravity Location Model dalam Penentuan Lokasi Gudang pada Supply Chain Management	Lokasi gudang	Menunjukkan GLM efektif untuk gudang supply chain
Zukrufiawan & Febryanto (2024)	Implementation of the Gravity Location Models Method in Determining Regional Warehouse Locations to Minimize Goods Transport Costs at PT	Gudang regional	GLM menekan biaya transportasi
Djamal, Cahyadi, & Setyoko (2021)	Implementasi Gravity Location Models dan Algoritma Savings dalam Menentukan Jaringan Distribusi	Jaringan distribusi	GLM bermanfaat untuk desain distribusi
Nugrahadi, Trisna Devi, & Primasanti (2024)	Determining the Location of Charging Station Facilities in Surakarta City Using Gravity Location Models	Fasilitas publik	GLM fleksibel di berbagai konteks lokasi

Sumber: diolah penulis, 2026

Berbagai penelitian tersebut menegaskan bahwa GLM efektif digunakan untuk membantu penentuan lokasi optimal di berbagai sektor, mulai dari pergudangan hingga fasilitas publik. Namun, penerapan GLM secara khusus pada konteks gudang farmasi di Indonesia masih terbatas, padahal industri ini memiliki karakteristik distribusi yang menuntut efisiensi, ketepatan waktu, dan kedekatan terhadap titik permintaan yang lebih ketat dibandingkan sektor lain. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan GLM secara khusus untuk menentukan lokasi gudang farmasi dengan mempertimbangkan titik distribusi dan bobot permintaan secara spasial, sehingga memperluas cakupan penerapan GLM sekaligus memperkuat temuan penelitian-penelitian sebelumnya.

Penelitian ini diawali dari identifikasi permasalahan nyata yang dihadapi perusahaan farmasi dalam menentukan lokasi gudang yang efisien untuk mendukung distribusi produk, dilanjutkan dengan kajian literatur mengenai metode penentuan lokasi fasilitas hingga GLM dipilih karena kesesuaiannya dengan ketersediaan data koordinat dan volume distribusi. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data koordinat dan bobot permintaan dari setiap titik distribusi, yang kemudian diolah menggunakan rumus GLM untuk memperoleh titik lokasi optimal. Titik tersebut selanjutnya dibandingkan dengan jarak masing-masing kandidat lokasi atau vendor gudang untuk menentukan alternatif yang paling efisien, sebelum akhirnya ditarik kesimpulan dan rekomendasi bagi perusahaan farmasi dalam pengambilan keputusan lokasi gudang yang strategis. Pengembangan lebih lanjut dari road map ini dapat dilakukan dengan membandingkan GLM terhadap metode location analysis lain untuk menguji tingkat efektivitasnya secara lebih luas.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif yang bertujuan menentukan lokasi optimal gudang farmasi berdasarkan data koordinat dan bobot distribusi, dengan objek penelitian berupa lokasi gudang farmasi yang ditentukan dari pusat gravitasi titik-titik distribusi utama-dapat berupa distributor, cabang, pelanggan utama, atau lokasi lain yang menjadi sumber utama arus barang.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas koordinat geografis dari setiap titik distribusi; bobot distribusi yang dapat berupa tonase, volume pengiriman, frekuensi permintaan, atau intensitas distribusi; serta data kandidat lokasi gudang apabila diperlukan untuk membandingkan hasil lokasi optimal dengan lokasi yang tersedia. Data tersebut diperoleh melalui dokumentasi perusahaan, data operasional, peta lokasi, dan catatan distribusi, serta dilengkapi observasi lapangan apabila diperlukan untuk memastikan ketepatan posisi geografis.

Analisis data dilakukan melalui tahapan berikut:

1. Menentukan titik distribusi yang akan dianalisis.
2. Menentukan bobot dari masing-masing titik distribusi.
3. Menghitung koordinat pusat gravitasi menggunakan rumus GLM.
4. Menentukan lokasi optimal gudang berdasarkan hasil perhitungan.
5. Mengukur jarak lokasi kandidat terhadap titik optimal.
6. Menentukan lokasi yang paling efisien berdasarkan jarak terdekat ke titik gravitasi.

Rumus GLM

Perhitungan pusat gravitasi pada GLM menggunakan rumus berikut:

$$X^* = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$Y^* = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

dengan keterangan:

X^* = koordinat optimal pada sumbu X

Y^* = koordinat optimal pada sumbu Y

x_i = koordinat X titik ke-i

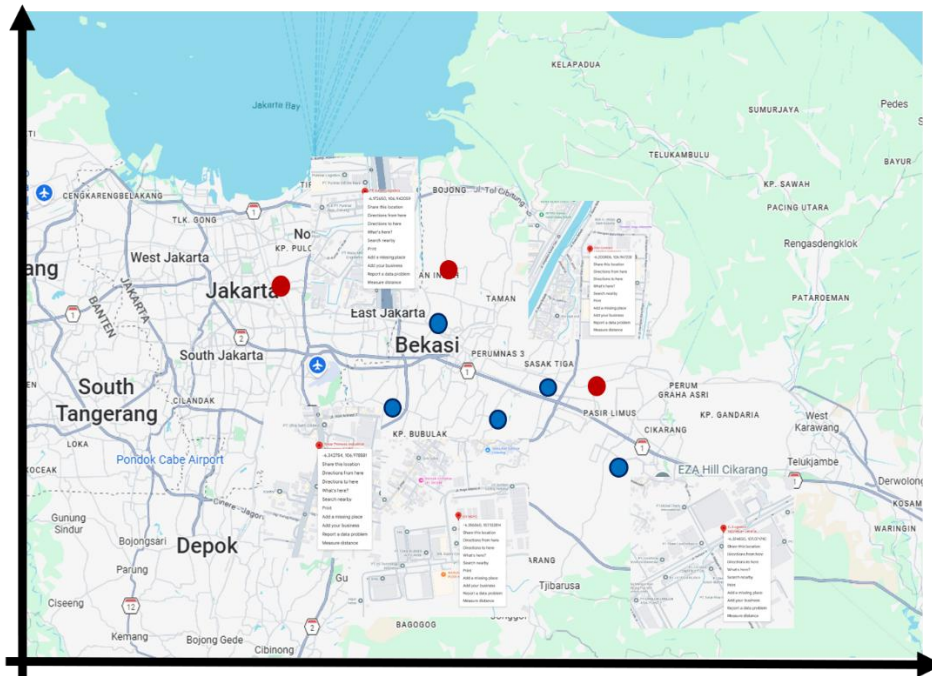
y_i = koordinat Y titik ke-i

w_i = bobot permintaan atau tonase titik ke-i

n = jumlah titik distribusi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan Gravity Location Model (GLM) untuk menentukan lokasi gudang farmasi yang paling optimal secara geografis, dengan menghitung titik pusat gravitasi berdasarkan sebaran lokasi distributor dan bobot permintaan pada masing-masing titik distribusi. Sebelum perhitungan GLM dilakukan, data koordinat dan bobot distribusi dari setiap titik permintaan disusun terlebih dahulu sebagaimana ditampilkan pada gambar dan tabel berikut.



Sumber: diolah penulis, 2026

Gambar 1. Data Koordinat dan Bobot Distribusi
Tabel 2. Data Koordinat Distribusi Vendor

Titik	X (Longitude)	Y (Latitude)	X'	Y'	X	Y
Vendor E	106.942059	-6.4126	0.258561	0.031452	26	3
Vendor A	106.967228	-6.200086	0.28373	0.243966	28	24
Vendor B	106.978581	-6.342754	0.295083	0.101298	30	10
Vendor D	107.123384	-6.356406	0.439886	0.087646	44	9
Vendor C	107.01721	-6.3498	0.333712	0.094252	33	9

Sumber: diolah penulis, 2026

Tabel 3. Data Koordinat Distribusi Vendor

Titik	X (Longitude)	Y (Latitude)	X'	Y'	X	Y
Distributor F	106.847031	-6.16070422	0.163533	0.283348	16	28
Distributor G	107.151631	-6.30913084	0.468133	0.134921	47	14
Distributor H	107.160963	-6.27444087	0.477465	0.169611	48	17

Sumber: diolah penulis, 2026

Tabel 4. Data Bobot Distributor

Distributor	X	Y	Tonase
Distributor F	16	28	460.000
Distributor G	47	14	376.000
Distributor H	48	17	285.000

Sumber: diolah penulis, 2026

Tabel-tabel tersebut memperlihatkan bahwa setiap distributor memiliki posisi geografis dan kontribusi distribusi yang berbeda, dengan bobot tonase merepresentasikan besarnya aktivitas distribusi masing-masing titik-semakin besar tonase suatu titik, semakin besar pula pengaruhnya terhadap penentuan lokasi optimal gudang. Perhitungan GLM dilakukan dengan mengalikan koordinat setiap distributor dengan bobot tonasenya, menjumlahkan hasil perkalian tersebut untuk memperoleh total koordinat berbobot pada sumbu X dan Y, kemudian membaginya dengan total bobot tonase keseluruhan untuk memperoleh koordinat titik optimal, sebagaimana dijabarkan berikut.

Perhitungan Koordinat X

$$X^* = \frac{\sum(X_i \cdot W_i)}{\sum W_i}$$

Dengan data yang tersedia:

$$X^* = \frac{(16 \times 460.000) + (47 \times 376.000) + (48 \times 285.000)}{460.000 + 376.000 + 285.000}$$

$$X^* = \frac{7.360.000 + 17.672.000 + 13.680.000}{1.121.000}$$

$$X^* = \frac{38.712.000}{1.121.000} \approx 35$$

Perhitungan Koordinat Y

$$Y^* = \frac{\sum(Y_i \cdot W_i)}{\sum W_i}$$

$$Y^* = \frac{(28 \times 460.000) + (14 \times 376.000) + (17 \times 285.000)}{460.000 + 376.000 + 285.000}$$

$$Y^* = \frac{12.880.000 + 5.264.000 + 4.845.000}{1.121.000}$$

$$Y^* = \frac{22.989.000}{1.121.000} \approx 21$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, titik lokasi optimal gudang farmasi diperoleh pada koordinat (35, 21) — sebuah titik pusat gravitasi yang merepresentasikan keseimbangan antara posisi geografis ketiga distributor utama (Distributor F, Distributor G, dan Distributor H) dan bobot tonase distribusinya masing-masing. Artinya, jika gudang ditempatkan pada titik tersebut, perusahaan berpotensi memperoleh efisiensi jarak distribusi sekaligus penurunan biaya transportasi, karena lokasi ini secara operasional akan mempercepat pengiriman barang ke seluruh titik tujuan—hal yang penting dalam industri farmasi mengingat keterlambatan distribusi dapat berdampak langsung pada ketersediaan produk kesehatan di pasar.

Setelah titik optimal diperoleh, langkah selanjutnya adalah membandingkan jarak masing-masing vendor terhadap titik lokasi optimal tersebut untuk mengetahui vendor mana yang paling dekat dengan titik gravitasi distribusi dan karenanya paling efisien secara geografis. Hasil perhitungan jarak ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 5. Jarak Titik Optimal

Vendor	Jarak ke Titik Optimal	Peringkat
Vendor A	7	1
Vendor B	11	2
Vendor C	12	3
Vendor D	15	4
Vendor E	19	5

Sumber: diolah penulis, 2026

Tabel tersebut menunjukkan bahwa Vendor A memiliki jarak terdekat ke titik optimal, yaitu 7, sehingga menempati peringkat pertama dan dinilai memiliki keunggulan dari sisi efisiensi lokasi karena berpotensi mengurangi waktu tempuh dan biaya transportasi. Peringkat berikutnya secara berurutan ditempati oleh Vendor B, Vendor C, dan Vendor D, sementara Vendor E berada pada peringkat terakhir dengan jarak terjauh, yaitu 19, yang menunjukkan bahwa secara lokasi geografis vendor tersebut kurang efisien dibandingkan vendor lainnya.

Dengan demikian, Vendor A merupakan alternatif yang paling efisien secara geografis untuk dijadikan lokasi gudang berdasarkan metode GLM, karena kedekatannya dengan pusat distribusi mendukung efisiensi pengiriman barang dari gudang ke seluruh titik tujuan—yang dalam konteks supply chain management berarti biaya logistik yang lebih rendah, pengiriman yang lebih cepat, dan layanan yang lebih responsif.

Hasil ini menegaskan bahwa GLM sangat sesuai digunakan untuk permasalahan penentuan lokasi gudang, karena metode ini mampu mengolah data spasial dan volume distribusi menjadi rekomendasi keputusan yang sederhana namun rasional secara matematis hanya dengan menggunakan data koordinat dan tonase. Namun demikian, perlu dipahami bahwa hasil GLM hanya berfokus pada aspek geografis, sehingga lokasi yang paling optimal secara matematis belum tentu menjadi pilihan terbaik apabila perusahaan turut mempertimbangkan faktor lain seperti biaya sewa, fasilitas, kapasitas penyimpanan, keamanan, dan kualitas pelayanan. Oleh karena itu, hasil GLM lebih tepat digunakan sebagai dasar awal pengambilan keputusan lokasi gudang, terutama ketika efisiensi distribusi menjadi prioritas utama.

Temuan ini memiliki beberapa implikasi praktis bagi perusahaan farmasi: pertama, titik optimal (35, 21) dapat dijadikan acuan dalam menentukan lokasi gudang yang paling efisien; kedua, hasil perbandingan jarak menunjukkan bahwa Vendor A merupakan vendor yang paling layak dipertimbangkan dari sisi lokasi; dan ketiga, metode GLM dapat digunakan sebagai alat bantu keputusan yang sederhana, objektif, dan mudah diimplementasikan dalam perencanaan logistik. Dalam jangka panjang, penerapan GLM berpotensi membantu perusahaan menekan biaya distribusi, meningkatkan ketepatan waktu pengiriman, serta memperbaiki kinerja rantai pasok farmasi secara keseluruhan, sehingga relevan tidak hanya secara teoritis tetapi juga secara praktis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan Gravity Location Model (GLM), diperoleh titik lokasi optimal gudang farmasi pada koordinat (35, 21), yang dihasilkan dari pembobotan koordinat distributor berdasarkan tonase distribusinya. Hasil analisis jarak menunjukkan bahwa Vendor A merupakan vendor yang paling dekat dengan titik optimal tersebut dengan jarak 7, diikuti oleh Vendor B, Vendor C, Vendor D, dan Vendor E.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Vendor A merupakan alternatif yang paling efisien secara geografis untuk dijadikan lokasi gudang berdasarkan metode GLM. Penelitian ini membuktikan bahwa GLM efektif digunakan untuk menentukan lokasi optimal gudang farmasi secara objektif dan matematis, terutama dalam upaya meningkatkan efisiensi distribusi dan mendukung kinerja rantai pasok perusahaan.

REFERENSI

- Djamal, N., Cahyadi, D., & Setyoko, M. P. (2021). Implementasi Gravity Location Models dan Algoritma Savings dalam Menentukan Jaringan Distribusi. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 7(1), 71–79.
- Nugrahadi, B., Trisna Devi, A. O., Amalia, N. V., & Primasanti, Y. (2024). Determining the location of charging station facilities in Surakarta City using gravity location models. *Jurnal PASTI (Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri)*, 18(1), 20. <https://doi.org/10.22441/pasti.2024.v18i1.003>
- Susanto, R. (2022). Analisis Gravity Location Model dalam Penentuan Lokasi Gudang pada Supply Chain Management. *Majalah Ilmiah UNIKOM*, 20(2), 65–70. <https://doi.org/10.34010/miu.v20i2.9491>

Zukrifiawan, M. A., & Febryanto, I. D. (2024). Implementation of the Gravity Location Models Method in Determining Regional Warehouse Locations to Minimize Goods Transport Costs at PT. Tibuana, 7(2), 144–151. <https://doi.org/10.36456/tibuana.7.2.9299.144-151>