

Penentuan Lokasi Gudang Optimal Menggunakan Metode Center of Gravity pada PERUMDA Tirta Anai Padang Pariaman

Abdul Halim¹, Rahmiati^{1*}

Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis

Universitas Negeri Padang

Correspondence E-mail: rahmifeunp@gmail.com

ABSTRACT

PERUMDA Tirta Anai Padang Pariaman menghadapi kendala pemeliharaan jaringan air bersih akibat lokasi gudang utama yang jauh dari sebagian wilayah layanan, sehingga distribusi material menjadi lambat dan biaya operasional meningkat. Penelitian ini bertujuan menentukan lokasi gudang yang optimal menggunakan metode Center of Gravity (CoG) berdasarkan data sekunder berupa koordinat geografis dan jumlah gangguan pada 19 wilayah layanan selama lima tahun terakhir. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan teknik analisis CoG, yaitu menghitung rata-rata koordinat berbobot dari titik-titik gangguan. Hasil perhitungan menunjukkan titik koordinat gudang optimal berada pada $X = 100,197638$ dan $Y = -0,562873$, yaitu wilayah tengah Kabupaten Padang Pariaman yang lebih dekat dengan sebagian besar titik gangguan bertingkat tinggi. Lokasi tersebut berpotensi mempersingkat jarak dan waktu distribusi material, menurunkan lead time pemeliharaan, serta menekan biaya transportasi dibandingkan lokasi gudang eksisting di Pariaman Tengah. Penelitian ini merekomendasikan agar PERUMDA Tirta Anai mempertimbangkan titik koordinat hasil perhitungan CoG sebagai dasar relokasi atau penempatan gudang pendukung guna meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas pelayanan air bersih.

Article Information

Riwayat Artikel:

Diterima 7 Agustus 2026

Direvisi 10 Agustus 2026

Diterbitkan 15 Agustus 2026

Tersedia Online 15 Agustus 2026

Publikasi 15 Agustus 2026

Keyword:

Center of Gravity, Lokasi

Gudang, Efisiensi

Operasional, Data Sekunder.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri global saat ini ditandai oleh persaingan yang semakin ketat, perubahan kebutuhan konsumen yang dinamis, serta integrasi ekonomi antarwilayah yang semakin luas. Globalisasi dan transformasi digital telah membawa rantai pasok ke dalam struktur yang lebih kompleks dengan tingkat ketidakpastian yang tinggi (Stopka et al., 2023). Perusahaan tidak lagi hanya berfokus pada produksi, tetapi juga harus memastikan distribusi yang efisien agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen dengan tepat waktu dan biaya minimal (Averbakh & Wei, 2020).

Dalam manajemen rantai pasok (supply chain management), salah satu elemen yang paling menentukan adalah logistik. Menurut Chen et al. (2022), biaya logistik, terutama biaya transportasi, dapat mencapai lebih dari 50% dari total biaya operasional. Gudang (warehouse) berperan penting dalam menunjang efisiensi logistik, bukan hanya sebagai tempat penyimpanan tetapi juga sebagai simpul strategis dalam sistem distribusi yang memengaruhi biaya transportasi, kecepatan layanan, serta kontinuitas pasokan (Kubáňová & Kubasáková, 2021). Lokasi gudang yang tidak strategis dapat menyebabkan inefisiensi berupa meningkatnya biaya operasional, keterlambatan distribusi, bahkan menurunkan kepuasan pelanggan (Macrina et al., 2020; Hornstra et al., 2020).

Salah satu metode kuantitatif yang sederhana namun efektif untuk menentukan lokasi fasilitas distribusi adalah metode Center of Gravity (CoG). Metode ini menghitung titik koordinat pusat distribusi dengan mempertimbangkan bobot permintaan dari lokasi-lokasi tujuan, sehingga lokasi gudang yang diperoleh mampu meminimalkan total jarak tempuh distribusi (Zhang et al., 2021). Stopka et al. (2023) dalam studinya pada pengumpulan limbah tekstil menemukan bahwa penerapan metode CoG mampu menghemat jarak tempuh distribusi hingga lebih dari 5.700 km per tahun serta menurunkan biaya transportasi sebesar 20%.

Dalam konteks penyedia layanan publik, khususnya perusahaan daerah air minum, fungsi gudang memegang peranan vital karena ketersediaan material yang cepat dan tepat sangat menentukan kelancaran distribusi air bersih. PERUMDA Tirta Anai Padang Pariaman sebagai badan usaha milik daerah yang bertugas menyediakan air bersih bagi masyarakat memiliki tanggung jawab besar untuk memastikan kontinuitas pelayanan. Namun dalam praktiknya, gudang utama PERUMDA Tirta Anai masih terpusat di Pariaman Tengah, sedangkan cakupan layanan telah menjangkau hampir seluruh kecamatan di Kabupaten Padang Pariaman. Jarak gudang utama yang cukup jauh dari sebagian wilayah layanan menyebabkan material dan peralatan yang diperlukan tidak dapat segera tersedia di lokasi kerja, sehingga pemeliharaan menjadi kurang efisien, memerlukan waktu lebih lama, dan meningkatkan frekuensi perjalanan armada untuk pengambilan material.

Sepanjang tahun 2024 tercatat sekitar 269 gangguan jaringan, seperti kebocoran pipa, kerusakan pompa, dan masalah instalasi pendukung lainnya, dengan wilayah Pauh Kambar sebagai wilayah dengan jumlah gangguan tertinggi meskipun lokasinya cukup jauh dari gudang utama. Kondisi ini menegaskan pentingnya evaluasi lokasi gudang yang lebih strategis. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan menentukan lokasi gudang yang optimal bagi PERUMDA Tirta Anai menggunakan metode Center of Gravity (CoG) sehingga dapat meningkatkan efisiensi operasional dalam distribusi material jaringan dan pelayanan air bersih kepada masyarakat Kabupaten Padang Pariaman.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang bertujuan memahami secara mendalam bagaimana lokasi gudang memengaruhi efisiensi operasional pemeliharaan jaringan di PERUMDA Tirta Anai (Creswell & Poth, 2018). Berbeda dengan penelitian survei pada umumnya, penelitian ini tidak menggunakan responden maupun kuesioner, melainkan menggunakan data sekunder yang bersumber dari dokumen internal perusahaan, yaitu data titik-titik gangguan jaringan selama 1-5 tahun terakhir, peta wilayah pelayanan, catatan waktu respons pemeliharaan, daftar jenis kerusakan, serta koordinat geografis masing-masing wilayah layanan.

Penelitian dilakukan di PERUMDA Tirta Anai, Kabupaten Padang Pariaman, pada periode Desember 2024 sampai dengan Januari 2025. Teknik analisis data menggunakan metode Center of Gravity (CoG) untuk menentukan titik koordinat lokasi gudang yang paling dekat dengan pusat persebaran titik gangguan pemeliharaan. Menurut Sadati et al. (2020), metode Center of Gravity digunakan untuk menentukan lokasi fasilitas dengan menghitung rata-rata berbobot dari koordinat setiap titik permintaan, menggunakan persamaan berikut:

$$X = \Sigma(xi.wi) / \Sigma wi, Y = \Sigma(yi.wi) / \Sigma wi$$

Keterangan: x_i, y_i = koordinat titik gangguan; w_i = bobot tingkat gangguan atau jumlah permintaan material pada wilayah tersebut; X, Y = titik koordinat lokasi gudang optimal.

Selain perhitungan kuantitatif, penelitian ini juga melakukan interpretasi kualitatif terhadap hasil CoG, meliputi kemudahan akses teknisi menuju titik koordinat terpilih, kondisi jalan di sekitar lokasi, kesesuaiannya dengan kondisi operasional di lapangan, serta potensinya dalam mempercepat waktu respons pemeliharaan. Dengan demikian, metode CoG memberikan visualisasi dan rekomendasi titik lokasi yang ideal secara kuantitatif, sementara keputusan akhir tetap dipahami melalui perspektif operasional pemeliharaan perusahaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum Objek Penelitian

PERUMDA Tirta Anai merupakan perusahaan daerah milik Pemerintah Kabupaten Padang Pariaman yang bergerak dalam penyediaan dan distribusi air bersih bagi masyarakat. Wilayah pelayanan perusahaan mencakup hampir seluruh kecamatan di Kabupaten Padang Pariaman dengan jumlah pelanggan yang terus meningkat setiap tahun. Dalam mendukung operasionalnya, PERUMDA Tirta Anai menggunakan satu gudang utama sebagai pusat penyimpanan material jaringan seperti pipa, valve, sambungan, pompa, meteran, serta bahan kimia pengolahan air. Kondisi geografis wilayah layanan yang cukup luas menyebabkan proses distribusi material dari gudang tunggal tersebut sering mengalami keterlambatan, terutama pada wilayah yang berjarak jauh dari gudang utama (Hornstra et al., 2020), sehingga berdampak pada meningkatnya biaya operasional dan bertambahnya lead time pemeliharaan.

3.2. Data Wilayah Layanan dan Tingkat Kerusakan

Karena penelitian ini tidak menggunakan responden, data yang dianalisis merupakan data sekunder berupa jumlah kerusakan atau gangguan jaringan pada masing-masing wilayah layanan selama lima tahun terakhir. Jumlah kerusakan tersebut digunakan sebagai bobot (W_i)

dalam perhitungan metode Center of Gravity, dengan asumsi bahwa semakin tinggi frekuensi gangguan pada suatu wilayah, semakin besar pula kebutuhan distribusi material pemeliharaan ke wilayah tersebut.

Tabel 1 Jumlah Kerusakan pada Masing-Masing Wilayah Layanan

No	Wilayah Layanan	Total Kerusakan 5 Tahun Terakhir
1	Aur Malintang (Batu Basa)	1.399
2	Padang Sago	1.059
3	Pauh Kambar	993
4	Sungai Geringging	985
5	Sungai Sarik	958
6	Lubuk Alung	954
7	Pariaman Tengah	880
8	Batang Anai (Nan Sabaris)	849
9	Sicincin (2x11 Enam Lingkung)	794
10	Tandikek (Patamuan)	733
11	Ketaping (Ulakan Tapakis)	666
12	Kayu Tanam	665
13	Sungai Limau	607
14	Pakandangan (Enam Lingkung)	529
15	Kampung Dalam	527
16	Pariaman Utara	398
17	Kudu Ganting (V Koto Timur)	323
18	Sintoga	263
19	Gasam Gadang	249
20	Koto Bangko	0

Berdasarkan Tabel 1, wilayah dengan tingkat kerusakan tertinggi adalah IV Koto Aur Malintang dengan 1.399 gangguan, diikuti Padang Sago (1.059), Nan Sabaris (993), dan Sungai Geringging (985). Tingginya tingkat kerusakan pada wilayah-wilayah tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan distribusi material dan aktivitas pemeliharaan lebih sering dilakukan dibandingkan wilayah lainnya. Sebaliknya, wilayah dengan jumlah kerusakan terendah adalah Koto Bangko (0) dan Batang Gasan (249). Perbedaan tingkat kerusakan antarwilayah ini menunjukkan adanya perbedaan intensitas kebutuhan distribusi material pemeliharaan, yang menjadi dasar pembobotan dalam metode CoG (Zhang et al., 2021).

3.3. Perhitungan Metode Center Of Gravity

Data koordinat geografis (X_i , Y_i) setiap wilayah layanan dan bobot kerusakan (W_i) selanjutnya diolah menggunakan metode Center of Gravity untuk memperoleh titik lokasi gudang optimal, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Koordinat dan Bobot Kerusakan Masing-Masing Wilayah

Kecamatan	W_i	X_i	Y_i	$W_i.X_i$	$W_i.Y_i$
Pariaman Utara	398	100,1151	-0,5759	39.845,81	-229,21
Pariaman Tengah	880	100,1302	-0,6232	88.114,58	-548,41
Nan Sabaris	993	100,1909	-0,6508	99.489,54	-646,23
Ulakan Tapakis	666	100,2110	-0,6981	66.740,51	-464,95
Sintuk Toboh Gadang	263	100,2482	-0,6660	26.365,28	-175,16
Enam Lingkung	529	100,2629	-0,6351	53.039,05	-335,95
2x11 Enam Lingkung	794	100,2827	-0,5858	79.624,43	-465,10
Padang Sago	1.059	100,2115	-0,5331	106.123,94	-564,60
V Koto Kampung Dalam	527	100,1530	-0,4806	52.780,61	-253,26
V Koto Timur	323	100,1952	-0,4917	32.363,04	-158,80
Patamuan	733	100,2603	-0,5064	73.490,78	-371,18
2x11 Kayu Tanam	665	100,3457	-0,5638	66.729,87	-374,94
Batang Anai	849	100,3057	-0,7474	85.159,55	-634,54

Kecamatan	Wi	Xi	Yi	Wi.Xi	Wi.Yi
Lubuk Alung	954	100,3213	-0,6806	95.706,48	-649,33
VII Koto	958	100,1983	-0,5796	95.989,99	-555,22
Sungai Limau	607	100,0731	-0,5030	60.744,38	-305,34
Batang Gasan	249	100,0110	-0,4360	24.902,73	-108,56
Sungai Geringging	985	100,1058	-0,4351	98.604,17	-428,59
IV Koto Aur Malintang	1.399	100,0849	-0,3686	140.018,79	-515,73
Total	13.831	-	-	1.385.833,53	-7.785,68

Nilai koordinat sumbu X diperoleh dengan membagi total $\Sigma(xi.wi)$ sebesar 1.385.833,53 dengan total bobot kerusakan Σwi sebesar 13.831, sehingga diperoleh $X = 100,197638$. Nilai koordinat sumbu Y diperoleh dengan membagi total $\Sigma(yi.wi)$ sebesar -7.785,68 dengan Σwi sebesar 13.831, sehingga diperoleh $Y = -0,562873$. Dengan demikian, hasil perhitungan metode Center of Gravity menunjukkan bahwa titik koordinat lokasi gudang optimal berada pada $X = 100,197638$ dan $Y = -0,562873$, dengan total bobot kerusakan sebesar 13.831 gangguan.

Chen dan He (2010) menjelaskan bahwa hasil perhitungan koordinat pada metode CoG menunjukkan titik pusat distribusi yang memiliki potensi paling efisien dalam meminimalkan biaya transportasi. Berdasarkan interpretasi geografis, titik koordinat tersebut berada pada kawasan di sekitar wilayah tengah Kabupaten Padang Pariaman yang relatif lebih dekat terhadap sebagian besar wilayah dengan tingkat gangguan tinggi, seperti IV Koto Aur Malintang, Padang Sago, Nan Sabaris, Sungai Geringging, dan Lubuk Alung.

3.4 Analisis Lokasi Gudang Optimal

Lokasi gudang eksisting sebelumnya masih terpusat pada wilayah Pariaman Tengah, sedangkan banyak titik gangguan berada pada wilayah yang cukup jauh seperti IV Koto Aur Malintang, Sungai Geringging, Padang Sago, Lubuk Alung, dan Kayu Tanam. Kondisi tersebut menyebabkan distribusi material membutuhkan waktu lebih lama dan meningkatkan biaya transportasi. Setelah dilakukan analisis menggunakan metode Center of Gravity, titik gudang baru berada lebih mendekati pusat persebaran wilayah gangguan sehingga distribusi material dapat dilakukan dengan lebih cepat karena jarak rata-rata perjalanan menjadi lebih pendek.

Selain itu, lokasi gudang hasil perhitungan CoG juga lebih mendukung fleksibilitas operasional perusahaan karena akses terhadap beberapa wilayah layanan menjadi lebih mudah. Houck et al. (2022) menjelaskan bahwa lokasi fasilitas yang strategis mampu meningkatkan fleksibilitas operasional dan mempercepat respons distribusi, yang penting dalam kegiatan pemeliharaan jaringan air bersih yang membutuhkan respons cepat agar gangguan pelayanan dapat segera ditangani.

3.5 Analisis Efisiensi Operasional

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode Center of Gravity berpotensi meningkatkan efisiensi operasional PERUMDA Tirta Anai melalui beberapa aspek berikut.

a. Penurunan Jarak Distribusi. Sebelumnya, beberapa wilayah seperti Batu Basa, Aur Malintang, dan Sungai Geringging memiliki jarak lebih dari 30 km dari gudang utama sehingga membutuhkan waktu distribusi yang cukup lama. Dengan lokasi gudang baru yang lebih strategis, distribusi material dapat dilakukan secara lebih efisien.

b. Pengurangan Lead Time Pemeliharaan. Berdasarkan kondisi sebelumnya, beberapa wilayah membutuhkan waktu pemeliharaan hingga 3-4 hari akibat keterlambatan distribusi material. Setelah analisis lokasi gudang menggunakan metode CoG, waktu respons pemeliharaan diperkirakan menjadi lebih singkat karena material lebih mudah dijangkau. Krstev dan Krstev (2024) menjelaskan bahwa lokasi gudang yang optimal dapat mempercepat pengiriman material dan meningkatkan keandalan layanan distribusi.

c. Pengurangan Biaya Operasional. Lokasi gudang yang tidak strategis menyebabkan kendaraan operasional harus menempuh perjalanan lebih jauh untuk mengambil material. Dengan lokasi gudang yang lebih optimal, biaya perjalanan operasional dapat ditekan karena jarak distribusi menjadi lebih pendek. Hasil ini sejalan dengan Houck et al. (2022) yang menyatakan bahwa lokasi gudang yang strategis dapat meningkatkan utilisasi sumber daya dan menurunkan biaya distribusi.

d. Peningkatan Kualitas Pelayanan. Lokasi gudang yang strategis membantu perusahaan mempercepat distribusi material sehingga gangguan dapat segera diperbaiki. Macrina et al. (2020) menjelaskan bahwa sektor pelayanan publik membutuhkan sistem distribusi yang responsif agar kualitas layanan kepada masyarakat tetap terjaga.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Ballou (1973) yang menyatakan bahwa lokasi fasilitas distribusi merupakan salah satu keputusan strategis dalam manajemen logistik karena memengaruhi biaya operasional dan kualitas pelayanan perusahaan. Kondisi gudang eksisting PERUMDA Tirta Anai yang masih terpusat pada satu wilayah, sementara persebaran gangguan terjadi hampir di seluruh kecamatan, menyebabkan ketidakseimbangan distribusi yang dapat dikurangi melalui rekomendasi lokasi hasil metode CoG.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan metode Center of Gravity terhadap data sekunder 19 wilayah layanan PERUMDA Tirta Anai, diperoleh titik koordinat lokasi gudang optimal pada $X = 100,197638$ dan $Y = -0,562873$ dengan total bobot kerusakan sebesar 13.831 gangguan. Titik tersebut berada pada wilayah yang secara geografis lebih strategis karena lebih dekat terhadap pusat persebaran gangguan jaringan dibandingkan lokasi gudang eksisting di Pariaman Tengah. Lokasi gudang hasil perhitungan ini berpotensi meningkatkan efisiensi operasional perusahaan karena dapat mempersingkat jarak dan waktu distribusi material pemeliharaan, mengurangi lead time perbaikan, serta menekan biaya transportasi dan operasional, sehingga turut mendukung peningkatan kualitas pelayanan air bersih kepada masyarakat Kabupaten Padang Pariaman.

PERUMDA Tirta Anai disarankan mempertimbangkan hasil perhitungan Center of Gravity ini sebagai dasar dalam menentukan lokasi gudang baru atau gudang pendukung,

serta melakukan evaluasi berkala terhadap persebaran wilayah gangguan agar lokasi gudang tetap sesuai dengan perkembangan wilayah pelayanan. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melengkapi hasil ini dengan metode tambahan seperti Mixed Integer Linear Programming (MILP) atau Geographic Information System (GIS), serta mempertimbangkan variabel lain seperti kondisi jalan, biaya lahan, dan kapasitas gudang agar hasil analisis lokasi lebih komprehensif.

7. REFERENSI

- Averbakh, I., & Wei, J. (2020). Supply chain logistics optimization under uncertainty. *Transportation Research Part E*, 141, 102-110.
- Ballou, R. H. (1973). *Business logistics management*. Prentice-Hall.
- Chen, L., & He, Y. (2010). Facility location models and applications. *Journal of Industrial Engineering*, 18(3), 211-219.
- Chen, X., Zhang, Y., & Li, H. (2022). Transportation cost analysis in logistics systems. *Journal of Transport Economics*, 56(2), 123-137.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage Publications.
- Hornstra, R. P., et al. (2020). Distribution network design and logistics performance. *Transportation Research Part E*, 136, 101-118.
- Houck, M., Smith, R., & Taylor, J. (2022). Logistics optimization and facility location analysis. *International Journal of Logistics Management*, 33(4), 1456-1472.
- Krstev, D., & Krstev, A. (2024). Optimization of warehouse location and distribution efficiency. *Logistics*, 8(1), 12-28.
- Kubáňová, J., & Kubasáková, I. (2021). Warehouse location models in logistics systems. *Sustainability*, 13(9), 4752.
- Macrina, G., et al. (2020). Facility location problems in public service systems. *European Journal of Operational Research*, 284(3), 1014-1027.
- Sadati, M. E., et al. (2020). Center of Gravity method in logistics optimization. *International Journal of Supply Chain Management*, 9(1), 56-64.
- Stopka, O., et al. (2023). Optimization of logistics routes using Center of Gravity method. *Sustainability*, 15(6), 4621.
- Zhang, Y., et al. (2021). Facility location optimization using CoG method. *Journal of Transportation Engineering*, 147(4), 04021009.