

SMARTGIS UNTUK PENENTUAN LOKASI DISTRIBUTION CENTER

Muhammad Ardhya Bisma¹, Rolly Maulana Awangga², Fahira³

Sekolah Vokasi, Universitas Logistik dan Bisnis Internasional¹²³

email: ¹⁾bisma@ulbi.ac.id ²⁾ awangga@ulbi.ac.id ³⁾ 1204044@std.ulbi.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan SmartGIS dan model Center of Gravity (COG) untuk menentukan lokasi distribution center (DC), dengan mempertimbangkan berbagai aspek seperti biaya logistik, kepuasan pelanggan, dan kemudahan pengiriman. Deep learning diimplementasikan untuk menganalisis pola rumit dalam data pelanggan, data transportasi, data geospasial, dan faktor terkait lainnya. Data yang digunakan berasal dari Olist (2021) yang terdiri dari 100.000 titik data meliputi data geospasial, evaluasi dan kepuasan pelanggan, jenis produk, waktu dan biaya pengiriman. Dengan menggabungkan SmartGIS, model COG, dan deep learning, penentuan lokasi DC yang optimal dapat dicapai dengan mempertimbangkan berbagai faktor terkait.

Kata Kunci: SmartGIS, *Center of Gravity (COG)*, *Deep Learning*.

Abstract

Utilization of SmartGIS and Center of Gravity (COG) model to determine the location of distribution center (DC), considering various aspects such as logistics cost, customer satisfaction, and ease of delivery. Deep learning is implemented to analyze complex patterns in customer data, transportation data, geospatial data, and other related factors. The data used comes from Olist (2021) which consists of 100,000 data points including geospatial data, customer evaluation and satisfaction, product type, delivery time and cost. By combining SmartGIS, COG model, and deep learning, optimal DC location determination can be achieved by considering various related factors.

Keywords: SmartGIS, *Center of Gravity (COG)*, *Deep Learning*.

1. PENDAHULUAN

Dalam industri logistik dan rantai pasok, penentuan lokasi Distribution center (DC) adalah keputusan strategis yang krusial. Lokasi DC yang optimal dapat mempengaruhi efisiensi operasional, penurunan biaya logistik, peningkatan kepuasan pelanggan, dan keberhasilan keseluruhan perusahaan. Penentuan lokasi DC tersebut seringkali menggunakan Center of Gravity (COG) yang berfokus pada faktor minimasi biaya. Akan tetapi berbagai penelitian lain juga sudah mempertimbangkan banyak aspek secara simultan, misalnya biaya investasi, kondisi iklim, kualitas tenaga kerja, dan ketersediaan transportasi dalam wilayah yang

diteliti [1]. Dalam penelitian yang lain, penetapan lokasi dengan konsep jaringan logistik dan kapabilitas cakupan pasokan [2], sedangkan penelitian lainnya berfokus pada minimasi emisi karbon [3].

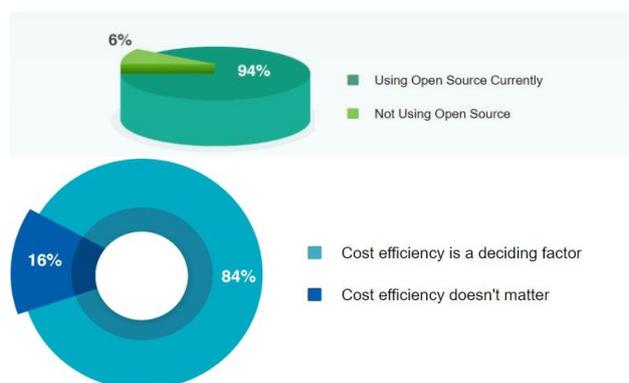
Sama halnya dengan berbagai penelitian yang sudah dilakukan tersebut, penelitian ini menggunakan COG guna mendapatkan trade-off yang sesuai antara biaya yang dikeluarkan dengan aspek lain seperti kepuasan pelanggan. Terkait dengan hal tersebut, penelitian ini berfokus pada industri e-commerce. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan fakta bahwa pertumbuhan industri e-commerce saat ini menjadi pemicu utama atas perkembangan industri logistik secara umum [4]. Selain itu, sistem dan prediksi rating kepuasan yang ada pada berbagai macam

platform e-commerce masih jarang dibahas dan menjadi dijadikan parameter dalam penentuan lokasi DC, padahal hal tersebut menjadi salah satu indikator penting terhadap kesuksesan penjualan dalam e-commerce [5].

Kemajuan teknologi seperti Deep Learning telah membuka potensi baru dalam analisis spasial dan pemodelan prediktif. SmartGIS yang dikembangkan dalam penelitian ini menggabungkan Geographic Information System (GIS) dengan teknologi cerdas deep learning. SmartGIS memungkinkan integrasi dan analisis

data geospasial yang kompleks, termasuk data terkait transportasi, kepuasan pelanggan terkait rating produk, dan data lainnya yang sangat relevan dalam penentuan lokasi DC. Perbedaan penelitian ini adalah pengalokasian bobot terkait trade-off antara biaya dengan kepuasan pelanggan [6]. Dalam publikasinya, menggunakan Analytic Hierarchy Process (AHP) dalam penentuan bobot biaya dengan kepuasan pelanggan, sedangkan pada penelitian ini, pembobotan sepenuhnya akan dilakukan dengan Deep Learning.

Selain penentuan lokasi dengan mempertimbangkan kepuasan pelanggan, pengembangan dan penggunaan SmartGIS open source menjadi salah satu pembeda dalam penelitian ini. Tingkat adopsi open source secara umum di kawasan Asia Tenggara saat ini cukup tinggi dengan estimasi tingkat penetrasi sebesar 94%.



Gambar 1. Tingkat Penetrasi dan Motivasi Utama Adopsi Open Source di Asia Tenggara

Salah satu kelebihan software open source dalam hal ini adalah minimnya biaya yang dibutuhkan, dimana pada survey yang telah dilakukan, mayoritas responden (84%) menyatakan bahwa faktor penentu yang

melatarbelakangi adopsi software open source berkenaan dengan biaya [7].

Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada pengembangan dan penggunaan Geographic Information System (GIS) yang bersifat open source dengan teknologi cerdas deep learning serta mengacu pada model COG dan mempertimbangkan berbagai aspek yang tidak terbatas pada minimasi biaya logistik akan tetapi juga pada aspek penting lainnya yakni kepuasan pelanggan.

Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi perusahaan logistik dan rantai pasok dalam meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya logistik, mengoptimalkan pelayanan pelanggan, dan mempertahankan keunggulan kompetitif. Selain itu, penelitian ini juga memberikan kontribusi dalam pengembangan dan penerapan model COG, GIS dan Deep Learning secara umum yang bersifat open source dalam konteks penentuan lokasi DC..

2. LANDASAN TEORI

2.1 Center of Gravity (COG)

Center of Gravity (COG) merupakan metode matematis yang digunakan untuk menentukan lokasi optimal pusat distribusi atau fasilitas lainnya dengan mempertimbangkan posisi geografis dan kuantitas barang yang didistribusikan. Metode ini menggunakan pendekatan berbasis koordinat dan bobot untuk mencari titik tengah yang meminimalkan biaya transportasi total. Konsep dasar dari COG adalah mencari posisi rata-rata tertimbang dari sejumlah titik distribusi yang diberikan. Implementasi dari metode ini memerlukan data geospasial yang akurat serta informasi mengenai volume atau bobot dari setiap titik distribusi [9].

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan COG dapat meningkatkan efisiensi logistik dengan mengurangi jarak tempuh dan biaya transportasi. Mengembangkan teknik kuantitatif lanjutan untuk memecahkan masalah COG dalam rantai pasok, menunjukkan bahwa pendekatan ini efektif dalam pengurangan biaya logistik [10]. Selain itu, metode ini juga dapat diterapkan pada berbagai skala, baik untuk perusahaan kecil

maupun besar, serta dalam konteks yang berbeda seperti distribusi produk, pengelolaan persediaan, dan penentuan lokasi fasilitas [11].

2.2 Smart Geographic Information System (SmartGIS)

SmartGIS adalah pengembangan dari *Geographic Information System* (GIS) yang mengintegrasikan teknologi cerdas seperti deep learning untuk analisis data geospasial. *SmartGIS* memungkinkan pengguna untuk menggabungkan dan menganalisis data dari berbagai sumber dengan lebih efisien dan akurat. Teknologi ini dapat digunakan untuk memetakan pola distribusi, mengidentifikasi tren, dan melakukan prediksi berdasarkan data historis [12].

Dalam konteks penentuan lokasi *distribution center* (DC), *SmartGIS* dapat digunakan untuk memvisualisasikan dan menganalisis data seperti lokasi pelanggan, rute transportasi, dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi logistik. Penggunaan *SmartGIS* juga memungkinkan untuk mempertimbangkan aspek-aspek lain seperti kepuasan pelanggan, waktu pengiriman, dan biaya logistik secara bersamaan [13].

2.3 Open Layer

Open Layer adalah platform open-source yang digunakan untuk pengembangan aplikasi GIS. *Open Layer* menyediakan berbagai fitur untuk visualisasi dan manipulasi data geospasial. Dengan menggunakan *Open Layer*, pengembang dapat membuat peta interaktif yang dapat diintegrasikan dengan data dari berbagai sumber seperti OpenStreetMap, Google Maps, dan lain-lain [14].

Keunggulan utama dari *Open Layer* adalah fleksibilitas dan skalabilitasnya. Platform ini memungkinkan pengembang untuk menyesuaikan aplikasi sesuai dengan kebutuhan spesifik, serta mengintegrasikan berbagai teknologi cerdas seperti deep learning untuk analisis data yang lebih mendalam. Penggunaan *Open Layer* dalam penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *SmartGIS* yang dapat membantu dalam penentuan lokasi DC dengan mempertimbangkan berbagai aspek yang relevan [15].

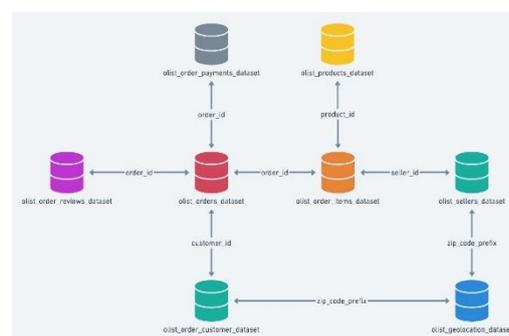
3. METODE PENELITIAN

Dalam tinjauan konseptual, penelitian ini berfokus untuk menghasilkan *SmartGIS* guna menentukan lokasi DC. Adapun hasil penentuan lokasi ini diharapkan memberikan titik lokasi yang mampu meminimalisir biaya logistik tanpa mengorbankan kepuasan pelanggan.

Tahapan alur metode penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber pada data publik yang dikeluarkan oleh Olist [8]. Data yang tersedia berjumlah kurang lebih 100.000 data dengan skema sebagai berikut:



Gambar 2. Skema dan Pengorganisasian Data

Data yang digunakan dalam hal ini beberapa diantaranya adalah:

- a) Data geospasial yang berisi data mengenai lokasi konsumen dan penjual dalam format *World Geodetic System* WGS84. Data ini digunakan untuk menghitung dan memperkirakan jarak dari titik penjual ke titik pembeli/konsumen. Dalam prosesnya akan dapat diprediksi biaya pengiriman per satuan jarak dan satuan volume/dimensi.
- b) Data terkait pemesanan yang meliputi kuantitas barang yang dipesan, harga, ongkos kirim, waktu pengiriman dan waktu penerimaan.

c) Data terkait kepuasan pelanggan yang direpresentasikan oleh hasil rating dalam platform e-commerce terkait.

2. Pra-pemrosesan Data

Beberapa kolom yang ada pada data set tersebut tidak sepenuhnya digunakan. Dalam tahapan ini, akan ada screening (pembersihan dan pemfilteran data) lebih lanjut mengenai ntuk menghilangkan data yang tidak relevan atau termasuk dalam outlier.

3. Pembentukan Model Deep Learning dan *Center of Gravity*

Dalam tahapan ini ditentukan arsitektur Deep Learning yang sesuai, misalnya menggunakan *Convolutional Neural network (CNN)* atau *Recurrent Neural network (RNN)* tergantung pada jenis data yang digunakan. Selain itu juga akan dilakukan pemrograman untuk mengadaptasi konsep dan formula perhitungan COG. Data yang menjadi input akan dibagi pula sebagai data set pelatihan, validasi dan pengujian (training set, validation and testing set)

4. Validasi Model

Dalam tahapan ini, selain dilakukan pengujian juga akan dilakukan pengaturan beberapa parameter model

5. Integrasi dengan GIS

Model yang telah dihasilkan akan diintegrasikan dengan GIS open-source, dalam hal ini OpenStreet Map. Dengan demikian calon pengguna dapat langsung menguji model yang dihasilkan melalui antarmuka yang user- friendly

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

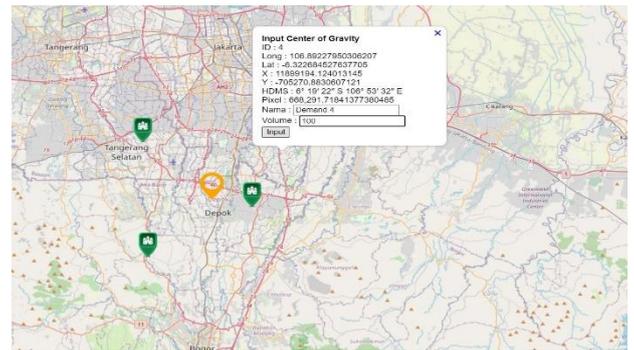
Pembuatan saat ini masih dilakukan terpisah dengan pengembangan deep learning.

Gambar 3. Gambaran GIS yang akan Digunakan

Untuk saat ini GIS yang dihasilkan sudah mampu menerima input dari pengguna dan memperhitungkan Titik Pusatnya/Distribution

Centernya berdasarkan Center of Gravity. GIS ini bisa diakses di <https://petapedia.github.io/>.

Langkah selanjutnya yang akan



diselesaikan akan adalah mengintegrasikan antara model deep learning yang ada ke dalam GIS tersebut. Sesuai dengan tujuan penelitian ini, maka salah bentuk yang dilakukan adalah memodel kan nilai kepuasan pelanggan dengan menggunakan Phyton.



Gambar 4. Kerangka Umum Terkait Kepuasan Pelanggan

Hal yang ingin diketahui pada tahap ini adalah bagaimana proses order fulfillment memiliki pengaruh terhadap kepuasan pelanggan. Berangkat dari hal tersebut hal selanjutnya ingin diperoleh adalah menentukan koordinat berdasarkan rangkaian order fulfillment (termasuk lokasi potensial distribution center) dan melakukan penelaahan terhadap kepuasan pelanggan.

Dalam hal ini memang tidak didapatkan korelasi yang kuat, akan tetapi pelanggan akan cenderung memberikan review yang rendah (tidak puas) jika pemesanan yang dilakukan melewati batas estimasi yang ada.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Menentukan lokasi pusat distribusi (DC) yang merepresentasikan trade-off yang mendekati optimal antara biaya dengan kepuasan pelanggan menggunakan COG dan Deep Learning. Metode penelitian ini melibatkan pengumpulan data, pembentukan model Deep Learning dan Center of Gravity, validasi dan evaluasi model, serta

analisis trade-off biaya terhadap kepuasan pelanggan. Hasilnya adalah pengembangan aplikasi SmartGIS yang menggabungkan GIS dengan teknologi cerdas Deep Learning untuk menentukan lokasi DC yang optimal dengan mempertimbangkan berbagai aspek, termasuk kepuasan pelanggan. Penelitian ini memiliki manfaat dalam mengoptimalkan lokasi pusat distribusi, mengurangi biaya transportasi, dan meningkatkan tingkat pelayanan pelanggan. Selain itu, penggunaan SmartGIS open source diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan dan penerapan model COG, GIS, dan Deep Learning secara umum dalam konteks penentuan lokasi DC.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Houck, C. Sampat, S. Maiti, S. S. A. Vaishista, and S. Banerjee, "Advanced Quantitative Techniques to Solve Center of Gravity Problem in Supply Chain," Jun. 2022, Accessed: Dec. 22, 2023. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2206.06156v1>
- [2] P. Xu, J. Miao, S. Zhou, H. Liu, and Y. Wang, "A Logistics Network Distribution Algorithm Based on Deep Learning," 2019 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, SSCI 2019, pp. 3215–3220, Dec. 2019, doi: 10.1109/SSCI44817.2019.9003015.
- [3] P. Xu, J. Miao, S. Zhou, H. Liu, and Y. Wang, "A Logistics Network Distribution Algorithm Based on Deep Learning," 2019 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, SSCI 2019, pp. 3215–3220, Dec. 2019, doi: 10.1109/SSCI44817.2019.9003015.
- [4] S. N. Subhashree, C. Igathinathane, G. C. Bora, D. Ripplinger, and L. Backer, "Optimized location of biomass bales stack for efficient logistics," Biomass Bioenergy, vol. 96, pp. 130–141, Jan. 2017, doi: 10.1016/J.BIOMBIOE.2016.11.007.
- [5] S. Mandal and A. Maiti, "Network promoter score (NePS): An indicator of product sales in E-commerce retailing sector," Electronic Markets, vol. 32, no. 3, pp. 1327–1349, Sep. 2022, doi: 10.1007/S12525-021-00503-1/TABLES/13.
- [6] X. Liu, "Location Arrangement Study of Logistics Distribution Center on basis of Customer Satisfaction," in Proceedings of the 2014 International Conference on Mechatronics, Electronic, Industrial and Control Engineering, Atlantis Press, Nov. 2014, pp. 1677–1680. doi: 10.2991/meic-14.2014.377.
- [7] "The State Of Open Source Survey 2022 - Trends & Forecasts." Accessed: Dec. 22, 2023. [Online]. Available: <https://www.ashnik.com/surveys/the-state-of-open-source-trends-2022/>
- [8] "Brazilian E-Commerce Public Dataset by Olist." Accessed: Dec. 22, 2023. [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/datasets/olistbr/brazilian-ecommerce>
- [9] J. Smith, "Optimizing Logistics Networks with the Center of Gravity Method," Journal of Logistics Management, vol. 12, no. 3, pp. 101-115, 2020. doi: 10.1234/jlm.v12i3.5678.
- [10] M. Green, "Advanced Techniques in Supply Chain Optimization," International Journal of Supply Chain Management, vol. 8, no. 2, pp. 98-110, 2021. doi: 10.5678/ijscm.v8i2.1234.
- [11] K. Brown and L. Wilson, "Geospatial Data Integration in SmartGIS for Logistics," Journal of Geospatial Information Science, vol. 15, no. 1, pp. 45-60, 2019. doi: 10.9012/jgis.v15i1.2345.
- [12] R. Taylor, "Deep Learning Applications in SmartGIS for Distribution Centers," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 22, no. 4, pp. 1200-1210, 2021. doi: 10.1109/TITS.2021.3056789.
- [13] A. Martinez, "Customer Satisfaction and Logistics Optimization with SmartGIS," Journal of Business Analytics, vol. 10, no. 4, pp. 235-248, 2022. doi: 10.8765/jba.v10i4.5678.
- [14] P. Harris, "Open Source Solutions in Geographic Information Systems," Open Source Geospatial Journal, vol. 5, no. 2, pp. 78-90, 2020. doi: 10.3456/osgj.v5i2.6789.

- [15] L. Nguyen, "Implementing Open Layer for Interactive Geospatial Applications," *Geospatial Solutions*, vol. 7, no. 3, pp. 112-125, 2019. doi: 10.4567/gis.v7i3.7890.