

Analisis Penentuan Lokasi Cabang Batching Plant di Jabodetabek Dengan Metode Center of Gravity

Muhammad Prasha Risfi Silitonga

Politeknik Negeri Jakarta

Email: m.silitonga@mesin.pnj.ac.id

Abstract

Ready-mix concrete industry is a growing industry along with the increasing development of infrastructure in Indonesia in recent years. The distribution process of ready-mix concrete has constraints related to delays in concrete delivery caused by distance and traffic. PT XYZ is a company engaged in ready-mix concrete and concrete products that operates a batching plant in Jabodetabek with up to 24 customers in 2022 data. The COG method is one of the location analysis methods based on distance variables and workload weights related to location. The x_i and y_i values are determined using the COG equation that involves the coordinate points of each customer and delivery distance. The results of this study show that customers with far locations are located in the Sawangan area and the nearest ones are in the Soekarno-Hatta Airport area, while the proposed location as the result of COG method for a new batching plant is at the coordinate point $x_i=6.228394551$ and $y_i=106.7077488$.

Keywords : Center of Gravity, Concrete-Ready Mix, Distribution.

Abstrak

Industri beton siap pakai merupakan industri yang berkembang seiring dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir. Proses distribusi beton ready mix memiliki kendala terkait keterlambatan pengiriman beton yang disebabkan oleh jarak dan lalu lintas. PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang beton siap pakai dan produk beton yang mengoperasikan batching plant di Jabodetabek dengan data sampai dengan 24 pelanggan pada tahun 2022. Metode COG merupakan salah satu metode analisis lokasi berdasarkan variabel jarak dan bobot beban kerja yang berhubungan dengan lokasi. Nilai x_i dan y_i ditentukan dengan menggunakan persamaan COG yang melibatkan titik koordinat masing-masing pelanggan dan jarak pengiriman. Hasil penelitian ini menunjukkan pelanggan dengan lokasi yang jauh terletak di daerah Sawangan dan yang terdekat berada di daerah Bandara Soekarno-Hatta, sedangkan usulan lokasi hasil metode COG untuk batching plant baru berada di titik koordinat titik $x_i=6.228394551$ dan $y_i=106.7077488$.

Kata Kunci: Pusat Gravitasi, Beton-Ready Mix, Distribusi.

Corresponding Author; Muhammad Prasha Risfi Silitonga

E-mail: m.silitonga@mesin.pnj.ac.id



Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur di Indonesia terus meningkat dalam beberapa tahun terakhir. Program pembangunan infrastruktur yang dilakukan oleh pemerintah melalui pembangunan jalan tol, bandara, pelabuhan, dan MRT menunjukkan upaya yang signifikan untuk meningkatkan kualitas infrastruktur di Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia berupaya untuk mengejar ketertinggalan dengan negara-negara lain yang telah lebih dulu mengembangkan sektor tersebut.

Pembangunan infrastruktur yang pesat ini memerlukan dukungan material berkualitas, termasuk beton. Beton memegang peran penting dalam pembangunan infrastruktur karena memiliki kekuatan dan keawetan yang tinggi serta dapat diproduksi dalam jumlah besar. Karena itu, kebutuhan akan beton segar yang cepat dan berkualitas meningkat. Solusi yang paling efektif dan efisien untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah *concrete ready mix*. *Concrete ready mix* adalah beton yang telah dicampur dan diolah secara profesional di *batching plant*, menghasilkan kualitas beton yang stabil dan bermutu tinggi [1]

Industri *concrete ready mix* merujuk pada industri yang menghasilkan beton siap pakai dengan dicampur dan diaduk di lokasi *batching plant* dan selanjutnya diangkut ke lokasi proyek dengan menggunakan truk *mixer* beton. industri *concrete ready mix* memegang peranan penting dalam industri konstruksi karena memberikan kemudahan bagi konsumen untuk memperoleh beton segar yang telah dicampur secara optimal dan konsisten dengan kualitas yang dijamin, serta menghemat waktu dan tenaga konsumen dalam mempersiapkan beton.

Distribusi adalah proses pengiriman produk dari produsen ke konsumen sebagai pengguna akhir [2]. Kegiatan distribusi sangat penting dalam bisnis manufaktur, di mana sistem terpadu dibuat dari satu titik ke titik lainnya. Semakin tinggi tingkat persaingan di industri, semakin besar tantangan dan risiko yang harus dihadapi oleh perusahaan. Perusahaan harus memastikan bahwa produk dikirim sesuai dengan permintaan pelanggan dengan merencanakan dan menentukan rute yang tepat. Dalam hal ini, perusahaan harus memastikan bahwa produk dikirim tepat waktu, dalam kondisi baik, sesuai dengan jumlah yang diminta, dan dengan biaya yang rendah. Proses pengiriman harus dilakukan dengan memperhatikan waktu, jarak, biaya, dan tenaga yang dikeluarkan. Pengiriman produk ke berbagai daerah akan melibatkan banyak rute yang berbeda dan jarak yang jauh. Oleh karena itu, biaya operasional perusahaan harus diperhatikan.

Biaya operasional perusahaan merujuk pada biaya yang timbul dalam rangka kegiatan inti perusahaan untuk menghasilkan pendapatan yang masa manfaatnya tidak lebih dari satu tahun. Upaya efisiensi biaya dapat dilakukan oleh perusahaan untuk mengukur sejauh mana *profit* yang ingin dihasilkan dan agar tetap mampu bersaing dalam bisnis [3].

Proses pengiriman *concrete ready mix* merupakan hal yang rumit dan mempertimbangkan banyak faktor, seperti jarak antara *batching plant* dan lokasi proyek, kapasitas truk *mixer*, waktu tunggu di lokasi proyek, dan kualitas beton. Beberapa kendala yang dapat terjadi dalam pengiriman *concrete ready mix* adalah keterlambatan pengiriman, penggumpalan beton saat pengiriman, [4]. Kendala tersebut terjadi dikarenakan pada beton terjadi proses hidrasi semen terjadi pada 45 sampai 120 menit serta beton akan kehilangan kondisi plastisnya pada 1.5 hingga 2.5 jam setelah *mixing* beton.

Pemilihan lokasi cabang *batching plant* dapat menjadi solusi efektif dalam menghadapi kendala pengiriman *concrete ready mix* yang membutuhkan waktu dan jarak tempuh yang besar untuk menjangkau pelanggan. Dengan menempatkan cabang *batching plant* di lokasi strategis, waktu pengiriman dapat diperpendek dan biaya transportasi dapat dikurangi. Menurut [5] menunjukkan bahwa pemilihan lokasi yang tepat dapat membantu mengurangi biaya produksi, meningkatkan kualitas produk, dan memperbaiki kepuasan pelanggan.

Pemilihan lokasi *batching plant* yang tepat dapat meningkatkan efisiensi dalam penyediaan beton segar dan mengurangi biaya transportasi. Selain itu, jarak pengiriman yang jauh juga

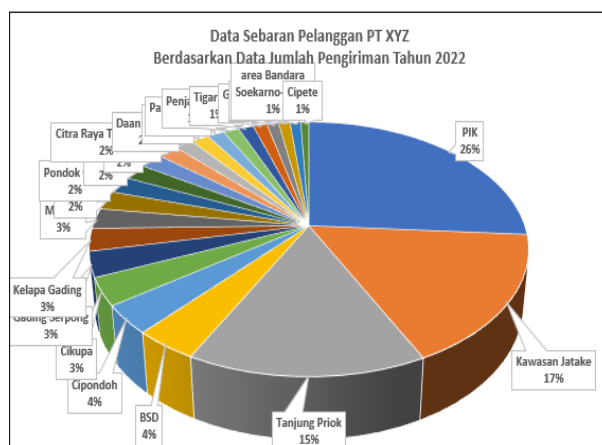
menjadi tantangan dalam menjaga kualitas beton segar. Oleh karena itu, perusahaan *ready mix* beton harus dapat mengoptimalkan rute pengiriman, lokasi *batching plant* dan waktu pengiriman agar dapat mengurangi biaya operasional dan memastikan kualitas beton segar yang optimal sampai ke lokasi pelanggan.

PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang *concrete ready mix* dan *concrete product* yang berdiri pada tahun 2011 dengan berkantor pusat di daerah Pantai Indah Kapuk, Jakarta Utara. Untuk operasionalnya PT XYZ mengoperasikan satu *batching plant* di area kompleks Bandara Internasional Soekarno-Hatta, Tangerang, Banten. Dalam kesehariannya PT. XYZ memiliki 24 pelanggan regular berdasarkan lokasi proyek pada tahun 2022 yang tersebar di sekitar Jabodetabek. Tiga besar pelanggan PT XYZ di tahun 2022 berdasarkan data pada Tabel 1 dan Gambar 1 secara berturut-tur berlokasi di PIK (26.8%), Kawasan Jatake (17.0%) dan Tanjung Priok (15.2%).

Tabel 1. Data Pengiriman Pelanggan *Concrete Ready Mix* Tahun 2022

Lokasi Pelanggan	Jumlah Pengiriman (Tahun 2022)	Persentase Pengiriman (%)
PIK	474	26.8%
Kawasan Jatake	301	17.0%
Tanjung Priok	269	15.2%
BSD	72	4.1%
Cipondoh	65	3.7%
Cikupa	63	3.6%
Gading	58	3.3%
Serpong	47	2.7%
Meruya	44	2.5%
Ciputat	40	2.3%
Pondok	40	2.3%
Cabe	38	2.1%
Bintaro	36	2.0%
Cinere	33	1.9%
Citra Raya	33	1.9%
Tangerang	29	1.6%
Daan	29	1.6%
Mogot	28	1.6%
Kalideres	28	1.6%
Pasar	27	1.5%
Kemis	27	1.5%
Penjaringan	25	1.4%
Tigaraksa	24	1.4%

Grogol	22	1.2%
Ciledug	19	1.1%
Sawangan	18	1.0%
area		
Bandara	17	1.0%
Soekarno-Hatta		
Cipete	13	0.7%
Kelapa	8	0.5%
Gading		
Total	1770	100%



Gambar 1. Data sebaran pelanggan PT XYZ berdasarkan jumlah pengiriman tahun 2022

Dalam kesehariannya PT XYZ memiliki kesulitan untuk pengiriman *concrete ready mix*, terutama kemacetan lalu lintas pada jam-jam sibuk di sejumlah daerah di Jabodetabek dan lokasi pelanggan yang sangat jauh dari *batching plant*. Hal ini mengakibatkan terjadinya sejumlah keterlambatan pengiriman beton dan beton membeku atau hampir membeku sebelum sampai ke lokasi proyek tujuan. Data keterlambatan order beton di Gambar 2 menjelaskan, bahwa pada tahun 2020-2022 yang cenderung memiliki trend kenaikan bila dibandingkan tahun sebelumnya (pengecualian tahun 2020 karena PPKM pandemi Covid-19). Data keterlambatan didasarkan pada kesesuaian realisasi kendaraan truk *mixer* sampai ke lokasi proyek dengan target waktu atau jadwal yang diberikan oleh pelanggan.



Gambar 2. Grafik persentase keterlambatan order beton pada periode tahun 2019-2022.

Pada penelitian ini metode *Center of Gravity* (COG) dipilih sebagai alternatif cara untuk penentuan lokasi cabang batching plant untuk menunjang operasional pengiriman *concrete ready mix*. Metode *Center of Gravity* ini dapat menentukan lokasi yang tepat dengan mempertimbangkan variabel jarak pengiriman serta frekuensi pengiriman dari lokasi asal ke tujuan. Selain itu keuntungan dari metode ini juga mudah untuk menentukan lokasi target alternatif karena mengikuti perhitungan berdasarkan letak koordinat di peta berdasarkan posisi *longitude* dan *latitude* yang telah terakurasi dan terpresisi dengan baik [6]. Berdasarkan [7] tahapan penggunaan metode *Center of Gravity* adalah:

1. Tentukan jumlah barang yang akan dikirim dari titik asal ke tujuan yang ingin dicari.
2. Buka peta dan tentukan posisi sebagai titik asal (0,0).
3. Letakkan titik koordinat lokasi konsumen pada peta dengan menggunakan titik asal sebagai referensi.
4. Hitung akumulasi untuk menentukan titik gravitasi pusat.
5. Hitung koordinat baru untuk lokasi pusat distribusi.
6. Buat gambaran jaringan distribusi pada peta dengan memasukkan grid untuk lokasi pusat distribusi baru.

Hitung total biaya transportasi baru setelah menambahkan pusat distribusi baru.

-spasi-

Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan perhitungan metode COG yang diaplikasikan pada posisi koordinat Google Maps lokasi batching plant *existing* dan titik-titik lokasi semua pelanggan *concrete ready mix* berdasarkan data tahun 2022. Dalam menentukan lokasi alternatif *batching plant* terbaik diperhitungkan antara lokasi pelanggan, jumlah order pengiriman *concrete ready mix* yang dikirim ke pelanggan dan biaya pengirimannya.

Data yang diambil merupakan data laporan dari PT XYZ yang meliputi:

- a) Daftar nama & alamat pelanggan aktif pada tahun 2022
- b) Laporan pengiriman beton dari Januari sampai Desember 2022

Berdasarkan [11], rumus perhitungan untuk metode *Center of Gravity* ini adalah sebagai berikut:

$$C_x = \frac{\sum d_{ix} W_i}{\sum W_i} \quad (1)$$

$$C_y = \frac{\sum d_{iy} W_i}{\sum W_i} \quad (2)$$

Dimana:

C_x = koordinat x dari pusat gravitasi

C_y = koordinat y dari pusat gravitasi

D_{ix} = koordinat x dari lokasi -i (pelanggan)

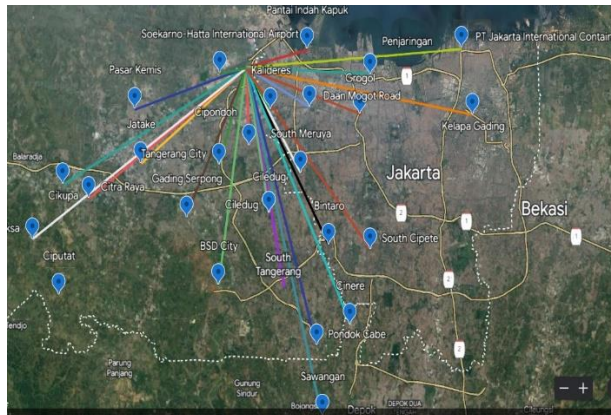
D_{iy} = koordinat y dari lokasi-I (pelanggan)

W_i = jumlah beton terkirim dari titik asal ke lokasi-i (pelanggan)

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data dari seluruh daftar nama dan alamat pelanggan aktif PT XYZ tahun 2022 yang berjumlah 24 lokasi, dilakukan *plotting maps* dengan menggunakan Google Maps yang menghasilkan citra peta dengan penanda berwarna biru (*pinned*) lokasi di peta seperti yang

digambarkan pada Gambar 3 dan Tabel 2. Titik asal merupakan lokasi dari *batching plant* yang berada pada area sekitar sisi sebelah timur Bandara Soekarno-Hatta dengan koordinat (-6.200914,106.7797423) pada website *Google Maps*.



Gambar 3. Citra *plotting map* sebaran lokasi seluruh pelanggan *concrete ready mix* PT XYZ pada tahun 2022 di *Google Maps*.

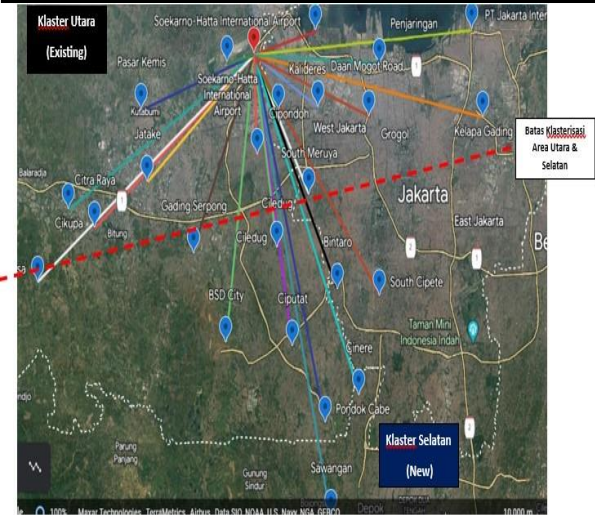
Kemudian dari citra *plotting map* di *Google Maps*, didapatkan data lebih lanjut yang terdiri atas koordinat x dan y dari lokasi pelanggan serta jarak dari titik asal (*batching plant*) ke setiap lokasi pelanggan *concrete ready mix* PT XYZ tahun 2022 yang dituangkan pada Tabel 2. Dari data didapatkan hasil bahwa dari ke-24 lokasi pelanggan PT XYZ pelanggan dengan lokasi berdasarkan koordinat *Google Maps* terjauh adalah di pelanggan daerah Sawangan dengan jarak sekitar 96.5 km (-6.2178393,106.6505077) dari lokasi *batching plant* dan untuk pelanggan dengan lokasi paling dekat adalah pelanggan yang berada di daerah bandara Soekarno-Hatta dengan jarak sekitar 1.0 km (-6.127119,106.6534595).

Tabel 2. Data rangkuman titik koordinat x & y lokasi pelanggan PT XYZ dan jaraknya dari titik asal (*batching plant*).

Lokasi Pelanggan	Jarak (Km)	Koordinat X	Koordinat Y
PIK	13.4	-6.1208188	106.7052020
Kawasan Jatake	22.0	-6.1655880	106.6336389
Tanjung Priok	20.0	-6.1169977	106.8732903
BSD	42.3	-6.2185912	106.6927044
Cipondoh	43.4	-6.1795662	106.7276687
Cikupa	37.7	-6.1943843	106.5784297
Gading Serpong	38.2	-6.2180484	106.6294009
Kelapa Gading	37.8	-6.1593668	106.7696296

Meruya	21.9	- 6.1542186	106.7349425
Ciputat	36.7	- 6.2351491	106.7669550
Pondok Cabe	62.2	- 6.2590915	106.737594
Bintaro	5.7	- 6.2703890	106.7616800
Cinere	45.4	- 6.2293764	106.7828770
Citra Raya Tangerang	28.8	- 6.1957108	106.5772260
Daan Mogot	19.8	- 6.1430947	106.747349
Kalideres	23.1	-6.136156	106.708952
Pasar Kemis	23.2	- 6.1197551	106.6313676
Penjaringan	32.8	- 6.0893173	106.740992
Tigaraksa	46.2	- 6.2116724	106.5738548
Grogol	29.7	- 6.1318786	106.7542038
Ciledug	24.6	- 6.1797024	106.7269674
Sawangan	96.5	- 6.2178393	106.6505077
Bandara Soetta	1.0	-6.127119	106.6534595
Cipete	34.9	-6.202716	106.7810679

Selanjutnya, untuk pembagian beban *order* pelanggan dengan *batching plant existing*, maka pada seluruh data sebaran lokasi pelanggan diberi batasan menjadi dua wilayah sesuai dengan Gambar 4, yaitu wilayah utara untuk *existing batching plant* dan wilayah selatan untuk calon *batching plant* baru sesuai analisis dengan metode COG.



Gambar 4. Citra *google maps* dengan pembagian wilayah pelanggan menjadi wilayah utara dan selatan (dibatasi dengan garis merah putus-putus).

Setelah klasterisasi wilayah, didapat pembagian pelanggan dengan wilayah kluster utara terdiri dari 14 pelanggan yaitu: Bandara Soekarno-Hatta, Penjarangan, Tanjung Priok, Kelapa Gading, Daan Mogot, Grogol, Kalideres, Cipondoh, Meruya, Jatake, Pasar Kemis, Citra Raya Tangerang, Cikupa dan PIK. Sedangkan untuk wilayah kluster selatan terdiri atas 10 pelanggan di BSD, Gading Serpong, Tigaraksa, Pondok Cabe, Cinere, Bintaro, Cipete, Sawangan, Ciputat dan Ciledug.

Selanjutnya berdasarkan rumus dari persamaan (1) dan (2) dilakukan perhitungan pada titik koordinat pelanggan (x dan y) di area sekitar kluster selatan yang dikalikan dengan jumlah pengiriman beton di masing-masing pelanggan. Berdasarkan hasil perhitungan dari setiap koordinat x dan y per pelanggan tadi, akan didapat jumlah total dari seluruh nilai koordinat x dan y yang dimasukkan ke persamaan COG untuk menentukan titik koordinat optimal untuk pendirian cabang *batching plant* baru.

Data hasil dari perhitungan antara titik koordinat x dengan jumlah pengiriman dari setiap pelanggan untuk mendapatkan nilai xi pada koordinat xi = -6.228394551 di Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan *Center of Gravity* xi di klaster Baru (Selatan)

Lokasi Pelanggan	Jumlah Pengiriman	Koordinat x	xi
Bintaro	38	-	-
		6.2703890	238.2747820
BSD	72	-	-
		6.2185912	447.7385664
Ciledug	19	-	-
		6.1797024	117.4143456
Cinere	36	-	-
		6.2293764	224.2575504
Cipete	13	-6.202716	-80.6353106
Ciputat	44	-	-
		6.2351491	274.3465604

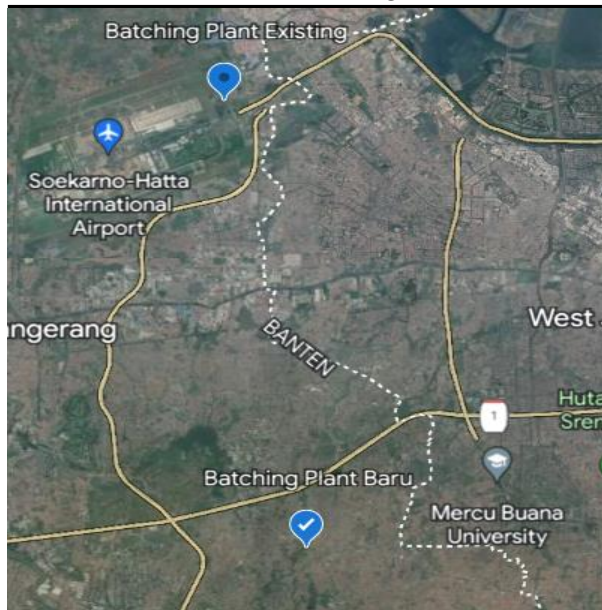
Gading	58	-	-
Serpong		6.2180484	360.6468072
Pondok	40	-	-
Cabe		6.2590915	250.3636600
Sawangan	18	-	-
		6.2178393	111.9211074
Tigaraksa	24	-	-
		6.2116724	149.0801376
Total	362		-
			22546788276
xi =	-6.228394551		

Kemudian dilakukan juga perhitungan antara titik koordinat y dengan jumlah pengiriman setiap pelanggan sehingga didapatkan nilai $y_i=106.7077488$ pada koordinat yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan *Center of Gravity* y_i di klaster Baru (Selatan)

Lokasi Pelanggan	Jumlah Pengiriman	Koordinat y	y_i
Bintaro	38	106.7616800	4056.94384
BSD	72	106.6927044	7681.874717
Ciledug	19	106.7269674	2027.812381
Cinere	36	106.7828770	3844.183572
Cipete	13	106.7810679	1388.153883
Ciputat	44	106.7669550	4697.74602
Gading	58	106.6294009	6184.505252
Serpong			
Pondok	40	106.737594	4269.50376
Cabe			
Sawangan	18	106.6505077	1919.709139
Tigaraksa	24	106.5738548	2557.772515
Total	362		38628.20508
$y_i=$	106.7077488		

Hasil akhir dari perhitungan x_i dan y_i , didapat koordinat akhir untuk usulan *batching plant* baru untuk area klaster selatan (baru), yaitu di -6.228394551, 106.7077488. Lebih lengkapnya lokasi dari *batching plant* baru tersebut berada pada area sekitar Kelurahan Pedurenan, Kecamatan Karang Tengah, Kota Tangerang, Banten seusi dengan Gambar 5.



Gambar 5. Citra *google maps* untuk *batching plant* baru hasil perhitungan dengan metode COG dan *batching plant existing*.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan analisis dengan metode COG pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Pelanggan dengan lokasi terjauh adalah di daerah Sawangan (96.5 km) dan untuk lokasi terdekat adalah di daerah Bandara Soekarno-Hatta (1.0 km).
- Lokasi pelanggan batching plant dibagi menjadi dua wilayah yaitu di klaster utara dengan untuk 14 pelanggan yang disuplai batching plant existing dan klaster selatan (baru) untuk 10 pelanggan di batching plant baru.
- Lokasi hasil analisis dengan metode COG untuk penentuan lokasi batching plant berada pada koordinat $x_i = -6.228394551$ dan $y_i = 106.7077488$ ($-6.228394551, 106.7077488$), yang berada di daerah Pedurenan, Kec. Karangtengah, Kota Tangerang, Banten.

Daftar Pustaka

- K. Tjokrodimulyo, *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Nafiri, 1996.
- P. Kotler, *Manajemen Perusahaan- Analisa, Perencanaan, Implementasi dan Pengendalian Jilid Keenam*, Jakarta: Penerbit Erlangga, 1991.
- J. & Y. Lubis, "Pengaruh Biaya Operasional Terhadap Peningkatan Pendapatan Operasional Pada PT. Pelabuhan Indonesia I (Persero) Cabang Belawan," *Jurnal Riset Akuntansi dan Bisnis*, vol. 2, no. 18, pp. 162-177, 2018.
- Kresnadi, "Optimasi Supply Chain Ready Mix Concrete pada Perusahaan 4.0," *Duta Sains: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 13, no. 2, pp. 103-112, 2013.
- R. G. M. S. S. P. N. K. Biswajit Sarkar, "Impact of safety factors and setup time reduction in a two-echelon supply chain management," *Robotics and computer-integrated manufacturing*, vol. 55, pp. 250-258, 2019.
- B. Irwanto, "Penentuan Lokasi Distribution Center Produk Farmasi dengan Menggunakan Metode Center of Gravity dan Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus di PT. JKT)," 2018.
- L. W. F. M. M. F. S Ruwiyanto, "Penerapan Metode Center of Gravity dalam Penentuan Pusat Distribusi Alternatif di Pulau Jawa," *Jurnal Taguchi: Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, vol. 1, no. 1, pp. 52-64, 2021.

- Z. D. & G. O. Wesolowsky, "A Location Selection Model with Preference for Close to Center Sites," *Transactions in GIS*, vol. 8, no. 4, pp. 425-433, 2004.
- A. F. F. & A. H. M. Anshori, "Penentuan Lokasi Fasilitas Crossdock pada Kota Metropolitan dengan Pendekatan Center of Gravity," *Tek. Eng. Sains J.*, vol. 1, no. 2, pp. 83-88, 2017.
- R. R. & T. Aspiranti, "Penentuan Lokasi Alternatif Kantor dan Pabrik PT Sublimindo dengan Menggunakan Metode Center of Gravity dan Factor Rating," *Pros. Manajemen*, vol. 5, no. 2, pp. 869-874, 2019.
- J. H. & B. Render, *Manajemen Operasi*, Jakarta: Salemba Empat, 2014.