

Usulan Penempatan Lokasi Fasilitas Tunggal dengan Menggunakan Metode *Center Of Gravity* di PT Rodamas Group Tanjung

Setijadi¹, Didi Teguh Pribadi², dan Suwanto

Jurusan Teknik Industri, Universitas Widyatama, Bandung

Jl. Cikutra 204 Bandung

E-mail: ¹stij@widyatama.ac.id, ²dtpribadi@widyatama.ac.id

Abstrak

PT Rodamas Group merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan spion. Untuk mendistribusikan produknya, perusahaan melakukan pengiriman secara langsung ke tempat-tempat penjualan dengan menggunakan dua jenis muatan, yaitu muatan sendiri dan muatan ekspedisi. Dalam upaya mengoptimalkan kapasitas angkut dalam pendistribusian barangnya, perlu dilakukan evaluasi atas penempatan gudang di antara lokasi pabrik dan pasar-pasar yang tersedia.

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi penempatan gudang tunggal untuk mendapatkan biaya transportasi yang minimum dengan mempertimbangkan dimensi-dimensi yang berpengaruh dalam pendistribusian produknya. Dimensi-dimensi tersebut mencakup volume barang, tarif transportasi, dan jarak dengan menggunakan metode pusat gravitasi.

Dari hasil penelitian ini dapat diusulkan penempatan gudang baru yang memungkinkan penurunan total biaya transportasi tahunan sebesar Rp 13.667.000,00. Persentase penghematan di masing-masing pasar bervariasi sebagai berikut: Serang sebesar 80,95%, Pandegelang 83,31%, Rangkasbitung 82,53%, Tangerang 67,83%, Bekasi 91,51%, Karawang 95,55%, Purwakarta 99,94%, Bogor 91,45%, Bandung 80,84%, Garut 91,16%, Tasikmalaya 87,66%, dan Ciamis 86,41%.

Kata kunci: *distribusi, pergudangan, pusat gravitasi*

1. Pendahuluan

Penempatan lokasi fasilitas merupakan salah satu upaya dalam mendistribusikan barang lebih dekat ke pelanggan. Dengan adanya fasilitas yang dimaksud perusahaan dapat mendistribusikan barang untuk membantu dalam menentukan kapan, dimana, dan berapa jumlah barang yang disiapkan dan selanjutnya dikirim dalam rangka untuk memenuhi permintaan. Tujuan lain adalah untuk penghematan dalam menjalankan aktivitas pendistribusian produknya. Faktor jarak dari gudang menuju ke tempat-tempat tujuan merupakan upaya untuk menurunkan biaya transportasi yang sekecil mungkin. Biaya perlu diperhatikan karena merupakan faktor penting dan terbatas. Untuk itu perlu perencanaan yang strategis dalam menentukan lokasi fasilitas yang diraksud.

Keputusan lokasi yang terpenting dalam disain suatu sistem logistik adalah berpusat pada gudang. Keputusan tentang pergudangan (*warehousing*) merupakan persoalan mutakhir yang perlu dikaji dan dianalisis dengan baik. Keputusan yang keliru berdampak pada meningkatnya biaya operasi perusahaan. Dengan demikian gudang merupakan bagian dari usaha menyeluruh suatu perusahaan untuk mendapatkan kegunaan waktu dan kegunaan tempat. Dari sudut pandangan total sistem, lokasi pengecer merupakan titik terakhir dari distribusi produk untuk melayani konsumen akhir. Jadi lokasi gudang dapat dibenarkan jika dapat meningkatkan penjualan dan menurunkan total biaya. Penempatan lokasi gudang ditentukan oleh lokasi produksi dan pasar yang akan dimasuki untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dengan biaya yang rendah. Pengaruh total biaya dari transportasi dan persediaan diintegrasikan dengan lokasi gudang.

Sebagai salah satu industri yang bergerak dalam bidang pembuatan spion, dalam menjalankan proses distribusinya, PT Rodamas Group melakukan pengiriman barang ke pelanggan dengan menggunakan dua sistem, yaitu: pertama, perusahaan bekerja sama dengan agen sebagai perantara yang mencari pelanggan dan, kedua, perusahaan mendistribusikan barangnya secara langsung ke tempat-tempat penjualan. Untuk mendistribusikan barangnya ke tempat-tempat tujuan, permasalahan yang dihadapi perusahaan adalah volume barang yang dikirim ke tempat-tempat tujuan tersebut tidak selalu

sesuai dengan kapasitas angkut yang tersedia. Dengan demikian perusahaan harus sering melakukan pengiriman ke tempat-tempat tujuan, sehingga perusahaan harus mengeluarkan biaya transportasi yang besar. Permasalahan yang akan dibahas

Tujuan penelitian yang akan dilakukan adalah untuk menentukan penempatan fasilitas untuk meminimasi biaya transportasi, menentukan total biaya transportasi yang minimum dan membandingkan biaya transportasi yang menggunakan lokasi fasilitas dengan yang tidak menggunakan lokasi fasilitas. Pada akhirnya manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah memberikan masukan bagi perusahaan dalam penempatan lokasi yang tepat untuk mengurangi biaya transportasi.

Pada penelitian ini dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Penempatan lokasi fasilitas yang dimaksud adalah pada lokasi pasar.
2. Untuk permintaan yang dekat dengan lokasi pabrik, perusahaan melakukan pengiriman secara langsung ke tempat-tempat penjualan.
3. Volume barang yang diangkut dari pabrik ke fasilitas dan fasilitas ke tujuan akhir menggunakan muatan sendiri.

2. Metodologi

Untuk menentukan lokasi fasilitas, perlu diketahui titik-titik sumber (*source points*), titik-titik permintaan (*demand points*), serta volume barang dan tarif transportasinya. Ongkos total transportasi yang minimum dihitung sebagai hasil penjumlahan dari perkalian komponen-komponen volume barang di suatu titik dengan tarif transportasi dan jarak untuk menuju titik tersebut, dengan persamaan:

$$\text{Min TC} = \sum_i V_i R_i d_i \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

- TC = Total biaya transportasi
- V_i = Volume barang di titik i
- R_i = Tarif transportasi menuju titik i
- d_i = Jarak ke titik i dari tempat fasilitas diletakkan

Lokasi fasilitas dapat ditemukan melalui penyelesaian dua persamaan koordinat lokasi di bawah ini. Koordinat *center-of-gravity* tersebut adalah:

$$X'' = \frac{\sum_i V_i R_i X_i / d_i}{\sum_i V_i R_i / d_i} \dots\dots\dots (2)$$

dan

$$Y'' = \frac{\sum_i V_i R_i Y_i / d_i}{\sum_i V_i R_i / d_i} \dots\dots\dots (3)$$

dengan

- X'', Y'' = Titik koordinat dari lokasi fasilitas.
- X_i, Y_i = Titik-titik koordinat sumber dan titik-titik permintaan.

Sementara jarak d_i diperkirakan sebagai berikut:

$$d_i = K \sqrt{(X_i - X'')^2 + (Y_i - Y'')^2} \dots\dots\dots (4)$$

dengan K menyatakan suatu faktor skala untuk mengkonversi unit satuan sebagai indeks koordinasi ke dalam ukuran jarak yang lebih umum, misalnya mil atau kilometer.

Proses pencarian solusi ini mencakup beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Tentukan titik koordinat titik X'', Y'' untuk masing-masing titik sumber dan permintaan dengan volume dan tarif transportasi yang linier.
2. Dekati lokasi awal dengan menggunakan rumus *center-of-gravity* dengan mengabaikan jarak d_i , sehingga diperoleh:

$$X'' = \frac{\sum_i V_i R_i X_i}{\sum_i V_i R_i} \dots\dots\dots (5)$$

dan

$$Y''' = \frac{\sum_i V_i R_i Y_i}{\sum_i V_i R_i} \dots\dots\dots (6)$$

3. Gunakan X'', Y'' pada tahap (2), hitung d_i sesuai dengan persamaan 4.
4. Masukkan d_i sesuai dengan persamaan 2 dan 3, dan hitung kembali koordinat X'', Y''.
5. Hitung ulang d_i berdasarkan koordinat X'', Y''.
6. Ulangi tahap 4 dan 5 hingga koordinat X'', Y'' tidak berubah untuk perhitungan iterasi berikutnya, atau kalau terjadi perubahan, maka perubahannya sangat kecil.
7. Akhirnya, perhitungan total biaya transportasi untuk lokasi fasilitas terbaik didapatkan dengan menggunakan persamaan 1.

Total Biaya Transportasi dengan Pengiriman Langsung

Total biaya transportasi adalah penjumlahan total biaya transportasi dengan muatan sendiri dan muatan ekspedisi yang dapat ditulis dalam persamaan berikut.

$$TTC_{DS} = TTC_{MS} + TTC_{ME} \dots\dots\dots (7)$$

dengan:

- TTC_{DS} = Total biaya transportasi (Rp)
- TTC_{MS} = Total biaya transportasi dengan muatan sendiri (Rp)
- TTC_{ME} = Total biaya transportasi dengan muatan ekspedisi (Rp)

Dengan menggunakan notasi di atas, total biaya transportasi dengan muatan sendiri (TTC_{MS}) dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut:

$$TTC_{MS} = V_{A1} \cdot R_1 \cdot F_1 \dots\dots\dots (8)$$

dengan:

- TTC_{MS} = Total biaya transportasi dengan muatan sendiri
- V_{A1} = Volume angkut dengan muatan sendiri (paking/kirim)
- R₁ = Tarif transportasi dengan muatan sendiri (Rp/paking)
- F₁ = Frekuensi pengiriman dengan muatan sendiri (kali/tahun)

$$\text{Frekuensi pengiriman/thn } (F_1) = \frac{V_{T1}}{V_{A1}} \dots\dots\dots (9)$$

dengan:

- F₁ = Frekuensi pengiriman dengan muatan sendiri (kali/tahun)
- V_{T1} = Volume total dengan muatan sendiri (paking/tahun)
- V_{A1} = Volume angkut dengan muatan sendiri (paking/kirim)

Total biaya transportasi dengan muatan ekspedisi (TTC_{ME}) dapat ditulis dalam persamaan sebagai berikut:

$$TTC_{ME} = V_{A2} \cdot R_2 \cdot F_2 \dots\dots\dots (10)$$

dengan:

- TTC_{ME} = Total biaya transportasi dengan muatan ekspedisi
- V_{A2} = Volume angkut dengan muatan ekspedisi (paking/kirim)
- R₂ = Tarif transportasi dengan muatan ekspedisi (Rp/paking)
- F₂ = Frekuensi pengiriman dengan muatan ekspedisi (kali/tahun)

$$\text{Frekuensi pengiriman/thn } (F_2) = \frac{V_{T2}}{V_{A2}} \dots\dots\dots (11)$$

dengan:

- F₂ = Frekuensi pengiriman dengan muatan ekspedisi (kali/tahun)
- V_{T2} = Volume total dengan muatan ekspedisi (paking/tahun)
- V_{A2} = Volume angkut dengan muatan ekspedisi (paking/kirim)

Total Biaya Transportasi dengan Fasilitas

Total biaya transportasi dapat dihitung dari hasil penjumlahan komponen-komponen volume barang di suatu titik dengan tarif transportasi dan jarak untuk menuju titik tersebut.

$$\text{Min TC} = V_i \cdot R_i \cdot d_i \dots\dots\dots (12)$$

dengan:

TC = Total biaya transportasi (Rp)



- V_i = Volume barang di titik i (paking)
- R_i = Tarif transportasi menuju titik i (Rp/pk/km)
- d_i = Jarak ke titik i dari tempat fasilitas diletakkan (km)

Dari persamaan (1), total biaya transportasi dengan adanya fasilitas (TTC_{FL}) dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut.

$$TTC_{FL} = TC.F \dots\dots\dots (13)$$

dengan:

- TC = Total biaya transportasi di semua titik (Rp)
- F = Frekuensi pengiriman (kali/tahun)

$$\text{Frekuensi pengiriman/thn } (F_{FL}) = \frac{V_T}{V_A} \dots\dots\dots (14)$$

dengan:

- F_{FL} = Frekuensi pengiriman dengan muatan sendiri (kali/tahun)
- V_T = Volume total dengan muatan sendiri (paking/tahun)
- V_A = Volume angkut dengan muatan sendiri (paking/kiriman)

3. Data dan Pengolahannya

Untuk mendistribusikan produk spion, perusahaan mengirimkan barangnya ke tempat-tempat penjualan dengan muatan sendiri dan muatan ekspedisi. Tarif transportasi untuk muatan sendiri sebesar Rp 4.000/pk dan muatan ekspedisi, penambahan biaya sebesar Rp 20.000 per kirim adalah biaya untuk 5 kg pertama untuk setiap kali angkutnya (Tabel I).

Tabel I. Tarif Transportasi

No.	Muatan	Kapasitas (paking)	Tarif Transportasi (Rp per paking)
1	Muatan Sendiri (MS)	40	4.000
2	Muatan Ekspedisi (ME)	150	10.250

Volume kebutuhan tahunan untuk pasar Serang 744 pk, Pandegelang 492 pk, Rangkasbitung 564 pk, Tangerang 840 pk, Bekasi 588 pk, Karawang 420 pk, Purwakarta 384 pk, Bogor 180 pk, Bandung 516 pk, Garut 204 pk, Tasikmalaya, 120 pk, dan Ciamis 12 pk (Tabel II).

Tabel 2. Volume Kebutuhan

No.	Pasar	Volume Kebutuhan (dus/tahun)	Dalam Satuan Paking (1 paking = 100 dus)
1	Serang	74,400	744
2	Pandegelang	49,200	492
3	Rangkasbitung	56,400	564
4	Tangerang	84,000	840
5	Bekasi	58,800	588
6	Karawang	42,000	420
7	Purwakata	38,400	384
8	Bogor	18,000	180
9	Bandung	51,600	516
10	Garut	20,400	204
11	Tasikmalaya	12,000	120
12	Ciamis	12,000	120
Total		517,200	5172

Persentase angkut dan persentase pengiriman untuk setiap pasar dapat dilihat pada Tabel III. Untuk pasar Bogor, Garut, Tasikmalaya, dan Ciamis yang menggunakan muatan ekspedisi tidak memiliki volume angkut dan jumlah pengiriman.



Tabel 3. Persentase Volume dan Pengiriman

No.	Pasar	Volume Angkut		Persentase Pengiriman	
		MS	ME	MS	ME
1	Serang	5%	60%	40%	60%
2	Pandegelang	40%	45%	50%	50%
3	Rangkasbitung	45%	55%	60%	40%
4	Tangerang	60%	75%	30%	70%
5	Bekasi	45%	50%	50%	50%
6	Karawang	40%	50%	70%	30%
7	Purwakata	40%	40%	60%	40%
8	Bogor	30%	0%	100%	0%
9	Bandung	60%	50%	35%	65%
10	Garut	30%	0%	100%	0%
11	Tasikmalaya	25%	0%	100%	0%
12	Ciamis	25%	0%	100%	0%

Keterangan: ME = Muatan Sendiri
MS = Muatan Ekspedisi

Total volume untuk muatan sendiri adalah perkalian persentase volume angkut muatan sendiri dengan kapasitas angkut dan muatan ekspedisi adalah perkalian antara persentase volume angkut muatan ekspedisi dengan kapasitas angkut. Total pengiriman tahunan untuk setiap pasar yang menggunakan kedua jenis muatan adalah hasil perkalian volume tahunan dengan persentase pengiriman di setiap pasar (Tabel IV dan Tabel V).

Tabel 4. Total Volume dan Pengiriman

No.	Pasar	Volume Angkut		Persentase Pengiriman	
		MS	ME	MS	ME
1	Serang	20 pk	90 pk	298 pk	446 pk
2	Pandegelang	16 pk	68 pk	246 pk	246 pk
3	Rangkasbitung	18 pk	83 pk	338 pk	226 pk
4	Tangerang	24 pk	113 pk	252 pk	588 pk
5	Bekasi	18 pk	75 pk	294 pk	294 pk
6	Karawang	16 pk	75 pk	294 pk	126 pk
7	Purwakata	16 pk	60 pk	230 pk	154 pk
8	Bogor	12 pk	0 pk	180 pk	0 pk
9	Bandung	24 pk	75 pk	181 pk	335 pk
10	Garut	12 pk	0 pk	204 pk	0 pk
11	Tasikmalaya	10 pk	0 pk	120 pk	0 pk
12	Ciamis	10 pk	0 pk	120 pk	0 pk

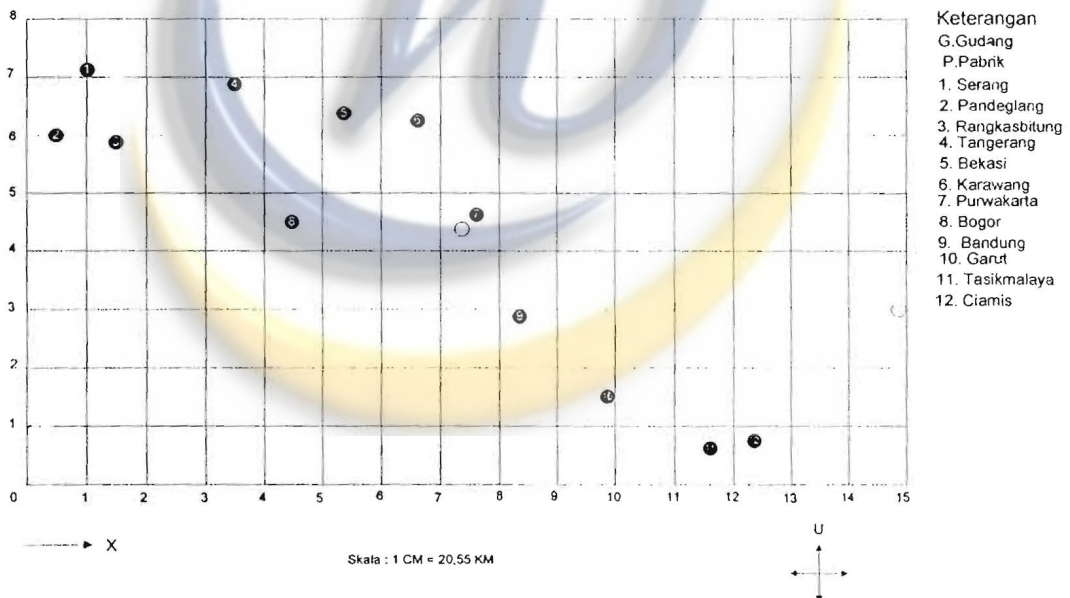
Keterangan: ME = Muatan Sendiri
MS = Muatan Ekspedisi

Peta Lokasi pabrik dan pasar diplot ke dalam bidang cartesius dengan sumbu x sebagai sumbu vertikal dan sumbu y sebagai sumbu horizontal. Dengan demikian, sistem dasar orientasi ini memungkinkan untuk mereplikasi daerah geografis dari koordinat x dan y, yaitu (190° BT; 7,5° LS) dan (106° BT ; 6° LS).

Tabel 5. Koordinat Volume, Tarif Transportasi, dan Permintaan

(i)	Volume Total Vi (paking)	Tarif Transportasi Ri (Rp/pk/km)	Koordinat	
			Xi	Yi
P	40 pk	20.70	14.025	3.175
1	20 pk	10.35	0.447	7.100
2	16 pk	8.28	0.558	6.045
3	18 pk	9.31	1.400	5.915
4	24 pk	12.42	3.420	6.810
5	18 pk	9.31	5.225	6.375
6	16 pk	8.28	6.750	6.220
7	16 pk	8.28	7.550	4.640
8	12 pk	6.21	4.215	4.540
9	24 pk	12.42	8.440	2.900
10	12 pk	6.21	9.875	1.450
11	10 pk	5.17	11.510	0.695
12	10 pk	5.17	12.350	0.790

Dari hasil perhitungan nilai-nilai koordinat X", Y", dan tarif transportasi yang dilakukan secara iteratif, diperoleh penentuan lokasi seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Penentuan Lokasi Pabrik, Pasar, dan Penempatan Lokasi Gedung

4. Hasil dan Pembahasan

Total biaya transportasi dapat dihitung dengan menjumlahkan kedua jenis muatan yang berbeda, yaitu muatan sendiri dan muatan ekspedisi. Dari total biaya transportasi tersebut, apakah pengiriman yang dilakukan setiap satu kali kirim dengan volume angkut yang tidak sesuai dengan kapasitas angkut yang tersedia akan sama besarnya biaya transportasi dengan adanya gudang. Dalam Tabel VI dan VII menunjukkan berbagai macam frekuensi pengiriman dan total biaya transportasi yang berbeda dari masing-masing pasar yang menggunakan pengiriman langsung dan pengiriman dengan adanya gudang.

Tabel 6. Total Biaya Transportasi dengan Pengiriman Langsung

No	Pasar	Frekuensi Pengiriman				Biaya Transportasi (Rp)		Total Biaya Transportasi (Rp)
		MS		ME		MS	ME	
1	Serang	15	kali	5	kali	1,190,400	4,675,600	5,866,000
2	Pandegelang	15	kali	4	kali	984,000	2,601,500	3,585,500
3	Rangkasbitung	19	kali	3	kali	1,353,600	2,372,400	3,726,000
4	Tangerang	11	kali	5	kali	1,008,000	6,127,000	7,135,000
5	Bekasi	16	kali	4	kali	1,176,000	3,093,500	4,269,500
6	Karawang	18	kali	2	kali	1,176,000	1,331,500	2,507,500
7	Purwakarta	14	kali	3	kali	921,600	1,634,400	2,556,000
8	Bogor	15	kali	0	kali	720,000	0	720,000
9	Bandung	8	kali	4	kali	722,400	3,517,850	4,240,250
10	Garut	17	kali	0	kali	816,000	0	816,000
11	Tasikmalaya	12	kali	0	kali	480,000	0	480,000
12	Ciamis	12	kali	0	kali	480,000	0	480,000
TOTAL		172		30		11,028,000	25,353,750	36,381,750

Keterangan: ME = Muatan Sendiri
MS = Muatan Ekspedisi

Total biaya transportasi mengalami kenaikan karena volume yang diangkut tidak sesuai dengan kapasitas angkut yang tersedia. Dengan demikian perusahaan harus sering melakukan pengiriman barang dengan persentase yang minimum.

Tabel 7. Total Biaya Transportasi dengan Adanya Gudang

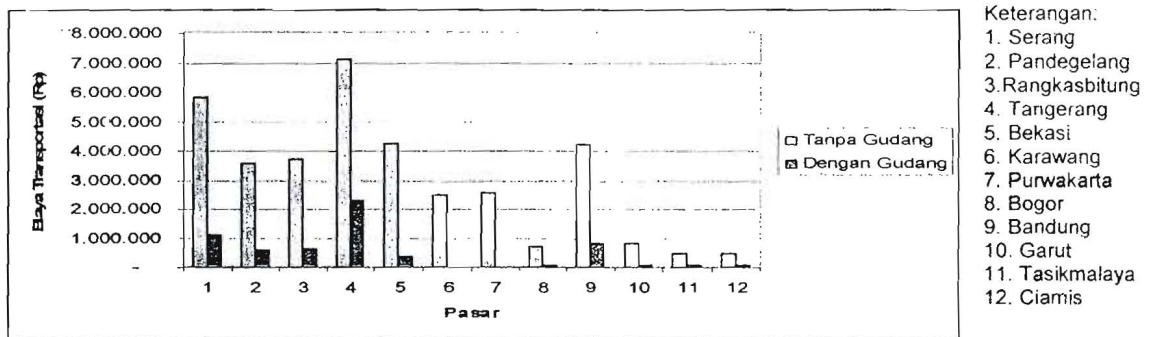
No	Pasar	Frekuensi Pengiriman		Biaya Transportasi (Rp)	Total Biaya Transportasi (Rp)
P	Pabrik	120	kali	127,666	16,507,249
1	Serang	37	kali	30,047	1,117,750
2	Pandegelang	31	kali	19,457	598,311
3	Rangkasbitung	30	kali	21,694	650,817
4	Tangerang	80	kali	28,692	2,295,336
5	Bekasi	36	kali	10,064	362,306
6	Karawang	23	kali	4,877	111,470
7	Purwakarta	27	kali	57	1,511
8	Bogor	12	kali	5,128	61,533
9	Bandung	69	kali	11,846	812,268
10	Garut	12	kali	6,013	72,152
11	Tasikmalaya	10	kali	5,922	59,221
12	Ciamis	10	kali	6,522	65,218
TOTAL		505		277,984	22,715,143

Dengan adanya gudang biaya transportasi dapat diturunkan karena volume barang yang dikirim dari pabrik ke gudang sesuai dengan kapasitas angkut walaupun frekuensi pengiriman dari lokasi gudang ke tempat-tempat tujuan akan sering, tetapi perusahaan dapat menghemat biaya transportasi dengan pengantaran yang relatif lebih dekat dibandingkan pada saat perusahaan melakukan pengiriman langsung.

Pada saat perusahaan melakukan pengiriman langsung dari pabrik ke tempat-tempat tujuan, volume barang yang diangkut tidak selalu sesuai dengan kapasitas angkut yang tersedia. Dengan demikian perusahaan harus sering melakukan pengiriman ke tempat-tempat tujuan sehingga meningkatkan biaya transportasi. Dengan adanya gudang, perusahaan dapat menghemat biaya transportasi karena volume barang yang diangkut dari pabrik ke lokasi gudang yang dimaksud akan sesuai dengan kapasitas angkut.

Perbandingan biaya transportasi tanpa gudang dan dengan adanya gudang untuk semua pasar dapat dilihat pada Gambar 2.





Gambar 2. Perbandingan Biaya Transportasi

Biaya transportasi sebelum menggunakan metode *center-of-gravity* untuk pasar Serang Rp 5.866.000, Pandegelang Rp 3.585.500, Rangkasbitung Rp 3.726.000, dan Tangerang Rp 7.135.000 dan setelah menggunakan metode *center-of-gravity* biaya transportasi dapat diturunkan untuk pasar Serang Rp 1.111.750 (penghematan sebesar 80,95%), Pandegelang Rp 598.311 (83,31%), Rangkasbitung Rp 650.811 (82,53%), dan Tangerang Rp 2.295.336 (67,83%).

Sebelum menggunakan metode *center-of-gravity*, biaya transportasi untuk pasar Bekasi Rp 4.269.500, Karawang Rp 2.507.500, Purwakarta Rp 2.556.000, dan Bogor Rp 720.000 dan setelah menggunakan metode *center-of-gravity* biaya transportasi dapat diturunkan untuk pasar Bekasi Rp 362.306(91,51%), Karawang Rp 111.470 (95,55%), Purwakarta Rp 1.511 (99,94%), dan Bogor Rp 61.533 (91,45%).

Biaya transportasi sebelum menggunakan metode *center-of-gravity* untuk pasar Bandung Rp 4.242.250, Garut Rp 816.000, Tasikmalaya Rp 480.000, dan Ciamis Rp 480.000 dan setelah menggunakan metode *center-of-gravity* biaya transportasi dapat diturunkan untuk pasar Bandung Rp 812.268 (80,84%), Garut Rp 72.152 (91,16%), Tasikmalaya Rp 59.221 (87,66%), dan Ciamis Rp 65.218 (86,41%).

Secara keseluruhan, dengan penempatan gudang baru dapat diperoleh penurunan total biaya transportasi tahunan untuk perusahaan sebesar Rp 13.667.000,00.

Daftar Pustaka

- Balla, Roland H., (1999), "*Business Logistic Management*", Five Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Bowersox, Donald J., (1986), "Manajemen Logistik 1 dan 2: Integrasi Sistem-sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material", Bumi Aksara, Jakarta.
- Bowersox, Donald J., Closs J., and Cooper, M. Bixby,(2002), "*Supply Chain Logistics Mangement*", McGraw-Hill International Edition.
- Dileep, R.S., (1994), "*Manufacturing Facilities: Location, Planing, and Design*", PWS Publishing Company, Boston.
- Levi, David Simchi, Kaminsky, Philip, and Edith, S.L., (2000), "*Designing and Managing the Supply Chain: Consept, Strategies, and Case Studies*", McGraw-Hill International Edition.