

Penentuan Jumlah dan Lokasi Gudang Yang Optimal Dengan Menggunakan Metode *Cluster*

Sulistyaningsih Jati Murti, Azizah Aisyati dan Bambang Suhardi
Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Abstract

This paper proposes Cluster method to determine warehouse number and location of CV. Lidah Buaya Detergent Cream. This Cluster method consist of two algorithms. The first is used to determine the number of warehouse and the second is used to determine potential warehouse location. On the first algorithm, calculation of total logistic costs is started with warehouses placement at every market area. The number of warehouse reduced one by one, so will be found market area grouping based on proximate distance. The number of optimal warehouse obtained from the calculation of minimum total logistic costs. Potential warehouse location calculated by using central of gravity.

Keywords : Warehouse, Cluster method, Total logistics costs, Central of gravity

1. Latar Belakang

Proses distribusi produk merupakan suatu upaya produsen untuk menyampaikan produknya ke tangan konsumen dengan sistem yang terencana dan terprogram. Proses pendistribusian produk yang baik harus seefisien dan seefektif mungkin, sehingga volume produksi, kapasitas gudang dan alokasi produk pada setiap daerah di dalam wilayah distribusinya mencapai tingkat keseimbangan yang baik. Untuk itulah diperlukan perencanaan distribusi yang baik (Firmansyah, 1997).

Pendistribusian produk kepada konsumen harus ditangani dengan teliti dan cermat. Sebab hal ini dapat menjadi salah satu hambatan bagi perusahaan dalam memenangkan persaingan dengan perusahaan lainnya jika kecepatan pendistribusiannya tidak tinggi. Cepat atau lambatnya pendistribusian produk ke konsumen salah satunya tergantung kepada kedekatan antara gudang penyalur dengan pasar (konsumen). Salah satu alternatif-alternatif pemecahan masalah tersebut yang dapat dilakukan diantaranya adalah mengevaluasi letak serta jumlah gudang agar dapat menghasilkan pendistribusian dan pengalokasian produk yang optimal. Melalui pendirian gudang distribusi diharapkan memperoleh pola distribusi dan pengalokasian produk yang optimal disamping kegunaan lainnya.

CV. Lidah Buaya *Detergent Cream* sebagai salah satu perusahaan yang sedang berkembang di Magelang, Jawa Tengah, juga tidak terlepas dari masalah pergudangan. Hal ini dikarenakan CV. Lidah Buaya memproduksi sabun *detergent cream* dan plastik, yang merupakan salah satu kebutuhan harian dalam masyarakat yang memerlukan fungsi gudang dalam mendistribusikan produknya. Dengan demikian CV. Lidah Buaya *Detergent Cream* memerlukan suatu perencanaan yang baik dalam hal penentuan jumlah dan lokasi gudang agar terjadi proses distribusi yang lancar dari pabrik ke konsumen akhir.

Untuk menyelesaikan masalah penentuan lokasi gudang pada CV. Lidah Buaya *Detergent Cream* dapat digunakan model penentuan lokasi fasilitas majemuk. Hal ini dikarenakan CV. Lidah Buaya *Detergent Cream* telah mempunyai 5 (lima) Buah gudang yang tersebar di Pekalongan, Purwokerto, Semarang, Magelang dan Tasikmalaya.

Pada model penentuan lokasi gudang majemuk dapat digunakan metode *cluster*. Metode *cluster* adalah merupakan pengelompokan lokasi pasar yang terdekat, selanjutnya dilakukan analisis tentang lokasi fasilitas potensial melalui *central of gravity* (Sutarman, 1997). Metode *cluster* ini mempunyai kelebihan dalam mengevaluasi letak dan jumlah gudang dibandingkan dengan metode lainnya karena metode ini dapat membebaskan kebutuhan terhadap lokasi fasilitas yang potensial dan dapat menganalisa dengan lebih jelas ongkos-ongkos yang dikeluarkan karena dalam melakukan iterasi hal-hal yang perlu diperhatikan adalah ongkos-ongkos per unit. Selain itu metode *cluster* memberikan solusi yang optimal.

2. Model Cluster

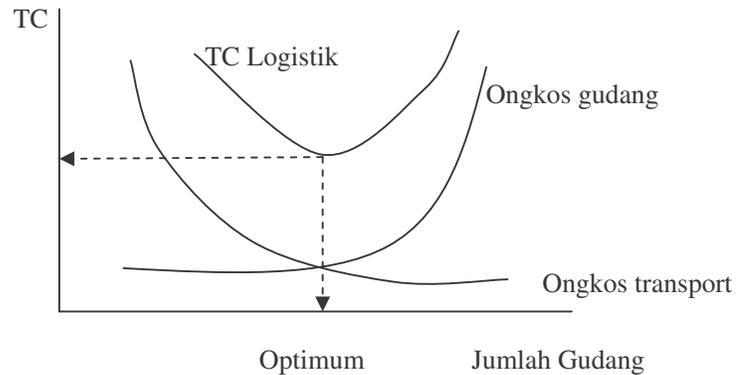
Masalah mendasar dalam melakukan analisis lokasi fasilitas majemuk, adalah bagaimana cara membebaskan kebutuhan pelanggan terhadap lokasi potensial fasilitas, karena terdapat banyak alternatif pembebanan jika dihadapkan pada masalah pelanggan yang tersebar serta fasilitas yang banyak. Pada prinsipnya metode *cluster* merupakan metode pengelompokan pasar terdekat, selanjutnya dilakukan analisis tentang lokasi fasilitas potensial melalui *central of gravity*.

Adapun algoritma *cluster* adalah sebagai berikut :

- a. Mulai dengan sebuah gudang di masing-masing demand atau *market site*. Ongkos total yang dihasilkan oleh solusi ini, ongkos total logistik yang tertinggi karena diperoleh dengan jumlah fasilitas yang paling maksimum.
- b. Kurangi jumlah gudang satu per satu dengan cara melakukan pengelompokan antar pasar-pasar yang terdekat, menjadi satu kelompok baru dengan satu lokasi gudang potensial.
- c. Tentukan *center of gravity* dari kelompok baru ini, dan tetapkan titik itu sebagai lokasi gudang.
- d. Hitung ongkos logistik total, setelah mengalami pengurangan jumlah gudang.
- e. Ulangi langkah 2-4 sampai tidak mungkin adanya pengelompokan lagi, dengan kata lain fasilitas gudang tinggal satu.

Dari algoritma *cluster* tersebut akan diperoleh alternatif-alternatif dari jumlah dan lokasi gudang. Selanjutnya alternatif-alternatif *cluster* akan dipilih alternatif yang mempunyai total ongkos logistik yang terkecil.

Metode *cluster* memiliki dasar pemikiran bahwa semakin banyak jumlah gudang yang dimiliki akan meningkatkan pelayanan kepada pelanggan, resikonya akan menanggung biaya gudang yang tinggi tapi biaya transport yang kecil. Konflik pada dua ongkos tersebut perlu dilakukan *trade off*, hasil proses *trade off* tersebut merupakan jumlah fasilitas gudang yang optimal dengan kriteria ongkos logistik terkecil. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Jumlah gudang optimum

Sumber : Sutarman, 2000

Pada metode *cluster*, data masukan (*input*) yang diperlukan untuk menyelesaikan persoalan penentuan lokasi dan jumlah gudang yang optimal adalah sebagai berikut :

- a) Peta grid setiap daerah, sehingga dapat diperoleh koordinat tiap-tiap daerah
- b) Data hasil peramalan tiap daerah pemasaran
- c) Pengelompokan daerah dengan daerah lain yang terdekat, yang telah memiliki data demand dan *center of gravity*-nya.
- d) Data ongkos tetap
- e) Data fungsi ongkos transport dan fungsi ongkos simpan (gudang).

Setelah data diperoleh, selanjutnya dilakukan proses iterasi. Iterasi awal dilakukan dengan mengalokasikan gudang pada setiap daerah pasar, sehingga akan mendapat ongkos total logistik yang besar. Banyaknya jumlah gudang akan berakibat ongkos simpan yang tinggi, walaupun ongkos transport yang rendah. Pada kondisi ini, tingkat pelayanan kepada pihak konsumen akan tinggi, tapi perusahaan akan menderita rugi.

Proses iterasi berlanjut, dengan cara melakukan pengelompokan antar daerah pasar yang paling berdekatan, dengan kata lain jumlah alokasi gudang akan berkurang dari sebelumnya karena terdapat daerah pasar yang disatukan, maka ongkos simpan akan menurun tapi ongkos transport mulai naik. Iterasi akan berhenti, pada saat pengelompokan sudah selesai dilakukan, dengan kata lain pasar hanya tinggal satu dan alokasi gudang hanya satu. Pada kondisi ini jumlah gudang paling sedikit dan ongkos simpan paling rendah sedangkan ongkos transportasi paling tinggi.

Langkah-langkah iterasi *cluster* adalah sebagai berikut :

- 1). Melakukan pembentukan *cluster* antara pasar untuk membentuk suatu pelayanan gudang dengan jarak yang terdekat
- 2). Menghitung "*center gravity*" atas *cluster* yang terbentuk
- 3). Menghitung matrik jarak
- 4). Menghitung ongkos transportasi
- 5). Menghitung ongkos simpan (*carrying cost*)
- 6). Menghitung ongkos tetap gudang
- 7). Menghitung Total Ongkos Logistik
- 8). Mengulangi tahap ini sampai ditemukan ongkos logistik yang paling minimum.

a. Melakukan pembentukan *cluster* antara pasar untuk membentuk suatu pelayanan gudang dengan jarak yang terdekat

Pada langkah ini, dilakukan pembentukan *cluster-cluster* antar daerah pemasaran untuk membentuk suatu pelayanan gudang dengan jarak yang terdekat. *Cluster* yang telah terbentuk ini merupakan langkah awal dalam menentukan lokasi dan jumlah gudang dengan menggunakan metode *cluster*.

b. Menghitung “center gravity” atas *cluster* yang terbentuk

Setelah terbentuk *cluster* antar daerah pemasaran maka selanjutnya adalah menghitung “center gravity”. Adapun formulasi yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum V_i.R_i.X_i}{\sum V_i.R_i} \dots\dots\dots(1)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum V_i.R_i.Y_i}{\sum V_i.R_i} \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

- V_i = volume produk yang dikirim dari (ke) titik i
- R_i = ongkos transport untuk mengirim dari (ke) titik i
- X_i, Y_i = titik koordinat untuk titik i
- \bar{X}, \bar{Y} = titik koordinat untuk lokasi fasilitas

c. Menghitung matrik jarak

Untuk menghitung jarak digunakan rumus jarak “euclidean” yaitu sebagai berikut :

$$d = k\sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

- d = Jarak antara gudang dengan pasar atau jarak dari pabrik ke gudang
- k = skala pada peta grid
- X_1, Y_1 = titik koordinat untuk tempat yang dituju (gudang, pasar)
- X_2, Y_2 = titik koordinat untuk tempat asal (pabrik, gudang)

d. Menghitung ongkos transportasi

Pada langkah ini, dilakukan perhitungan ongkos transportasi baik ongkos transportasi *inbound* maupun *outbound*. Ongkos transportasi *inbound* yaitu ongkos transportasi untuk mengangkut produk atau komoditi dari pabrik ke gudang. Sedangkan ongkos transportasi *outbound* yaitu ongkos transportasi untuk mengangkut produk atau komoditi dari gudang ke agen (penyalur).

Ongkos transportasi merupakan fungsi dari jarak dan jumlah barang yang diangkut, memiliki hubungan linier terhadap jarak dan volume. Formulasi yang dapat digunakan yaitu :

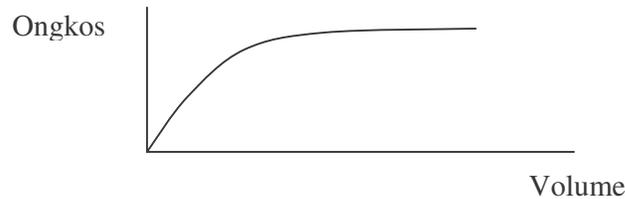
$$Tr = \sum_i V_i.R_i.d_i \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

- Tr = total ongkos transport
- V_i = volume pada titik i
- R_i = rata-rata transportasi untuk titik i
- d_i = Jarak antara ke titik i dari fasilitas yang dilokasikan

e. Menghitung ongkos simpan (*carrying cost*)

Pada langkah ini, dilakukan perhitungan ongkos simpan. Ongkos simpan adalah semua ongkos yang dikeluarkan sehubungan dengan adanya proses penyimpanan suatu barang. Besarnya biaya ini dipengaruhi oleh jumlah/volume barang yang disimpan. Pada penyimpanan barang digudang tidak terlepas dari prinsip yang menyatakan bahwa laju ongkos penyimpanan akan menurun jika volume barang yang disimpan meningkat, sehingga mengakibatkan ongkos simpan tidak meningkat secara linier tetapi mendekati fungsi pangkat 0,5 seperti pada gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Fungsi Ongkos Simpan

Sumber : Ballou, 1992

Dengan mengestimasi persamaan garis ongkos simpan diatas maka diketahui persamaan ongkos simpannya sebagai berikut :

$$\text{Ongkos simpan (CC)} = \frac{\text{koefisien ongkos simpan} \sqrt{\text{volume}}}{\text{volume}} \dots\dots\dots(5)$$

f. Menghitung ongkos tetap gudang

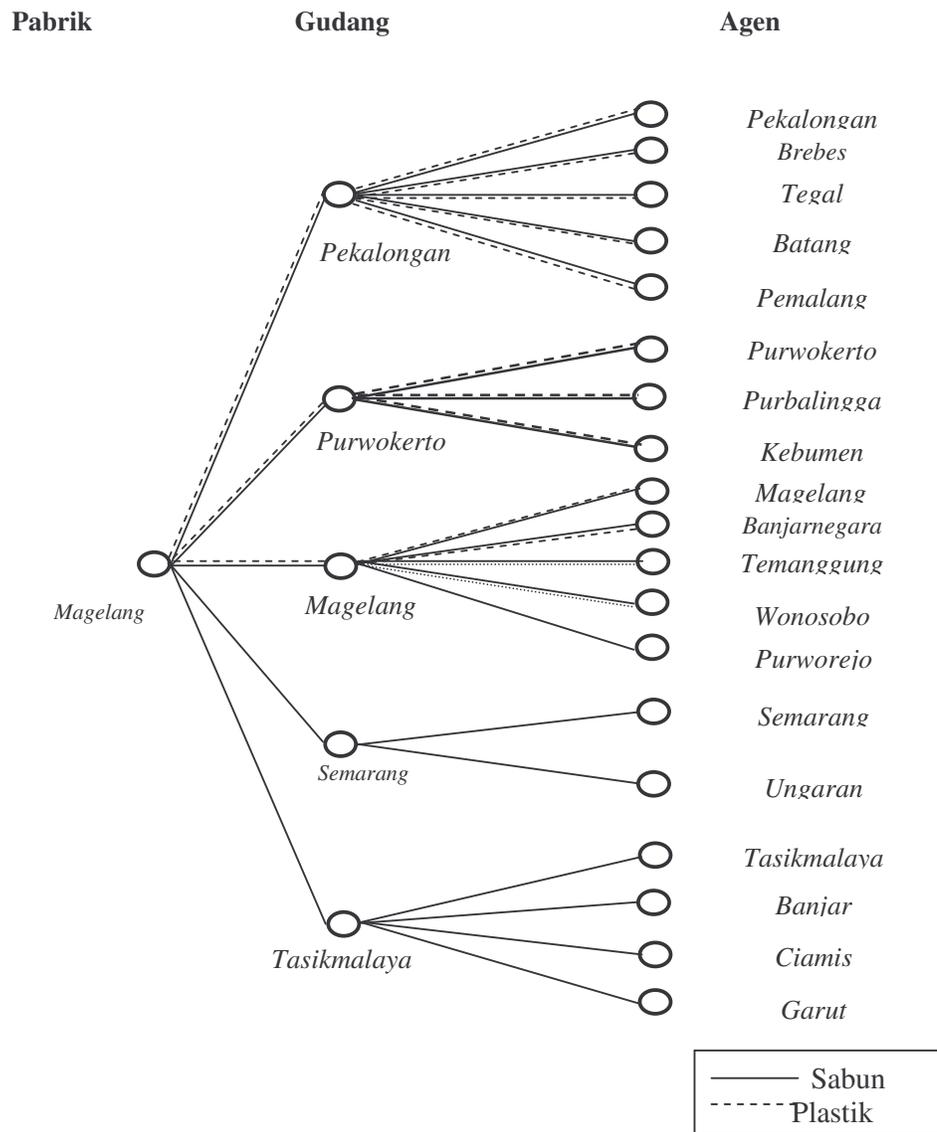
Ongkos tetap gudang adalah ongkos yang besar/kecilnya tidak dipengaruhi oleh fluktuasi ongkos barang yang disimpan di gudang. Perhitungannya adalah penjumlahan dari ongkos-ongkos depresiasi, gaji pegawai, listrik, perawatan, administrasi, PBB dan asuransi.

g. Menghitung Ongkos total

Pada langkah ini, dilakukan perhitungan total ongkos logistik, baik ongkos transportasi, ongkos simpan maupun ongkos tetap gudang.

3. Struktur Distribusi

Untuk memudahkan dalam pengiriman sabun *detergent cream* dan plastik, PT. Lidah Buaya *Detergent cream* telah memiliki jaringan distribusi. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan informasi yang jelas dalam pengiriman produknya mulai dari pabrik sebagai pusat distribusi, ke gudang-gudang sampai ke agen (penyalur). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Jaringan distribusi

4. Penentuan Lokasi Gudang dan Jumlah Gudang

Sebelum melakukan iterasi metode cluster terlebih dahulu harus diketahui titik koordinat, jumlah permintaan . dari masing-masing daerah pemasaran, serta biaya transportasi dan biaya penyimpanan. Pada awal iterasi diawali pada gudang dengan masing-masing daerah pasar, sehingga biaya transportasi pada iterasi awal adalah 0. Sebagai contoh, iterasi 0, iterasi 1 dan iterasi akhir digambarkan seperti pada tabel berikut ini :

Iterasi 0

| Pabrik | Gudang | Pasar | Jarak pabrik ke gudang (D) | Jarak gudang ke pasar (d) | Transport | | | | Transportation Cost | Carrying Cost | Fixed Cost | Logistic cost |
|----------------------------|------------|------------|----------------------------|---------------------------|-----------|---------|----------|---------|---------------------|---------------|--------------|---------------|
| | | | | | Inbound | | Outbound | | | | | |
| | | | | | sabun | Plastik | sabun | plastik | | | | |
| Magelang | Pekalongan | Pekalongan | 89,12982105 | 0 | 5 | 11 | 0 | 0 | 58219747,42 | 4645001,233 | 42430000 | 105294748,65 |
| Magelang | Brebes | Brebes | 144,0219167 | 0 | 5 | 11 | 0 | 0 | 84437522,66 | 4425383,722 | 42430000 | 131292906,38 |
| Magelang | Tegal | Tegal | 134,7954469 | 0 | 5 | 11 | 0 | 0 | 71671011,93 | 4204316,948 | 42430000 | 118305328,88 |
| Magelang | Batang | Batang | 80,671014 | 0 | 5 | 11 | 0 | 0 | 39587326,91 | 4058057,739 | 42430000 | 86075384,65 |
| Magelang | Pemalang | Pemalang | 109,2454232 | 0 | 5 | 11 | 0 | 0 | 58792174,33 | 4236722,613 | 42430000 | 105458896,94 |
| Total logistic cost | | | | | | | | | | | 546427265,50 | |

Iterasi 1

| Pabrik | Gudang | Pasar | Jarak pabrik ke gudang (D) | Jarak gudang ke pasar (d) | Transport | | | | Transportation Cost | Carrying Cost | Fixed Cost | Logistic cost |
|----------------------------|----------|------------|----------------------------|---------------------------|-----------|---------|----------|---------|---------------------|---------------|--------------|---------------|
| | | | | | Inbound | | Outbound | | | | | |
| | | | | | sabun | Plastik | sabun | plastik | | | | |
| Magelang | CG1 | Pekalongan | 85,53273502 | 3,980125824 | 5 | 11 | 8 | 15 | 59901794,3 | 3499414,273 | 24510215,37 | 87911423,94 |
| Magelang | Brebes | Brebes | 144,0219167 | 0 | 5 | 11 | 0 | 0 | 84437522,66 | 4425383,722 | 42430000 | 131292906,38 |
| Magelang | Tegal | Tegal | 134,7954469 | 0 | 5 | 11 | 0 | 0 | 71671011,93 | 4204316,948 | 42430000 | 118305328,88 |
| Magelang | CG1 | Batang | 85,53273502 | 5,443912589 | 5 | 11 | 8 | 15 | 46088349,53 | 2673088,169 | 17919784,63 | 66681222,32 |
| Magelang | Pemalang | Pemalang | 109,2454232 | 0 | 5 | 11 | 0 | 0 | 58792174,33 | 4236722,613 | 42430000 | 105458896,94 |
| Total logistic cost | | | | | | | | | | | 509649778,47 | |

Iterasi 4 (akhir)

| Pabrik | Gudang | Pasar | Jarak pabrik ke gudang (D) | Jarak gudang ke pasar (d) | Transport | | | | Transportation Cost | Carrying Cost | Fixed Cost | Logistic cost |
|----------------------------|----------|------------|----------------------------|---------------------------|-----------|---------|----------|---------|---------------------|---------------|--------------|---------------|
| | | | | | Inbound | | Outbound | | | | | |
| | | | | | sabun | Plastik | sabun | plastik | | | | |
| Magelang | CG1 | Pekalongan | 85,53273502 | 3,980125824 | 5 | 11 | 8 | 15 | 59901794,3 | 3499414,273 | 24510215,37 | 87911423,94 |
| Magelang | Brebes | Brebes | 144,0219167 | 0 | 5 | 11 | 0 | 0 | 84437522,66 | 4425383,722 | 42430000 | 131292906,38 |
| Magelang | Tegal | Tegal | 134,7954469 | 0 | 5 | 11 | 0 | 0 | 71671011,93 | 4204316,948 | 42430000 | 118305328,88 |
| Magelang | CG1 | Batang | 85,53273502 | 5,443912589 | 5 | 11 | 8 | 15 | 46088349,53 | 2673088,169 | 17919784,63 | 66681222,32 |
| Magelang | Pemalang | Pemalang | 109,2454232 | 0 | 5 | 11 | 0 | 0 | 58792174,33 | 4236722,613 | 42430000 | 105458896,94 |
| Total logistic cost | | | | | | | | | | | 509649778,47 | |

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode cluster didapatkan jumlah gudang optimal sebanyak 8 buah gudang.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Lokasi gudang yang optimal yaitu sebagai berikut:
 - a. Gudang I, terletak pada titik koordinat (12,13;9,31) menyuplai daerah Pekalongan, Batang dan Pemalang.
 - b. Gudang II, terletak pada titik koordinat (8,7;9,5) menyuplai daerah Brebes.
 - c. Gudang III, terletak pada titik koordinat (9,3;9,5) menyuplai daerah Tegal.
 - d. Gudang IV, terletak pada titik koordinat (10,16;6,19) menyuplai daerah Purwokerto dan Purbalingga.
 - e. Gudang V, terletak pada titik koordinat (12,7;4,5) menyuplai daerah Kebumen.
 - f. Gudang VI, terletak pada titik koordinat (14,6;6,16) menyuplai daerah Magelang, Temanggung, Wonosobo, Banjarnegara dan Purworejo.
 - g. Gudang VII, terletak pada titik koordinat (17,21;8,5) menyuplai daerah Semarang dan Ungaran.
 - h. Gudang VIII, terletak pada titik koordinat (3,75;6,71) menyuplai daerah Tasikmalaya, Banjar, Garut dan Ciamis.
2. Penelitian ini juga menghasilkan penghematan dari biaya total logistik per tahun. Penghematan untuk tiap wilayah adalah sebagai berikut :
 - a. Wilayah Pekalongan dan sekitarnya diperoleh penghematan 14,65%.
 - b. Wilayah Purwokerto dan sekitarnya diperoleh penghematan 15,24%.
 - c. Wilayah Semarang dan sekitarnya diperoleh penghematan 4,9%.
 - d. Wilayah Tasikmalaya dan sekitarnya diperoleh penghematan 6,7%.

Daftar Pustaka

- Ballow, Ronald H., (1992), *Bussines Logistic Management*, New Jersey, Prentice Hall, England Cliff.
- Bloomberg, David, J. Adrian Murray, (1996), *The Management of Integrated Logistics*, Prentice Hall Australian.
- David de La Fuente, Jesusu Lozano, (1998), *Determining Warehouse Number and Location in Spain by Cluster Analysis*, International Journal of Physical Distribution and Logistic Managemnt, Vol. 28 No 1.
- Firmansyah, Hengky, (1997), *Penentuan Jumlah dan Lokasi gudang Yang Optimal dengan Menggunakan Metode Displan (Studi Kasus pada PT. Inti Boga Sejahtera Jakarta)*, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Management Industri, Universitas Pasundan, Bandung.
- Gitosudarmo, Indriyo dan Mohamad Najmudin, (2000), *Teknik Proyeksi Bisnis*, Edisi Pertama, BPFE, Yogyakarta.
- Sutarman, (2000), *Penentuan Jumlah dan Lokasi Fasilitas Gudang Distribusi dengan Menggunakan Metode Cluster (Studi Kasus di Apegti Jawa Barat)*, Proceeding Pertemuan Ilmiah BKSTI, Yogyakarta.