

Perancangan Sistem Jaringan Distribusi Untuk Lokasi Fasilitas Baru Dengan Gudang Transit Pada PT Central Pertiwi Bahari

1st Irfan Wisnu Nadhif Putra
 Fakultas Rekayasa Industri
 Universitas Telkom
 Bandung, Indonesia

irfanwisnu@student.telkomuniversity.ac.id

2nd M. Nashir Ardiansyah
 Fakultas Rekayasa Industri
 Universitas Telkom
 Bandung, Indonesia

nashirardiansyah@student.telkomuniversity.ac.id

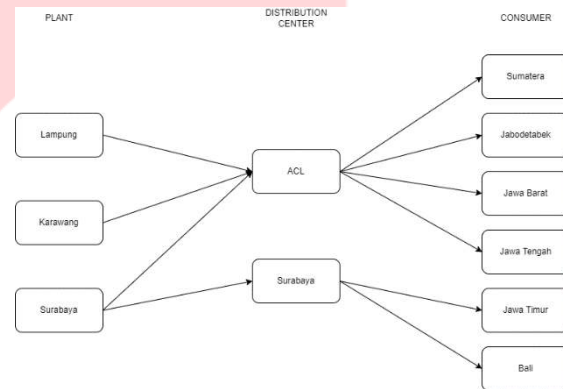
3rd Nova Indah Saragih
 Fakultas Rekayasa Industri
 Universitas Telkom
 Bandung, Indonesia

novaindah@student.telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Biaya distribusi dari PT Central Pertiwi Bahari eksisting termasuk dalam kategori perusahaan dengan performansi distribusi tipikal. Kondisi perusahaan eksisting memiliki pabrik yang berlokasi di Surabaya, Jawa Timur, akan tetapi, konsumen yang dimiliki oleh perusahaan terpusat pada Jabodetabek. Perusahaan telah merencanakan perpindahan lokasi pabrik ke Kendal, Jawa Tengah, sehingga perusahaan memerlukan jaringan distribusi baru untuk lokasi pabrik baru, dengan kapasitas produksi yang berbeda. Distribusi barang jadi menjadi faktor penentu keberhasilan produk, karena distribusi merupakan aktivitas penyalur antara produsen dengan konsumen, kegagalan produk dalam proses distribusi sangat merugikan perusahaan. Jaringan distribusi adalah kelompok fasilitas penyimpanan dan sistem transportasi yang saling berhubungan, menerima inventaris produk dan mengirimkan ke pelanggan, untuk model inventaris perusahaan akan menggunakan gudang transit. akan melakukan optimasi model jaringan distribusi dengan gudang transit menggunakan dua metode yang berbeda, yaitu single objective linear programming (LP) dari Chopra, Meindl tahun 2016 dan mixed integer non-linear programming (MINLP) dari T. Paksoy tahun 2010 yang memiliki 3 fungsi tujuan. PT Central Pertiwi Bahari akan memiliki 3 pabrik, yang berlokasi di Lampung, Karawang, Kendal, dan pusat gudang distribusi sebanyak 3, berlokasi di ACL, Kendal, dan Surabaya. Fasilitas ini akan memenuhi konsumen yang berada di Sumatera, Jabodetabek, Jawa Tengah, Jawa Barat, Jawa Timur, dan Bali.

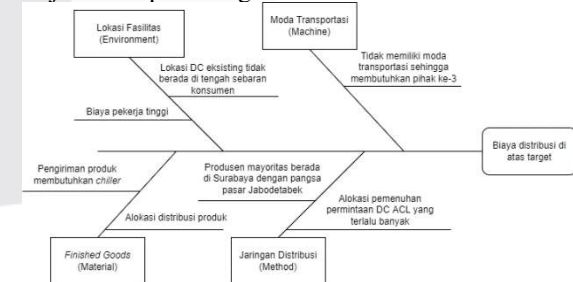
I. PENDAHULUAN

PT Central Pertiwi Bahari yang merupakan anak perusahaan dari PT Central Proteina Prima, saat ini memiliki pabrik di 3 lokasi, yaitu di Lampung, Karawang, dan Surabaya. Pabrik yang dimiliki oleh PT Central Pertiwi Bahari atau disebut Unit Pengolahan Ikan (UPI) mengolah produk setengah jadi dan menjualnya menjadi produk ready to cook atau frozen. PT Central Pertiwi Bahari memiliki 2 gudang utama yaitu di Surabaya dan di Jakarta yang disebut ACL, dan nantinya akan bertambah gudang di Kendal, Jawa Tengah. Finished goods tersebut akan dikirim ke gudang yang ada di Jakarta, Surabaya atau Kendal dan didistribusikan ke konsumen melalui distributor pihak ketiga, dengan jaringan distribusi sebagai berikut:



GAMBAR I.1
 JARINGAN DISTRIBUSI EKSISTING PT CENTRAL PERTIWI BAHARI

Dengan menggunakan jaringan distribusi eksisting, perusahaan mengeluarkan biaya distribusi rata-rata per Kg sebesar Rp 2.176,15 dengan target biaya distribusi Rp 1.600, penyebab dari biaya distribusi realistik berada di atas target akan dijabarkan pada diagram berikut.



GAMBAR I.2
 DIAGRAM TULANG IKAN

Pada kondisi eksisting, fasilitas pabrik Surabaya memiliki kapasitas produksi terbanyak, dan mayoritas dikirimkan ke Jabodetabek. Lalu faktor berikutnya PT Central Pertiwi Bahari menggunakan pihak ke 3 untuk aktivitas distribusi, sehingga terjadi biaya mark-up dari pihak ke 3 tersebut. Akar masalah perusahaan berada pada alokasi distribusi produk, sehingga diperlukan perbaikan alokasi distribusi pada jaringan distribusi. PT Central Pertiwi Bahari termasuk dalam

kategori *Typical Performance* [1] karena perusahaan memiliki biaya distribusi sebesar 6,25% dari total pendapatan perusahaan dengan biaya distribusi sebesar Rp 2.176,15 per Kg, sehingga jaringan distribusi perusahaan memiliki kesempatan untuk melakukan penghematan dalam aspek distribusi dengan menekan biaya distribusi per Kg. PT Central Pertiwi Bahari memindah pabrik dikarenakan kendala biaya produksi dan juga biaya distribusi. Maka dari itu, pemindahan pabrik akan diikuti dengan berubahnya jaringan rantai pasokan [2]. Pada penelitian ini, perancangan jaringan distribusi akan dirancang menggunakan dua metode, yaitu *Single Objective Linear Programming* yang akan diselesaikan menggunakan Python dengan *package* Gurobi dan *Multi Objective Mixed Integer Non-Linear Programming* yang akan diselesaikan menggunakan excel dengan solver karena Gurobi tidak dapat menyelesaikan permasalahan non-linear.

II. KAJIAN TEORI

A. Inventaris

Inventaris atau biasa disebut persediaan adalah istilah *finished goods* untuk dijual dan bahan mentah yang akan digunakan untuk membuat *finished goods* sehingga tersedia untuk dijual [3]. Persediaan merupakan aset penting dalam bisnis karena perputaran persediaan merupakan salah satu sumber pendapatan dan penghasilan untuk stakeholder perusahaan. Persediaan merupakan rangkaian barang jadi atau barang yang akan digunakan dalam produksi yang dipegang oleh perusahaan.

B. Rantai Pasok

Rantai pasokan mencakup semua pihak yang terlibat, secara langsung atau tidak langsung, dalam memenuhi permintaan pelanggan [3]. Rantai pasokan mencakup produsen, pemasok, pengangkut, pergudangan, ritel, dan pelanggan dari produk tersebut. Di setiap organisasi, seperti pabrikaan, rantai pasokan mencakup semua fungsi yang terlibat dalam menerima dan melaksanakan permintaan pelanggan.

C. Sistem Jaringan Distribusi

Distribusi mengarah pada langkah-langkah yang diambil untuk memindahkan dan menyimpan produk dari tingkat pemasok ke tingkat pelanggan dalam rantai pasokan [3]. Distribusi terjadi dalam setiap hubungan tingkatan dalam rantai pasokan. Bahan baku dan komponen dipindahkan dari pemasok ke produsen, sedangkan produk jadi dipindahkan dari pabrik ke konsumen. Distribusi adalah pendorong utama profitabilitas perusahaan karena mempengaruhi biaya rantai pasokan dan kepuasan pelanggan secara langsung. Proses dalam pembuatan jaringan distribusi dibagi menjadi dua fase. dalam fase pertama yaitu membuat visualisasi struktur awal jaringan rantai pasok. Dalam fase ini, penentuan dari jumlah tingkatan dalam rantai pasok dan peran tiap tingkatannya. Lalu fase kedua yaitu mengambil struktur awal dari fase pertama, lalu mengubahnya menjadi lokasi spesifik dan menyesuaikan kapabilitas, kapasitas, dan alokasi pemenuhan permintaannya [3]. Untuk memaksimalkan efisiensi dan ke tanggapan sistem jaringan distribusi dengan menggunakan gudang transit sebagai penyimpanan buffer perusahaan [4].

D. Supply Chain Cost (SCC)

SCC adalah semua biaya yang ada adalah rantai pasok. SCC merupakan biaya dengan persentase besar dari harga penjualan suatu produk atau jasa. Produsen biasanya menentukan biaya rantai pasokan menggunakan total biaya kepemilikan. Total biaya kepemilikan didefinisikan sebagai

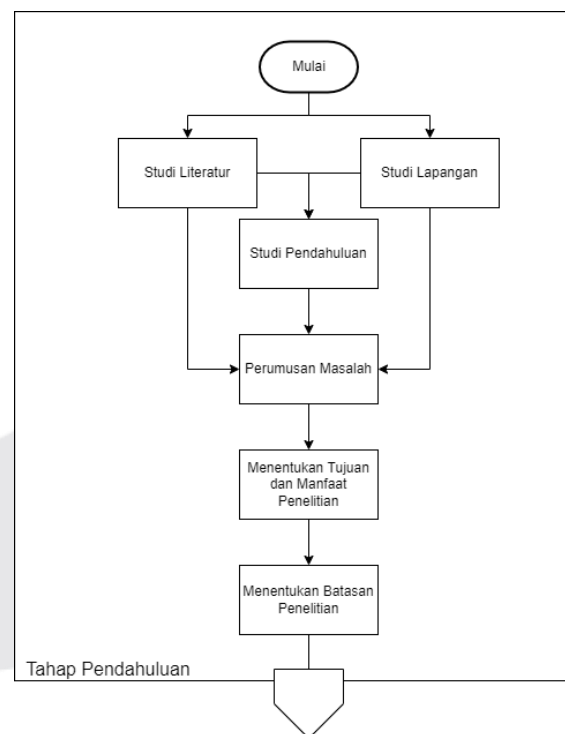
harga pembelian atau perolehan barang atau jasa. Untuk itu, penambahan biaya tambahan yang dikeluarkan sebelum atau setelah pengiriman produk atau layanan. Menerapkan analisis biaya total kepemilikan ke rantai pasokan berarti mengidentifikasi semua biaya.

D. Mathematical Optimization

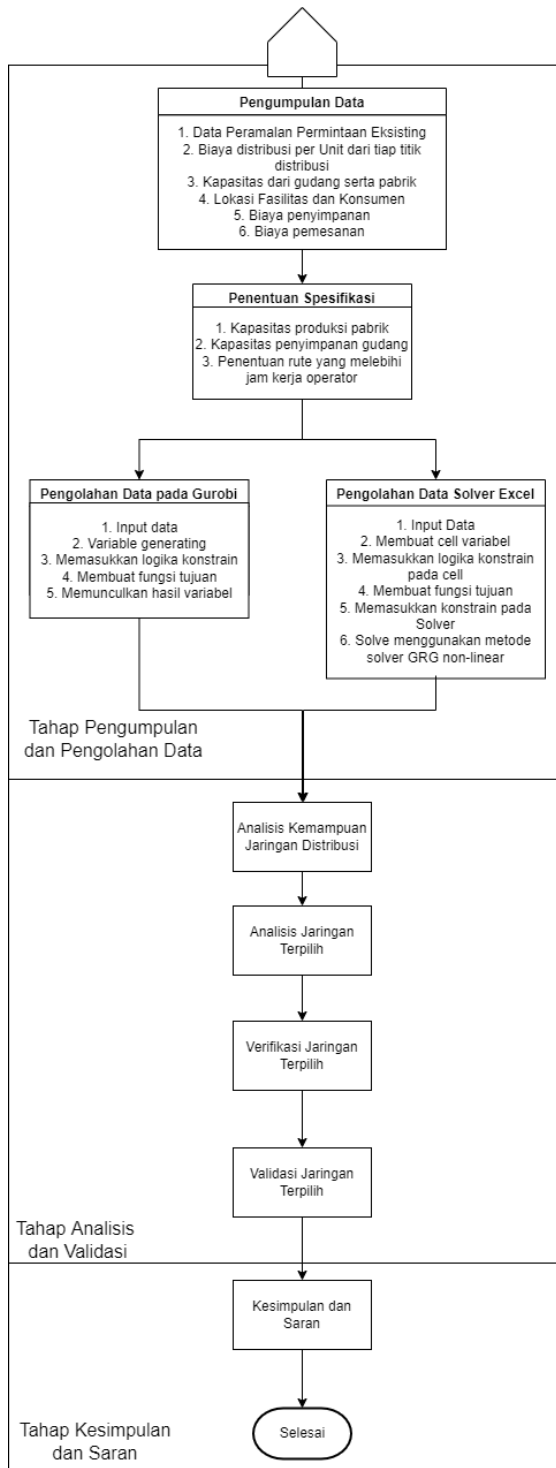
Optimasi matematis atau pemrograman matematika adalah pemilihan elemen terbaik, dengan memperhatikan beberapa kriteria, dari beberapa set alternatif yang tersedia, masalah optimasi muncul di semua disiplin kuantitatif dari ilmu komputer dan teknik hingga riset operasional dan ekonomi, dan pengembangan metode solusi telah menjadi kunci utama dari matematika [6]. Dalam kasus sederhana, masalah optimasi terdiri dari maksimasi atau minimasi fungsi nyata dengan cara sistematis memilih nilai input dari dalam himpunan nilai yang diperbolehkan berdasarkan batasan dan menghitung nilai fungsi [6]. Optimasi mencakup menemukan nilai terbaik yang tersedia dari beberapa fungsi tujuan yang akan dicari atau optimal secara global.

III. METODE

Penelitian ini akan berfokus pada menghasilkan usulan jaringan distribusi dengan berpindahnya fasilitas yang dimiliki perusahaan. Dalam proses perancangan jaringan distribusi, akan dijelaskan pada diagram alur yang menjelaskan alur berjalannya penelitian



GAMBAR III.1
SISTEMATIKA PERANCANGAN (1)



GAMBAR III.2
SISTEMATIKA PERANCANGAN (2)

DATA YANG DIPERLUKAN

A. KAPASITAS DC DAN PABRIK

TABEL III.1
KAPASITAS DC DAN PABRIK

Jenis	Lokasi	Batasan Kapasitas (Kg/bulan)
Pabrik	Lampung	75.000
	Karawang	125.000
	Kendal	250.000
DC	ACL	385.000
	Surabaya	50.000
	Kendal_DC	215.000

B. PERMINTAAN KONSUMEN

TABEL III.2
PERAMALAN PERMINTAAN KONSUMEN 2022

Jenis	Lokasi	Permintaan (Kg/bulan)
Konsumen	Jawa Tengah	42.010,72
	Jawa Timur	75.124,81
	Bali	2.916,58
	Sumatera	63.983,28
	Jabodetabek	234.320,41
	Jawa Barat	25.656,71

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. PENGOLAHAN PADA GUROBI

Model *Single Objective Linear Programming* [3] akan diselesaikan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan *package* Gurobi.

Minimasi biaya distribusi:

$$\text{Minimize } f_1 \sum_k \sum_j a_{kj} f_{kj} + \sum_j \sum_i c_{ji} q_{ji};$$

Keterangan:

a_{kj} = Indeks untuk unit biaya transportasi untuk produk jadi dari pabrik k ke pusat distribusi j

f_{kj} = Indeks untuk kuantitas produk yang dikirim dari pabrik k ke pusat distribusi j

c_{ji} = Indeks untuk unit biaya transportasi untuk produk jadi dari pusat distribusi j ke konsumen i

q_{ji} = Indeks untuk kuantitas produk yang dikirim dari pusat distribusi j ke konsumen i

Batasan kapasitas untuk gudang distribusi:

$$\sum_j f_{kj} \leq W_j \quad \forall j,$$

Keterangan:

W_j = Indeks untuk kapasitas distribusi dari pusat distribusi j

Batasan kapasitas untuk pabrik:

$$\sum_k f_{kj} \leq D_k \quad \forall k,$$

Keterangan:

D_k = Indeks untuk kapasitas produksi pabrik k

Pemenuhan permintaan produk untuk konsumen:

$$\sum_i q_{ji} = d_i \quad \forall i,$$

Keterangan:

d_i = Indeks untuk permintaan konsumen i

Memastikan aliran produk:

$$\sum_j f_{kj} = \sum_j q_{ji} \quad \forall j,$$

Dengan menggunakan model tersebut, didapatkan hasil alokasi pengiriman produk sebagai berikut

TABEL IV.1
ALOKASI PENGIRIMAN PRODUK DARI PABRIK KE DC

Pabrik Asal	Produk dikirim (Kg)	Tujuan DC	Total (Kg)
Lampung	69.012,5	ACL	298.303,70
Karawang	125.000		
Kendal	104.291	KendalDC	95.708,80
	95.708		
	50.000		

TABEL IV.2

ALOKASI PENGIRIMAN PRODUK DARI DC KE KONSUMEN

DC Asal	Produk dikirim (Kg)	Tujuan Konsumen	Total (Kg)
ACL	63.983,2	Sumatera	63.983,2
	234.320	Jabodetabek	234.320,4
KendalDC	42.010,7	Jawa Tengah	42.010,7
	25.656,7	Jawa Barat	25.656,7
	28.041,3	Jawa Timur	75.124,8
Surabaya	47.083,4	Bali	2.916,5
	2.916,5		

Didapatkan total biaya distribusi sebesar Rp 598.461.610, dengan total produk terkirim sebanyak 444.012,50 Kg, sehingga rata-rata biaya distribusi per Kg sebesar Rp. 1.347,85. Terdapat sisa kapasitas produksi sebesar 5.987,50 Kg pada pabrik yang berlokasi di Lampung, dan masing-masing gudang masih memiliki sisa kapasitas, untuk fasilitas DC ACL masih terdapat sisa sebanyak 86.696,31 Kg, dan fasilitas DC Kendal terdapat sisa sebanyak 119.291,19 Kg, fasilitas DC Surabaya diutilisasi secara penuh, serta semua permintaan konsumen dapat terpenuhi.

B. PENGOLAHAN SOLVER EXCEL

Model *Multi Objective Non-Linear Programming* [6] akan diselesaikan menggunakan solver pada Excel.

$$\text{min}Z = w_1 f_1(x) + w_2 f_2(x) + w_3 f_3(x)$$

Dengan

$$\sum_{i=1} w_i = 1 \quad w_i \in 0,1$$

Untuk minimasi biaya distribusi:

$$f_1 = \sum_k \sum_j a_{kj} f_{kj} + \sum_j \sum_i c_{ji} q_{ji};$$

Keterangan:

a_{kj} = Indeks untuk unit biaya transportasi untuk produk jadi dari pabrik k ke pusat distribusi j

f_{kj} = Indeks untuk kuantitas produk yang dikirim dari pabrik k ke pusat distribusi j

c_{ji} = Indeks untuk unit biaya transportasi untuk produk jadi dari pusat distribusi j ke konsumen i

q_{ji} = Indeks untuk kuantitas produk yang dikirim dari pusat distribusi j ke konsumen i

Untuk minimasi biaya penyimpanan dan pemesanan:

$$f_2 = \sum_j \left[\frac{S \sum_k f_{kj}}{\sqrt{\frac{\sum_k 2S f_{kj}}{c_h}}} + \frac{c_h \sqrt{\frac{\sum_k 2S f_{kj}}{c_h}}}{2} \right];$$

Keterangan:

S = Indeks untuk biaya pemesanan ke pabrik dari tiap pusat distribusi

c_h = Indeks untuk biaya penyimpanan per tahun dari pusat distribusi

Untuk ekuitas rasio pemanfaatan kapasitas untuk pabrik dan pusat distribusi menggunakan MSE:

$$f_3 = \sqrt{\frac{\sum_k [(\sum_j f_{kj}/D_k) - (\sum_k \sum_j f_{kj} / \sum_k D_k)]^2}{\sum k}} + \sqrt{\frac{\sum_j [(\sum_i q_{ji}/W_j) - (\sum_k \sum_j q_{ji} / \sum_i W_i)]^2}{\sum j}};$$

Keterangan:

D_k = Indeks untuk kapasitas produksi dari pabrik k

W_j = Indeks untuk kapasitas distribusi dari pusat distribusi

Alokasi pemenuhan konsumen:

$$\sum_j y_{ji} = 1 \quad \forall i,$$

Keterangan:

y_{ji} = Indeks untuk pemenuhan permintaan pusat distribusi

Batasan kapasitas untuk gudang distribusi:

$$\sum_j d_i y_{ji} \leq W_j \quad \forall j,$$

Keterangan:

d_i = Indeks untuk permintaan konsumen i

Pemenuhan permintaan produk untuk konsumen:

$$q_{ji} = d_i y_{ji} \quad \forall i, j,$$

Pemenuhan permintaan produk untuk pusat distribusi:

$$\sum_k f_{kj} = \sum_i q_{ji} = \quad \forall i, k,$$

Batasan kapasitas supplier:

$$\sum_k b_{sk} \leq sup_s \quad \forall k,$$

Batasan pemenuhan bahan mentah dari supplier:

$$\sum_j f_{jk} \leq \sum_s b_{sk} \quad \forall j, s,$$

Batasan untuk produksi dari pabrik

$$\sum_j f_{kj} \leq D_k \quad \forall j,$$

Sifat diskrit dari keputusan MINLP:

$$y_{ji} = \{0,1\} \quad \forall i, j,$$

Sifat diskrit dari keputusan MINLP:

$$b_{sk} f_{kj} q_{ji} \geq 0 \quad \forall i, j, k, s,$$

Dengan model tersebut setelah dilakukan solve dengan metode GRG Non—linear, didapatkan alokasi pengiriman produk sebagai berikut

TABEL IV.3
ALOKASI PENGIRIMAN PRODUK DARI PABRIK KE DC

	ACL	SBY	KENDAL DC
LAMPUNG	69.012,50	-	-
KARAWANG	125.000,00	-	-
KENDAL	104.291,19	2.916,58	142.792,24

TABEL IV.4
ALOKASI PENGIRIMAN PRODUK DARI DC KE KONSUMEN

ALOKASI PRODUK	ACL	SBY	KENDAL DC
JAWA TENGAH	0	0	42010,7
JAWA TIMUR	0	0	75124,8
BALI	0	2916,5	0
SUMATRA	63983,2	0	0
JABODETABEK	234320,4	0	0
JAWA BARAT	0	0	25656,7

Didapatkan total biaya distribusi sebesar Rp 603.215.330, dengan total produk terkirim sebanyak 444.012,50 Kg, rata-rata biaya distribusi per Kg sebesar Rp. 1.358,55. Terdapat sisa kapasitas produksi sebesar 5.987,50 Kg pada pabrik yang berlokasi di Lampung, dan masing-masing gudang masih memiliki sisa kapasitas. Semua permintaan konsumen dapat terpenuhi, dan masing-masing konsumen hanya dipenuhi oleh satu fasilitas gudang, dan fasilitas gudang Surabaya hanya digunakan sebanyak 2.916 Kg per bulan sementara fasilitas tersebut memiliki kapasitas sebanyak 50.000 Kg per bulan, sehingga dapat menimbulkan kesempatan baru yaitu menutup fasilitas Surabaya dalam penghematan biaya penyimpanan serta investasi perusahaan.

C. PEMBAHASAN

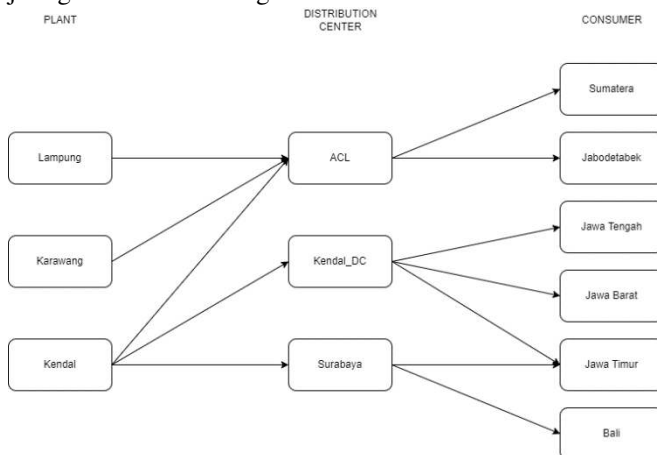
Pada penelitian ini, menggunakan dua metode karena perusahaan membutuhkan kesempatan baru yang didapatkan dari penelitian. Berdasarkan pengolahan data tersebut, hasil variabel dari *Single Objective Linear Programming* [3] ddimasukkan kepada fungsi tujuan model *Multi Objective Non-Linear Programming* [6] sebagai perbandingan.

TABEL IV.5
PERBANDINGAN HASIL MODEL

Metode	Analisis Hasil Rancangan
<i>Single Objective</i> (Minimasi biaya distribusi)	Memiliki hasil rancangan dengan biaya penyimpanan dan pemesanan sebesar Rp 5.327.490,10 per bulan.
	Memiliki hasil rancangan dengan biaya distribusi lebih rendah.
	Rata – rata biaya distribusi per Kg sebesar Rp. 1.347,85 dengan biaya distribusi per bulan Rp 598.461.610.
	Permintaan untuk konsumen Jawa Timur dipenuhi oleh gudang Surabaya dan Kendal.
<i>Multi Objective</i> (Minimasi biaya distribusi, penyimpanan, dan kesetaraan utilisasi)	Memiliki hasil rancangan dengan biaya penyimpanan dan pemesanan lebih rendah, yaitu Rp 4.828.426,75 per bulan
	Rata – rata biaya distribusi per Kg sebesar Rp. 1.358,55 dengan biaya distribusi per bulan Rp 603.215.330.
	Setiap permintaan konsumen hanya dipenuhi oleh satu gudang distribusi.
	Gudang yang berlokasi di Surabaya hanya dipergunakan sebanyak 2.916,58 Kg per bulan, dibandingkan dengan kapasitasnya sebesar 50.000 Kg.

dengan menggunakan model *Multi Objective Non-Linear Programming* [6], perusahaan mendapatkan kesempatan baru yaitu dapat menutup fasilitas yang dimiliki pada DC Surabaya karena hanya terutilisasi kurang dari 3 ton per bulannya, akan tetapi, pada penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang jaringan distribusi dengan biaya distribusi paling minimum,

sehingga jaringan terpilih untuk penelitian ini adalah dari metode *Single Objective Linear Programming* [3], keputusan untuk perusahaan dikembalikan kepada *stakeholder* perusahaan. Jaringan terpilih akan digambarkan menjadi jaringan distribusi sebagai berikut



GAMBAR IV.1
HASIL RANCANGAN JARINGAN DISTRIBUSI TERPILIH

Setelah dihasilkan rancangan jaringan distribusi, perusahaan memerlukan rancangan *Distribution Resource Planning* (DRP). DRP adalah proses penentuan jumlah barang jadi dan waktu yang tepat untuk dikirim ke setiap pusat distribusi atau gudang untuk memenuhi permintaan pelanggan dalam rentang waktu tertentu [7].

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, penulis bertujuan untuk mencari jaringan distribusi dengan model *inventory multi-echelon* dengan biaya distribusi paling minimum menggunakan dua metode, yaitu *Single Objective Linear Programming* (LP) yang memiliki 1 fungsi tujuan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan *package* Gurobi dan *Multi Objective Mixed Integer Non-Linear Programming* (MINLP) yang memiliki 3 fungsi tujuan menggunakan Microsoft Excel dengan *solver* karena keterbatasan Gurobi yang tidak dapat melakukan optimasi model non-linear. Pada pengumpulan data, data yang diperlukan adalah data peramalan permintaan, biaya distribusi, kapasitas masing-masing gudang dan pabrik serta biaya pemesanan dan *holding cost*, kemudian membangun model berdasarkan konstrain dan fungsi tujuan metode matematis.

Single Objective Linear Programming model menghasilkan biaya distribusi yaitu sebesar Rp 598.461.610 per bulan, dengan rata-rata biaya distribusi sebesar Rp 1.347,85 per Kg, dan *Multi Objective Mixed Integer Non-Linear Programming* menghasilkan hasil biaya distribusi yaitu sebesar Rp 603.215.330. Kedua jaringan ini memiliki kategori performansi perusahaan dengan jaringan distribusi terkemuka [1], serta *Single Objective Linear Programming model* memungkinkan lebih dari 1 fasilitas gudang untuk memenuhi permintaan konsumen. Akan tetapi *Multi Objective Mixed Integer non-Linear Programming model* menghasilkan hasil biaya penyimpanan dan pemesanan yang lebih kecil yaitu sebesar Rp 4.828.426, dan juga *Multi Objective Mixed Integer non-Linear Programming model* menimbulkan kesempatan

baru, dikarenakan hanya sedikit penyimpanan yang digunakan pada fasilitas gudang Surabaya, sehingga dapat melakukan penutupan pada fasilitas tersebut untuk mengurangi biaya penyimpanan lebih banyak, pada *Multi Objective Mixed Integer non-Linear Programming model* hanya 1 fasilitas gudang yang dapat memenuhi permintaan konsumen. Pada penelitian ini, dengan tujuan minimasi biaya distribusi, sehingga *Single Objective Linear Programming model* adalah hasil jaringan terpilih karena memiliki hasil biaya distribusi yang lebih minimum, keputusan untuk perusahaan dikembalikan kepada *stakeholder* perusahaan

- [1] Rob R., Meghan S., Banerjee D., Jared L. (2018). "Are Your Distribution and Transportation Costs Out of Control?". Bain & Company
- [2] Pettersson, A. I. and Segerstedt, A. (2013), Measuring Supply Chain Cost, *International Journal of Production Economics*, 143 (2), pp. 357-363
- [3] Chopra, S. and Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management Strategy, Planning, and Operation* Sixth Edition. Pearson.
- [4] Yeu-Shiang Huang, Ming-Chi Li, Jyh-Wen Ho. (2016) Determination of the optimal degree of information sharing in a two-echelon supply chain. *International Journal of Production Research*.
- [5] Pettersson, A. I., Segerstedt, A. (2014). To evaluate cost savings in a supply chain: Two examples from Ericsson in the telecom industry. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*.
- [6] T. Paksoy, E. Özceylan, G.-W. Weber. (2010) A multi-objective mixed integer programming model for multi echelon supply chain network design and optimization. *System Research & Information Technologies*
- [7] Feigin, G.E., Katircioglu, K., Yao, D.D. (2003). *Distribution Resource Planning systems: a critique and enhancement*.