

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat kasih dan anugerahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku monograf yang berjudul “Rute Distribusi Produk”.

Buku monograf ini membahas mengenai hal yang berkaitan dengan rute distribusi, yang akan menambah pemahaman pembaca mengenai Rute Distribusi Produk yang lebih optimal. Dibahas pula metode-metode yang digunakan untuk menentukan rute distribusi dan permasalahan yang terkait. Monograf Rute Distribusi Produk ini dibuat dengan harapan dapat berkontribusi untuk meningkatkan pengetahuan dan referensi akademik di bidangnya. Pendistribusian produk penting dilakukan untuk meningkatkan produktivitas agar produk dari sumber ke konsumen akhir didistribusikan pada waktu yang tepat. Oleh karena itu, perusahaan harus dapat menentukan strategi yang tepat dalam hal pendistribusian produk agar efektif dan efisien.

Penulis juga berterimakasih kepada setiap pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu karena telah membantu, dan berkontribusi dalam penyelesaian monograf ini. Penulis berharap monograf ini memberikan banyak manfaat bagi para pembaca.

Medan, Desember 2021

Penulis

Anita Christine Sembiring, S.T., M.T.

DAFTAR ISI

BAB I

RUTE DISTRIBUSI

1.1. Pengertian Rute Distribusi

Dalam penentuan rute distribusi banyak istilah atau terminologi yang perlu diketahui, dengan mengetahuinya maka akan lebih mudah untuk memahami mengenai pengertian rute distribusi. Dalam KBBI rute diartikan sebagai jarak atau arah yang harus diturut (ditempuh, dilalui), dan distribusi adalah penyaluran (pembagian, pengiriman) kepada beberapa orang atau beberapa tempat.

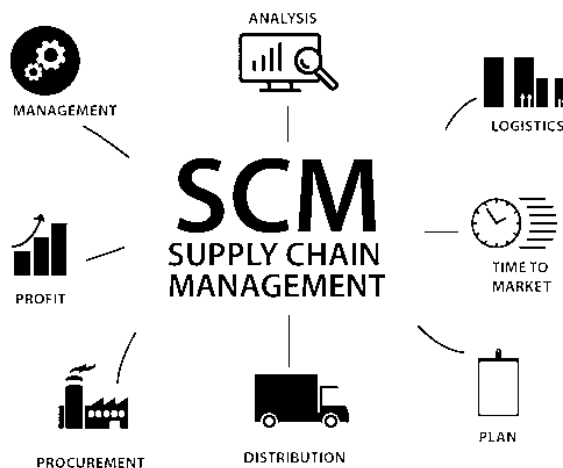
Oentoro menyatakan bahwa distribusi adalah kegiatan pemasaran yang berusaha memperlancar dan mempermudah penyampaian barang dari produsen kepada konsumen, sehingga penggunaannya sesuai dengan yang diperlukan jenis, jumlah, harga, tempat, dan saat dibutuhkan. Proses distribusi merupakan aktivitas pemasaran yang mampu menciptakan nilai tambah produk melalui fungsi-fungsi pemasaran yang dapat merealisasikan kegunaan bentuk, tempat, waktu dan kepemilikan, serta memperlancar arus saluran pemasaran secara fisik dan non fisik. Aspek fisik menyangkut perpindahan barang-barang ke tempat dimana mereka dibutuhkan. Sedangkan aspek nonfisik dalam arti bahwa para penjual harus mengetahui apa yang diinginkan oleh para pembeli dan pembeli harus pula mengetahui apa yang diinginkan.

James A. Hall mengatakan bahwa pendistribusian atau distribusi adalah kegiatan untuk mengirimkan produk ke pelanggan setelah penjualan. Dapat ditarik kesimpulan bahwa prosedur pendistribusian adalah suatu tahapan atau rangkaian aktivitas yang dilakukan secara berulang yang berhubungan dengan pemasaran produk.

Menurut Subagyo, Nur Aini, & Indra, distribusi merupakan pergerakan atau perpindahan barang atau jasa dari sumber sampai ke konsumen akhir, konsumen atau pengguna, melalui saluran distribusi (distribution channel), dan gerakan pembayaran dalam arah yang berlawanan, sampai ke produsen asli atau pemasok. Menurut Arif M, distribusi dapat diartikan sebagai kegiatan pemasaran yang berusaha memperlancar dan mempermudah penyampaian barang dan jasa

dari produsen kepada konsumen, sehingga penggunaanya sesuai dengan yang diperlukan.

Distribusi sendiri memiliki banyak keterkaitan dengan berbagai bidang seperti SCM dan management logistic. Namun demikian distribusi dan logistik merupakan komponen atau bagian penting dalam Supply Chan Management, keterkaitannya dapat dilihat pada gambar berikut.



Source: scdc.binus.ac.id

Gambar 1. Komponen-komponen Supply Chan Management.

Selanjutnya ialah saluran distribusi, menurut Warren J. Keegan, seorang profesor marketing dan bisnis internasional di Pace University, New York, saluran distribusi berarti saluran yang digunakan oleh produsen untuk menyalurkan barang produksinya. Dari produsen sampai ke tangan konsumen atau pengguna industri.

Philip Kotler, profesor dan konsultan marketing berpendapat bahwa alur distribusi atau saluran distribusi merupakan sekelompok perorangan atau perusahaan dengan hak kepemilikan atas produk. Individu atau perusahaan tersebut membantu memindahkan hak kepemilikan produk dan jasa tersebut dari produsen ke konsumen.

Berdasarkan pemapara di atas maka dapat kita simpulkan bahwa rute distribusi merupakan jalur atau lintasan yang telah ditentukan perusahaan untuk mendistribusikan atau memberikan barang atau layanan dari produsen, kepada

para konsumennya. Dengan demikian proses atau saluran distribusi yang diterapkan perusahaan produksi, barang bisa sampai ke tangan pembeli atau konsumen.

1.2. Tujuan Penentuan Rute Ditribusi

Tujuan dari penentuan rute distribusi ini adalah mengoptimalkan jarak tempuh penggunaan kendaraan yang digunakan untuk proses pendistribusian. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Chopra, S. d. P. M., mengatakan bahwa fokus utama dari pemilihan rute yang tepat dan penjadwalan yang baik adalah menentukan kombinasi yang tepat, yang akan meminimasi biaya dengan mengurangi jarak tempuh kendaraan, kapasitas pengiriman, dan lama waktu pengiriman setiap kendaraan, serta mengurangi kesalahan pelayanan seperti pengiriman yang tertunda.

Adapun manfaat dari rute distribusi yang optimal yaitu:

- a. menunjang pertumbuhan dan perkembangan perusahaan
- b. meminimumkan jarak dari lokasi
- c. mendapat biaya transportasi minim dan waktu efisien

1.3. Sejarah Distribusi

Distribusi merupakan sekumpulan organisasi yang membuat sebuah proses kegiatan penyaluran suatu barang atau jasa siap untuk dipakai atau konsumsi oleh para konsumen (pembeli). Istilah distribusi menurut Zylstra, Kirk D adalah suatu sistem yang menunjukkan segala sesuatu/ sumber daya organisasi yang disimpan dalam antisipasinya. Tetapi kita seharusnya tidak membatasi pengertian distribusi sampai disitu saja. Banyak organisasi/perusahaan menyimpan jenis-jenis distribusi lain seperti : uang, ruang fisik buka tutup, bangunan pabrik, peralatan dan tenaga kerja untuk memenuhi permintaan akan produk dan jasa. Distribusi atau place adalah proses menyalurkan barang dan jasa dari produsen kepada target konsumen. Oparilova menyatakan bahwa saluran distribusi untuk *consumer product market*, perantara yang langsung berhubungan dengan konsumen adalah retailer atau pengecer.

Distribusi merupakan salah satu kegiatan ekonomi yang fungsinya menyalurkan barang atau jasa dari produsen ke konsumen. Proses distribusi ini sangat penting karena pada kegiatan inilah produk dapat tersebar secara meluas dan dapat dikonsumsi oleh konsumen. Tanpa adanya proses distribusi, konsumen akan kesulitan untuk mendapatkan produk yang dibutuhkan. Sehingga dapat dikatakan bahwa kegiatan distribusi merupakan kegiatan yang menghubungkan kegiatan ekonomi produksi dan kegiatan ekonomi konsumsi.

Jumlah produk, luas daerah, sifat produk, faktor biaya, sarana angkutan, kondisi pasar, faktor perusahaan, dan sarana komunikasi merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi kegiatan distribusi.

Kegiatan distribusi ini meliputi memasarkan produk, menulis informasi produk dengan benar dan jelas, penyortiran produk, pengangkutan produk, menjual produk dengan harga yang kompetitif, memastikan ketersediaan stok produk di pasar, menyimpan produk sesuai dengan prosedur dari produsen, belanja produk dari produsen.

Dalam kegiatan distribusi terdapat pihak yang disebut distributor. Distributor adalah orang atau lembaga yang melakukan kegiatan distribusi atau disebut juga pedagang yang membeli/mendapatkan produk barang dagangan dari tangan pertama (produsen) secara langsung. Dalam melakukan kegiatan pemasaran dan penjualan barang, distributor melakukan pembelian barang dagangan ke produsen. Dengan adanya jual beli tersebut kepemilikan barang berpindah kepada pihak distributor. Kemudian barang yang telah menjadi miliknya tersebut dijual kembali kepada konsumen. Distributor dapat berupa pedagang atau makelar. Pedagang adalah seseorang atau lembaga yang membeli dan menjual barang kembali tanpa merubah bentuk dan tanggungjawab sendiri dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan. Pedagang ini dapat dibedakan menjadi dua yaitu pedagang besar dan pedagang eceran. Pedagang berhak untuk menentukan harga atau keuntungan yang diinginkan. Namun pedagang tidak diperkenankan untuk berbuat zalim yang dapat menjerumuskan pembeli. Sedangkan makelar atau perantara adalah salah satu bentuk penunjuk jalan atau perantara antara penjual dan pembeli, dan banyak memperlancar keluarnya barang

serta mendatangkan keuntungan

Kegiatan distribusi terbagi menjadi tiga, yaitu distribusi langsung, distribusi tidak langsung, dan distribusi semi langsung. Jika dijelaskan lebih rinci, dapat kita perhatikan di bawah ini.

a. Distribusi Langsung

Distribusi langsung merupakan kegiatan distribusi yang dilakukan langsung oleh produsen. Mulai dari pemasaran, penjualan, hingga pengiriman. Biasanya distribusi langsung dilakukan oleh produsen yang masih skala kecil karena memiliki sistem yang masih sederhana.

Namun di zaman kemajuan teknologi seperti ini, perusahaan-perusahaan yang berperan sebagai produsen besar juga ikut melakukan distribusi langsung. Dengan memanfaatkan media sosial dan marketplace, produsen besar rela menambahkan sistem yang lebih kompleks agar dapat menjangkau konsumen secara langsung. Biasanya perusahaan besar yang ikut serta dalam distribusi ini bergerak di bidang consumer goods.

b. Distribusi Tidak Langsung

Distribusi tidak langsung merupakan kegiatan distribusi dalam skala grosir maupun eceran dari produsen ke konsumen yang dilakukan oleh distributor saja. Sementara produsen fokus pada produksi saja.

Biasanya barang yang didistribusikan secara tidak langsung jumlahnya besar dan nilai transaksinya besar. Oleh karena itu, proses negosiasi antara kedua perusahaan dan produksi yang lama, membuat distribusi jenis ini memerlukan waktu yang relatif lama.

c. Distribusi Semi Langsung

Distribusi semi langsung merupakan kegiatan distribusi dimana produsen dapat mengontrol distributor namun kegiatan distribusi tetap dilakukan oleh distributor. Biasanya distribusi ini digunakan untuk mendistribusikan barang-barang yang mahal dan mewah.

BAB II

MANFAAT PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI

2.1. Manfaat dan Kegunaan Rute Distribusi

Secara umum fungsi distribusi pada dasarnya adalah mengantarkan produk dari lokasi di mana produk tersebut diproduksi sampai di mana mereka akan digunakan. Kegunaan dari menentukan rute distribusi adalah untuk memudahkan perusahaan dalam mendistribusikan barang tersebut, sehingga nantinya barang yang diproduksi tidak akan menumpuk di gudang dan dapat mengakibatkan kadaluwarsa atau kerusakan.

Ada berbagai cara yang bisa dimanfaatkan oleh produsen untuk memastikan produknya sampai ke tangan konsumen. Alasan pentingnya saluran distribusi dikarenakan oleh luasnya negara Indonesia sendiri, yang membuat produsen kesulitan dalam menjangkau konsumen yang tersebar begitu luasnya. Dana yang dibutuhkan untuk mengatasi pengiriman lintas pulau pastinya cukup besar. Dengan memanfaatkan saluran distribusi, dana yang besar itu dapat dipangkas. Sehingga, para produsen dapat menyimpan cukup modal untuk melakukan ekspansi bisnis, daripada melakukan terjun langsung dalam kegiatan promosi pada konsumen.

Rute distribusi tidak hanya berfungsi menyampaikan produk dari produsen ke tangan akhir. Lebih dari itu, di antaranya:

2.1.1. Informasi

Saluran ini dapat mengumpulkan informasi yang berguna terhadap penjualan barang, seperti informasi tentang konsumen dan kompetitor produsen. Distribution channel mengumpulkan dan memberikan informasi ini agar produsen dapat membuat perencanaan usaha yang lebih baik serta membantu kegiatan pertukaran barang.

2.1.2. Negosiasi

Jalur perantara ini berguna untuk menegosiasi kesepakatan harga serta syarat-syarat lain yang dibutuhkan saat perpindahan hak milik barang.

2.1.3. Promosi

Jalur distribusi membantu melakukan promosi dengan menyebarkan produk pada masyarakat menggunakan teknik komunikasi persuasif. Dengan begitu, masyarakat menjadi lebih kenal dengan produk tersebut.

2.1.4. Pemesanan

Jalur distribusi melakukan pemesanan kepada produsen dengan mengirimkan purchase order.

2.1.5. Pembayaran

Pembayaran tagihan dari konsumen pada produsen dengan cara yang sudah ditentukan dan disepakati kedua belah pihak.

2.1.6. Penyimpanan

Jalur distribusi berfungsi menyimpan seluruh barang-barang, mulai dari bahan baku hingga barang jadi, sampai barang tersebut tiba di konsumen.

2.1.7. Pemindahan Kepemilikan

Jalur distribusi berfungsi mendorong kepemilikan suatu barang dari suatu perusahaan ke perusahaan lainnya, seperti dari tangan produsen ke tangan konsumen.

2.1.8. Pengambilan Risiko

Jalur distribusi menanggung setiap risiko kerja saat melakukan pekerjaannya. Karena itu, sebelum melakukan penyaluran distribusi, produsen perlu melakukan riset pemasaran.

2.1.9. Pembiayaan

Saluran distribusi memanfaatkan dana untuk melakukan semua kegiatan yang berhubungan dengan distribusi.

2.2. Kelebihan Penentuan Rute Distribusi

Saluran distribusi bisa menghimpun seluruh informasi penting terkait konsumen serta kompetitor perusahaan. Sehingga, informasi ini akan sangat berguna untuk merencanakan dan juga membantu kegiatan pertukaran barang.

Distribusi ialah salah satu aspek yang penting dalam suatu perusahaan, mengingat perannya yaitu untuk menyampaikan produk ke tangan konsumen.

Sehingga pengelolaan distribusi harus baik agar efisien karna akan berdampak pada biaya distribusi. Liu, Wang, & Xing menyatakan Distribusi produk akan tergantung pada kapasitas pabrik yang ada, terlebih jika perusahaan memiliki lebih dari satu pabrik dan harus mengirimkan produk ke lebih dari satu tujuan. Setiap perusahaan akan berusaha membentuk susunan perantara atau struktur perantara untuk mencapai tujuan perusahaan. Gultom, Hariyani, & Ismail berpendapat salah satu tujuan perusahaan ialah menyampaikan produk ke tangan konsumen dengan efisien Saluran distribusi menghubungkan antara produsen dan konsumen. Menurut Tjiptono, saluran distribusi ialah rute atau rangkaian perantara baik yang dikelola pemasar atau independen, dalam menyampaikan barang dari produsen ke konsumen. Terdapat banyak cara untuk menyampaikan produk hingga ke tangan konsumen dengan berbagai saluran distribusi yang ditentukan perusahaan. Kotler menyatakan Perusahaan dapat memilih saluran distribusi langsung yaitu jenis saluran distribusi dimana produsen menjual secara langsung produknya kepada konsumen, atau memilih saluran distribusi tidak langsung yaitu jenis saluran dimana produsen dalam menyalurkan produknya menggunakan satu atau lebih perantara. Semakin banyak perantara dalam saluran distribusi maka biaya distribusi akan semakin tinggi berdampak pada harga jual produk dan laba perusahaan. Terlebih lagi jika suatu perusahaan memiliki lebih dari satu pusat distribusi, entah itu pabrik atau gudang, yang harus menyalurkan produknya ke berbagai tujuan. Lokasi suatu pabrik, gudang atau pusat distribusi ialah suatu yang strategis dengan implikasi biaya yang substansial, hampir seluruh perusahaan yang memiliki lebih dari satu pabrik, gudang atau pusat distribusi akan mempertimbangkan dan mengevaluasi lokasi yang ada untuk memenuhi permintaan yang berada di beberapa lokasi atau titik yang berbeda, maka untuk mengambil sebuah keputusan yang rasional diperlukan sejumlah teknik untuk membantu mengambil keputusan (Heizer & Rend, 2009). Salah satu teknik untuk pengambilan keputusan dalam hal ini ialah pemodelan transportasi. Menurut Heizer & Render, pemodelan transportasi (*transportation modelling*) mencari cara termurah untuk mengirimkan barang dari beberapa sumber ke beberapa tujuan. Sumber yang dimaksud disini dapat berupa pabrik, gudang atau titik lain dari

mana barang tersebut dikirimkan. Sedangkan tujuan yang dimaksud ialah lokasi atau titik-titik penerima barang. Lokasi pusat distribusi yang lebih dari satu yang harus memenuhi beberapa lokasi permintaan akan menghasilkan biaya yang beragam untuk setiap distribusi pada berbagai lokasi yang berbeda (Heizer & Render, 2009).

2.3. Efektivitas dan Efisiensi Rute Distribusi

Distribusi yang efektif akan memperlancar arus atau akses barang sehingga konsumen dapat diperoleh kemudahan untuk memperoleh produknya. Disamping itu konsumen juga akan dapat memperoleh produk yang diinginkan sesuai dengan waktu yang diperlukan. Produsen dan konsumen mempunyai kesenjangan, waktu, nilai, keragaman, dan kepemilikan produk karena perbedaan tujuan serta persepsi masing-masing. Dengan distribusi yang efektif dan efisien perusahaan dapat mengatasi kesenjangan antara produsen dan konsumen.

Menurut Liang Gie (1981 : 160) Efisiensi adalah perbandingan terbaik antara input, usaha dengan output dan antara daya dan usaha atau antara ongkos yang dikeluarkan dengan kenikmatan yang dicapai. Dari definisi tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa efisiensi adalah berkaitan dengan jumlah pengorbanan yang dikeluarkan dalam upaya untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Jika pengorbanan yang dikeluarkan terlalu besar maka dapat dikatakan tidak efisien. Menurut (The Liang Gie, 1984; 193) efisiensi dapat diartikan sebagai perbandingan terbaik antara input usaha dengan output antara biaya dan usaha atau antara ongkos dan kenikmatan yang dicapai. Jadi dalam pemilihan saluran distribusi, perusahaan harus memperhitungkan saluran distribusi yang tepat atau yang diambil sehingga dapat terciptanya efisiensi saluran distribusi.

Efisiensi saluran distribusi dapat diartikan sebagai pemilihan saluran distribusi yang tepat dalam memasarkan produk dari produsen ke konsumen akhir sehingga menimbulkan penjualan yang banyak dan dapat mencapai tingkat efisiensi yang tinggi.

Biaya akan berpengaruh pada laba atau keuntungan yang dihasilkan. Oleh karena itu perusahaan perlu membuat keseimbangan antara biaya dengan

pendapatan yang dihasilkan dari kegiatan distribusinya. Dalam kegiatan distribusi akan dikeluarkan biaya-biaya, yang dalam hal ini menurut (Basu Swastha, 1991; 60) biaya distribusi untuk saluran distribusi tidak langsung tersebut antara lain :

1. Biaya Penjualan Penjualan merupakan kegiatan yang bertujuan menjual barang atau jasa yang diperlukan sebagai sumber pendapatan untuk menutup semua ongkos guna memperoleh laba. Dalam kegiatan penjualan, akan membutuhkan biaya seperti, gaji salesman, dan agen penjualan, komisi dan bonus tenaga penjual, biaya perjalanan salesman, biaya telepon penjualan dll.
2. Biaya Pengangkutan Pengangkutan merupakan fungsi pengiriman dan pengangkutan barang dari tempat barang dihasilkan ke tempat barang dikonsumsi. Dalam kegiatan ini tak akan terlepas dari pengeluaran biaya, antara lain gaji bagian pengangkutan, biaya angkut pengembalian barang, biaya eksploitasi truk dll.
3. Biaya Penggudangan Penggudangan merupakan kegiatan yang berhubungan dengan penyimpanan barang dari setelah diproduksi sampai barang terjual. Biaya-biaya yang timbul akibat kegiatan ini antara lain, biaya karyawan bagian gudang, biaya listrik atau penerangan dll.

BAB III

JENIS-JENIS PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI

3.1. Metode Penentuan Rute Distribusi

3.1.1. Vehicle Routing Problem

Vehicle Routing Problem (VRP) adalah sebuah istilah atau nama sebuah formula yang mengacu pada suatu permasalahan mengenai penerimaan sejumlah rute untuk sejumlah kendaraan yang berasal dari sebuah atau beberapa depot dalam aktivitas pengiriman kepada sejumlah pelanggan yang tersebar secara geografi. VRP diperkenalkan untuk pertama kalinya oleh Dantzing dan Ramser pada tahun 1959. VRP memegang peranan penting pada manajemen distribusi dan biaya transportasi dalam optimasi kombinasi yang dipelajari secara luas. Tujuan dari VRP adalah meminimalkan jarak tempuh kendaraan dan biaya transportasi dalam melakukan pengiriman ke pelanggan sesuai dengan jumlah permintaannya masing-masing.

VRP sebagai suatu permasalahan, menitikberatkan pada pendistribusian barang antara depot dan pelanggan. Pendistribusian barang memperhatikan faktor pelayanan, dalam periode waktu tertentu, untuk sekelompok pelanggan dengan sejumlah kendaraan yang berlokasi pada satu atau lebih depot, yang dijalankan oleh sekelompok pengemudi, menggunakan road network yang sesuai. Dengan kata lain, solusi VRP meliputi penentuan sejumlah rute, yaitu masing-masing rute dilalui oleh satu kendaraan yang berawal dan berakhir di depot asalnya, sehingga permintaan semua pelanggan terpenuhi dengan tetap memenuhi kendala operasional yang ada, serta meminimumkan keseluruhan biaya transportasi.

Karakteristik utama VRP berdasarkan komponen-komponennya dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Jaringan jalan, biasanya dipersentasikan dalam sebuah graph(diagram) yang terdiri dari arc (lengkung atau bagian-bagian jalan) dan vertex (titik lokasi pelanggan dan depot). Tiap lengkung diasosiasikan dengan biaya

- (jarak) dan waktu perjalanan (tergantung jenis kendaraan, kondisi/karakteristik jalan, dan periode pelintasan)
- b. Pelanggan, ditandai dengan vertex (titik) dan biasanya memiliki hal-hal seperti berikut:
- Jumlah permintaan barang (untuk dikirim ataupun diambil), jenis barang dapat berbeda-beda.
 - Periode pelayanan tertentu (time windows), dimana di luar rentang waktu tersebut pelanggan tidak dapat menerima pengiriman maupun pengambilan.
 - Waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan atau memuat barang (loading/unloading time) pada lokasi pelanggan, biasanya tergantung dari jenis kendaraan.
 - Pengelompokan (subset) kendaraan yang tersedia untuk melayani pelanggan (sehubungan dengan keterbatasan akses atau persyaratan pemuatan dengan penurunan barang).
 - Prioritas atau penalti sehubungan dengan kemampuan kendaraan untuk melayani permintaan.
- c. Depot, ditandai dengan suatu titik, merupakan ujung awal dan akhir dari suatu rute kendaraan. Tiap depot memiliki sejumlah kendaraan dengan jenis dan kapasitas tertentu yang dapat digunakan untuk mendistribusikan produk.
- d. Kendaraan/armada angkut, memiliki
- Depot asal, dan kemungkinan, untuk mengakhiri rutenya di depot lain.
 - Kapasitas (berat, volume atau jumlah palet yang dapat diangkut).
 - Kemungkinan untuk dipisah menjadi beberapa kompartemen untuk mengangkut

3.1.2. Metode Penentuan Rute dan Jadwal Pengiriman.

Salah satu keputusan operasional yang sangat penting dalam manajemen distribusi adalah penentuan jadwal rute pengiriman dari satu lokasi ke beberapa lokasi tujuan. Keputusan seperti ini sangat penting bagi mereka yang harus

mengirimkan barang dari satu lokasi (misalnya gedung regional) ke berbagai toko yang tersebar di sebuah kota.

Perusahaan penerbitan koran atau, setiap pagi koran harus di distribusikan dari tempat di mana mereka di cetak ke tempat-tempat penjualan untuk seterusnya di edarkan juga ke pelanggan individu. Keputusan jadwal pengiriman serta rute yang akan di tempuh oleh tiap kendaraan akan sangat berpengaruh terhadap biaya-biaya pengiriman. Namun demikian, biaya bukanlah satu - satunya faktor pertimbangan dalam proses pengiriman, namun juga harus mempertimbangkan jarak tempuh juga, dalam bahasa program matematis, salah satu tujuan tersebut bisa menjadi fungsi tujuan (objective function) dan lainnya menjadi kendala (constraint). Misalnya, fungsi tujuannya adalah meminimumkan biaya pengiriman namun ada kendala - kendala di antaranya jumlah truk yang banyak dengan perbedaan kapasitas, perbedaan kecepatan dalam zona yang berbeda, rintangan/penghalang dalam perjalanan (sungai, belokan, gunung), dan waktu istirahat untuk pengemudi adalah beberapa pertimbangan yang diperlukan dalam penentuan perancangan rute. Pekerjaan yang harus dilakukan adalah menentukan alokasi truk, artinya perlu di ketahui truk mana yang akan mengunjungi toko yang mana.

Tahap kedua nantinya adalah menentukan rute perjalanan masing-masing truk. Untuk menentukan rute yang paling baik dapat di kerjakan dengan satu metode yang di namakan metode saving matrix.

- a. Saving Matrix, tujuan dari metode "savings" adalah untuk meminimisasi total jarak perjalanan semua kendaraan dan untuk meminimisasi secara tidak langsung jumlah kendaraan yang diperlukan untuk melayani semua tempat perhentian, dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada. Logika dari metode ini bermula dari kendaraan yang melayani setiap tempat perhentian dan kembali ke depot.
- b. Metode nearest insert, metode ini di gunakan untuk mengurutkan toko ke dalam rute yang sudah terdefinisi setelah di ketahui dari mengurutkan nilai saving yang terbesar sampai yang terkecil. Metode nearest insert menggunakan prinsip memilih toko yang jika dimasukkan ke dalam rute

yang sudah ada menghasilkan tambahan jarak yang minimum. Pada awalnya memiliki trip dari gudang ke gudang dg jarak 0. Selanjutnya akan melihat berapa jarak yang terjadi dengan menambahkan masing-masing toko ke rute yang ada. Dengan cara yang sama kita mengevaluasi toko mana yang selanjutnya akan dikunjungi.

- c. Metode Nearest Neighbor. Metode ini menggunakan prinsip selalu menambahkan toko yang jaraknya paling dekat dengan toko yang kita kunjungi terakhir, dan di mulai dari gudang. Metode ini merupakan metode yang paling mudah dan sederhana dalam mengurutkan toko ke dalam suatu rute yang sudah terdefinisi, kelebihan dari metode ini adalah hasil yang di dapat lebih optimal di bandingkan dengan metode nearest insert.

3.2. Metode Heuristik

Heuristic atau dikenal juga sebagai algoritma heuristik adalah sebuah teknik analisa yang digunakan untuk meningkatkan kinerja melalui komputasi. Di bidang ilmu computer, heuristic adalah sebuah teknik yang dirancang untuk mampu menyelesaikan masalah, tanpa perlu pembuktian atas benar-tidaknya solusi yang diberikan, tetapi solusi yang dihasilkan biasanya merupakan solusi yang akurat, juga solusi atas masalah yang lebih sederhana tetapi berhubungan dengan permasalahan lain yang lebih kompleks.

Heuristik adalah sebuah teknik yang mengembangkan efisiensi dalam proses pencarian, dengan (completeness). Heuristik adalah suatu perbuatan yang membantu menemukan jalan dalam pohon pelacakan yang menuntut kepada suatu solusi masalah. Heuristik dapat diartikan juga sebagai suatu kaidah yang merupakan metoda/prosedur yang didasarkan kepada pengalaman dan praktek, syarat, trik atau bantuan lainnya yang membantu mempersempit dan memfokuskan proses pelacakan kepada tujuan tertentu. Heuristik dapat didefinisikan sebagai studi tentang sebuah metode dan aturan discovery serta invention dalam pencarian state space, heuristik didefinisikan sebagai aturan untuk memilih cabang-cabang dalam ruang keadaan yang paling tepat untuk mencapai solusi permasalahan yang dapat diterima.

Pada metode heuristik ini terdapat beberapa pendekatan heuristik untuk memecahkan ISOP. Metode ini saya mengusulkan termasuk varian dari algoritma MinMin dengan local search stage (MinMin) dan celuler processing algorithm sebagai berikut:

3.2.1. *Algoritma MinMin dan varians*

Algoritma MinMin telah terkenal di bidang penjadwalan yang di kemukakan oleh Freund et al., (1998), Diaz et al., (2014), Nesmachnow et al., (2013) menjelaskan algoritma dengan penjadwalan tugas, dengan masing-masing tugas harus ditugaskan ke sumber daya. Hal ini terbagi menjadi dua fase:

- a. Fase pertama adalah mengatur/menghitung semua kemungkinan yang diharapkan waktu penyelesaian untuk setiap tugas dan sumber daya: matriks dimensi $t \times n$.
- b. Selama fase kedua, semua tugas dijadwalkan, berdasarkan waktu penyelesaian minimum. Di setiap langkah dari algoritma ini, tugas dengan minimum waktu penyelesaian ditugaskan ke sumber daya yang sesuai dan dihapus dari daftar tugas yang tersisa.

3.2.2. *Algoritma cellular processing*

Cellular computing dijelaskan oleh Sipper (1999) sebuah filosofi desain algoritma yang didasarkan pada tiga prinsip yang saling terkait. Prinsip kesederhanaan menyatakan bahwa sel pengolahan idealnya melakukan tugas yang sangat sederhana hanya memakan sedikit waktu. Selanjutnya, prinsip paralelisme menyebarkan banyak sel individu untuk memecahkan satu tugas. Yang ketiga adalah prinsip lokalitas, yang menyatakan bahwa, mengingat tingginya jumlah sel, komunikasi antara semuanya tidak praktis, oleh karena itu komunikasi lokal antara sel tetangga lebih diutamakan. Paradigma ini sangat cocok digunakan di komputasi atau pusat data, karena memanfaatkan sejumlah besar prosesor tersedia.

ISOP ditemukan secara alami, dimana server pusat dengan beberapa unit komputasi diharuskan untuk mengikuti petisi berbagai pengguna di seluruh dunia dalam periode minimum waktu. Inilah alasan utama mengapa pemrosesan seluler

algoritma yang mengikuti filosofi komputasi seluler dianggap. Algoritma pengolahan seluler diusulkan oleh Ter'an-Villanueva et al., (2015), awalnya untuk memecahkan, masalah pemesanan linier dengan biaya kumulatif, masalah kombinatorial. Sering dibandingkan dengan pendekatan hiper-heuristik Burke et al., (2003), ini berbeda dari pengolahan pendekatan seluler, karena setiap sel pengolahan memiliki pengetahuan lengkap tentang masalah yang sedang dipecahkan. Sebaliknya, pendekatan hyper-heuristik memiliki domain penghalang antara pengendali dan heuristik tingkat rendah. Perbedaan utama kedua adalah fakta bahwa pengolahannya Sel diadaptasi dan disesuaikan dengan masalah yang ada dipecahkan, sementara pendekatan hiper-heuristik tergantung pada heuristik tingkat rendah generik yang dapat diterapkan pada berbagai variasi masalah optimasi, menurut Burke et al., (2003).

3.3. Metode Metaheuristik

Menurut Santosa (2016) metaheuristik adalah metode untuk mencari solusi yang memadukan interaksi antara prosedur pencarian lokal dan strategi yang lebih tinggi untuk menciptakan proses yang mampu keluar dari titik-titik local optima dan melakukan pencarian di ruang solusi untuk menemukan solusi global.

Metaheuristik (metaheuristics), dalam definisi aslinya, adalah metode untuk mencari solusi yang memadukan interaksi antara prosedur pencarian lokal dan strategi yang lebih tinggi untuk menciptakan proses yang mampu keluar dari titik-titik local optima dan melakukan pencarian di ruang solusi untuk menemukan solusi global. Metaheuristik biasanya berupa prosedur umum yang bisa diterapkan untuk berbagai problem. Tentu saja diperlukan berbagai modifikasi agar suatu metode metaheuristik sesuai dapat menyelesaikan masalah khusus yang dihadapi. Selain itu, dalam metaheuristik ada prosedur yang memanfaatkan satu atau lebih titik-titik tetangga (neighborhood structures) sebagai acuan menuju solusi lain. Di dalam metaheuristik biasanya ada heuristik di dalamnya. Sejalan dengan perkembangannya, metode ini juga mencakup penggunaan strategi untuk mengatasi suatu pencarian baru dimana pencarian sering terjebak dalam local optima dalam suatu ruang solusi yang kompleks.

Ada dua kelas problem optimasi yaitu problem dengan variabel diskret dan problem dengan variabel kontinyu. Salah satu contoh yang sering ditemui untuk problem diskrit adalah traveling salesman problem: dimana seorang salesman harus mengunjungi sejumlah kota dan dia ingin mencari rute dengan jarak total minimum dimana dia harus mengunjungi setiap kota sekali saja sebelum kembali ke kota asal. Sedangkan contoh problem dengan variabel kontinyu adalah ketika seorang insinyur harus menentukan diameter pipa untuk sistem pemipaan sehingga ongkos pemasangan pipa ini minimum.

Tidak jarang juga kita temui permasalahan dimana nilai variabelnya adalah campuran diskrit dan kontinyu. Misalkan harus diputuskan di lokasi mana saja akan dibangun sejumlah gudang penyimpanan untuk suatu produk atau barang. Untuk tiap gudang harus ditentukan berapa kapasitasnya, sehingga permintaan untuk daerah yang dilayani oleh setiap gudang bisa dipenuhi dan ongkos pembangunan gudang serta distribusi barangnya minimum. Dalam contoh ini keputusan dilokasi mana harus dibangun adalah nilai diskrit, sedang kapasitas gudang adalah nilai kontinyu. Perbedaan ini perlu karena akan menentukan suatu problem sulit diselesaikan atau tidak. Walaupun tidak ada batasan yang cukup jelas bagaimana suatu problem optimasi disebut sulit tetapi pengelompokkan berikut:

1. Problem optimasi diskrit, dimana tidak ada informasi mengenai algoritma polynomial yang eksak dimana waktu komputasinya proporsional terhadap N , N adalah jumlah parameter yang dicari, dan n suatu konstanta integer. Sering juga disebut sebagai non polynomial (NP-hard, dimana tidak ada nilai n sehingga waktu komputasi dibatasi oleh suatu polynomial dengan pangkat n).
2. Problem optimasi dengan variabel kontinyu, dimana suatu algoritma tidak mengenali dimana posisi nilai global optimum (solusi terbaik) dalam jumlah komputasi yang sudah dilakukan.

Ada karakteristik umum yang biasa dimiliki oleh pendekatan metaheuristik:

- 1 Biasanya stokhastik: menggunakan bilangan random yang nilainya stokhastik untuk menentukan keputusan dalam salah satu langkah dalam

algoritma. Ini memungkinkan untuk mengatasi permasalahan banyaknya kemungkinan solusi dalam masalah kombinatorial.

- 2 Umumnya tidak mempunyai masalah dengan penghitungan gradient dari fungsi tujuan.
- 3 Biasanya diinspirasi oleh analogi fisik (simulated annealing), biologi (evolutionary algorithms) atau ethology (ant colony, particle swarm).
- 4 Mempunyai kelemahan umum yaitu kesulitan mengatur nilai parameter dan komputasi yang lama, namun waktu komputasi ini juga kadang menjadi keunggulan dibanding optimasi eksak.

Kecenderungan yang ada sekarang adalah adanya kombinasi atau hybrid antara metode. Dengan kombinasi ini diharapkan dapat diambil keunggulan dari suatu metode dan secara simultan menghilangkan kekurangan dari metode yang lain. Sudah banyak dilakukan hibridisasi antar metode seperti GA dengan PSO atau Harmony Search dengan PSO (Santosa, 2016). Metaheuristik pada sebenarnya adalah metode pendekatan yang didasarkan pada metode heuristik. Sehingga tidak heran bahwa metode heuristik sering kali diintegrasikan di dalam metode metaheuristik. Perbedaan utama dari metode heuristik dan metaheuristik adalah metode heuristik bersifat problem dependent sedangkan metode metaheuristik bersifat problem independent. Problem dependent yaitu bergantung pada permasalahan, jadi metode heuristik itu hanya bisa dipakai untuk jenis permasalahan tertentu. Misalnya, metode nearest neighborhood (NN) termasuk metode heuristik. Metode hanya bisa dipakai pada permasalahan yang mengenal konsep neighborhood atau tetangga, misalnya pada Traveling Salesman Problem maupun Vehicle Routing Problems. Contoh lainnya, COMSOAL (Computer Method for Sequencing Operations for Assembly Lines) hanya dipakai untuk persoalan sequencing assembly line (Glover, 2003).

Sedangkan problem independent berarti tidak bergantung pada jenis permasalahan. Jadi penerapan metode metaheuristik tidak bergantung pada jenis permasalahan, alias bisa dipakai untuk berbagai jenis permasalahan. Contoh dari metode metaheuristik adalah algoritma genetika (GA), particle swarm optimization (PSO) dan Ant Colony Optimization (ACO). Meskipun bisa dipakai untuk

berbagai jenis permasalahan, tetapi kemampuan mengadopsi metode tersebut untuk jenis permasalahan tertentu berpengaruh besar terhadap kualitas penyelesaian yang dihasilkan. Oleh karena itulah, seringkali metode metaheuristik akan mengintegrasikan metode heuristik di dalam implementasinya. Misalnya, untuk menyelesaikan persoalan TSP, metode algoritma genetik menyisipkan konsep nearest neighborhood di dalam implementasinya (Glover, 2003).

3.4. Aspek-Aspek Penentu dalam Rute Distribusi

Dalam kegiatan distribusi, terdapat aspek fisik dan non fisik supaya alur pemasarannya lancar. Aspek fisik berkaitan dengan lokasi pemindahan atau penyaluran produk. Sementara aspek non fisik berkaitan dengan pengetahuan penjual (produsen) mengenai apa yang diinginkan oleh konsumen dan konsumen juga harus mengetahui produk apa yang dijual oleh produsen.

Produsen harus memperhatikan berbagai macam faktor yang sangat berpengaruh dalam pemilihan saluran distribusi. Faktor-faktor tersebut antara lain : (1) pertimbangan pasar, (2) pertimbangan barang, (3) pertimbangan perusahaan dan (4) pertimbangan perantara.

3.4.1. Pertimbangan Pasar

a. Konsumen atau Pasar Industri

Apabila pasarnya berupa pasar Industri, maka pengecer jarang atau bahkan tidak pernah digunakan dalam saluran ini, jika pasarnya berupa konsumen dan pasar Industri akan menggunakan lebih dari satu saluran.

b. Jumlah Pembeli Potensial

Apabila jumlah konsumen relatif kecil dalam pasarnya, perusahaan dapat mengadakan penjualan secara langsung kepada pemakai.

c. Konsentrasi Pasar Secara Geografi

Secara geografis, pasar dapat dibagi kedalam beberapa konsentrasi. Untuk daerah konsentrasi yang mempunyai tingkat kepadatan tinggi khususnya untuk pasar industri maka perusahaan dapat menggunakan distributor industri.

d. Jumlah Pesanan

Tingkat volume penjualan dari sebuah perusahaan akan sangat berpengaruh terhadap saluran yang dipakainya.

e. Kebiasaan Dalam Pembelian

Kebiasaan membeli dari konsumen akhir berpengaruh terhadap kebijaksanaan dalam penyaluran. Kebiasaan membeli ini antara lain : keamanan untuk membelanjakan uangnya, tertariknya pada pembelian dengan kredit, lebih senangnya melakukan pembelian yang tidak berkali-kali, tertariknya pada pelayanan penjual.

3.4.2. Pertimbangan Barang

a. Nilai Unit

Jika nilai unit barang yang dijual relatif rendah maka produsen cenderung memakai saluran distribusi yang panjang, tetapi jika unitnya tinggi maka saluran distribusinya pendek atau langsung.

b. Besar dan Berat Barang

Jika ongkos angkut terlalu besar dibandingkan dengan nilai barangnya sehingga terdapat beban yang berat bagi perusahaan, maka sebagian biaya tersebut dapat dialihkan kepada perantara.

c. Mudah Rusaknya Barang

Jika barang yang dijual mudah rusak maka perusahaan tidak perlu menggunakan perantara. Jika ingin menggunakan perantara maka harus dipilih yang memiliki fasilitas penyimpanan yang baik.

d. Sifat Teknis

Pertimbangan sifat teknis barang tertentu misalnya barang instalasi yang harus diterangkan secara teknis dalam penggunaan dan pemeliharaanya. Dalam hal ini produsen harus mempunyai kontrol terhadap perantara yang bertugas menjual barang Instalasi ini.

e. Barang Standar dan Pesanan

Jika barang yang dijual berupa barang standar maka dipelihara sejumlah persediaan pada penyalur. Demikian pula sebaliknya, jika barang yang

dijual berdasarkan pesanan maka penyalur tidak memelihara persediaan.

f. Luas Product Line

Jika perusahaan membuat satu macam barang, maka penggunaan pedagang besar sebagai penyalur adalah baik. Tetapi jika barangnya bermacam-macam maka perusahaan dapat menjual langsung kepada para pengecer.

3.4.3. Pertimbangan Perusahaan

a. Sumber Pembelanjaan

Saluran distribusi pendek kebanyakan hanya dilakukan oleh perusahaan yang kuat di bidang keuangannya. Perusahaan yang tidak kuat keuangannya akan cenderung menggunakan saluran distribusi lebih panjang.

b. Pengalaman dan Kemampuan Manajemen

Biasanya perusahaan dalam menjual barang baru atau memasuki pasaran baru memakai perantara. Hal ini disebabkan perantara sudah mempunyai pengalaman, sehingga manajemen perusahaan dapat mengambil pelajaran dari perantara.

c. Pengawasan Saluran

Pengawasan akan lebih mudah dilakukan bilamana saluran distribusinya pendek. Jadi perusahaan yang ingin menguasai penyaluran barang cenderung memilih saluran yang pendek walaupun ongkosnya tinggi. Jika perusahaan membuat satu macam barang, maka penggunaan pedagang besar sebagai penyalur adalah baik. Tetapi jika barangnya bermacam-macam maka perusahaan dapat menjual langsung kepada para pengecer.

3.4.4. Pertimbangan Perusahaan

a. Sumber Pembelanjaan

Saluran distribusi pendek kebanyakan hanya dilakukan oleh perusahaan yang kuat di bidang keuangannya. Perusahaan yang tidak kuat keuangannya akan cenderung menggunakan saluran distribusi lebih panjang.

b. Pengalaman dan Kemampuan Manajemen

Biasanya perusahaan dalam menjual barang baru atau memasuki pasaran baru memakai perantara. Hal ini disebabkan perantara sudah mempunyai pengalaman, sehingga manajemen perusahaan dapat mengambil pelajaran dari perantara.

c. Pengawasan Saluran

Pengawasan akan lebih mudah dilakukan bilamana saluran distribusinya pendek. Jadi perusahaan yang ingin menguasai penyaluran barang cenderung memilih saluran yang pendek walaupun ongkosnya tinggi.

d. Volume Penjualan

Dalam hal ini, produsen cenderung memilih perantara yang dapat menawarkan volume penjualan yang besar untuk jangka waktu lama.

e. Ongkos

Jika ongkos dalam penyaluran barang dapat lebih ringan dengan digunakannya perantara, maka hal ini bisa dilaksanakan terus oleh Produsen.

BAB IV

PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI PRODUKSI PAKAN TERNAK

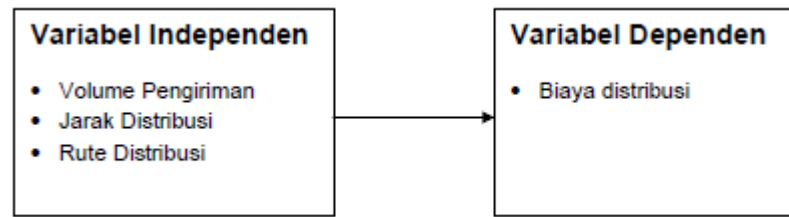
4.1. Latar Belakang

PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi pakan ternak dan pembiakan ayam dan perdagangan bahan untuk ternak. Dalam menjalankan sebuah usaha, semua perusahaan tentu perlu untuk menyalurkan atau mendistribusikan produknya ke tangan pelanggan. Untuk lebih meningkatkan kualitas layanan distribusi dan meminimumkan biaya distribusi, maka dibutuhkan lokasi pusat distribusi yang tepat dan strategis. Selain menghemat biaya, perusahaan juga akan lebih mudah mendistribusikan produknya ke pelanggan. Selama ini, perusahaan mengalami kesulitan dalam menekan biaya distribusi yang terus meningkat seiring dengan jumlah rute distribusi yang tidak sedikit dan biaya transportasi yang besar. Oleh karena itu, akan dilakukan penelitian untuk menentukan lokasi pusat distribusi yang tepat dan strategis sehingga dapat meminimalkan biaya distribusi.

Pada penelitian ini, lokasi pusat distribusi akan ditentukan melalui *gravity location model*. Lokasi pusat distribusi hasil dari *gravity location model* dan lokasi pusat distribusi awal akan dianalisis rute distribusi dan biaya distribusinya dengan metode *saving matrix* dan metode *Vehicle Routing Problem (VRP)*.

Adapun tujuan umum yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah untuk menentukan lokasi pusat distribusi yang optimal sebagai usulan bagi perusahaan sehingga dapat meminimalkan biaya distribusi.

4.2. Teori dan Kerangka Konseptual



Gambar 2.1. Kerangka Konseptual

Adapun definisi dari variabel-variabel adalah sebagai berikut:

1. Variabel Independen

- Volume Pengiriman

Volume pengiriman sangat mempengaruhi biaya distribusi. Jika volume pengiriman tidak diatur dengan baik, maka akan menimbulkan kerugian.

- Jarak distribusi

Jarak distribusi adalah jarak yang harus dilalui untuk dapat mengirim produk hingga sampai ke tangan pelanggan. Semakin pendek jarak yang dilalui, maka semakin sedikit biaya yang harus dikeluarkan.

- Rute distribusi

Rute distribusi adalah rute yang dilalui oleh kendaraan pengangkut untuk mengirim produk hingga sampai ke tangan pelanggan, semakin efektif dan efisien rute distribusi, maka semakin sedikit biaya yang harus dikeluarkan.

2. Variabel Dependen

- Biaya distribusi

Biaya distribusi timbul dari kegiatan distribusi yang dilakukan oleh suatu perusahaan. Biaya distribusi ada karena pembiayaan tenaga kerja seperti supir dan kernet, bahan bakar kendaraan pengangkut, biaya

maintenance kendaraan pengangkut, dan hal-hal lain yang berkaitan dengan proses distribusi.

4.3. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu penelitian deskriptif. Hal ini dikarenakan penelitian ini mendeskripsikan suatu masalah yang ada kemudian memberikan solusi atau usulan sebagai hasil akhir dan kesimpulannya. Lokasi tempat penelitian dilakukan adalah di PT XYZ yang berada di Kabupaten Deli Serdang. Objek yang diamati dalam penelitian ini adalah pusat distribusi dan sistem pengiriman produk pakan ternak.

Adapun kegiatan penelitian ini melalui beberapa tahapan yang dimuat dalam flowchart berikut.

Mulai

Pengumpulan Data

- Data Sekunder:
 1. Kapasitas truk pengangkut
 2. Data Permintaan Produk
 3. Data Lokasi Distribusi
 4. Data Jarak Lokasi Distribusi
 5. Data Koordinat Lokasi Distribusi

Penentuan Rute dan Biaya Distribusi Awal (*Saving Matrix*)

Saving matrix ditentukan dengan rumus berikut:

$$S(x,y) = J(G,x) + J(G,y) - J(x,y)$$

Tahap-tahap menentukan rute distribusi:

1. Memilih nilai *saving matrix* terbesar
 2. Mengalokasikan lokasi distribusi ke rute distribusi dengan memperhatikan jumlah permintaan dan kapasitas truk
 3. Mengalokasikan semua lokasi distribusi hingga selesai
 4. Mengurutkan lokasi distribusi dengan prinsip *nearest neighbour*
- Ketentuan untuk biaya bahan bakar adalah Rp 735,71/km dan untuk biaya supir dan kernet adalah Rp 200.000/hari

Penentuan Rute dan Biaya Distribusi Awal (VRP)

Model matematika biaya distribusi dengan metode VRP dirancang dengan fungsi objektif

$$\sum_{i \neq j} d_{ij} x_{ij}$$

Model ini akan diselesaikan dengan *software* Lingo 18.0

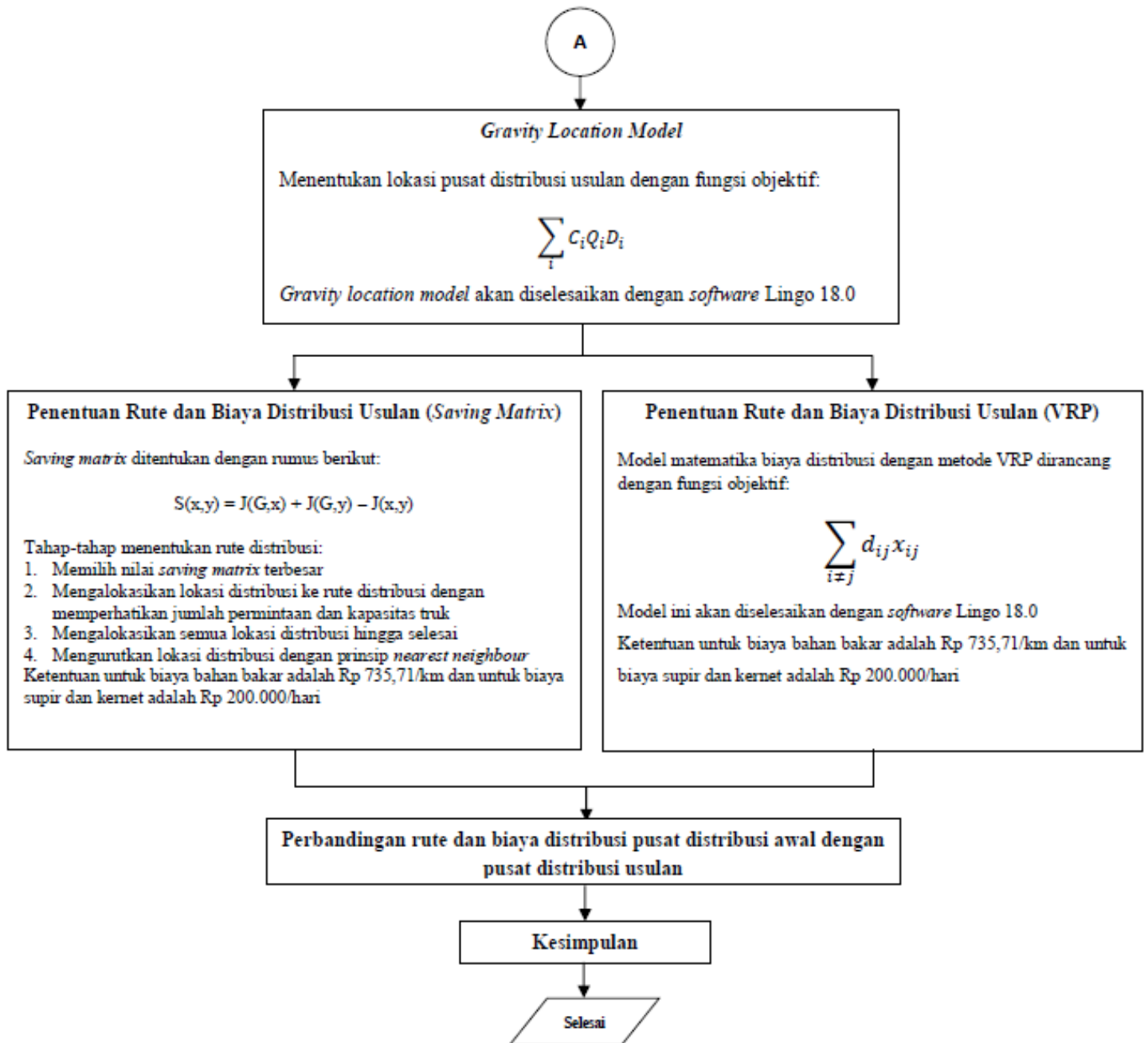
Ketentuan untuk biaya bahan bakar adalah Rp 735,71/km dan untuk biaya supir dan kernet adalah Rp 200.000/hari

Perhitungan Biaya Distribusi *Gravity Location Model*

Rumus:

$$\text{Biaya distribusi} = \frac{(\text{jarak} \times \text{biaya bahan bakar}) + \text{gaji tenaker per hari}}{\text{kapasitas truk}}$$

A



Gambar 4.1 Flowchart kegiatan.

4.4.Pengumpulan dan Pengolahan Data

4.4.1. Data Permintaan Produk

Data permintaan produk dikumpulkan dengan jumlah populasi dan tujuan distribusinya. Berikut adalah data permintaan produk:

Data Permintaan Produk

No	Daerah distribusi	Kode	Populasi	Jumlah Order
1	Bandar Kwala	BK	6.000	95
2	Bintang Bayu	BB1	77.000	231
		BB2	20.000	116
3	Cimahe	C1	6.500	31
		C2	9.000	89
		C3	18.500	154
4	Dolok Masihul	DM1	5.000	36
		DM2	30.000	120
		DM3	7.000	50
5	Jaharun	J	6.000	30
6	Kalitawang	KA	20.000	93
7	Kebun Sayur	KS1	15.000	125
		KS2	8.000	30
8	Kotarih	KO1	22.000	185
		KO2	27.000	134
9	Kotasan	KT1	3.000	30
		KT2	12.000	43
10	Limau Mungkur	LM1	3.300	17
		LM2	42.000	169
11	Mabar	M	13.300	158
12	Naga Rejo	NR	12.000	86
13	Naga Timbul	NT	12.000	156
14	Negara	N1	9.000	49
		N2	10.000	88
15	Pantai Cermin	PC1	4.500	53
		PC2	3.600	39
16	Pantai Labu	PL	8.000	91
17	Pasar Bengkel	PB	10.000	32
18	Pasar Miring	PM	2.400	34
19	Paya Gambar	PAG	11.500	121
20	Pulau Gambar	PG	27.500	171
21	Pulau Tagor	PT	69.000	235
22	Sei Baman	SB1	11.000	43
		SB2	2.500	29

23	Sei Karang	SK	6.000	35
24	Sei Rampah	SR	45.000	222
25	Sialang	S	4.000	24
26	Sibaganding	SIB	20.000	129
27	Silinda	SI	15.000	155
28	Sri Mersing	SM1	3.500	4
		SM2	4.500	49
29	Titi Besi	TB	5.000	35
30	Ujung Rambe	UR	6.200	50
31	Ujung Serdang	US	11.000	123

Data permintaan produk di atas akan digunakan sebagai jumlah beban yang harus dipindahkan dari pusat distribusi ke pelanggan.

4.4.2. Data Matriks Jarak Pusat Distribusi Awal

Data matriks jarak dikumpulkan dengan cara menginput semua lokasi distribusi dan mencari selisih jaraknya pada aplikasi *google maps*. Data matriks jarak ini akan digunakan sebagai dasar perhitungan saving matrix dan biaya distribusi pusat distribusi awal. Berikut adalah data matriks jarak pusat distribusi awal:

MATRIKS JARAK PUSAT DISTRIBUSI AWAL

	DC	BK	BB1	BB2	C1	C2	C3	DM1	DM2	DM3	J	KA	KS1	KS2	KO1	KO2	KT1	KT2	LM1	LM2	M	NR	NT	N1
DC	0	38	47	60	28	27	35	57	57	60	26	20	14	12	48	53	26	28	14	18	22	17	16	16
BK	0	0	17	30	22	25	23	27	28	35	16	18	42	40	13	17	16	24	41	44	59	20	22	48
BB1	0	17	0	13	32	35	31	14	14	36	24	26	50	48	21	25	24	32	49	53	68	28	30	57
BB2	0	30	13	0	45	48	44	19	15	31	37	40	64	61	34	39	37	17	62	66	87	42	43	77
C1	0	22	32	45	0	3	10	42	43	62	23	12	36	34	27	32	23	29	15	14	53	15	14	43
C2	0	25	35	48	3	0	8	45	45	64	25	14	35	32	30	32	25	31	13	11	52	17	17	41
C3	0	23	31	44	10	8	0	42	42	37	22	15	39	36	24	25	22	30	20	18	56	18	18	45
DM1	0	27	14	19	42	45	42	0	7	9	35	37	61	59	31	36	35	43	60	63	85	39	41	74
DM2	0	28	14	15	43	45	42	7	0	4	35	37	64	62	31	36	35	43	64	68	85	39	41	74
DM3	0	35	36	31	62	64	37	9	4	0	37	39	66	64	34	38	37	45	67	70	87	42	43	77
J	0	16	24	37	23	25	22	35	35	37	0	12	30	28	26	31	2	9	31	34	49	8	13	34
KA	0	18	26	40	12	14	15	37	37	39	12	0	24	22	28	31	12	17	23	26	38	4	5	31
KS1	0	42	50	64	36	35	39	61	64	66	30	24	0	5	42	46	17	17	27	31	42	17	19	32
KS2	0	40	48	61	34	32	36	59	62	64	28	22	5	0	44	48	19	19	29	33	47	20	21	34
KO1	0	13	21	34	27	30	24	31	31	34	26	28	42	44	0	5	26	34	44	42	68	30	30	58
KO2	0	17	25	39	32	32	25	36	36	38	31	31	46	48	5	0	30	38	45	43	73	34	35	63
KT1	0	16	24	37	23	25	22	35	35	37	2	12	17	19	26	30	0	10	29	32	51	9	13	39
KT2	0	24	32	17	29	31	30	43	43	45	9	17	17	19	34	38	10	0	32	36	51	14	18	41
LM1	0	41	49	62	15	13	20	60	64	67	31	23	27	29	44	45	29	32	0	4	35	20	20	29
LM2	0	44	53	66	14	11	18	63	68	70	34	26	31	33	42	43	32	36	4	0	38	24	23	32
M	0	59	68	87	53	52	56	85	85	87	49	38	42	47	68	73	51	51	35	38	0	37	36	9
NR	0	20	28	42	15	17	18	39	39	42	8	4	17	20	30	34	9	14	20	24	37	0	4	28
NT	0	22	30	43	14	17	18	41	41	43	13	5	19	21	30	35	13	18	20	23	36	4	0	28
N1	0	48	57	77	43	41	45	74	74	77	34	31	32	34	58	63	39	41	29	32	9	28	28	0
N2	0	56	65	78	44	43	47	75	75	78	40	32	33	35	66	71	42	42	29	33	8	29	29	2

	DC	BK	BB1	BB2	C1	C2	C3	DM1	DM2	DM3	J	KA	KS1	KS2	KO1	KO2	KT1	KT2	LM1	LM2	M	NR	NT	N1
PC1	0	36	40	53	43	46	42	40	45	48	22	29	23	25	46	51	22	21	38	41	51	26	30	41
PC2	0	38	42	55	45	47	44	42	47	49	23	31	24	26	48	52	23	22	39	43	56	27	31	43
PL	0	43	47	60	50	53	49	47	52	54	28	34	28	31	51	55	28	27	45	48	39	33	36	36
PB	0	33	38	62	49	52	48	38	49	51	22	30	23	25	44	48	27	21	45	48	55	27	30	46
PM	0	20	28	42	25	27	26	39	39	41	6	13	15	18	30	35	6	7	30	33	49	10	14	33
PAG	0	34	42	56	38	43	40	53	53	56	19	27	24	22	44	49	19	21	30	34	25	24	26	18
PG	0	11	14	28	21	23	20	21	25	27	14	15	29	31	20	25	13	21	38	41	62	17	19	46
PT	0	12	11	24	23	25	22	21	22	24	16	17	31	33	19	23	15	23	40	43	64	19	21	48
SB1	0	57	44	49	70	72	69	32	37	39	48	56	44	46	61	66	48	48	65	69	77	52	57	67
SB2	0	58	45	50	71	73	70	33	38	40	49	57	45	47	62	67	49	49	66	70	78	53	58	68
SK	0	13	22	35	20	23	19	32	32	35	8	15	22	25	23	28	6	15	37	34	55	11	16	40
SR	0	37	32	46	66	68	65	28	33	35	44	52	40	42	41	46	44	44	61	65	73	48	53	63
S	0	17	25	38	8	11	7	36	36	38	17	9	29	34	19	24	16	24	23	22	49	12	12	40
SIB	0	29	37	50	16	13	6	48	48	50	28	20	40	44	24	24	28	36	25	24	61	23	24	51
SI	0	28	37	41	29	26	19	61	61	52	42	34	56	58	16	17	41	49	39	37	74	37	37	65
SM1	0	37	42	54	48	51	47	53	46	49	27	34	26	29	47	52	27	24	43	46	59	30	35	46
SM2	0	43	47	65	50	53	49	34	55	58	28	36	29	32	53	57	28	26	45	48	63	32	36	48
TB	0	9	9	22	24	27	24	19	19	21	17	19	32	34	13	18	16	24	41	45	65	21	22	49
UR	0	15	23	36	7	10	12	34	34	36	15	6	28	32	24	28	14	22	22	21	47	9	10	37
US	0	36	44	57	29	26	32	55	58	60	24	18	20	22	49	50	24	25	14	17	30	15	15	18

	N2	PC1	PC2	PL	PB	PM	PAG	PG	PT	SB1	SB2	SK	SR	S	SIB	SI	SM1	SM2	TB	UR	US
DC	16	38	35	38	38	25	22	35	37	59	60	29	55	29	40	54	43	45	39	26	2
BK	56	36	38	43	33	20	34	11	12	57	58	13	37	17	29	28	37	43	9	15	36
BB1	65	40	42	47	38	28	42	14	11	44	45	22	32	25	37	37	42	47	9	23	44
BB2	78	53	55	60	62	42	56	28	24	49	50	35	46	38	50	41	54	65	22	36	57
C1	44	43	45	50	49	25	38	21	23	70	71	20	66	8	16	29	48	50	24	7	29
C2	43	46	47	53	52	27	43	23	25	72	73	23	68	11	13	26	51	53	27	10	26
C3	47	42	44	49	48	26	40	20	22	69	70	19	65	7	6	19	47	49	24	12	32
DM1	75	40	42	47	38	39	53	21	21	32	33	32	28	36	48	61	53	34	19	34	55
DM2	75	45	47	52	49	39	53	25	22	37	38	32	33	36	48	61	46	55	19	34	58
DM3	78	48	49	54	51	41	56	27	24	39	40	35	35	38	50	52	49	58	21	36	60
J	40	22	23	28	22	6	19	14	16	48	49	8	44	17	28	42	27	28	17	15	24
KA	32	29	31	34	30	13	27	15	17	56	57	15	52	9	20	34	34	36	19	6	18
KS1	33	23	24	28	23	15	24	29	31	44	45	22	40	29	40	56	26	29	32	28	20
KS2	35	25	26	31	25	18	22	31	33	46	47	25	42	34	44	58	29	32	34	32	22
KO1	66	46	48	51	44	30	44	20	19	61	62	23	41	19	24	16	47	53	13	24	49
KO2	71	51	52	55	48	35	49	25	23	66	67	28	46	24	24	17	52	57	18	28	50
KT1	42	22	23	28	27	6	19	13	15	48	49	6	44	16	28	41	27	28	16	14	24
KT2	42	21	22	27	21	7	21	21	23	48	49	15	44	24	36	49	24	26	24	22	25
LM1	29	38	39	45	45	30	30	38	40	65	66	37	61	23	25	39	43	45	41	22	14
LM2	33	41	43	48	48	33	34	41	43	69	70	34	65	22	24	37	46	48	45	21	17
M	8	51	56	39	55	49	25	62	64	77	78	55	73	49	61	74	59	63	65	47	30
NR	29	26	27	33	27	10	24	17	19	52	53	11	48	12	23	37	30	32	21	9	15
NT	29	30	31	36	30	14	26	19	21	57	58	16	53	12	24	37	35	36	22	10	15
N1	2	41	43	36	46	33	18	46	48	67	68	40	63	40	51	65	46	48	49	37	18

N2	0	42	44	38	47	34	20	47	49	68	69	41	64	41	52	66	47	49	50	38	19
	N2	PC1	PC2	PL	PB	PM	PAG	PG	PT	SB1	SB2	SK	SR	S	SIB	SI	SM1	SM2	TB	UR	US
PC1	42	0	5	10	13	21	27	26	29	41	42	28	37	37	49	62	8	10	32	35	32
PC2	44	5	0	5	14	23	26	30	31	43	44	30	39	39	50	64	5	6	34	37	33
PL	38	10	5	0	18	25	22	31	34	46	47	33	42	42	54	66	8	9	37	39	35
PB	47	13	14	18	0	21	27	24	27	28	29	34	21	43	55	68	11	12	30	41	37
PM	34	21	23	25	21	0	18	17	19	47	48	11	43	20	32	45	24	26	21	18	23
PAG	20	27	26	22	27	18	0	26	36	54	55	28	50	36	48	61	29	31	37	33	23
PG	47	26	30	31	24	17	26	0	4	55	56	10	25	14	26	39	28	30	7	12	33
PT	49	29	31	34	27	19	36	4	0	51	52	12	48	16	28	41	31	33	7	14	35
SB1	68	41	43	46	28	47	54	55	51	0	1	60	21	63	75	88	45	43	46	61	63
SB2	69	42	44	47	29	48	55	56	52	1	0	61	22	64	76	89	46	44	48	62	64
SK	41	28	30	33	34	11	28	10	12	60	61	0	50	13	25	39	33	34	14	11	27
SR	64	37	39	42	21	43	50	25	48	21	22	50	0	59	71	84	34	31	29	57	53
S	41	37	39	42	43	20	36	14	16	63	64	13	59	0	13	26	41	43	18	6	26
SIB	52	49	50	54	55	32	48	26	28	75	76	25	71	13	0	18	53	55	29	17	38
SI	66	62	64	66	68	45	61	39	41	88	89	39	84	26	18	0	66	68	43	31	51
SM1	47	8	5	8	11	24	29	28	31	45	46	33	34	41	53	66	0	3	37	40	42
SM2	49	10	6	9	12	26	31	30	33	43	44	34	31	43	55	68	3	0	39	42	44
TB	50	32	34	37	30	21	37	7	7	46	48	14	29	18	29	43	37	39	0	15	36
UR	38	35	37	39	41	18	33	12	14	61	62	11	57	6	17	31	40	42	15	0	24
US	19	32	33	35	37	23	23	33	35	63	64	27	53	26	38	51	42	44	36	24	0

4.4.3. *Saving Matrix*

Berdasarkan data matriks jarak pusat distribusi awal, maka dapat ditentukan *saving matrix* seperti yang dapat dilihat berikut. Sebagai contoh, untuk menentukan perpotongan sel BK dan BB1 serta sel PB dan US, bisa dilihat melalui perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BK dan BB1} &= J(\text{Gudang,BK}) + J(\text{Gudang,BB1}) - J(\text{BK,BB1}) \\ &= 38 + 47 - 17 \\ &= 68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PB dan US} &= J(\text{Gudang,PB}) + J(\text{Gudang,US}) - J(\text{PB,US}) \\ &= 38 + 2 - 36 \\ &= 4 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, juga dilakukan pada perpotongan sel yang lain.

	BK	BB1	BB2	C1	C2	C3	DM1	DM2	DM3	J	KA	KS1	KS2	KO1	KO2	KT1	KT2	LM1	LM2	M	NR	NT	N1	N2
BK	0	68	68	44	40	50	68	67	63	48	40	10	10	73	74	48	42	11	12	1	35	32	6	-2
BB1	68	0	94	43	39	51	90	90	71	49	41	11	11	74	75	49	43	12	12	1	36	33	6	-2
BB2	68	94	0	43	39	51	98	102	89	49	40	10	11	74	74	49	71	12	12	-5	35	33	-1	-2
C1	44	43	43	0	52	53	43	42	26	31	36	6	6	49	49	31	27	27	32	-3	30	30	1	0
C2	40	39	39	52	0	54	39	39	23	28	33	6	7	45	48	28	24	28	34	-3	27	26	2	0
C3	50	51	51	53	54	0	50	50	58	39	40	10	11	59	63	39	33	29	35	1	34	33	6	4
DM1	68	90	98	43	39	50	0	107	108	48	40	10	10	74	74	48	42	11	12	-6	35	32	-1	-2
DM2	67	90	102	42	39	50	107	0	113	48	40	7	7	74	74	48	42	7	7	-6	35	32	-1	-2
DM3	63	71	89	26	23	58	108	113	0	49	41	8	8	74	75	49	43	7	8	-5	35	33	-1	-2
J	48	49	49	31	28	39	48	48	49	0	34	10	10	48	48	50	45	9	10	-1	35	29	8	2
KA	40	41	40	36	33	40	40	40	41	34	0	10	10	40	42	34	31	11	12	4	33	31	5	4
KS1	10	11	10	6	6	10	10	7	8	10	10	0	21	20	21	23	25	1	1	-6	14	11	-2	-3
KS2	10	11	11	6	7	11	10	7	8	10	10	21	0	16	17	19	21	-3	-3	-13	9	7	-6	-7
KO1	73	74	74	49	45	59	74	74	74	48	40	20	16	0	96	48	42	18	24	2	35	34	6	-2
KO2	74	75	74	49	48	63	74	74	75	48	42	21	17	96	0	49	43	22	28	2	36	34	6	-2
KT1	48	49	49	31	28	39	48	48	49	50	34	23	19	48	49	0	44	11	12	-3	34	29	3	0
KT2	42	43	71	27	24	33	42	42	43	45	31	25	21	42	43	44	0	10	10	-1	31	26	3	2
LM1	11	12	12	27	28	29	11	7	7	9	11	1	-3	18	22	11	10	0	28	1	11	10	1	1
LM2	12	12	12	32	34	35	12	7	8	10	12	1	-3	24	28	12	10	28	0	2	11	11	2	1
M	1	1	-5	-3	-3	1	-6	-6	-5	-1	4	-6	-13	2	2	-3	-1	1	2	0	2	2	29	30
NR	35	36	35	30	27	34	35	35	35	35	33	14	9	35	36	34	31	11	11	2	0	29	5	4
NT	32	33	33	30	26	33	32	32	33	29	31	11	7	34	34	29	26	10	11	2	29	0	4	3
N1	6	6	-1	1	2	6	-1	-1	-1	8	5	-2	-6	6	6	3	3	1	2	29	5	4	0	30
N2	-2	-2	-2	0	0	4	-2	-2	-2	2	4	-3	-7	-2	-2	0	2	1	1	30	4	3	30	0

SAVING MATRIKS DISTRIBUSI AWAL

PC1	40	45	45	23	19	31	55	50	50	42	29	29	25	40	40	42	45	14	15	9	29	24	13	12
	BK	BB1	BB2	C1	C2	C3	DM1	DM2	DM3	J	KA	KS1	KS2	KO1	KO2	KT1	KT2	LM1	LM2	M	NR	NT	N1	N2
PC2	35	40	40	18	15	26	50	45	46	38	24	25	21	35	36	38	41	10	10	1	25	20	8	7
PL	33	38	38	16	12	24	48	43	44	36	24	24	19	35	36	36	39	7	8	21	22	18	18	16
PB	43	47	36	17	13	25	57	46	47	42	28	29	25	42	43	37	45	7	8	5	28	24	8	7
PM	43	44	43	28	25	34	43	43	44	45	32	24	19	43	43	45	46	9	10	-2	32	27	8	7
PAG	26	27	26	12	6	17	26	26	26	29	15	12	12	26	26	29	29	6	6	19	15	12	20	18
PG	62	68	67	42	39	50	71	67	68	47	40	20	16	63	63	48	42	11	12	-5	35	32	5	4
PT	63	73	73	42	39	50	73	72	73	47	40	20	16	66	67	48	42	11	12	-5	35	32	5	4
SB1	40	62	70	17	14	25	84	79	80	37	23	29	25	46	46	37	39	8	8	4	24	18	8	7
SB2	40	62	70	17	14	25	84	79	80	37	23	29	25	46	46	37	39	8	8	4	24	18	8	7
SK	54	54	54	37	33	45	54	54	54	47	34	21	16	54	54	49	42	6	13	-4	35	29	5	4
SR	56	70	69	17	14	25	84	79	80	37	23	29	25	62	62	37	39	8	8	4	24	18	8	7
S	50	51	51	49	45	57	50	50	51	38	40	14	7	58	58	39	33	20	25	2	34	33	5	4
SIB	49	50	50	52	54	69	49	49	50	38	40	14	8	64	69	38	32	29	34	1	34	32	5	4
SI	64	64	73	53	55	70	50	50	62	38	40	12	8	86	90	39	33	29	35	2	34	33	5	4
SM1	44	48	49	23	19	31	47	54	54	42	29	31	26	44	44	42	47	14	15	6	30	24	13	12
SM2	40	45	40	23	19	31	68	47	47	43	29	30	25	40	41	43	47	14	15	4	30	25	13	12
TB	68	77	77	43	39	50	77	77	78	48	40	21	17	74	74	49	43	12	12	-4	35	33	6	5
UR	49	50	50	47	43	49	49	49	50	37	40	12	6	50	51	38	32	18	23	1	34	32	5	4
US	4	5	5	1	3	5	4	1	2	4	4	-4	-8	1	5	4	5	2	3	-6	4	3	0	-1

	PC1	PC2	PL	PB	PM	PAG	PG	PT	SB1	SB2	SK	SR	S	SIB	SI	SM1	SM2	TB	UR	US
BK	40	35	33	43	43	26	62	63	40	40	54	56	50	49	64	44	40	68	49	4
BB1	45	40	38	47	44	27	68	73	62	62	54	70	51	50	64	48	45	77	50	5
BB2	45	40	38	36	43	26	67	73	70	70	54	69	51	50	73	49	40	77	50	5
C1	23	18	16	17	28	12	42	42	17	17	37	17	49	52	53	23	23	43	47	1
C2	19	15	12	13	25	6	39	39	14	14	33	14	45	54	55	19	19	39	43	3
C3	31	26	24	25	34	17	50	50	25	25	45	25	57	69	70	31	31	50	49	5
DM1	55	50	48	57	43	26	71	73	84	84	54	84	50	49	50	47	68	77	49	4
DM2	50	45	43	46	43	26	67	72	79	79	54	79	50	49	50	54	47	77	49	1
DM3	50	46	44	47	44	26	68	73	80	80	54	80	51	50	62	54	47	78	50	2
J	42	38	36	42	45	29	47	47	37	37	47	37	38	38	38	42	43	48	37	4
KA	29	24	24	28	32	15	40	40	23	23	34	23	40	40	40	29	29	40	40	4
KS1	29	25	24	29	24	12	20	20	29	29	21	29	14	14	12	31	30	21	12	-4
KS2	25	21	19	25	19	12	16	16	25	25	16	25	7	8	8	26	25	17	6	-8
KO1	40	35	35	42	43	26	63	66	46	46	54	62	58	64	86	44	40	74	50	1
KO2	40	36	36	43	43	26	63	67	46	46	54	62	58	69	90	44	41	74	51	5
KT1	42	38	36	37	45	29	48	48	37	37	49	37	39	38	39	42	43	49	38	4
KT2	45	41	39	45	46	29	42	42	39	39	42	39	33	32	33	47	47	43	32	5
LM1	14	10	7	7	9	6	11	11	8	8	6	8	20	29	29	14	14	12	18	2
LM2	15	10	8	8	10	6	12	12	8	8	13	8	25	34	35	15	15	12	23	3
M	9	1	21	5	-2	19	-5	-5	4	4	-4	4	2	1	2	6	4	-4	1	-6
NR	29	25	22	28	32	15	35	35	24	24	35	24	34	34	34	30	30	35	34	4
NT	24	20	18	24	27	12	32	32	18	18	29	18	33	32	33	24	25	33	32	3
N1	13	8	18	8	8	20	5	5	8	8	5	8	5	5	5	13	13	6	5	0
N2	12	7	16	7	7	18	4	4	7	7	4	7	4	4	4	12	12	5	4	-1

PC1	0	68	66	63	42	33	47	46	56	56	39	56	30	29	30	73	73	45	29	8
	PC1	PC2	PL	PB	PM	PAG	PG	PT	SB1	SB2	SK	SR	S	SIB	SI	SM1	SM2	TB	UR	US
PC2	68	0	68	59	37	31	40	41	51	51	34	51	25	25	25	73	74	40	24	4
PL	66	68	0	58	38	38	42	41	51	51	34	51	25	24	26	73	74	40	25	5
PB	63	59	58	0	42	33	49	48	69	69	33	72	24	23	24	70	71	47	23	3
PM	42	37	38	42	0	29	43	43	37	37	43	37	34	33	34	44	44	43	33	4
PAG	33	31	38	33	29	0	31	23	27	27	23	27	15	14	15	36	36	24	15	1
PG	47	40	42	49	43	31	0	68	39	39	54	65	50	49	50	50	50	67	49	4
PT	46	41	41	48	43	23	68	0	45	45	54	44	50	49	50	49	49	69	49	4
SB1	56	51	51	69	37	27	39	45	0	118	28	93	25	24	25	57	61	52	24	-2
SB2	56	51	51	69	37	27	39	45	118	0	28	93	25	24	25	57	61	51	24	-2
SK	39	34	34	33	43	23	54	54	28	28	0	34	45	44	44	39	40	54	44	4
SR	56	51	51	72	37	27	65	44	93	93	34	0	25	24	25	64	69	65	24	4
S	30	25	25	24	34	15	50	50	25	25	45	25	0	56	57	31	31	50	49	5
SIB	29	25	24	23	33	14	49	49	24	24	44	24	56	0	76	30	30	50	49	4
SI	30	25	26	24	34	15	50	50	25	25	44	25	57	76	0	31	31	50	49	5
SM1	73	73	73	70	44	36	50	49	57	57	39	64	31	30	31	0	85	45	29	3
SM2	73	74	74	71	44	36	50	49	61	61	40	69	31	30	31	85	0	45	29	3
TB	45	40	40	47	43	24	67	69	52	51	54	65	50	50	50	45	45	0	50	5
UR	29	24	25	23	33	15	49	49	24	24	44	24	49	49	49	29	29	50	0	4
US	8	4	5	3	4	1	4	4	-2	-2	4	4	5	4	5	3	3	5	4	0

4.4.4. Rancangan Model VRP Pusat Distribusi Awal dengan Software Lingo 18.0

Berikut adalah rancangan model pada software Lingo 18.0 untuk pengiriman pertama:

```

MODEL:
SETS:
    ! Q(I) adalah jumlah permintaan pada lokasi I,
    U(I) adalah jumlah akumulasi pengiriman;
    LOKASI/1..45/: Q, U;
    ! JARAK(I,J) adalah jarak dari lokasi I ke lokasi J
    X(I,J) adalah bilangan biner 0-1: 1 jika terbentuk rute dari
    lokasi I ke J, 0 jika
tidak; LXL( LOKASI, LOKASI):
JARAK, X; ENDSETS DATA:
    ! lokasi 1 adalah distribution center;
    Q = 0 95 140 116 31 89 140 36 120 50 30 93 125 30
        140 134 30 43 17 140 140 86 140 49 88 53 39 91 32
        34 121 140 140 43 29 35 140 24 129 140 4 49 35 50 123;
    ! jarak dari lokasi I ke lokasi J adalah sama dengan jarak dari
    lokasi J ke lokasi I. Jarak dari lokasi I ke distribution
    center adalah 0, karena truk harus kembali ke distribution
    center;
    JARAK = ! ke lokasi;
    ! DC BK BB1 BB2 C1 C2 C3 DM1 DM2 DM3 J KA KS1 KS2
KO1
KO2 KT1 KT2 LM1 LM2 M NR NT N1 N2 PC1 PC2 PL PB PM PAG PG PT SB1
SB2 SK SR S SIB SI SM1 SM2 TB UR US Dari;
    0 38 47 60 28 27 35 57 57 60 26 20 14 12
48
53 26 28 14 18 22 17 16 16 16 38 35 38 38 25 22 35 37 59
60
29 55 29 40 54 43 45 39 26 2 !DC;
    0 0 17 30 22 25 23 27 28 30 16 18 42 40
13
17 16 24 41 44 59 20 22 48 56 36 38 43 33 20 34 11 12 57
58
13 37 17 29 28 37 43 9 15 36 !BK;
    0 17 0 13 32 35 31 14 14 15 24 26 50 48
21
25 24 32 49 53 68 28 30 57 65 40 42 47 38 28 42 14 11 44
45
22 32 25 37 37 42 47 9 23 44 !BB1;
    0 30 13 0 45 48 44 19 15 12 37 40 64 61
34
39 37 17 62 66 87 42 43 77 78 53 55 60 62 42 56 28 24 49
50
35 46 38 50 41 54 65 22 36 57 !BB2;
    0 22 32 45 0 3 10 42 43 45 23 12 36 34
27
32 23 29 15 14 53 15 14 43 44 43 45 50 49 25 38 21 23 70
71

```

20 66 8 16 29 48 50 24 7 29 !C1;
 0 25 35 48 3 0 8 45 45 48 25 14 35 32
 30
 32 25 31 13 11 52 17 17 41 43 46 47 53 52 27 43 23 25 72
 73
 23 68 11 13 26 51 53 27 10 26 !C2;
 0 23 31 44 10 8 0 42 42 44 22 15 39 36
 24
 25 22 30 20 18 56 18 18 45 47 42 44 49 48 26 40 20 22 69
 70
 19 65 7 6 19 47 49 24 12 32 !C3;
 0 27 14 19 42 45 42 0 7 9 35 37 61 59
 31
 36 35 43 60 63 85 39 41 74 75 40 42 47 38 39 53 21 21 32
 33
 32 28 36 48 61 53 34 19 34 55 !DM1;
 0 28 14 15 43 45 42 7 0 4 35 37 64 62 31
 36 35 43 64 68 85 39 41 74 75 45 47 52 49 39 53 25 22 37
 38
 32 33 36 48 61 46 55 19 34 58 !DM2;
 0 30 15 12 45 48 44 9 4 0 37 39 66 64
 34
 38 37 45 67 70 87 42 43 77 78 48 49 54 51 41 56 27 24 39
 40
 35 35 38 50 52 49 58 21 36 60 !DM3;
 0 16 24 37 23 25 22 35 35 37 0 12 30 28
 26 31 2 9 31 34 49 8 13 34 40 22 23 28 22 6 19 14 16
 48 49 8 44 17 28 42 27 28 17 15 24 !J;
 0 18 26 40 12 14 15 37 37 39 12 0 24 22
 28 31 12 17 23 26 38 4 5 31 32 29 31 34 30 13 27 15 17
 56 57
 15 52 9 20 34 34 36 19 6 18 !KA;
 0 42 50 64 36 35 39 61 64 66 30 24 0 5
 42
 46 17 17 27 31 42 17 19 32 33 23 24 28 23 15 24 29 31 44
 45
 22 40 29 40 56 26 29 32 28 20 !KS1;
 0 40 48 61 34 32 36 59 62 64 28 22 5 0
 44
 48 19 19 29 33 47 20 21 34 35 25 26 31 25 18 22 31 33 46
 47
 25 42 34 44 58 29 32 34 32 22 !KS2;
 0 13 21 34 27 30 24 31 31 34 26 28 42 44
 0
 5 26 34 44 42 68 30 30 58 66 46 48 51 44 30 44 20 19 61
 62
 23 41 19 24 16 47 53 13 24 49 !KO1;
 0 17 25 39 32 32 25 36 36 38 31 31 46 48
 5
 0 30 38 45 43 73 34 35 63 71 51 52 55 48 35 49 25 23 66
 67
 28 46 24 24 17 52 57 18 28 50 !KO2;
 0 16 24 37 23 25 22 35 35 37 2 12 17 19
 26 30 0 10 29 32 51 9 13 39 42 22 23 28 27 6 19 13 15
 48 49 6 44 16 28 41 27 28 16 14 24 !KT1;

```

    0  24  32  17  29  31  30  43  43  45  9 17 17 19
34
38 10  0  32  36 51 14 18 41 42 21 22 27 21  7 21 21 23 48
49
15 44 24  36 49  24  26 24 22 25 !KT2;
    0  41  49  62  15  13  20  60  64  67 31 23 27 29
44
45 29 32  0  4 35 20 20 29 29 38 39 45 45 30 30 38 40 65
66
37 61 23  25 39  43  45 41 22 14 !LM1;
    0  44  53  66  14  11  18  63  68  70 34 26 31 33
42
43 32 36  4  0 38 24 23 32 33 41 43 48 48 33 34 41 43 69
70
34 65 22  24 37  46  48 45 21 17 !LM2;
    0  59  68  87  53  52  56  85  85  87 49 38 42 47
68
73 51 51  35 38  0 37 36  9  8 51 56 39 55 49 25 62 64 77
78
55 73 49  61 74  59  63 65 47 30  !M;
    0  20  28  42  15  17  18  39  39  42  8  4 17 20
30
34  9 14  20  24 37  0  4 28 29 26 27 33 27 10 24 17 19 52
53
11 48 12  23 37  30  32 21  9 15  !NR;
    0  22  30  43  14  17  18  41  41  43 13  5 19 21
30
35 13 18  20  23 36  4  0 28 29 30 31 36 30 14 26 19 21 57
58
16 53 12  24 37  35  36 22 10 15  !NT;
    0  48  57  77  43  41  45  74  74  77 34 31 32 34
58
63 39 41  29 32  9 28 28  0  2 41 43 36 46 33 18 46 48 67
68
40 63 40  51 65  46  48 49 37 18  !N1;
    0  56  65  78  44  43  47  75  75  78 40 32 33 35
66
71 42 42  29 33  8 29 29  2  0 42 44 38 47 34 20 47 49 68
69
41 64 41  52 66  47  49 50 38 19  !N2;
    0  36  40  53  43  46  42  40  45  48 22 29 23 25
46
51 22 21  38 41 51 26 30 41 42  0  5 10 13 21 27 26 29 41
42
28 37 37  49 62  8 10 32 35 32 !PC1;
    0  38  42  55  45  47  44  42  47  49 23 31 24 26
48
52 23 22  39 43 56 27 31 43 44  5  0  5 14 23 26 30 31 43
44
30 39 39  50 64  5  6 34 37 33 !PC2;
    0  43  47  60  50  53  49  47  52  54 28 34 28 31
51
55 28 27  45 48 39 33 36 36 38 10  5  0 18 25 22 31 34 46
47
33  42 42  54 66  8  9 37 39 35  !PL;

```

```

0 33 38 62 49 52 48 38 49 51 22 30 23 25 44
48 27 21 45 48 55 27 30 46 47 13 14 18 0 21 27 24 27
28 29
34 21 43 55 68 11 12 30 41 37 !PB;
0 20 28 42 25 27 26 39 39 41 6 13 15 18 30
35 6 7 30 33 49 10 14 33 34 21 23 25 21 0 18 17 19 47
48
11 43 20 32 45 24 26 21 18 23 !PM;
0 34 42 56 38 43 40 53 53 56 19 27 24 22
44
49 19 21 30 34 25 24 26 18 20 27 26 22 27 18 0 26 36 54
55
28 50 36 48 61 29 31 37 33 23 !PAG;
0 11 14 28 21 23 20 21 25 27 14 15 29 31
20
25 13 21 38 41 62 17 19 46 47 26 30 31 24 17 26 0 4 55
56
10 25 14 26 39 28 30 7 12 33 !PG;
0 12 11 24 23 25 22 21 22 24 16 17 31 33
19
23 15 23 40 43 64 19 21 48 49 29 31 34 27 19 36 4 0 51
52
12 48 16 28 41 31 33 7 14 35 !PT;
0 57 44 49 70 72 69 32 37 39 48 56 44 46
61
66 48 48 65 69 77 52 57 67 68 41 43 46 28 47 54 55 51 0
1
60 21 63 75 88 45 43 46 61 63 !SB1;
0 58 45 50 71 73 70 33 38 40 49 57 45 47
62
67 49 49 66 70 78 53 58 68 69 42 44 47 29 48 55 56 52 1
0
61 22 64 76 89 46 44 48 62 64 !SB2;
0 13 22 35 20 23 19 32 32 35 8 15 22 25
23 28 6 15 37 34 55 11 16 40 41 28 30 33 34 11 28 10 12
60 61 0 50 13 25 39 33 34 14 11 27 !SK;
0 37 32 46 66 68 65 28 33 35 44 52 40 42
41
46 44 44 61 65 73 48 53 63 64 37 39 42 21 43 50 25 48 21
22
50 0 59 71 84 34 31 29 57 53 !SR;
0 17 25 38 8 11 7 36 36 38 17 9 29 34
19
24 16 24 23 22 49 12 12 40 41 37 39 42 43 20 36 14 16 63
64
13 59 0 13 26 41 43 18 6 26 !S;
0 29 37 50 16 13 6 48 48 50 28 20 40 44
24 24 28 36 25 24 61 23 24 51 52 49 50 54 55 32 48 26 28
75 76
25 71 13 0 18 53 55 29 17 38 !SIB;
0 28 37 41 29 26 19 61 61 52 42 34 56 58
16
17 41 49 39 37 74 37 37 65 66 62 64 66 68 45 61 39 41 88
89
39 84 26 18 0 66 68 43 31 51 !SI;
0 37 42 54 48 51 47 53 46 49 27 34 26 29

```

```

47
52 27 24 43 46 59 30 35 46 47 8 5 8 11 24 29 28 31 45
46
33 34 41 53 66 0 3 37 40 42 !SM1;
      0 43 47 65 50 53 49 34 55 58 28 36 29 32
53
57 28 26 45 48 63 32 36 48 49 10 6 9 12 26 31 30 33 43
44
34 31 43 55 68 3 0 39 42 44 !SM2;
      0 9 9 22 24 27 24 19 19 21 17 19 32 34 13
18 16 24 41 45 65 21 22 49 50 32 34 37 30 21 37 7 7 46
48
14 29 18 29 43 37 39 0 15 36 !TB;
      0 15 23 36 7 10 12 34 34 36 15 6 28 32
24
28 14 22 22 21 47 9 10 37 38 35 37 39 41 18 33 12 14 61
62
11 57 6 17 31 40 42 15 0 24 !UR;
      0 36 44 57 29 26 32 55 58 60 24 18 20 22
49
50 24 25 14 17 30 15 15 18 19 32 33 35 37 23 23 33 35 63
64
27 53 26 38 51 42 44 36 24 0; !US;
! V adalah kapasitas muat truk pengangkut ;
V = 140;
ENDDATA
! Fungsi objektif minimum;
MIN = @SUM( LXL: JARAK * X * 5150/7) + @SUM(LOKASI(J)|J #GT#
1:X(1,J))*200000; ! konstrain, untuk setiap
lokasi kecuali distribution center; @FOR(
LOKASI( K)| K #GT# 1:
! Truk tidak mengirim ke tempat yang sama;
X( K, K) = 0;
! Truk harus mengantar ke lokasi;
@SUM( LOKASI( I)| I #NE# K #AND# ( I #EQ# 1 #OR#
Q( I) + Q( K) #LE# V): X( I, K)) = 1;
! Truk harus meninggalkan lokasi setelah selesai;
@SUM( LOKASI( J)| J #NE# K #AND# ( J #EQ# 1 #OR#
Q( J) + Q( K) #LE# V): X( K, J)) = 1;
! U( K) tidak melewati kapasitas truk dan minimum permintaan Q;
@BND( Q( K), U( K), V);
! Konstrain jika I diikuti K;
@FOR( LOKASI( I)| I #NE# K #AND# I #NE# 1:
U( K) >= U( I) + Q( K) - V + V *
( X( K, I) + X( I, K)) - ( Q( K) + Q( I))
* X( K, I);
);
! Konstrain jika K adalah pemberhentian pertama;
U( K) <= V - ( V - Q( K)) * X( 1, K);
! Konstrain jika K bukan pemberhentian pertama;
U( K) >= Q( K) + @SUM( LOKASI( I)|
I #GT# 1: Q( I) * X( I, K));
);
! Bilangan biner X;

```

```

@FOR( LXL: @BIN( X));
END

```

Rancangan model untuk pengiriman kedua adalah sebagai berikut:

```

MODEL:
SETS:
    ! Q(I) adalah jumlah permintaan pada lokasi I,
    ! U(I) adalah jumlah akumulasi pengiriman;
    LOKASI/1..11/: Q, U;
    ! JARAK(I,J) adalah jarak dari lokasi I ke lokasi J
    ! X(I,J) adalah bilangan biner 0-1: 1 jika terbentuk rute dari
lokasi I ke J, 0 jika tidak;
    LXL( LOKASI, LOKASI): JARAK,
X;  ENDSSETS  DATA:
    ! lokasi 1 adalah distribution center;
    Q = 0 91 14 45 29 18 16 31 95 82 15;
    ! jarak dari lokasi I ke lokasi J adalah sama dengan jarak dari
Lokasi J ke lokasi I. Jarak dari lokasi I ke distribution
center adalah 0, karena truk harus kembali ke distribution
center;
    JARAK = ! ke lokasi;
    ! DC  BB1  C3  KO1  LM2  M  NT  PG  PT  SR  SI  From;
    0  47  35  48  18  22  16  35  37  55  54  !DC;
    0  0  31  21  53  68  30  14  11  32  37  !BB1;
    0  31  0  24  18  56  18  20  22  65  19  !C3;
    0  21  24  0  42  68  30  20  19  41  16  !KO1;
    0  53  18  42  0  38  23  41  43  65  37  !LM2;
    0  68  56  68  38  0  36  62  64  73  74  !M;
    0  30  18  30  23  36  0  19  21  53  37  !NT;
    0  14  20  20  41  62  19  0  4  25  39  !PG;
    0  11  22  19  43  64  21  4  0  48  41  !PT;
    0  32  65  41  65  73  53  25  48  0  84  !SR;
    0  37  19  16  37  74  37  39  41  84  0;  !SI;
    ! V adalah kapasitas muat truk pengangkut ;
    V = 140;
ENDDATA
    ! Fungsi objektif minimum;
    MIN = @SUM( LXL: JARAK * X * 5150/7) + @SUM(LOKASI(J)|J #GT#
1:X(1,J))*200000;  ! konstrain, untuk setiap
lokasi kecuali distribution center;  @FOR(
LOKASI( K)| K #GT# 1:
    ! Truk tidak mengirim ke tempat yang sama;
    X( K, K) = 0;
    ! Truk harus mengantar ke lokasi;
    @SUM( LOKASI( I)| I #NE# K #AND# ( I #EQ# 1 #OR#
Q( I) + Q( K) #LE# V): X( I, K)) = 1;
    ! Truk harus meninggalkan lokasi setelah selesai;
    @SUM( LOKASI( J)| J #NE# K #AND# ( J #EQ# 1 #OR#
Q( J) + Q( K) #LE# V): X( K, J)) = 1;
    ! U( K) tidak melewati kapasitas truk dan minimum permintaan Q;
    @BND( Q( K), U( K), V);
    ! Konstrain jika I diikuti K;
    @FOR( LOKASI( I)| I #NE# K #AND# I #NE# 1:

```

```

    U( K) >= U( I) + Q( K) - V + V *
( X( K, I) + X( I, K)) - ( Q( K) + Q( I))
    * X( K, I);
);
! Konstrain jika K adalah pemberhentian pertama;
    U( K) <= V - ( V - Q( K)) * X( 1, K);
! Konstrain jika K bukan pemberhentian pertama;
    U( K) >= Q( K) + @SUM( LOKASI(
I) |
    I #GT# 1: Q( I) * X( I,
K));
);
! Bilangan biner X;
@FOR( LXL: @BIN( X));
END

```

4.4.5. Data Koordinat Lokasi

Data koordinat lokasi distribusi didapatkan melalui aplikasi *Google Maps*.

Berikut adalah data koordinat lokasi distribusi:

Data Koordinat Lokasi Distribusi

No	Lokasi Distribusi	Koordinat Bujur (x)	Koordinat Lintang (y)
1	BK	98,896	3,382
2	BB1	98,940	3,329
3	BB2	98,917	3,259
4	C1	98,803	3,394
5	C2	98,800	3,383
6	C3	98,813	3,360
7	DM1	99,013	3,352
8	DM2	99,030	3,322
9	DM3	99,006	3,297
10	J	98,901	3,502
11	KA	98,856	3,467
12	KS1	98,837	3,535
13	KS2	98,819	3,527
14	KO1	98,860	3,303
15	KO2	98,843	3,281
16	KT1	98,912	3,510
17	KT2	98,929	3,532
18	LM1	98,743	3,439
19	LM2	98,749	3,419
20	M	98,668	3,659
21	NR	98,859	3,493
22	NT	98,830	3,480
23	N1	98,702	3,614
24	N2	98,688	3,611

25	PC1	98,941	3,613
26	PC2	98,961	3,631
27	PL	98,942	3,661
28	PB	99,007	3,562
29	PM	98,915	3,522
30	PAG	98,829	3,635

Data Koordinat Lokasi Distribusi

No	Lokasi Distribusi	Koordinat Bujur (x)	Koordinat Lintang (y)
31	PG	98,929	3,438
32	PT	98,932	3,416
33	SB1	99,169	3,430
34	SB2	99,170	3,418
35	SK	98,917	3,463
36	SR	99,087	3,471
37	S	98,846	3,411
38	SIB	98,834	3,335
39	SI	98,781	3,216
40	SM1	98,986	3,628
41	SM2	99,002	3,631
42	TB	98,921	3,386
43	UR	98,844	3,429
44	US	98,751	3,524

Data koordinat lokasi distribusi akan digunakan sebagai input untuk menentukan koordinat pusat distribusi usulan dalam gravity location models.

Data Biaya Distribusi *Gravity Location Model*

Berikut adalah data biaya distribusi per unit produk seperti dapat dilihat sebagai berikut:

Data Biaya Distribusi *Gravity Location Model*

No	Tujuan	Biaya Distribusi / unit
1	BK	Rp 1628,27
2	BB1	Rp 1675,56
3	BB2	Rp 1743,88
4	C1	Rp 1575,71
5	C2	Rp 1570,46
6	C3	Rp 1612,50

7	DM1	Rp 1728,11
8	DM2	Rp 1728,11
9	DM3	Rp 1743,88
10	J	Rp 1565,20
11	KA	Rp 1533,67

Data Biaya Distribusi Gravity Location Model

No	Tujuan	Biaya Distribusi / unit
12	KS1	Rp 1502,14
13	KS2	Rp 1491,63
14	KO1	Rp 1680,82
15	KO2	Rp 1707,09
16	KT1	Rp 1565,20
17	KT2	Rp 1575,71
18	LM1	Rp 1502,14
19	LM2	Rp 1523,16
20	M	Rp 1544,18
21	NR	Rp 1517,91
22	NT	Rp 1512,65
23	N1	Rp 1512,65
24	N2	Rp 1512,65
25	PC1	Rp 1628,27
26	PC2	Rp 1612,50
27	PL	Rp 1628,27
28	PB	Rp 1628,27
29	PM	Rp 1559,95
30	PAG	Rp 1544,18
31	PG	Rp 1612,50
32	PT	Rp 1623,01
33	SB1	Rp 1738,62
34	SB2	Rp 1743,88
35	SK	Rp 1580,97
36	SR	Rp 1717,60
37	S	Rp 1580,97
38	SIB	Rp 1638,78
39	SI	Rp 1712,35
40	SM1	Rp 1654,54
41	SM2	Rp 1665,05

42	TB	Rp 1633,52
43	UR	Rp 1565,20
44	US	Rp 1439,08

Data tersebut didapatkan berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$\text{Biaya Distribusi} = \frac{(\text{jarak} \times \text{biaya bahan bakar}) + \text{gaji tenaga kerja per hari}}{\text{kapasitas truk}}$$

Jarak pada rumus adalah jarak antara pusat distribusi awal dengan masing-masing lokasi distribusi. Untuk gaji tenaga kerja adalah sebesar Rp 6.000.000 per bulan yang terdiri dari gaji supir dan kernet. Sedangkan, untuk biaya bahan bakar diasumsikan sebesar Rp 5.150/liter dan penggunaan 1 liter adalah sejauh 7 km. Sebagai contoh, perhitungan biaya distribusi per unit untuk daerah distribusi BK didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Biaya distribusi BK} &= \frac{\left(38 \times \frac{5150}{7}\right) + \left(\frac{6000000}{30}\right)}{140} \\ &= \text{Rp } 1628,27 \end{aligned}$$

4.5. Hasil dan Pembahasan

4.5.1. Perhitungan Biaya Distribusi Pusat Distribusi Awal

Pada perhitungan biaya distribusi ini, akan digunakan dua metode, yaitu metode saving matrix dan metode vehicle routing problem (VRP). Data yang akan digunakan pada tahap ini adalah data matriks jarak pusat distribusi awal dan data permintaan produk.

a. Metode Saving Matrix

Tahap pertama dalam metode ini adalah menentukan saving matrix. Angka-angka pada saving matrix diatas menunjukkan seberapa besar penghematan yang akan didapatkan, jika tujuan distribusi digabungkan ke dalam satu rute yang sama. Data saving matrix ini akan digunakan sebagai dasar dalam penentuan rute distribusi.

Berdasarkan data saving matrix, maka dapat dibentuk rute-rute distribusi untuk pusat distribusi awal. Sebagai contoh, pembentukan rute distribusi, nilai saving matrix terbesar terdapat pada perpotongan antara SB1 dan SB2, yakni sebesar 118, maka SB1 dan SB2 tergabung menjadi satu rute dengan jumlah permintaan sebanyak 72 sak. Karena truk belum terisi maksimal, maka rute distribusi SB1-SB2 belum selesai terbentuk dan harus digabungkan lagi ke tujuan lain. Tujuan lain tersebut terdapat pada DM1 dan KS2 dengan nilai saving matrix masing-masing sebesar 84 dan 25. DM1 memiliki jumlah permintaan sebanyak 36 sak dan KS2 sebanyak 30 sak. Dengan demikian, rute SB1-SB2-DM1-KS2 telah selesai terbentuk dengan jumlah permintaan sebanyak 138 sak. Dengan cara yang sama, hal ini dilakukan hingga semua rute terbentuk.

Pengiriman produk akan dibagi menjadi dua, karena kapasitas truk hanya 140 sak dan terdapat lokasi distribusi yang memiliki permintaan lebih dari 140 sak. Adapun lokasi distribusi tersebut adalah BB1, C3, KO1, LM2, M, NT, PG, PT, SR dan SI. Saving matrix juga digunakan sebagai dasar pembentukan rute distribusi pada pengiriman kedua.

Setelah semua rute pada pengiriman pertama dan kedua terbentuk, maka lokasi distribusi pada tiap rute akan diurutkan dengan prinsip nearest neighbor, yaitu selalu menambahkan tujuan yang jaraknya paling dekat dengan tujuan yang

terakhir dikunjungi. Untuk perhitungan biaya distribusi, biaya bahan bakar adalah sebesar 735,71/km dan total biaya supir dan kernet adalah sebesar 200.000/hari. Berikut adalah rekapitulasi hasil rute distribusi dan biaya distribusi pusat distribusi awal dengan metode saving matrix seperti dapat dilihat pada Tabel

Pengiriman	Rute	Produk yang dimuat (sak)	Jarak (km)	Biaya Distribusi
1	DC-SK-BK-DC	130	42	Rp 6.174.707
	DC-BB1-DC	140	47	
	DC-BB2-DC	116	60	
	DC-LM1-C2-C1-DC	137	30	
	DC-C3-DC	140	35	
	DC-KS2-SB1-SB2-DM1-DC	138	92	
	DC-DM2-DC	120	57	
	DC-S-TB-DM3-DC	109	68	
	DC-KT1-J-PM-KT2-DC	137	41	
	DC-KA-DC	93	20	
	DC-KS1-DC	125	14	
	DC-KO1-DC	140	48	
	DC-KO2-DC	134	53	
	DC-LM2-DC	140	18	
	DC-M-DC	140	22	
	DC-NR-UR-DC	136	26	
	DC-NT-DC	140	16	
	DC-N1-N2-DC	137	18	
DC-PC1-SM1-SM2-PB-DC	138	61		
DC-PC2-PL-DC	130	40		

Pengiriman	Rute	Produk yang dimuat (sak)	Jarak (km)	Biaya Distribusi
	DC-PAG-DC	121	22	
	DC-PG-DC	140	35	
	DC-PT-DC	140	37	
	DC-SR-DC	140	55	
	DC-SIB-DC	129	40	
	DC-SI-DC	140	54	
	DC-US-DC	123	2	
2	DC-LM2-C3-SI-KO1-DC	103	71	Rp 984.664
	DC-M-SR-DC	100	95	
	DC-NT-BB1-DC	107	46	
	DC-PG-PT-DC	126	39	
Jumlah				Rp 7.159.371

b. Metode Vehicle Routing Problem (VRP)

Untuk menentukan rute distribusi dan biaya distribusi pusat distribusi awal, akan dirancang sebuah model VRP dan diselesaikan dengan software Lingo 18.0. Data yang digunakan pada model ini adalah data permintaan produk dan

data matriks jarak pusat distribusi awal. Adapun model matematika pada perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

Minimasi:

$$\sum_{i \neq j} d_{ij} x_{ij}$$

Konstrain:

$$\sum_j x_{ij} = 1, \forall i, i \neq j$$

$$\sum_i x_{ij} = 1, \forall j, i \neq j$$

$$\sum_{i,j \in S} x_{ij} \leq |S| - 1$$

$$\sum_{i,j \in T} x_{ij} \leq |T| - k$$

Dimana:

i, j = lokasi distribusi

d_{ij} = jarak antara lokasi i dengan lokasi j

k = jumlah minimum lokasi yang harus dilayani dari T

$x_{ij} = 1$, jika terbentuk rute dari lokasi a ke lokasi b

Dari model matematika diatas, maka dapat dibuat rancangan model pada software Lingo 18.0. dengan data pusat distribusi awal. Dari hasil output rancangan model tersebut, dapat diketahui rute distribusi yang optimal, diantaranya (1,3), (1,7), (1,9), (1,12), (1,13), (1,14), (1,15), (1,16), (1,17), (1,19), (1,20), (1,21), (1,22), (1,23), (1,24), (1,26), (1,27), (1,31), (1,32), (1,33), (1,36), (1,37), (1,38), (1,39), (1,40), (1,43), (1,45), (2,1), (3,1), (4,1), (5,1), (6,5), (7,1), (8,10), (9,1), (10,1), (11,30), (12,1), (13,1), (14,29), (15,1), (16,1), (17,11), (18,1), (19,6), (20,1), (21,1), (22,44), (23,1), (24,25), (25,1), (26,41), (27,28), (28,1), (29,34), (30,18), (31,1), (32,1), (33,1), (34,35), (35,1), (36,2), (37,1), (38,4), (39,1), (40,1), (41,42), (42,1), (43,8), (44,1) dan (45,1)

Hasil diatas merupakan pengiriman pertama. Hal ini dikarenakan kapasitas maksimum truk adalah 140 unit produk. Sedangkan terdapat lokasi distribusi yang memiliki permintaan lebih dari 140 unit, sehingga memerlukan pengiriman lebih dari satu kali.

Pada pengiriman kedua, jumlah permintaan adalah sisa permintaan dari pengiriman pertama yang belum terpenuhi. Dari hasil hasil output rancangan model tersebut, maka didapatkan hasil rute distribusi, berupa (1,5), (1,6), (1,7), (1,8), (2,1), (3,11), (4,1), (5,3), (6,10), (7,2), (8,9), (9,1), (10,1) dan (11,4).

Dari hasil-hasil yang didapat diatas, maka rute distribusi dan total biaya dari sistem distribusi awal dengan metode VRP dapat dilihat seperti pada Tabel berikut.

Pengiriman	Nomor Rute	Rute	Produk yang dimuat (sak)	Jarak (km)	Biaya Distribusi
1	1-3-1	DC-BB1-DC	140	47	Rp 6.151.164
	1-7-1	DC-C3-DC	140	35	
	1-9-1	DC-DM2-DC	120	57	
	1-12-1	DC-KA-DC	93	20	
	1-13-1	DC-KS1-DC	125	14	
	1-14-29-34-35-1	DC-KS2-PB-SB1-SB2-DC	134	66	
	1-15-1	DC-KO1-DC	140	48	
	1-16-1	DC-KO2-DC	134	53	
	1-17-11-30-18-1	DC-KT1-J-PM-KT2-DC	137	41	
	1-19-6-5-1	DC-LM1-C2-C1-DC	137	30	
	1-20-1	DC-LM2-DC	140	18	
	1-21-1	DC-M-DC	140	22	
	1-22-44-1	DC-NR-UR-DC	136	26	
	1-23-1	DC-NT-DC	140	16	
	1-24-25-1	DC-N1-N2-DC	137	18	
	1-26-41-42-1	DC-PC1-SM1-SM2-DC	106	49	
	1-27-28-1	DC-PC2-PL-DC	130	40	
	1-31-1	DC-PAG-DC	121	22	
	1-32-1	DC-PG-DC	140	35	
	1-33-1	DC-PT-DC	140	37	
	1-36-2-1	DC-SK-BK-DC	130	42	
	1-37-1	DC-SR-DC	140	55	
	1-38-4-1	DC-S-BB2-DC	140	67	
	1-39-1	DC-SIB-DC	129	40	
	1-40-1	DC-SI-DC	140	54	
1-43-8-10-1	DC-TB-DM1-DM3-DC	121	67		
1-45-1	DC-US-DC	123	2		
2	1-5-3-11-4-1	DC-LM2-C3-SI-KO1-DC	103	71	Rp 984.664
	1-6-10-1	DC-M-SR-DC	100	95	
	1-7-2-1	DC-NT-BB1-DC	107	46	
	1-8-9-1	DC-PG-PT-DC	126	39	
Jumlah					Rp 7.135.828

c. Pembahasan Biaya Distribusi Pusat Distribusi Awal

Dari perhitungan biaya distribusi dengan metode saving matrix dan

metode vehicle routing problem (VRP) didapatkan hasil total biaya distribusi masing-masing sebesar Rp 7.159.371 dan Rp 7.135.828. Dari kedua hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan diantara kedua metode tersebut. Hal ini disebabkan jarak total distribusi yang tidak jauh berbeda, yakni 1.306 km untuk metode saving matrix dan 1.272 km untuk metode VRP. Oleh karena itu, akan dirancang sebuah koordinat pusat distribusi baru yang strategis berdasarkan lokasi-lokasi distribusi dimana produk akan dikirim. Metode gravity location model akan digunakan untuk menentukan koordinat pusat distribusi yang baru.

4.5.2. Gravity Location Model

Pada tahap ini akan ditentukan koordinat lokasi pusat distribusi usulan. Data yang digunakan sebagai input adalah data permintaan produk, data koordinat lokasi distribusi dan data biaya distribusi gravity location model. Untuk menentukan koordinat lokasi pusat distribusi usulan, maka akan dilakukan perhitungan dengan software Lingo 18.0. Adapun model matematika pada perhitungan ini adalah sebagai berikut:

Minimasi:

$$\sum_i c_i Q_i d_i$$

Konstrain:

$$d_i = ((x_n - x_i)^2 + (y_n - y_i)^2)^{1/2}$$

$$x_n = \frac{\sum_i \frac{c_i Q_i x_i}{d_i}}{\left(\sum_i \frac{c_i Q_i}{d_i}\right)^{-1}}$$

$$y_n = \frac{\sum_i \frac{c_i Q_i y_i}{d_i}}{\left(\sum_i \frac{c_i Q_i}{d_i}\right)^{-1}}$$

Dimana:

i = Lokasi distribusi

x_n = Koordinat x pusat distribusi baru iterasi n

y_n = Koordinat y pusat distribusi baru iterasi n

x_i = Koordinat x lokasi distribusi i

y_i = Koordinat y lokasi distribusi j

Q_i = Kuantitas produk yang dikirim ke lokasi distribusi i

C_i = Biaya pengiriman produk ke lokasi distribusi i

Dari hasil output rancangan model tersebut pada software Lingo 18.0, dapat diketahui bahwa koordinat pusat distribusi usulan adalah (98,88504;3,419406).

4.5.3. Biaya Distribusi Pusat Distribusi Usulan

Pada perhitungan biaya distribusi usulan akan digunakan metode yang sama, yaitu metode saving matrix dan metode vehicle routing problem (VRP).

a. Metode Saving Matrix

Dengan cara yang sama seperti metode saving matrix pada pusat distribusi awal, maka didapatkan rekapitulasi hasil rute distribusi dan biaya distribusi pusat distribusi usulan seperti dapat dilihat pada Tabel

Pengiriman	Rute	Produk yang dimuat (sak)	Jarak (km)	Biaya Distribusi
	DC-S-KA-DC	117	19	
	DC-KS1-DC	125	35	
	DC-KS2-PC1-SM1-SM2-DC	136	69	
	DC-KO1-DC	140	21	
	DC-KO2-DC	134	25	
	DC-US-LM1-DC	140	42	
	DC-LM2-DC	140	33	
	DC-M-DC	140	63	
	DC-UR-NR-DC	136	17	
	DC-NT-DC	140	14	
	DC-N1-N2-DC	137	53	
	DC-PC2-PL-DC	130	40	
	DC-PAG-DC	121	31	
	DC-PG-DC	140	8	
	DC-PT-DC	140	10	
	DC-SR-DC	140	56	
	DC-SIB-DC	129	21	
	DC-SI-DC	140	35	
2	DC-BB1-DC	91	19	Rp 941.993
	DC-KO1-SI-C3-LM2-DC	103	74	
	DC-PG-SR-DC	113	33	
	DC-PT-NT-M-DC	129	67	
Jumlah				Rp 6.990.893

b. Metode Vehicle Routing Problem (VRP)

Dengan model matematika yang sama seperti metode VRP pusat distribusi

awal, maka dapat dirancang sebuah model pada software Lingo 18.0. dan dari hasil output rancangan model tersebut, dapat diketahui rute distribusi untuk pengiriman pertama adalah (1,2), (1,3), (1,4), (1,5), (1,7), (1,9), (1,11), (1,13), (1,15), (1,16), (1,20), (1,21), (1,23), (1,24), (1,27), (1,30), (1,31), (1,32), (1,33), (1,36), (1,37), (1,38), (1,39), (1,40), (1,43), (1,44), (1,45), (2,1), (3,1), (4,1), (5,6), (6,19), (7,1), (8,10), (9,1), (10,1), (11,29), (12,1), (13,1), (14,1), (15,1), (16,1), (17,18), (18,14), (19,1), (20,1), (21,1), (22,1), (23,1), (24,25), (25,1), (26,41), (27,28), (28,1), (29,34), (30,26), (31,1), (32,1), (33,1), (34,35), (35,1), (36,17), (37,1), (38,12), (39,1), (40,1), (41,42), (42,1), (43,8), (44,22) dan (45,1). Sedangkan untuk pengiriman kedua, didapatkan rute (1,2), (1,4), (1,8), (1,9), (2,1), (3,5), (4,11), (5,1), (6,1), (7,6), (8,10), (9,7), (10,1) dan (11,3).

Dari hasil-hasil yang didapat diatas, maka rute distribusi dan total biaya dari lokasi pusat distribusi usulan dapat dilihat seperti pada Tabel di bawah ini.

Pengiriman	Nomor Rute	Rute	Produk yang dimuat (sak)	Jarak (km)	Biaya Distribusi
1	1-2-1	DC-BK-DC	95	11	Rp 6.023.150
	1-3-1	DC-BB1-DC	140	19	
	1-4-1	DC-BB2-DC	116	32	
	1-5-6-19-1	DC-C1-C2-LM1-DC	137	33	
	1-7-1	DC-C3-DC	140	16	
	1-9-1	DC-DM2-DC	120	30	
	1-11-29-34-35-1	DC-J-PB-SB1-SB2-DC	134	64	
	1-13-1	DC-KS1-DC	125	35	
	1-15-1	DC-KO1-DC	140	21	
	1-16-1	DC-KO2-DC	134	25	
	1-20-1	DC-LM2-DC	140	33	
	1-21-1	DC-M-DC	140	63	
	1-23-1	DC-NT-DC	140	14	
	1-24-25-1	DC-N1-N2-DC	137	53	
	1-27-28-1	DC-PC2-PL-DC	130	40	
	1-30-26-41-42-1	DC-PM-PC1-SM1-SM2-DC	140	49	
	1-31-1	DC-PAG-DC	121	31	
	1-32-1	DC-PG-DC	140	8	
	1-33-1	DC-PT-DC	140	10	
	1-36-17-18-14-1	DC-SK-KT1-KT2-KS2-DC	138	45	
	1-37-1	DC-SR-DC	140	56	
	1-38-12-1	DC-S-KA-DC	117	19	
	1-39-1	DC-SIB-DC	129	21	
	1-40-1	DC-SI-DC	140	35	
	1-43-8-10-1	DC-TB-DM1-DM3-DC	121	39	
	1-44-22-1	DC-UR-NR-DC	136	17	

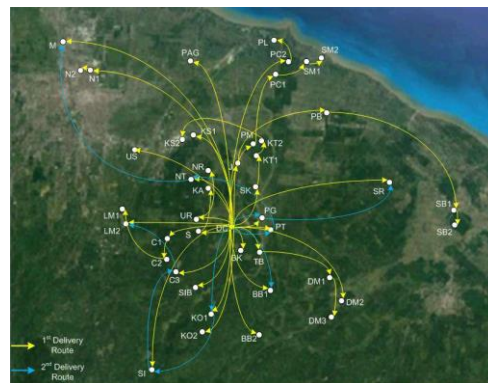
Pengiriman	Nomor Rute	Rute	Produk yang dimuat (sak)	Jarak (km)	Biaya Distribusi
	1-45-1	DC-US-DC	123	28	
2	1-2-1	DC-BB1-DC	91	19	Rp 941.993
	1-4-11-3-5-1	DC-KO1-SI-C3-LM2-DC	103	74	
	1-8-10-1	DC-PG-SR-DC	113	33	
	1-9-7-6-1	DC-PT-NT-M-DC	129	67	
Jumlah					Rp 6.965.143

4.5.4. Pembahasan Relokasi Pusat Distribusi

Dari perhitungan biaya distribusi untuk pusat distribusi awal dan usulan, dapat disimpulkan bahwa lokasi pusat distribusi usulan lebih baik dibandingkan lokasi pusat distribusi awal dari segi biaya maupun jarak. Hal ini dapat diperlihatkan melalui gambar peta pada gambar 4.2.



Sebelum relokasi



Sesudah relokasi

Gambar 4.1. Perbedaan Rute Sebelum dan Sesudah Relokasi Pusat Distribusi

Dari gambar diatas, dapat dilihat bahwa lokasi dan rute distribusi sesudah relokasi tampak lebih terpusat dibandingkan sebelum relokasi.

4.6. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dengan metode saving matrix dan metode vehicle routin problem (VRP), biaya distribusi optimal untuk pusat distribusi awal adalah sebesar Rp 7.135.828 dengan total jarak tempuh sejauh 1.272 km. Kemudian, untuk analisis dengan metode yang sama pada pusat distribusi usulan, biaya distribusi optimal adalah sebesar Rp 6.965.143 dengan total jarak tempuh sejauh 1.040 km.

Dari hasil diatas, dapat disimpulkan bahwa relokasi pusat distribusi akan memberikan dampak positif bagi perusahaan. Dengan adanya pusat distribusi usulan, biaya distribusi per hari dapat dikurangi sebesar Rp 170.685 atau 2,39% dari pusat distribusi awal.

DAFTAR PUSTAKA

- Almetova, Z, Shepelev, V dan Shepelev, S, Cargo Transit Terminal Locations According to the Existing Transport Network Configuration, *Procedia Engineering Int. Conf. on Industrial Engineering vol 150 pp 1396-1402*, 2016
- Arif, M. (2018). Supply Chain Management : Konsep dan Pelaksanaan SCM, Fungsi SCM Bagi Perusahaan, Pengembangan dari SCM, Distribusi dalam SCM, Analisis Inventori, Pembelian dalam SCM, Procurement dalam SCM. Yogyakarta: Deepublish (Group Penerbitan CV Budi Utama).
- Bahrampour, P, Safari, M dan Taraghdari, M.B, Modeling Multi-Product Multi-Stage Supply Chain Network Design, *Procedia Economics and Finance 1st Int. Conf. on Applied Economics and Business vol 36 (Amsterdam: Elsevier) pp 70-80*, 2016
- Brusca, S, Famoso, F, Lanzafame, R, Messina, M dan Monforte, P, Placement Optimization of Biodiesel Production Plant by Means of Centroid Mathematical Method, *Energy Procedia 72nd Conf. of Italian Thermal Machines Engineering Association vol 126 (Amsterdam: Elsevier) pp 353-360*, 2017
- Karimi, B dan Bashiri, M, Designing a Multi-Commodity Multimodal Splittable Supply Chain Network by Logistic Hubs for Intelligent Manufacturing, *Procedia Manufacturing 28th Int. Conf. on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (Columbus) vol 17 (Amsterdam: Elsevier) pp 1058-1064*, 2018
- Chopra, S. d. P. M., (2010): *Supply Chain Management: Strategy Planning and Operation*, Prentice Hall, New Jersey.
- Hasbi, A.I.Jaya., R. R., (2017): *Penerapan Metode Goal Programming Dalam Mengoptimalkan Pendistribusian BBM di Kota Poso Serta Meminimumkan Kendaraan Yang Digunakan Berbasis Kapasitas Tangki SPBU*, Jurnal Ilmiah Matematika Dan Terapan, 14(1), 107–119.

- Heizer, Jay dan Barry Render. 2009. *Manajemen Operasi Buku 1 Edisi 9*. Jakarta: Salemba Empat.
- Latiffianti, E, Siswanto, N dan Firmandani R A, *Split Delivery Vehicle Routing Problem with Time Windows: a Case Study*, IOP Conf. Series: Material Science and Engineering: Int. Conf. on Industrial and System Engineering (IConISE) vol 337 (IOP Publisher) 012012, 2018
- Martono, R.V *Manajemen Logistik*, Gramedia Pusaka Utama, Jakarta, 2018
- Pujawan, I.N dan Mahendrawati, *Supply Chain Management*, Edisi 3, ANDI, Yogyakarta, 2017.
- Sari, D. P., (2010): *Optimasi Distribusi Gula Merah Pada UD Sari Bumi Raya Menggunakan Model Transportasi Dan Metode Least Cost*.
- Sanjaya, Agus & Sembiring, Anita & Budiman, Irwan. (2019). Penentuan Rute Distribusi Pakan Ternak yang Optimal dengan Metode Saving Matrix di PT Indojoya Agrinusa. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*. 2. 10.32734/ee.v2i3.780.
- Sembiring, Anita. (2009). *Penentuan Rute Distribusi Produk Yang Optimal Dengan Menggunakan Algoritma Heuristik Pada PT. Coca-Cola bottling Indonesia Medan*.
- uprayogi dan Imawati, D. (2008). Algoritma Sequential Insertion dengan Forward dan Backward Pass untuk memecahkan Vehicle Routing Problem dengan Multiple Trips dan Time Windows. *Jurnal Teknik dan Manajemen Teknik Industri*, Departemen Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung, 25 (1), hlm 41-54
- Toth, P dan Vigo, D, *The Vehicle Routing Problem*, Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, 2002

Yeun, L.C, Ismail, W.R, Omar, K dan Zirour, M, Vehicle Routing Problem: Models and Solutions, *Journal of Quality Measurement and Analysis* 41 pp 205-218, 2008

Zhardemov, B, Kanatbayev, T, Abzaliyeva, T, Koilybayev, B dan Nazarbekova, Z, Justification of Location of LNG Infrastructure for Dual-Fuel Locomotives on the Railway Network in Kazakhstan, *Procedia Computer Science ICTE in Transportation and Logistics vol 149* pp 548-558, 2019

Zylstra, Kirk D,” Lean Distribution : *Menciptakan Jalur distribusi, Logistik dan Supply Chain yang Ramping, Hemat Biaya, efektif dan Responsive terhadap Kebutuhan Pelanggan*, Penerbit PPM, Jakarta, 2006.