

OPTIMALISASI RUTE DISTRIBUSI PRODUK TANGKI BAHAN BAKAR DENGAN ANALISIS BULLWHIP EFFECT METODE NEAREST INSERT DAN NEAREST NEIGHBOR DI PT XYZ

Rafi Fadlurrahman Firjatullah¹⁾, Dira Ernawati²⁾

^{1, 2,3)} Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

e-mail: rafisatu70@gmail.com¹⁾, diraernawati@upnjatim.ac.id²⁾

ABSTRAK

Sepeda motor memiliki berbagai komponen yang disematkan agar dapat berkerja dengan baik. PT. XYZ merupakan salah satu distributor komponen sepeda motor yang diperoleh dari berbagai produsen dan pengrajin yang mulai berdiri sejak tahun 2012 di Kota Surabaya dan telah memiliki tiga cabang di wilayah Jawa Timur. Salah satu komponen sepeda motor yang disediakan adalah tangki bahan bakar khususnya untuk sepeda motor CB. Dalam perkembangannya permintaan produk tangki bahan bakar CB terus meningkat yang menimbulkan permasalahan rute pendistribusian produk ke cabang yang dimiliki oleh PT. XYZ. Oleh karena permasalahan tersebut penelitian ini dilakukan dengan metode Nearest Insert dan Nearest Neighbor serta menggunakan metode analisis Bullwhip Effect. Metode Nearest Insert dan Nearest Neighbor digunakan untuk menambahkan konsumen terdekat untuk melengkapi rute dari titik terdekat hingga titik akhir distribusi. Analisis Bullwhip Effect digunakan untuk mengetahui cabang yang harus dilakukan pengawasan lebih. Dengan dilakukannya penelitian tentang pendistribusian produk tangki CB diharapkan permasalahan tentang jarak dan biaya pengiriman dapat diminimalkan sehingga proses pendistribusian produk tangki CB menjadi lebih efisien dan optimal. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu, rute paling optimal yang didapatkan pada penelitian ini adalah rute 1 C0-C11-C12-10-C9-C0, rute 2 C0-C2-C7-C8-C0 dan rute 3 C0-C5-C4-C3-C1-C6-C0 dengan total jarak 822.5 km dengan total biaya sebesar Rp. 193.865.965,-. Dengan hasil tersebut didapatkan penghematan jarak 359,7 km atau 30,42% per tahun dari rute awal yaitu 1182.2 km dan didapatkan penghematan biaya sebesar Rp. 44.768.868,- atau 18.76% per tahun dari rute awal yaitu Rp.238.654.833,- per tahun.

Kata kunci : Analisa Bullwhip Effect, Nearest Insert dan Nearest Neighbor, Rute Distribusi.

ABSTRACT

Motorbikes have various components that are embedded in order to work properly. PT. XYZ is one of the distributors of motorcycle components obtained from various manufacturers and craftsmen which was founded in 2012 in the city of Surabaya and has three branches in the East Java region. One of the motorcycle components provided is the fuel tank, especially for CB motorbikes. In its development, the demand for CB fuel tank products continues to increase which causes problems in product distribution routes to branches owned by PT. XYZ. Therefore, this research was conducted using the Nearest Insert and Nearest Neighbor methods and using the Bullwhip Effect analysis method. Nearest Insert and Nearest Neighbor methods are used to add nearby customers to complete the route from the nearest point to the distribution end point. Bullwhip Effect analysis is used to determine which branches need more supervision. By conducting research on the distribution of CB tank products, it is hoped that problems regarding distance and shipping costs can be minimized so that the distribution process of CB tank products becomes more efficient and optimal. The results obtained from this study are route 1 C0-C11-C12-10-C9-C0, route 2 C0-C2-C7-C8-C0 and route 3 C0-C5-C4-C3-C1-C6-C0 with a total distance of 822.5 km with a total cost of Rp. 193,865,965, -. With these results obtained a distance savings of 359.7 km or 30.42% per year from the initial route of 1182.2 km and a cost savings of Rp. 44,768,868, - or 18.76% per year from the initial route, namely Rp. 238,654,833, - per year.

Keywords: Bullwhip Effect Analysis, Nearest Insert and Nearest Neighbor, Distribution Routes.

I. PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan salah satu Whole seller yang menjual tangki dari motor CB. Tangki yang dimiliki oleh PT. XYZ merupakan produk yang diproduksi oleh pengrajin yang telah bekerja sama dengan PT. XYZ. PT. XYZ terletak pada Jalan Kedung Baruk nomor 67 Surabaya. PT. XYZ mulai berdiri pada tahun 2012 dan terus berkembang hingga saat ini. Dalam perkembangannya permintaan produk tangki PT. XYZ semakin hari semakin meningkat. Hal ini membuat Bapak Syaiful Anwar membuka cabang di beberapa kota di Jawa Timur seperti Jember, Malang dan Jombang.

Dengan adanya cabang baru di beberapa kota, membuat PT. XYZ semakin dikenal oleh masyarakat. Namun, hal ini menyebabkan timbulnya permasalahan pada rute pendistribusian produk pada rute pendistribusian yang telah dimiliki oleh PT. XYZ. Permasalahan tersebut diakibatkan oleh adanya beberapa rute yang memiliki lokasi yang cukup beragam. Sehingga dibutuhkan perbaikan rute pendistribusian yang bertujuan agar PT. XYZ memiliki rute pendistribusian produk yang efisien sehingga dapat meminimalisasi jarak dan biaya pendistribusian produk. Dengan adanya perbaikan rute pendistribusian produk tangki CB maka akan membuat jarak dan biaya yang harus dikeluarkan menjadi lebih optimal.

Dengan adanya permasalahan tersebut, maka diusulkan solusi dengan metode nearest insert dan nearest neighbor untuk mengurutkan rute pendistribusian dan menggunakan Analisis *Bullwhip Effect* untuk menentukan cabang yang memerlukan pengawasan lebih lanjut. Metode *nearest insert* adalah metode menambah konsumen yang terdekat untuk melengkapi rute. Metode *nearest neighbor* adalah metode menambah konsumen yang terdekat untuk melengkapi rute. Analisis *Bullwhip Effect* dilakukan agar dapat mengetahui cabang yang harus dilakukan pengawasan lebih. Dengan penerapan metode tersebut maka jarak tempuh akan diminimasi sehingga proses pendistribusian produk tangki CB bisa optimal. Dengan dilakukannya penelitian tentang pendistribusian produk tangki CB diharapkan permasalahan tentang jarak dan biaya pengiriman dapat diminimalkan sehingga proses pendistribusian produk tangki CB menjadi lebih efisien. Yang pada nantinya akan membuat PT. XYZ semakin berkembang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Distribusi

Distribusi adalah sebuah rangkaian dengan aktivitas pergerakan barang dan jasa dari supplier sampai ke tangan konsumen. Keseluruhan kegiatan ini menghasilkan nilai tambah melalui pengiriman barang ke tempat konsumen berada, pada waktu konsumen membutuhkannya, utilitas alat dan efisiensi biaya. Pihak yang terlibat dalam sebuah distribusi yaitu pemilik atau *shipper* serta pihak yang bertugas membawa barang kepada konsumen atau *carrier*. (Martono, 2018).

Distribusi adalah suatu proses penyampaian barang atau jasa pada suatu waktu dan menuju lokasi yang memerlukan barang atau jasa tersebut oleh produsen ke konsumen (Karundeng et.al, 2018). Pada dasarnya sebuah proses distribusi membentuk faedah atau *utility* pada waktu, tempat, dan perubahan hak milik. Saluran distribusi adalah sebuah perantara yang menghubungkan produsen dengan konsumen hal ini dapat menciptakan sistem distribusi juga ada sistem distribusi ‘tarik’ (pull distribution center) dan sistem distribusi ‘dorong’ (push distribution center) seperti yang terjadi pada sebuah sistem produksi tarik dan dorong. Sistem distribusi ‘dorong’ memiliki pusat induk distribusi, dalam hal ini pusat distribusi akan menentukan objek dan jumlah yang akan didistribusikan dan dikirimkan dari tingkat bawah menuju pusat induk distribusi (Indrajit et.al, 2006).

Secara tradisional kita mengenal manajemen distribusi dan transportasi dengan berbagai sebutan. Sebagian perusahaan menggunakan istilah manajemen logistik, sebagian lagi

menggunakan istilah distribusi fisik. Istilah yang dipaparkan oleh Pujawan dan Mahendrawati (2010) yaitu, pada dasarnya fungsi distribusi dan transportasi secara umum akan memindahkan produk dari lokasi dimana produk tersebut diproduksi menuju lokasi lain dimana produk akan digunakan. Manajemen distribusi dan transportasi melibatkan aktivitas fisik baik secara kasat mata atau bisa kita saksikan contohnya penyimpanan dan pengiriman produk, pada sisi berbeda fungsi non-fisik berbentuk aktivitas pelayanan serta pengolahan informasi kepada pelanggan. Pada dasarnya fungsi ini berguna dalam menciptakan tingkat *service level* pelayanan yang tinggi kepada pelanggan yang ditunjukkan dengan capaian nilai, kecepatan pengiriman, kondisi produk ketika diterima oleh pelanggan, serta pelayanan purna jual yang memuaskan (Sudjono dan Noor, 2015).

perusahaan manufaktur dapat melakukan kegiatan transportasi dan distribusi dengan membentuk sebuah bagian distribusi / transportasi sendiri atau dengan melibatkan ke pihak ketiga. Dalam upayanya untuk memenuhi tujuan-tujuan diatas, siapapun yang melaksanakan (internal perusahaan atau mitra pihak ketiga), manajemen distribusi dan transportasi pada umumnya melakukan sejumlah fungsi dasar yang terdiri dari:

1. Menentukan segmentasi dan target *service level*. Penentuan segmentasi pelanggan sangat penting dilakukan berdasarkan kontribusi mereka pada *revenue* perusahaan dengan kondisi bervariasi dan memiliki karakteristik berbeda setiap pelanggan antara satu dengan lainnya.
2. Memilih mode transportasi yang akan digunakan. Tiap mode transportasi memiliki karakteristik keunggulan serta kelemahan yang berbeda antar mode transportasi.
3. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman. Dengan cara ini, truk bisa berjalan lebih sering tanpa harus membebankan biaya lebih pada pelanggan / klien yang mengirimkan produk tersebut.
4. Melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman.
5. Memberikan pelayanan nilai tambah. Disamping mengirimkan produk ke pelanggan, jaringan distribusi semakin banyak dipercaya untuk melakukan proses nilai tambah.
6. Menyimpan persediaan. Jaringan distribusi selalu melibatkan proses penyimpanan produk baik di suatu gudang pusat atau gudang regional, maupun di toko di mana produk tersebut dipajang untuk dijual.
7. Menangani pengembalian. Manajemen distribusi juga punya tanggung jawab untuk melaksanakan kegiatan pengembalian produk dari hilir ke hulu dalam supply chain. (Suryanto, 2016)

B. Transportasi

Menurut Nasution (2015) menjelaskan bahwa transportasi adalah kegiatan pemindahan dari tempat asal ke tempat tujuan pada barang atau sumber daya. Dalam sebuah rantai pasok dengan proses distribusi fisik diharuskan memiliki proses transportasi untuk memindahkan satu komoditas dari satu tempat ke tempat lain. Dua pihak yang terlibat dalam proses transportasi dalam rantai pasok adalah pengiriman (shipper) dan pengangkut (carrier). Proses transportasi merupakan gerakan dari tempat asal, dari mana kegiatan angkutan dimulai, ke tempat tujuan, kemana kegiatan pengangkutan diakhiri (Chopra, 2010).

Masalah yang umumnya timbul dalam sebuah transportasi terjadi karena penjadwalan dan penentuan rute yang kurang tepat sehingga menimbulkan adanya waktu layanan mulai kendaraan berangkat sampai bongkar muatan di konsumen tidak sesuai dan menimbulkan terjadinya keterlambatan dan muncul waktu tunggu (Walalangi, 2012). Pada banyak kasus keterlambatan pada salah satu konsumen akan mempengaruhi waktu layanan pada konsumen yang lain apabila dalam satu kali pengiriman yang dilakukan kendaraan pengangkut terdapat lebih dari satu konsumen dengan lokasi berbeda (Taufiq, 2013). Jika terjadi keterlambatan maka yang akan dirugikan nantinya adalah konsumen. Penentuan rute dan penjadwalan dalam distribusi dipandang sebagai masalah yang relatif rumit. Hal ini

disebabkan banyak faktor-faktor kendala yang dapat muncul dan harus diperhatikan sehingga menyebabkan jenis permasalahan yang berbeda untuk setiap kasus. Jenis permasalahan tersebut dapat dikategorikan dalam 4 hal, yaitu:

1. Masalah strategi, seperti perlu tidaknya pengiriman pada suatu produk dalam jumlah yang tetap secara rutin ke sejumlah pelanggan.
2. Masalah operasional, masalah ini memperhatikan rute-rute yang harus diatur setiap hari atau setiap minggu.
3. Interaktif, kegiatan operasional pengiriman pada masa sekarang mulai direncanakan melalui basis interaktif sehingga memungkinkan seorang penjawal untuk menggunakan komputer atau alat digital untuk menentukan rute paling efektif.
4. Perencanaan, untuk menentukan rute dan penjadwalan pengiriman dilakukan perencanaan rute dan jadwal yang kemudian disimulasikan dengan komputer, lalu dianalisa akibat dari adanya perubahan permintaan atau adanya penambahan kendaraan, adanya penambahan kendaraan dengan kapasitas yang lebih besar, atau kemungkinan adanya perubahan kebijakan (Azis, 2018).

Berdasarkan penjelasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa sebenarnya metode yang dapat digunakan untuk menentukan rute dan jadwal bervariasi tergantung dari karakteristik dan kerumitan masing-masing permasalahan, serta apakah pendekatan manual atau berbasis komputer yang akan digunakan oleh perusahaan tersebut. Masing-masing metode dikenal sebagai algoritma penentuan rute dan penjadwalan (Suhendar, 2015).

C. Metode Nearest Insert

Metode *nearest insert* merupakan suatu metode untuk membantu mengurutkan tujuan dari masing – masing rute dengan cara memilih daerah mana yang akan dikunjungi lebih dahulu agar apabila dimasukkan ke dalam rute yang sudah ada, maka dapat menghasilkan tambahan jarak yang lebih minimum (Huda, 2014). Adapun langkah – langkah untuk mengerjakan metode ini diantaranya:

1. Menghitung jarak dari gudang ke masing – masing kabupaten yang akan dikunjungi.
2. Apabila suatu rute memiliki lebih dari dua tujuan, maka lakukan hal yang sama, yaitu menghitung jarak dari gudang, ke kabupaten yang pertama dikunjungi, menuju kabupaten–kabupaten yang selanjutnya akan dikunjungi, dan kembali ke Gudang (Sriwana dan Rewa, 2018)

Metode ini menambah konsumen yang terdekat untuk melengkapi rute. Selanjutnya setelah konsumen tidak ada yang terdekat lagi dengan konsumen lainnya dilakukan penyisipan dari titik terakhir yang dikunjungi oleh kendaraan sampai semua konsumen dikunjungi. (Rohmah, 2019)

D. Metode Nearest Neighbor

Metode *nearest neighbor* juga merupakan suatu metode yang digunakan untuk membantu mengurutkan tujuan dari masing – masing rute dengan cara memilih daerah mana yang akan dikunjungi lebih dahulu agar apabila dimasukkan ke dalam rute yang sudah ada, maka dapat menghasilkan tambahan jarak yang lebih minimum (Madona dan Irmansyah, 2013). Perbedaan antara kedua metode ini terletak pada langkah – langkah pekerjaannya. Metode ini dilakukan dengan mencari kabupaten/kota yang jaraknya paling dekat dengan kabupaten/kota yang akan dikunjungi terakhir. Metode ini menambah konsumen yang terdekat untuk melengkapi rute. Pada tiap langkah, rute dibangun dengan menambahkan konsumen yang terdekat dari titik terakhir yang dikunjungi oleh kendaraan sampai semua konsumen dikunjungi. (Basriati dan Sunarya, 2015)

E. *Bullwhip Effect*

Bullwhip effect adalah sebuah istilah yang merujuk pada bagaimana pergerakan *demand* dalam rantai pasok pada sebuah dunia *inventory*. *Bullwhip* memiliki arti cambuk, peralatan yang digunakan dalam mengendalikan banteng atau sapi (Asmono, 2012). Secara konsep yaitu kondisi sebuah rantai pasok dengan adanya perubahan permintaan pelanggan dalam suatu waktu dengan kuantitas yang bisa tinggi maupun rendah yang menyebabkan distorsi permintaan dari setiap tingkatan pada rantai pasok yang telah berjalan. Efek yang ditimbulkan oleh distorsi tersebut pada keseluruhan tingkatan rantai pasok yaitu tidak akuratnya permintaan (Febriasari, 2012).

Istilah “*Bullwhip effect*” pertama kali digunakan oleh perusahaan *Procter & Gamble* (P&G) ketika salah satu produknya yaitu popok bayi “*Pampers*” terjadi perubahan permintaan, dimana tingkat konsumsi “*Pampers*” berjalan konstan tetapi P&G menemukan bahwa di distributor tingkat permintaan produk tersebut mengalami perubahan yang sangat cepat. Terjadinya *Bullwhip effect* menimbulkan kondisi rantai pasok yang tidak efisien. Sebagai contoh sebuah pabrik salah membaca isyarat dalam pesanan dari pihak hilir rantai pasok sehingga terjadi kelebihan produksi dan produk yang terkirim dari pesanan yang dibutuhkan. Selain itu konsumen dapat melakukan *forward buying* kondisi pesanan yang fluktuatif berdampak pada kegiatan dari pabrik dan pemasok yang menciptakan jam lembur untuk memenuhi pesanan yang meningkat atau menganggur karena pesanan konsumen yang minim atau tidak memesan dalam waktu yang relatif panjang. (Nugroho, 2012)

Bullwhip effect merupakan kondisi permintaan dengan variasi yang besar kepada *supplier* daripada penjualan yang dilakukan kepada *buyer* sehingga menimbulkan distorsi pada tingkat rantai pasok yang lebih tinggi. Distorsi informasi pada Supply Chain adalah salah satu sumber kendala dalam menciptakan Supply Chain yang efisien (Sari et. al, 2013). Umumnya dari waktu ke waktu informasi tentang permintaan konsumen terhadap suatu produk relatif stabil, namun permintaan dari toko ke penyalur dan dari penyalur ke pabrik jauh lebih fluktuatif dibandingkan dengan pola permintaan dari konsumen tersebut. Adapun beberapa rumus yang digunakan dalam mengatasi *Bullwhip Effect* adalah ditunjukkan pada rumus (1)-(3) berikut.

$$CV \text{ Order} = \frac{s(\text{order})}{\mu(\text{order})} \dots\dots\dots (1)$$

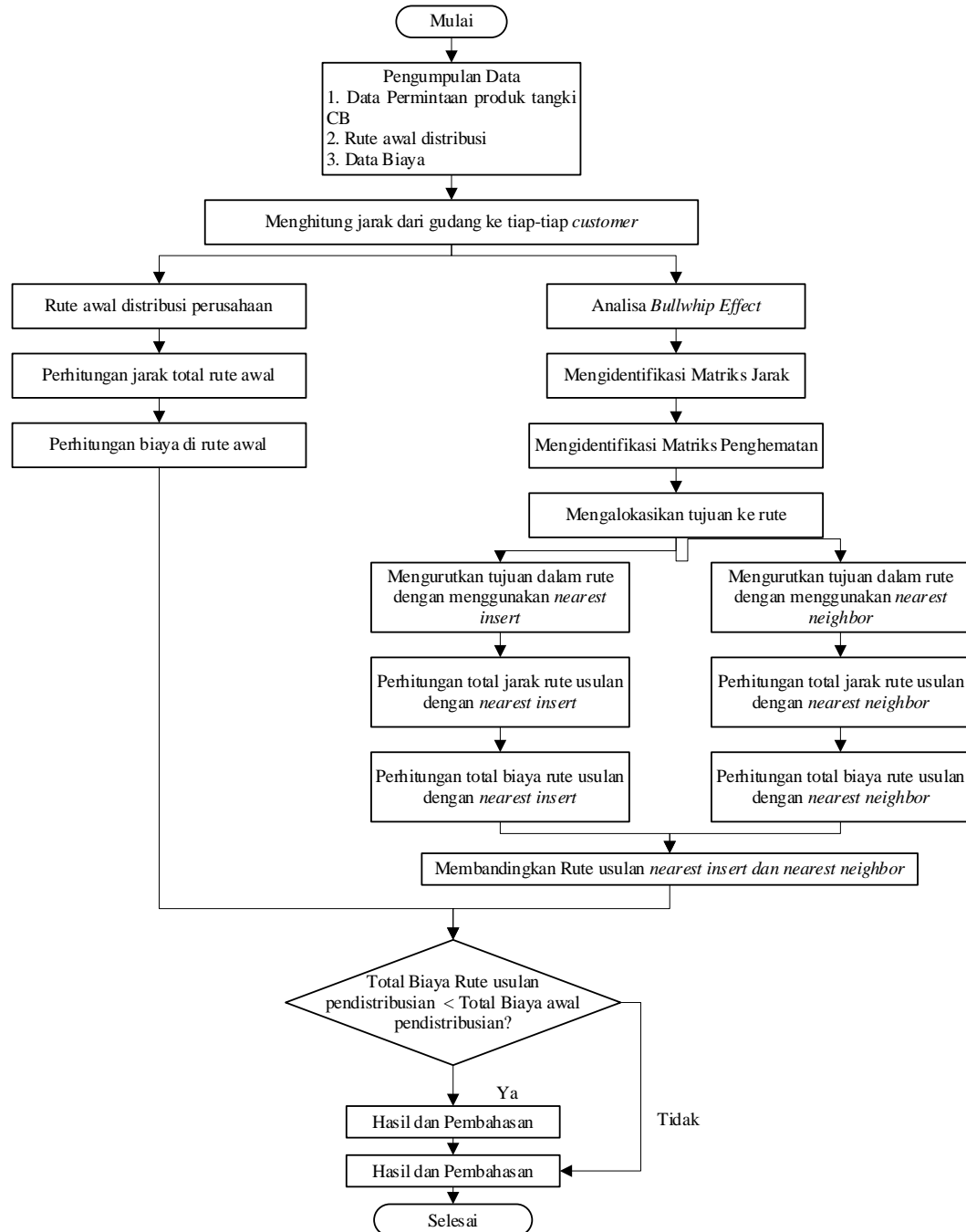
$$CV \text{ Demand} = \frac{s(\text{demand})}{\mu(\text{demand})} \dots\dots\dots (2)$$

$$BE = \frac{CV(\text{order})}{CV(\text{demand})} \dots\dots\dots (3)$$

- Dimana :
- CV (Order) = koefisien variasi permintaan (Order)
 - CV (Demand) = koefisien variasi penjualan (Demand)
 - S (Order) = standar deviasi permintaan (Order)
 - Mu (Order) = rata-rata permintaan (Order)
 - S (Demand) = standar deviasi penjualan (Demand)
 - Mu (Demand) = rata-rata penjualan (Demand)
 - BE = *Bullwhip effect* (Bestariani, 2019)

III. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian pengoptimalan rute distribusi dengan metode *nearest insert* dan *nearest neighbor* dilakukan dengan langkah-langkah pemecahan masalah sebagai berikut.



Gambar 1. Langkah-Langkah Pemecahan Masalah

Penjelasan dari langkah pemecahan masalah yaitu, pertama Peneliti mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan perusahaan untuk memecahkan masalah. Data-data yang dibutuhkan meliputi, data permintaan produk tangki CB, rute awal distribusi, data biaya menghitung jarak dan biaya pada rute awal ronggo motor menuju masing-masing cabang dengan menggunakan aplikasi *google maps*. Dilakukan perhitungan *Bullwhip*

Effect berdasarkan jarak dan biaya awal. Hasil dari perhitungan *Bullwhip Effect* ini menunjukkan perlunya pengawasan yang lebih lanjut terhadap cabang-cabang yang memiliki variabilitas permintaan dan penjualan yang tinggi. Perhitungan jarak dan biaya pada rute usulan dengan menggunakan metode *Nearest Insert* dan *Nearest Neighbor*. Dalam tahapan ini dilakukan proses perhitungan pengoptimalan berdasarkan data yang telah didapat dari Perhitungan *Bullwhip Effect*. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan perhitungan penghematan rute yang dilakukan dengan menggunakan metode *Nearest Insert* dan *Nearest Neighbor* untuk menghitung total jarak dan biaya pendistribusian usulan peneliti. Hasil yang diperoleh akan dibandingkan antara rute awal pendistribusian dengan rute usulan dari peneliti. Dari hasil perhitungan kemudian dilakukan analisa dan pembahasan dengan berdasarkan pada permasalahan yang ada.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang diperlukan pada penelitian melalui metode wawancara secara langsung dengan pihak perusahaan meliputi data permintaan produk tangki bahan bakar, nama dan alamat cabang perwakilan. Pendistribusian produk tangki dilakukan dengan menggunakan Daihatsu Grand Max Pick Up. Dengan dimensi bak berukuran 2350mm x 1585 cm x 360mm. Dengan demikian makan pada satu kali pendistribusian dapat menampung 72pcs Tangki dengan menggunakan maksimal 3 tumpukan produk. Adapun data permintaan produk tangki bahan bakar adalah sebagai berikut.

TABEL I
DATA PERMINTAAN PRODUK TANGKI BAHAN BAKAR

	Permintaan Tangki CB (pcs)											
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
Maret I	7	14	10	16	19	20	32	28	23	14	16	28
Maret II	9	15	11	18	17	19	25	24	21	13	12	24
Maret III	6	12	11	13	14	21	33	24	22	11	15	23
Maret IV	7	14	12	14	15	19	32	26	18	9	13	26
April I	11	16	11	16	16	17	28	27	23	14	16	25
April II	8	17	9	14	13	18	30	26	22	12	11	23
April III	7	12	12	18	18	20	28	30	20	11	10	26
April IV	10	11	11	14	17	17	32	24	19	10	14	24
Mei I	8	12	12	19	15	20	29	28	23	8	12	19
Mei II	7	14	10	14	18	21	32	25	19	12	15	23
Mei III	9	18	12	13	15	18	30	26	20	10	10	24
Mei IV	11	12	10	15	13	16	33	28	22	12	14	22
Rata-rata	8,33	13,91	10,91	15,33	15,83	18,83	30,33	26,33	21	11,33	13,16	23,91
Pembulatan	9	14	11	16	16	19	31	27	21	12	14	24

Adapun data nama dan alamat cabang perwakilan PT. X ditampilkan pada tabel II berikut.

TABEL II
DATA NAMA DAN ALAMAT CABANG PERWAKILAN

Kode.	Nama Toko	Alamat
C1	Suroboyo Motor	Rungkut Lor gang III nomor 23 Surabaya
C2	Bli Way Motor	Jalan Gianyar III 21, Puri Mas, Gunung Anyar, Surabaya
C3	Sub Motor	Lidah Wetan Gang X nomor 11 Surabaya
C4	Arnusa Motor	Bringin Kulon RT 3 RW 3 Taman Sidoarjo
C5	Pasifik Motor	Perumahan Alam Pesona Blok AH21 Krian Sidoarjo
C6	Hafiz Putra Jombang	RT 03 RW 02 Kalangan, Keplaksari, Peterongan, Jombang
C7	PT. XYZ Singosari	Jalan Panglima Sudirman No. 185, Singosari, Malang
C8	Fakhri Motor Kepanjen	Jalan Sidodadi 114 Ngadilangkung, Kepanjen, Malang
C9	Eko Joyo Loak Motor	Jalan Semeru, Pasar Serangin, Lumajang
C10	Mundurejo Motor	Dusun Temurejo, Mundurejo, Umbulsari, Jember
C11	Cahaya Klasik Motor	Perumahan Muktisari, Blok AH Gang10B, Kaliwates, Jember
C12	CB Klasik Bondowoso	Jalan Santawi No. 70 Tegalelo, Tamansari, Bondowoso

B. *Pengolahan Data*

Pengolahan data yang dilakukan dalam optimalisasi rute distribusi ini dengan menggunakan analisa *bullwhip effect* dan metode *nearest insert* dan *nearest neighbor*, berikut tahapan pengolahan data pada penelitian ini.

1. Data Awal Perusahaan

Dalam pengukuran jarak antar tiap Cabang di penelitian ini menggunakan aplikasi google maps karena lebih akurat dan cepat. Rute awal pendistribusian kemudian dihitung jarak berdasarkan jarak pada google maps. Berikut tabel III, data rute awal berdasarkan data perusahaan.

TABEL III
RUTE AWAL

Rute	Rute Perjalanan	Kode	Jarak
1	PT. XYZ – Suroboyo Motor - Bli Way Motor – Sub Motor - PT. XYZ	C0-C1-C2-C3-C0	43,6 km
2	PT. XYZ – Arnusa Motor – Pasifik Motor – Hafiz Putra Jombang - PT. XYZ	C0-C4-C5-C6-C0	166,6 km
3	PT. XYZ – PT. XYZ Singosari - Fahri Motor Kepanjen –PT. XYZ	C0-C7-C8-C0	217 km
4	PT. XYZ –Eko Joyo Loak Motor – PT. XYZ	C0-C9-C0	292 km
5	PT. XYZ – Mundurejo Motor – CB Klasik Bondowoso - Cahaya Klasik Motor – PT. XYZ	C0-C10-C11-C12-C0	463 km
Total Jarak			1182.2 km

Untuk menghitung besarnya biaya transportasi rute awal, dengan melihat pada tabel Rute awal pendistribusian. Data biaya transportasi dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

Biaya perjalanan = Total Jarak Tempuh x 1/7 x Harga Bahan Bakar (Pertalite)/liter
Sehingga Total biaya transportasi rute 1 selama 1 tahun:

Total biaya transportasi = Biaya perjalanan/tahun + biaya retribusi/tahun + gaji sopir

Jadi total biaya transportasi keseluruhan selama 1 tahun dapat dirangkum dalam tabel IV berikut ini.

TABEL IV
RANGKUMAN HASIL PERHITUNGAN BIAYA DISTRIBUSI AWAL PERUSAHAAN

Rute	Biaya Distribusi Rute Awal Perusahaan
1 dan 4	Rp. 77.124.616,-
2 dan 3	Rp. 83.962.560,-
5	Rp. 77.567.657
Total	Rp. 238.654.833

2. Perhitungan *Bullwhip Effect*

Dalam menghitung Bullwhip Effect dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$BE = \frac{CV (order)}{CV (demand)}$$

$$CV Order = \frac{s (order)}{\mu (order)}$$

$$CV Demand = \frac{s (demand)}{\mu (demand)}$$

Dari rumus diatas dapat diketahui bahwa dibutuhkan data penjualan dari produk tangki CB. Adapun data penjualan yaitu data yang berisi tentang jumlah produk yang terjual dalam suatu satuan waktu yang dalam penelitian ini adalah per minggu. Dengan adanya rumus tersebut maka Besarnya Bullwhip Effect pada masing-masing cabang adalah pada tabel V sebagai berikut.

TABEL V
PERHITUNGAN BULLWHIP EFFECT

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
Rata-rata Permintaan	8,33	13,91	10,91	15,33	15,83	18,83	30,33	26,33	21	11,33	13,16	23,91
STDEV	1.66	2.23	0.99	2.05	1.99	1.64	2.46	1.92	1.75	1.87	2.16	2.27

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
Rata-rata Penjualan	7.75	13.16	10.41	14.83	15.16	18	29.5	25.91	20.25	10.66	12.58	23.33
STDEV	1.54	2.51	1.56	2.40	2.20	1.85	3	3.23	2.17	1.82	1.62	2.22
CV Permintaan	0.199	0.160	0.090	0.133	0.125	0.087	0.081	0.072	0.083	0.165	0.164	0.094
CV Penjualan	0.198	0.190	0.149	0.161	0.145	0.102	0.101	0.124	0.107	0.170	0.128	0.095
BullWhip Effect	0.997	1.189	1.651	1.210	1.154	1.180	1.253	1.709	1.285	1.034	0.784	1.002

Berdasarkan perhitungan Bullwhip Effect dapat diketahui bahwa hasil perhitungan Bullwhip Effect yang tertinggi terdapat pada C8 dengan Nilai Bullwhip Effect 1.709. Hal ini menunjukkan bahwa pada C8 Variabilitas penjualan dan permintaan Cukup tinggi sehingga perlu dilakukan pengawasan lebih lanjut.

Matriks jarak di bawah ini adalah hasil perhitungan matriks dari gudang ke tiap-tiap cabang menggunakan bantuan aplikasi google maps, Berikut rangkuman data jarak dari Gudang ke masing-masing Cabang adalah sebagai berikut:

TABEL VI
Matriks Jarak (Satuan km)

	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
C1	2,9	0											
C2	4,9	5,7	0										
C3	14	15	21	0									
C4	18	16	18	19	0								
C5	23	22	24	24	6,6	0							
C6	80	80	80	69	74	62	0						
C7	83	81	83	83	74	113	98	0					
C8	108	107	109	108	100	86	124	26	0				
C9	146	145	146	146	137	150	170	146	108	0			
C10	173	171	173	173	164	167	196	177	133	33	0		
C11	196	195	196	196	187	200	220	200	173	66	45	0	
C12	208	207	208	208	199	212	241	208	203	96	76	37	0

Dalam menghitung penghematan jarak dari gudang ke tiap-tiap cabang lainnya, menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Berdasarkan matriks jarak yang telah tertera pada tabel VI, kemudian dapat diketahui penghematan jarak yang telah dilakukan. Selanjutnya dapat dilakukan penentuan permintaan toko pada kendaraan dan rute baru dengan Iterasi. Berdasarkan iterasi yang telah dilakukan pengelompokkan rute baru serta kapasitas kendaraan dapat dilihat pada tabel VII berikut ini.

TABEL VII
PENGELOMPOKAN RUTE BARU SERTA KAPASITAS KENDARAAN

Rute	Kode Rute	Armada	Kapasitas (pcs)
1	C11-C12-10-C9	Grand Max Pick Up	71
2	C7-C8-C2	Grand Max Pick Up	72
3	C6-C5-C4-C3-C1	Grand Max Pick Up	71

Dalam mengurutkan pendistribusian Tangki CB dari gudang sampai ke Cabang hingga kembali ke gudang menggunakan 2 metode yaitu metode *nearest neighbour* dan *Nearest Insert*.

3. Perhitungan Metode *Nearest Insert*

a. Rute 1 (C0-C11-C12-10-C9-C0)

Alternatif:

1. C0-C11-C12-C10-C9-C0 = 196+37+45+33+146 = 457 km
2. C0-C12-C10-C9-C11-C0 = 208+76+33+66+196 = 579 km
3. C0-C10-C9-C11-C12-C0 = 173+33+66+37+208 = 517 km
4. C0-C9-C11-C12-C10-C0 = 146+66+37+45+173 = 467 km

Dari empat alternatif, maka dipilih alternatif 1 karena mempunyai jarak terpendek yaitu 457 km

b. Rute 2 (C0-C7-C8-C2-C0)

Alternatif:

1. $C0-C7-C8-C2-C0 = 83+26+109+4,9 = 222,9$ km
2. $C0-C8-C2-C7-C0 = 108+109+83+83 = 383$ km
3. $C0-C2-C7-C8-C0 = 4,9+83+26+108 = 221,9$ km

Dari tiga alternatif tersebut, maka yang dipilih adalah alternatif 3 karena mempunyai jarak tempuh terpendek yaitu 221,9 km.

c. Rute 3 (C0-C6-C5-C4-C3-C1-C0)

Alternatif:

1. $C0-C6-C5-C4-C3-C1-C0 = 80+62+6,6+19+15+2,9 = 185,5$ km
2. $C0-C5-C4-C3-C1-C6-C0 = 23+6,6+19+15+80+80 = 143,6$ km
3. $C0-C4-C3-C1-C6-C5-C0 = 18+19+15+80+62+23 = 217$ km
4. $C0-C3-C1-C6-C5-C4-C0 = 14+15+80+62+6,6+18 = 195,6$ km
5. $C0-C1-C6-C5-C4-C3-C0 = 2,9+80+62+6,6+19+14 = 184,5$ km

Dari lima alternatif tersebut, maka yang dipilih adalah alternatif 2 karena mempunyai jarak tempuh terpendek yaitu 143,6 km.

Dari ketiga rute tersebut setelah diurutkan dengan metode nearest insert maka total jarak setelah penerapan metode tersebut adalah $457+221,9+143,6 = 822,5$ km. Jadi total biaya distribusi keseluruhan dalam periode 1 tahun dari ketiga rute di atas adalah sebagai berikut:

TABEL VIII
RANGKUMAN HASIL PERHITUNGAN BIAYA DISTRIBUSI PADA METODE *NEAREST INSERT*

Rute	Biaya Distribusi Metode <i>Nearest Insert</i>
1	Rp. 77.252.880,-
2	Rp. 61.560.240,-
3	Rp. 55.052.845,-
Total	Rp. 193.865.965,-

4. Perhitungan Metode *Nearest Neighbor*

a. Rute 1 (C0-C11-C12-10-C9-C0)

$$C0-C9-C10-C11-C12-C0 = 146+33+45+37+208 = 469 \text{ km}$$

b. Rute 2 (C0-C7-C8-C2-C0)

$$C0-C2-C7-C8-C0 = 4,9+83+26+108 = 221,9$$

c. Rute 3 (C0-C6-C5-C4-C3-C1-C0)

$$C0-C1-C3-C4-C5-C6-C0 = 2,9+15+19+6,6+62+80 = 185,5 \text{ km}$$

Dari ketiga rute tersebut setelah diurutkan dengan metode nearest neighbor maka total jarak setelah penerapan metode tersebut adalah $469+221,9+185,5 = 876,4$ km. Jadi total biaya distribusi keseluruhan dalam periode 1 tahun dari ketiga rute di atas adalah sebagai berikut:

TABEL IX
RANGKUMAN HASIL PERHITUNGAN BIAYA DISTRIBUSI PADA METODE *NEAREST NEIGHBOR*

Rute	Biaya Distribusi Metode <i>Nearest Neighbor</i>
1	Rp. 77.882.400,-
2	Rp. 61.560.240,-
3	Rp. 57.250.800,-
Total	Rp. 196.693.440,-

C. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan yang diperoleh dalam pengolahan data diatas adalah sebagai berikut:

1. Urutan Rute Sebelum dan Sesudah menggunakan Metode Nearest Insert

Berikut tabel pengurutan distribusi Tangki CB dari gudang sampai ke Cabang hingga kembali ke gudang menggunakan rute awal perusahaan dan metode Nearest Insert:

TABEL X
URUTAN RUTE SEBELUM DAN SESUDAH MENGGUNAKAN METODE NEAREST INSERT

Rute Awal		Rute Usulan	
Rute	Kode Rute	Rute	Kode Rute
1	C0-C1-C2-C3-C0	1	C0-C11-C12-C10-C9-C0
2	C0-C4-C5-C6-C0		
3	C0-C7-C8-C0	2	C0-C2-C7-C8-C0
4	C0-C9-C0		
5	C0-C10-C11-C12-C0	3	C0-C5-C4-C3-C1-C6-C0

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat 3 rute baru yang muncul yaitu rute 1 C0-C11-C12-C10-C9-C0, rute 2 C0-C2-C7-C8-C0, rute 3 C0-C5-C4-C3-C1-C6-C0. Jadi dari hasil yang diperoleh, diketahui terdapat penghematan rute yang semula berjumlah lima rute menjadi berjumlah tiga rute. Maka metode Nearest Insert dapat diterapkan dalam penentuan rute optimal dalam pendistribusian, sehingga bisa didapatkan rute dengan jarak yang paling minimum.

2. Hasil Rekapitulasi dan Presentase Penghematan Jarak

TABEL XI
REKAPITULASI HASIL PERHITUNGAN JARAK

Total Jarak (km)		Penghematan Jarak (km)	Presentase Penghematan Jarak (%)
Rute Awal	Metode <i>Nearest Insert</i>		
1182,2 km	822,5 km	359,7 km	30,42%

Dari hasil dapat disimpulkan bahwa metode Nearest Insert lebih baik dibandingkan dengan rute awal. Dengan demikian hasil yang diperoleh dari metode Nearest Insert akan dipilih sebagai jalur usulan, dengan total jarak adalah 822,5 km dan total jarak rute awal adalah 1182,2 km, maka didapatkan total penghematan jarak sebesar 359,7 km atau dengan presentase penghematan jarak sebesar 30,42%. Jadi dari hasil yang diperoleh, maka metode Nearest Insert dapat diterapkan dalam penentuan rute optimal dalam pendistribusian, sehingga bisa didapatkan jarak yang lebih minimum.

3. Hasil Rekapitulasi dan Presentase Penghematan Biaya

TABEL XII
REKAPITULASI HASIL PERHITUNGAN BIAYA DISTRIBUSI DALAM 1 TAHUN

Total Biaya (Rp)		Penghematan Biaya (Rp)	Presentase Penghematan Biaya (%)
Rute Awal	Metode <i>Nearest Insert</i>		
Rp. 238.654.833	Rp. 193.865.965,-	Rp. 44.768.868	18.76%

Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa metode penyelesaian dari metode Nearest Insert dibandingkan dengan yang diterapkan pada rute awal. Jadi hasil yang diperoleh dari metode Nearest Inset dengan total biaya sebesar Rp. 193.865.965,- per tahun dengan biaya rute awal yang sebesar Rp. 238.654.833per tahun, maka didapatkan penghematan biaya yaitu sebesar Rp. 44.768.868 dengan presentase penghematannya sebesar 18.76% per tahun. Jadi dari hasil yang diperoleh, maka metode Nearest Insert dapat diterapkan dalam penentuan rute optimal dalam pendistribusian, sehingga bisa didapatkan biaya yang minimum.

V. KESIMPULAN

Rute paling optimal yang didapatkan pada penelitian ini adalah rute 1 C0-C11-C12-10-C9-C0, rute 2 C0-C2-C7-C8-C0 dan rute 3 C0-C5-C4-C3-C1-C6-C0 dengan total jarak 822.5 km dengan total biaya sebesar Rp. 193.865.965,-. Dengan hasil tersebut didapatkan penghematan jarak 359,7 km atau 30,42% per tahun dari rute awal yaitu 1182.2 km dan didapatkan penghematan biaya sebesar Rp. 44.768.868,- atau 18.76% per tahun dari rute awal yaitu Rp.238.654.833,- per tahun.

PUSTAKA

- Asmono, F. T. (2012). *Analisa Bullwhip Effect Pada Retail Air Minum Dalam Kemasan Studi Kasus Pada Cv. Tirta Mekar Jaya Jl. Bat-Kareb No. 51 Tegalmulyo, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah* (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Azis, R. (2018). *Pengantar Sistem dan Perencanaan Transportasi*. Deepublish.
- Basriati, S., & Sunarya, R. (2015, November). *Optimasi Distribusi Koran Menggunakan Metode Saving Matriks (Studi Kasus: Pt. Riau Pos Intermedia)*. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi Dan Industri*.
- Bestariani, R. (2019). *Analisa Bullwhip Effect Dalam Manajemen Rantai Pasok Pada Produk Springbed Di Ritel Ardhie Putra Furniture* (Doctoral Dissertation, Itn Malang).
- Chopra S, Meindl P. *Supply Chain Management: Strategy, Planning And Operation*. New Jersey, Usa: Pearson Prentice Hall. 2010.
- Febriasari, A. F. (2012). *Analisa Bullwhip Effect Pada Tingkat Retail Menggunakan Sistem Manajemen Rantai Pasok (Studi Kasus: Delta Niaga Jln. Sanggir, Paulan Colomadu)* (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Huda, A. K. (2014). *Penentuan Rute Distribusi Untuk Meminimalkan Biaya Transportasi Menggunakan Metode Saving Matrix, Nearest Insert Dan Nearest Neighbor (Studi Kasus: Pt. Primatexco Indonesia) Jalan Jendral Urip Sumoharjo, Desa Sambong, Kabupaten Batang* (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Indrajit, Richardus Eko. Richardus Djokopranoto. 2005. *Strategi Manajemen Pembelian Dan supply Chain*. Penerbit. Pt Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- Karundeng, T. N., Mandey, S. L., & Sumarauw, J. S. (2018). *Analisis Saluran Distribusi Kayu (Studi Kasus Di Cv. Karya Abadi, Manado)*. *Jurnal Emba: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 6(3).
- Madona, E., & Irmansyah, M. (2013). *Aplikasi Metode Nearest Neighbor Pada Penentuan Jalur Evakuasi Terpendek Untuk Daerah Rawan Gempa Dan Tsunami*. *Elektron: Jurnal Ilmiah*, 5(2), 39-46.
- Martono, Ricky Virona. 2018. *"Manajemen Logistik"*. Jakarta. Pt Gramedia Pustaka Utama.
- Nasution, M. N. (2015). *Manajemen Transportasi*. Ghalia Indonesia.
- Nugroho, S. (2012). *Analisa Bullwhip Effect Pada Pt. Harum Ossamac Purwodadi* (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Pujawan, I. N., & Mahendrawati. 2010. *Supply Chain Management*. Surabaya.: Penerbit Guna Widya.
- Rohmah, M. (2019). *Penentuan Rute Transportasi Untuk Meminimalkan Biaya Menggunakan Metode Nearest Neighbor Dan Nearest Insert (Studi Kasus Dalam Pendistribusian Sandal Di Tasikmalaya)*. *Kubik: Jurnal Publikasi Ilmiah Matematika*, 4(2), 187-195.
- Sari, R., Ilhami, M. A., & Kurniawan, B. (2013). *Analisis Bullwhip Effect Dalam Sistem Rantai Pasok Pada Produk LI-Sr*. *Jurnal Teknik Industri Untirta*, 1(4).
- Sriwana, I. K., & Rewa, A. F. (2018). *Usulan Perbaikan Rute Pendistribusian Produk Dengan Menggunakan Analisis Bullwhip Effect, Metode Nearest Insert Dan Nearest Neighbor (Studi Kasus Di Pt. Ynp)*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 4(3).
- Sudjono, H., & Noor, S. (2015). *Penerapan Supply Chain Management Pada Proses Manajemen Distribusi Dan Transportasi Untuk Meminimasi Waktu Dan Biaya Pengiriman*. *Jurnal Poros Teknik*, 3(1), 126605.
- Suhendar, E. (2015). *Optimasi Penjadwalan Transportasi Pada Perusahaan Jasa Pengangkutan Limbah Medis*. *Faktor Exacta*, 5(4), 304-316.
- Suryanto, M. H., & SE, M. (2016). *Sistem Operasional Manajemen Distribusi*. Gramedia Widiasarana.
- Taufiq, T. (2013). *Analisis Rute Distribusi Guna Penjadwalan Sistem Transportasi Produk X Dengan Pendekatan Metode Saving Matrix*.
- Walalangi, Maya Sagita. 2012. *Penjadwalan Dan Penentuan Rute Kendaraan Pada industri Bahan Kimia Menggunakan Kombinasi Algoritma Genetika Dan Algo-Ritma Pencarian Tabu*. Surabaya : Jurusan Sistem Informasi. Fakultas Teknologi Informasi. Institut Teknologi Sepuluh November (Its).