

**EFEKTIVITAS *ALGORITMA CLARKE-WRIGHT* DAN
SEQUENTIAL INSERTION DALAM PENENTUAN
RUTE PENDISTRIBUSIAN AQUA PADA PT. TIRTA
INVESTAMA MEDAN**

SKRIPSI

**AYU HARIATI
0703162013**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

**EFEKTIVITAS ALGORITMA CLARKE-WRIGHT DAN
SEQUENTIAL INSERTION DALAM PENENTUAN
RUTE PENDISTRIBUSIAN AQUA PADA PT. TIRTA
INVESTAMA MEDAN**

SKRIPSI

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Dalam Sains dan Teknologi*

**AYU HARIATI
0703162013**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi
Lamp : -

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Ayu Hariati
Nomor Induk Mahasiswa	: 0703162013
Program Studi	: Matematika
Judul	: Efektivitas <i>Algoritma Clarke-Wright</i> Dan <i>Sequential Insertion</i> Dalam Penentuan Rute Pendistribusian Aqua Pada Pt. Tirta Investama Medan

Dapat disetujui untuk segera *dimunaqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Disetujui oleh:
Pembimbing I,

Pembimbing II,

Nurul Huda Prasetya, M.A.
NIDN. 2018096703

Hendra Cipta, M.Si.
NIDN. 2002078902

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Dr. Riri Syafitri Lubis, M.Si.
NIDN. 2013078401



PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor: B.140/ST/ST.V.2/PP.01.1/08/2021

Judul : Efektivitas *Algoritma Clarke-Wright* Dan
Sequential Insertion Dalam Penentuan Rute
Pendistribusian Aqua Pada Pt. Tirta Investama
Medan

Nama : Ayu Hariati

Nomor Induk Mahasiswa : 0703162013

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi
Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan dan
dinyatakan **LULUS**.

Pada hari/tanggal : Kamis, 21 Januari 2021

Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah,

Ketua,

Dr. Riri Syafitri Lubis, M.Si.

NIDN. 2013078401

Dewan Penguji,

Penguji I,

Penguji II,

Nurul Huda Prasetya, M.A.

NIDN. 2018096703

Penguji III,

Hendra Cipta, M.Si.

NIDN. 2002078902

Penguji IV,

Dr. Ismail Husein, M.Si.

NIDN. 2022049101

Dr. Riri Syafitri Lubis, M.Si.

NIDN. 2013078401

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan,

Dr. Mhd. Syahnan, M.A.

NIP. 196609051991031002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ayu Hariati
Nomor Induk Mahasiswa : 0703162013
Program Studi : Matematika
Judul : Efektivitas *Algoritma Clarke-Wright* Dan
Sequential Insertion Dalam Penentuan Rute
Pendistribusian Aqua Pada Pt. Tirta
Investama Medan

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 21 Januari 2021

Ayu Hariati
NIM. 0703162013

ABSTRAK

Dalam menentukan rute distribusi perlu diketahui urutan pelanggan yang akan dikunjungi. Dalam penelitian ini, data diambil dari rute pendistribusian satu orang driver PT. Tirta Investama Medan di wilayah Medan Kota. Kemudian, data diolah menggunakan *Algoritma Clarke Wright* dan *Sequential Insertion* dan dilakukan perbandingan untuk menentukan rute distribusi yang minimum. Dengan adanya kondisi *Multiple Trips* maka hasil yang diperoleh untuk jarak tempuh optimal perjalanan yang berawal dari PT. Tirta Investama Medan dan berakhir juga ke PT. Tirta Investama Medan dengan *Algoritma Clarke Wright* adalah pada $t = 1$ adalah 22 KM dan pada $t = t + 1$ adalah 15,2 KM. Sedangkan jarak tempuh optimal perjalanan yang berawal dari PT. Tirta Investama Medan dan berakhir juga ke PT. Tirta Investama Medan dengan *Sequential Insertion* adalah pada $t = 1 = 15,05$ KM dan pada $t = t + 1$ adalah 22,9 KM. Pada solusi *algoritma Clarke-Wright* diperoleh total jarak sebesar 37,2 KM. Sedangkan pada solusi *Sequential Insertion* diperoleh total jarak sebesar 37,95 KM. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rute yang dibentuk menggunakan *Algoritma Clarke-Wright* pada kasus ini lebih efektif dibandingkan rute yang dibentuk menggunakan *Sequential Insertion*.

Kata kunci : *Rute Distribusi, Algoritma Clarke-Wright, Sequential Insertion, Multiple Trips*

ABSTRACT

In determining distribution routes, it is necessary to know the order of customers to be visited. In this study, data was taken from the distribution route of one PT driver. Tirta Investama Medan in Medan City area. Then, the data is *processed using Clarke Wright and Sequential Insertion algorithms* and comparisons are made to determine the minimum distribution route. With the condition of *Multiple Trips*, the results obtained for the optimal mileage of the trip that starts from PT. Tirta Investama Medan and ended also to PT. Tirta Investama Medan with *Clarke Wright Algorithm* is at $t = 1$ is 22 KM and at $t = t + 1$ is 15.2 KM. While the optimal mileage of the trip that starts from PT. Tirta Investama Medan and ended also to PT. Tirta Investama Medan with *Sequential Insertion* is at $t = 1 = 15.05$ KM and at $t = t + 1$ is 22.9 KM. In the *clarke-wright algorithm solution* obtained a total distance of 37.2 KM. While in *Sequential Insertion solution* obtained a total distance of 37.95 KM. Thus it can be concluded that the route formed using the *Clarke-Wright Algorithm* in this case is more effective than the route formed using *Sequential Insertion*.

Keywords: *Route Distribution, Clarke-Wright Algorithm, Sequential Insertion, Multiple Trips*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah atas rahmat Allah SWT yang telah memberikan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Fakultas Sains Dan Teknologi Prodi Matematika UIN Sumatera Utara Medan.

Dalam kesempatan ini, penulis banyak menerima bantuan dan bimbingan yang sangat berharga dari segala pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Teristimewa untuk orang tua tercinta Ayahanda Sugianto dan Ibunda Asna Ritonga yang tiada lelah memberikan cinta dan kasih sayang yang begitu besar dan kesabaran dalam mendidik, selalu memberikan motivasi yang sangat membangun kepada penulis serta terutama doa yang selalu mengalir dalam setiap perjalanan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak Prof. Dr. H. Syahrin Harahap, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
3. Bapak Dr Mhd Syahnan, MA Selaku Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Sumatera Utara Medan.
4. Ibu Dr. Riri Syafitri Lubis, M.Si. selaku Ketua Prodi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
5. Bapak Rima Aprilia, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera Utara Medan.
6. Ibu Dr. Rina Filia Sari, M.Si. sebagai Penasehat Akademik yang telah membantu dan mengarahkan penulis dalam melaksanakan penelitian skripsi.
7. Bapak Nurul Huda Prasetya, M.A. selaku dosen Pembimbing I yang membimbing penulis dalam melaksanakan penelitian skripsi.
8. Bapak Hendra Cipta, M.Si. selaku dosen Pembimbing II yang membimbing penulis dalam melaksanakan penelitian skripsi.

9. Ibu Rima Aprilia, M.Si. selaku dosen konsentrasi OR yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama sebelum mengajukan judul penelitian skripsi ke prodi Matematika.
10. Bapak/Ibu Dosen dan para staff pengajar di UIN Sumatera Utara Medan yang telah memberikan pendidikan dan pengetahuan kepada penulis.
11. Bapak Dedi selaku kepala bidang pendistribusian PT. Tirta Investama Medan yang dengan senang hati meumbantu peneliti saat melakukan penelitian di PT. Tirta Investama Medan.
12. Terima kasih kepada saudara yang saya cintai (Herianto, Taufik Hidayat, Zhi Dan Alwi dan Habib) telah memberikan dukungan dan doa dalam menyelesaikan penelitian ini.
13. Teman-teman terdekatku yang selalu mengisi masa perkuliahan (Ica, Via, Jumi, Nurma), teman semasa KKN Tigah Panah, teman semasa KKP Baznas, teman-teman sekelas MM-1 yang tercinta.
14. Sahabatku Cynthia Sormin yang selalu menemani dan mendukung peneliti dalam menyelesaikan penelitian.
15. Kepada seluruh teman-teman jurusan matematika stambuk 2016, kakak senior dan adik- adik stambuk yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dan mendukung penulis dalam melaksanakan penelitian skripsi.
16. Untuk semua pihak yang banyak membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, terima kasih banyak untuk dukungan dan doa yang diberikan.

Akhirnya kepada semua pihak yang membantu penulisan proposal skripsi, penulis mengucapkan terima kasih dan hanya Allah SWT yang dapat memberikan balasan yang setimpal atas jasa dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Medan, 15 April 2020
Penulis



Ayu Hariati
0703162013

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Batasan Masalah	7
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Profil Perusahaan	9
2.2 <i>Vehicle Routing Problem</i>	10
2.3 <i>Capacitated Vehicle Routing Problem</i>	13
2.4 <i>Multiple Trips</i>	19
2.5 <i>Algoritma Clarke-Wright</i>	19
2.6 <i>Algoritma Sequential Insertion</i>	25
2.7 Penelitian Yang Relevan	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	30
3.2 Jenis Penelitian	30
3.3 Jenis Data Dan Sumber Data	30
3.3.1 Jenis Data	30
3.3.2 Sumber Data	30
3.4 Variabel penelitian	31
3.5 Prosedur Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengumpulan Data	35

4.2 Perhitungan Menggunakan <i>Algoritma Clarke Wright</i>	36
4.3 Perhitungan Menggunakan <i>Algoritma Sequential Insertion</i>	53
4.4 Perbandingan rute dengan <i>Algoritma Clarke-Wright Dan Sequential Insertion...</i>	62

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran.....	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Logo Perusahaan	9
2.2	Ilustrasi VRP dengan 3 Kendaraan	11
2.3	Ilustrasi Konsep Penghematan	21
2.4	<i>Flowchart Algoritma Clarke Wright</i>	25
2.5	Penyisipan Pelanggan pada Rute Saat Ini	25
2.6	<i>Flowchart Algoritma Sequential Insertion</i>	27
3.1	Blok Diagram Prosedur Penelitian	32
4.1	Solusi Awal Graf Jarak Dan Rute	40
4.2	$t = 1$ (Z-2-4-Z)	41
4.3	$t = 1$ (Z-2-3-4-Z)	42
4.4	$t = 1$ (Z-2-3-4-5-Z)	43
4.5	$t = 1$ (Z-1-2-3-4-5-Z)	44
4.6	$t = 1$ (Z-1-2-3-4-5-6-Z)	46
4.7	$t = 1$ (Z-1-2-3-4-5-6-7-Z)	48
4.8	$t = 1$ (Z-1-2-3-4-5-6-Z)	49
4.9	$t = 1$ (Z-1-2-3-4-5-6-Z) Dan $t = t + 1$ (Z-5-Z)	52
4.10	$t = 1$ (Z-6-Z)	55
4.11	$t = 1$ (Z-6-1-Z)	56
4.12	$t = 1$ (Z-6-1-2-Z)	57
4.13	$t = 1$ (Z-6-1-2-7-Z)	58
4.14	$t = 1$ (Z-6-1-2-Z)	58
4.15	$t = t + 1$ (Z-7-Z)	59
4.16	$t = t + 1$ (Z-7-5-Z)	60
4.17	$t = t + 1$ (Z-7-5-3-Z)	60
4.18	$t = t + 1$ (Z-7-5-3-4-Z)	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
4.1	Data Asli	35
4.2	Nama Tempat Dan Alamatnya	36
4.3	Matriks Jarak	36
4.4	Nilai Saving Terbesar Ke Terkecil	39
4.5	Matrix Saving	40
4.6	Matrix Saving 1	41
4.7	Matrix Saving 2	42
4.8	Matrix Saving 3	43
4.9	Matrix Saving 4	43
4.10	Matrix Saving 5	44
4.11	Matrix Saving 6	45
4.12	Matrix Saving 7	45
4.13	Matrix Saving 8	45
4.14	Matrix Saving 9	46
4.15	Matrix Saving 10	47
4.16	Matrix Saving 11	47
4.17	Matrix Saving 12	47
4.18	Matrix Saving 13	48
4.19	Matrix Saving 14	50
4.20	Matrix Saving 15	50
4.21	Matrix Saving 16	50
4.22	Matrix Saving 17	51
4.23	Matrix Saving 18	51
4.24	Matrix Saving 19	51
4.25	Matrix Saving 20	52
4.26	Nama Tempat Dan Alamatnya	53
4.27	Matrix Jarak	54
4.28	Matrix Jarak 1	55
4.29	Matrix Jarak 2	56
4.30	Matrix Jarak 3	57
4.31	Matrix Jarak 4	57
4.32	Matrix Jarak 5	59
4.33	Matrix Jarak 6	59
4.34	Matrix Jarak 7	60
4.35	Matrix Jarak 8	61
4.36	Perbandingan Rute Dengan Algoritma Clarke Wright Dan Sequential Insertion Multiple Trips	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran
1	Data Asli
2	Dokumentasi Wawancara
3	Hasil Wawancara
4	Surat Izin Riset

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Distribusi merupakan salah satu aspek pada pemasaran. Setiap perusahaan dapat bersaing jika memenuhi kebutuhan permintaan pelanggan dengan jumlah dan waktu yang tepat. Hal ini berkaitan dengan menentukan sistem distribusi ke setiap pelanggan. Distribusi adalah suatu kegiatan untuk memindahkan produk dari pihak *supplier* ke pihak konsumen dalam suatu *supplychain*. Distribusi dalam kegiatan penyaluran produk maupun jasa harus sesuai dengan sumber daya dan kemampuan yang dimiliki dalam sebuah perusahaan untuk mencapai ukuran ekonomis yang diharapkan sebuah perusahaan. Dalam kegiatan penyaluran air mineral proses pendistribusian akan terlihat dengan penggunaan kendaraan sebagai alat angkut barang yang memiliki kapasitas muat dan jarak yang berbeda dalam penentuan rute yang dilalui kendaraan dalam satu kali jalan (Dewantoro,2013).

Menurut kamus bahasa Indonesia distribusi diartikan sebagai pembagian, penyaluran, pengiriman kepada beberapa orang atau kebeberapa tempat. Sedangkan menurut perspektif Alquran distribusi adalah pembagian atau pengaturan yang didalamnya ada bentuk kesyukuran atas nikmat Allah SWT, atau jika dikaitkan dengan harta maka distribusi merupakan bentuk pembagian atau pengaturan harta seseorang atau negara untuk orang lain oleh badan-badan tertentu sebagai bentuk kesyukuran kepada Allah SWT .

Alquran telah menjelaskan prinsip Islam dalam surat Al-Hasyr ayat 7:

مَا أَفَاءَ اللَّهُ عَلَى رَسُولٍ مِنْ أَهْلِ الْقُرَىٰ فَلِلَّهِ وَلِلرَّسُولِ وَلِذِي الْقُرْبَىٰ وَالْيَتَامَىٰ وَالْمَسْكِينِ وَابْنِ
السَّبِيلِ كَيْ لَا يَكُونَ دُولَةً بَيْنَ الْأَغْنِيَاءِ مِنْكُمْ ۗ وَمَا آتَاكُمُ الرَّسُولُ فَخُذُوهُ وَمَا نَهَاكُمْ عَنْهُ فَانْتَهُوا ۗ
وَاتَّقُوا اللَّهَ ۗ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ الْعِقَابِ

Artinya : “Apa saja harta rampasan (fai-i) yang diberikan Allah kepada Rasul-Nya (dari harta benda) yang berasal dari penduduk kotakota Maka adalah untuk Allah, untuk rasul, kaum kerabat, anak-anak yatim, orang-orang

miskin dan orang-orang yang dalam perjalanan, supaya harta itu jangan beredar di antara orang-orang Kaya saja di antara kamu. apa yang diberikan Rasul kepadamu, Maka terimalah. dan apa yang dilarang-Nya bagimu, Maka tinggalkanlah. dan bertakwalah kepada Allah. Sesungguhnya Allah Amat keras hukuman-Nya.”

Pada ayat ini diterangkan bahwa untuk mencegah pemusatan kekayaan kepada golongan-golongan tertentu. Selanjutnya langkah-langkah positif yang diambil untuk membagi kekayaan kepada masyarakat yaitu dengan melalui kewajiban mengeluarkan zakat, infaq dan pemberian bantuan kepada orang-orang miskin dan yang menderita akibat pajak negara. Manusia dalam hidupnya selalu membutuhkan yang lain. Seseorang tidak akan menguasai pengetahuan semua hal yang dibutuhkan selama hidupnya. Oleh karena itu, Allah swt memberi kemudahan pada setiap orang untuk menguasai pengetahuan salah satu diantaranya, sehingga manusia dapat bekerja sama dalam memenuhi kebutuhan hidupnya (Suwikyo, 2010).

Distribusi dapat diartikan sebagai kegiatan pemasaran yang berusaha memperlancar dan mempermudah penyampaian barang dan jasa dari produsen kepada konsumen, sehingga penggunaannya sesuai dengan yang diperlukan (jenis, jumlah, harga, tempat, dan saat dibutuhkan). Dalam mendistribusikan produknya perusahaan menghadapi kendala yang datang dari sisi internal maupun eksternal. Pada sisi internal ialah kebijakan yang dikeluarkan perusahaan tentang distribusi, pelayanan dan sarana-prasarana penunjang dalam distribusi. Sedangkan dari sisi eksternal ialah cara pendistribusian dan tempat yang dituju atau konsumen.

Banyak hal yang mempengaruhi dalam pendistribusian produk dari gudang kepada konsumen antara lain kepadatan lalu-lintas. Di Kota Medan kepadatan lalu lintas sangat tinggi sekali, jalur yang satu arah dan kesemerautan dalam berlalu-lintas yang menjadi masalah dalam hal distribusi produk. Hal tersebut sangat berdampak dalam pendistribusian yang menyebabkan sering terjadinya keterlambatan dalam pengiriman produk di kota Medan. *Acessbility* toko dan

masalah pendistribusian ke outlet-outlet berkaitan dengan pelayanan yang diberikan oleh perusahaan juga merupakan masalah distribusi (Rohandi, 2014).

PT. Tirta Investama Medan adalah perusahaan distributor air mineral merk Aqua yang berada dan berkedudukan di Medan sebagai wakil pusat di daerah. PT. Tirta Investama Medan merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi air mineral dalam kemasan. Kantor penjualan Medan memiliki Outlet - Outlet yang penjualannya langsung pada konsumen sebagai pengguna akhir. Dalam melakukan tugas dan fungsinya untuk mendistribusikan air mineral merk Aqua baik *Direct* maupun *Repail*. PT. Tirta Investama Medan adalah perusahaan yang beroperasi pada bagian pengemasan industri air minum, perdagangan, dan jasa umum. Adapun produksi penjualan air mineral seperti Aqua, Evian, Vit serta minuman ion yaitu Mizone. Pendistribusian di PT. Tirta Investama Medan dilakukan dengan ketersediaan botol kosong di gudang serta pertimbangan kapasitas kendaraan angkut yang digunakan.

Dari depot barang wajib diantarkan kepada konsumen yang telah memesan. Untuk sarana transportasi beberapa kendaraan telah disediakan, di mana setiap kendaraan memiliki kapasitas tertentu sesuai dengan barang yang diangkut. Setiap kendaraan harus menempuh rute yang sudah ditentukan. Masing-masing kendaraan memulai dan mengakhiri pengiriman di depot, di mana barang-barang diantarkan kepada satu atau lebih pelanggan agar permasalahan selesai. (Clarke G. & Wright J.W, 1964).

PT. Tirta Investama Medan memiliki penyusunan rute yang acak tetapi memiliki alokasi wilayah pengiriman untuk setiap kendaraan angkut, sehingga dapat berubah sewaktu-waktu yang berdampak pada ketidaktepatan waktu dalam pendistribusian produk. Salah satu penyebab terjadinya keterlambatan pengiriman produk pada PT. Tirta Investama Medan adalah adanya kesalahan dalam melakukan pengaturan rute dalam pengiriman, adanya kondisi *Multiple Trips* yaitu kondisi dimana pengiriman dilakukan dengan mempertimbangkan horison perencanaan yang telah ditentukan, bila kondisi muatan pada kendaraan telah kosong dalam mengirimkan barang tetapi horison perencanaan masih ada maka

kendaraan akan kembali lagi ke depot untuk mengambil barang yang akan dikirimkan kembali kepada pelanggan hingga waktu horison perencanaan habis dan tidak tersedianya lahan parkir di lokasi konsumen. Jika tidak ditentukan rute perjalanan yang akan dijalani terlebih dahulu, maka target yang telah ditentukan tidak terlaksana secara optimal.

Permasalahan distribusi barang merupakan aspek yang harus diperhatikan karena permasalahan tersebut memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap biaya dan tingkat pelayanan kepada konsumen. Ada beberapa kendala yang harus dihadapi dalam proses distribusi, seperti jumlah permintaan barang yang berbeda-beda pada setiap konsumen, kapasitas kendaraan, batas waktu pengiriman, kecepatan rata-rata yang dapat ditempuh pada jalur dan waktu tertentu, adanya kondisi *Multiple Trips* dan lokasi konsumen yang berbeda pula. Maka diperlukan suatu cara agar proses distribusi dapat berjalan dengan lancar dan tepat waktu. Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam proses distribusi adalah dengan mengoptimalkan rute kendaraan agar waktu yang digunakan untuk melayani konsumen lebih efisien dan barang dapat sampai ke konsumen tepat waktu (Purnomo, 2010).

Oleh karena itu perlu dilakukan penentuan rute distribusi dengan mempertimbangkan kapasitas alat angkut yang tersedia dengan adanya kondisi *Multiple Trips* untuk *Outlet-Outlet* di Kota Medan. Penyusunan rute yang baik dapat mempersingkat jarak tempuh dan waktu pengiriman produk dan akhirnya berdampak pada penghematan biaya distribusi bagi perusahaan. Rute pendistribusian harus dapat mencapai tingkat utilisasi penggunaan alat angkut yang efisien serta mampu melakukan pemenuhan terhadap permintaan secara efektif.

Efektivitas adalah cara untuk mendapatkan hasil yang telah ditentukan sebelumnya. Pada penelitian ini, arti efektivitas ditekankan pada kesimpulan perbandingan *algoritma-algoritma* yang digunakan. Dikatakan efektif jika *algoritma* yang dibandingkan memperoleh rute dengan jarak tempuh yang paling minimal dalam proses pengangkutan .

Vehicle Routing Problem (VRP) merupakan permasalahan penentuan rute kendaraan untuk melayani beberapa pelanggan. Bentuk dasar VRP ialah masalah penentuan suatu rute kendaraan (*vehicle*) yang melayani suatu pelanggan yang diasosiasikan dengan titik dengan permintaan (*demand*) yang diketahui dan rute yang menghubungkan depot dengan pelanggan, dan antar pelanggan yang lainnya (Toth, 2002).

Metode heuristik adalah satu dari beberapa metode yang dapat menyelesaikan VRP dan variasinya. Menurut Laporte (1983), salah satu contoh metode Heuristik antara lain *algoritma Clarke-Wright* dan *Sequential Insertion*. *Algoritma Clarke-Wright* digunakan untuk mengatasi permasalahan yang cukup besar yaitu permasalahan dengan jumlah rute yang banyak. *Algoritma Clarke-Wright* melakukan perhitungan penghematan dengan pengurangan jarak tempuh dan waktu yang digunakan dengan menghubungkan titik-titik yang ada dan menjadikannya sebuah rute berdasarkan nilai *saving* yang terbesar yaitu jarak tempuh antara titik asal dan titik tujuan.

Sedangkan *Sequential Insertion* memiliki kelebihan yakni dengan mempertimbangkan posisi pelanggan tersebut pada busur penyisipan yang tersedia, sehingga didapat hasil yang terbaik. Chairul, dkk (2014) mendefinisikan *algoritma Sequential Insertion* sebagai *algoritma* untuk memecahkan masalah dengan cara menyisipkan pelanggan di antara pelanggan yang telah terbentuk agar didapat hasil yang maksimal.

Terkait dengan pemenuhan kebutuhan permintaan para konsumen, PT. Tirta Investama Medan harus menentukan cara yang terbaik untuk melakukan pendistribusian tersebut. Salah satunya adalah penentuan rute yang dituju dalam pendistribusian yang dilakukan oleh kendaraan angkut. Penentuan rute distribusi dikenal dengan *Vehicle Routing Problem* (VRP) yang bertujuan untuk meminimasi faktor tertentu seperti waktu, jarak dan biaya. VRP merupakan permasalahan optimasi penentuan rute dengan keterbatasan kapasitas kendaraan yang berangkat dari satu depot dan diakhiri dengan depot yang harus tersebar

secara geografis sehingga dapat melayani pelanggan yang tersebar dalam satu kali jalan.

Pada PT. Tirta Investama Medan perlu dilakukan pembentukan rute distribusi yang tetap untuk memudahkan pengiriman. Model VRP yang digunakan adalah dengan menggunakan metode *Algoritma Clarke-Wright* dan *Sequential Insertion* untuk meminimumkan jarak tempuh dalam distribusi.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik untuk mengambil tema perbandingan algoritma dalam penentuan rute dengan jarak tempuh yang minimal, dengan judul “Efektivitas *Algoritma Clarke-Wright* Dan *Sequential Insertion* Dalam Penentuan Rute Pendistribusian Minuman Ringan Pada PT. Tirta Investama Medan”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan rute dengan jarak tempuh yang minimum dalam pendistribusian setelah dilakukan perbandingan dengan *algoritma Clarke-Wright* dan *Sequential Insertion* dengan kondisi *multiple trips*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk menentukan rute dengan jarak tempuh yang minimum dalam pendistribusian aqua dengan menggunakan *algoritma Clarke-Wright*.
2. Untuk menentukan rute dengan jarak tempuh yang minimum dalam pendistribusian aqua dengan menggunakan *Sequential Insertion*.
3. Untuk menentukan rute dengan jarak tempuh yang minimum dalam pendistribusian aqua dengan menggunakan *algoritma Clarke-Wright* dan *Sequential Insertion*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Perhitungan dilakukan untuk menentukan rute dengan jarak tempuh minimal dengan *Algoritma Clarke-Wright* Dan *Sequential Insertion*.
2. Lokasi pendistribusian di wilayah Medan Kota.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diharapkan dari penulisan ini, diantaranya:

1. Bagi penulis dapat meningkatkan pemahaman penulis mengenai penentuan rute pendistribusian dengan efektivitas *Algoritma Clarke-Wright* dan *Sequential Insertion*.
2. Bagi pembaca dapat dijadikan referensi untuk menambah pengetahuan penerapan *Algoritma Clarke-Wright* dan *Sequential Insertion* dalam industri dan bisnis.
3. Bagi perusahaan terkait, hasil penelitian ini memberikan masukan agar dapat mengambil langkah dan keputusan guna melakukan persiapan dan perbaikan demi kemajuan perusahaan tersebut serta memberikan gambaran dan harapan yang mengkhuni terhadap perusahaan tersebut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Profil Perusahaan

Aqua adalah sebuah merek air minum dalam kemasan (AMDK) yang diproduksi oleh PT Aqua Golden Mississippi Tbk di Indonesia sejak tahun 1973. Selain di Indonesia, Aqua juga dijual di Malaysia, Singapura, dan Brunei. Aqua adalah merek AMDK dengan penjualan terbesar di Indonesia dan merupakan salah satu merek AMDK yang paling terkenal di Indonesia, sehingga telah menjadi seperti merek generik untuk AMDK. Saat ini, terdapat 14 pabrik yang memproduksi Aqua dengan kepemilikan berbeda-beda (3 pabrik dimiliki oleh PT Tirta Investama, 10 pabrik dimiliki oleh PT Aqua Golden Mississippi, dan pabrik di Berastagi, Sumatera Utara dimiliki oleh PT Tirta Sibayakindo). Sejak tahun 1998, Aqua sudah dimiliki oleh perusahaan multinasional dalam bidang makanan dan minuman asal Perancis, Grup Danone, hasil dari penggabungan PT Aqua Golden Mississippi dengan Danone. Aqua Group didirikan oleh Tirta Utomo (1930-1994), warga asli Wonosobo yang setelah keluar bekerja dari Pertamina, dan bekerja di Petronas, mendirikan usaha air minum dalam kemasan (AMDK). Tirta berjasa besar atas perkembangan bisnis atau usaha AMDK di Indonesia, karena sebagai seorang pionir maka Almarhum berhasil menanamkan nilai-nilai dan cara pandang bisnis AMDK di Indonesia.

Aqua untuk saat ini merupakan *market leader* dalam medan persaingan berbagai produk air mineral di Indonesia. Posisinya yang kuat disebabkan oleh faktor Aqua sebagai produk air mineral yang pertama kali hadir di Indonesia serta strategi promosi dan pemasaran yang gencar. Metode promosi yang digunakan adalah terutama melalui iklan di media elektronik dan cetak, mensponsori berbagai acara, serta instalasi iklan billboard secara luas. Dalam pemasarannya, grup distribusi Aqua memiliki jaringan distribusi air mineral yang terluas di Indonesia, yang mana menembus sampai hampir ke setiap sudut kepulauan. Jumlah titik stok (gudang) semakin diperbanyak secara agresif sejak tahun 2005, sehingga mampu menyediakan penetrasi pasar yang lebih luas melalui rantai

suplai dan penghantaran. Gudang stok ditempatkan pada area-area yang memiliki outlet retail yang banyak, termasuk pasar tradisional, sehingga setiap gudang dapat melayani masing-masing area geografis dalam waktu yang sesingkat mungkin.

1. Visi dan Misi Perusahaan

Visi:

- a. Membawa hidrasi berkualitas untuk kesehatan yang lebih baik bagi sebanyak mungkin masyarakat Indonesia melalui produk dan layanan.
- b. Membangun organisasi yang dinamis, terbuka dan beretika dengan budaya pembelajaran yang memberikan kesempatan berkembang yang unik bagi para karyawan.
- c. Menjadi acuan dalam pembangunan berkelanjutan, melindungi sumberdaya airnya untuk melestarikan lingkungan, memberdayakan masyarakat dan mempromosikan serta mendorong masyarakat untuk menjadi lebih bertanggung jawab terhadap lingkungan.

Misi:

Membawa kesehatan melalui pangan kepada sebanyak mungkin orang.

2. Arti Logo Aqua



Sumber: PT. Tirta Sibayakindo Danone Aqua Group 2015

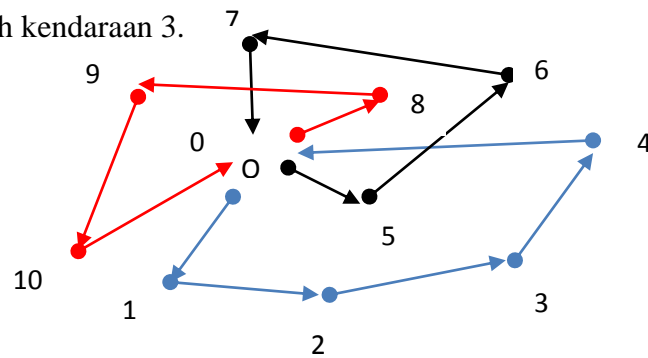
Gambar 2.1 Logo Perusahaan

- a. Tulisan Danone adalah nama perusahaan di Paris dimana perusahaan ini merupakan perusahaan yang terkenal diseluruh dunia sehingga makanan dan minuman yang diproduksi dikenal sebagai produksi internasional.
- b. Tulisan Aqua dan gambar gunung yang berwarna biru, air mineral menggunakan warna biru sebagai warna dasar produknya karena warna biru menggambarkan lautan yang luas dimana lebih diartikan sebagai air.
- c. Warna Aqua yang kita lihat terdiri dari 3 warna biru, pertama warna biru yang agak muda, kedua warna biru muda dan ketiga warna biru tua (gelap), Aqua terinspirasi dari lautan di pantai karena lautan di pantai juga terlihat 3 warna di mana warna biru dekat pasir, warna biru tengah-tengah lautan dan warna biru yang jauh dari pasir.
- d. Tulisan Aqua yang bergelombang, karena Aqua merupakan produk air mineral sehingga jenis tulisan ditiap sisinya dibuat bergelombang seperti air.
- e. Gambar gunung, menggambarkan ke pelanggan kalau sumber air Aqua ini berasal langsung dari pegunungan yang diolah untuk di minum.

2.2 Vehicle Routing Problem

Vehicle Routing Problem (VRP) merupakan permasalahan untuk pencarian rute suatu kendaraan dengan tujuan tertentu. Menurut Toth & Vigo (2002), VRP adalah masalah penentuan rute kendaraan dalam mendistribusikan barang dari tempat produksi yang dinamakan depot ke konsumen dengan tujuan meminimumkan total jarak tempuh kendaraan. VRP memiliki tujuan meminimumkan jarak tempuh kendaraan, meminimumkan biaya transportasi dan waktu tempuh kendaraan yang digunakan. Permasalahan VRP berkaitan dengan pendistribusian produk atau barang antara depot dengan konsumen. Depot merupakan gudang atau tempat keluar dan kembalinya kendaraan untuk mendistribusikan barang atau produk kepada konsumen.

Pada gambar 2.2, titik 0 menyatakan depot, titik 1, 2, 3, dan 4 menyatakan konsumen yang dilalui oleh kendaraan 1, titik 5, 6, dan 7 menyatakan konsumen yang dilalui oleh kendaraan 2, sedangkan titik 8, 9, dan 10 menyatakan konsumen yang dilalui oleh kendaraan 3.



Gambar 2.2 Ilustrasi VRP dengan 3 Kendaraan

Pada tahun 1959, Dantzig dan Ramser meneliti VRP pertama kali dalam kasus penjadwalan kendaraan dan penentuan rutenya. Clarke dan Wright melanjutkan penelitian pada tahun 1964, dengan memperkenalkan istilah depot sebagai tempat keberangkatan dan kembalinya kendaraan. Setelah saat itu penelitian tentang VRP terus berkembang dalam dunia perindustrian, khususnya dalam penentuan rute pendistribusian barang. Selain itu, permasalahan VRP dapat diaplikasikan dalam masalah sistem transportasi sehari-hari, misalnya untuk perencanaan rute angkutan umum, rute kendaraan pengumpul sampah, rute pembersihan jalan, dan lain sebagainya. Menurut Toth dan Vigo (2002), terdapat beberapa komponen dalam VRP. Karakteristik dari komponen-komponen tersebut perlu diperhatikan di dalam permasalahan VRP. Komponen-komponen VRP antara lain sebagai berikut:

1) Jaringan Jalan

Jaringan jalan biasanya dideskripsikan dalam sebuah graf yang terdiri dari *edge* (sisi) yang merepresentasikan bagian jalan yang digunakan dan *vertex* (titik) yang merepresentasikan konsumen dan depot.

2) Konsumen

Menetapkan lokasi konsumen-konsumen yang ada merupakan hal yang harus dilakukan saat menyelesaikan masalah VRP. Kemudian mendata permintaan

yang dibutuhkan oleh konsumen karena besarnya permintaan konsumen mempengaruhi lamanya waktu juga ada rentang waktu (*time window*) yang disyaratkan dalam melayani konsumen-konsumen tersebut.

3) Depot

Depot merupakan tempat awal dan berakhirnya suatu kendaraan dalam mendistribusikan barang. Maka perlu diketahui jumlah kendaraan yang ada pada depot serta jam operasional yang ditentukan pada depot. Tujuannya untuk membatasi waktu kinerja kendaraan dalam proses distribusi.

4) Kendaraan

Hal yang perlu diperhatikan pada kendaraan ialah jumlah dan kapasitas kendaraan yang digunakan. Kapasitas kendaraan tersebut membatasi permintaan konsumen, artinya jumlah permintaan konsumen tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan yang digunakan. Kemudian ditentukan pula bahwasanya dalam satu rute hanya dilayani oleh satu kendaraan. Kemudian dalam satu kendaraan, disediakan alat untuk melayani konsumen (*loading-unloading*) dan biaya-biaya yang berhubungan dengan penggunaan kendaraan tersebut, seperti misalnya bahan bakar yang dikeluarkan, dan lainnya.

5) Pengemudi

Pengemudi memiliki kendala seperti jam kerja harian, durasi maksimum perjalanan, dan tambahan jam lembur jika diperlukan.

Toth & Vigo (2002) juga mendefinisikan tujuan umum permasalahan VRP yaitu meminimumkan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan kendaraan, meminimumkan jumlah kendaraan yang dibutuhkan untuk melayani semua konsumen, menyeimbangkan rute-rute dalam hal waktu dan muatan kendaraan, meminimumkan pinalti akibat pelayanan yang kurang memuaskan terhadap konsumen, seperti keterlambatan pengiriman dan lain sebagainya.

Untuk mencapai tujuan-tujuan tersebut, perlu diperhatikan beberapa batasan yang harus dipenuhi yaitu setiap kendaraan yang akan mendistribusikan barang kepada konsumen harus memulai rute perjalanan dari depot, setiap konsumen hanya boleh dilayani satu kali oleh satu kendaraan, setiap konsumen

mempunyai permintaan yang harus dipenuhi, diasumsikan permintaan tersebut sudah diketahui sebelumnya, dan setiap kendaraan memiliki batasan tertentu sehingga setiap kendaraan akan melayani konsumen sesuai dengan kapasitasnya.

Menurut Solomon (1987), variasi dari VRP antara lain :

- 1) *Capacitated VRP* (CVRP), yaitu setiap kendaraan punya kapasitas yang terbatas.
- 2) *VRP with Time Windows* (VRPTW), yaitu setiap pelanggan harus disuplai dalam jangka waktu tertentu.
- 3) *Multiple Depot VRP* (MDVRP), yaitu distributor memiliki banyak depot untuk menyuplai pelanggan.
- 4) *VRP with Pick-Up and Delivering* (VRPPD), yaitu pelanggan mungkin mengembalikan barang pada depot asal.
- 5) *Split Delivery VRP* (SDVRP), yaitu pelanggan dilayani dengan kendaraan berbeda.
- 6) *Stochastic VRP* (SVRP), yaitu munculnya *random values* (seperti jumlah pelanggan, jumlah permintaan, waktu pelayanan atau waktu perjalanan).
- 7) *Periodic VRP*, yaitu pengantar hanya dilakukan dihari tertentu.

2.3 Capacitated Vehicle Routing Problem

Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) merupakan bentuk paling dasar dari VRP. CVRP adalah masalah optimasi untuk menemukan rute dengan biaya minimal (*minimum cost*) untuk sejumlah kendaraan (*vehicles*) dengan kapasitas tertentu yang homogen (*homogeneous fleet*), yang melayani permintaan sejumlah pelanggan yang kuantitas permintaannya telah diketahui sebelum proses pengiriman berlangsung.

Pada dasarnya, dalam CVRP, kendaraan akan memulai perjalanan dari depot untuk melakukan pengiriman ke masing-masing pelanggan dan akan kembali ke depot. Diasumsikan jarak atau biaya perjalanan antara semua lokasi telah diketahui. Jarak antara dua lokasi adalah simetris, yang berarti jarak dari lokasi A ke lokasi B sama dengan jarak dari lokasi B ke lokasi A.

Tonci Caric and Hrvoje Gold (2008) mendefinisikan CVRP sebagai suatu graf berarah $G = (V, A)$ dengan $V = \{v_0, v_1, v_2, \dots, v_n, v_{n+1}\}$ adalah himpunan titik, v_0 menyatakan depot dan v_{n+1} merupakan depot semu dari v_0 yaitu tempat kendaraan memulai dan mengakhiri rute perjalanan. Sedangkan $A = \{(v_i, v_j) : v_i, v_j \in V, i \neq j\}$ adalah himpunan sisi yang menghubungkan antar titik. Setiap titik $v_i \in V$ memiliki permintaan (*demand*) sebagai d_i . Himpunan $K = \{k_1, k_2, \dots, k_m\}$ merupakan himpunan kendaraan yang homogen dengan kapasitas yang identik yaitu Q , sehingga panjang setiap rute dibatasi oleh kapasitas kendaraan. Setiap titik (v_i, v_j) memiliki jarak tempuh c_{ij} yaitu jarak dari titik v_i ke titik v_j . Jarak perjalanan ini diasumsikan simetrik yaitu $c_{ij} = c_{ji}$ dan $c_{ii} = 0$. Permasalahan CVRP adalah menentukan himpunan dari K rute kendaraan yang memiliki kondisi berikut:

- 1) Setiap rute berawal dan berakhir di depot.
- 2) Setiap konsumen harus dilayani tepat satu kali oleh satu kendaraan.
- 3) Total permintaan konsumen dari setiap rute tidak melebihi kapasitas kendaraan.
- 4) Total jarak dari semua rute diminimumkan.

Permasalahan tersebut kemudian diformulasikan ke dalam model matematika dengan tujuan meminimumkan total jarak tempuh perjalanan kendaraan.

Didefinisikan variabel keputusannya adalah :

$$x_{ij}^k = \begin{cases} 1 & \text{jika kendaraan } k \text{ melakukan perjalanan dari titik } v_i \text{ ke titik } v_j \\ 0 & \text{jika kendaraan } k \text{ tidak melakukan perjalanan dari titik } v_i \text{ ke titik } v_j \end{cases}$$

$$u_i^k = \begin{cases} 1 & \text{jika titik } v_i \text{ dilayani oleh kendaraan } k \\ 0 & \text{jika titik } v_i \text{ tidak dilayani oleh kendaraan } k \end{cases}$$

Keterangan:

$K = \{k_1, k_2, \dots, k_m\}$ kendaraan yang digunakan

$V =$ himpunan titik

$A =$ himpunan sisi berarah (*arc*), $\{(v_i, v_j) : v_i, v_j \in V, i \neq j\}$

$c_{ij} =$ jarak antara titik v_i ke titik v_j

$d_i =$ jumlah permintaan pada titik v_i

$Q =$ kapasitas masing-masing kendaraan

u_i^k = kendaraan k melayani titik vi

Selanjutnya fungsi tujuannya meminimumkan total jarak tempuh perjalanan kendaraan. Jika z adalah fungsi tujuan, maka

Minimumkan

$$\begin{aligned}
z &= c_{00}x_{00}^0 + c_{01}x_{01}^1 + \dots + c_{0n}x_{0n}^1 + c_{10}x_{10}^1 + c_{11}x_{11}^1 + \dots + c_{1n}x_{1n}^1 + \dots + c_{n0}x_{n0}^1 + c_{n1}x_{n1}^1 \\
&+ \dots + c_{nn}x_{nn}^1 + c_{00}x_{00}^2 + c_{01}x_{01}^2 + \dots + c_{0n}x_{0n}^2 + c_{10}x_{10}^2 + c_{11}x_{11}^2 + \dots + c_{1n}x_{1n}^2 + \dots \\
&+ c_{n0}x_{n0}^2 + c_{n1}x_{n1}^2 + \dots + c_{nn}x_{nn}^2 + \dots + c_{00}x_{00}^m + c_{01}x_{01}^m + \dots + c_{0n}x_{0n}^m + c_{10}x_{10}^m + c_{11}x_{11}^m \\
&+ \dots + c_{1n}x_{1n}^m + \dots + c_{n0}x_{n0}^m + c_{n1}x_{n1}^m + \dots + c_{nn}x_{nn}^m \\
&= \sum_{k=1}^m \left(c_{00}x_{00}^k + c_{01}x_{01}^k + \dots + c_{0n}x_{0n}^k + c_{10}x_{10}^k + c_{11}x_{11}^k + \dots + c_{1n}x_{1n}^k + \dots + c_{n0}x_{n0}^k \right) \\
&\quad \left(+ c_{n1}x_{n1}^k + \dots + c_{nn}x_{nn}^k \right) \\
&= \sum_{k=1}^m \sum_{i=0}^n \left(c_{i0}x_{i0}^k + c_{i1}x_{i1}^k + c_{i2}x_{i2}^k + \dots + c_{in}x_{in}^k \right) \\
&= \sum_{k=1}^m \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n c_{ij}x_{ij}^k \\
&= \sum_{k \in K} \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} c_{ij}x_{ij}^k \tag{2.1}
\end{aligned}$$

dengan kendala-kendala :

1. Setiap titik hanya dikunjungi tepat satu kali oleh satu kendaraan. Jika x_{ij}^k bernilai 1, artinya ada perjalanan dari titik vi ke vj pada rute k atau $u_i^k = 1$. Sebaliknya jika x_{ij}^k bernilai 0, artinya tidak ada perjalanan dari titik vi ke vj pada rute kendaraan k atau $x_{ij}^k = 0$. Sehingga dapat dikatakan bahwa variabel x_{ij}^k dan variabel u_i^k saling berhubungan.

$$\begin{aligned}
& (x_{10}^1 + x_{20}^1 + \dots + x_{n0}^1 + x_{01}^1 + x_{21}^1 + \dots + x_{n1}^1 + \dots + x_{0n}^1 + x_{1n}^1 + \dots + x_{n-1n}^1 \\
& + x_{10}^2 + x_{20}^2 + \dots + x_{n0}^2 + x_{01}^2 + x_{21}^2 + \dots + x_{n1}^2 + \dots + x_{0n}^2 + x_{1n}^2 + \dots + x_{n-1n}^2 \\
& + \dots + x_{10}^m + x_{20}^m + \dots + x_{n0}^m + x_{01}^m + x_{21}^m + \dots + x_{n1}^m + \dots + x_{0n}^m + x_{1n}^m + \dots \\
& + x_{n-1n}^m) \\
& = \sum_{k=1}^m \left(x_{10}^k + x_{20}^k + \dots + x_{n0}^k + x_{01}^k + x_{21}^k + \dots + x_{n1}^k + \dots + x_{0n}^k + x_{1n}^k + \dots \right) \\
& = \sum_{k=1}^m \sum_{j=0, i \neq j}^n x_{ij}^k \\
& = \sum_{k \in K} \sum_{j \in V, i \neq j} x_{ij}^k = 1, \forall i \in V \tag{2.2}
\end{aligned}$$

2. Total jumlah permintaan pelanggan dalam satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yang melayani rute tersebut. Kapasitas kendaraan untuk memenuhi permintaan pelanggan harus dimaksimalkan namun tidak lebih dari kapasitas kendaraan tersebut.

$$\begin{aligned}
& (d_0 x_{01}^1 + d_0 x_{02}^1 + \dots + d_0 x_{0n}^1 + d_0 x_{01}^2 + d_0 x_{02}^2 + \dots + d_0 x_{0n}^2 + \dots \\
& + d_0 x_{01}^m + d_0 x_{02}^m + \dots + d_0 x_{0n}^m + d_1 x_{10}^1 + d_1 x_{12}^1 + \dots + d_1 x_{1n}^1 + \dots \\
& + d_1 x_{10}^2 + d_1 x_{12}^2 + \dots + d_1 x_{1n}^2 + \dots + d_1 x_{10}^m + d_1 x_{12}^m + \dots + d_1 x_{1n}^m \\
& + \dots + d_n x_{n0}^1 + d_n x_{n1}^1 + \dots + d_n x_{n \ n-1}^1 + \dots + d_n x_{n0}^2 + d_n x_{n1}^2 + \dots \\
& + d_n x_{n \ n-1}^2 + \dots + d_n x_{n0}^m + d_n x_{n1}^m + \dots + d_n x_{n \ n-1}^m) \\
& = \sum_{i=0}^n \left(d_i x_{i0}^1 + d_i x_{i1}^1 + \dots + d_i x_{in}^1 + d_i x_{i0}^2 + d_i x_{i2}^2 + \dots + d_i x_{in}^2 + \dots \right) \\
& = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0, j \neq i}^n d_i x_{ij}^k \\
& = \sum_{i \in V} \sum_{j \in V, j \neq i} d_i x_{ij}^k \leq Q, \forall k \in K \tag{2.3}
\end{aligned}$$

3. Setiap rute perjalanan kendaraan berawal dari depot.

$$\begin{aligned}
& (x_{00}^1 + x_{01}^1 + x_{02}^1 + \dots + x_{0n}^1 + x_{00}^2 + x_{01}^2 + x_{02}^2 + \dots + x_{0n}^2 + \dots + x_{00}^m \\
& + x_{01}^m + x_{02}^m + \dots + x_{0n}^m) \\
&= \sum_{k=1}^m (x_{00}^k + x_{01}^k + x_{02}^k + \dots + x_{0n}^k) \\
&= \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n x_{0i}^k \\
&= \sum_{k \in K} \sum_{i \in V} x_{0i}^k = 1 \tag{2.4}
\end{aligned}$$

4. Setiap rute perjalanan kendaraan berakhir di depot

$$\begin{aligned}
& (x_{0 \ n+1}^1 + x_{1 \ n+1}^1 + x_{2 \ n+1}^1 + \dots + x_{n \ n+1}^1 + x_{0 \ n+1}^2 + x_{1 \ n+1}^2 + x_{2 \ n+1}^2 + \dots + x_{n \ n+1}^2 \\
& + \dots + x_{0 \ n+1}^m + x_{1 \ n+1}^m + x_{2 \ n+1}^m + \dots + x_{n \ n+1}^m) \\
&= \sum_{k=1}^m (x_{0 \ n+1}^k + x_{1 \ n+1}^k + x_{2 \ n+1}^k + \dots + x_{n \ n+1}^k) \\
&= \sum_{k=1}^m \sum_{i=0}^n x_{i \ n+1}^k \\
&= \sum_{k \in K} \sum_{i \in V} x_{i \ n+1}^k = 1 \tag{2.5}
\end{aligned}$$

5. Kekontinuan rute, artinya kendaraan yang mengunjungi suatu titik, setelah selesai melayani akan meninggalkan titik tersebut.

$$\begin{aligned}
& (x_{00}^1 + x_{01}^1 + \dots + x_{0n}^1 + x_{00}^2 + x_{01}^2 + \dots + x_{0n}^2 + \dots + x_{00}^m + x_{01}^m \\
& + \dots + x_{0n}^m + x_{10}^1 + x_{11}^1 + \dots + x_{1n}^1 + x_{10}^2 + x_{11}^2 + \dots + x_{1n}^2 + \dots \\
& + x_{10}^m + x_{11}^m + \dots + x_{1n}^m + \dots + x_{n0}^1 + x_{n1}^1 + \dots + x_{nm}^1 + x_{n0}^2 + x_{n1}^2 \\
& + \dots + x_{nm}^2 + \dots + x_{n0}^m + x_{n1}^m + \dots + x_{nm}^m) - (x_{00}^1 + x_{01}^1 + \dots + x_{0n}^1 \\
& + x_{00}^2 + x_{01}^2 + \dots + x_{0n}^2 + \dots + x_{00}^m + x_{01}^m + \dots + x_{0n}^m + x_{10}^1 + x_{11}^1 \\
& + \dots + x_{1n}^1 + x_{10}^2 + x_{11}^2 + \dots + x_{1n}^2 + \dots + x_{10}^m + x_{11}^m + \dots + x_{1n}^m \\
& + \dots + x_{n0}^1 + x_{n1}^1 + \dots + x_{nm}^1 + x_{n0}^2 + x_{n1}^2 + \dots + x_{nm}^2 + \dots + x_{n0}^m \\
& + x_{n1}^m + \dots + x_{nm}^m) \\
& = \sum_{i=0}^n \left(x_{i0}^1 + x_{i1}^1 + \dots + x_{in}^1 + x_{i0}^2 + x_{i1}^2 + \dots + x_{in}^2 + \dots + x_{i0}^m \right) - \\
& \sum_{j=0}^n \left(x_{j0}^1 + x_{j1}^1 + \dots + x_{jn}^1 + x_{j0}^2 + x_{j1}^2 + \dots + x_{jn}^2 + \dots + x_{j0}^m \right) \\
& = \sum_{i=0}^n x_{ij}^k \sum_{j=0}^n x_{ij}^k \\
& = \sum_{i \in V} x_{ij}^k \sum_{j \in V} x_{ij}^k = 0, \forall i, j \in V, \forall k \in K \tag{2.6}
\end{aligned}$$

6. Batasan ini memastikan bahwa tidak terdapat subroute pada setiap rute yang terbentuk.

$$x_{ij}^k = 1 \Rightarrow u_i^k - d_j = u_j^k, \forall i, j \in V; i \neq j, K = \{k_1, k_2, \dots, k_m\} \tag{2.7}$$

$$u_0 = Q, 0 \leq u_i, \forall i \in V \tag{2.8}$$

7. Variabel keputusan x_{ij}^k merupakan *integer biner*.

$$x_{ij}^k \in \{0,1\}, \forall i, j \in V, i \neq j, K = \{k_1, k_2, \dots, k_m\} \tag{2.9}$$

Menggunakan formulasi model matematis CVRP tidak terdapat subroute pada rute-rute yang terbentuk yang dikaitkan dengan batasan kapasitas kendaraan. Variabel keputusan hanya akan terdefinisi jika jumlah permintaan titik v_i dan titik v_j tidak melebihi kapasitas kendaraan.

2.4 Multiple Trips

Multiple trips adalah kondisi dimana pengiriman dilakukan dengan mempertimbangkan horison perencanaan yang telah ditentukan, bila kondisi muatan pada kendaraan telah kosong dalam mengirimkan barang tetapi horison perencanaan masih ada maka kendaraan akan kembali lagi ke depot untuk mengambil barang yang akan dikirimkan kembali kepada pelanggan hingga waktu horison perencanaan habis. Kondisi ini merupakan salah satu alternatif dalam memecahkan permasalahan rute kendaraan. Permasalahan pada kondisi ini akan diselesaikan dengan menggunakan *Algoritma Clarke Wright* dan *Sequential Insertion* (Abadi, 2014).

2.5 Algoritma Clarke-Wright

Distribusi merupakan kegiatan yang fungsinya sangat bermanfaat bagi sektor ekonomi. Pengertian distribusi menurut para ahli adalah kegiatan penyaluran barang dan jasa yang dibuat dari produsen ke konsumen agar tersebar luas. Kegiatan distribusi berfungsi mendekatkan produsen dengan konsumen sehingga barang atau jasa dari seluruh Indonesia atau luar Indonesia bisa didapatkan barang dan jasa tersebut. Distribusi (marketing channel, trade channel, distribution channel) adalah rute atau rangkaian perantara, baik yang dikelola pemasar maupun yang independen dalam menyampaikan barang dari produsen ke konsumen (Tjiptono, 2015),.

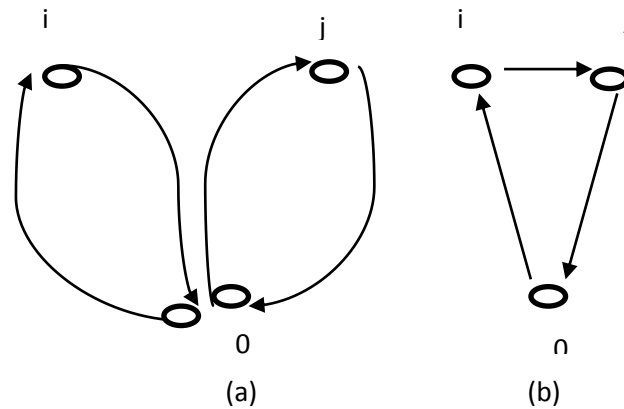
Pemasaran atau distribusi adalah serangkaian organisasi yang terkait dalam semua kegiatan yang digunakan untuk menyalurkan produk dan status pemilikannya dari produsen ke konsumen. Pemasaran dapat dilihat sebagai sekumpulan organisasi yang saling tergantung satu sama lainnya yang terlihat dalam proses penyediaan sebuah produk atau pelayanan untuk digunakan atau dikonsumsi. Kendala yang dihadapi perusahaan dalam mendistribusikan produknya datang dari sisi internal maupun eksternal. Dari sisi internal kendala dapat berasal dari kebijakan yang dikeluarkan perusahaan menyangkut distribusi dan pelayanan, serta sarana-prasarana penunjang dalam distribusi. Sedangkan dari

sisi eksternal, kendala dapat berasal dari cara pendistribusian dan tempat yang dituju atau konsumen (Abdullah, 2012).

Pada tahun 1964, Clarke dan Wright mempublikasikan sebuah algoritma sebagai solusi permasalahan dari berbagai rute kendaraan, yang sering disebut sebagai permasalahan klasik dari rute kendaraan (*the classical vehicle routing problem*). Algoritma ini didasari pada suatu konsep yang disebut konsep *savings*. Algoritma ini dirancang untuk menyelesaikan masalah rute kendaraan dengan karakteristik sebagai berikut. Dari suatu depot barang harus diantarkan kepada pelanggan yang telah memesan. Untuk sarana transportasi dari barang-barang ini, sejumlah kendaraan telah disediakan, di mana masing-masing kendaraan dengan kapasitas tertentu sesuai dengan barang yang diangkut. Setiap kendaraan yang digunakan untuk memecahkan permasalahan ini, harus menempuh rute yang telah ditentukan, memulai dan mengakhiri di depot, di mana barang-barang diantarkan kepada satu atau lebih pelanggan (Clarke G. & Wright J.W, 1964).

Permasalahannya adalah untuk menetapkan alokasi untuk pelanggan diantara rute-rute yang ada, urutan rute yang dapat mengunjungi semua pelanggan dari rute yang ditetapkan dari kendaraan yang dapat melalui semua rute. Tujuannya adalah untuk menemukan suatu solusi yang meminimalkan total pembiayaan kendaraan. Lebih dari itu, solusi ini harus memuaskan batasan bahwa setiap pelanggan dikunjungi sekali, di mana jumlah yang diminta diantarkan, dan total permintaan pada setiap rute harus sesuai dengan kapasitas kendaraan.

Algoritma *Clarke-Wright* adalah sebuah algoritma *heuristik*, dan oleh karena itu tidak menyediakan sebuah solusi yang optimal. Tetapi bagaimanapun juga sering menghasilkan solusi yang baik, yang merupakan suatu solusi yang sedikit berbeda dari solusi optimal. Dasar dari konsep penghematan ini untuk mendapatkan penghematan biaya dengan menggabungkan dua rute menjadi satu rute yang digambarkan pada gambar 2.2, titik 0 adalah depot.



Gambar 2.3 Ilustrasi Konsep Penghematan

Berdasarkan gambar 2.3 (a) tujuan/pelanggan i dan j dikunjungi dengan rute yang terpisah. Untuk mendapatkan penghematan, tujuan/pelanggan i dan j akan dikunjungi dengan rute yang sama, contoh terlihat pada gambar 2.3 (b). Rute kendaraan yang ditunjukkan diantara titik i dan j oleh c_{ij} , rute kendaraan oleh D_a pada gambar 2.3 (a).

$$D_a = c_{0i} + c_{i0} + c_{0j} + c_{j0} \quad (2.10)$$

Ekivalen dengan rute kendaraan D_b pada gambar 2.10 (b) adalah

$$D_b = c_{0i} + c_{ij} + c_{j0} \quad (2.11)$$

Dengan menggabungkan kedua rute memperoleh penghematan s_{ij} :

$$S_{ij} = c_{0i} + c_{i0} + c_{0j} + c_{j0} - (c_{0i} + c_{ij} + c_{j0}) \quad (2.12)$$

$$S_{ij} = c_{i0} + c_{0j} - c_{ij} \quad (2.13)$$

c_{i0} = jarak dari titik i ke depot.

c_{0j} = jarak dari depot ke titik j .

c_{ij} = jarak dari titik i ke titik j .

s_{ij} = nilai penghematan jarak dari titik i ke titik j .

Nilai penghematan (s_{ij}) adalah jarak yang dapat dihemat jika rute $0-i-0$ digabungkan dengan rute $0-j-0$ menjadi rute tunggal $0-i-j-0$ yang dilayani oleh satu kendaraan yang sama.

Efektivitas berasal dari kata efektif yang berarti berhasil atau sesuatu yang dilakukan berhasil dengan baik. Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) mendefinisikan efektivitas sebagai ketepatan penggunaan untuk menunjang

tujuan. Efektivitas merupakan unsur pokok untuk mencapai tujuan atau sasaran yang telah ditentukan sebelumnya.

Pada penelitian ini, penulis menekankan kata efektivitas pada hasil perbandingan algoritma-algoritma yang digunakan. Algoritma dikatakan efektif apabila algoritma yang dibandingkan menghasilkan rute dengan jarak tempuh yang paling minimal dalam menyelesaikan proses pengangkutan produk.

Penyelesaian permasalahan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* dengan *algoritma Clarke-Wright* melalui beberapa langkah. Adapun langkah-langkah yang diadopsi dari Lita Octora dkk adalah sebagai berikut:

Langkah 1: Menentukan data pelanggan, jumlah permintaan dan kapasitas kendaraan sebagai input yang dibutuhkan.

Langkah 2: Buat matriks jarak antar depot ke konsumen dan antar konsumen ke konsumen.

Langkah 3: Hitung nilai saving menggunakan persamaan $S_{ij} = c_{i0} + c_{0j} - c_{ij}$ pada setiap pelanggan untuk mengetahui nilai penghematan.

Langkah 4: Urutkan pasangan pelanggan berdasarkan nilai saving matriks penghematan dari nilai saving terbesar hingga yang terkecil. Langkah ini merupakan iterasi dari matriks penghematan, di mana jika nilai saving terbesar terdapat pada titik i dan j maka baris i dan kolom j dicoret, lalu i dan j digabungkan dalam satu kelompok rute, demikian seterusnya sampai iterasi yang terakhir. Iterasi akan berhenti apabila semua entri dalam baris dan kolom sudah terpilih.

Langkah 5: Pembentukan rute pertama ($t = 1$)

Langkah 6: Tentukan pelanggan pertama yang ditugaskan pada rute dengan cara memilih kombinasi pelanggan dengan nilai saving terbesar.

Langkah 7: Hitung banyaknya jumlah permintaan dari konsumen yang telah terpilih. Apabila jumlah permintaan masih memenuhi kapasitas kendaraan maka lanjut ke langkah 8. Apabila jumlah permintaan melebihi kapasitas kendaraan maka dilanjutkan ke langkah 9.

Langkah 8: Pilih pelanggan selanjutnya yang akan ditugaskan berdasarkan kombinasi pelanggan terakhir yang terpilih dengan nilai saving terbesar, kembali ke langkah 7.

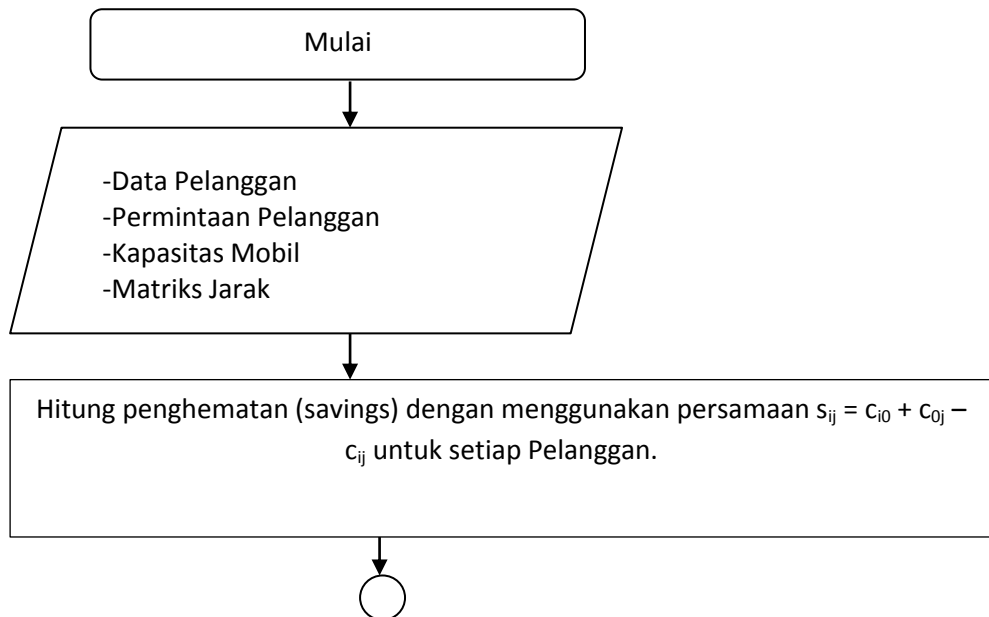
Langkah 9 : Hapus pelanggan terakhir yang terpilih, lanjut ke langkah 10.

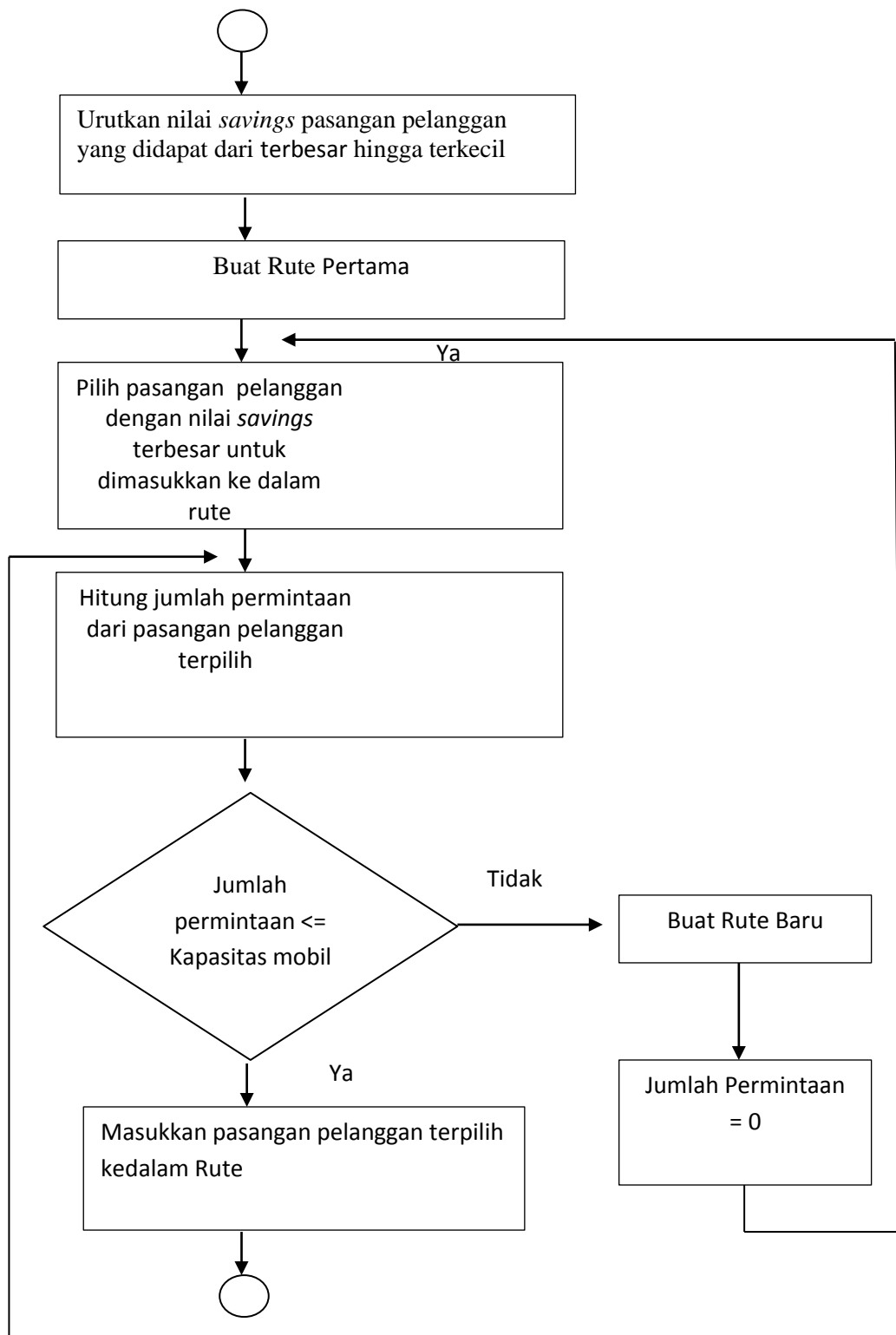
Langkah 10: Masukkan pelanggan yang terpilih sebelumnya untuk ditugaskan kedalam rute maka rute (t) telah terbentuk. Apabila masih ada pelanggan yang belum terpilih maka lanjut ke langkah 11. Apabila semua pelanggan telah ditugaskan maka proses pengerjaan algoritma Clarke & Wright telah selesai.

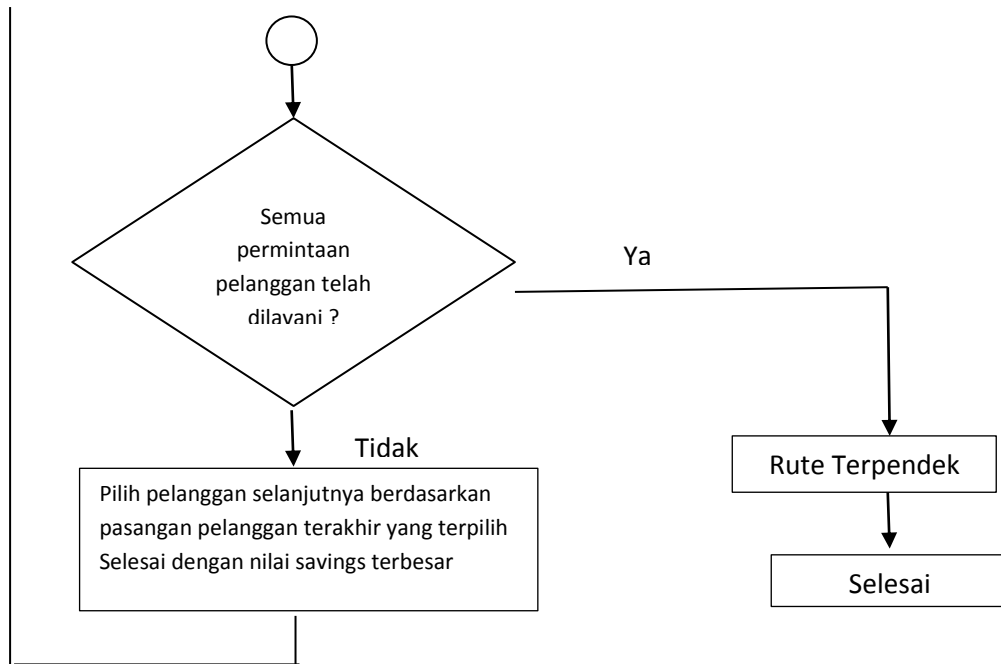
Langkah 11: Pembentukan rute baru ($t = t+1$), lanjut ke langkah 6.

Langkah 12: Semua permintaan barang yang dikirimkan ke pelanggan telah terpenuhi, hentikan prosedur ini.

Berikut ini merupakan flowchart algoritma Clarke-Wright :





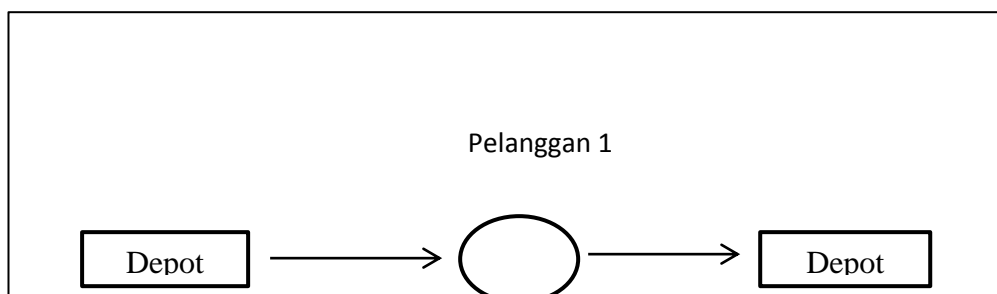


Gambar 2.4 Flowchart Algoritma Clarke-Wright

2.6 Algoritma Sequential Insertion

Algoritma *Sequential Insertion* merupakan sebuah metode untuk menyelesaikan masalah dengan cara menyisipkan pelanggan yang telah terbentuk dan mendapatkan hasil yang maksimal. Untuk menginisialisasi menemukan solusi awal mengacu pada proses pemilihan pelanggan pertama yang dimasukkan kedalam rute (Sana, 2015).

Prinsip dasar dari *algoritma Sequential Insertion* adalah mencoba menyisipkan pelanggan di antara semua busur (sisi berarah) yang ada pada rute saat ini. Busur ini didefinisikan sebagai sisi yang menghubungkan secara langsung satu lokasi dengan satu lokasi yang lain. Pada gambar 2.5 pelanggan berikutnya dicoba untuk disisipkan pada busur 1 dan busur 2 yang ada pada rute saat ini.



Gambar 2.5 Penyisipan Pelanggan pada Rute Saat Ini

Algoritma Sequential Insertion memiliki kelebihan dalam pemilihan pelanggan yaitu dengan mempertimbangkan posisi pelanggan dengan lokasi lintasan penyisipan yang tersedia, sehingga didapatkan hasil yang baik. Prosedur ini terus berulang hingga semua pelanggan telah ditugaskan.

Penyelesaian permasalahan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* dengan *algoritma Sequential Insertion* melalui beberapa langkah. Adapun langkah-langkah *algoritma Sequential Insertion* adalah sebagai berikut:

Langkah 1: Menentukan data pelanggan, jumlah permintaan, kapasitas kendaraan dan matriks jarak sebagai input yang dibutuhkan.

Langkah 2: Penentuan rute pertama ($t = 1$) yang dimulai dari depot menuju ke konsumen kemudian kembali lagi ke depot, dipilih konsumen yang paling dekat dengan depot.

Langkah 3: Hitung jumlah permintaan dan total jarak tempuh dari pelanggan pada rute.

Langkah 4: Pilih pelanggan dengan jarak tempuh terkecil dengan depot untuk dipilih ditugaskan ke dalam rute. Apabila jumlah permintaan kurang dari kapasitas kendaraan maka dilanjutkan ke langkah 5. Apabila jumlah permintaan lebih dari kapasitas kendaraan maka dilanjutkan ke langkah 6.

Langkah 5: Pelanggan kemudian ditugaskan ke dalam rute dan rute (t) terbentuk. Kembali ke langkah 4.

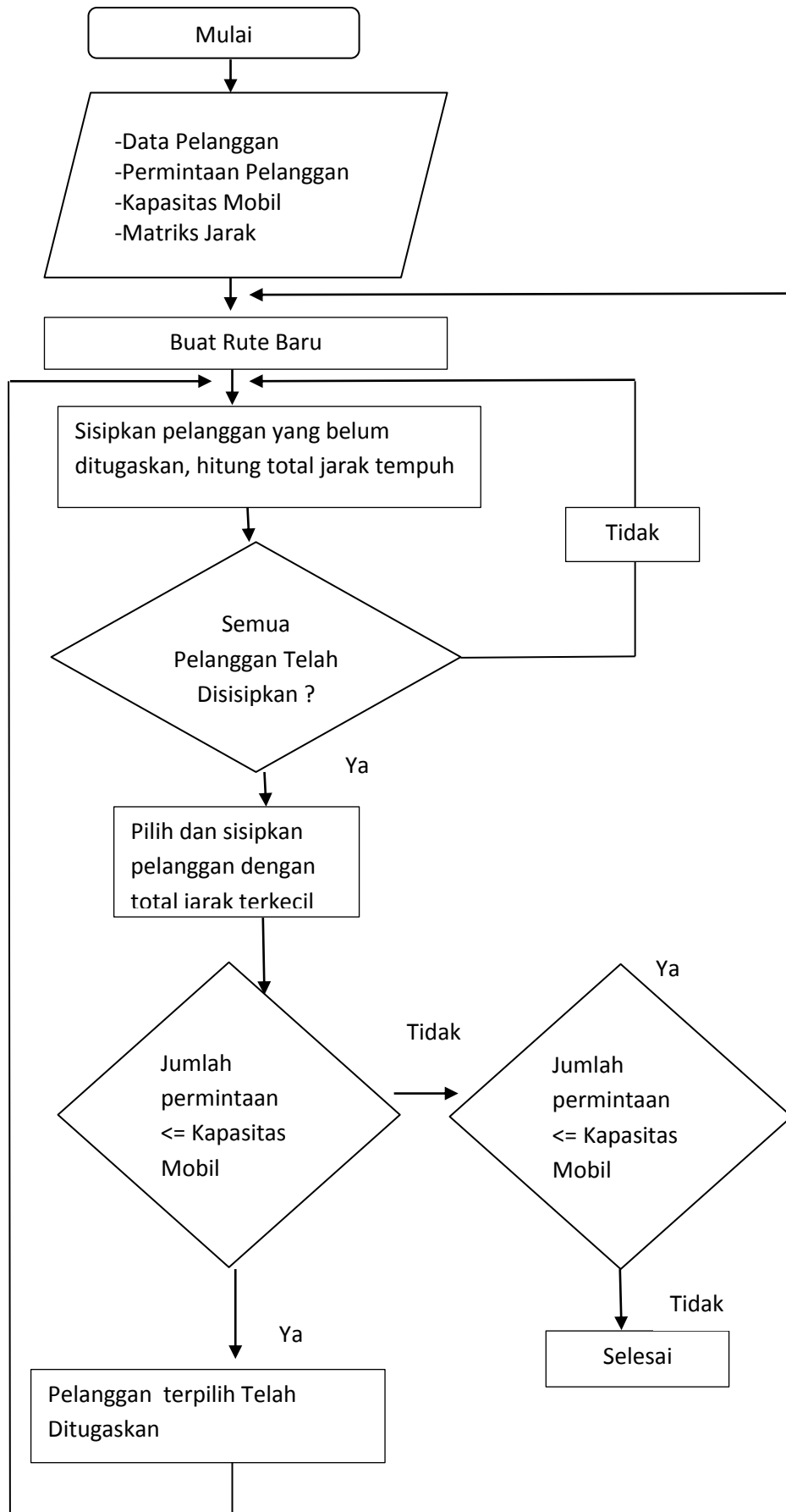
Langkah 6: Jika semua pelanggan telah terpilih maka proses pengerjaan algoritma *Sequential Insertion* telah selesai. Apabila masih ada pelanggan yang belum terpilih maka lanjut ke langkah 7.

Langkah 7: Pembentukan rute baru ($t = t+1$), lanjut ke langkah 8.

Langkah 8: Masukkan pelanggan yang belum terpilih untuk ditugaskan ke dalam rute yang akan terbentuk selanjutnya, lanjut ke langkah 4.

Langkah 9: Semua permintaan barang yang dikirimkan ke pelanggan telah terpenuhi, hentikan prosedur ini.

Berikut ini merupakan flowchart algoritma *Sequential Insertion* :



Gambar 2.6 Flowchart Algoritma Sequential Insertion

2.7 Penelitian Yang Relevan

1. Penelitian oleh Rian Anggara Putra dengan judul “Efektivitas Metode *Sequential Insertion* Dan Metode *Nearest Neighbour* Dalam Penentuan Rute Kendaraan Pengangkut Sampah Di Kota Yogyakarta” pada tahun 2014. Berdasarkan analisis efektivitas dari kedua metode tersebut, menghasilkan Metode *Nearest Neighbour* sebagai metode yang membentuk rute lebih efektif dibanding Metode *Sequential Insertion*. Metode *Nearest Neighbour* mampu melayani 36 Tempat Pembuangan Sementara (TPS) dengan total jarak tempuh 310,66 km dan waktu penyelesaian selama 792,99 menit. Jarak dan waktu tersebut lebih efektif 32,86 km dan 49,29 menit dari Metode *Sequential Insertion*. Selain itu, rute yang dibentuk menggunakan Metode *Nearest Neighbour* lebih memaksimalkan jumlah volume yang diangkut pada setiap trip.
2. Penelitian oleh Lita Octora dengan judul “Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan *Algoritma Clarke & Wright Savings* Dan *Algoritma Sequential Insertion*” pada tahun 2014. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian di PT. Panca Lestari Primamulya adalah menentukan rute distribusi produk Mayora dengan menggunakan *Algoritma Clarke & Wright Saving* dan *Algoritma Sequential Insertion*. Rute yang terbentuk pada penelitian ini menunjukkan bahwa *Algoritma Sequential Insertion* lebih baik daripada *Algoritma Clarke & Wright Savings*.
3. Penelitian oleh Anita Christine Sembiring dengan judul “Penentuan Rute Distribusi Produk Yang Optimal Dengan Menggunakan *Algoritma Heuristik* Pada PT. Coca-Cola Botting Indonesia Medan” pada tahun 2008. Penelitian yang dilakukan bertujuan menentukan jarak tempuh minimum untuk setiap rute, maksimisasi utilitas alat angkut, penentuan biaya transportasi, serta perancangan rute yang optimal dalam pendistribusian produk.
4. Penelitian oleh Ahmad Bahtiar Rifa’i dengan judul “Penentuan Rute Distribusi Es Kristal Di Pt. Es Kristal Menggunakan *Algoritma Clarke*

And Wright Savings Dan *Nearest Neighbour* (Studi Kasus: PT. Es Kristal)” pada tahun 2019. Dengan menggunakan *metode algoritma Clarke and wright savings* dan *nearest neighbour* akan memperoleh jarak rute tercepat dan penghematan biaya pada perusahaan saat proses distribusi.

5. Penelitian oleh Siti Rupiah dengan judul “Efektivitas *Algoritma Clarke-Wright* Dan *Sequential Insertion* Dalam Penentuan Rute Pendistribusian Tabung Gas Lpg” pada tahun 2016. Dalam penelitian ini, yang menjadi permasalahan adalah bagaimana menyelesaikan masalah rute pendistribusian tabung gas LPG menggunakan algoritma *Clarke-Wright* dan algoritma *Sequential Insertion*. Pencarian rute tersebut dilakukan secara hitungan manual dan dengan bantuan program Matlab R2014a. Selanjutnya akan ditentukan keefektifan dari penggunaan kedua algoritma tersebut. Pada solusi algoritma *Clarke-Wright* diperoleh penghematan jarak sebesar 146,2 km/minggu dan penghematan biaya transportasi sebesar Rp.94.116,25/minggu. Sedangkan pada solusi algoritma *Sequential Insertion* diperoleh penghematan jarak sebesar 160,2 km/minggu dan penghematan biaya transportasi sebesar Rp.103.128,75/minggu. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rute yang dibentuk menggunakan algoritma *Sequential Insertion* pada kasus ini lebih efektif dibandingkan rute yang dibentuk menggunakan algoritma *Clarke-Wright*. Dari hasil analisis, diharapkan PT. X menerapkan algoritma *Sequential Insertion* dalam proses pendistribusian tabung gas LPG 3 kg sehingga biaya yang dikeluarkan minimal.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dilakukannya penelitian yaitu di PT. Tirta Investama Medan yang berlokasi di Jl. Sumarsono NO.74, Central Helvetia, Kecamatan Medan Helvetia, Kota Medan, Sumatera Utara 20124. Penelitian ini dilakukan selama jangka waktu 1 minggu pada bulan September.

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang banyak menuntut angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran data tersebut, serta penampilan dari hasilnya.

3.3 Jenis Data dan Sumber Data

3.3.1 Jenis Data

Jenis data yang diperlukan pada penelitian ini adalah dengan cara sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data sekunder internal yang berasal dari dokumen (catatan) pihak PT. Tirta Investama Medan.
2. Mengumpulkan data primer dengan melakukan wawancara dengan bagian pemasaran atau distribusi yakni karyawan PT. Tirta Investama Medan serta mengumpulkan dan mempelajari dokumen-dokumen perusahaan yang telah disetujui oleh pihak perusahaan yang berhubungan dengan pendistribusian produk.

3.3.2 Sumber Data

Sumber data adalah subjek dari mana data dapat diperoleh. Ada dua macam sumber data, yaitu sumber data primer dan sumber data sekunder. Dalam

penelitian ini sumber data yang digunakan ialah data primer dan data sekunder (Zuldafrial, 2012).

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dengan cara melakukan wawancara terhadap pihak-pihak yang berwenang seperti informasi mengenai produk, pola pendistribusian produk, jarak setiap outlet dengan Kantor Penjualan Medan dan jarak antar outlet, waktu set up mobil angkut sebelum berangkat, kecepatan pengisian dan pembongkaran produk ke dan dari mobil angkut.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari catatan-catatan perusahaan atau informasi dari laporan-laporan perusahaan yang ada seperti lokasi outlet, daya order (demand) masing-masing outlet, jenis mobil angkut yang tersedia, kapasitas mobil angkut, jumlah hari kerja, waktu-waktu kerja.

3.4 Variabel Penelitian

Pengertian variabel penelitian adalah konstruk atau sifat yang akan dipelajari yang mempunyai nilai yang bervariasi. Variabel adalah simbol atau lambang yang padanya diletakkan sembarang nilai atau bilangan (Kerlinger, 2006).

1. Variabel bebas atau independent variables

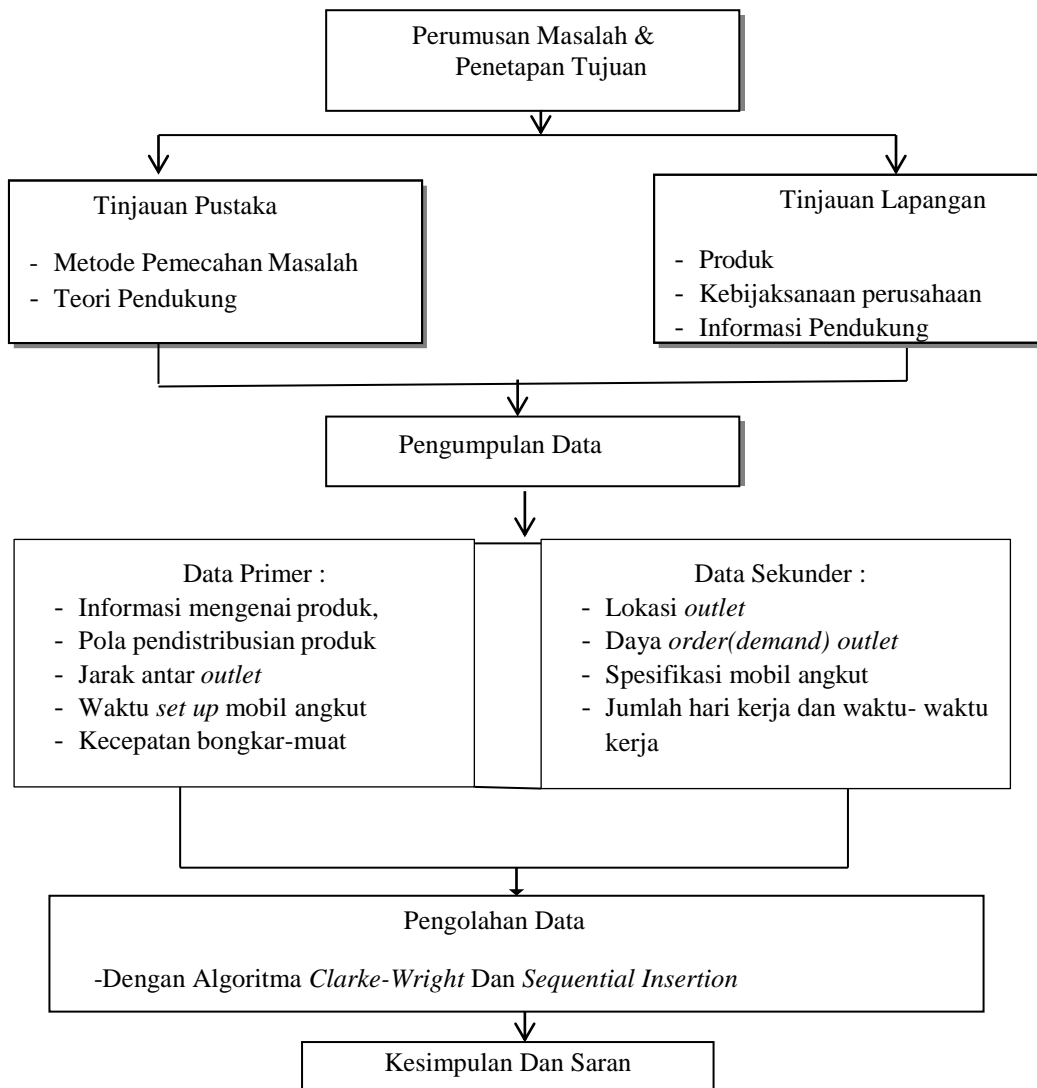
Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat. Dalam penelitian ini variabel bebas adalah lokasi perusahaan (X1) dan depot (X2).

2. Variabel terikat atau dependent variabel

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikat adalah rute yang dilalui atau jarak (Y).

3.5 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian dimulai dari tahap awal yakni perumusan masalah dan penetapan tujuan sampai pada tahap akhir yakni kesimpulan dan saran. Tahapan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada blok diagram Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Blok Diagram Prosedur Penelitian

Keterangan Prosedur Penelitian

1. Perumusan Masalah dan Penetapan Tujuan

Dalam pengidentifikasi faktor-faktor apa saja yang memberikan pengaruh terhadap perencanaan sebuah jalur distribusi yang optimal. Untuk itu perlu kiranya dilakukan pengukuran dan pengamatan secara langsung di lapangan terhadap variabel-variabel tersebut. Kemudian juga penting kiranya untuk menetapkan sebuah tujuan yang akan mendasari mengapa sebuah penelitian penting untuk segera dilaksanakan.

2. Studi Pustaka dan Studi Lapangan

Sebelum melakukan pengumpulan data guna menganalisis dan memecahkan masalah yang terjadi penulis merasa perlu untuk melakukan studi pustaka. Hal tersebut bertujuan agar penulis mempunyai landasan teoritis yang berkenaan dengan masalah yang akan dihadapi. Studi lapangan dilakukan dengan melakukan kunjungan langsung ke PT. Tirta Investama Medan.

3. Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dengan cara sebagai berikut :

- 1) Mengumpulkan data sekunder internal yang berasal dari dokumen (catatan) pihak PT. Tirta Investama Medan.
- 2) Mengumpulkan data primer dengan melakukan wawancara dengan pihak pendistribusian untuk mendapatkan data yang diperlukan serta pengukuran waktu secara langsung.

4. Pengolahan Data

Data yang diperoleh (primer atau sekunder) akan diolah dengan berpedoman pada landasan teori. Adapun landasan teori yang akan digunakan dalam menganalisa dan memecahkan masalah nantinya berpedoman pada algoritma Clarke-Wright atau algoritma Sequential Insertion. Kedua metode ini akan memecahkan permasalahan dengan kondisi *multiple trips* dimana pengiriman dilakukan dengan mempertimbangkan horison perencanaan yang telah ditentukan, bila kondisi muatan kendaraan telah kosong dalam mengirimkan barang tetapi horison perencanaan masih ada maka kendaraan akan kembali lagi ke depot untuk

mengambil barang yang akan dikirimkan kembali kepada pelanggan hingga waktu horison perencanaan habis.

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisa dan evaluasi yang telah dilakukan pada bab sebelumnya maka dapat diambil beberapa kesimpulan dan kemudian akan disajikan beberapa saran mengenai permasalahan yang ada dan penerapan solusi yang telah diperoleh.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

PT. Tirta Investama Medan adalah perusahaan yang beroperasi pada bagian pengemasan industri air minum, perdagangan, dan jasa umum. PT. Tirta Investama Medan memiliki outlet - outlet yang penjualannya langsung pada konsumen sebagai pengguna akhir. Pendistribusian di PT. Tirta Investama Medan dilakukan dengan ketersediaan botol kosong di gudang serta pertimbangan kapasitas kendaraan angkut yang digunakan.

PT. Tirta Investama Medan memiliki satu driver yang akan melakukan perjalanan di setiap wilayah di kota Medan. Data yang dikumpulkan adalah rute pengiriman salah satu driver yang melakukan perjalanan di wilayah Medan Kota. Driver tersebut dua hari sekali (senin, rabu, jumat) mendistribusikan air mineral di 7 alamat ke 15 pelanggan dengan catatan *multiple trips* dimana pengiriman dilakukan dengan mempertimbangkan horison perencanaan yang telah ditentukan, bila kondisi muatan pada kendaraan telah kosong dalam mengirimkan barang tetapi horison perencanaan masih ada maka kendaraan akan kembali lagi ke depot untuk mengambil barang yang akan dikirimkan kembali kepada pelanggan hingga waktu horison perencanaan habis. Berikut ini adalah data pelanggan tetap :

Tabel 4.1 Data Asli

Customer	Name	Street	Telephone 1	JADWAL	Segment	Area	Order Outlet	Waktu Loading
950086835	PT.DIPO STAR FINANCE	JL.DIPONEGORO (WISMA HSBC LT.5)	4565028	SENIN, RABU, JUMAT	IOD	Medan kota	7	10 Menit
950087061	PT. ANGLO EASTERN PLANTATIONS	WISMA HSBC LT 4 JLN.DIPONEGORO		SENIN RABU, JUMAT	IOD	Medan kota	9	10 Menit
950111911	ARTHA MANDIRI	JL.SUKA MULIA NO 6	061-4514084	SENIN RABU, JUMAT	IOD	Medan kota	3	10 Menit
950226738	PT.STANDARD CHARTERED BANK	JL.IMAM BONJOL NO.17	81370919076	SENIN RABU, JUMAT	IOD	Medan kota	15	10 Menit
950203217	PANIN BANK	JL.PEMUDA NO.16	8126439926	SENIN RABU, JUMAT	IOD	Medan kota	4	10 Menit
950086785	PT.BUANA FINANCE	PALANG MERAH / SUKA MULYA 7/8	4532789	SENIN RABU, JUMAT	IOD	Medan kota	4	10 Menit
950085424	PT.ASURANSI TOKIO MARINE INDONESIA	WISMA HSBC LT.4 JL.P.DIPONEGORO	4577878	SENIN RABU, JUMAT	IOD	Medan kota	6	10 Menit
950124595	ASURANSI BUANA	JL.SUKA MULIA NO 10	061-4510740	SENIN RABU,	IOD	Medan kota	6	10 Menit

	INDEPENDENT			JUMAT				
950085456	BCA BANK/KOPERASI	JL.DIPONEGORO 15	061 - 4155800	SENIN RABU, JUMAT	IOD	Medan kota	25	15 menit
950086890	PT.BANK HSBC INDONESIA	JL.DIPONEGORO 11	4538080	SENIN RABU, JUMAT	IOD	Medan kota	6	10 Menit
950085566	PT.DANAREKSA SECURITIES	JL.PULAU PINANG NO 4	061-4528100	SENIN RABU, JUMAT	IOD	Medan kota	2	10 Menit
950213172	BANK MEGA KC MEDAN	JL.KAPTEN MAULANA LUBIS NO.11 LT.1,	82208227033	SENIN RABU, JUMAT	IOD	Medan kota	25	10 Menit
950213176	BANK MEGA REGIONAL MEDAN	JL.KAPTEN MAULANA NO.11A LT.4-5	82208227033	SENIN RABU, JUMAT	IOD	Medan kota	16	10 Menit
950236655	PT.DPI KCU MEDAN	JL.DIPONEGORO NO.15 GED.BCA LT.DASA	614155800	SENIN RABU, JUMAT	IOD	Medan kota	4	10 Menit
950087531	TOKO RENDI	JL.PIMPINAN GANG TABAH 1		SENIN RABU, JUMAT	RETAIL	Medan Perjuangan	120	30 Menit

4.2 Perhitungan Menggunakan *Algoritma Clarke Wright*

Berikut akan dihitung jarak yang minimum dengan menggunakan *algoritma clarke wright* :

Langkah 1: Menentukan data pelanggan , jumlah permintaan dan kapasitas kendaraan sebagai input yang dibutuhkan.

Tabel 4.2 Nama Tempat Dan Alamatnya

NO	NAMA TEMPAT	SIMBOL	ALAMAT	JUMLAH PERMINTAAN
1	Depot	Z	PT.TIRTA INVESTAMA MEDAN	0
2	1. PT.DIPO STAR FINANCE 2. PT. ANGLO EASTERN PLANTATIONS 3. PT.ASURANSI TOKIO MARINE INDONESIA 4. BCA BANK/KOPERA SI 5. PT.BANK HSBC INDONESIA 6. PT.DPI KCU MEDAN	1	JL. DIPONEGORO	57
2	7. ARTHA MANDIRI 8. PT.BUANA FINANCE 9. ASURANSI	2	JL. SUKA MULIA	13

	BUANA INDEPENDENT			
3	10. PT.STANDARD CHARTERED BANK	3	JL. IMAM BONJOL	15
4	11. PANIN BANK	4	JL. PEMUDA	4
5	12. PT.DANAREKS A SECURITIES	5	JL.PULAU PINANG	2
6	13. BANK MEGA KC MEDAN 14. BANK MEGA REGIONAL MEDAN	6	JL.KAPTEN MAULANA	41
7	15. TOKO RENDI	7	JL. PIMPINAN	120
Jumlah Permintaan				252
Kapasitas Alat Angkut				144

Langkah 2: Membuat matriks jarak antar depot ke konsumen dan antar konsumen ke konsumen dengan menggunakan Maps.

Tabel 4.3 Matriks Jarak

	Z	1	2	3	4	5	6	7
Z	0	6,9	7,0	7,9	8,7	7,7	5,7	7,6
1		0	1,8	2,0	2,8	1,8	0,55	4,7
2			0	2,3	0,55	0,85	1,3	4,1
3				0	1,5	1,8	1,5	5,1
4					0	2,6	2,3	4,5
5						0	1,2	3,3
6							0	4,5
7								0

Langkah 3: Hitung nilai saving menggunakan persamaan $S_{ij} = c_{i0} + c_{0j} - c_{ij}$ pada setiap pelanggan untuk mengetahui nilai penghematan.

Untuk mendapatkan nilai S_{ij} menggunakan rumus $S_{ij} = c_{i0} + c_{0j} - c_{ij}$ untuk $i = 1, 2, \dots, n+1$ dan $j = i+1, \dots, n$.

- Untuk $i = 1$
 - a. $j = 2$, maka $S_{12} = c_{10} + c_{02} - c_{12} = 6,9 + 7,0 - 1,8 = 12,1$
 - b. $j = 3$, maka $S_{13} = c_{10} + c_{03} - c_{13} = 6,9 + 7,9 - 2,0 = 12,8$
 - c. $j = 4$, maka $S_{14} = c_{10} + c_{04} - c_{14} = 6,9 + 8,7 - 2,8 = 12,8$

- d. $j = 5$, maka $S_{15} = c_{10} + c_{05} - c_{15} = 6,9 + 7,7 - 1,8 = 12,8$
- e. $j = 6$, maka $S_{16} = c_{10} + c_{06} - c_{16} = 6,9 + 5,7 - 0,55 = 11,85$
- f. $j = 7$, maka $S_{17} = c_{10} + c_{07} - c_{17} = 6,9 + 7,6 - 4,7 = 9,8$
- Untuk $i = 2$
 - a. $j = 3$, maka $S_{23} = c_{20} + c_{03} - c_{23} = 7,0 + 7,9 - 2,3 = 12,6$
 - b. $j = 4$, maka $S_{24} = c_{20} + c_{04} - c_{24} = 7,0 + 8,7 - 0,55 = 15,15$
 - c. $j = 5$, maka $S_{25} = c_{20} + c_{05} - c_{25} = 7,0 + 7,7 - 0,85 = 13,85$
 - d. $j = 6$, maka $S_{26} = c_{20} + c_{06} - c_{26} = 7,0 + 5,7 - 1,3 = 11,4$
 - e. $j = 7$, maka $S_{27} = c_{20} + c_{07} - c_{27} = 7,0 + 7,6 - 4,1 = 10,5$
- Untuk $i = 3$
 - a. $j = 4$, maka $S_{34} = c_{30} + c_{04} - c_{34} = 7,9 + 8,7 - 1,5 = 15,1$
 - b. $j = 5$, maka $S_{35} = c_{30} + c_{05} - c_{35} = 7,9 + 7,7 - 1,8 = 13,8$
 - c. $j = 6$, maka $S_{36} = c_{30} + c_{06} - c_{36} = 7,9 + 5,7 - 1,5 = 12,1$
 - d. $j = 7$, maka $S_{37} = c_{30} + c_{07} - c_{37} = 7,9 + 7,6 - 5,1 = 10,4$
- Untuk $i = 4$
 - a. $j = 5$, maka $S_{45} = c_{40} + c_{05} - c_{45} = 8,7 + 7,7 - 2,6 = 13,8$
 - b. $j = 6$, maka $S_{46} = c_{40} + c_{06} - c_{46} = 8,7 + 5,7 - 2,3 = 12,1$
 - c. $j = 7$, maka $S_{47} = c_{40} + c_{07} - c_{47} = 8,7 + 7,6 - 4,5 = 11,8$
- Untuk $i = 5$
 - a. $j = 6$, maka $S_{56} = c_{50} + c_{06} - c_{56} = 7,7 + 5,7 - 1,2 = 12,2$
 - b. $j = 7$, maka $S_{57} = c_{50} + c_{07} - c_{57} = 7,7 + 7,6 - 3,3 = 12$
- Untuk $i = 6$
 - a. $j = 7$, maka $S_{67} = c_{60} + c_{07} - c_{67} = 5,7 + 7,6 - 4,5 = 8,8$

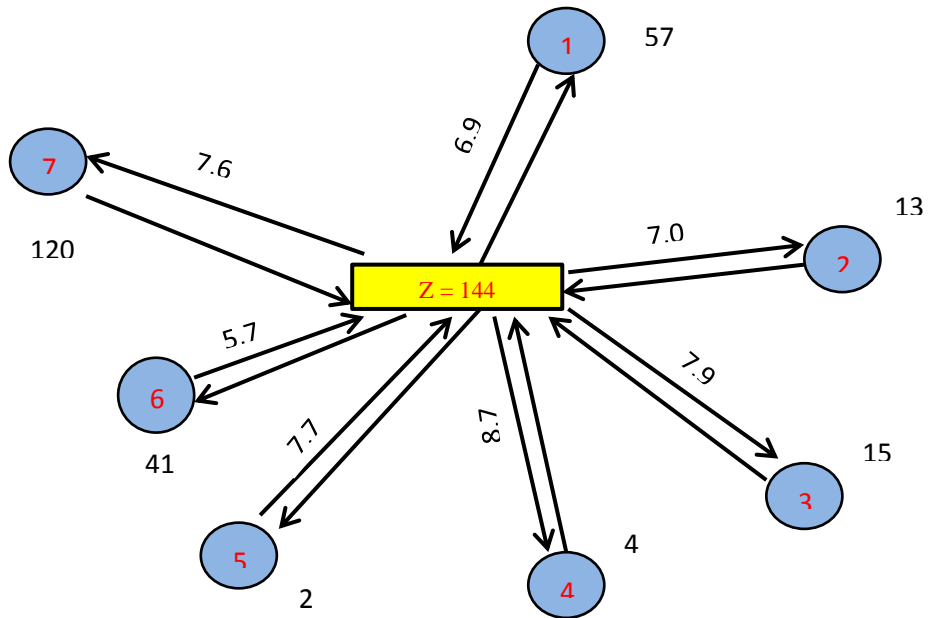
Langkah 4: Urutkan pasangan pelanggan berdasarkan nilai saving matriks penghematan dari nilai saving terbesar hingga yang terkecil. Langkah ini merupakan iterasi dari matriks penghematan, di mana jika nilai saving terbesar terdapat pada titik i dan j maka baris i dan kolom j dicoret, lalu i dan j digabungkan dalam satu kelompok rute, demikian

seterusnya sampai iterasi yang terakhir. Iterasi akan berhenti apabila semua entri dalam baris dan kolom sudah terpilih.

Tabel 4.4 Nilai Saving Terbesar Ke Terkecil

No	ij	S _{ij}
1	24	15,15
2	34	15,1
3	25	13,85
4	35	13,8
5	45	13,8
6	13	12,8
7	14	12,8
8	15	12,8
9	23	12,6
10	56	12,2
11	12	12,1
12	36	12,1
13	46	12,1
14	57	12
15	16	11,85
16	47	11,8
17	26	11,4
18	27	10,5
19	37	10,4
20	17	9,8
21	67	8,8

Langkah 5: Pembentukan rute pertama ($t = 1$)



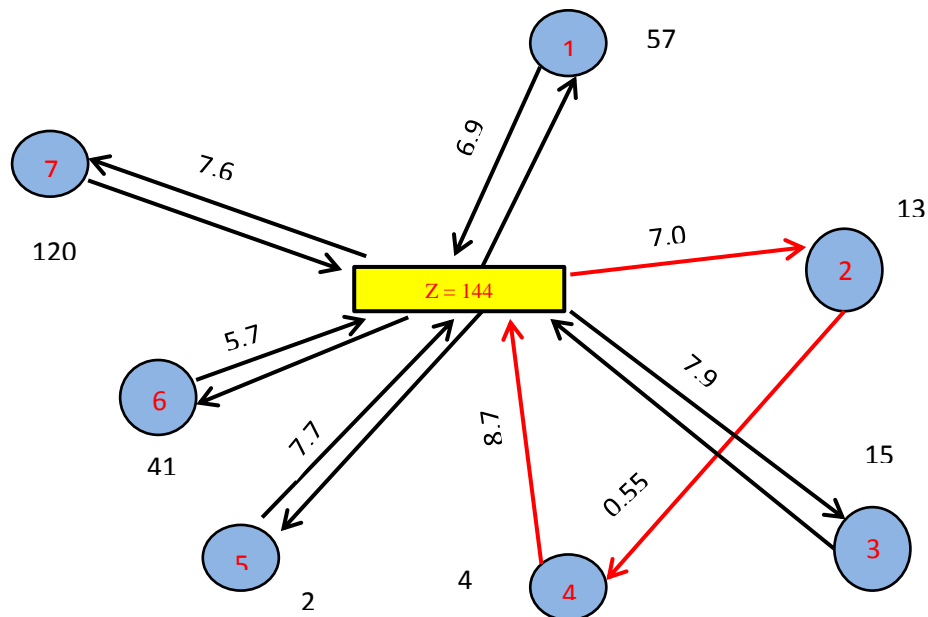
Gambar 4.1 Solusi Awal Graf Jarak Dan Rute

Langkah 6: Tentukan pelanggan pertama yang ditugaskan pada rute dengan cara memilih kombinasi pelanggan dengan nilai saving terbesar.

Tabel 4.5 Matrix Saving

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (2,4) maka busur (2,4) pada graf dapat digabung.



Gambar 4.2 $t = 1$ (Z-2-4-Z)

Langkah 7: Hitung banyaknya jumlah permintaan dari konsumen yang telah terpilih. Apabila jumlah permintaan masih memenuhi kapasitas kendaraan maka lanjut ke langkah 8. Apabila jumlah permintaan melebihi kapasitas kendaraan maka dilanjutkan ke langkah 9.

Kapasitas > Permintaan

144 > 13 + 4

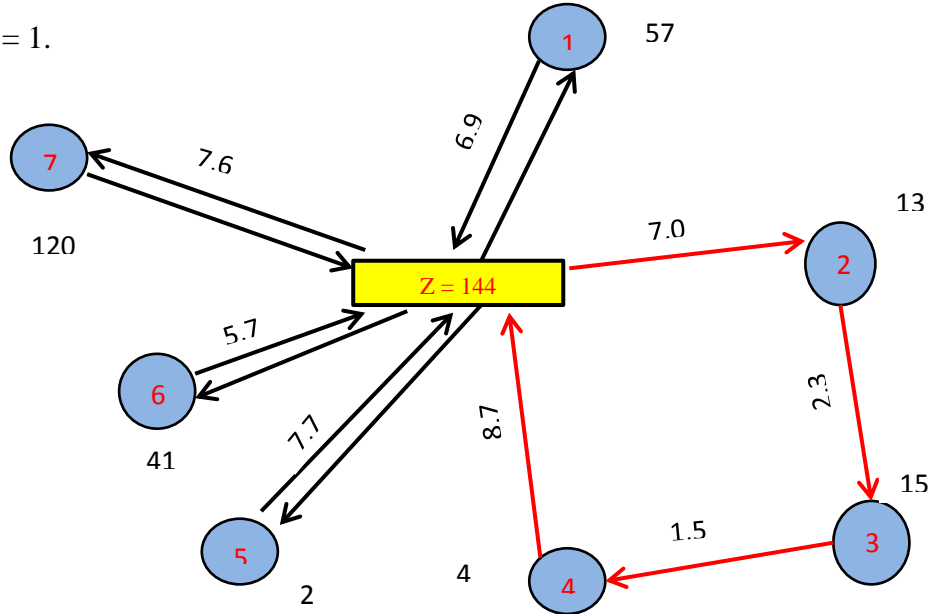
144 > 17 (memenuhi)

Langkah 8: Pilih pelanggan selanjutnya yang akan ditugaskan berdasarkan kombinasi pelanggan terakhir yang terpilih dengan nilai saving terbesar, kembali ke langkah 7.

Tabel 4.6 Matrix Saving 1

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (3,4) maka busur (3,4) pada graf dapat digabung ke graf $t = 1$.



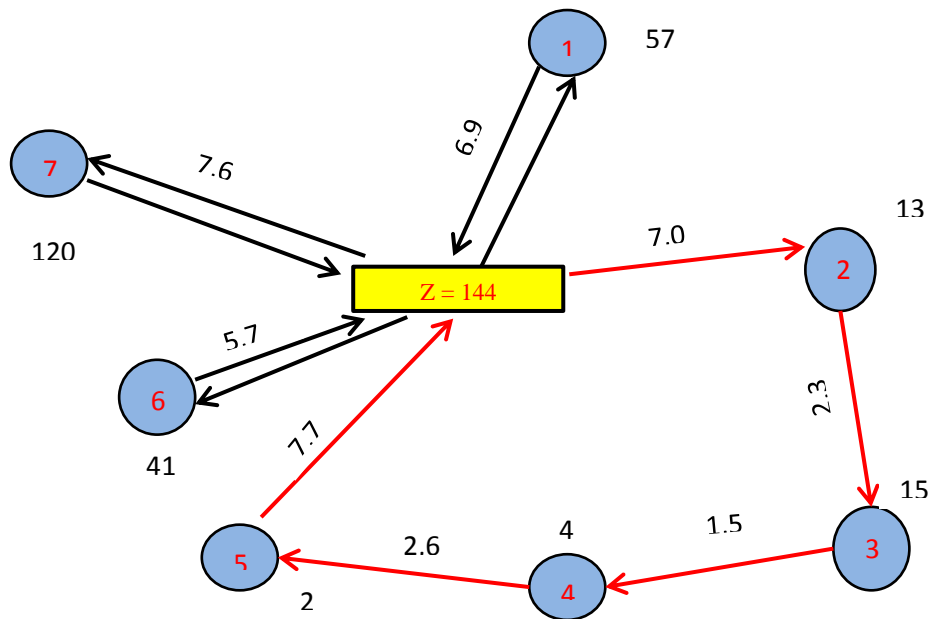
Gambar 4.3 $t = 1$ (Z-2-3-4-Z)

Kapasitas > Permintaan
 144 > 13 + 15 + 4
 144 > 32 (memenuhi)

Tabel 4.7 Matrix Saving 2

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (2,5) maka busur (2,5) pada graf dapat digabung ke graf $t = 1$.



Gambar 4.4 $t = 1$ (Z-2-3-4-5-Z)

Kapasitas > Permintaan
 144 > 13 + 15 + 4 + 2
 144 > 34 (memenuhi)

Tabel 4.8 Matrix Saving 3

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (3,5) dan busur (3,5) sudah digabung ke graf $t = 1$.

Tabel 4.9 Matrix Saving 4

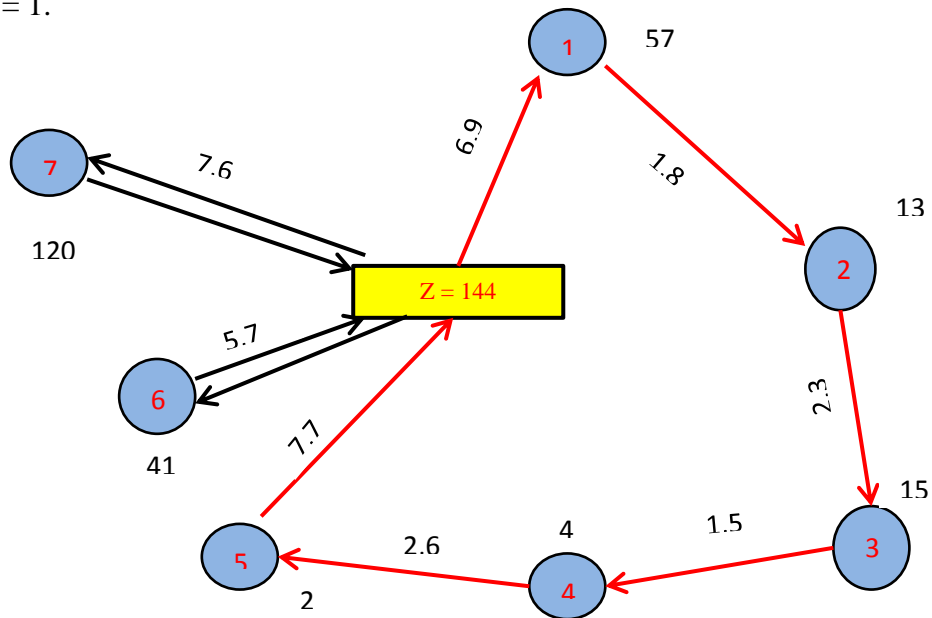
	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (4,5) dan busur (4,5) sudah digabung ke graf $t = 1$.

Tabel 4.10 Matrix Saving 5

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (1,3) maka busur (1,3) pada graf dapat digabung ke graf $t = 1$.



Gambar 4.5 $t = 1$ (Z-1-2-3-4-5-Z)

Kapasitas > Permintaan
 144 > 57 + 13 + 15 + 4 + 2
 144 > 91 (memenuhi)

Tabel 4.11 Matrix Saving 6

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (1,4) dan busur (1,4) sudah digabung ke graf $t = 1$.

Tabel 4.12 Matrix Saving 7

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (1,5) dan busur (1,5) sudah digabung ke graf $t = 1$.

Tabel 4.13 Matrix Saving 8

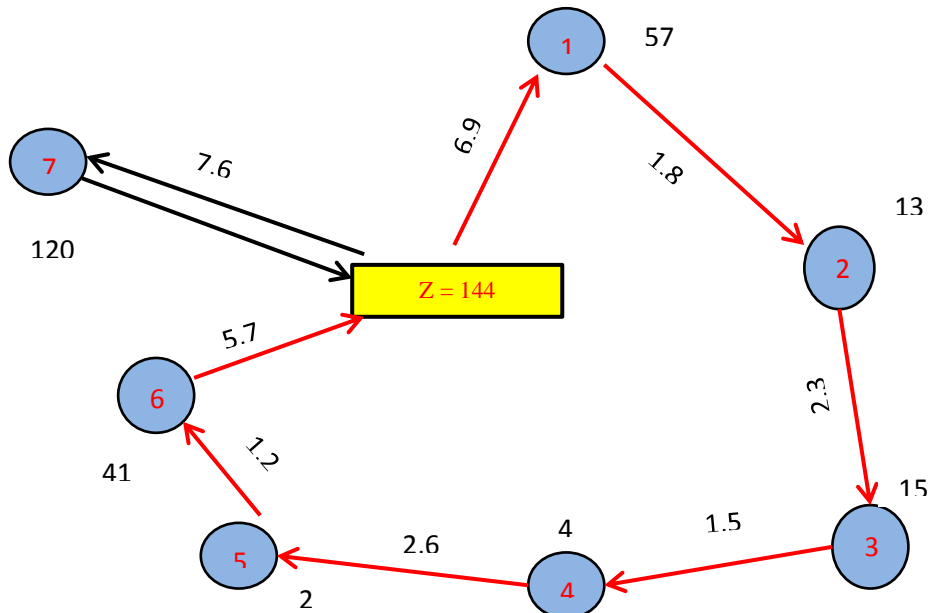
	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (2,3) dan busur (2,3) sudah digabung ke graf $t = 1$.

Tabel 4.14 Matrix Saving 9

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (5,6) maka busur (5,6) pada graf dapat digabung ke graf $t = 1$.



Gambar 4.6 $t = 1$ (Z-1-2-3-4-5-6-Z)

Kapasitas > Permintaan

$$144 > 57 + 13 + 15 + 4 + 2 + 41$$

$$144 > 132 \text{ (memenuhi)}$$

Tabel 4.15 Matrix Saving 10

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (1,2) dan busur (1,2) sudah digabung ke graf $t = 1$.

Tabel 4.16 Matrix Saving 11

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (3,6) dan busur (3,6) sudah digabung ke graf $t = 1$.

Tabel 4.17 Matrix Saving 12

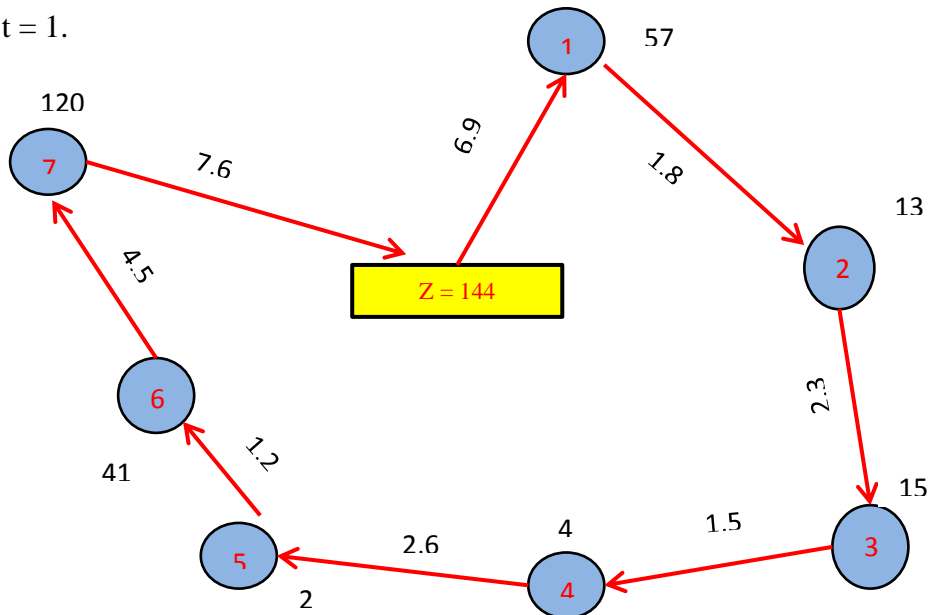
	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (4,6) dan busur (4,6) sudah digabung ke graf $t = 1$.

Tabel 4.18 Matrix Saving 13

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (5,7) maka busur (5,7) pada graf dapat digabung ke graf $t = 1$.



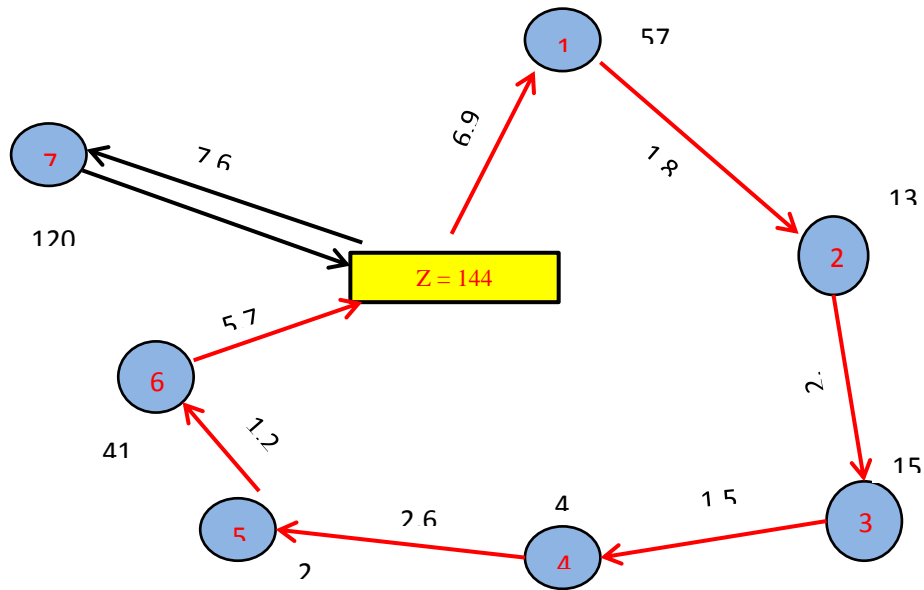
Gambar 4.7 $t = 1$ (Z-1-2-3-4-5-6-7-Z)

Kapasitas > Permintaan

$$144 > 57 + 13 + 15 + 4 + 2 + 41 + 120$$

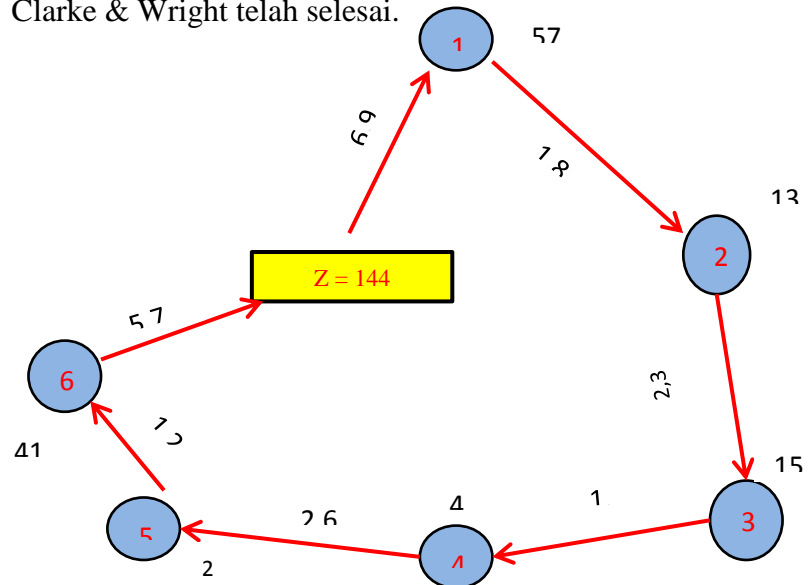
$$144 < 252 \text{ (tidak memenuhi)}$$

Langkah 9 : Hapus pelanggan terakhir yang terpilih, lanjut ke langkah 10.



Gambar 4.8 $t = 1$ (Z-1-2-3-4-5-6-Z)

Langkah 10: Masukkan pelanggan yang terpilih sebelumnya untuk ditugaskan kedalam rute maka rute (t) telah terbentuk. Apabila masih ada pelanggan yang belum terpilih maka lanjut ke langkah 11. Apabila semua pelanggan telah ditugaskan maka proses pengerjaan algoritma Clarke & Wright telah selesai.



Gambar 4.8 $t = 1$ (Z-1-2-3-4-5-6-Z)

Langkah 11: Pembentukan rute baru ($t = t+1$), kembali ke langkah 6.

Tabel 4.19 Matrix Saving 14

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (1,6) dan busur (1,6) sudah digabung ke graf $t = 1$.

Tabel 4.20 Matrix Saving 15

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (4,7) dan busur (4,7) tidak bisa digabung ke graf $t = 1$ karena melebihi kapasitas.

Tabel 4.21 Matrix Saving 16

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (2,6) dan busur (2,6) sudah digabung ke graf $t = 1$.

Tabel 4.22 Matrix Saving 17

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (2,7) dan busur (2,7) tidak bisa digabung ke graf $t = 1$ karena melebihi kapasitas.

Tabel 4.23 Matrix Saving 18

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (3,7) dan busur (3,7) tidak bisa digabung ke graf $t = 1$ karena melebihi kapasitas.

Tabel 4.24 Matrix Saving 19

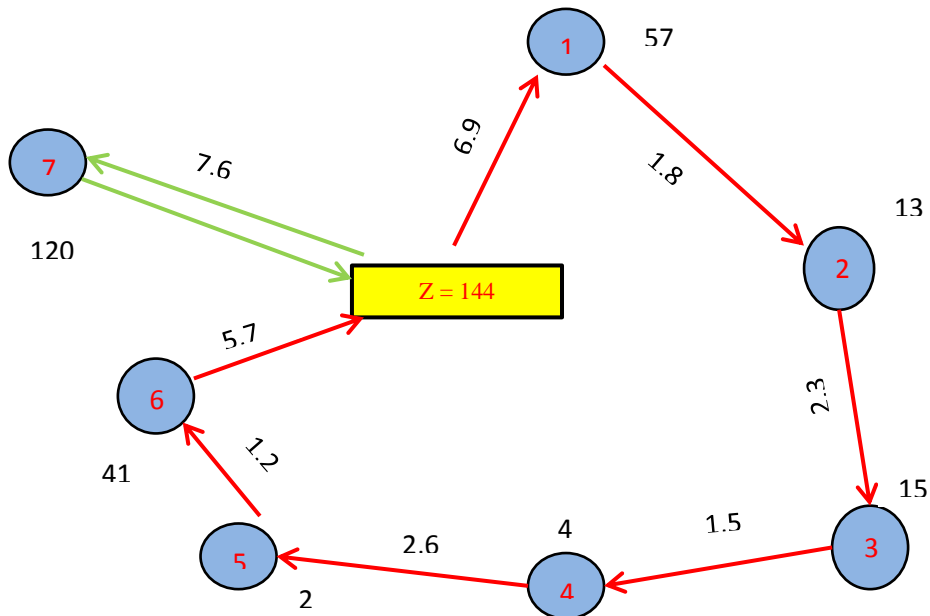
	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (1,7) dan busur (1,7) tidak bisa digabung ke graf $t = 1$ karena melebihi kapasitas.

Tabel 4.25 Matrix Saving 20

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	12,1	12,8	12,8	12,8	11,85	9,8
2		0	12,6	15,15	13,85	11,4	10,5
3			0	15,1	13,8	12,1	10,4
4				0	13,8	12,1	11,8
5					0	12,2	12
6						0	8,8
7							0

Nilai saving terbesar adalah (6,7) dan busur (6,7) tidak bisa digabung ke graf $t = 1$ karena melebihi kapasitas. Maka akan terbentuk rute baru yaitu $t = t + 1$.



Gambar 4.9 $t = 1$ (Z-1-2-3-4-5-6-Z) dan $t = t + 1$ (Z-7-Z)

- Untuk $t = 1$ (Z-1-2-3-4-5-6-Z)

Kapasitas > Permintaan

$$144 > 57 + 13 + 15 + 4 + 2 + 41$$

$$144 > 132 \text{ (memenuhi)}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh} &= 6,9 + 1,8 + 2,3 + 1,5 + 2,6 + 1,2 + 5,7 \\ &= 22 \text{ KM} \end{aligned}$$

- Untuk $t = t + 1$ (Z-7-Z)

Kapasitas > Permintaan

$$144 > 120$$

$$144 > 120 \text{ (memenuhi)}$$

$$\text{Jarak Tempuh} = 7,6 + 7,6$$

$$= 15,2 \text{ KM}$$

Langkah 12: Semua permintaan barang yang dikirimkan ke pelanggan telah terpenuhi, hentikan prosedur ini.

Jadi, jarak tempuh optimal perjalanan yang berawal dari PT. Tirta Investama Medan dan berakhir juga ke PT. Tirta Investama Medan dengan *Algoritma Clarke Wright* adalah pada $t = 1$ (Z-1-2-3-4-5-6-Z) = 22 KM dan pada $t = t + 1$ (Z-7-Z) = 15,2 KM.

4.3 Perhitungan Menggunakan *Algoritma Sequential Insertion*

Berikut akan dihitung jarak yang minimum dengan menggunakan *algoritma Sequential Insertion* :

Langkah 1: Menentukan data pelanggan, jumlah permintaan, kapasitas kendaraan dan matriks jarak sebagai input yang dibutuhkan.

Tabel 4.26 Nama Tempat Dan Alamatnya

N0	NAMA TEMPAT	SIMBOL	ALAMAT	JUMLAH PERMINTAAN
1	Depot	Z	PT.TIRTA INVESTAMA MEDAN	0
2	16. PT.DIPO STAR FINANCE 17. PT. ANGLO EASTERN PLANTATIONS 18. PT.ASURANSI TOKIO MARINE INDONESIA 19. BCA BANK/KOPERASI 20. PT.BANK HSBC INDONESIA 21. PT.DPI KCU MEDAN	1	JL. DIPONEGORO	57
2	22. ARTHA MANDIRI 23. PT.BUANA	2	JL. SUKA MULIA	13

	FINANCE 24. ASURANSI BUANA INDEPENDENT			
3	25. PT.STANDARD CHARTERED BANK	3	JL. IMAM BONJOL	15
4	26. PANIN BANK	4	JL. PEMUDA	4
5	27. PT.DANAREKS A SECURITIES	5	JL.PULAU PINANG	2
6	28. BANK MEGA KC MEDAN 29. BANK MEGA REGIONAL MEDAN	6	JL.KAPTEN MAULANA	41
7	30. TOKO RENDI	7	JL. PIMPINAN	120
Jumlah permintaan				252
Kapasitas alat angkut				144

Tabel 4.27 Matriks Jarak

	Z	1	2	3	4	5	6	7
Z	0	6,9	7,0	7,9	8,7	7,7	5,7	7,6
1		0	1,8	2,0	2,8	1,8	0,55	4,7
2			0	2,3	0,55	0,85	1,3	4,1
3				0	1,5	1,8	1,5	5,1
4					0	2,6	2,3	4,5
5						0	1,2	3,3
6							0	4,5
7								0

Langkah 2: Penentuan rute pertama ($t = 1$) yang dimulai dari depot menuju ke konsumen kemudian kembali lagi ke depot, dipilih konsumen yang paling dekat dengan depot.

Tabel 4.28 Matriks Jarak 1

	Z	1	2	3	4	5	6	7
Z	0	6,9	7,0	7,9	8,7	7,7	5,7	7,6
1		0	1,8	2,0	2,8	1,8	0,55	4,7
2			0	2,3	0,55	0,85	1,3	4,1
3				0	1,5	1,8	1,5	5,1
4					0	2,6	2,3	4,5
5						0	1,2	3,3
6							0	4,5
7								0

Jarak tempuh terdekat dari Z adalah (Z-6) maka (Z-6) menjadi $t = 1$.



Gambar 4.10 $t = 1(Z-6-Z)$

Langkah 3: Hitung jumlah permintaan dan total jarak tempuh dari pelanggan pada rute.

- Untuk $t = 1(Z-6-Z)$

Kapasitas > Permintaan

$$144 > 41$$

$$144 > 41 \text{ (memenuhi)}$$

$$\text{Jarak Tempuh} = 5,7 + 5,7$$

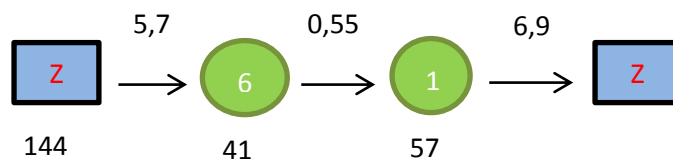
$$= 11,4 \text{ KM}$$

Langkah 4: Pilih pelanggan dengan jarak tempuh terkecil dengan depot untuk dipilih ditugaskan ke dalam rute. Apabila jumlah permintaan kurang dari kapasitas kendaraan maka dilanjutkan ke langkah 5. Apabila jumlah permintaan lebih dari kapasitas kendaraan maka dilanjutkan ke langkah 6.

Tabel 4.29 Matriks Jarak 2

	Z	1	2	3	4	5	6	7
Z	0	6,9	7,0	7,9	8,7	7,7	5,7	7,6
1		0	1,8	2,0	2,8	1,8	0,55	4,7
2			0	2,3	0,55	0,85	1,3	4,1
3				0	1,5	1,8	1,5	5,1
4					0	2,6	2,3	4,5
5						0	1,2	3,3
6							0	4,5
7								0

Jarak tempuh terdekat dari Z adalah (Z-1) maka (Z-1) disisipkan ke graf $t = 1$.



Gambar 4.11 $t = 1(Z-6-1-Z)$

- Untuk $t = 1(Z-6-1-Z)$

Kapasitas > Permintaan

$$144 > 41 + 57$$

$$144 > 98 \text{ (memenuhi)}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh} &= 5,7 + 0,55 + 6,9 \\ &= 13,15 \text{ KM} \end{aligned}$$

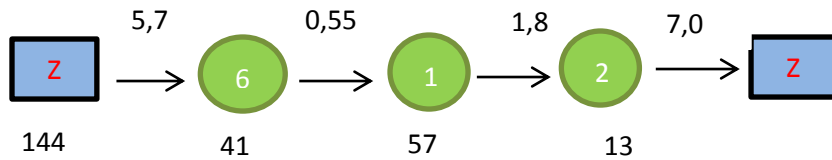
Langkah 5: Pelanggan kemudian ditugaskan ke dalam rute dan rute (t) terbentuk.

Kembali ke langkah 4.

Tabel 4.30 Matriks Jarak 3

	Z	1	2	3	4	5	6	7
Z	0	6,9	7,0	7,9	8,7	7,7	5,7	7,6
1		0	1,8	2,0	2,8	1,8	0,55	4,7
2			0	2,3	0,55	0,85	1,3	4,1
3				0	1,5	1,8	1,5	5,1
4					0	2,6	2,3	4,5
5						0	1,2	3,3
6							0	4,5
7								0

Jarak tempuh terdekat dari Z adalah (Z-2) maka (Z-2) disisipkan ke graf $t = 1$.



Gambar 4.12 $t = 1(Z-6-1-2-Z)$

- Untuk $t = 1(Z-6-1-2-Z)$

Kapasitas > Permintaan

$$144 > 41 + 57 + 13$$

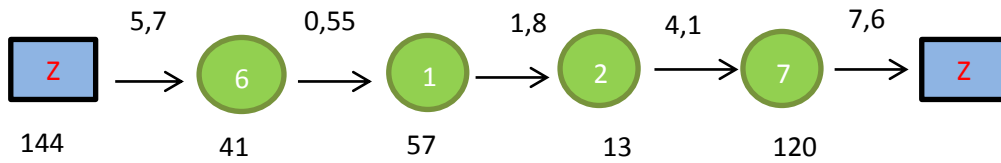
$$144 > 111 \text{ (memenuhi)}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh} &= 5,7 + 0,55 + 1,8 + 7,0 \\ &= 15,05 \text{ KM} \end{aligned}$$

Tabel 4.31 Matriks Jarak 4

	Z	1	2	3	4	5	6	7
Z	0	6,9	7,0	7,9	8,7	7,7	5,7	7,6
1		0	1,8	2,0	2,8	1,8	0,55	4,7
2			0	2,3	0,55	0,85	1,3	4,1
3				0	1,5	1,8	1,5	5,1
4					0	2,6	2,3	4,5
5						0	1,2	3,3
6							0	4,5
7								0

Jarak tempuh terdekat dari Z adalah (Z-7) maka (Z-7) disisipkan ke graf $t = 1$.



Gambar 4.13 $t = 1(Z-6-1-2-7-Z)$

- Untuk $t = 1(Z-6-1-2-7-Z)$

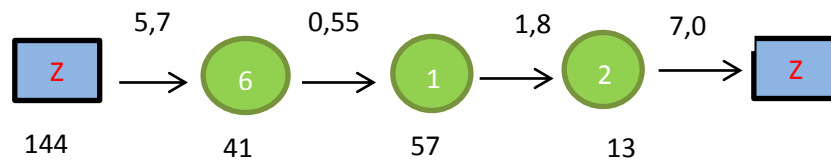
Kapasitas > Permintaan

$$144 > 41 + 57 + 13 + 120$$

$$144 < 231 \text{ (tidak memenuhi)}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh} &= 5,7 + 0,55 + 1,8 + 4,1 + 7,6 \\ &= 19,75 \text{ KM} \end{aligned}$$

Langkah 6: Jika semua pelanggan telah disisipkan maka proses pengerjaan algoritma Sequential Insertion telah selesai. Apabila masih ada pelanggan yang belum terpilih maka lanjut ke langkah 7.



Gambar 4.14 $t = 1(Z-6-1-2-Z)$

- Untuk $t = 1(Z-6-1-2-Z)$

Kapasitas > Permintaan

$$144 > 41 + 57 + 13$$

$$144 > 111 \text{ (memenuhi)}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh} &= 5,7 + 0,55 + 1,8 + 7,0 \\ &= 15,05 \text{ KM} \end{aligned}$$

Ada pelanggan yang belum disisipkan maka proses pengerjaan algoritma Sequential Insertion belum selesai maka lanjut ke langkah 7.

Langkah 7: Pembentukan rute baru ($t = t+1$), lanjut ke langkah 8.

Tabel 4.32 Matriks Jarak 5

	Z	1	2	3	4	5	6	7
Z	0	6,9	7,0	7,9	8,7	7,7	5,7	7,6
1		0	1,8	2,0	2,8	1,8	0,55	4,7
2			0	2,3	0,55	0,85	1,3	4,1
3				0	1,5	1,8	1,5	5,1
4					0	2,6	2,3	4,5
5						0	1,2	3,3
6							0	4,5
7								0

Jarak tempuh terdekat dari Z adalah (Z-7) maka (Z-7) menjadi graf $t = t + 1$.



Gambar 4.15 $t = t + 1(Z-7-Z)$

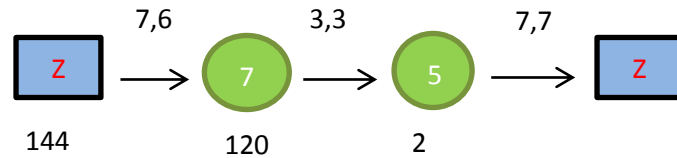
- Untuk $t = t + 1(Z-7-Z)$
 Kapasitas > Permintaan
 144 > 120
 144 > 120 (memenuhi)
 Jarak Tempuh = 7,6 + 7,6
 = 15,2 KM

Langkah 8: Masukkan pelanggan yang belum terpilih untuk ditugaskan ke dalam rute yang akan terbentuk selanjutnya, lanjut ke langkah 4.

Tabel 4.33 Matriks Jarak 6

	Z	1	2	3	4	5	6	7
Z	0	6,9	7,0	7,9	8,7	7,7	5,7	7,6
1		0	1,8	2,0	2,8	1,8	0,55	4,7
2			0	2,3	0,55	0,85	1,3	4,1
3				0	1,5	1,8	1,5	5,1
4					0	2,6	2,3	4,5
5						0	1,2	3,3
6							0	4,5
7								0

Jarak tempuh terdekat dari Z adalah (Z-5) maka (Z-5) disisipkan ke graf $t = t + 1$.



Gambar 4.16 $t = t + 1(Z-7-5-Z)$

- Untuk $t = t + 1(Z-7-5-Z)$

Kapasitas > Permintaan

$$144 > 120 + 2$$

$$144 > 122 \text{ (memenuhi)}$$

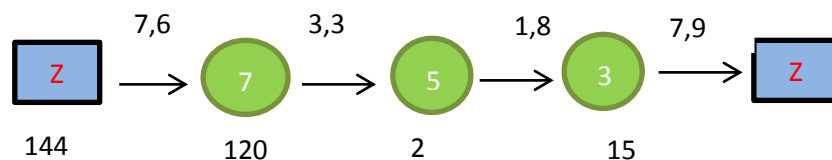
$$\text{Jarak Tempuh} = 7,6 + 3,3 + 7,7$$

$$= 18,6 \text{ KM}$$

Tabel 4.34 Matriks Jarak 7

	Z	1	2	3	4	5	6	7
Z	0	6,9	7,0	7,9	8,7	7,7	5,7	7,6
1		0	1,8	2,0	2,8	1,8	0,55	4,7
2			0	2,3	0,55	0,85	1,3	4,1
3				0	1,5	1,8	1,5	5,1
4					0	2,6	2,3	4,5
5						0	1,2	3,3
6							0	4,5
7								0

Jarak tempuh terdekat dari Z adalah (Z-3) maka (Z-3) disisipkan ke graf $t = t + 1$.



Gambar 4.17 $t = t + 1(Z-7-5-3-Z)$

- Untuk $t = t + 1(Z-7-5-3-Z)$

Kapasitas > Permintaan

$$144 > 120 + 2 + 15$$

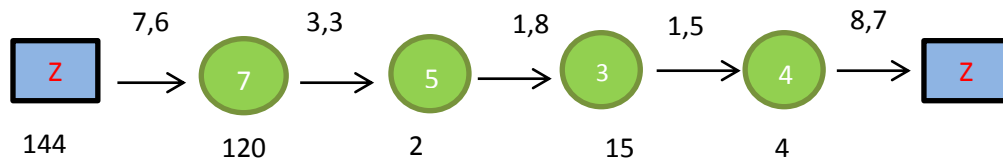
$$144 > 137 \text{ (memenuhi)}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh} &= 7,6 + 3,3 + 1,8 + 7,9 \\ &= 20,6 \text{ KM} \end{aligned}$$

Tabel 4.35 Matriks Jarak 8

	Z	1	2	3	4	5	6	7
Z	0	6,9	7,0	7,9	8,7	7,7	5,7	7,6
1		0	1,8	2,0	2,8	1,8	0,55	4,7
2			0	2,3	0,55	0,85	1,3	4,1
3				0	1,5	1,8	1,5	5,1
4					0	2,6	2,3	4,5
5						0	1,2	3,3
6							0	4,5
7								0

Jarak tempuh terdekat dari Z adalah (Z-4) maka (Z-4) disisipkan ke graf $t = t + 1$.



Gambar 4.18 $t = t + 1$ (Z-7-5-3-4-Z)

- Untuk $t = t + 1$ (Z-7-5-3-4-Z)

Kapasitas > Permintaan

$$144 > 120 + 2 + 15 + 4$$

$$144 > 141 \text{ (memenuhi)}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tempuh} &= 7,6 + 3,3 + 1,8 + 1,5 + 8,7 \\ &= 22,9 \text{ KM} \end{aligned}$$

Langkah 9: Semua permintaan barang yang dikirimkan ke pelanggan telah terpenuhi, hentikan prosedur ini.

Jadi, jarak tempuh optimal perjalanan yang berawal dari PT. Tirta Investama Medan dan berakhir juga ke PT. Tirta Investama Medan dengan *Sequential Insertion* adalah pada $t = 1$ (Z-6-1-2-Z) = 15,05 KM dan pada $t = t + 1$ (Z-7-5-3-4-Z) = 22,9 KM.

4.4 Perbandingan Rute Dengan *Algoritma Clarke-Wright Dan Sequential Insertion*

Perbandingan rute dengan *Algoritma Clarke-Wright Dan Sequential Insertion* pada kondisi *multiple trips* memperhatikan horison perencanaan. Dengan diadakannya horison perencanaan, pengiriman barang yang dilakukan oleh driver sesuai dengan jam kerja yang diberikan. Bila horison perencanaan masih ada dan muatan pada motor telah habis, maka driver dapat mengambil barang kembali ke depot untuk dikirimkan kepada pelanggan yang belum dilayani hingga horison perencanaan berakhir.

Tabel 4.36 Perbandingan Rute Dengan *Algoritma Clarke-Wright Dan Sequential Insertion* Pada Kondisi *Multiple Trips*

<i>Algoritma</i>	Tur	Rute	Kapasitas (Galon)	Jarak (Kilometer)
<i>Clarke-Wright</i>	1	t = 1 (Z-1-2-3-4-5-6-Z)	132	22
	2	t = t + 1 (Z-7-Z)	120	15,2
	Total		252	37,2
<i>Sequential Insertion</i>	1	t = 1 (Z-6-1-2-Z)	111	15,05
	2	t = t + 1 (Z-7-5-3-4-Z)	141	22,9
	Total		252	37,95

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

2.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan *Algoritma Clarke Wright* dengan kondisi *Multiple Trips* rute yang dilalui adalah $t = 1$ (Depot - Jl.Diponegoro - Jl.Suka Mulia – Jl.Imam Bonjol – Jl.Pemuda – Jl.Pulau Pinang – Jl.Kapten Mulia – Depot) = 22 KM dan pada $t = t + 1$ (Depot - Jl.Pimpinan - Depot) = 15,2 KM.
2. Berdasarkan *Sequential Insertion* dengan kondisi *Multiple Trips* rute yang dilalui adalah $t = 1$ (Depot - Jl.Kapten Mulia - Jl.Diponegoro - Jl.Suka Mulia – Depot) = 15,05 KM dan pada $t = t + 1$ (Depot - Jl.Pimpinan– Jl.Pulau Pinang – Jl.Imam Bonjol– Jl.Pemuda – Depot) = 22,9 KM.
3. Pada solusi *algoritma Clarke-Wright* diperoleh total jarak sebesar 37,2 KM. Sedangkan pada solusi *Sequential Insertion* diperoleh total jarak sebesar 37,95 KM. Maka dapat disimpulkan bahwa rute yang dibentuk menggunakan *Algoritma Clarke-Wright* pada kasus ini lebih efektif dibandingkan rute yang dibentuk menggunakan *Sequential Insertion*.

5.2 Saran

Perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk memperlihatkan dan membuktikan keefektifan, kelebihan, keakuratan dan kelemahan dari *Algoritma Clarke-Wright* dengan tujuan untuk membandingkan antara *Algoritma Clarke-Wright* dengan *Sequential Insertion* yang ada pada berbagai data dengan tujuan titik yang lebih banyak dari yang saat ini diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, Chairul, dkk. 2014. Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Roti Menggunakan Metode *Nearest Neighnor* Dan Metode *Sequential Insertion*. Jurnal Institut Teknologi Nasional, Bandung. 03(01): 154.
- Budayasa, K. 2007. *Teori Graph dan Aplikasinya*. Surabaya: Unesa University Press.
- Chopra, Sunil, dkk. 2010. *Supply Chain Management : Strategy, Planning and Operation*, Pearson Education. Fifth Edition. Pearson.
- Dewantoro, Bagus Dwicahyo, dkk. 2013. Penentuan Rute Distribusi Air Mineral Menggunakan Metode *Clarke-Wright Algoritm* dan *Sequential Insertion*. Jurnal Institut Teknologi Nasional, Bandung. 1(2): 151.
- J, Rina Wahyu, dkk. 2018. Penentuan Rute Distribusi Produk Gas Untuk Meminimumkan Biaya Distribusi Dengan Metode *Clarke & Wright Saving* Di Cv. Surya Inti Gas. Jurnal Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. 13(01): 85-86.
- Kurniawan, Indra Sidik, dkk. 2013. Usulan Rute Pendistribusian Air Mineral Dalam Kemasan Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* dan *Clarke & Wright Savings*. Jurnal Teknik Industri Itenas, Bandung. 01(4):126.
- Octora, Lita, dkk. 2014. Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan *Algoritma Clarke & Wright Savings* dan *Algoritma Sequential Insertion*. Jurnal Teknik Industri Itenas, Bandung. 02(02): 2.
- Paillin, D. B., dkk. 2015. Penerapan Algoritma *Sequential Insertion* Dalam Pendistribusian Bbm Di Kawasan Timur Indonesia (Studi Kasus Pada Pt. Pertamina Upms Viii Terminal Transit Wayame-Ambon). Jurnal Teknik Universitas Pattimura, Ambon. 09(01):54.
- Putra, Rian Anggara. 2014. Efektivitas Metode *Sequential Insertion* Dan Metode *Nearest Neighbour* Dalam Penentuan Rute Kendaraan Pengangkut Sampah Di Kota Yogyakarta. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rifa’I, Ahmad Bahtiar. 2019. Penentuan Rute Distribusi Es Kristal Di Pt. Es Kristal Menggunakan *Algoritma Clarke And Wright Savings* Dan *Nearest Neighbour* (Studi Kasus: Pt. Es Kristal). Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Rupiah, Siti. 2017. Efektivitas *Algoritma Clarke-Wright* Dan *Sequential Insertion* Dalam Penentuan Rute Pendistribusian Tabung Gas Lpg. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Rohandi, Satria Megantara, dkk. 2014. Penentuan Rute Distribusi Produk Obat Menggunakan Metode *Sequential Insertion* dan *Clarke & Wright Savings*. Jurnal Teknik Industri Itenas, Bandung. 02(02): 36.
- Sembiring, Anita Christine. 2008. Penentuan Rute Distribusi Produk Yang Optimal Dengan Menggunakan Algoritma Heuristik Pada Pt. Coca-Cola Bottling Indonesia Medan. Skripsi. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Suwiknyo, Dwi. 2010. Kompilasi Tafsir Ayat-Ayat Ekonomi Islam: Buku Referensi Program Studi Ekonomi Islam. Cet. 1. Yogyakarta. Pustaka Pelajar.
- Toth, P. & D. Vigo. 2002. An Overview of Vehicle Routing Problems. In *Handbook of The Vehicle Routing Problem*. Edited by Toth, P. *et al*. Philadelphia: Siam. pp. 1-26.

Lampiran 1 : Data Awal

CUSTOMER	NAME	STREET	TELEPHONE1	JADWAL	SEGMENT	AREA	ORDER OUTLET	WAKTU LOADING
950086835	PT.DIPO STAR FINANCE	JL.DIPONEGORO(WISMA HSBC LT.5)	4565028	SENIN	IOD	Medan kota	7	10 Menit
950087061	PT. ANGLO EASTERN PLANTATIONS	WISMA HSBC LT 4 JLN.DIPONEGORO		SENIN	IOD	Medan kota	9	10 Menit
950111911	ARTHA MANDIRI	JL.SUKA MULIA NO 6	061-4514084	SENIN	IOD	Medan kota	3	10 Menit
950226738	PT.STANDARD CHARTERED BANK	JL.IMAM BONJOL NO.17	81370919076	SENIN	IOD	Medan kota	15	10 Menit
950203217	PANIN BANK	JL.PEMUDA NO.16	8126439926	SENIN	IOD	Medan kota	4	10 Menit
950086785	PT.BUANA FINANCE	PALANG MERAH / SUKA MULYA 7/8	4532789	SENIN	IOD	Medan kota	4	10 Menit
950085424	PT.ASURANSI TOKIO MARINE INDONESIA	WISMA HSBC LT.4 JL.P.DIPONEGORO	4577878	SENIN	IOD	Medan kota	6	10 Menit
950124595	ASURANSI BUANA INDEPENDENT	JL.SUKA MULIA NO 10	061-4510740	SENIN	IOD	Medan kota	6	10 Menit
950085456	BCA BANK/KOPERASI	JL.DIPONEGORO 15	061 - 4155800	SENIN	IOD	Medan kota	25	15 menit
950086890	PT.BANK HSBC INDONESIA	JL.DIPONEGORO 11	4538080	SENIN	IOD	Medan kota	6	10 Menit
950085566	PT.DANAREKSA SECURITIES	JL.PULAU PINANG NO 4	061-4528100	SENIN	IOD	Medan kota	2	10 Menit
950213172	BANK MEGA KC MEDAN	JL.KAPTEN MAULANA LUBIS NO.11 LT.1,	82208227033	SENIN	IOD	Medan kota	25	10 Menit

CUSTOMER	NAME	STREET	TELEPHONE1	JADWAL	SEGMENT	AREA	ORDER OUTLET	WAKTU LOADING
950213176	BANK MEGA REGIONAL MEDAN	JL.KAPTEN MAULANA NO.11A LT.4-5	82208227033	SENIN	IOD	Medan kota	16	10 Menit
950236655	PT.DPI KCU MEDAN	JL.DIPONEGORO NO.15 GED.BCA LT.DASA	614155800	SENIN	IOD	Medan kota	4	10 Menit
950087531	TOKO RENDI	JL.PIMPINAN GANG TABAH 1		SENIN	RETAIL	Medan Perjuangan	120	30 Menit
950213895	KANTOR IMIGRASI POLONIA	JL.MANGKUBUMI NO.2	85276193147	SELASA	IOD	Medan kota	3	10 Menit
950178051	PT.NIRVANA MEMORIAL NUSANTARA	GEDUNG ROYAL CONDOTEL	81265513838	SELASA	IOD	Medan kota	4	10 Menit
950203217	PANIN BANK	JL.PEMUDA NO.16	8126439926	SELASA	IOD	Medan kota	5	10 Menit
950218368	MANDIRI MIKRO	JL.AHCMAD YANI NO.109	82168074765	SELASA	IOD	Medan kota	2	10 Menit
950182986	ASURANSI MAG	JL.PEMUDA GED.PANIN BANK LT.V	6261-4504419	SELASA	IOD	Medan kota	3	10 Menit

CUSTOMER	NAME	STREET	TELEPHONE1	JADWAL	SEGMENT	AREA	ORDER OUTLET	WAKTU LOADING
950181930	PANIN SECURITIES PEMUDA	JL.PEMUDA NO.16-22	6261-4511604	SELASA	IOD	Medan kota	3	10 Menit
950172830	PT.GRUTI	JL.KOL.SUGIONO NO.10 D,E,F	6261-4149988	SELASA	IOD	Medan kota	5	10 Menit
950146876	PT. BANK QNB INDONESIA TBK	JL.PEMUDA NO 5	061-4152929	SELASA	IOD	Medan kota	14	10 Menit
950141392	BNI 46 KCU MEDAN	JL.PEMUDA NO 12 LT III	061-4538166	SELASA	IOD	Medan kota	40	15 menit
950098438	BNI RR MEDAN	JL. AHMAD YANI NO 72	6261-4579167	SELASA	IOD	Medan kota	4	10 Menit
950085743	HENDRAWINATA EDDY SIDDHARTA	JL.PALANG MERAH 40	061-4557925	SELASA	IOD	Medan kota	15	10 Menit
950085486	BNI PEMUDA/KANWIL	JL.PEMUDA 12	061-4567110	SELASA	IOD	Medan kota	65	15 menit
950085169	PT SEJATI JAYA PERKASA	JL PALANG MERAH NO 170 AB	6261-4556992	SELASA	IOD	Medan kota	5	10 Menit

CUSTOMER	NAME	STREET	TELEPHONE1	JADWAL	SEGMENT	AREA	ORDER OUTLET	WAKTU LOADING
950104142	PT BANK MANDIRI (PERSERO) CABANG	JL.JEND.ACHMAD YANI NO 109	62812-63311966	SELASA	IOD	Medan kota	10	10 Menit
950086698	PT.ASURANSI RAMA SATRIA WIBAWA	JL.KOLONEL SUGIONO 7	4517836	SELASA	IOD	Medan kota	10	10 Menit
950086696	ASURANSI JIWASRAYA MEDAN SELATAN	JL.SUGIONO 5	4553967	SELASA	IOD	Medan kota	6	10 Menit
950145927	PT. GARDA BHAKTI NUSANTARA	JL. KOL SUGIONO NO. 12/12A	4533139	SELASA	IOD	Medan kota	5	10 Menit
950100447	PT WIRA LANOO	JL.MANGKUBUMI BELAKANG NO 1 HH	6261-4532288	SELASA	IOD	Medan kota	4	10 Menit
950085952	CV.KURNIA BANGUN PERSADA	JL.MANGKUBUMI 1.A	061-4145226	SELASA	IOD	Medan kota	4	10 Menit

CUSTOMER	NAME	STREET	TELEPHONE1	JADWAL	SEGMENT	AREA	ORDER OUTLET	WAKTU LOADING
950086672	PT.ANUGRAH DIRGANTARA PERKASA	JL.MANGKUBUMI NO 15 K-L	81262957900	SELASA	IOD	Medan kota	5	10 Menit
950086695	ASURANSI JIWasRAYA	JL.PALANG MERAH 1	4147841	SELASA	IOD	Medan kota	3	10 Menit
950240893	KOPI PAGI	JL.KOL. SUGIONO NO.10	8126484428	SELASA	AFH	Medan kota	7	10 Menit
950217647	ROYAL CONDOTEL APARTEMENT	JL.PALANG MERAH NO.1	8126588154	SELASA	AFH	Medan kota	30	15 menit
950087527	TOKO MPI	JL.SIKAMBING BELAKANG 1B	061 - 4577291	SELASA	RETAIL	Medan kota	50	20 MENIT
950086835	PT.DIPO STAR FINANCE	JL.DIPONEGORO(WISMA HSBC LT.5)	4565028	RABU	IOD	Medan kota	6	10 Menit

CUSTOMER	NAME	STREET	TELEPHONE1	JADWAL	SEGMENT	AREA	ORDER OUTLET	WAKTU LOADING
950087061	PT. ANGLO EASTERN PLANTATIONS	WISMA HSBC LT 4 JLN.DIPONEGORO		RABU	IOD	Medan kota	5	10 Menit
950087885	PT DNL GLOBAL TRADING	GEDUNG BII LT VIII NO 810	6261-4570954	RABU	IOD	Medan kota	2	10 Menit
950154960	PT TRANSWORLD GLS INDONESIA	GED.BII LT.VIII UNIT 803	6261-4575228	RABU	IOD	Medan kota	6	10 Menit
950245908	PT.IOL INDONESIA	SINARMAS LAND PLAZA	81370441156	RABU	IOD	Medan kota	4	10 Menit
950224012	KANWIL PT.BHINNEKA LIFE	JL.DIPONEGORO GED.BII LT.6	8126583802	RABU	IOD	Medan kota	3	10 Menit
950086959	PT.CENTRIN ONLINE PRIMA	JL.DIPONEGORO WISMA BII LT 6/KMR 60	4528809	RABU	IOD	Medan kota	3	10 Menit

CUSTOMER	NAME	STREET	TELEPHONE1	JADWAL	SEGMENT	AREA	ORDER OUTLET	WAKTU LOADING
950203217	PANIN BANK	JL.PEMUDA NO.16	8126439926	RABU	IOD	Medan kota	4	10 Menit
950086890	PT.BANK HSBC INDONESIA	JL.DIPONEGORO 11	4538080	RABU	IOD	Medan kota	10	10 Menit
950085456	BCA BANK/KOPERASI	JL.DIPONEGORO 15	061 - 4155800	RABU	IOD	Medan kota	25	15 menit
950085633	PT.EKA PENDAWA SAKTI	JL.DIPONEGORO 18 WISMA BII LT.7		RABU	IOD	Medan kota	4	10 Menit
950086964	KONSULAT JENDRAL JEPANG	JL.DIPONEGORO 18/WISMA BII	4575193	RABU	IOD	Medan kota	6	10 Menit
950087074	PT.OOCL INDONESIA	JL.WISMA BII LT.10/1002	4514189	RABU	IOD	Medan kota	4	10 Menit

CUSTOMER	NAME	STREET	TELEPHONE1	JADWAL	SEGMENT	AREA	ORDER OUTLET	WAKTU LOADING
950085111	PT BII MAYBANK TBK	WISMA BII LT 1-3	6261-4537888	RABU	IOD	Medan kota	20	15 menit
950086185	PT.ORIX INDONESIA FINANCE	JL.DIPONEGORO 18 GEDUNG BII LT.4/	061-41493202	RABU	IOD	Medan kota	3	10 Menit
950245908	PT.IOL INDONESIA	SINARMAS LAND PLAZA	81370441156	RABU	RETAIL	Medan kota	3	10 Menit
950087531	TOKO RENDI	JL.PIMPINAN GANG TABAH 1		SENIN	RETAIL	Medan Perjuangan	120	30 Menit
950085939	KPP MEDAN TIMUR KASUB BAG UMUM	GD.KANWIL DJP SUMUT LT 4	6261-4513284	KAMIS	IOD	Medan kota	10	15 menit
950086975	KPP M POLONIA RUANG SUBAG UMUM	JL.SUKA MULYO NO 17 A LT 5	061-4529353	KAMIS	IOD	Medan kota	10	15 menit

CUSTOMER	NAME	STREET	TELEPHONE1	JADWAL	SEGMENT	AREA	ORDER OUTLET	WAKTU LOADING
950087890	KTR PELAYANAN PAJAK MADYA MDN LT IV	JL SUKA MULIA NO 17 A	62816-31855554	KAMIS	IOD	Medan kota	10	15 menit
950110457	KANWIL DJP SUMUT I	JL.SUKA MULIA NO 17 A LT VII	061-4512404	KAMIS	IOD	Medan kota	10	15 menit
950164223	KANTOR PAJAK BAG.UMUM	JL.SUKA MULIA LT.III	82160440300	KAMIS	IOD	Medan kota	10	15 menit
950203217	PANIN BANK	JL.PEMUDA NO.16	8126439926	KAMIS	IOD	Medan kota	5	10 Menit
950217647	ROYAL CONDOTEL APARTEMENT	JL.PALANG MERAH NO.1	8126588154	KAMIS	AFH	Medan kota	30	15 menit
950087527	TOKO MPI	JL.SIKAMBING BELAKANG 1B	061 - 4577291	KAMIS	RETAIL	Medan kota	100	30 MENIT

CUSTOMER	NAME	STREET	TELEPHONE1	JADWAL	SEGMENT	AREA	ORDER OUTLET	WAKTU LOADING
950232457	TOKO SYHRUL	JL.GURILLA NO.11 B	81375726514	KAMIS	RETAIL	Medan kota	50	30 MENIT
950087061	PT. ANGLO EASTERN PLANTATIONS	WISMA HSBC LT 4 JLN.DIPONEGORO		JUMAT	IOD	Medan kota	4	10 Menit
950202260	PT.GLOBAL CAPITAL LAND	GED.FORUM NINE LT.PH	6261-80501880	JUMAT	IOD	Medan kota	120	60 MENIT
950086684	PT. AIA FINANCIAL	JL.IMAM BONJOL GED.LIPPO MALL LT.9	4560570	JUMAT	IOD	Medan kota	6	10 Menit
950203217	PANIN BANK	JL.PEMUDA NO.16	8126439926	JUMAT	IOD	Medan kota	5	10 Menit
950144383	PT ORINDO ALAM AYU	JL.IMAM BONJOL NO.6	82210724403	JUMAT	IOD	Medan kota	4	10 Menit

CUSTOMER	NAME	STREET	TELEPHONE1	JADWAL	SEGMENT	AREA	ORDER OUTLET	WAKTU LOADING
950085456	BCA BANK/KOPERASI	JL.DIPONEGORO 15	061 - 4155800	JUMAT	IOD	Medan kota	25	15 menit
950087531	TOKO RENDI	JL.PIMPINAN GANG TABAH 1		SENIN	RETAIL	Medan Perjuangan	120	30 Menit
950202260	PT.GLOBAL CAPITAL LAND	GED.FORUM NINE LT.PH	6261-80501880	SABTU	IOD	Medan kota	100	60 MENIT
950087527	TOKO MPI	JL.SIKAMBING BELAKANG 1B	061 - 4577291	KAMIS	RETAIL	Medan kota	100	30 MENIT

Lampiran 2 : Dokumentasi Wawancara



Dokumentasi Wawancara dengan pak Dedi kepala bidang pendistribusian

Lampiran 3 : Hasil Wawancara

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Bagaimana sistem pendistribusian di PT.Tirta Investama Medan ?	Satu orang driver ditugaskan melakukan distribusi ke satu wilayah saja. Dengan kondisi <i>multiple trips</i> driver akan mengirim aqua dengan jumlah kapasitas truk angkut kepada pelanggan dimana jika horizon perencanaan masih ada tetapi aqua sudah habis maka driver akan kembali ke depot dan akan mengantarkan kembali aqua ke pada pelanggan.
2.	Berapa kapasitas alat angkut ?	1 truk angkut memiliki kapasitas 144 galon.
3.	Apa yang menjadi kendala saat pendistribusian ?	Area parkir, pengiriman lantai atas, bongkar muat, lalu lintas, dan lain-lain.
4.	Bagaimana cara PT.Tirta Investama Medan menanggapi kendala tersebut ?	Jika itu kendala waktu bongkar muat PT. mengusahakan untuk tidak terlambat saat bongkar muat. Tetapi jika kendalanya ialah area parkir, lalu lintas seperti saat macet itu diluar kendali PT.

Lampiran 4 : Surat Izin Riset

PT. Tirta Investama
Penjualan & Distribusi Medan
Jl. Helvetia by Pass No. 74
Helvetia, Medan 20124
Telp. 061 - 8444333, 8447102, 8447103
Fax. 061 - 8447108



Nomor : 0020/MDN/HR/IX/20120
Lamp : -
Perihal : Surat Balasan Izin Riset

Kepada Yth :
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Di Tempat

Dengan hormat,

Berdasarkan Surat Saudara pada tanggal 21 September 2020 dengan No : B.065/ST./ST.V2/TL.00/09/2020, dengan ini disampaikan bahwa Mahasiswa Program Studi S1 Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan atas nama berikut :

No	Nama	NIM	Program Studi
1.	Ayu Hariati	0703162013	Matematika

Berdasarkan perihal permohonan diatas mahasiswa **di izinkan** melakukan Riset di PT. Tirta Investama Jln. Kapten Soemarsono No. 74 Helvetia Medan.

Demikian hal ini Kami sampaikan, atas perhatiannya Kami ucapkan terima kasih.

Medan, 29 September 2020

Hormat kami,

Nurhayati
HR - Medan



www.aqua.com