

LAPORAN TUGAS AKHIR
PENENTUAN RUTE DISTRUBUSI BARANG PADA PENYELESAIAN
VRP (VEHICLE ROUTING PROBLEM) MENGGUNAKAN METODE
CLARK AND WRIGHT SAVING HEURISTIC DI UD. TEMPE SARI
MURNI



Disusun Oleh :

VISMANATHAN ADNAN

NIM 31601601363

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG

LAPORAN TUGAS AKHIR
PENENTUAN RUTE DISTRUBUSI BARANG PADA
PENYELESAIAN VRP (*VEHICLE ROUTING PROBLEM*)
MENGGUNAKAN METODE *CLARK AND WRIGHT SAVING*
***HEURISTIC* DI UD. TEMPE SARI MURNI**

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar s1 pada program studi teknik industri fakultas teknologi industri universitas islam sultan agung semarang



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG

2023

LEMBAR PERSETUJUAN JUDUL TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Vismanathan Adnan
Nomor Induk Mahasiswa : 31601601363
Angkatan : 2016
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknologi Industri
Judul : PENELITIAN RUTE DISTRIBUSI BARANG PADA PENYELESAIAN *VRP* (*VEHICLE ROUTING PROBLEM*) MENGGUNAKAN METODE *CLARK AND WRIGHT SAVING HEURISTIC* (Studi Kasus : UD. Tempe Sari Murni)

Tanggal Persetujuan

Semarang,

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



H. Andre Sugiyono, ST., MM, Ph.D

Wiwick Fatmawati, ST.M.ENG

NIDN.0503088001

NIDN.0622107401

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul **“PENENTUAN RUTE DISTRUBUSI BARANG PADA PENYELESAIAN VRP (VEHICLE ROUTING PROBLEM) MENGGUNAKAN METODE CLARK AND WRIGHT SAVING HEURISTIC DI UD. TEMPE SARI MURNI”** ini disusun oleh :

Nama : Vismanathan Adnan

Nim : 31601601363

Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada

:

Hari :

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II

H. Andre Sugiyono, ST., MM, PhD

Wiwiek Fatmawati, ST.M.ENG

NIDN. 050 308 8001

NIDN. 062 210 7401

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri



Nuzulia Khoiriyah, ST, MT,

NIK. 210 603 029

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan Judul "**PENENTUAN RUTE, DISTRIBUSI BARANG PADA PENYELESAIAN VRP (VEHICLE ROUTING PROBLEM) MENGGUNAKAN METODE CLARK AND WRIGHT SAVING HEURISTIC DI UD. TEMPE SARI MURNI**" ini telah dipertahankan di depan dosen penguji Tugas Akhir pada :

Hari :

Tanggal :



TIM PENGUJI

Anggota I

Anggota II

Rieska Ernawati, S.T., M.T.
NIDN. 0608099201

Dana Prianjani S.T., M.T.
NIDN. 0626019302

Ketua Penguji

Dr. Ir. Sukarno Budi Utomo, MT
NIDN. 0619076401

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Vismanathan Adnan

Nim : 31601601363

Judul Tugas Akhir : PENENTUAN RUTE DISTRUBUSI BARANG PADA PENYELESAIAN *VRP (VEHICLE ROUTING PROBLEM)* MENGGUNAKAN METODE *CLARK AND WRIGHT SAVING HEURISTIC* DI UD. TEMPE SARI MURNI

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul dari isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Industri tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis maupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila di kemudian hari ternyata terbukti Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis maupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang Agustus 2023

Yang Menyatakan



Vismanathan Adnan

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Vismanathan Adnan

Nim : 31601601363

Judul Tugas Akhir : PENENTUAN RUTE DISTRUBUSI BARANG PADA PENYELESAIAN *VRP (VEHICLE ROUTING PROBLEM)* MENGGUNAKAN METODE *CLARK AND WRIGHT SAVING HEURISTIC* DI UD. TEMPE SARI MURNI

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul dari isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Industri tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis maupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila di kemudian hari ternyata terbukti Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis maupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang Agustus 2023

Yang Menyatakan

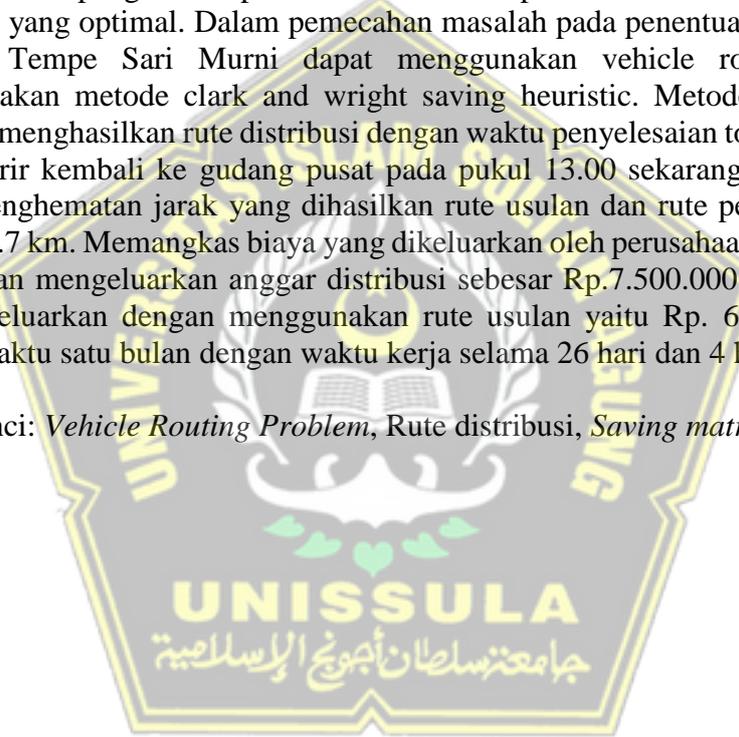


Vismanathan Adnan

ABSTRAK

UD. Tempe Sari Murni merupakan perusahaan yang memproduksi tempe dengan kualitas premium. Perusahaan ini terletak di jl. Banteng Jangli no.21 Semarang. UD. Tempe Sari Murni merupakan home industri yang dimana memproduksi berbagai macam tempe. Untuk satu kali proses produksinya UD. Tempe Sari Murni membutuhkan 1 ton kedelai untuk sekali proses terdapat beberapa proses produksi yang dimulai dari proses pembersihan, proses pengupasan kedelai, proses pengukusan, proses peraginan, proses pencetakan, proses penyimpanan lalu tahap akhir pengemasan atau packing. UD. Tempe Sari Murni memiliki 27 pelanggan tetap dikota Semarang. Pada pendistribusian di wilayah Semarang sering terjadi keterlambatan pengiriman produk dikarenakan perusahaan tidak memiliki rute distribusi yang optimal. Dalam pemecahan masalah pada penentuan rute distribusi di UD. Tempe Sari Murni dapat menggunakan vehicle routing problem menggunakan metode clark and wright saving heuristic. Metode clarke saving heuristic menghasilkan rute distribusi dengan waktu penyelesaian tour yang aslinya setiap kurir kembali ke gudang pusat pada pukul 13.00 sekarang menjadi pukul 09.00, penghematan jarak yang dihasilkan rute usulan dan rute perusahaan adalah sebesar 3.7 km. Memangkas biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan yang biasanya perusahaan mengeluarkan anggaran distribusi sebesar Rp.7.500.000 sekarang biaya yang dikeluarkan dengan menggunakan rute usulan yaitu Rp. 6.500.000 dalam jangka waktu satu bulan dengan waktu kerja selama 26 hari dan 4 hari off kerja.

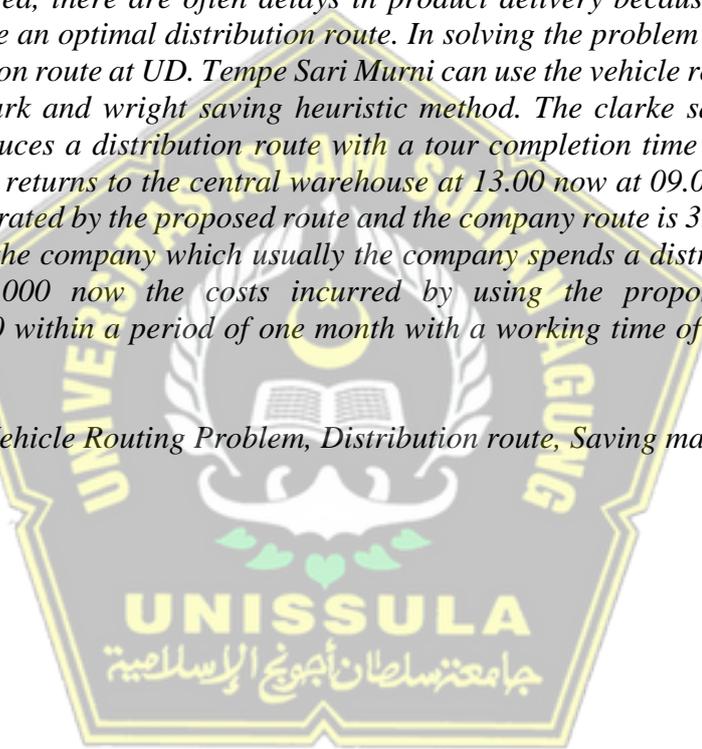
Kata Kunci: *Vehicle Routing Problem*, Rute distribusi, *Saving matriks*, Distribusi



ABSTRACT

UD. Tempe Sari Murni is a company that produces premium quality tempeh. The company is located at JL. Banteng Jangli NO.21 Semarang. UD. Tempe Sari Murni is a home industry which produces various kinds of tempeh. For one production process UD. Tempe Sari Murni requires 1 ton of soybeans, there are several production processes starting from the cleaning process, the soybean peeling process, the steaming process, the grinding process, the printing process, the storage process and then the final stage of packaging or packing. UD. Tempe Sari Murni has 27 regular customers in the city of Semarang. In the distribution in the Semarang area, there are often delays in product delivery because the company does not have an optimal distribution route. In solving the problem of determining the distribution route at UD. Tempe Sari Murni can use the vehicle routing problem using the clark and wright saving heuristic method. The clarke saving heuristic method produces a distribution route with a tour completion time that originally each courier returns to the central warehouse at 13.00 now at 09.00, the distance savings generated by the proposed route and the company route is 3.7 km. cut costs incurred by the company which usually the company spends a distribution budget of Rp.7,500,000 now the costs incurred by using the proposed route are Rp.6,500,000 within a period of one month with a working time of 26 days and 4 days off.

Keywords: Vehicle Routing Problem, Distribution route, Saving matriks, Distribution



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN JUDUL TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vii
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Pembatasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat.....	5
1.6. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	7
2.1. Tinjauan Pustaka.....	7
2.2. Landasan Teori.....	16
2.2.1. Distribusi.....	16
2.2.2. <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	18
2.2.3. Penyelesaian <i>Vehicle Routing Problem</i>	25
2.2.4. Algoritma <i>Clarke And Wright Savings</i>	27
2.3. Hipotesa Dan Kerangka Teoritis	31
2.3.1. Hipotesa	31
2.3.2. Kerangka Teoritis	31
BAB III METODE PENELITIAN.....	33
3.1. Pengumpulan Data	33

3.2. Studi Lapangan.....	33
3.3. Perumusan Masalah.....	33
3.4. Penentuan Tujuan Penelitian	33
3.5. Pengumpulan Data	34
3.6. Pengolahan Data.....	34
3.7. Penarikan kesimpulan	34
3.8. Diagram Alir	35
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1. Pengumpulan Data	37
4.1.1. Nama dan Lokasi Pelanggan.....	37
4.1.2. Matriks Jarak Rute Tiap Pelanggan.....	38
4.1.3. Data Permintaan Tiap Pelanggan.....	40
4.1.4. Time Windows Tiap Pelanggan.....	40
4.1.5. Tipe Kendaraan.....	41
4.1.6. Waktu Set Up dan Waktu Muat Gudang	41
4.1.7. Waktu Bongkar Muat dan Waktu Perjalanan	42
4.1.8. Biaya Distribusi	44
4.2. Pengolahan Data.....	44
4.3. Analisa dan Interpretasi.....	59
4.4. Pembuktian Hipotesa.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Pikir	32
Gambar 3.1 Flow chart Alur Penelitian.....	36



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Pelanggan.....	3
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	12
Tabel 4.1 Nama Lokasi Pendistribusi dan Jarak Pengiriman	37
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Matriks Jarak Rute (km)	39
Tabel 4.3 Jumlah Permintaan dan jumlah barang produk	40
Tabel 4.4 Time Windows Tiap Pelanggan	41
Tabel 4.5 Waktu Bongkar dan Waktu Perjalanan	43
Tabel 4.6 Biaya Distribusi.....	44
Tabel 4.7 Matriks Penghematan Rute (km).....	47
Tabel 4.8 Hasil Iterasi 1 Pengelompokan <i>Node</i> Berdasarkan Matriks Penghematan	49
Tabel 4.9 Hasil Iterasi 2 Pengelompokan <i>Node</i> Berdasarkan Matriks Penghematan Rute.....	51
Tabel 4.10 Hasil Iterasi akhir pengelompokan <i>Node</i> Berdasarkan Matriks Penghematan rute	53
Tabel 4.11 Perhitungan Waktu Penyelesaian Tur Motor 1 (Usulan)	55
Tabel 4.12 <i>Modifikasi Rute (Clark and Wright Saving Heuristic)</i>	57
Tabel 4.13 <i>Output Rute (Clark and Wright Saving Heuristic)</i>	58
Tabel 4.14 <i>Rute Clarke and Wright Saving Heuristic</i>	59
Tabel 4.15 Biaya Distribusi.....	59

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada tahun 2021 ini Persaingan industri global yang semakin ketat perusahaan selalu dituntut untuk dapat menghadapi persaingan bisnis secara tepat dan siap dengan segala resiko yang akan dihadapi terutama dalam hal pendistribusian barang. Permasalahan distribusi barang dalam suatu perusahaan memiliki tingkat permasalahan yang kompleks, karena terdapat banyak faktor yang mempengaruhi dalam hal pendistribusian antara lain kapasitas kendaraan, jenis karakteristik kendaraan, horison perencanaan, buka tutup konsumen, waktu, jenis produk, kesesuaian pelanggan atau dengan kendaraan. Dalam masalah distribusi sering kali terjadi keterlambatan penerimaan barang pada konsumen yang merupakan penyebab dari kurangnya memperhatikan permasalahan pencarian jalur tercepat atau terpendek dan pengaturan urutan pelanggan yang akan didatangi dengan berawal dan berakhir pada depot pusat (Ekawati & Febriana,2017). Salah satu upaya yang dilakukan perusahaan untuk keterlambatan dalam pengiriman pada konsumen yaitu melakukan pengiriman dengan cepat, tidak memakan biaya yang besar dan jarak tempuhnya juga pendek. Upaya ini dapat dilaksanakan dengan mempertimbangkan konfigurasi dari rute distribusi yang tepat dan sesuai dengan karakteristik perusahaan. Mengingat dalam perusahaan memiliki keterbatasan jumlah kendaraan.

UD. Tempe Sari Murni merupakan perusahaan yang memproduksi tempe dengan kualitas premium. Perusahaan terletak di jl. Banteng Jangli no. 21 Semarang. UD. Tempe Sari Murni merupakan *home* industri yang dimana memproduksi tempe potong bulat, tempe malang, tempe mendoan. Untuk satu kali proses produksinya UD. Tempe Sari Murni membutuhkan 1 ton kedelai terdapat beberapa proses produksi yang dimulai untuk membuat tempe dimulai dari proses pembersihan, proses pengupasan kedelai, proses pengukusan, proses peragian, proses pencetakan, proses penyimpanan lalu tahap akhir pengemasan atau *packing*.

Sistem pendistribusian pada UD. Tempe Sari Murni terdapat 2 jenis pendistribusian yaitu dengan menggunakan transportasi milik pribadi dan transportasi pihak ketiga berupa ekspedisi. Perusahaan dalam hal ini lebih dominan menggunakan transportasi pribadi dengan pertimbangan memiliki keuntungan berupa fleksibilitas, kontrol yang lebih besar, integrasi logistik yang lebih dekat, dan komunikasi lebih mudah. Dengan transportasi milik pribadi, dapat menyesuaikan kebutuhan perusahaan.

Pada pendistribusian dengan menggunakan jasa transportasi pihak ketiga dilakukan dalam rangka menjangkau pelanggan – pelanggan atau supermarket yang berada diluar kota seperti Yogyakarta, Magelang, Kudus dan Pati. Dengan pendistribusian seperti perusahaan dapat fokus terhadap pelanggannya yang berada diluar kota, perusahaan menggunakan jasa transportasi pihak ketiga untuk dapat menghemat biaya, mulai dari biaya bahan bakar, biaya perawatan kendaraan dan biaya supir. Untuk pendistribusian barang menggunakan layanan lain seperti layanan paket. Pengiriman ini dilakukan ketika ada permintaan pelanggan yang tidak dilewati armada dengan rute yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

UD. Tempe Sari Murni biasanya mengirim barang sesuai order yang dilakukan oleh pelanggan. UD. Tempe Sari Murni mengirim produk jadi kepada pelanggan alat angkut yang tersedia di perusahaan adalah 3 unit kendaraan tipe roda dua dan 1 unit mobil yang berperan sebagai unit pembantu saja.

Banyaknya permintaan konsumen yang tersebar di berbagai daerah di Jawa Tengah mengakibatkan perusahaan terus menciptakan sistem distribusi yang efektif dan efisien agar dapat melayani konsumen. Untuk mendistribusikan barangnya ke berbagai daerah perusahaan menyesuaikan jam buka dan tutup perusahaan. Untuk pengiriman barang perusahaan memilih menggunakan kendaraan pribadi yaitu dengan mempertimbangkan faktor jarak, waktu biaya dan kapasitas alat angkut. Berikut ini data pelanggan yang ada di UD. Tempe Sari Murni :

Tabel 1.1 Data Pelanggan

NO	Daerah/Kota	Jenis Pelanggan	Nama toko	Jumlah toko
1.	Semarang	tetap	Superindo	19 toko
			ADA swalayan	4 toko
			Hypermart	1 toko
			Glael	2 toko
			Toko Nandi Sari	1 toko
2.	Semarang (Ungaran)	tetap	Superindo	1 toko
3.	Yogyakarta	tidak tetap	Hypermart	2 toko
			Glael	1 toko
			Indogrosir	1 toko
4.	Magelang	tidak tetap	Giant	1 toko
5.	Kudus	tidak tetap	Hypermart	1 toko
			ADA swalayan	1 toko
6.	Pati	tidak tetap	ADA swalayan	1 toko
Jumlah total toko				36 toko

Total pelanggan pada perusahaan sebanyak 36 toko. Dari total data pelanggan di atas diklasifikasikan menjadi 2 yaitu pelanggan tetap dan pelanggan tidak tetap. Pelanggan tetap yaitu pelanggan yang memesan produk tiap bulan. Sedangkan tidak tetap adalah pelanggan yang pesannya tidak menentu dan fluktuatif. Prioritas atau fokus perusahaan mengirimkan produk fokus pada pelanggan tetap. Karena pelanggan lebih dominan pada daerah Kota Semarang dan merupakan pelanggan tetap.

Pada pendistribusian di daerah Kota Semarang sering terjadi keterlambatan barang sehingga menyebabkan pendistribusian tidak optimal. Jarak yang ditempuh lebih panjang sehingga menyebabkan kerugian biaya dan waktu. Sementara itu untuk kota Semarang dan kabupaten Ungaran termasuk pelanggan tetap. Dan untuk Yogyakarta, Magelang, Kudus, Pati merupakan pelanggan tidak tetap yang dimana pengirimannya tepat waktu dan sesuai jadwal karena pengirimannya menggunakan jasa pihak ke 3.

Pada bulan Agustus 2021 perusahaan menerima pesanan produk tempe sebanyak 8,06 ton. Untuk memenuhi permintaan pelanggan di kota Semarang dan kabupaten Semarang yang berjumlah 28 toko (pelanggan tetap). Dengan kapasitas kendaraan 1 kali pengiriman 65 kg jika 2 kali pengiriman total 130 kg, Perusahaan setiap hari melakukan pengiriman 2 kali pagi dan siang sehingga ditotal perusahaan melakukan distribusi selama 1 bulan sebanyak 15 kali. Pada bulan Agustus pendistribusian produk tempe terjadi keterlambatan 3 kali pengiriman disebabkan

tidak efisiennya jarak, waktu, biaya dan kapasitas alat angkut pengiriman kurang optimal. Akibatnya dari 28 toko (pelanggan tetap) hanya terdistribusi 25 toko.

Untuk permasalahan distribusi ini dapat disimpulkan bahwa UD. Tempe Sari Murni mempunyai kendala tentang pencarian rute, biaya distribusi dan memaksimalkan kapasitas alat angkut untuk mengejar target pengiriman kepada pelanggan yang belum optimal. Penelitian ini akan mengidentifikasi indikator – indikator dalam penentuan rute distribusi yaitu kapasitas angkut kendaraan, waktu pengiriman, jarak atau rute yang ditempuh selama pengiriman, dan *time windows*. Berdasarkan penelitian sebelumnya untuk memperbaiki rute distribusi barang pada perusahaan yang tersebar di Kota Semarang dan Kabupaten Semarang. Sehingga nantinya ditemukan rute distribusi terbaik dengan biaya yang seminimal mungkin.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dibahas pada latar belakang yaitu adanya kendala pada proses pendistribusian barang yaitu :

1. Berapa biaya yang efisien untuk pendistribusian produk tempe menggunakan metode clark and wright saving heuristic
2. Berapa waktu tempuh yang dihasilkan dalam melakukan pendistribusian setelah menggunakan metode clark and wright saving heuristic
3. Bagaimana rute distribusi pengiriman produk tempe di kota semarang supaya efisien dengan menggunakan metode clark and wright saving heuristic

1.3. Pembatasan Masalah

Agar tujuan awal penelitian tidak menyimpang maka dilakukan pembatasan masalah, yaitu sebagai berikut:

1. Objek penelitian yang digunakan ini adalah produsen tempe di UD. Tempe Sari Murni Kota Semarang
2. Objek penelitian yaitu pelanggan tetap yang berada di Kota Semarang dan Kabupaten Semarang
3. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah pada bulan Agustus 2020

4. Data yang digunakan merupakan data hasil riset lapangan yang terdiri dari data jarak, waktu, biaya dan *time windows* dokumentasi, *interview*, dan yang diperoleh dari responden yang terkait
5. Penelitian dilakukan untuk menentukan rute distribusi yang optimal di kota Semarang

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian tugas akhir ini adalah

1. Menghitung waktu penyelesaian tur, jarak dan biaya yang dihasilkan selama proses distribusi produk dari *distributor center* ke semua konsumen menggunakan metode *clarke and wright saving heuristic*
2. Menentukan rute distribusi yang optimal menggunakan metode *clarke and wright saving heuristic*
3. Membandingkan rute usulan dengan rute perusahaan
4. Menginterpretasikan rute distribusi yang optimal ke dalam suatu pola distribusi

1.5. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Secara ilmiah
 - a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan kajian penelitian selanjutnya dan memberikan sumbangan pemikiran khususnya pengambil keputusan.
 - b. Mengetahui pemilihan rute distribusi terbaik di wilayah Kota Semarang dan Kabupaten Semarang, mengetahui pengaruh kapasitas, jarak, waktu dalam menentukan kebijakan pemilihan rute.
2. Sebagai bahan perbandingan bagi peneliti lain untuk melakukan penelitian selanjutnya secara praktis
 - a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan oleh perusahaan untuk dijadikan bahan evaluasi dan pertimbangan dalam melakukan perbaikan

dan mampu memberikan rute alternatif bagi perusahaan pada kegiatan distribusi barang.

- b. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu referensi bagi siapa saja yang ingin mengkaji permasalahan ini.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Dalam bab ini akan diuraikan mengenai tinjauan pustaka, landasan teori, hipotesis dan kerangka teoritis.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan – tahapan pengumpulan data, teknik pengumpulan data, pengujian hipotesa, metode analisis, pembahasan, penarikan kesimpulan, dan diagram alir.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi pengumpulan data pengolahan data, analisa dan pembuktian hipotesa dalam penelitian.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan yang dapat diambil oleh penulis dari hasil penelitian ini serta rekomendasi saran – saran yang perlu dalam rute pendistribusian yang optimal pada UD. Tempe Sari Murni.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Setelah melakukan kajian dari beberapa penelitian, ada beberapa penelitian yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti.

Penelitian pertama yang berhasil peneliti temukan yaitu penelitian yang dilakukan oleh Heru Chrystianto Dkk, (2013) dengan judul “Usulan rute distribusi roti dengan menggunakan metode *clarke – wright algorithm* “. Permasalahan pada perusahaan adalah Kapasitas yang diangkut setiap kendaraan lebih besar dibandingkan dengan jumlah roti yang diangkut. Pada penelitian ini menggunakan Algoritma *Clarke and Wright Saving Heuristik*, dan model penyelesaian *Vehicle Routing Problem* dengan Metode *saving matrix*. Untuk menyelesaikan permasalahan diatas yaitu dengan menentukan rute yang dapat meminimasi waktu, biaya dan jarak rute yang harus ditempuh dengan memperhatikan kapasitas angkut tiap truk. Hasil penelitian Setelah menganalisa peneliti menghasilkan penentuan rute yang lebih baik dengan metode *Clarke – Wight Algorithm* sebab dari rute yang dihasilkan dapat meminimasi jarak, waktu dan biaya pengiriman dari segi bahan bakar.

Penelitian kedua yang berhasil ditemukan yaitu penelitian yang dilakukan oleh Dwi Cahya Astriya Nugraha (2015). “Optimasi *vehicle routing problem with time windows* pada distribusi catering menggunakan algoritma genetika” Permasalahan yang terjadi pada perusahaan adalah Pendistribusian makanan ke konsumen sesuai dengan jadwal pengiriman dari perusahaan. Makanan harus didistribusikan dan disajikan kepada konsumen tepat pada waktunya, misal makanan yang diperuntukkan untuk makan siang harus didistribusikan pada jam 13.00-14.00 tepat pada waktu makan siang menyelesaikan permasalahan VRPTW pada kasus pendistributian Catering makanan yang pendistributiannya belum optimal. Metode yang digunakan adalah algoritma genetika. Untuk menyelesaikan masalah diatas yaitu dengan analisa kombinasi *cross over* dan *mutation rate* yang

berkisar 0 sampai 0,4 untuk menghasilkan output yang maksimal pada penentuan distribusi. Dari penelitian ini dihasilkan bahwasanya penggunaan banyak generasi, ukuran populasi, dan *crossover rate* dan *mutation rate* yang tepat dalam algoritma genetika dapat diimplementasikan untuk menyelesaikan permasalahan pendistribusian catering makanan. Banyaknya generasi yang optimal untuk studi kasus pendistribusian catering makanan adalah 450 dan populasi sebesar 90 dengan kombinasi *cross over rate* dan *mutation rate* 0.35:0.05.

Penelitian ketiga yang berhasil peneliti temukan yaitu penelitian yang dilakukan oleh Ekawati, R., & Febriana, N. (2014) dengan judul penelitian “Optimalisasi rute distribusi air minum *quelle* dengan algoritma *clarke & wright saving* dan model *vehicle routing problem*. Permasalahan yang terjadi pada perusahaan PT. KDT telah menyuplai air minum dalam kemasan galon 19 Liter ke lebih dari 100 perusahaan dan anak perusahaan yang terdapat di kawasan Industri Krakatau Steel, Anyer, Merak hingga Bojonegara. Namun, perusahaan hanya memiliki 8 unit alat angkut yang harus mendistribusikan lebih dari 100 perusahaan secara langsung yang telah dibagi tiap rute hanya satu alat angkut dimana tiap rute menangani lebih dari 10 titik. Permasalahan pada perusahaan penggunaan alat angkut yang tidak efisien serta jarak tempuh yang tidak efektif pada rute distribusi produk *Quelle* yang dimiliki oleh perusahaan sehingga perlu dilakukan evaluasi. Untuk menyelesaikan masalah diatas Metode yang digunakan adalah Algoritma *Clarke and wirght saving heuristik* dengan model penyelesaian dengan metode *saving matriks*. Dengan meminimumkan jarak, waktu dan biaya dengan mempertimbangkan kapasitas alat angkut. Hasil yang didapatkan yaitu total jarak tempuh yang dihasilkan model penyelesaian *vehicle routing problem* merupakan total jarak yang paling minimum jika dibandingkan dengan rute eksisting dan rute algoritma *clarke & wright saving*. Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan algoritma *clarke and wright savings* didapatkan tiga rute dimana setiap rute hanya menggunakan satu alat angkut. Dengan total jarak yang ditempuh sejauh 180,7 km. Dan rute hasil model penyelesaian *vehicle routing problem* yang terbentuk ada 3 rute dengan total jarak angkut pada ketiga rute tersebut sebesar 115, 63 km. Sehingga terjadi pengoptimalan dengan jarak yang ditempuh lebih pendek.

Penelitian keempat yang berhasil peneliti temukan yaitu penelitian yang dilakukan oleh sudiana wirasambada dkk (2016) dengan judul penelitian “*vehicle routing* untuk pick up problem dengan pendekatan *most valueable neighborhood* dan *nearest neighbor* pada jasa pengiriman barang “.Dari penelitian ini dihasilkan permasalahan rute kendaraan (*vehicle routing problem*) pada jasa pengiriman barang PT. X. Setiap agen PT. X mayoritas memiliki waktu operasi sama yang dimulai jam 08.00 pagi. Setiap harinya agen akan dikunjungi 1 kendaraan yang akan mengangkut barang-barang yang akan dikirimkan. Kendaraan angkut tersebut harus kembali ke depot sebelum waktu pengiriman dari depot ke kota tujuan barang yaitu jam 15.00. Jumlah kargo yang diangkut pada satu agen akan berbeda pada jam yang berbeda. Hal ini karena semakin lama barang yang akan dikirim dari agen tersebut semakin bertambah. Jumlah kargo yang dikirim pada satu agen pada hari yang berbeda juga tidak sama. Hal ini dapat menyebabkan rute optimal pada hari tertentu menjadi rute paling buruk di hari berikutnya. Untuk menyelesaikan masalah diatas yaitu dengan dua pendekatan *heuristic* yaitu *most valuable neighborhood* (MVN-VRP) dan *Nearest Neighbor* (NN-VRP). Untuk menyelesaikan permasalahan diatas perlunya metode untuk memaksimalkan kargo yang diangkut dan meminimalkan *opportunity value* dari kargo yang hilang. Metode yang digunakan adalah *most valueable neighborhood* dan *nearest neighbor*. Metode *Most Valueable Neighborhood* menghasilkan nilai kargo yang diangkut lebih tinggi dibandingkan *Nearest Neighbor* dengan total jarak tempuh yang lebih tinggi pula. Hasil peneltian adalah hasil komputasi menunjukkan bahwa untuk memaksimalkan nilai kargo yang diangkut atau meminimalkan *opportunity value* yang hilang MVN-VRP lebih baik digunakan dibanding dengan NN-VRP. Meskipun memiliki jarak tempuh yang lebih panjang, rute MVN VRP lebih optimal dalam optimalisasi nilai kargo. Hasil MVN-VRP menunjukkan agen 14 menjadi agen pertama yang dikunjungi kendraan 1. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan peluang terangkutnya kargo yang lebih besar pada agen-agen lainnya, yaitu agen 5,8,4, dan 7; sehingga meminimasi *opportunity value* yang hilang dan kebutuhan kendaraan akan lebih sedikit dan meningkatkan utilitas dari kendaraan

Penelitian kelima yang berhasil peneliti temukan yaitu penelitian yang dilakukan oleh Claudya Sanin, Hutasoit dkk (2014) dengan judul penelitian “ Penentuan rute distribusi es balok menggunakan algoritma *nearest neighbour* dan *local search* “. Dari penelitian ini dihasilkan permasalahan yang dihadapi perusahaan adalah terbatasnya kapasitas kendaraan dan besarnya jumlah permintaan pelanggan. Satu tur dilayani oleh satu kendaraan, dan dibatasi oleh horison perencanaan selama 8 jam. Dalam penentuan rute, masing-masing kendaraan dibatasi oleh waktu cair es selama 3 jam. Jika proses pendistribusian melebihi 3 jam maka es balok akan tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan sehingga kendaraan harus kembali ke depot untuk melakukan *loading*. Tingginya permintaan pelanggan sementara terbatasnya kapasitas angkut kendaraan menyebabkan adanya kemungkinan pelanggan dilayani lebih dari satu kali, karakteristik ini sesuai dengan *Vehicle Routing Problem With Split Deliveries* (VRPSD). Untuk menyelesaikan masalah diatas perlunya pembentukan rute dan optimasi dari perbaikan rute, Jam kerja dan alokasi kendaraan Penelitian ini menggunakan metode algoritma *nearest Neighbour* dan *local search*. metode ini memilih titik pelanggan terdekat dari titik sebelumnya dalam menghasilkan rute. Penelitian ini menghasilkan penyelesaian VRPMTSD menggunakan metode *nearest neighbour* dan hasilnya diperbaiki oleh *local search* (*insertion intra-route* (1-0)). Dari hasil perhitungan didapatkan total penyelesaian menggunakan *nearest neighbour* sebesar 3310,4445 menit dan perbaikan menggunakan *local search* sebesar 3306,8295 menit, penghematan waktu setelah perbaikan adalah 3,615 menit. Jumlah kendaraan yang dimiliki perusahaan adalah 3 truk, kendaraan 1 akan melayani tur 1, 4 dan 7. Kendaraan 2 melayani tur 3,5,8 dan kendaraan 3 melayani tur 2 dan 6.

Analisa kajian dari beberapa penelitian yaitu menunjukkan permasalahan yang dialami oleh perusahaan adalah tentang terbatasnya kapasitas pelanggan, besarnya jumlah permintaan pelanggan, rute kendaraan yang belum maksimal, penggunaan alat angkut yang tidak efisien pada jarak tempuh pendistribusian barang. Sehingga dapat menyebabkan pendistribusian tidak efektif dan efisien.

Penentuan metode yang tepat pada penelitian ini dengan menganalisa metode – metode berdasarkan beberapa penelitian yang terkait. Untuk metode algoritma genetika yang dapat menyelesaikan masalah distribusi dengan jumlah populasi yang besar dan kekurangannya yaitu terlalu banyak kombinasi ukuran populasi sehingga pilihan yang terpilih belum tentu yang paling optimal. Pada metode *most valuable neighborhood* dan *nearest neighbor* yang dapat meminimalkan nilai kargo yang diangkut dan kekurangannya yaitu rute lebih panjang sehingga terjadi pembengkakan pada *cost* perusahaan. Kemudian untuk metode algoritma *nearest neighbour* dan *local search* dapat menyelesaikan masalah distribusi dengan teknik pemecahan VRP yang sangat efektif cepat dan menghasilkan solusi yang paling optimal. Pada metode yang lain yaitu metode *clarke and wright saving heuristic* yaitu dapat menentukan rute yang lebih baik dan optimal dengan jumlah rute yang banyak pada perusahaan dengan meminimasi jarak waktu dan memaksimalkan kapasitas alat angkut yang memiliki kekurangan hanya mengukur rute dari 3 faktor saja.

Permasalahan pada perusahaan adalah penggunaan alat angkut yang tidak efisien yaitu space atau ruang kosong sehingga banyak produk yang tidak bisa dikirim akibatnya terjadinya keterlambatan pengiriman, serta jarak tempuh tidak efektif sehingga tidak menghasilkan distribusi yang tidak optimal. Dari segi jarak waktu, rute, kapasitas angkut dan biaya. Oleh karena itu pada penelitian kali ini metode yang sesuai dengan permasalahan UD. Tempe Sari Murni adalah *clarke and wright saving heuristic*.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul dan Sumber	Permasalahan	Metode	Hasil	Kelebihan dan Kekurangan
1	Heru Chrystianto, Hari Adianto, Rispianda , (2013)	Usulan rute distribusi roti dengan menggunakan metode clarke – wright algorithm sumber : Reka Integra ISSN : 2338-5081 Jurnal Online Institut Teknologi Nasional.	penggunaan alat angkut yang tidak efisien serta jarak tempuh yang tidak efektif pada rute distribusi produk Quelle yang dimiliki oleh perusahaan	Metode Clarke – Wright Algorithm	Menghasilkan penentuan rute yang lebih baik. dapat meminimasi jarak, waktu dan biaya pengiriman dari segi bahan bakar. Perusahaan dapat mengoptimalkan jam kerja sehingga dapat memperluas pemasaran. memaksimalkan kapasitas angkut	Kelebihan penelitian menggunakan metode ini yaitu dapat digunakan untuk menentukan pemilihan rute yang harus dipilih yaitu dengan meminimasi waktu dan jarak perjalanan. Sehingga penentuan rute dengan memaksimalkan kapasitas mendapatkan total jarak, waktu tempuh dan bahan bakar bensin paling kecil. dan untuk kekurangannya yaitu hanya mengukur dengan 3 faktor saja.
2	Dwi Cahya Astriya Nugraha, Wayan Firdaus Mahmudy (2015).	optimasi vehicle routing problem with time windows pada distribusi catering menggunakan algoritma genetika Sumber : Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia 2-3 November 2015	Pendistribusian makanan ke konsumen sesuai dengan jadwal pengiriman dari perusahaan . Makanan harus didistribusikan dan disajikan kepada konsumen tepat pada waktunya, misal makanan yang diperuntukkan untuk makan siang harus didistribusikan pada jam 13.00-14.00 tepat pada waktu makan siang menyelesaikan permasalahan VRPTW pada kasus pendistributian	Algoritma Genetika	Penggunaan banyak generasi, ukuran populasi, dan crossover rate dan mutation rate yang tepat dalam algoritma genetika dapat diimplementasikan untuk menyelesaikan permasalahan pendistribusian catering makanan. Banyaknya generasi yang optimal untuk studi kasus pendistributian catering makanan adalah 450 dan populasi sebesar 90 dengan kombinasi cross over rate dan mutation rate 0.35:0.05.	Kelebihan penelitian menggunakan metode ini yaitu mempresentasikan suatu solusi permasalahan dalam bentuk kromosom. Jumlah populasi solusi yang besar adalah keunggulan metode ini. Sehingga dapat menentukan alternatif yang optimum dan mencari penyebabnya. Kekurangannya yaitu terlalu banyak kombinasi ukuran populasi, crossover dan mutatuion rate untuk menentukan rute pendistributian.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu (lanjutan)

No	Penulis	Judul dan Sumber	Permasalahan	Metode	Hasil	Kelebihan dan Kekurangan
3	Ade Irman SM, Ratna Eka Wati, Nuzulia Febriana (2017)	optimalisasi rute distribusi air minum quelle dengan algoritma <i>clarke & wright saving</i> dan model <i>vehicle routing problem</i> Sumber : Seminar Nasional Inovasi dan aplikasi teknologi di industri 2017 ITN Malang, 4 Februari 2017	PT. KDT telah menyuplai Air Minum Dalam Kemasan Galon 19 Liter ke lebih dari 100 perusahaan dan anak perusahaan yang terdapat di kawasan Industri Krakatau Steel, Anyer, Merak hingga Bojonegara. Namun, perusahaan hanya memiliki 8 unit alat angkut yang harus mendistribusikan lebih dari 100 perusahaan secara langsung yang telah dibagi tiap rute hanya satu alat angkut dimana tiap rute menangani lebih dari 10 titik. Permasalahan pada perusahaan penggunaan alat angkut yang tidak efisien serta jarak tempuh yang tidak efektif pada rute distribusi produk <i>Quelle</i> yang dimiliki oleh perusahaan sehingga perlu dilakukan evaluasi	Metode algoritma <i>clarke & wright saving</i>	Dari penelitian tersebut dapat diketahui hasil didapatkan tiga rute dimana setiap rute hanya menggunakan satu alat angkut, Dengan total jarak yang ditempuh sejauh 180,7 km dan rute hasil penyelesaian VRP yang terbentuk ada 3 rute dengan total jarak 115,63 km.	Kelebihan penelitian menggunakan metode ini yaitu dapat menentukan rute yang lebih baik dan optimal dengan jumlah rute yang banyak pada perusahaan. Untuk kekurangannya yaitu menentukan perhitungan rute distribusi optimal berdasarkan 3 aspek saja.

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu (lanjutan)

No	Penulis	Judul dan Sumber	Permasalahan	Metode	Hasil	Kelebihan dan Kekurangan
4	Sudiana wirasambada, Dwi Iryaning Handayani dkk (2016)	<i>vehicle routing</i> untuk pick up problem dengan pendekatan <i>most valuable neighborhood</i> dan <i>nearest neighbor</i> pada jasa pengiriman barang.	Permasalahan rute kendaraan (<i>vehicle routing problem</i>) pada jasa pengiriman barang PT. X. Setiap agen PT. X mayoritas memiliki waktu operasi sama yang dimulai jam 08.00 pagi. Setiap harinya agen akan dikunjungi 1 kendaraan yang akan mengangkut barang-barang yang akan dikirimkan. Kendaraan angkut tersebut harus kembali ke depot sebelum waktu pengiriman dari depot ke kota tujuan barang yaitu jam 15.00. Jumlah kargo yang diangkut pada satu agen akan berbeda pada jam yang berbeda. Hal ini karena semakin lama barang yang akan dikirim dari agen tersebut semakin bertambah.	<i>Metode most valuable neighborhood</i> dan <i>nearest neighbor</i>	Memaksimalkan nilai kargo yang diangkut atau meminimalkan <i>opportunity value</i> yang hilang MVN-VRP lebih baik digunakan dibanding dengan NN-VRP. Meskipun memiliki jarak tempuh yang lebih panjang, rute MVN VRP lebih optimal dalam optimalisasi nilai kargo. Hasil MVN-VRP menunjukkan agen 14 menjadi agen pertama yang dikunjungi kendraan 1. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan peluang terangkutnya kargo yang lebih besar pada agen-agen lainnya, yaitu agen 5,8,4, dan 7; sehingga meminimasi <i>opportunity value</i> yang hilang dan kebutuhan kendaraan akan lebih sedikit dan meningkatkan utilitas dari kendaraan	Kelebihan penelitian diselesaikan dengan dua pendekatan heuristic yaitu <i>most valuable neighborhood</i> (MVN VRP) dan <i>Nearest Neighbor</i> (NN-VRP). Meminimalkan nilai kargo yang diangkut atau <i>opportunity value</i> . Kekurangannya yaitu Jarak yang ditempuh dalam rute lebih panjang sehingga terjadi pembengkakan pada cost perusahaan

5	claudya sanin hutasoit, susy susanty,arif imran (2014)	<p>Penentuan rute distribusi es balok menggunakan algoritma <i>nearest neighbour</i> dan <i>local search</i></p> <p>Sumber : Reka Integra ISSN : 2338-5081 Jurnal Online Institut Teknologi Nasional.</p>	<p>Jumlah kargo yang dikirim pada satu agen pada hari yang berbeda juga tidak sama. Hal ini dapat menyebabkan rute optimal Terbatasnya kapasitas kendaraan dan besarnya jumlah permintaan pelanggan. Satu tur dilayani oleh satu kendaraan, dan dibatasi oleh horison perencanaan selama 8 jam. Dalam penentuan rute, masing-masing kendaraan dibatasi oleh waktu cair es selama 3 jam</p>	<p><i>Algoritma Nearest Neighbour dan Local Search</i></p>	<p>Dari penelitian tersebut dapat diketahui hasil analisis didapatkan total waktu penyelesaian menggunakan <i>nearest neighbour</i> sebesar 3310,4445 menit dan perbaikan menggunakan <i>local search</i> sebesar 3306,8295 menit, penghematan waktu setelah perbaikan adalah 3,615 menit.</p>	<p>. Kelebihan penelitian menggunakan metode ini yaitu teknik pemecahan VRP yang sangat efektif, berjalan cepat dan biasanya menghasilkan kualitas yang cukup layak . Dan untuk kekurangannya yaitu belum menghasilkan solusi yang paling</p>
---	--------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



2.2. Landasan Teori

2.2.1. Distribusi

Pengertian distribusi adalah bagian yang bertanggung jawab terhadap perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian aliran material dari produsen ke konsumen dengan suatu keuntungan. (Putu Andayani,2011)

a. Tujuan Distribusi

Tujuan distribusi atau penyaluran produk dari produsen ke konsumen yang dilakukan oleh lembaga pemasaran yaitu :

1. Menyalurkan produk dari produsen ke konsumen. Pendistribusian memiliki tujuan utama yaitu mengantarkan barang maupun jasa dari produsen ke konsumen.
2. Mempertahankan dan mengembangkan kualitas produksi, proses pendistribusian memberikan produsen waktu untuk lebih fokus pada kegiatan produksi. Kegiatan pendistribusian yang dilakukan oleh distributor memberikan produsen kesempatan untuk mengembangkan kualitas produksinya.
3. Menjaga stabilitas perusahaan, selain membuat fokus produsen atau perusahaan. Aktivitas pendistribusian juga mampu mengembangkan saluran baru dan kesempatan bagi banyak orang. Sehingga perusahaan akan lebih banyak yang menopang dan lebih stabil.
4. Sebagai pemerataan perolehan produk di setiap wilayah, semakin banyak distributor dari berbagai daerah maka akan semakin banyak pula konsumen yang memperoleh produk. Produk yang diperoleh juga dapat lebih mudah untuk tersebar di berbagai wilayah.
5. Supaya proses produksi merata, kegiatan produksi dapat dilakukan secara merata bila proses pendistribusian berjalan baik. Distributor di setiap wilayah dapat mendorong kegiatan produksi di wilayah – wilayah yang terdapat distributor.
6. Mempertahankan kontinuitas proses produksi, adanya distributor aktif menandakan adanya permintaan dari produk. Berdasarkan hal ini maka kegiatan produksi akan terus berjalan selagi pasar masih ada.

7. Menjaga stabilitas harga barang dan jasa, melalui proses pendistribusian melalui distributor maka harga produk di pasaran akan stabil. Kestabilan harga mengikuti kondisi sesuai dengan permintaan pasar.

b. Jenis – Jenis Distribusi

Berdasarkan komunikasi yang terjalin antara produsen dan konsumen. Maka terdapat 3 jenis distribusi. Tiga jenis distribusi tersebut antara lain:

1. Distribusi Langsung adalah kegiatan pendistribusian dilakukan langsung oleh produsen kepada konsumen tanpa ada perantara. Contoh distribusi langsung yaitu seorang petani yang langsung menjual hasil panennya kepada konsumen.
2. Distribusi Semi Langsung adalah Distribusi semi langsung dilaksanakan melalui saluran yang dimiliki oleh perusahaan produsen. Pihak lembaga pemasaran memiliki produsen atau perusahaan mengantar produk kepada konsumen.
3. Distribusi Tidak Langsung adalah Aktivitas distribusi dijalankan oleh lembaga pemasaran di luar dari perusahaan produsen. Pihak distributor luar menyalurkan produk dari produsen ke konsumen. Contoh kegiatan adalah penjual produk kecantikan yang menjual produknya melalui agent atau retail.

c. Pelaku Kegiatan Distribusi

Kegiatan pendistribusian tidak akan berlangsung dengan baik tanpa adanya pelaku di dalamnya. Terdapat beberapa aktor dalam aktivitas pendistribusian yaitu perlu dipahami. Diantaranya adalah:

1. Pedagang adalah pemain distributor yang membeli produk dari produsen atas kemauan sendiri. Produk tersebut kemudian dijual kembali ke pedagang lain atau konsumen akhir. Terdapat dua macam pedagang besar dan kecil. Pedagang besar biasa disebut pengepul. Pedagang kecil disebut pengecer.
2. Agen adalah lembaga pemasaran yang diakui oleh produsen atau perusahaan untuk mendistribusikan produk ke konsumen. Lembaga ini biasanya memiliki izin atas nama perusahaan produsen. Secara resmi agen adalah lembaga distributor resmi dari suatu perusahaan produsen.

3. Makelar adalah suatu lembag pemasaran yang menjual produk menggunakan nama pihak lain.
4. Eksportir adalah orang atau sekelompok orang atau lembaga yang membeli produk dari dalam negeri kemudian melakukan penjualan ke luar negeri.
5. Komisioner adalah distributor yang bertugas seperti makelar namun melaksanakan transaksi jual beli menggunakan nama sendiri. Dalam hal ini komisioner bertanggung jawab pula dalam aktivitasnya. Adapun komisi merupakan imbalan dari hasil kinerja komisioner.

2.2.2. Vehicle Routing Problem (VRP)

Dantzig dan Ramser mengenalkan *Vehicle Routing Problems* (VRP) pertama kali pada tahun 1959. *Vehicle routing problem* merupakan permasalahan untuk mengatur aktivitas distribusi sumber daya tertentu, VRP dapat dipecahkan dengan cara menentukan sejumlah rute yang masing-masing dilayani oleh suatu kendaraan yang berasal dan berakhir pada depotnya. Distribusi dilakukan dengan menggunakan sejumlah armada pengangkutan tidak terbatas dengan kapasitas angkut tertentu. Bermula dari satu depot menuju sejumlah lokasi konsumen (*node*) dan konsumen hanya dikunjungi satu kali dengan *demand* masing-masing melalui suatu jaringan rute tertentu dan kembali ke depot asal.

Permasalahan yang berkaitan dengan distribusi barang antara depot dan konsumen secara umum dikenal dengan VRP. *Vehicle Routing Problem* (VRP) merupakan sebuah cakupan masalah yang di dalamnya ada sebuah problem dimana ada sejumlah rute untuk sejumlah kendaraan yang berada pada satu atau lebih depot yang harus ditentukan jumlahnya agar tersebar secara geografis supaya bisa melayani konsumen – konsumen yang tersebar. Menurut Ho et al.(2008) VRP mirip dengan yang dikenal *travelling salesman* (TSP), kecuali karena tidak ada pembatas kapasitas kendaraan yang bisa digunakan dalam TSP sehingga pelanggan dapat dilayani oleh satu rute saja. TSP menganggap hanya pada masalah penjadwalan dan karena itu lebih sederhana dari VRP yang terfokus pada penjadwalan maupun masalah *routing*. Tujuan dari VRP adalah menentukan total jarak atau waktu yang dihabiskan untuk melayani semua pelanggan. Hal ini dapat dilakukan dengan

menentukan secara optimal jumlah kendaraan dalam memenuhi permintaan konsumen.

Menurut Christofides et al. (1979) mendefinisikan VRP merupakan salah satu bentuk penentuan rute kendaraan dalam permasalahan transportasi yang melibatkan pendistribusian barang kepada konsumen dan bertujuan untuk meminimasi beberapa tujuan distribusi. Menurut Mancini (2015) VRP merupakan sebuah permasalahan optimasi kombinatorial yang kompleks, dimana VRP ini bertujuan untuk meminimalkan biaya yang diperlukan, sedangkan penentuan biaya sangat terkait dengan jarak yang ditempuh.

Berikut ini merupakan komponen yang terdapat dalam VRP yaitu:

1. Horison perencanaan
Horison perencanaan merupakan batas waktu yang disediakan untuk menyelesaikan proses pendistribusian dalam satu tur.
2. Jaringan Kerja (*link*)
Jaringan jalan digunakan untuk transportasi barang secara umum digambarkan melalui sebuah graph, dimana setiap *link* mewakili jalan yang tersedia dan setiap *node* mewakili tiap lokasi. *Link* dihubungkan dengan biaya yang secara umum diwakili dengan waktu perjalanan, jenis, kendaraan, dan periode waktu perjalanan.
3. Pelanggan
Beberapa karakteristik khusus dari pelanggan adalah:
 - a. *Node* pada jaringan kerja dimana pelanggan tersebut berada.
 - b. Banyaknya permintaan, bisa terjadi jumlah berbeda – beda yang akan dikirim ke setiap pelanggan.
 - c. Periode waktu pengiriman (*time windows*) yang menunjukkan jangka waktu pelanggan dapat dilayani pada suatu, misalnya jam buka dan jam tutup.
 - d. Waktu yang digunakan untuk membongkar (*loading*) dan memuat barang (*unloading*).
 - e. Sekelompok khusus kendaraan yang dapat digunakan untuk pelanggan.
4. Depot

Depot merupakan lokasi penyimpanan produk sebelum dilakukan pengiriman kepada pelanggan. Depot juga merupakan lokasi awal sekaligus lokasi akhir dimana rute pengiriman dilakukan. Setiap depot dicirikan dengan tipe dan banyaknya kendaraan, serta banyaknya permintaan (*demand*) yang ada di depot tersebut.

5. Kendaraan

Proses pengiriman barang dilakukan menggunakan kendaraan yang dimiliki sesuai dengan ukuran dan kapasitasnya sesuai dengan permintaan pelanggan. Totg dan Vigo (2002) memberikan beberapa karakteristik kendaraan, diantaranya:

- a. Mempunyai home depot, yaitu adanya depot digunakan untuk mengawali dan mengakhiri pelayanan pengiriman barang, atau juga dapat berlaku kendaraan mengakhiri pelayanannya di depot yang lain.
- b. Mempunyai kapasitas.
- c. Memungkinkan adanya pembagian kapasitas kendaraan ke dalam kompartemen- kompartemen tergantung jenis barang yang dibawa.
- d. Kendaraan tersedia untuk operasi *loading* dan *unloading*
- e. Rute kendaraan dapat berjalan melintang.
- f. Ongkos yang digunakan berhubungan dengan utilitas dari kendaraan.

6. *Driver*

Pengendara yang mengoperasikan kendaraan harus memenuhi semua kendala dan batasan yang ditetapkan perusahaan. Misalnya jam kerja, durasi waktu istirahat, waktu perjalanan maksimal dan lainnya. Rute dalam VRP harus memenuhi batasan – batasan yang telah ditentukan oleh perusahaan karena dalam menentukan batasan – batasan tersebut perusahaan telah melakukan pembatas baru ataupun variabel baru yang muncul. Suprayogi (2003) memberikan beberapa contoh variasi VRP sebagai berikut:

a. VRP *with multiple trips* (VRPMT)

VRP ini merupakan karakteristik bahwa kendaraan dapat melakukan lebih dari satu rute untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

b. VRP *with time windows* (VRPTW)

VRP jenis ini mempunyai karakteristik setiap pelanggan dilayani sesuai pada rentang *time windows* dari masing – masing pelanggan. Depot juga dapat mempunyai *time windows*, yang biasa dikenal dengan sebutan horizon perencanaan, jika depot atau pelanggan mempunyai *time windows* lebih dari satu maka disebut dengan *multiple time windows*.

c. *VRP with spllit delivery (VRPSD)*

Permasalahan dari jenis VRP ini dimana pelanggan dikunjungi lebih dari satu kendaraan, sedangkan pada VRP standar satu pelanggan hanya dilayani atau dikunjungi oleh satu kendaraan.

d. *VRP with multicompartement (VRPMP)*

Karakteristik VRP ini mencakup permintaan pelanggan yang lebih dari satu produk dan umumnya varian VRP ini melibatkan kendaraan dengan *multicompartement*.

e. *VRP with delivery and pick up (VRPDP)*

Dalam kondisi nyata, kendaraan tidak hanya bertugas untuk mengantarkan atau mengangkut (pengambilan) produk saja, tapi sebagian besar kendaraan melakukan dua hal tersebut sekaligus. Variasi ini juga dikenal dengan VRP with *linehauls and backhauls*.

f. *VRP with multiple depots (VRPMD)*

Karakteristik VRP ini memiliki depot lebih dari satu. Setiap pelanggan mendapatkan produk yang diantar dengan satu kendaraan dari salah satu depot. Setiap kendaraan berangkat di depot dan berakhir di depot.

g. *VRP with heterogeneous fleet of vehicles (VRPHP)*

VRP ini mempunyai karakteristik kapasitas antar kendaraan yang satu dengan yang lainnya heterogen. Jumlah tipe kendaraan diketahui.

h. *Periodic VRP (PVRP)*

VRP ini merupakan pelayanan kepada pelanggan dapat dilakukan dalam beberapa waktu horizon perencanaan (pengantaran hanya dilakukan di hari tertentu).

i. *Stochastic VRP (SVRP)*

VRP ini mempunyai karakteristik munculnya *random values* (seperti jumlah pelanggan, jumlah permintaan, waktu pelayanan atau waktu perjalanan).

j. *Dinamic VRP (DVRP)*

VRP ini dengan karakteristik pelanggan bersifat tidak tetap untuk masing-masing horizon waktu.

Tujuan dari VRP ini yaitu dapat memenuhi kebutuhan pelanggan, menyelesaikan semua permasalahan operasional dengan memaksimalkan kapasitas dan meminimalisir biaya transportasi secara umum. Beberapa contoh nyata VRP dalam kehidupan sehari – hari, yaitu permasalahan pengantaran produk dari supplier kepada agen, penganangkutan sampah, pengambilan surat pada kotak pos, pengantaran koran pada para customer dan sebagainya (Susanto, Eko Ricky, 2011).

Prins (2001) menggambarkan permasalahan VRP sebagai suatu *undirected network* $G = (V, E)$, dengan sebuah *node* set $V = \{0, 1, \dots, n\}$, dan sebuah *edge* set E . Node 0 adalah sebuah depot, dengan sejumlah kendaraan yang mempunyai kapasitas yang sama atau *identic*, Q . Setiap konsumen (node $I > 0$), memiliki suatu *demand non negative* q , dan tiap *edge* $[i, j]$ memiliki biaya *non negative* dari tiap $c_{ij} = c_{ji}$. Permasalahan VRP bertujuan untuk menentukan suatu *set trips* kendaraan dengan total biaya *minimal*. Dimana tiap *trip* berawal dan berakhir di depot, tiap *klien* dikunjungi tepat satu kali, total *demand* dibawa oleh tiap kendaraan tidak melebihi kapasitas kendaraan Q , dan biaya dari tiap *trip* tidak melebihi *upper limit* L , yang telah ditentukan perusahaan.

Thangiah (1995) dalam Arief Sugeng Fuadi (2018) merumuskan model *mixed-integer programming* untuk permasalahan VRP. Parameter yang digunakan antara lain : K sebagai nomer kendaraan, N sebagai nomor konsumen (0 menunjukkan depot), C_i menunjukkan konsumen I , C_0 menyatakan depot. Selanjutnya V_k sebagai rute kendaraan k , c_{ijk} adalah biaya travel antara konsumen I dan j untuk kendaraan k , q_{ik} menyatakan total *demand* kendaraan k sampai konsumen I , dan v_k adalah kapasitas maksimum kendaraan k . Sedangkan variabelnya didefinisikan sebagai :

$$y_{ik} = \begin{cases} 1 & \text{jika konsumen } t \text{ dilayani oleh kendaraan } k \\ 0 & \text{jika tidak demikian} \end{cases}$$

$$y_{ik} = \{$$

- 1 jika kendaraan k dari konsumen i langsung ke konsumen j
- 0 jika tidak demikian

Formulasi mixed-integer programming untuk VRP ini adalah :

Fungsi tujuan :

$$\text{Min} \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \sum_{k=0}^N c_{ij} x_{ijk} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan kendala-kendala :

$$\sum_{j=0}^N q_{ik} y_{ik} \leq v_k, k = 1, \dots, K \dots \dots \dots (2)$$

$$y_{ik} = 0 \text{ atau } 1; i = 1, 2, \dots, N; k = 1, 2, \dots \dots \dots (3)$$

$$x_{ik} = 0 \text{ atau } 1; i = 1, 2, \dots, N; k = 1, 2, \dots \dots \dots (4)$$

$$\sum_{k=1}^K y_{ij} = \begin{cases} K, & i = 0 \\ 1, & i = 1, \dots, N \end{cases} \dots \dots \dots (5)$$

$$\sum_{i=0}^N x_{ijk} = y_{ik}, i = 1, \dots, N; k = 1, \dots, K \dots \dots \dots (6)$$

$$\sum_{j=0}^N x_{ijk} = y_{ik}, i = 1, \dots, N; k = 1, \dots, K \dots \dots \dots (7)$$

Model ini mempunyai tujuan untuk meminimalkan total biaya *travel*. Kendala (2) membatasi bahwa total jumlah *demand* yang dibawa oleh kendaraan k tidak boleh melebihi kapasitas dari kendaraan tersebut. Kendala (5) untuk menunjukkan bahwa tiap konsumen hanya dapat dilayani oleh satu kendaraan saja. Kendala (6), dan (7) digunakan untuk memastikan bahwa tiap konsumen dikunjungi oleh kendaraan yang sama yang telah dijadwalkan untuk konsumen tersebut. Sedangkan Kallehauge dkk. (2001) memodelkan VRP sebagai :

$$\text{Min} \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \sum_{k=0}^N c_{ij} x_{ijk} \dots \dots \dots (8)$$

Dengan kendala-kendala :

$$\sum_{k=1}^k \sum_{j=0}^{N+1} X_{ijk} = 1; i = 1, 2, \dots, N \dots \dots \dots (9)$$

$$\sum_{i=1}^N d \sum_{j=0}^{N+1} X_{ijk} \leq v_k; k = 1, 2, \dots, K \dots \dots \dots (10)$$

$$\sum_{j=0}^{N+1} X_{ijk} = 1, 2, \dots, K \dots \dots \dots (11)$$

$$\sum_{i=0}^{N+1} X_{ihk} \sum_{j=0}^{N+1} X_{hjk} = 0; h = 1, 2, \dots, N; k = 1, 2, \dots, K \dots \dots \dots (12)$$

$$\sum_{i=1}^{N+1} x_{i,N+1,k} = 1, 2, \dots, K \dots \dots \dots (13)$$

$$x_{ijk} \in [0, 1]; i = 0, 2, \dots, N + 1; k = 1, 2, \dots, K \dots \dots \dots$$

Fungsi tujuan dari model VRP Kallehaug dkk. (2001) dan Thangiah (1995) adalah sama yaitu untuk meminimalkan total biaya *travel* tetapi model TRV Thangiah hanya memperhitungkan biaya travel untuk perjalanan awal dari depot, kemudian untuk mengunjungi semua konsumen yang ada saja tanpa memperhitungkan perjalanan kembali ke depot, pada akhir perjalanan tersebut. Sedangkan Kallehaug dkk (2011), memperhitungkan biaya *travel* untuk perjalanan awal dari depot, kemudian mengunjungi semua konsumen yang ada saja, dan juga perjalanan kembali ke depot, pada akhir perjalanan tersebut kendala (9) mempunyai kegunaan yang sama seperti kendala (5), yaitu untuk menunjukkan bahwa tiap konsumen hanya dapat dilayani oleh suatu kendaraan saja. Kendala (10) mempunyai kegunaan sama seperti kendala (2), yaitu untuk membatasi bahwa total jumlah *demand* yang dibawa kendaraan k, tidak boleh melebihi kapasitas dari kendaraan berangkat dari depot 0, dan setelah selesai melayani seorang konsumen, kendaraan tersebut akan pergi, serta pada akhirnya, kendaraan tersebut akan kembali ke depot N+1. Pada model yang dibuat oleh Thangiah (1995), tidak terdapat kendala yang mempunyai kegunaan seperti kendala (11)-(13).

2.2.3. Penyelesaian *Vehicle Routing Problem*

pada dasarnya terdapat 3 macam penyelesaian VRP :

A. Solusi Eksak

pada solusi eksak dilakukan pendekatan dengan menghitung setiap solusi yang mungkin sampai satu terbaik dapat diperoleh. *Branch and Bound* merupakan contoh dari penyelesaian eksak yaitu antara lain :

- Algoritma *Branch and bound*

Algoritma *Branch and bound* merupakan metode pencarian di dalam ruang solusi secara sistematis. Ruang solusi diorganisasikan kedalam pohon ruang status. Pohon ruang status tersebut dibangun dengan skema BFS. Untuk mempercepat pencarian ke simpul solusi, maka setiap simpul diberi sebuah nilai ongkos (*cost*). Simpul berikutnya yang akan diekspansi adalah simpul yang memiliki ongkos paling kecil diantara simpul – simpul hidup lainnya. Sedangkan simpul lainnya dimatikan. Nilai ongkos pada simpul i dinyatakan dengan :

$\hat{c}(i)$ = nilai taksiran lintasan termurah dari i ke tujuan. Metode ini menggunakan pohon pencarian (*Search Tree*), setiap simpul di pohon merupakan representasi dari sejumlah kemungkinan solusi dari TSP. metode ini hanya dapat digunakan untuk masalah optimasi saja (*optimization problem*). Algoritma dimulai dengan pengisian sebuah nilai ke akar dari pohon pencarian tersebut pencabangan dilakukan dengan memasang sebuah *pending node* ke *pending node* lain yang lebih rendah levelnya. Bobot juga dihitung pada setiap proses dan ditulis di simpul pohon. Jika sebuah simpul diketahui merupakan solusi yang tidak mungkin bagi persoalan yang dihadapi, simpul tersebut diisi dengan nilai tak terbatas (*infinity*). Algoritma berhenti ketika sudah tidak mungkin lagi untuk membentuk simpul baru di pohon atau hasil terakhir yang ditemukan merupakan hasil yang lebih rendah (*minimum*) dari isi simpul yang telah ada pada level yang rendah. Metode *branch and bound* sebenarnya bukan merupakan metode yang mutlak untuk penyelesaian TSP, metode ini

merupakan kumpulan dari berbagai cara penyelesaian masalah (*class of solving problem*), hanya saja persamaan karakteristik.

B. Heuristik

metode heuristik memberikan suatu cara untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang lebih sulit dengan kualitas dan waktu penyelesaian yang lebih cepat dari solusi eksak. Contoh metode heuristik antara lain:

- *Saving Matrix*

Metode ini dipublikasikan sebagai suatu algoritma yang digunakan sebagai solusi untuk permasalahan rute kendaraan dimana sekumpulan rute pada setiap langkah ditukar untuk mendapatkan sekumpulan rute yang lebih baik, dan metode ini digunakan untuk mengatasi permasalahan yang cukup besar, dalam hal ini adalah jumlah rute yang banyak. Algoritma *Clarke – Wrugth Savings* melakukan perhitungan penghematan yang diukur dari seberapa banyak dapat dilakukan pengurangan jarak tempuh dan waktu yang digunakan dengan mengaitkan node – node yang ada dan menjadikannya sebuah rute berdasarkan nilai *saving* yang terbesar yaitu jarak tempuh antarai *source node* dan *node* tujuan. Proses perhitungannya, metode ini tidak hanya menggunakan jarak sebagai parameter, tetapi juga waktu untuk memperoleh nilai *saving* yang terbesar untuk kemudian disusun menjadi sebuah rute yang terbaik.

- *Nearest insertion Heuristic*

Metode *Nearest Insertion Heuristic*. Metode ini melakukan pembentukan rute dengan cara memilih pelanggan yang akan disisipkan kedalam suatu rute yang sudah ada. Proses penyisipan dilakukan hingga rute yang bersangkutan dinyatakan penuh, baik berdasarkan kapasitas kendaraan maupun jadwal waktu pelayanan di masing – masing pelanggan. Tujuannya adalah untuk membentuk satu atau beberapa rute pelayanan dengan total ongkos perjalanan yang minimum.

Diasumsikan besarnya ongkos proporsional terhadap jarak dan waktu tempuh.

2.2.4. Algoritma Clarke And Wright Savings

Algoritma *Clarke-Wright Savings* (*Clarke-Wright Savings Method*) merupakan suatu metode yang ditemukan oleh *Clarke* dan *Wright* pada tahun 1964. Metode ini dipublikasikan sebagai suatu algoritma yang digunakan sebagai solusi untuk permasalahan rute kendaraan dimana sekumpulan rute pada setiap langkah ditukar untuk mendapatkan sekumpulan rute yang lebih baik, dan metode ini digunakan untuk mengatasi permasalahan yang cukup besar, dalam hal ini adalah jumlah rute yang banyak. *Algoritma Clarke-Wright Savings* melakukan perhitungan penghematan yang diukur dari seberapa banyak dapat dilakukan pengurangan jarak tempuh dan waktu yang digunakan dengan mengaitkan *node-node* yang ada dan menjadikannya sebuah rute berdasarkan nilai *saving* yang terbesar yaitu jarak tempuh antara *source node* dan *node* tujuan. Proses perhitungannya, metode ini tidak hanya menggunakan jarak sebagai parameter, tetapi juga waktu untuk memperoleh nilai *saving* yang terbesar untuk kemudian disusun menjadi sebuah rute yang terbaik.

Metode *saving matrix* merupakan suatu metode yang ditemukan oleh *Clarke* dan *Wright* pada tahun 1964 yang kemudian dipublikasikan sebagai suatu algoritma yang digunakan sebagai solusi untuk permasalahan rute kendaraan dimana sekumpulan rute pada setiap langkah ditukar untuk mendapatkan sekumpulan rute yang lebih baik. Salah satu metode yang cukup sederhana sehingga mudah untuk diimplementasikan dalam menentukan rute kendaraan. Algoritma *saving matrix* melakukan perhitungan penghematan yang diukur dari seberapa banyak dapat dilakukan pengurangan jarak tempuh dan waktu yang digunakan dengan mengaitkan *node-node* yang ada dan menjadikannya sebuah rute berdasarkan nilai *saving* yang terbesar yaitu jarak tempuh antara *source node* dan *node* tujuan. Proses perhitungannya, metode ini tidak hanya menggunakan jarak sebagai parameter, tetapi juga waktu untuk memperoleh nilai *saving* (*simpan*) yang terbesar untuk kemudian disusun menjadi sebuah rute yang terbaik.

Menurut Pujawan (2014) metode *saving matrix* pada hakekatnya adalah metode untuk meminimumkan jarak atau waktu atau ongkos dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada. Digunakan jarak sebagai fungsi tujuan apabila diketahui koordinat tujuan pengiriman, lalu jarak yang akan ditempuh oleh semua kendaraan akan diminimumkan. Berikut ini langkah-langkahnya :

1. Mengidentifikasi matriks jarak

Matriks jarak mengidentifikasi jarak antara dua buah lokasi yang akan dikunjungi oleh kendaraan. Jarak yang diketahui akan mempresentasikan biaya yang dikeluarkan untuk melakukan transportasi diantara dua lokasi yang berbeda. Cara untuk menghitung jarak dari setiap lokasi dapat dilakukan dengan beberapa cara. Salah satunya yaitu dengan mengetahui waktu tempuh yang diperlukan oleh suatu kendaraan untuk menempuh dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Dengan adanya asumsi rata-rata kecepatan yang digunakan, maka jarak akan diketahui dengan rumus sebagai berikut :

$$D = v \times t, \text{ dimana} \quad (14)$$

D = Jarak antara dua lokasi yang berbeda (km)

V = kecepatan rata-rata kendaraan (km)

T = Waktu tempuh kendaraan (jam)

2. Mengidentifikasi matriks penghematan

Saving matrix merepresentasikan penghematan apabila suatu kendaraan mengunjungi beberapa lokasi secara bersamaan dibandingkan dengan mengunjungi satu persatu lokasi. *Saving matrix* $S(x,y)$ secara umum dapat digambarkan sebagai berikut :

$$S(x,y) = J(G,x) + J(G,y) - J(x,y) \quad (15)$$

$S(x,y)$ = Penghematan jarak

S = penghematan

x = pelanggan x,

y = pelanggan y,

J = jarak,

G = Gudang(depot)

3. Mengalokasikan konsumen ke dalam rute perjalanan

Pada tahapan ini, dilakukan pembagian konsumen ke dalam suatu rute perjalanan ke kendaraan dengan mempertimbangkan konsumen dan kapasitas kendaraan yang digunakan. Sebuah rute dikatakan *feasible* apabila jumlah dari permintaan total dari semua konsumen tidak melebihi kapasitas kendaraan yang digunakan. Prosedur yang digunakan untuk pengelompokan konsumen yaitu berdasarkan nilai *saving matrix* terbesar. Jadi, pertama-tama yaitu mengurutkan nilai *saving matrix* dari yang terbesar sampai terkecil. Kemudian kelompokkan konsumen mulai dari nilai *saving matrix* yang terbesar sampai kapasitas kendaraan yang digunakan dapat menampung semua permintaan. Apabila kapasitas kendaraan sudah maksimal, maka prosedur tersebut berulang sampai semua konsumen teralokasi dalam suatu rute.

4. Mengurutkan konsumen dalam rute yang terdefinisi

Tujuan dari tahap ini adalah mengurutkan kunjungan dari kendaraan ke setiap konsumen yang sudah di kelompokkan dalam suatu rute perjalanan agar dapat diperoleh jarak minimal. Terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan dalam pengurutan kunjungan adalah berikut :

A. *Farthest Insert*

Prosedur ini dilakukan dengan penambahan konsumen dalam sebuah rute perjalanan. Prosedur ini dimulai dari penentuan rute kendaraan ke konsumen yang memiliki jarak yang paling jauh. Kemudian prosedur ini akan terus berulang hingga konsumen yang memiliki jarak yang paling jauh. Kemudian prosedur ini akan terus berulang hingga semua konsumen masuk ke dalam perjalanan.

B. *Nearest Insert*

Prosedur ini merupakan kebalikan dari *farthest insert* dimana prosedur ini dimulai dari penentuan rute kendaraan ke konsumen yang memiliki jarak yang paling dekat. Kemudian prosedur ini akan terus berulang hingga konsumen masuk ke dalam rute perjalanan.

C. *Nearest Neighbour*

Prosedur ini memulai rute kendaraanya dari jarak yang paling dekat dengan konsumen pertama yang sudah dikunjungi. Prosedur ini akan terus berulang sampai semua konsumen masuk dalam rute perjalanan.

Kelebihan dari metode *saving matrix* ini terletak pada kemudahan untuk dimodifikasi jika terdapat batasan waktu pengiriman, kapasitas kendaraan, jumlah kendaraan atau batasan lain yang memberikan solusi yang lebih baik untuk menyelesaikan penjadwalan pengiriman dengan praktis dan cepat (Yunarti,2013)

5. Menghitung total Waktu, Jarak, *Utilitas* kapasitas dan Biaya Transportasi

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari metode *clarke and wright saving heuristic*. Tujuan dari tahap ini adalah menghitung semua indikator perjalanan yang terdiri dari, waktu transportasi, jarak transportasi, utilitas kapasitas dan biaya transportasi.

a. Menghitung *Utilitas* Kendaraan

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan utilitas kapasitas kendaraan untuk mengetahui ukuran performansi yang ingin dicapai dari algoritma ini, dengan menggunakan persamaan :

$$Utilitas = (\text{Jumlah } demand \text{ yang diangkut} : \text{kapasitas alat angkut}) \times 100\%$$

b. Menghitung semua biaya distribusi

Berikut merupakan perhitungan total biaya distribusi dari rute yaitu dengan persamaan sebagai berikut :

Biaya distribusi = gaji supir + Biaya Bahan Bakar + Uang Makan Sopir kernet.

2.3. Hipotesa Dan Kerangka Teoritis

2.3.1. Hipotesa

Hipotesa dalam penelitian ini yaitu untuk menentukan pemecahan masalah VRP. Dalam konteks masalahnya berdasarkan dengan teori yang ada maka persoalan distribusi yang ada di UD. Tempe Sari Murni itu termasuk kategori VRPTW (*vehicle routing problem time windows*) dengan penyelesaian masalah ini diperlukan metode *heuristik*. Metode yang tepat digunakan adalah *Clarke and Wright Saving Heuristic* pada penyelesaian *vehicle routing problem* pada perusahaan. Metode ini digunakan sebagai solusi untuk permasalahan rute kendaraan dimana sekumpulan rute pada setiap langkah ditukar untuk mengatasi permasalahan yang cukup besar, dalam hal ini adalah jumlah rute yang banyak. Perhitungan penghematan yang diukur dari seberapa banyak dapat dilakukan pengurangan jarak tempuh. Waktu yang digunakan dengan mengaitkan *node – node* yang ada dan menjadikannya sebuah rute berdasarkan nilai *saving* yang terbesar yaitu jarak tempuh antara *source node* dan *node* tujuan. Perhitungan rute jarak, waktu dan biaya dapat dibandingkan dengan metode yang pernah diterapkan oleh perusahaan.

Penelitian tentang metode *clarke and wright saving heuristic* sudah pernah dilakukan oleh Heru Chrystianto, Hari Adianto, Rispianda, (2013) Ade Irman SM, Ratna Eka Wati, Nuzulia Febriana (2014).

Penelitian – penelitian diatas tersebut menyatakan bahwa analisa menggunakan metode *clarke and wright saving heuristic* dapat meminimalkan biaya, waktu serta memperpendek jarak pendistribusian dan biaya sehingga dapat menghasilkan rute distribusi yang optimal pada perusahaan.

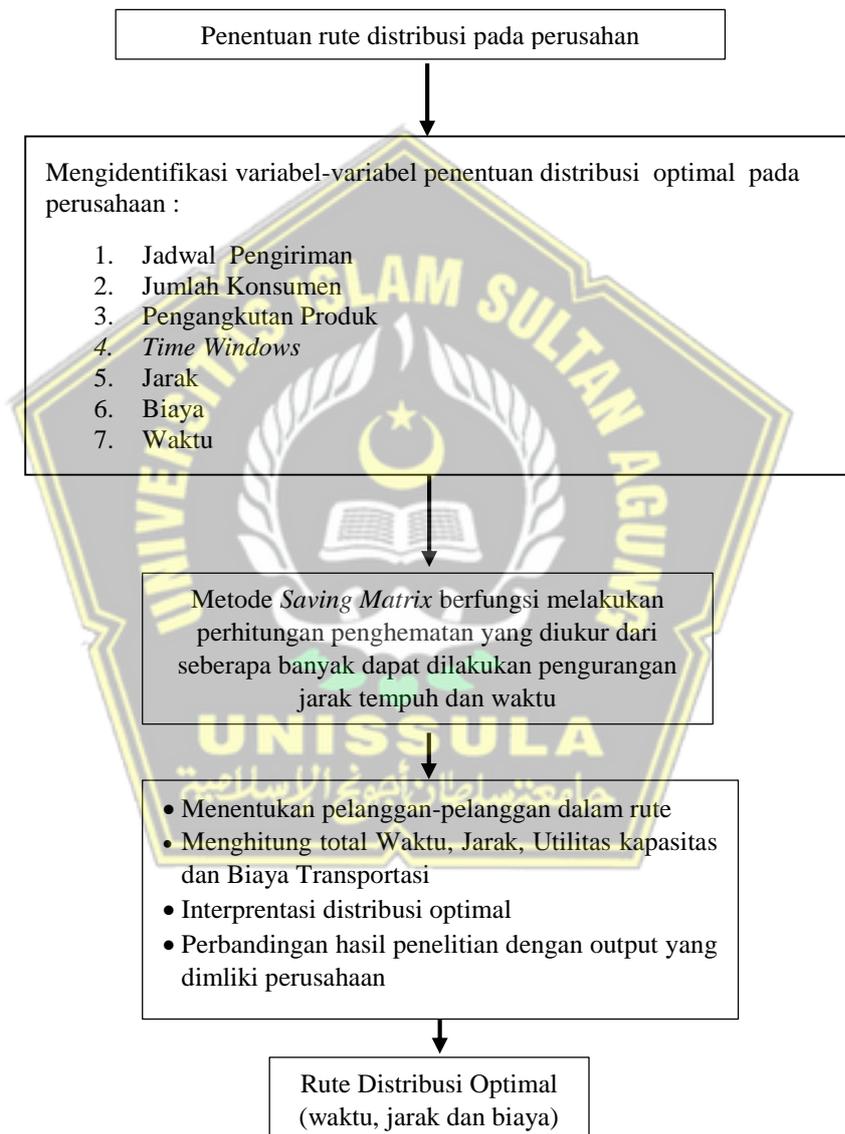
2.3.2. Kerangka Teoritis

Kerangka teoritis dari penelitian yang dilakukan untuk menentukan rute distribusi yang optimal pada pengiriman barang di perusahaan dengan menggunakan metode *clark and wirght saving heuristic*. Tujuan penetapan metode ini adalah untuk meminimumkan jarak atau waktu atau ongkos dengan mempertimbangkan kendala – kendala yang ada. Pujawan (2014)

Tahapan metode *saving matriks* adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi matriks jarak
2. Mengidentifikasi matriks penghematan
3. Mengalokasikan semua outlet ke kendaraan
4. Mengurutkan pelanggan – pelanggan dalam rute
5. Menghitung total Waktu, Jarak, Utilitas kapasitas dan Biaya Transportasi.

Berikut ini merupakan skema kerangka berpikir penelitian :



Gambar 2.1 Kerangka Pikir

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang dimana pada penelitian ini membutuhkan pengukuran jarak yang dibantu oleh google maps, menghitung waktu yang ditempuh selama proses pendistribusian produk ke pelanggan, menghitung biaya dan kapasitas alat angkut dan jenis penelitian ini dimana pengumpulan data yang akan digunakan yaitu dengan survei ke lokasi penelitian atau observasi lapangan dan wawancara. Studi litelatur sendiri mencari refrensi dari beberapa sumber berupa jurnal – jurnal dan artikel ilmiah ataupun lainnya. Penelitian ini dilakukan di UD. Tempe Sari Murni sebagai rekomendasi bagi perusahaan, perbandingan, dan bahan pertimbangan dalam mengambil keputusan pada kebijakan distribusi di wilayah kota Semarang dan sekitarnya. Pembahasan pada penelitian ini memaksimalkan kapasitas muatan dan pemilihan rute untuk meningkatkan efisiensi biaya sehingga dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan.

3.2. Studi Lapangan

Studi lapangan terdiri dari observasi lapangan dan mewawancarai beberapa narasumber yang meliputi owner dari UD. Tempe Sari Murni sendiri dan para pelanggan.

3.3. Perumusan Masalah

Perumusan masalah sendiri bagaimana menentukan pola distribusi optimal kepada pelanggan dengan pengiriman produk sesuai dengan jumlah yang diminta oleh pelanggan yang tentunya setiap pelanggan berbeda beda jumlah pengiriman.

3.4. Penentuan Tujuan Penelitian

Penentuan tujuan penelitian kali ini adalah menghitung waktu penyelesaian tur, jarak dan biaya yang dihasilkan selama proses distribusi produk menentukan

rute distribusi yang optimal menggunakan metode *clarke and wright saving heuristic*. menghitung total waktu, jarak, utilitas kapasitas dan biaya transportasi dan memberikan rute distribusi yang optimal ke dalam suatu pola distribusi perusahaan.

3.5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari wawancara langsung dengan bapak Arifin.SR selaku kepala pemasaran UD. Tempe Sari Murni data yang diperoleh yaitu jadwal pengiriman produk, jumlah konsumen, kapasitas, time windows, jumlah armada, rute distribusi, jarak, biaya dan waktu.

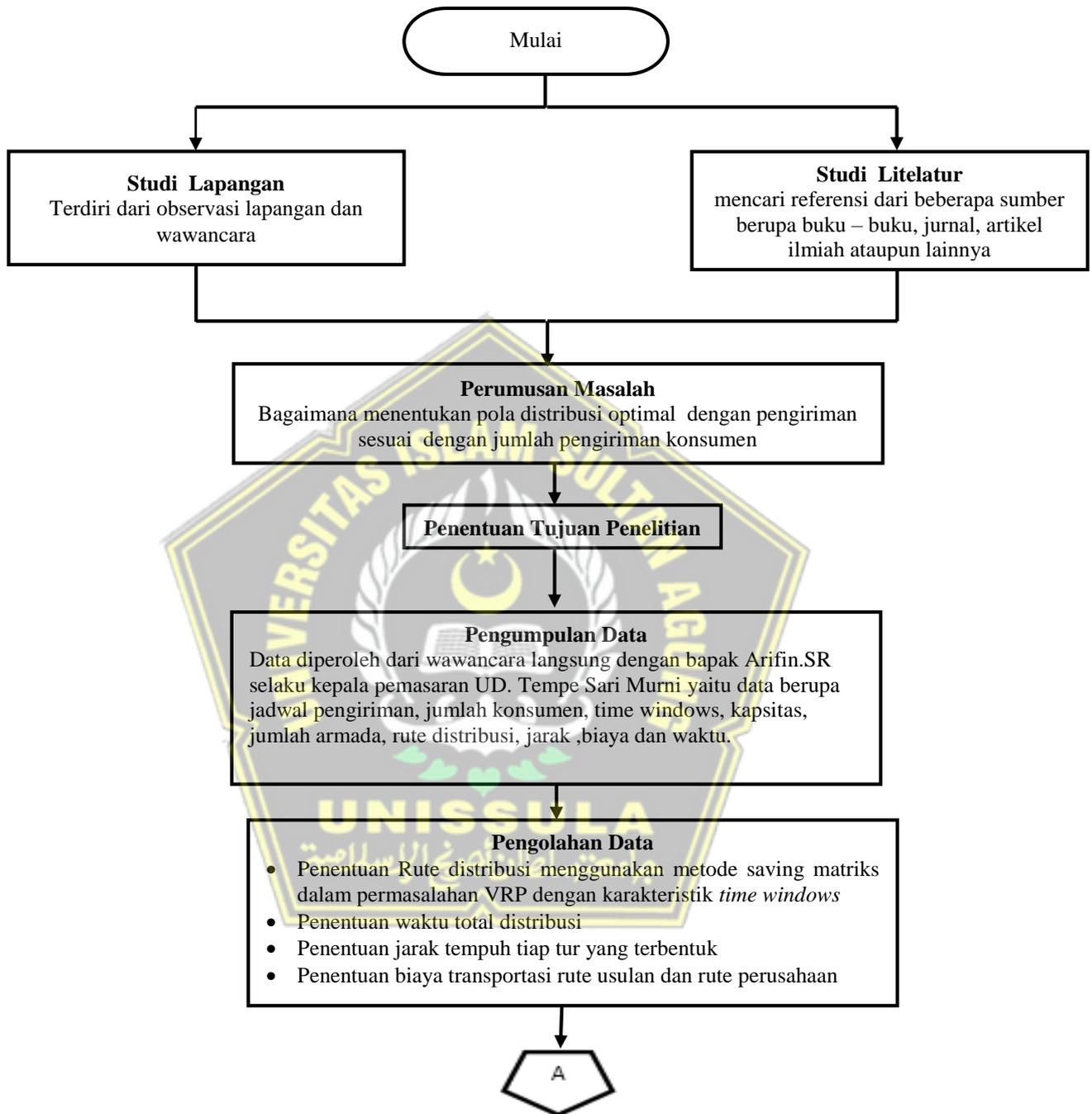
3.6. Pengolahan Data

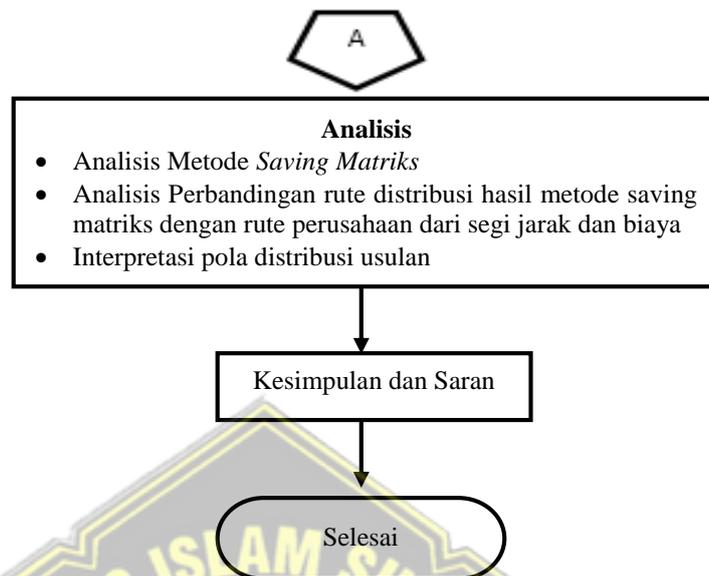
Penentuan rute distribusi menggunakan metode saving matriks dalam permasalahan VRP dengan karakteristik time windows penentuan waktu total distribusi penentuan jarak tempuh dan penentuan biaya transportasi rute usulan.

3.7. Penarikan kesimpulan

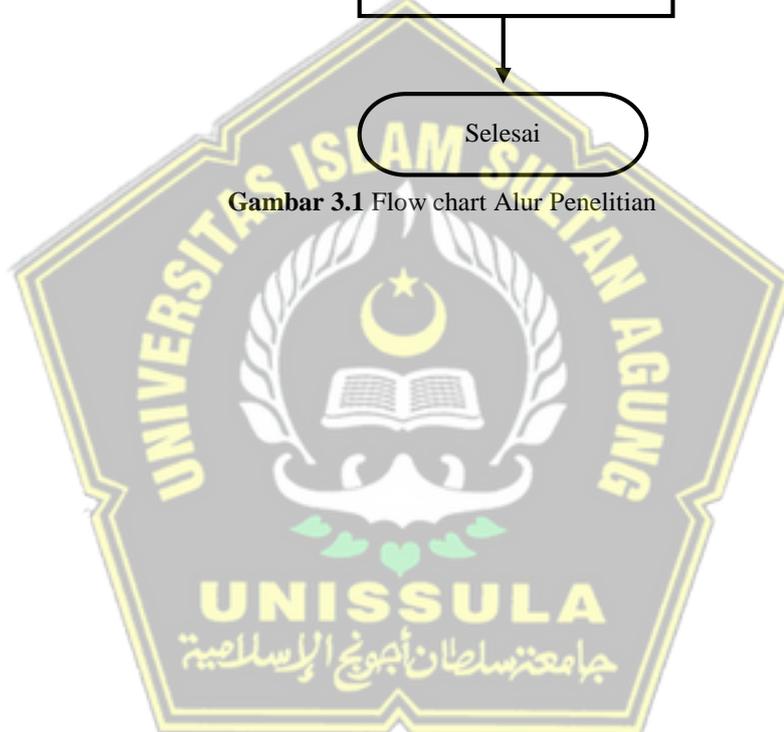
Pada tahap ini penarikan kesimpulan atas keseluruhan hasil yang diperoleh dari langkah – langkah penelitian yang dilakukan. Penarikan kesimpulan ini merupakan jawaban dari permasalahan yang ada. Selain itu juga akan diberikan saran sebagai masukan yang positif berkaitan dengan hasil penelitian.

3.8. Diagram Alir





Gambar 3.1 Flow chart Alur Penelitian



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengumpulan Data

4.1.1. Nama dan Lokasi Pelanggan

Objek pada penelitian ini adalah sebagai kegiatan distribusi produk tempe milik UD. Tempe Sari Murni dari gudang penyimpanan produk menuju pelanggan. Pelanggan yang menjadi objek dalam penulisan tugas akhir ini adalah pelanggan tetap yang berjumlah 27 toko di kota Semarang.

Adapun nama pelanggan, jarak dari UD. Tempe Sari Murni ke tempat pelanggan dalam menentukan rute distribusi yang optimal dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini yang bersumber melalui (google maps):

Tabel 4.1 Nama Lokasi Pendistribusian dan Jarak Pengiriman

No	Nama Lokasi Pendistribusian	Jarak/Km
1	ADA MAJAPAHIT	3.9
2	ADA FATMAWATI	6.2
3	ADA SETIA BUDI BANYUMANIK	9.0
4	ADA SILIWANGI	8.0
5	GELAEEL CANDI	4.2
6	GELAEEL MALL CIPUTRA	6.2
7	HYPERMART PARAGON	7.7
8	SUPERINDO KEDUNGMUNDU	3.9
9	SUPERINDO TLOGOSARI	6.6
10	SUPERINDO MAJAPAHIT	4.1
11	SUPERINDO WOLTERMONGSIDI	7.9
12	SUPERINDO SOEKARNO HATTA	6.3
13	SUPERINDO BRIGJEN SUDIARTO	7.2

Tabel 4.1 Lanjutan Nama Lokasi Pendistribusi dan Jarak Pengiriman

No	Nama Lokasi Pendistribusian	Jarak/Km
14	SUPERINDO DR. WAHIDIN	3.5
15	SUPERINDO NGESREP	7.9
16	SUPERINDO SUKUN RAYA	9.0
17	SUPERINDO KARANGREJO BANYUMANIK	10
18	SUPERINDO CANDI	6.1
19	SUPERINDO GAJAH MUNGKUR	6.3
20	SUPERINDO SRIWIJAYA	3.5
21	SUPERINDO KRANGGAN	7.3
22	SUPERINDO IMAM BONJOL	8.5
23	SUPERINDO SIMONGAN	7.7
24	SUPERINDO SILIWANGI	9.5
25	SUPERINDO NGALIYAN	16
26	SUPERINDO UNGARAN	18
27	TOKO NANDI SARI TEMBALANG	11

4.1.2. Matriks Jarak Rute Tiap Pelanggan

Jarak tempuh merupakan jarak yang dilalui oleh setiap transportasi atau kendaraan untuk mendistribusikan produknya. Jarak masing – masing pelanggan ke *distribution center* (DC) atau bisa disebut dengan gudang dan antar pelanggan ditunjukkan matriks jarak rute pada Tabel 4.2 dibawah ini yang dimana perjalanan dilakukan melalui jalur darat dan jarak yang dinyatakan dalam satuan kilometer (km), jarak antara pelanggan ditentukan dengan menggunakan google maps untuk pengiriman di wilayah kota semarang.

Berikut ini merupakan cara menyusun dan menghitung matriks jarak pada T

abel 4.2 dengan mencari jarak antara tiap – tiap wilayah untuk keseluruhan matriks jarak dengan bantuan google maps.

- ADA MAJAPAHIT (1) - ADA FATMAWATI ditempuh dengan jarak 2.4 km
- ADA MAJAPAHIT – ADA SETIA BUDI BANYUMANIK ditempuh dengan jarak 12 km.
- ADA MAJAPAHIT – ADA SILIWANGI ditempuh dengan jarak 7 km.

Dibawah ini adalah hasil perhitungan antar wilayah yang dimasukan kedalam tabel matriks jarak

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Matriks Jarak Rute (km)

	DC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
DC	0																											
1	3,9KM	0KM																										
2	6,2KM	2,4KM	0KM																									
3	9,0KM	12KM	13KM	0KM																								
4	8,0KM	7,0KM	8,6KM	11KM	0KM																							
5	4,2KM	6,4KM	8,0KM	5,7KM	6,5KM	0KM																						
6	6,2KM	4,7KM	6,3KM	9,8KM	3,9KM	4,1KM	0KM																					
7	7,7KM	7,1KM	8,7KM	12KM	2,6KM	6,0KM	2,0KM	0KM																				
8	3,9KM	3,9KM	2,6KM	12KM	12KM	7,1KM	8,5KM	11KM	0KM																			
9	6,6KM	3,8KM	4,6KM	13KM	10KM	8,4KM	6,1KM	6,4KM	6,2KM	0KM																		
10	4,1KM	0,19KM	1,8KM	11KM	8,2KM	6,6KM	4,7KM	7,2KM	3,4KM	3,7KM	0km																	
11	7,9KM	3,9KM	3,0KM	15KM	12KM	10KM	8,5KM	10KM	4,6KM	2,3km	3,9km	0km																
12	6,3KM	3,6KM	4,3KM	13KM	9,5KM	8,1KM	4,9KM	5,7KM	5,9KM	1,4km	3,5km	3,6km	0km															
13	7,2KM	2,3KM	1,0KM	14KM	10KM	9,7KM	6,9KM	9,4KM	2,8KM	5,9km	2,4km	3,6km	4,7km	0km														
14	3,5KM	5,6KM	7,4KM	5,6KM	8,4KM	1,7KM	4,5KM	7,3KM	6,3KM	8,1km	5,5km	9,4km	7,7km	8,5km	0km													
15	7,9KM	11KM	11KM	2,7KM	12KM	5,0KM	10KM	10KM	9,6KM	13km	10km	14km	13km	13km	4,8km	0km												
16	9,0KM	12KM	13KM	0,85KM	13KM	6,1KM	11KM	12KM	12KM	14km	11km	16km	14km	14km	5,9km	2,9km	0km											
17	10KM	13KM	14KM	2,0KM	14KM	7,2KM	12KM	13KM	13KM	15km	13km	16km	15km	15km	7km	4,1km	1,3km	0km										
18	6,1KM	7,5KM	9,1KM	7,6KM	6,3KM	1,9KM	4,8KM	5,2KM	8,3KM	9,8km	7,5km	11km	9,4km	10km	2,5km	5,8km	6,9km	8,1km	0km									
19	6,3KM	8,1KM	9,5KM	7,2KM	5,4KM	1,5KM	4,5KM	4,4KM	8,6KM	9,2km	6,8km	11km	8,8km	10km	3,2km	6,5km	7,6km	8,8km	1,6km	0km								
20	3,5KM	5,0KM	6,6KM	8,1KM	5,8KM	2,3KM	2,3KM	4,5KM	5,8KM	7,6km	4,9km	8,8km	6,9km	7,8km	2,5km	7,3km	8,4km	9,5km	2,6km	2,6km	0km							
21	7,3KM	6,7KM	8,3KM	11KM	4,0KM	5,2KM	1,6KM	1,6KM	9,9KM	6,9km	6,6km	9,8km	5,5km	9,6km	6,4km	10km	11km	12km	5,2km	4,2km	3,8km	0km						
22	8,5KM	7,8KM	9,4KM	12KM	2,5KM	5,9KM	2,8KM	2,0KM	11KM	8,1km	7,7km	9,3km	6,2km	11km	7,6km	11km	12km	14km	6,5km	5,5km	5,1km	1,5km	0km					
23	7,7KM	8,6KM	10KM	11KM	2,8KM	4,8KM	4,7KM	3,6KM	10KM	10km	8,4km	12km	9,7km	11km	6,4km	9,8km	11km	12km	4,8km	3,6km	4,2km	4,3km	4,7km	0km				
24	9,5KM	8,8KM	10KM	13KM	1,7KM	7,0KM	4,4KM	3,2KM	12KM	9,7km	8,7km	13km	9,3km	12km	8,5km	12km	13km	14km	6,9km	5,7km	5,7km	4km	4,3km	2,9km	0km			
25	16KM	15KM	17KM	17KM	7,9KM	13KM	11KM	9,4KM	18KM	17km	15km	19km	15km	18km	15km	18km	19km	20km	13km	12km	11km	10km	10km	8,5km	6,2km	0km		
26	18KM	20KM	22KM	9,6KM	21KM	15KM	19KM	20KM	21KM	23km	20km	24km	22km	23km	15km	12km	8,9km	8km	15km	16km	17km	21km	21km	20km	21km	22km	0km	
27	11KM	13KM	15KM	2,5KM	14KM	7,7KM	12KM	13KM	14KM	16km	13km	17km	16km	16km	7,5km	4,6km	1,8km	0,6km	8,1km	9,4km	10km	14km	14km	13km	14km	20km	8,8km	0km

4.1.3. Data Permintaan Tiap Pelanggan

Data jumlah permintaan tiap pelanggan yang digunakan pada penelitian ini adalah data harian selama 1 bulan. Data yang diambil yaitu jumlah permintaan dan berat barang pada setiap permintaan produk yang dimasukkan kedalam tabel 4.3 yang dapat dilihat dibawah ini

Tabel 4.3 Jumlah Permintaan dan jumlah barang produk

No	Nama Lokasi Pendistribusian	Permintaan (pcs)	Berat Produk (kg)
1	ADA MAJAPAHIT	60	12
2	ADA FATMAWATI	40	8
3	ADA SETIA BUDI BANYUMANIK	40	8
4	ADA SILIWANGI	40	8
5	GELAEEL CANDI	70	14
6	GELAEEL MALL CIPUTRA	70	14
7	HYPERMART PARAGON	50	10
8	SUPERINDO KEDUNGMUNDU	80	16
9	SUPERINDO TLOGOSARI	70	14
10	SUPERINDO MAJAPAHIT	30	6
11	SUPERINDO WOLTERMONGSIDI	40	8
12	SUPERINDO SOEKARNO HATTA	60	12
13	SUPERINDO BRIGJEN SUDIARTO	50	10
14	SUPERINDO DR. WAHIDIN	30	6
15	SUPERINDO NGESREP	40	8
16	SUPERINDO SUKUN RAYA	30	6
17	SUPERINDO KARANGREJO BANYUMANIK	40	8
18	SUPERINDO CANDI	50	10
19	SUPERINDO GAJAH MUNGKUR	50	10
20	SUPERINDO SRIWIJAYA	40	8
21	SUPERINDO KRANGGAN	50	10
22	SUPERINDO IMAM BONJOL	40	8
23	SUPERINDO SIMONGAN	40	8
24	SUPERINDO SILIWANGI	40	8
25	SUPERINDO NGALIYAN	40	8
26	SUPERINDO UNGARAN	40	8
27	TOKO NANDI SARI TEMBALANG	80	16

Sumber UD.Tempe Sari Murni

4.1.4. Time Windows Tiap Pelanggan

Time Windows pada masing – masing pelanggan berbeda – beda dari satu sama yang lain, tetapi memiliki karakteristik yang sama dari selang waktu. Pendekatan Vehicle Routing With Times Windows digunakan untuk menentukan jadwal buka tutup tiap pelanggan. Data Time Windows yang didapat akan digunakan untuk menyusun rute yang optimal perjalanan dan batasan waktu dalam pembongkaran produk.

Tabel 4.4 Time Windows Tiap Pelanggan

No	Nama Lokasi Pendistribusian	Time Windows
1	ADA MAJAPAHIT	08.00 – 21.00
2	ADA FATMAWATI	08.00 – 21.00
3	ADA SETIA BUDI BANYUMANIK	08.00 – 21.00
4	ADA SILIWANGI	08.00 – 21.00
5	GELAEL CANDI	08.00 – 21.00
6	GELAEL MALL CIPUTRA	08.00 – 21.00
7	HYPERMART PARAGON	08.00 – 21.30
8	SUPERINDO KEDUNGUNDU	08.00 – 21.30
9	SUPERINDOTLOGOSARI	08.00 – 21.30
10	SUPERINDO MAJAPAHIT	08.00 – 21.30
11	SUPERINDO WOLTERMONGSIDI	08.00 – 21.30
12	SUPERINDO SOEKARNO HATTA	08.00 – 21.30
13	SUPERINDO BRIGJEN SUDIARTO	08.00 – 21.30
14	SUPERINDO DR.WAHIDIN	08.00 – 21.30
15	SUPERINDO NGESREP	08.00 – 21.30
16	SUPERINDO SUKUN RAYA	08.00 – 21.30
17	SUPERINDO KARANGREJO BANYUMANIK	08.00 – 21.30
18	SUPERINDO CANDI	08.00 – 21.30
19	SUPERINDO GAJAH MUNGKUR	08.00 – 21.30
20	SUPERINDO SRIWIJAYA	08.00 – 21.30
21	SUPERINDO KRANGGAN	08.00 – 21.30
22	SUPERINDO IMAM BONJOL	08.00 – 21.30
23	SUPERINDO SIMONGAN	08.00 – 21.30
24	SUPERINDO SILIWANGI	08.00 – 21.30
25	SUPERINDO NGALIYAN	08.00 – 21.30
26	SUPERINDO UNGARAN	08.00 – 21.30
27	TOKO NANDI SARI TEMBALANG	08.00 – 20.30

4.1.5. Tipe Kendaraan

Saat ini kendaraan yang dipakai oleh UD.Tempe Sari Murni dalam mendistribusikan produk tempenya menggunakan 2 unit motor dengan merek yamaha vixion dan honda kharisma.

4.1.6. Waktu Set Up dan Waktu Muat Gudang

Waktu set up kendaraan terdiri dari memanaskan mesin motor, membersihkan motor, memeriksa lampu, ban, air radiator yang membutuhkan waktu selama 10 menit. Sedangkan waktu yang diperlukan untuk memuat produk ke motor dengan kapasitas sekitar 131 kg adalah 30 menit. Total waktu yang diperlukan sebelum perusahaan mendistribusikan produk ke pelanggan adalah 40 menit.

4.1.7. Waktu Bongkar Muat dan Waktu Perjalanan

Waktu bongkar tiap pelanggan berbeda – beda tergantung jumlah produk yang dipesan oleh perusahaan tersebut. Kegiatan yang dilakukan ketika bongkar muat adalah proses memindahkan produk dari kendaraan ke gudang penyimpanan pelanggan. Waktu bongkar muat dari masing – masing pelanggan didapat dari hasil wawancara dengan kurir UD. Tempe Sari Murni. Waktu muat adalah waktu yang dipakai oleh kurir untuk memindahkan produk tempe dari gudang penyimpanan produk tempe ke motor. Pada penelitian ini waktu muat sebesar 10 menit, sedangkan waktu bongkar sebesar 8 menit. Untuk menentukan waktu muat yaitu jumlah permintaan (kg) 10 menit dibagi dengan total berat sebesar 262 kg dibagi 2 unit motor menjadi 131 kg menemukan hasil 0.0763 dikalikan dengan 60 menit hasilnya untuk waktu muat sebesar 4.58 detik.

Sedangkan untuk waktu bongkar 8 menit dibagi dengan 131 kg menemukan hasil 0.0610 dikalikan dengan 60 menit hasilnya untuk waktu bongkar sebesar 3.66 detik. Waktu perjalanan kendaraan ke tempat pelanggan yaitu 1 jam dapat ditempuh dengan jarak 40 km. menentukan waktu perjalanan jarak wilayah dibagi dengan 40 km dikalikan dengan 60 menit

$$\text{Waktu perjalanan} = 60 \text{ menit} \times \frac{\text{jarak antar wilayah}}{40 \text{ km}}$$

$$\text{Waktu muat} = \text{jumlah permintaan (kg)} \times 4,58 \text{ detik}$$

$$\text{Waktu bongkar} = \text{jumlah permintaan (kg)} \times 3,66 \text{ detik}$$

Contoh

ADA MAJAPAHIT

Jumlah permintaan 60 pcs

Berat barang 200 gram = 0.2 kg , 60 pcs x 0.2 kg = 12 kg

Waktu muat: 12 kg x 4.58 detik = 54.96 detik

$\frac{3.9 \text{ km}}{40 \text{ km}}$ Waktu bongkar: 12 kg x 3.66 detik = 43.92 detik

Waktuperjalanan: 60 menit x

$$60 \text{ menit} \times 0.0975 = 5.85 \text{ menit}$$

Tabel 4.5 Waktu Bongkar dan Waktu Perjalanan

No	Konsumen	Permintaan Produk (pcs)	Berat Produk (kg)	Jarak (km)	Waktu Set Up (menit)	Waktu Muat (menit)	Waktu Bongkar (menit)	Waktu Perjalanan (menit)
1	ADA MAJAPAHIT	60	12	3,9	10	0,916	0,732	5,85
2	ADA FATMAWATI	40	8	6,2	10	0,610	0,488	9,3
3	ADA SETIA BUDI BANYUMANIK	40	8	9,0	10	0,610	0,488	13,5
4	ADA SILIWANGI	40	8	8,0	10	0,610	0,488	12
5	GELAE L CANDI	70	14	4,2	10	1,068	0,854	6,3
6	GELAE L MALL CIPUTRA	70	14	6,2	10	1,068	0,854	9,3
7	HYPERMART PARAGON	50	10	7,7	10	0,763	0,61	11,52
8	SUPERINDO KEDUNG MUNDU	80	16	3,9	10	1,221	0,976	5,82
9	SUPERINDO TLOGOSARI	70	14	6,6	10	1,068	0,854	9,9
10	SUPERINDO MAJAPAHIT	30	6	4,1	10	0,458	0,366	6,12
11	SUPERINDO WOLTERMONGSIDI	40	8	7,9	10	0,610	0,488	11,82
12	SUPERINDO SOEKARNO HATTA	60	12	6,3	10	0,916	0,732	9,42
13	SUPERINDO BRIGJEN SUDIARTO	50	10	7,2	10	0,763	0,61	10,8
14	SUPERINDO DR. WAHIDIN	30	6	3,5	10	0,458	0,366	5,22
15	SUPERINDO NGESREP	40	8	7,9	10	0,610	0,488	11,82
16	SUPERINDO SUKUN RAYA	30	6	9,0	10	0,458	0,366	13,5
17	SUPERINDO KARANGREJO BANYUMANIK	40	8	10	10	0,610	0,488	15
18	SUPERINDO CANDI	50	10	6,1	10	0,763	0,61	9,12
19	SUPERINDO GAJAH MUNGKUR	50	10	6,3	10	0,763	0,61	9,42
20	SUPERINDO SRIWIJAYA	40	8	3,5	10	0,610	0,488	5,22
21	SUPERINDO KRANGGAN	50	10	7,3	10	0,763	0,61	10,92
22	SUPERINDO IMAM BONJOL	40	8	8,5	10	0,610	0,488	12,72
23	SUPERINDO SIMONGAN	40	8	7,7	10	0,610	0,488	11,52
24	SUPERINDO SILIWANGI	40	8	9,5	10	0,610	0,488	14,22
25	SUPERINDO NGALIYAN	40	8	16	10	0,610	0,488	24
26	SUPERINDO UNGARAN	40	8	18	10	0,610	0,488	27
27	TOKO NANDI SARI TEMBALANG	80	16	11	10	1,221	0,976	16,5

4.1.8. Biaya Distribusi

Biaya distribusi adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam proses pendistribusian produk ke pelanggan. Biaya distribusi ini meliputi biaya bahan bakar, gaji karyawan, uang makan kurir.

1. Biaya bahan bakar bensin yang harganya per liternya Rp. 10.000. Bensin yang digunakan adalah Pertalite dimana 1 liter dapat digunakan untuk menempuh jarak hingga 30 km perliter.
2. Sistem gaji yang diterapkan oleh UD.Tempe Sari Murni yaitu dengan menggunakan sistem harian, jadi kurir mengantarkan produk ke pelanggan dalam satu hari kurir mendapatkan upah sebesar Rp. 50.000 per hari.
3. Uang makan kurir untuk satu harinya sebesar 15.000 per hari.

Tabel 4.6 Biaya Distribusi

No	Uraian	Tarif	Hari	Bulan
1	Bahan bakar /30 km	Rp.10.000	26	Rp.260.000
2	Gaji kurir	Rp.50.000	26	Rp.1.300.000
3	Uang makan	Rp.15.000	26	Rp.390.000
Total				Rp.1.950.000

4.2. Pengolahan Data

Pada penulisan ini dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode *Clarke And Wright Saving Heuristic* (CAWSH). Metode *Clarke And Wright Saving Heuristic* (CAWSH) merupakan metode yang digunakan untuk meminimumkan jarak, waktu dan biaya serta memaksimalkan kapasitas alat angkut dengan mempertimbangkan kendala yang ada. Kemudian mencari pola distribusi yang optimal dengan indikator memaksimalkan kapasitas muatan.

4.2.1 Penentuan Rute Distribusi dengan Metode *Clarke and Wright Saving Heuristic*

Pada tahapan ini digunakan untuk menentukan rute distribusi yang optimal dengan kriteria *time windows*. Menggunakan metode *clarke and wright saving heuristic* (CAWSH) yang memiliki beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Tahap pertama : Mengidentifikasi jarak

Pada tahapan ini data yang diperlukan adalah jarak dari perusahaan atau Depot Center (DC) ke masing-masing pelanggan serta jarak antar pelanggan.

Data tersebut diperoleh dari perusahaan. Jarak antar *node* yang dapat dilihat pada tabel 4.2 Matriks Jarak Rute.

Tahap kedua: Mengidentifikasi Matriks Penghematan Pada tahap ini penghematan yang didapatkan apabila terjadi penggabungan untuk pengiriman ke beberapa tujuan. Matriks penghematan sehingga akan diketahui seberapa besar penghematan jarak antar pelanggan. *Saving matriks* adalah mempresentasikan penghematan apabila suatu kendaraan mengunjungi beberapa lokasi secara bersamaan tanpa harus kembali ke gudang dengan batasan kapasitas dan waktu dibandingkan dengan mengunjungi satu per satu lokasi. Adapun rumus atau formulasi untuk mendapatkan jumlah penghematan dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan :

$S(x,y)$ = Penghematan Jarak

J= Jarak

G= Gudang

X= Pelanggan urutan pertama

Y = Pelanggan urutan kedua

Contoh perhitungan Matriks penghematan sebagai berikut ini :

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

Matriks untuk penghematan dari ADA MAJAPAHIT (1) menuju ADA FATMAWATI (2)

X = ADA MAJAPAHIT

Y = ADA FATMAWATI

$S(x,y) = J (ADA MAJAPAHIT) + J (ADA FATMAWATI) - J (ADA MAJAPAHIT , ADA FATMAWATI)$

$$S(x,y) = 3,9 \text{ km} + 6,2 \text{ km} - 2,0 \text{ km}$$

$$S(x,y) = 10,1 \text{ km} - 2,0 \text{ km}$$

$$S(x,y) = 8,1 \text{ km}$$

Matriks untuk penghematan dari ADA MAJAPAHIT (1) menuju ADA SETIA BUDI BANYUMANIK (4)

$S(x,y) = J(\text{ADA MAJAPAHIT}) + J(\text{Ada SETIA BUDI BANYUMANIK}) -$
 $J(\text{ADA MAJAPAHIT}, \text{ADA SETIA BUDI BANYUMANIK})$

$S(x,y) = 3.9 \text{ km} + 9.0 \text{ km} - 12 \text{ km}$

$S(x,y) = 12.9 \text{ km} - 12 \text{ km}$

$S(x,y) = 0.9 \text{ km}$

Untuk hasil perhitungan jarak lainnya dapat dilihat pada tabel 4.7

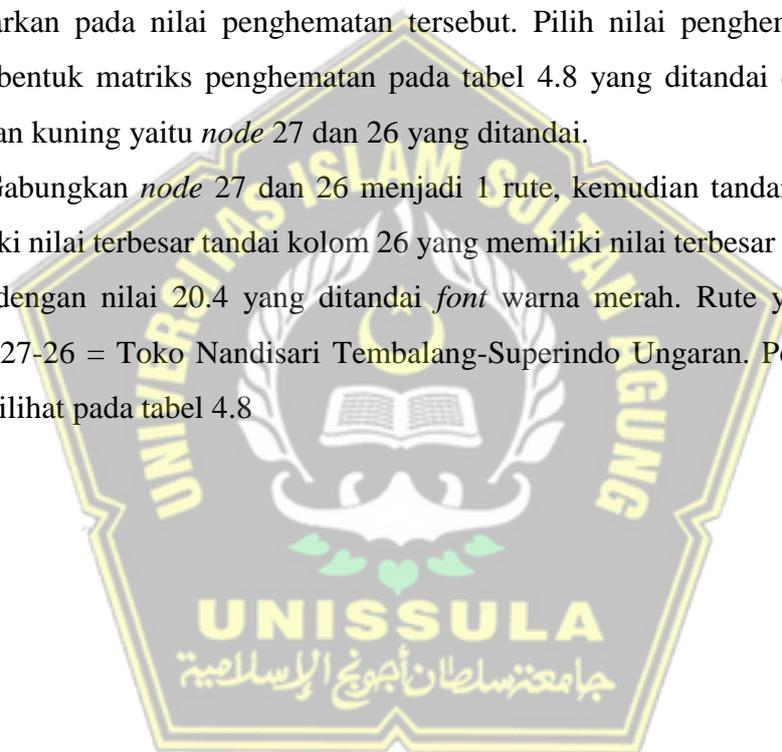


Tabel 4.7 Matriks Penghematan Rute (km)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	OKM																										
2	8.1	OKM																									
3	0.9	1.2	OKM																								
4	4.9	5.3	6	OKM																							
5	1.5	1.6	7.5	5.6	OKM																						
6	5.4	5.9	5.5	10.3	6.2	OKM																					
7	3.7	5	5.7	13.1	6.2	11.9	OKM																				
8	4.8	8	0.9	0.9	1	2.4	1.6	OKM																			
9	5.6	7.9	2.6	3.6	2.3	6.7	8.2	4.2	OKM																		
10	7.81	8.3	2.1	3.9	1.7	5.6	4.3	4.6	7	0km																	
11	7.9	10.8	0.9	2.9	2.1	5.6	5.6	7.1	12	8	0km																
12	6.6	8	2.3	6.5	2.4	7.3	8.6	4.3	11.4	6.9	11	0km															
13	8.8	12.1	2.2	5.2	2.6	6.5	5.5	8.5	8.7	8.9	11.5	8.7	0km														
14	1.3	1.5	7	3.2	5.9	4.9	3.9	0.8	1.7	1.8	1.7	2.3	2	0km													
15	0.8	3.1	14.3	4.9	7.1	4.1	5.6	2.2	1.5	2	1.8	1.2	2.1	6.2	0km												
16	1.9	1.2	17.15	4	7.1	4.2	4.7	0.9	1.6	2.1	1.9	1.3	2.2	6.2	14	0km											
17	0.9	1.2	17	4	7	4.2	4.7	0.9	1.6	1.1	1.9	1.3	2.2	6	13.8	17.8	0km										
18	2.5	2.3	7.5	7.8	8.3	7.4	8.6	1.7	2.8	2.8	3	4.4	3.3	6.1	7.2	7.2	7	0km									
19	3.3	3.8	8.2	9	8.9	8.3	9.6	2	3.7	3.6	3.2	5.2	3.8	6.7	7.8	7.8	7.6	11.1	0km								
20	2.4	2.3	4.5	5.6	5.4	7.4	6.9	1.6	2.8	2.7	2.6	4.3	2.9	4.5	4.1	4.1	4	6.9	6.9	0km							
21	4.5	5	5.3	11	6.2	11.9	13	1.6	6.9	4.8	6.5	8.3	5	4.4	5.1	5.1	4.9	8.4	9.4	7	0km						
22	4.4	4.9	5.5	13.8	6.5	11.8	15.1	1.4	7.5	4.7	7.3	8.5	4.7	4.3	5.4	5.4	5.2	8.7	9.9	6.9	14.3	0km					
23	2.9	3.9	5.7	12.6	7	9.2	11.8	1.6	3.3	3.2	3.6	5.2	2.9	4.7	5.8	5.8	5.7	9.1	10.4	7.4	10.7	11.5	0km				
24	4.6	4.7	5.5	15.8	6.8	11.3	14	1.4	5.1	4.9	5.4	7.7	4.7	4.5	5.6	5.6	5.5	8.9	10.1	7.5	12.8	13.7	14.2	0km			
25	4.9	5.2	8	16.1	7.2	11.2	14.3	1.9	5.6	5.1	4.9	8.3	5.2	4.5	5.9	5.9	5.8	9.2	10.5	7.3	13.1	14	15.1	19.2	0km		
26	1.9	1.2	17.4	6	7.2	4.2	5.7	0.9	1.6	2.1	1.9	2.3	2.2	6.5	14.2	18.2	20	9	8	4.4	4.4	5.1	6	6.4	12.2	0km	
27	1.9	1.2	17.5	5	7.5	4.2	5.7	0.9	1.6	2.1	1.9	2.3	2.2	6.5	14.3	18	20.3	9.4	8.1	4.5	4.6	5.2	6.1	6.5	6.9	20.4	0km

Setelah didapatkan matriks penghematan, selanjutnya adalah dengan mengurutkan atau merangking hasil penghematan jarak dari yang paling besar ke terkecil. Langkah ini merupakan iterasi dari matriks penghematan, dimana jika nilai penghematan terbesar terdapat *node* i dan j maka baris i dalam kolom j ditandai, lalu i dan j digabungkan dalam satu kelompok rute, demikian seterusnya sampai iterasi yang terakhir. Selanjutnya pengelompokan rute berdasarkan nilai penghematan yang diperoleh dari *node* gabungan hasil iterasi matriks penghematan. Kemudian mengurutkan daftar pelanggan sesuai dengan kelompok rute yang berdasarkan pada nilai penghematan tersebut. Pilih nilai penghematan terbesar dalam bentuk matriks penghematan pada tabel 4.8 yang ditandai dengan kolom hijau dan kuning yaitu *node* 27 dan 26 yang ditandai.

Gabungkan *node* 27 dan 26 menjadi 1 rute, kemudian tandai baris 27 yang memiliki nilai terbesar tandai kolom 26 yang memiliki nilai terbesar yaitu pada cell 27-26 dengan nilai 20.4 yang ditandai *font* warna merah. Rute yang terbentuk adalah 27-26 = Toko Nandisari Tembalang-Superindo Ungaran. Pengelompokan dapat dilihat pada tabel 4.8



Tabel 4.8 Hasil Iterasi 1 Pengelompokan *Node* Berdasarkan Matriks Penghematan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
ADA MAJAPAHIT	1	0KM																											
ADA FATMAWATI	2	8.1	0KM																										
ADA SETIA BUDI BANYUMANIK	3	0.9	1.2	0KM																									
ADA SILIWANGI	4	4.9	5.3	6	0KM																								
GELAEI CANDI	5	1.5	1.6	7.5	5.6	0KM																							
GELAEI MALL CIPUTRA	6	5.4	5.9	5.5	10.3	6.2	0KM																						
HYPERMART PARAGON	7	3.7	5	5.7	13.1	6.2	11.9	0KM																					
SUPERINDO KEDUNGJUNDU	8	4.8	8	0.9	0.9	1	2.4	1.6	0KM																				
SUPERINDO TLOGOSARI	9	5.6	7.9	2.6	3.6	2.3	6.7	8.2	4.2	0KM																			
SUPERINDO MAJAPAHIT	10	7.81	8.3	2.1	3.9	1.7	5.6	4.3	4.6	7	0km																		
SUPERINDO WOLTERMONGSIDI	11	7.9	10.8	0.9	2.9	2.1	5.6	5.6	7.1	12	8	0km																	
SUPERINDO SOEKARNO HATTA	12	6.6	8	2.3	6.5	2.4	7.3	8.6	4.3	11.4	6.9	11	0km																
SUPERINDO BRIGJEN SUDIARTO	13	8.8	12.1	2.2	5.2	2.6	6.5	5.5	8.5	8.7	8.9	11.5	8.7	0km															
SUPERINDO DR. WAHIDIN	14	1.3	1.5	7	3.2	5.9	4.9	3.9	0.8	1.7	1.8	1.7	2.3	2	0km														
SUPERINDO NGESREP	15	0.8	3.1	14.3	4.9	7.1	4.1	5.6	2.2	1.5	2	1.8	1.2	2.1	6.2	0km													
SUPERINDO SUKUN RAYA	16	1.9	1.2	17.15	4	7.1	4.2	4.7	0.9	1.6	2.1	1.9	1.3	2.2	6.2	14	0km												
SUPERINDO KARANGREJO BANYUMANIK	17	0.9	1.2	17	4	7	4.2	4.7	0.9	1.6	1.1	1.9	1.3	2.2	6	13.8	17.8	0km											
SUPERINDO CANDI	18	2.5	2.3	7.5	7.8	8.3	7.4	8.6	1.7	2.8	2.8	3	4.4	3.3	6.1	7.2	7.2	7	0km										
SUPERINDO GAJAH MUNGKUR	19	3.3	3.8	8.2	9	8.9	8.3	9.6	2	3.7	3.6	3.2	5.2	3.8	6.7	7.8	7.8	7.6	11.1	0km									
SUPERINDO SRIWIJAYA	20	2.4	2.3	4.5	5.6	5.4	7.4	6.9	1.6	2.8	2.7	2.6	4.3	2.9	4.5	4.1	4.1	4	6.9	6.9	0km								
SUPERINDO KRANGGAN	21	4.5	5	5.3	11	6.2	11.9	13	1.6	6.9	4.8	6.5	8.3	5	4.4	5.1	5.1	4.9	8.4	9.4	7	0km							
SUPERINDO IMAM BONJOL	22	4.4	4.9	5.5	13.8	6.5	11.8	15.1	1.4	7.5	4.7	7.3	8.5	4.7	4.3	5.4	5.4	5.2	8.7	9.9	6.9	14.3	0km						
SUPERINDO SIMONGAN	23	2.9	3.9	5.7	12.6	7	9.2	11.8	1.6	3.3	3.2	3.6	5.2	2.9	4.7	5.8	5.8	5.7	9.1	10.4	7.4	10.7	11.5	0km					
SUPERINDO SILIWANGI	24	4.6	4.7	5.5	15.8	6.8	11.3	14	1.4	5.1	4.9	5.4	7.7	4.7	4.5	5.6	5.6	5.5	8.9	10.1	7.5	12.8	13.7	14.2	0km				
SUPERINDO NGALYAN	25	4.9	5.2	8	16.1	7.2	11.2	14.3	1.9	5.6	5.1	4.9	8.3	5.2	4.5	5.9	5.9	5.8	9.2	10.5	7.3	13.1	14	15.1	19.2	0km			
SUPERINDO UNGARAN	26	1.9	1.2	17.4	6	7.2	4.2	5.7	0.9	1.6	2.1	1.9	2.3	2.2	6.5	14.2	18.2	20	9	8	4.4	4.4	5.1	6	6.4	12.2	0km		
TOKO NANDUI SARI TEMBALANG	27	1.9	1.2	17.5	5	7.5	4.2	5.7	0.9	1.6	2.1	1.9	2.3	2.2	6.5	14.3	18	20.3	9.4	8.1	4.5	4.6	5.2	6.1	6.5	6.9	20.4	0km	
Nilai Terbesar	20.4																												
Rute	27-26																												

Contoh berikutnya adalah pilih nilai terbesar dalam bentuk matriks penghematan pada tabel 4.9 yang ditandai dengan kolom hijau dan kuning *node* 27 dan 17. Gabungkan *node* 27 dan 17 menjadi satu rute dan tandai kolom 17 yang memiliki nilai terbesar yaitu pada cell 27,17 dengan nilai 20.3 yang ditandai *font* warna merah. Rute yang terbentuk adalah 27-26-17 = Toko Nandi Sari Tembalang-Superindo Ungaran-Superindo Karangrejo Banyumanik. Pengelompokan dapat dilihat pada tabel 4.9



Hasil akhir Pada tabel 4.10 yang ditandai dengan kolom hijau dan kuning sudah terpenuhi dengan kolom hijau maka iterasi adalah yang terakhir. Iterasi terakhir yaitu node 14-3. Gabungkan *node* 14 dan 3 menjadi satu rute kemudian ditandai. *Node* 14 dan 3 memiliki nilai terbesar 7 yang ditandai dengan *font* warna merah. Setelah melakukan iterasi sebanyak 121 kali dihasilkan pencarian rute distribusi yang didapat dari iterasi nilai terbesar adalah sebagai berikut 27-26-17-25-24-16-3-4-22-7-23-21-15-13-2-11-9-6-12-19-18-5-10-1-8-20-14 = Toko Nandi Sari – Superindo Ungaran – Superindo Karangrejo Banyumanik – Superindo Ngaliyan – Superindo Siliwangi – Superindo Sukun Raya – Ada Setia Budi Banyumanik – Ada Siliwangi – Superindo Imam Bonjol – Hypermart Paragon – Superindo Simongan – Superindo kranggan – Superindo Ngesrep – Superindo Brigjen Sudiarto – Ada Fatmawati – Superindo Woltermongsidi – Superindo Tlogosari – Gelael Mall Ciputra – Superindo Soekarno Hatta – Superindo Gajah Mungkur – Superindo Candi – Gelael Candi – Superindo Majapahit – Ada Majapahit – Superindo Kedungmundu – Superindo Sriwijaya – Superindo DR.Wahidin. Pengelompokan dapat dilihat pada tabel 4.10 dibawah ini.



Tabel 4.10 Hasil Iterasi akhir pengelompokan *Node* Berdasarkan Matriks Penghematan rute

1	OKM																									
2		OKM																								
3	0.9	1.2	OKM																							
4	4.9	5.3	6	OKM																						
5	1.5	1.6		5.6	OKM																					
6	5.4	5.9	5.5		6.2	OKM																				
7	3.7	5	5.7		6.2		OKM																			
8	4.8		0.9	0.9	1	2.4	1.6	OKM																		
9	5.6		2.6	3.6	2.3	6.7		4.2	OKM																	
10			2.1	3.9	1.7	5.6	4.3	4.6		0km																
11			0.9	2.9	2.1	5.6	5.6				0km															
12	6.6		2.3	6.5	2.4			4.3			6.9	0km														
13			2.2	5.2	2.6	6.5	5.5						0km													
14	1.3	1.5	7	3.2	5.9	4.9	3.9	0.8	1.7	1.8	1.7	2.3	2	0km												
15	0.8	3.1		4.9		4.1	5.6	2.2	1.5	2	1.8	1.2	2.1	6.2	0km											
16	1.9	1.2		4		4.2	4.7	0.9	1.6	2.1	1.9	1.3	2.2	6.2		0km										
17	0.9	1.2		4	7	4.2	4.7	0.9	1.6	1.1	1.9	1.3	2.2	6			0km									
18	2.5	2.3						1.7	2.8	2.8	3	4.4	3.3	6.1			7	0km								
19	3.3	3.8						2	3.7	3.6	3.2	5.2	3.8	6.7				0km								
20	2.4	2.3	4.5	5.6	5.4		6.9	1.6	2.8	2.7	2.6	4.3	2.9	4.5	4.1	4.1	4	6.9	6.9	0km						
21	4.5	5	5.3		6.2			1.6	6.9	4.8	6.5		5	4.4	5.1	5.1	4.9			7	0km					
22	4.4	4.9	5.5		6.5			1.4		4.7			4.7	4.3	5.4	5.4	5.2			6.9		0km				
23	2.9	3.9	5.7		7			1.6	3.3	3.2	3.6	5.2	2.9	4.7	5.8	5.8	5.7						0km			
24	4.6	4.7	5.5		6.8			1.4	5.1	4.9	5.4		4.7	4.5	5.6	5.6	5.5						0km			
25	4.9	5.2						1.9	5.6	5.1	4.9		5.2	4.5	5.9	5.9	5.8							0km		
26	1.9	1.2		6		4.2	5.7	0.9	1.6	2.1	1.9	2.3	2.2	6.5				4.4	4.4	5.1	6	6.4		0km		
27	1.9	1.2		5		4.2	5.7	0.9	1.6	2.1	1.9	2.3	2.2	6.5				4.5	4.6	5.2	6.1	6.5	6.9		0km	

7

27-26-17-25-24-16-3-4-22-7-23-21-15-13-2-11-9-6-12-19-18-5-10-1-8-20-14

Tahap 3 : Mengalokasikan semua pelanggan ke kendaraan

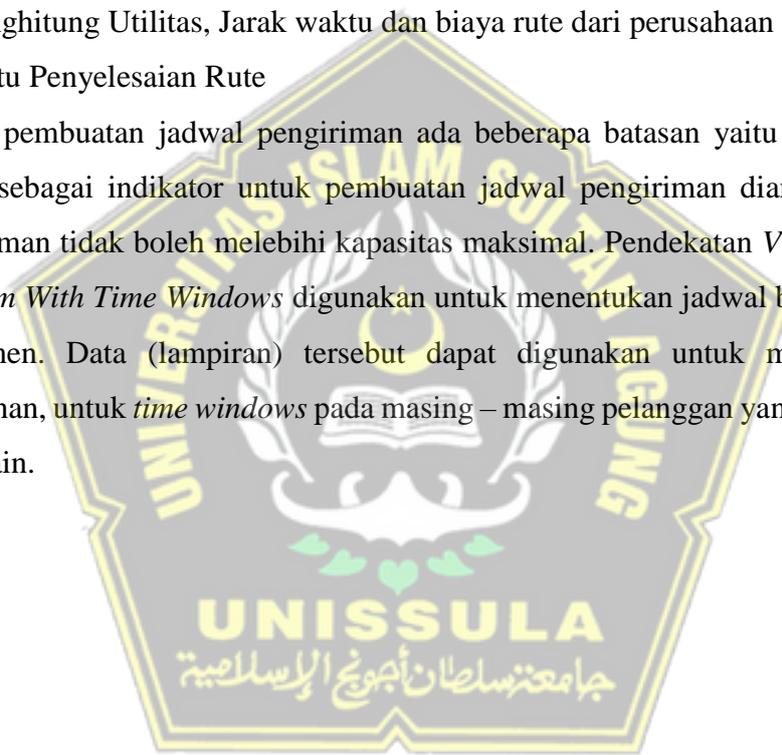
1. Menghitung waktu bongkar muat perjalanan

Tahap ini dilakukan perhitungan waktu penyelesaian tur yang terdiri dari waktu *set up*, waktu muat produk didepot *center*, waktu perjalanan semua *node* dan waktu pelayanan di setiap pelanggan untuk menentukan jumlah dan tipe kendaraan yang digunakan dalam mendistribusikan produk dengan memperhatikan horizon perencanaan. Sesuai dengan fungsi kendala pada penulisan tugas akhir ini pada tabel 4.5.

2. Menghitung Utilitas, Jarak waktu dan biaya rute dari perusahaan

a. Waktu Penyelesaian Rute

Dalam pembuatan jadwal pengiriman ada beberapa batasan yaitu kapasitas dan waktu sebagai indikator untuk pembuatan jadwal pengiriman diantaranya yaitu pengiriman tidak boleh melebihi kapasitas maksimal. Pendekatan *Vehicle Routing Problem With Time Windows* digunakan untuk menentukan jadwal buka tutup tiap konsumen. Data (lampiran) tersebut dapat digunakan untuk menyusun rute perjalanan, untuk *time windows* pada masing – masing pelanggan yang berbeda satu sama lain.



Tabel 4.11 Perhitungan Waktu Penyelesaian Tur Motor 1 (Usulan)

Kendaraan	Hari	No	Nama Pelanggan	Aktifitas	Waktu (menit)	Jam	Time windows	permintaan (kg)	Jumlah Produk (pc)	Jarak (km)
motor 1	1		dc	set up	10	06.30-06.40				
				must produk	1.221	06.40-06.42				
				perjalanan	16,5	06.42-06.58				11
		27	TOKO NANDI SARI	bongkar	0,376	06.58-06.59	08.00-20.30	16	80	
				perjalanan	12,45	06.59-07.11				8,3
		26	SUPERINDO UNGARAN	bongkar	0,488	07.11-07.12	08.00-21.30	8	40	
				perjalanan	12,15	07.12-07.24				8,1
		17	SUPERINDO KARANGREJO BANYUMANIK	bongkar	0,488	07.24-07.25	08.00-21.30	8	40	
				perjalanan	2,55	07.25-07.27				1,7
		3	ADA SETIA BUDI BANYUMANIK	bongkar	0,488	07.27-07.28	08.00-21.30	8	40	
				perjalanan	16,5	07.28-07.44				11
		4	ADA SILIWANGI	bongkar	0,488	07.44-07.45	08.00-21.30	8	40	
				perjalanan	4,05	07.45-07.49				2,7
		22	SUPERINDO IMAM BONJOL	bongkar	0,488	07.49-07.50	08.00-21.30	8	40	
				perjalanan	18	07.50-08.08				12
		15	SUPERINDO NGESREP	bongkar	0,488	08.08-08.09	08.00-21.30	8	40	
				perjalanan	18	08.09-08.27				12
		13	SUPERINDO BRIGJEN SUDIARTO	bongkar	0,61	08.27-08.29	08.00-21.30	10	50	
				perjalanan	2,4	08.29-08.31				1,6
		2	ADA FATMAWATI	bongkar	0,488	08.31-08.32	08.00-21.30	8	40	
				perjalanan	6,75	08.32-08.39				4,5
		12	SUPERINDO SOEKARNO HATTA	bongkar	0,735	08.39-08.40	08.00-21.30	12	60	
				perjalanan	11,1	08.40-08.51				7,4
		13	SUPERINDO GAJAH MUNGKUR	bongkar	0,61	08.51-08.52	08.00-21.30	10	50	
				perjalanan	1,8	08.52-08.54				1,2
		18	SUPERINDO CANDI	bongkar	0,61	08.54-08.55	08.00-21.30	10	50	
				perjalanan	11,1	08.55-09.06				7,4
		8	SUPERINDO KEDUNGMUNDU	bongkar	0,376	09.06-09.07	08.00-21.30	16	80	
				perjalanan	8,7	09.07-09.09				5,8
		20	SUPERINDO SRIWIJAYA	bongkar	0,488	09.09-09.10	08.00-21.30	8	40	
				perjalanan	3,15	09.10-09.13				2,1
		14	SUPERINDO DR. WAHIDIN	bongkar	0,366	09.13-09.14	08.00-21.30	6	30	
				perjalanan	5,25	09.14-09.19				3,5

Tabel 4.11 Lanjutan Perhitungan Waktu Penyelesaian Tur Motor 2 (Usulan)

Kendaraan	Hari	No	Nama Pelanggan	Aktifitas	Waktu (menit)	Jam	Time windows	permintaan (kg)	Jumlah Produk (pcs)	jarak (km)
motor 2	1		dc	set up	10	06.30-06.40				
				muat produk	0.61	06.40-06.41				
				perjalanan	24	06.41-07.05				
		25	SUPERINDO NGALIYAN	bongkar	0.488	07.05-07.06	08.00-21.30	8	40	
				perjalanan	10.8	07.06-07.16				7.2
		24	SUPERINDO SILIWANGI	bongkar	0.488	07.16-07.17	08.00-21.30	8	40	
				perjalanan	18	07.17-07.35				12
		16	SUPERINDO SUKUN RAYA	bongkar	0.366	07.35-07.36	08.00-21.30	6	30	
				perjalanan	18	07.36-07.54				12
		7	HYPERMART PARAGON	bongkar	0.61	07.54-07.55	08.00-21.30	10	50	
				perjalanan	5.4	07.55-08.00				3.6
		23	SUPERINDO SIMONGAN	bongkar	0.488	08.00-08.01	08.00-21.30	8	40	
				perjalanan	8.4	08.01-08.08				5.6
		21	SUPERINDO KRANGGAN	bongkar	0.61	08.08-08.09	08.00-21.30	10	50	
				perjalanan	15	08.09-08.24				10
		11	SUPERINDO WOLTERMONGSIDI	bongkar	0.488	08.24-08.25	08.00-21.30	8	40	
				perjalanan	3.45	08.25-08.29				2.3
		9	SUPERINDO TLOGOSARI	bongkar	0.854	08.29-08.30	08.00-21.30	14	70	
				perjalanan	8.85	08.30-08.39				5.9
		6	GELAE MALL CIPUTRA	bongkar	0.854	08.39-08.40	08.00-21.30	14	70	
				perjalanan	7.8	08.40-08.47				5.2
		5	GELAE CANDI	bongkar	0.854	08.47-08.48	08.00-21.30	14	70	
				perjalanan	9.6	08.48-08.57				6.4
		10	SUPERINDO MAJAPAHIT	bongkar	0.366	08.57-08.58	08.00-21.30	6	30	
				perjalanan	0.375	08.58-08.59				0.25
		1	ADA MAJAPAHIT	bongkar	0.732	08.59-09.00	08.00-21.30	12	60	
				perjalanan	5.85	09.00-09.06				3.9

a. Menghitung utilitas kendaraan

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan utilitas kapasitas kendaraan untuk mengetahui ukuran performasi yang ingin dicapai dari algoritma ini, dengan menggunakan persamaan:

Jumlah *demand* yang diangkut motor 1 sebesar =136 kg

Jumlah *demand* yang diangkut motor 2 sebesar = 110 kg

Jadi total demand pada kedua motor sebesar = 146 kg

Kapasitas alat angkut = 175 kg x 26 hari = 4550 kg

Utilitas = (jumlah *demand* yang diangkut : kapasitas alat angkut) x 100%

Utilitas = (146 kg : 4550) x 100% = 32%

b. Mengurutkan Konsumen Dalam Satu Rute

Tujuan utama yang harus diperhatikan adalah meminimalkan jarak masing – masing kendaraan yang dilalui. Perubahan urutan pengiriman yang telah dibuat dapat mempengaruhi jarak yang akan dilalui kendaraan. Urutan pengiriman dapat ditentukan dengan mencapai awal urutan, kemudian dilakukan perbaikan rute yaitu berupa prosedur – prosedur untuk mencapai urutan pengiriman dengan biaya dan jarak yang rendah. Urutan rute yang dibuat berdasarkan alternatif yang mungkin dari semua rute yang dilalui. *Swap* yaitu memilih secara acak dua bagian struktur untuk selanjutnya ditukar posisinya. *Neighborhood search* adalah pencarian dalam teknik ini setiap kemungkinan atribut dari struktuy dapat dipindah-pindah menggunakan aturan kombinasi

Tabel 4.12 Modifikasi Rute (Clark and Wright Saving Heuristic)

Kendaraan	Hari	Modifikasi Rute	Total Jarak	Penghematan
Motor 1	1	27-26-17-3-4-22-15-13-2-12-19-18-8-20-14	100.3	
yamaha vixion		27-26-17-3-13-2-8-12-22-4-14-19-18-15-20	101.4	
				1.4 km
motor 2	1	25-24-16-7-23-21-11-9-6-5-10-1	90.35	
honda kharisma		25-11-10-9-7-6-21-5-16-1-23-24	92.3	
				2.3 km

Modifikasi rute yang digunakan untuk meminimalkan jarak antar konsumen dalam pendistribusian. Meminimasi jarak hanya bisa dilakukan ketika konsumen yang

dituju dalam satu hari lebih dari 2 kosnumen. Dari hasil modifikasi rute diatas maka didapatkan nilai penghematan dari kedua kurir sebesar 3.7 km.

c. Total Jarak

Untuk rute akhir yang dihasilkan dengan menggunakan pendekatan swep dapat mempersingkat jarak sejauh 3.7 km. berikut ini merupakan hasil pencarian rute dari metode *clark and wright saving heuristic*.

Tabel 4.13 Output Rute (Clark and Wright Saving Heuristic)

Kendaraan	Hari	Modifikasi Rute	Total Jarak	Penghematan
Motor 1	1	27-26-17-3-4-22-15-13-2-12-19-18-8-20-14	100.3	
yamaha vixion		Output CAWSH		
		27-26-17-3-13-2-8-12-22-4-14-19-18-15-20	101.4	1.4 km
motor 2	1	25-24-16-7-23-21-11-9-6-5-10-1	90.35	
honda kharisma		Output CAWSH		
		25-11-10-9-7-6-21-5-16-1-23-24	92.3	2.3 km

d. Menghitung Semua Biaya Distribusi

Berikut ini merupakan perhitungan total biaya distribusi rute yang didapatkan dari hasil modifikasi adalah sebagai berikut :

Biaya distribusi = (Gaji kurir x jumlah hari pengiriman) + (biaya bahan bakar + ((uang makan kurir x jumlah pengiriman)))

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya distribusi} &= (\text{Rp.50.000} \times 26) + (\text{Rp.10.000} \times \text{total jarak : 30 km/liter}) + \\
 &\quad (\text{Rp.15.000} \times 26) \\
 &= \text{Rp.1.300.000} \times 2 \text{ kurir} + \text{Rp.1.560.000} + \text{Rp.390.000} \times 2 \text{ kurir} \\
 &= \text{Rp.4.940.000}
 \end{aligned}$$

Jadi Total biaya distribusi selama satu bulan di UD. Tempe Sari Murni sebesar Rp. 4.940.000

4.3. Analisa dan Interpretasi

Berikut ini merupakan hasil dari rute distribusi produk yang akan digunakan di UD.Tempe Sari Murni yang sebelumnya diperusahaan tersebut tidak memiliki rute distribusi yang optimal :

a. Dari Segi Rute Perjalanan

Rute dari hasil metode *clarke and wright saving heuristic* dengan menggunakan 2 unit motor sebagai berikut :

Tabel 4.14 Rute Clarke and Wright Saving Heuristic

Kendaraan	Hari	Modifikasi Rute	Total jarak (KM)
Motor 1	1	27-26-17-3-4-22-15-13-2-12-19-18-8-20-14	100.3
yamaha vixion			
motor 2	1	25-24-16-7-23-21-11-9-6-5-10-1	90.35
honda kharisma			
Total			190.65

b. Dari Segi Total biaya

Dari hasil perhitungan total biaya rute usulan yaitu sebesar Rp.6.500.000

Tabel 4.15 Biaya Distribusi

No	Uraian	Tarif	Total jarak (km)	Hari	Bulan
1	Bahan bakar /30 km	Rp.10.000 x 2 kurir	190.65	26	Rp.1.560.000
2	Gaji kurir x 2 kurir	Rp.50.000 x 2 kurir	-	26	Rp.2.600.000
3	Uang makan	Rp.15.000 X 2 kurir	-	26	Rp.780.000
Total					Rp.4.940.000

c. Dari Segi Utilitas Kendaraan

Dari hasil perhitungan ini kita dapat mengetahui ukuran perfortmasi yang ingin dicapai dari algoritma ini, dengan menggunakan persamaan jumlah demand yang diangkut dari setiap kendaraan dibagi kapasitas alat angkut dikalikan 100 %

$$\text{Utilitas} = 146 \text{ kg dibagi } 4550 \text{ dikali } 100 \% = 32 \%$$

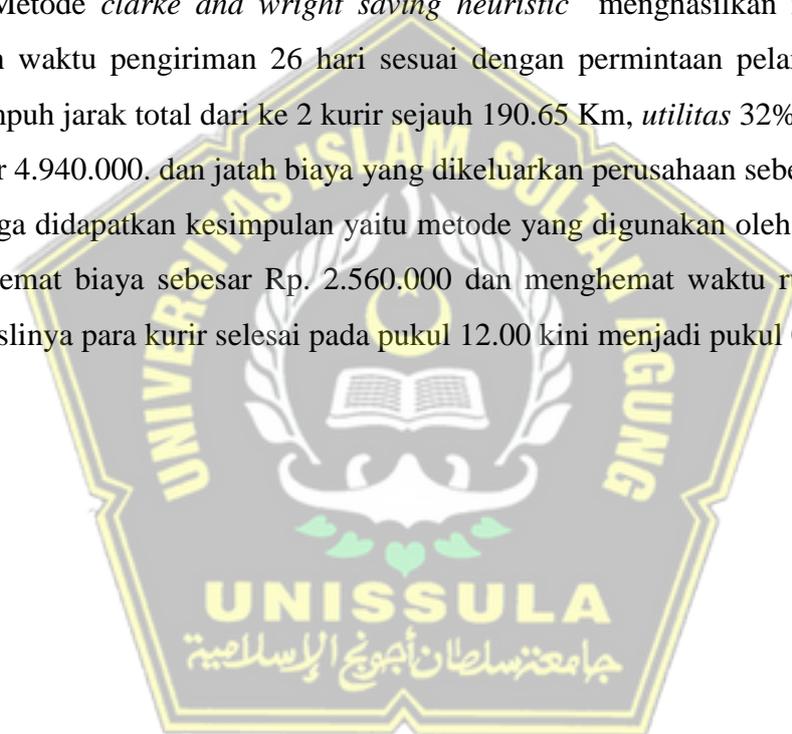
Angka 32 % menunjukkan utilitas kapasitas yang diangkut pada rute usulan cukup efisien sehingga dari segi kapasitas yang diangkut

d. Dari Segi Total Waktu Perjalanan

Dari segi total waktu yang didapatkan UD. Tempe Sari Murni melakukan pengiriman produk ke pelanggan selama 26 hari dan off melakukan pengiriman produk selama 4 hari itu dihari minggu. Dalam satu hari dari hasil perhitungan waktu penyelesaian tur kurir motor 1 menyelesaikan tur pada pukul 09.19 dan kurir motor 2 menyelesaikan tur pada pukul 09.00

4.4. Pembuktian Hipotesa

Metode *clarke and wright saving heuristic* menghasilkan rute distribusi dengan waktu pengiriman 26 hari sesuai dengan permintaan pelanggan dengan menempuh jarak total dari ke 2 kurir sejauh 190.65 Km, *utilitas* 32% dengan biaya sebesar 4.940.000. dan jatah biaya yang dikeluarkan perusahaan sebesar 7.500.000 sehingga didapatkan kesimpulan yaitu metode yang digunakan oleh peneliti dapat menghemat biaya sebesar Rp. 2.560.000 dan menghemat waktu rute perjalanan yang aslinya para kurir selesai pada pukul 12.00 kini menjadi pukul 09.00.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dalam laporan ini dihasilkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Jumlah biaya distribusi perusahaan sebelumnya di angka Rp.7.500.000 setelah dihitung menggunakan metode clark and wright saving heuristic biaya distribusi yang dihasilkan hanya 4.940.000 yang dapat menghemat biaya dsitribusi sebesar 2.560.000
2. Dengan menggunakan metode clark and wright saving heuristic dapat menghasilkan dapat menghasilkan rute ditribusi yaitu nandi sari, superindo ungaran,superindo karangrejo banyumanik,superindo ngaliyan,superindo siliwangi,superindo sukun raya, ada setia budi ,ada siliwangi,superindo imam bonjol, hypermart paragon, superindo simongan, superindo kranggan, superindo ngesrep, superindo brigjen sudiarto, ada fatmawati, superindo woltermongsidi, superindo tlogosari, gelael mall ciputra, superindo soekarno hatta, superindo gajah mungkur, superindo candi, gelael candi, superindo majapahit, ada majapahit, superindo kedungmundu, superindo sriwijaya, superindo dr.wahidin. 27-26-17-25-24-16-3-7-23-21-15-13-2-11-9-6-12-19-18-5-10-1-8-20-14 susun rute tersebut dapat dilihat pada tabel 4.10 pada halaman 52
3. Jadi dari rute distribusi yang diusulkan dengan waktu penyelesaian tur yang sebelumnya 5 jam 30 menit setelah menggunakan metode clark and wright saving heuristic tur bisa diselesaikan hanya dengan waktu 3 jam saja.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian adapun saran yang dapat diberikan pada penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan bagi pihak perusahaan UD. Tempe Sari Murni upaya menciptakan sistem distribusi yang lebih optimal dari segi jarak, waktu dan biaya distribusi.
2. Hasil penelitian dapat meningkatkan produksi dan stabilitas perusahaan.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait masalah penentuan rute distribus





DAFTAR PUSTAKA

- Berlianny, Intan, and Miftahul Arifin. 2014. "Teknik-Teknik Optimasi Heuristik." edited by G. Ilmu. Yogyakarta.
- Cahaya, Dwi, Astriya Nugraha, Wayan Firdaus Mahmudy, Magister Ilmu, Komputer Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya, and Jl Veteran No. 2015. "Optimasi Vehicle Routing Problem with Time Windows Pada Distribusi Katering Menggunakan Algoritma Genetika." *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia* (November):2–3.
- Chopra, S., and P. Meindl. 2010. *Supply Chain Management : Strategy, Planning and Operation*. Fourth Edi. Pearson, New Jersey.
- Christofides, N., A. Mingozzi, and P. Toth. 1979. *The Vehicle Routing Problem* Willy. Chichester. UK.
- Chrystianto, Heru, Hari Adianto, and Rispianda Rispianda. 2013. "Usulan Rute Distribusi Roti Dengan Menggunakan Metode Clark-Wright Algorithm." 1(1):120–26.
- Cordeau J-F, Gendreau M, Laporte G, Potvin JY, and Semet F. 2002. "A Guide to Vehicle Routing Heuristics." (*Journal of Operation Research Society*):3: 512-522.
- E.K. Morlok. 1984. *Pengantar Teknik Dan Percangan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Ekawati, Ratna, and Nuzulia Febriana. 2017. "Optimalisasi Rute Distribusi Air Minum Quelle Dengan Algoritma Clarke & Wright Saving Dan Model." *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri* 1–7.
- Fuandi, Arief Sugeng, and Darminto Pujotomo. 2018. "Penyelesaian Vehicle Routing Problem Menggunakan Metode Clarke and Wright Saving Heuristic." *Seminar Nasional IENACO* 164–72.
- Hantono Raharjo, Enny Aryani, and Dira Ernawati. 2014. "Minimalisasi Biaya Distribusi Kayu Dengan Metode Clarke And Wright Saving Heuristic Cv. Sumber Jaya Gresik".
- Kallehauge, B, J Larsen, and dan O.B.G. Marsen. 2001. *Lagrangean Duality Applied on Vehicle Routing with Time Windows*. Technical R. edited by IMM. 2001: Technial University of Denmark.
- Kasus, Studi, Claudya Sanin Hutasoit, Susy Susanty, and Arif Imran. 2014. "Penentuan Rute Distribusi Es Balok Menggunakan Algoritma Nearest Neighbour Dan Local Search." 02(02):268–76.

- Michalewicz, Z., D. Dasgupta, and R. G. and Le Riche. 1996. *Schoenauer M. Evolutionary Algorithms for Constrained Engineering Problems*. Computers.
- Pengantar, Kata. 2011. "Metode Distribution Requirement Planning (Drp) Skripsi Putu Andayani Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional ' Veteran ' Jawa Timur."
- Prins, C. 2001. *A Simple and Effectivi Evolutionary Algorithms Using Genetic Algorithms*. edited by Application Hndbook of Genetic Algorithms: Neew Frontiers, Vol. II, Lance Chambers (ed) CRC Press, 253-277.
- Pujawan, I. Nyoman. 2014. *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
- Setupa NI, Widyadana AGI, and Christine. 2003. *Studi Tentang Treveling Salesman Problem Dan Vehicle Routing Problem Dengan Time Windows*. Jurusan Teknik Industri; Universitas Petra; Surabaya.
- Sudiana Wirasambada, and Dwi Iryaning Hadayani. 2016. "Vehicle Routing Untuk Pick Up Problem Dengan Pendekatan Most Valueable Neighborhood Dan Nearest Neighbor Pada Jasa Pengiriman." 14:43–49.
- Sugiyono, A., & Kurniadi, D. (2023). Model Integer Programming untuk penugasan pekerjaan dengan waktu kedatangan dan keberangkatan yang berbeda. *Jurnal Transformatika*, 20(2)
- Suprayogi. 2003. "Algoritma Sequential Insertion Untuk Memecahkan Vehicle Problem Routing with Multiple Trips and Time Windows." *Jurnal Teknik Dan Manajemen Industri; ITB*.
- Thangiah, S. R. 1995. "Vehicle Routing Problem with Time Windows Using Genetic Algorithms." *Application Handbook of Genetic Algorithms: New Frontiers*, Vol. II, Lance Chambers (ed), CRC Press, 253-277.
- Toth., Vigo, D. 2002. *The Vehicle Routing Problem*. *Society for Industrial and Mathematics*. SIAM, Philadelphia.
- Zhu, Kenny Q. 2003. "Population Diversity in Genetic Algorithm for Vehicle Routing Problem with Time Windows." *Department of Computer Science, National University of Singapore* (May).

