

**PENYELESAIAN KASUS *VEHICLE ROUTING PROBLEM*
(VRP) DENGAN METODE *NEAREST NEIGHBOUR* UNTUK
OPTIMALISASI DISTRIBUSI DI CV JATIMAS**

LAPORAN TUGAS AKHIR

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SYARAT TUGAS AKHIR
PADA PROGRAM STUDI STRATA SATU (S1) TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM SULTAN
AGUNG SEMARANG



DISUSUN OLEH:

AHDAN ZAKY TSASBITUL AZMI

NIM : 31602000015

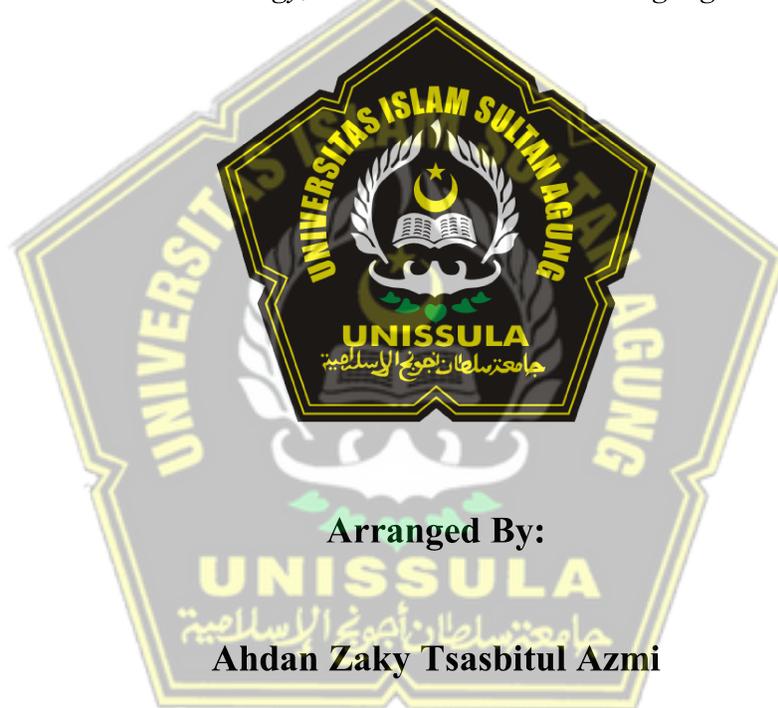
**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

JUNI 2024

FINAL PROJECT

**SOLVING VEHICLE ROUTING PROBLEM (VRP) CASES WITH
THE NEAREST NEIGHBOR METHOD TO OPTIMIZE
DISTRIBUTION IN CV JATIMAS**

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1) at
Departement of Industrial Engineering, Faculty of Industrial
Technology, Universitas Islam Sultan Agung*



Arranged By:

Ahdan Zaky Tsasbitul Azmi

NIM : 31602000015

**DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
JUNI 2024**

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "**PENYELESAIAN KASUS *VEHICLE ROUTING PROBLEM (VRP) DENGAN METODE NEAREST NEIGHBOUR*** UNTUK OPTIMALISASI DISTRIBUSI DI CV JATIMAS" Disusun oleh:

Nama : Ahdan Zaky Tsasbitul Azmi

NIM : 31602000015

Program Studi : Teknik Industri

Telah Disahkan oleh dosen pembimbing pada:

Hari :

Tanggal :

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Dr. Nurwidiana, ST.,MT

Ir. Irwan Sukendar, ST.,MT,IPM

NIDN 0604027901

NIDN 0010017601

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri



Wiwiek Fatmawati, ST.,M.Eng
NIK. 210600021

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “PENYELESAIAN KASUS *VEHICLE ROUTING PROBLEM (VRP) DENGAN METODE NEAREST NEIGHBOUR* UNTUK OPTIMALISASI DISTRIBUSI DI CV JATIMAS” ini telah dipertahankan di depan dosen penguji Tugas Akhir pada:

Hari :

Tanggal :

TIM PENGUJI

Anggota 1

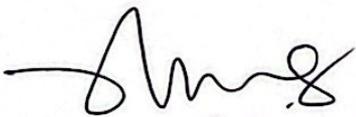
Anggota 2


Wiwiek Fatmawati, ST., M.Eng

NIDN. 0622107401


Akhmad Syakhroni, ST., M.Eng

NIDN. 0616037601


Nuzulia Khoiriyah, ST., MT

NIDN. 0624057901

PERNYATAAN PERSETUJUAN UNGGAH KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahdan Zaky Tsasbitul Azmi

NIM : 31602000015

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* dengan judul :

Penyelesaian Kasus Vehicle Routing Problem (VRP) Dengan Metode Nearest Neighbor Untuk Optimalisasi Distribusi Di CV Jatimas

dan menyetujuinya menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dalam pangkalan data, dan dipublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 05 Juni 2024

Yang menyatakan,



(Ahdan Zaky Tsasbitul Azmi)

*Coret yang tidak perlu

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahdan Zaky Tsasbitul Azmi

NIM : 31602000015

Judul Tugas Akhir : *PENYELESAIAN KASUS VEHICLE ROUTING PROBLEM (VRP) DENGAN METODE NEAREST NEIGHBOUR UNTUK OPTIMALISASI DISTRIBUSI DI CV JATIMAS*

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul dan isi Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata 1 (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 dalam kemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 22 Mei 2024

Yang menyatakan



Ahdan Zaky Tsasbitul Azmi

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin

Rasa syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, cinta, dan kasih sayang serta telah memberikan kekuatan dan kesabaran yang berlimpah sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya. Sholawat serta salam selalu terlimpah kepada Baginda Nabi besar kita Nabi Muhammad SAW, semoga kita mendapatkan syafaat beliau di yaumul qiyamah nanti, amin. Laporan tugas akhir ini yang berjudul *Penyelesaian Kasus Vehicle Routing Problem (VRP) Dengan Metode Nearest Neighbour Untuk Optimalisasi Distribusi Di CV Jatimas* yang saya persembahkan kepada orang-orang yang saya sayangi dan cintai terutama kedua orangtua saya tercinta sebagai wujud rasa terimakasih karena telah memberikan semangat, dukungan, motivasi, dan mendoakan dala menyelesaikan tugas akhir saya ini.

Telah selesainya tugas akhir ini merupakan capaian awal yang bisa saya persembahkan untuk memulai kehidupan baru. Saya tahu bahwa tugas akhir ini tidak ada apa-apanya dibandingkan dengan perjuangan orangtua saya dalam mendidik serta membiayai saya selama ini, tetapi saya akan selalu berusaha untuk membuat kedua orangtua saya selalu bahagia dengan usaha saya semaksimal mungkin.

Terimakasih ditujukan kepada Almarhumah Mamah saya tercinta yang sudah memberikan semangat dan doa selama masa hidupnya serta kata-kata semangat yang diberikan dan Bapak saya yang terus memberikan nilai arti dalam kehidupan nyata dan setiap doa yang tak henti-hentinya di ucapkan untuk jalan menuju kesuksesan saya, saya hanya masih bisa membalas dengan ucapan kata terimakasih yang sebesar-besarnya. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan Almarhumah mamah dan bapak yang kuat, Aamiin.

Terimakasih untuk seluruh teman-teman atas semangat dan motivasi yang telah diberikan untuk saya dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

MOTTO

“Dekatilah Allah dan berdoalah di hadapannya serta mintalah ampunan dan berusahalah maka Allah akan mengabulkan permohonanmu, Perbaiki hubunganmu dengan Allah dan selalu beriman agar selalu di jalan yang benar maka kelak kamu akan mendapatkan kehidupan dan rezeki yang lebih baik”



KATA PENGANTAR

Assalamuallaikum Wr. Wb.

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan sekaligus laporan tugas akhir yang berjudul ” Penyelesaian Kasus *Vehicle Routing Problem* (VRP) Dengan Metode *Nearest Neighbour* Untuk Optimalisasi Distribusi Di Cv Jatimas” dengan sebaik – baiknya, sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi besar junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Laporan tugas akhir merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa untuk meraih gelar sarjana (S1) di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas mendapat bantuan dari berbagai pihak. Dengan rasa setulus hati, penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridhonya serta memberikan kelapangan hati dan pikiran dalam menimba ilmu.
2. Terimakasih kepada orang yang sangat aku sayangi yaitu kedua orang tuaku, Almarhumah Ibu tercinta dan Bapak tercinta yang telah memberikan banyak kasih sayang, motivasi, semangat, dukungan materil maupun non materil dan tidak pernah berhenti mendoakan di setiap sujudnya sepanjang masa.
3. Terima kasih kepada Dosen Pembimbing Ibu DR. Nurwidiana, ST.,MT selaku dosen pembimbing 1 yang dengan sabar, tulus, serta ikhlas memberikan arahan kepada saya dalam proses tugas akhir saya. Saya juga mengucapkan terima kasih banyak kepada Ibu DR. Nurwidiana, ST.,MT yang telah memberikan kesempatan yang luar biasa sehingga almarhumah Mamah saya bisa melihat proses penyusunan laporan ini.
4. dan Bapak Irwan Sukendar, ST., MT. yang telah membantu dan membimbing dengan sabar sampai laporan tugas akhir ini terselesaikan.
5. Ibu Dr. Ir. Novi Marlyana, ST.,MT selaku Dekan di Fakultas Teknologi Industri beserta jajarannya.

6. Ibu Nuzulia Khoiriyah, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Industri.
7. Bapak H. Andre Sugiyono, ST., MM., Ph.D selaku Dosen Wali saya yang selama ini telah sangat banyak memberikan ilmu, motivasi dan semangat.
8. Bapak dan Ibu Dosen Progam Studi Teknik Industri yang telah memberikan ilmu selama dibangku kuliah.
9. Staff dan Karyawan Fakultas Teknologi Industri yang sudah membantu dalam segala urusan tugas akhir mulai dari surat permohonan penelitian sampai Sidang Akhir.
10. Terima kasih kepada pihak PT. CV Jatimas yang telah memberikan izin untuk saya melakukan penelitian di perusahaannya serta karyawan yang telah sabar membantu memberikan data-data.
11. Terima kasih kepada teman seperjuangan saya yaitu teman-teman satu kota (Adam Adi Sucipto, Mohammad Luqi Wiharto, Fadlika Ardy, M. Ikhsan K.I, Reza Mubarak, Arifin Ilham, Hikmal Akbar Zakiri, Mia Sekar, Della Isti) yang telah memberikan semangat, nasehat dan dukungan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
12. Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan Teknik Industri 2020
13. Dan terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu dan memberi semangat pada saat penyelesaian laporan tugas akhir ini

Semarang, 22 Mei 2024

Mahasiswa

Ahdan Zaky Tsasbitul Azmi

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR (BAHASA INDONESIA)	i
LAPORAN TUGAS AKHIR (BAHASA INGGRIS)	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iiiv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH	vi
PERSEMBAHAN	vii
MOTTO	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR ISTILAH	xix
ABSTRAK (BAHASA INDONESIA)	xx
ABSTRAK (BAHASA INGGRIS)	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Landasan Teori	20
2.2.1 Distribusi.....	20
2.2.2 Aktivitas Distribusi	20
2.2.3 Sistem Distribusi.....	21

2.2.4	Penyusunan Rute Kendaraan	22
2.2.5	<i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	23
2.2.5.1	Pengertian Masalah Rute Kendaraan (VRP)	24
2.2.5.2	<i>Vehicle Routing Problem With Time Windows</i> (VRPTW)	28
2.2.6	Matriks jarak Dan Matriks waktu	29
2.2.7	<i>Saving Matrix</i> Jarak dan <i>Saving Matrix</i> Waktu	29
2.2.8	<i>Nearest Neighbour</i>	31
2.2.8.1	Konsep Dasar Metode <i>Nearest Neighbour</i>	32
2.2.8.2	Tahap Dalam Pengerjaan <i>Nearest Neighbor</i>	32
2.2.9	Algoritma Untuk Menyelesaikan VRP	33
2.3	Hipotesis dan Kerangka Teoritis	34
2.3.1	Hipotesa.....	34
2.3.2	Kerangka Teoritis.....	36
BAB III METODE PENELITIAN		37
3.1	Pengumpulan Data	37
3.2	Teknik Pengumpulan Data	37
3.3	Pengujian Hipotesa.....	38
3.4	Metode Analisa.....	39
3.5	Pembahasan	39
3.6	Penarikan Kesimpulan.....	40
3.7	Diagram Alir.....	40
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		42
4.1	Pengumpulan Data	42
4.1.1	Data Pelanggan.....	42
4.1.2	Sistem Distribusi CV Jatimas	43
4.1.3	Data Rute Awal Perusahaan.....	44
4.1.4	Data Permintaan	44
4.1.4	Matriks Jarak.....	46
4.1.5	Matriks Waktu	46
4.2	Pengolahan Data.....	59
4.2.1	Perhitungan Biaya Distribusi	59

4.2.2	Penyelesaian VPR-TW Menggunakan Metode <i>Nearest Neighbour</i> Berdasarkan Jarak	60
4.2.2.1	Menentukan Matriks Jarak.....	61
4.2.2.2	Menentukan <i>Saving Matrix</i> Jarak	61
4.2.2.3	Pengurutan Nilai <i>Saving Matrix</i> Jarak	64
4.2.2.4	Pengelompokan Rute berdasarkan jarak.....	66
4.2.2.5	Pengurutan Rute Matriks Jarak Metode <i>Nearest Neighbor</i>	74
4.2.3	Penyelesaian VPR-TW menggunakan metode <i>Nearest Neighbour</i> Berdasarkan Waktu.....	91
4.2.3.1	Menentukan <i>Saving Matrix</i> Waktu.....	91
4.2.3.2	Pengurutan Nilai <i>Saving Matrix</i> Waktu	93
4.2.3.3	Pengelompokan Rute Berdasarkan <i>Saving Matrix</i> Waktu	95
4.2.3.4	Pengurutan Rute <i>Saving Matrix</i> Waktu Metode <i>Nearest Neighbor</i>	103
4.2.3.4	Biaya Distribusi Usulan Berdasarkan Waktu.....	119
4.3	Analisa.....	120
4.4	Hipotesa.....	125
BAB V PENUTUP		129
5.1	Kesimpulan.....	129
5.2	Saran.....	130
DAFTAR PUSTAKA		132
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Literatur Review</i>	13
Tabel 4.1 Data Pelanggan.....	42
Tabel 4.2 Rute awal perusahaan.....	44
Tabel 4.3 Pengiriman hari Senin	45
Tabel 4.4 Pengiriman hari Selasa	45
Tabel 4.5 Pengiriman hari Rabu.....	45
Tabel 4.6 Pengiriman hari Kamis.....	46
Tabel 4.7 Pengiriman hari Jumat.....	46
Tabel 4.8 Tabel Matriks Jarak.....	48
Tabel 4.9 Tabel Matriks Waktu.....	48
Tabel 4.10 Waktu Pengiriman Armada 1	50
Tabel 4.11 Waktu Pengiriman Armada 2.....	50
Tabel 4.12 Waktu Pengiriman Armada 3.....	51
Tabel 4.13 Waktu Pengiriman Armada 1.....	52
Tabel 4.14 Waktu Pengiriman Armada 2.....	52
Tabel 4.15 Waktu Pengiriman Armada 3.....	53
Tabel 4.16 Waktu Pengiriman Armada 1.....	53
Tabel 4.17 Waktu Pengiriman Armada 2.....	53
Tabel 4.18 Waktu Pengiriman Armada 3.....	54
Tabel 4.19 Waktu Pengiriman Armada 1.....	55
Tabel 4.20 Waktu Pengiriman Armada 2.....	55
Tabel 4.21 Waktu Pengiriman Armada 3.....	56
Tabel 4.22 Waktu Pengiriman Armada 1.....	56
Tabel 4.23 Waktu Pengiriman Armada 2.....	56
Tabel 4.24 Waktu Pengiriman Armada 3.....	57
Tabel 4.25 Spesifikasi Armada Pengiriman.....	58
Tabel 4.26 Rute Pengiriman Saat Ini.....	60
Tabel 4.27 <i>Saving Matrix</i> Jarak.....	62
Tabel 4.28 Pengurutan Nilai <i>Saving</i>	64

Tabel 4.29 Pengurutan Pelanggan	72
Tabel 4.30 Waktu Pengiriman Armada 1	82
Tabel 4. 31 Waktu Pengiriman Armada 2	83
Tabel 4. 32 Waktu Pengiriman Armada 3	83
Tabel 4.33 Waktu Pengiriman Armada 1	84
Tabel 4.34 Waktu Pengiriman Armada 2	84
Tabel 4.35 Waktu Pengiriman Armada 3	84
Tabel 4.36 Waktu Pengiriman Armada 1	85
Tabel 4.37 Waktu Pengiriman Armada 2	85
Tabel 4.38 Waktu Pengiriman Armada 3	86
Tabel 4.39 Waktu Pengiriman Armada 1	87
Tabel 4.40 Waktu Pengiriman Armada 2	87
Tabel 4.41 Waktu Pengiriman Armada 3	88
Tabel 4.42 Waktu Pengiriman Armada 1	88
Tabel 4.43 Waktu Pengiriman Armada 2	88
Tabel 4.44 Waktu Pengiriman Armada 3	89
Tabel 4.45 Tabel Biaya Distribusi Usulan	90
Tabel 4.46 <i>Saving Matrix</i> Waktu	92
Tabel 4.47 Pengurutan Nilai <i>Saving</i>	93
Tabel 4.48 Pengelompokan Rute Berdasarkan Matrik Waktu	101
Tabel 4.49 Waktu Pengiriman Armada 1	111
Tabel 4. 50 Waktu Pengiriman Armada 2	111
Tabel 4. 51 Waktu Pengiriman Armada 3	112
Tabel 4.52 Waktu Pengiriman Armada 1	113
Tabel 4.53 Waktu Pengiriman Armada 2	113
Tabel 4.54 Waktu Pengiriman Armada 3	113
Tabel 4.55 Waktu Pengiriman Armada 1	114
Tabel 4.56 Waktu Pengiriman Armada 2	114
Tabel 4.57 Waktu Pengiriman Armada 3	115
Tabel 4.58 Waktu Pengiriman Armada 1	116
Tabel 4.59 Waktu Pengiriman Armada 2	116

Tabel 4.60 Waktu Pengiriman Armada 3	116
Tabel 4.61 Waktu Pengiriman Armada 1	117
Tabel 4.62 Waktu Pengiriman Armada 2	117
Tabel 4.63 Waktu Pengiriman Armada 3	118
Tabel 4.64 Tabel biaya Usulan.....	119
Tabel 4.65 Urutan Rute Pengiriman Perusahaan Saat Ini	120
Tabel 4.66 Urutan Rute Pengiriman Usulan Berdasarkan Jarak Tempuh.....	121
Tabel 4.67 Urutan Rute Pengiriman Usulan Berdasarkan Waktu Tempuh.....	121
Tabel 4.68 Tabel Hasil Perbandingan	124
Tabel 4.69 Tabel Perbandingan.....	128



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bumbu Antaka	2
Gambar 1.2 Peta Wilayah Tegal.....	3
Gambar 1.3 Isuzu Traga	4
Gambar 2.1 Bagan Pergudangan Ganda.....	22
Gambar 2.2 Grafik <i>Vehicle Routing Problem</i>	25
Gambar 2.3 Hubungan Permasalahan dalam <i>Vehicle Routing Problem</i>	28



DAFTAR LAMPIRAN



DAFTAR ISTILAH

- CV = Persekutuan Komanditer
- VRP = *Vehicle Routing Problem*
- CVRP = *Capacitated VRP.*
- DCVRP = *Distanced Constrained VRP*
- VRPTW = *Time Windows VRP*
- VRPPD = *Develop and Delivery VRP*
- VRPB = *Backhaul VRP*
- MDC = *Distribution Center Parent*
- RDC = *Distribution Center Regional*
- LDC = *Center For Local Distribution*
- G = Gudang
- $S(1,2)$ = *Saving Matrix*
- $J(C,i)$ = jarak antara Gudang ke lokasi i
- $J(C,j)$ = jarak antara Gudang ke lokasi j
- $J(1,2)$ = jarak antara lokasi i ke lokasi j



ABSTRAK

CV Jatimas, distributor bumbu tabur merek Antaka di wilayah kota dan kabupaten Tegal, mengirimkan produknya kepada 57 pelanggan. Dalam sehari, mereka dapat mengirimkan hingga 300 boks perhari menggunakan mobil boks Isuzu Traga dengan kapasitas maksimal 100 boks per mobil. CV Jatimas memiliki 3 armada untuk pengiriman. Saat ini, kebijakan pengiriman didasarkan pada surat perintah pengiriman yang dikeluarkan oleh admin sesuai jadwal perusahaan, dengan pengiriman setiap lima hari kerja per minggu. Namun, prioritas pengiriman lebih tinggi untuk pelanggan yang membayar tunai daripada dengan kartu kredit, yang menyebabkan jalur pengiriman menjadi tidak teratur. Supir dan kernet hanya diberitahu bahwa barang harus dikirim sesuai jadwal tanpa aturan rute yang akan dilewati. Akibatnya, beberapa toko yang seharusnya menjadi tujuan pengiriman terlewatkan. Pelanggan dapat menerima barang yang mereka pesan dari pukul 09.00 hingga 14.00 WIB. Data awal perusahaan dengan total jarak sebesar 708,4 km, waktu tempuh sebesar 1545 menit dan biaya distribusi sebesar Rp 802.617. Pada penelitian ini peneliti menggunakan beberapa metode untuk menyelesaikan permasalahan *Vehicle Routing Problem With Time Windows* (VRP-TW) untuk menentukan pengelompokan rute dengan mencari nilai matriks penghematan (*Saving Matrix*) terbesar dan metode *Nearest Neighbor* (tetangga terdekat) untuk menentukan urutan pengiriman berdasarkan jarak terdekat dari gudang. Pada penelitian ini maka peneliti menggunakan metode *Saving Matrix*, untuk mencari matriks penghematan dan metode *Nearest Neighbor* untuk mengurutkan rute pengiriman dan berdasarkan matriks waktu didapatkan hasil dengan ketentuan pengiriman sekali dalam 5 hari kerja perminggu berdasarkan matriks jarak mendapatkan hasil total jarak sebesar 492,8 km dengan penghematan sebesar 215,6 km nilai persentase sebesar 30%, Waktu tempuh selama 1038 menit dengan penghematan sebesar 507 menit dan nilai persentase sebesar 33% dan biaya distribusi sebesar Rp 558.342 dengan penghematan Rp 244.274 dan persentase sebesar 30% dibandingkan dengan penentuan rute perusahaan saat ini dengan total jarak sebesar 708,4 Km, Waktu tempuh selama 1545 Menit dengan biaya distribusi sebesar Rp 802.617. Hal ini membuktikan bahwa metode *Saving Matrix* dan *Nearest Neighbor* berdasarkan *saving waktu* dapat menyelesaikan permasalahan *vehicle routing problem* yang terjadi di CV Jatimas dengan penghematan jarak tempuh sebesar 460,8 km dengan penghematan sebesar 247,6 km nilai persentase sebesar 35% Waktu tempuh selama 1012 menit dengan penghematan sebesar 533 dan nilai persentase sebesar 34% dan biaya distribusi sebesar Rp 522.086 dengan penghematan Rp 280.530 dan persentase sebesar 35% Bahwa pada penelitian ini penentuan rute berdasarkan *saving waktu* lebih optimal dibandingkan penentuan rute berdasarkan *saving jarak*. Peneliti menyarankan agar perusahaan CV Jatimas dapat menggunakan metode tersebut untuk menyelesaikan permasalahan VRP dan apabila terjadi penambahan pesanan maka perlu dilakukan penyesuaian rute distribusi dengan memperhatikan *time windows* dan kapasitas kendaraan.

Kata kunci : Biaya Distribusi, *Nearest Neighbor*, Rute distribusi, *Time windows*, *Vehicle routing problem*

ABSTRACT

CV Jatimas, distributor of Antaka brand sprinkles in the city and district of Tegal, sent its products to 57 customers. In a day, they can send up to 300 boxes per day using Isuzu Traga box cars with a maximum capacity of 100 boxes per car. CV Jatimas has 3 fleets for delivery. Currently, the delivery policy is based on a delivery order issued by the admin according to the company schedule, with deliveries every five working days per week. However, delivery priority is higher for customers who pay by cash than by credit card, which causes delivery lines to be irregular. Drivers and clerks are only told that goods must be delivered according to schedule without any rules regarding which route to follow. As a result, several stores that were supposed to be delivery destinations were missed. Customers can receive the goods they ordered from 09.00 to 14.00 WIB. The company's initial data shows a total distance of 708.4 km, travel time of 1545 minutes and distribution costs of IDR 802,617. In this study, researchers used several methods to solve the Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRP-TW) problem to determine route grouping by looking for the largest savings matrix value and the Nearest Neighbor method to determine the order of delivery based on the closest distance from the warehouse. In this study, the researcher used the Saving Matrix method, to look for the savings matrix and the Nearest Neighbor method to sort delivery routes and based on the time matrix the results were obtained with the provision of delivery once in 5 working days per week based on the distance matrix to get a total distance of 492.8 km with savings of 215.6 km with a percentage value of 30%, travel time of 1038 minutes with savings of 507 minutes and a percentage value of 33% and distribution costs of IDR 558,342 with savings of IDR 244,274 and a percentage of 30% compared to the company's current route determination with a total distance of 708.4 Km, travel time of 1545 minutes with distribution costs of IDR 802,617. This proves that the Saving Matrix and Nearest Neighbor methods based on time saving can solve the vehicle routing problem that occurs at CV Jatimas with distance savings of 460.8 km with savings of 247.6 km with a percentage value of 35%. Travel time is 1012 minutes with savings of 533 and a percentage value of 34% and distribution costs of IDR 522,086 with savings of IDR 280,530 and a percentage of 35%. In this research, determining routes based on time savings is more optimal than determining routes based on distance savings. Researchers suggest that the CV Jatimas company can use this method to solve the VRP problem and if there are additional orders, it is necessary to adjust the distribution route by paying attention to time windows and vehicle capacity.

Keywords: *Distribution Costs, Nearest Neighbor, Distribution routes, Time windows, Vehicle routing problems*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Distributor dapat diartikan sebagai individu atau entitas bisnis yang secara legal berhak atas distribusi produk, bertugas untuk mengalirkan produk tersebut dari produsen ke konsumen, sebagaimana dijelaskan oleh Soekartawi (2001). Distribusi menurut Swastha (2002) merupakan proses pengantaran barang atau jasa dari produsen langsung ke tangan pelanggan. Keuntungan utama dari distribusi adalah mempererat koneksi antara produsen dan konsumen melalui peran perantara. Transportasi memegang peranan vital dalam distribusi karena menjadi salah satu metode utama dalam pengiriman barang dan jasa. Selain itu, transportasi dapat menambah nilai pada barang dan jasa yang didistribusikan. Namun, perlu diperhatikan bahwa durasi distribusi yang lebih lama dan jarak yang lebih jauh dapat meningkatkan biaya yang harus ditanggung untuk pengiriman atau transportasi.

Manajemen transportasi merupakan elemen krusial dalam persiapan distribusi produk. Penetapan jalur distribusi yang efisien adalah kunci untuk mengurangi durasi pengiriman dan meningkatkan kepuasan pelanggan dengan penerimaan produk yang lebih cepat. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan rute meliputi jarak terpendek, waktu tempuh minimal, dan biaya transportasi terendah. Kendala umum dalam transportasi perusahaan mencakup permintaan yang berlebih, kapasitas kendaraan yang tidak memadai, batasan waktu pengiriman, waktu pengangkutan yang tidak efisien, dan pemilihan rute yang suboptimal. Isu-isu ini menjadi titik fokus dalam optimasi rute distribusi.

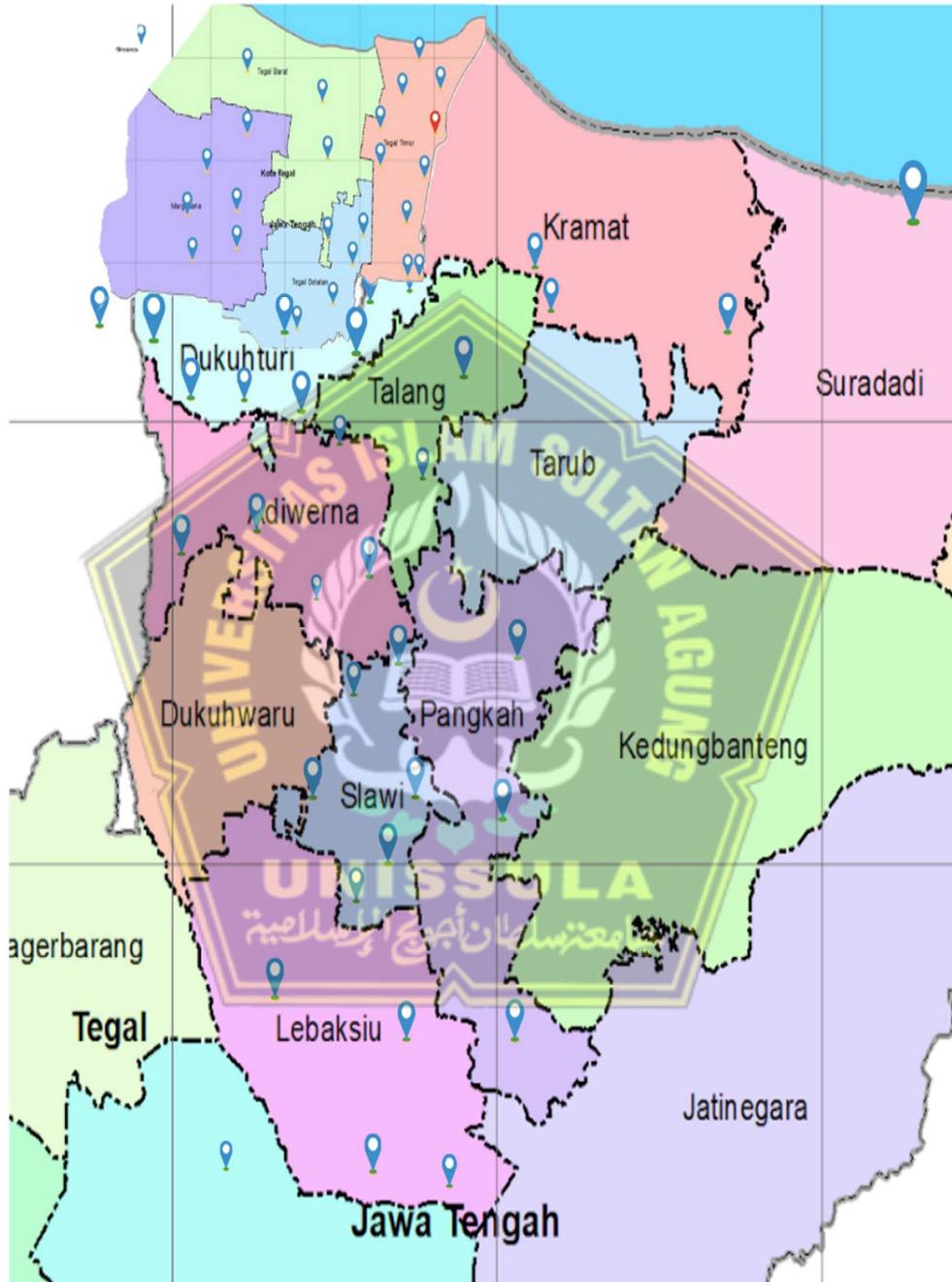
CV Jatimas, yang berdiri pada tahun 2019 di Kabupaten Tegal, adalah perusahaan yang spesialisasi dalam distribusi dan terbagi dalam beberapa divisi produk, termasuk bumbu dapur, saos, selai, dan kerupuk mentah. Produk unggulan dari divisi bumbu adalah bubuk tabur dengan merek Antaka, yang telah mendapatkan pengakuan luas di kalangan masyarakat karena keanekaragaman rasanya. Sebagai distributor utama bumbu tabur Antaka, CV Jatimas melayani area

Tegal dan sekitarnya, dengan kebijakan pemesanan yang eksklusif per karton untuk toko-toko yang berada dalam jaringan distribusinya. Bumbu tabur Antaka sangat populer sebagai tambahan rasa pada berbagai makanan, seperti keripik, jamur krispi, dan lainnya, dengan pilihan rasa yang meliputi balado, jagung manis, barbeque, keju, dan berbagai varian lainnya.



Gambar 1.1 Bumbu Antaka

CV Jatimas sebuah perusahaan yang berlokasi di Tegal, telah membangun jaringan distribusi yang mencakup 57 toko di wilayah Tegal dan sekitarnya. Dari jumlah tersebut, 23 pelanggan berada di Kota Tegal dan 34 lainnya di Kabupaten Tegal. Proses pemesanan produk oleh pelanggan dilakukan melalui komunikasi telepon langsung dengan tim penjualan atau sales. Setelah menerima pesanan, tim penjualan akan menginformasikan kepada tim administrasi untuk memasukkan pesanan tersebut ke dalam daftar pengiriman. Sebagai bagian dari sistem distribusi ini, CV Jatimas memiliki gudang yang terletak di JL. Poso, Kota Tegal, yang ditandai dengan warna merah pada peta lokasi, sementara lokasi pelanggan ditandai dengan warna biru, menunjukkan sebaran geografis pelanggan. Peta dibawah ini dapat membantu dalam gambaran dan manajemen rute distribusi untuk efisiensi pengiriman produk, berikut peta sebaran pelanggan CV Jatimas:



Gambar 1.2 Peta Wilayah Tegal

Keterangan :

-  : Lokasi Gudang CV Jatimas
-  : Lokasi Pelanggan

CV Jatimas mengirimkan produk bumbu tabur tersebut kepada konsumennya menggunakan truk Isuzu Traga yang berdasarkan informasi supir memiliki kapasitas 100 karton dalam sekali angkut dan CV Jatimas memiliki truk Isuzu Traga sebanyak 3 unit. CV Jatimas mengirimkan kepada 57 pelanggan dalam 5 hari kerja (senin-jumat) yang tersebar di wilayah cakupan CV Jatimas. Dalam satu hari, CV Jatimas dapat mengirimkan sebanyak 12 pelanggan dengan total pesanan dapat mencapai 300 boks yang diangkut menggunakan 3 armada jenis Truk Isuzu Traga berkapasitas masing-masing sebanyak 100 Boks.



Gambar 1.3 Isuzu Traga

Saat ini, CV Jatimas menerapkan kebijakan pengiriman yang diatur berdasarkan instruksi tertulis dari administrasi perusahaan, yang dijadwalkan untuk dilaksanakan satu kali dalam lima hari kerja setiap minggu. Prioritas pengiriman diberikan kepada konsumen yang melakukan pembayaran secara tunai dibandingkan dengan sistem kredit, sesuai dengan kebijakan pemilik perusahaan. Kebijakan ini mengakibatkan ketidakteraturan dalam rute pengiriman. Pengemudi dan asisten pengemudi hanya diberikan informasi mengenai toko-toko yang harus dikunjungi sesuai jadwal, tanpa adanya petunjuk rute yang spesifik. Akibatnya, mereka harus mengandalkan dugaan sendiri dalam menentukan rute, yang seringkali menyebabkan terlewatnya beberapa toko yang seharusnya menjadi tujuan pengiriman berikutnya. Penerimaan barang oleh pelanggan dijadwalkan antara pukul 09.00 hingga 14.00 WIB, dengan batasan waktu tersebut ditetapkan berdasarkan kebijakan pelanggan untuk memungkinkan mereka mengatur barang-barang yang diterima di gudang mereka. Namun, keterbatasan waktu ini sering menyebabkan keterlambatan dalam pengiriman, yang jika melebihi waktu penerimaan yang ditentukan, mengakibatkan pengiriman ditunda hingga hari

berikutnya. Hal ini berujung pada penumpukan pengiriman karena penundaan dalam pengiriman barang kepada pelanggan.

Hal ini mengakibatkan biaya distribusi CV Jatimas yang tidak memiliki target biaya distribusi per hari dapat berubah disebabkan oleh perusahaan yang belum memiliki sistem penentuan rute distribusi. Oleh karena itu perusahaan perlu melakukan suatu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan melakukan penentuan rute dengan menggunakan penghematan jarak dan pengelompokan rute berdasarkan jarak terdekat. Sehingga akan didapatkan jarak dan waktu tempuh dan biaya distribusi yang efisien.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka peneliti melakukan penelitian yang bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan ini yang selanjutnya akan dilakukan investigasi dengan membuat usulan rute distribusi yang ideal dengan menentukan rute yang optimal dan meningkatkan efektifitas waktu pengiriman agar tepat berdasarkan *time windows* pelanggan serta dapat menekan biaya transportasi yang tidak tercapai target.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan diatas maka dapat dirumuskan yaitu

- a. Bagaimana menentukan jarak terpendek dan waktu tercepat pada distribusi bumbu di CV Jatimas?
- b. Bagaimana cara meminimasi biaya dengan menggunakan matriks penghematan pada proses distribusi di CV Jatimas?
- c. Bagaimana perbandingan kebijakan awal dari perusahaan dengan hasil usulan?

1.3 Pembatasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah pada penelitian yang digunakan sebagai berikut:

1. Kondisi kendaraan dianggap sama untuk penggunaan bahan bakar dan kecepatan.

2. Tipe truk yang digunakan saat distribusi yaitu Isuzu Traga berkapasitas 100 Karton.
3. *Input* jarak pada aplikasi *google maps* dilakukan pada jam kerja.
4. Hambatan atau kemacetan saat pengiriman merupakan diluar perkiraan, dan tetap pada rute yang telah ditentukan.
5. Data yang digunakan hanya data permintaan di bulan November 2023.
6. Permintaan untuk bulan berikutnya diasumsikan sama dengan bulan November 2023.

1.4 Tujuan Penelitian

Berikut merupakan beberapa tujuan penelitian:

1. Dapat menentukan jarak terpendek dan waktu tercepat untuk proses pengiriman sehingga mampu mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi pengiriman produk
2. Dapat meminimasi biaya distribusi yang didapatkan dari matriks penghematan.
3. Dapat mengetahui hasil perbandingan antara kebijakan perusahaan dengan hasil usulan

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

- A. Bagi Perusahaan:
 1. Memberikan usulan penentuan rute distribusi dengan jarak terpendek dan waktu tercepat.
 2. Dapat memberikan gambaran minimasi biaya berdasarkan hasil penelitian.
 3. Dapat memberikan perbandingan antara kebijakan perusahaan saat ini dengan usulan hasil penelitian
- B. Lingkup Akademik:
 1. Dapat memberikan wawasan bagi mahasiswa untuk menerapkan teori-teori yang telah dipelajari dan diterapkan pada penelitian ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut merupakan sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang penjelasan permasalahan yang akan dibahas seperti latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisikan tentang literasi-literasi atau penelitian terdahulu dan teori-teori yang menjadi acuan dalam melaksanakan langkah-langkah penelitian dan digunakan untuk penyusunan tugas akhir ini. Bab ini juga berisikan hipotesa dan kerangka berpikir penelitian dalam melakukan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan tentang pengumpulan data, teknik pengumpulan data, pengujian hipotesa, metode analisis, pembahasan, penarikan kesimpulan dan diagram alir penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menggambarkan data yang diperlukan dan langkah-langkah dalam pengolahan data. Selain itu, bab ini juga memuat analisis hasil pengolahan data dari penelitian serta bukti-bukti yang mendukung hipotesis yang diajukan..

BAB V PENUTUP

Bab ini menguraikan kesimpulan yang didapatkan melalui analisis terhadap proses penyelesaian masalah dan pengumpulan data, serta menyajikan rekomendasi dari penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka atau *literatur review* merupakan proses evaluasi menyeluruh terhadap karya ilmiah yang telah ada, yang bertujuan untuk memberikan dasar teoretis mengenai isu tertentu. Sumber-sumber yang dijadikan acuan dalam tinjauan literatur harus bersifat kredibel dan mampu menyediakan eksplanasi yang jelas, identifikasi konsep, sintesis pengetahuan, serta kritik yang objektif terhadap penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Dalam tinjauan literatur ini, fokus pembahasan adalah pada studi-studi yang mengkaji optimalisasi rute distribusi, yang merupakan faktor penting dalam meningkatkan efisiensi waktu dan biaya dalam proses distribusi. Penelitian ini akan menggunakan metode-metode yang relevan sebagai bahan perbandingan dan solusi atas permasalahan yang diidentifikasi.

Pada studi kasus kali ini akan membahas tentang beberapa penelitian yang terdahulu ataupun penelitian yang tersedia sebelumnya dengan permasalahan yang hampir sama yaitu tentang optimalisasi rute distribusi, diantaranya yaitu:

Penelitian yang dilakukan oleh Munir dan Kurniawan (2023) dengan judul “Implementasi Metode *Clarke And Wright Savings* Dalam Penyelesaian *Vehicle Routing Problem* Di Pt. Adiguna Gasindo”. Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan VRP yaitu ketidakefektifan dalam pengiriman gas LPG ke agen-agen dengan menggunakan metode *Clarke and Wright Saving*. Pada penelitian ini pendekatan jarak yang digunakan adalah *Nearest Insert* dan *Nearest Neighbor*. Skenario pengujian yang dilakukan menggunakan tiga jenis kendaraan dengan kapasitas berbeda yaitu kecil (225 kg), sedang (275 kg), dan besar (480 kg). Hasil yang diperoleh akan dibandingkan dengan hasil aktual (rute yang pernah dilakukan) sebagai hasil validasi. Perangkat yang digunakan untuk membangun metode ini menggunakan Bahasa Pemrograman *Python* dengan IDE *Jupiter Notebook*. Dari 90 hasil skenario yang berbeda hasil yang diperoleh kendaraan

dengan muatan besar adalah kendaraan yang mendapat rute paling optimal baik dari jarak dan biaya.

Penelitian yang dilakukan oleh Purnama dan Lukman (2020) dengan judul “Implementasi Metode *Saving Matrix* Dan *Nearest Neighbor* Untuk Meningkatkan Efektivitas Dan Efisiensi Rute”. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kendala perusahaan yang belum optimal dari biaya distribusi. Dalam penelitian ini, strategi yang digunakan untuk menentukan jarak adalah *Saving Matrix* dan *Nearest Neighbor*. Dalam penelitian ini, kami menggunakan metode *Saving Matrix* dan *Nearest Neighbor* untuk mengoptimalkan distribusi pada PT. Tamma Robah Indonesia – Surabaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat enam rute sub usulan yang menghasilkan penghematan jarak tempuh sebesar 841,5 km atau 29,51%, serta penghematan biaya distribusi sebesar Rp 1.701.496,- atau 25,02%.

Penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan dan Anton (2022) dengan judul “Optimasi Distribusi Alat Kesehatan Steril Dan Non Steril Menggunakan Metode *Saving Matriks And Algoritma Clarke* Studi Kasus : PT Multitama Sarana Indonesia (MSI)”. Tujuan penelitian ini mengarah pada peningkatan efisiensi *Vehicle Routing Problem* (VRP) untuk mengurangi biaya distribusi dan jarak tempuh. Dari penerapan dua metode yang berbeda, hasil yang didapat menunjukkan bahwa dengan metode *Clarke and Wright Saving Heuristic*, jarak yang ditempuh adalah 1.190,5 km. Sementara itu, dengan implementasi Algoritma *Nearest Neighbor*, terjadi pengurangan jarak tempuh dan biaya distribusi. Rute awal memiliki panjang 1.161,7 km dan rute B sepanjang 24.225 km, menghasilkan total penghematan biaya bahan bakar sebesar Rp 607.155, yang berkontribusi pada pengurangan total biaya distribusi menjadi Rp 797.155 setelah penambahan biaya tenaga kerja. Secara keseluruhan, terdapat penghematan biaya bahan bakar sekitar 7%, yaitu Rp 5508.

Penelitian yang dilakukan oleh (Sugiono 2022) dengan judul “ Model *vehicle routing problem* untuk penentuan rute distribusi unit sepeda motor dengan metode *Saving Matrix*” tujuan utamanya adalah untuk mengidentifikasi rute distribusi yang paling efisien yang dapat meminimalkan jarak dan biaya. Studi ini mengkalkulasi jarak dan biaya menggunakan metode *Saving Matrix* dan

menemukan bahwa metode tersebut dapat mengurangi biaya hingga Rp 206.500 per hari, menurunkan total biaya dari Rp 3.530.000 menjadi Rp 3.323.500.

Penelitian yang dilakukan oleh Permatasari dan Lukmandono (2024) dengan judul “Implementasi Metode *Saving Matrix* Dan *Nearest Neighbor* Untuk Meningkatkan Efektivitas Dan Efisiensi Rute”. Penelitian ini memiliki permasalahan yaitu bahwa proses distribusi di beberapa perusahaan belum mencapai tingkat optimal, terutama karena kendaraan yang digunakan belum memenuhi standar kapasitas yang dibutuhkan. Untuk mengatasi masalah ini, diterapkan metode *Saving Matrix* dan *Nearest Neighbor*, yang berhasil menghasilkan enam sub-rute yang lebih efisien. Hasil implementasi metode tersebut menunjukkan pengurangan jarak sebesar 841,5 km, atau sekitar 29,51%, dan penghematan biaya sebesar Rp 1.701.496, yang setara dengan 25,02% dari total biaya sebelumnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Azhar et al. (2023) dengan judul “Penentuan Rute Terbaik Pada Distribusi Produk X Di PT BCD Menggunakan Metode *Saving Matrix* Dan *Nearest Neighbors*”. Penelitian ini memiliki permasalahan yaitu keinginan PT BCD untuk mengoptimalkan rute distribusi ke konsumen. Tujuannya adalah untuk mencapai efisiensi dan efektivitas dalam pengiriman produk X, yang pada akhirnya dapat menghasilkan penghematan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa dengan menerapkan kedua metode tersebut, rute distribusi yang paling efisien berhasil ditemukan, yang menghasilkan penghematan sebesar 39,61% dan pengurangan jarak total hingga 46,1 kilometer.

Penelitian yang dilakukan oleh Ferosa, Khoiriyah, dan Novi (2021) dengan judul “Upaya Penyelesaian Kasus *Vehicle Routing Problem* Melalui Optimalisasi Rute Distribusi Amdk Dengan Metode Algoritma *Nearest Neighbour* di CV. Tirta Makmur”. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi dan menawarkan solusi atas masalah distribusi yang dihadapi oleh CV. Tirta Makmur. Masalah tersebut meliputi keterbatasan kapasitas, volume muatan, dan asumsi pengemudi yang tidak memperhitungkan jarak tempuh. Studi ini mengungkapkan bahwa belum diketahui apakah biaya transportasi, khususnya biaya bahan bakar, sudah efisien atau belum, mengingat biaya ini terkait erat dengan jarak yang ditempuh. Hasil

penelitian yang menggunakan Algoritma *Nearest Neighbour* menunjukkan bahwa rute yang ditempuh sepanjang 1009 km berhasil menghemat 276,2 km atau sekitar 21%, waktu tempuh sebesar 2997 menit dengan penghematan 581 menit atau 16%, dan total biaya sebesar Rp 2.196.058,00 dengan penghematan Rp 237.072,00 atau penurunan sebesar 10%. Kesimpulannya, penerapan Algoritma *Nearest Neighbour* memberikan rute distribusi yang lebih optimal dan efisien dalam menekan biaya distribusi.

Penelitian yang dilakukan oleh Triyanto, Adianto, dan Susanty (2019) dengan judul “ Usulan Rancangan Rute Distribusi Gas Lpg 3 Kg Menggunakan Metode *Heuristik* Dan Metode *Branch And Bound* Di Pt X”. dimana pada PT X menghadapi tantangan dalam menentukan rute distribusi yang optimal dan konsisten, yang mencakup jarak total terpendek. Keterbatasan ini juga termasuk belum ditemukannya metodologi yang efektif untuk distribusi gas LPG 3 kg, yang berpengaruh pada jarak total yang harus ditempuh dalam proses distribusi. Berdasarkan masalah tersebut, penelitian ini menghasilkan temuan bahwa dengan menggunakan metode *Clarke & Wright*, total jarak yang ditempuh adalah 104,4 km. Namun, setelah diterapkan metode perbaikan *Branch and Bound*, jarak tersebut dapat dikurangi menjadi 103,6 km, menunjukkan bahwa *Branch and Bound* memberikan solusi yang lebih optimal dibandingkan dengan metode *Clarke & Wright* dalam hal pembentukan rute distribusi.

Penelitian yang dilakukan oleh Iswardani, Aprilia, dan Putri (2023) dengan judul “ *Vehicle Routing Problem by Combining Nearest Neighbour and Local Search*”. Pada penelitian ini memiliki sebuah permasalahan untuk mencari rute pendistribusian produk yang lebih optimal serta memaksimalkan penggunaan sejumlah truk. Penyebab utama dari problem ini dikarenakan perusahaan belum memiliki sistem terhadap penentuan rute distribusi yang menyebabkan tidak konsistennya pemilihan rute distribusi. Berdasarkan permasalahan ini maka didapatkan penyelesaian berupa menghasilkan kombinasi 2 metode dimana menghasilkan penyelesaian perusahaan dapat menggunakan hanya dengan 3 truk saja dari total truk sebanyak 4 untuk mengirimkan produknya

Penelitian yang dilakukan oleh Kamala, Sugiyono, dan Sukendar (2021) dengan judul “ Usulan Penerapan Metode *Clarke And Wright Saving Heuristic* Untuk Penyelesaian *Vehicle Routing Problem* Di Pt. Mita Ereska”. Pada penelitian ini memiliki sebuah permasalahan berupa Dalam melakukan proses pengiriman ke pangkalan hanya berdasarkan pengalaman sopir dan kernet saja tanpa mempertimbangkan jarak dan waktu tempuh kendaraan. Dengan dilakukannya sistem pengiriman yang seperti itu, perusahaan juga mengalami pembengkakan biaya distribusi. Penyebab utama dari problem ini dikarenakan perusahaan belum memiliki sistem terhadap penentuan rute distribusi yang menyebabkan tidak konsistennya pemilihan rute distribusi. Berdasarkan permasalahan ini maka didapatkan penyelesaian berupa menghasilkan rute distribusi yang lebih baik dibanding rute perusahaan karena mampu menghasilkan total jarak, waktu dan biaya distribusi lebih kecil selama satu minggu yaitu sebesar 749,07 km, total waktu distribusi sebesar 5939 menit dengan biaya sebesar Rp. 3.162.302. Hal ini jauh lebih sedikit dibandingkan dengan rute perusahaan selama satu minggu yaitu sebesar 1124,76 km, total waktu distribusi sebesar 6498 menit dengan biaya sebesar Rp. 4.545.413. Sehingga rute distribusi dengan rute usulan lebih optimal.

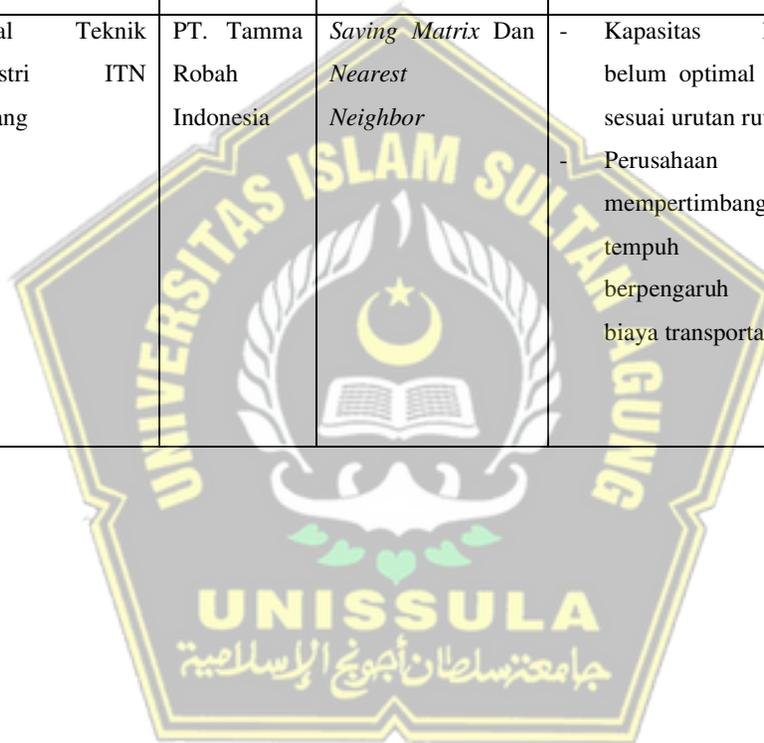
Berdasarkan beberapa penjelasan metode-metode yang digunakan dengan berbagai masalah maka permasalahan *vehicle routing problem* yang terjadi di CV Jatimas. Maka penulis akan melakukan perbandingan metode mana yang cocok dan akan digunakan dalam penelitian ini berdasarkan permasalahan pada pemilihan rute agar pengiriman bisa dilakukan secara efisien dan dapat menekan biaya pengiriman . Dimana yang akan peneliti gunakan pada penelitian kali ini yaitu metode *Nearest Neighbour* dikarenakan pada metode ini dapat menentukan jarak terpendek berdasarkan tetangga terdekat dalam penentuan rute dan dapat mempercepat waktu tempuh serta menekan biaya pengiriman. Sehingga penelitian tugas akhir ini diberi judul penelitian yaitu “Penyelesaian Kasus *Vehicle Routing Problem* (VRP) Dengan Metode *Nearest Neighbour* Untuk Optimalisasi Distribusi CV Jatimas”

Tabel 2.1 Literatur Review

No	Peneliti	Sumber	Lokasi	Metode	Permasalahan	Hasil penelitian
1	Munir dan Kurniawan (2023)	Jurnal Teknologi Terpadu	PT Adiguna Gasindo	algoritma <i>clarke & wright saving</i>	Permasalahan pada perusahaan adalah: <ul style="list-style-type: none"> - Kurang keefektifan dalam pengiriman gas ke agen - jarak tempuh yang tidak efektif pada rute distribusi dimiliki oleh perusahaan sehingga perlu dilakukan evaluasi 	- Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode <i>clarke and saving wright</i> diperoleh bahwa kendaraan yang lebih besar memiliki keefektifan dalam pengiriman dengan total angkut sebanyak 480 tabung lpg
2	Purnama dan Lukman (2020)	Jurnal Manajemen Logistik dan Transportasi	PT. Bimandiri Agro Sedaya	<i>Metode Nearest Neighbor Heuristic</i> Dan <i>Sequential Insertion Heuristic</i>	- Melakukan kajian terhadap sistem distribusi yang diterapkan oleh perusahaan	Penelitian ini mendapatkan dua hasil yaitu: <ul style="list-style-type: none"> - Metode <i>Nearest Neighbor</i> dapat menghemat jarak tempuh sebesar 127,6 km dengan presentase sebesar 14% dan biaya sebanyak Rp 395.303 dengan presentase sebesar 9% - Metode <i>sequential heuristic</i> hanya dapat menghemat jarak

						tempuh sebesar 104,8 atau 12% dengan biaya sebesar 363.483 atau sebesar 9%
3	Kurniawan dan Anton (2022)	Jurnal Cakrawala Ilmiah	PT Multitama Sarana Indonesia (Msi)	<i>Saving Matriks And Algoritma Clarke</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pendistribusian Alat Kesehatan Steril yang kurang efektif dinilai kurang efektif - Biaya distribusi yang besar membuat perusahaan perlu melakukan penentuan rute ulang - Penentuan rute hanya berdasarkan asumsi pengemudi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Penyelesaian dengan metode clarke and wreight savings menghasilkan jarak tempuh sejauh 1.190 km dengan biaya distribusi sebesar Rp 797.155. Terjadi pemborosan sebesar 3,63% - Penyelesaian menggunakan metode <i>Nearest Neighbor</i> menghasilkan jarak tempuh sejauh 1.150 km dengan biaya distribusi sebesar Rp 776.908 dan terjadi penghematan sebesar 2%
4	Sugiono (2022)	<i>Journal Industrial Servicess</i>	PT X	<i>Saving Matrix</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pendistribusian berdasarkan pengalaman pengemudi 	<ul style="list-style-type: none"> - Berdasarkan penelitian tersebut dengan menggunakan metode <i>Saving Matrix</i> maka dihasilkan penghematan biaya sebesar Rp 3.323.500

					- Biaya distribusi yang mahal dalam setiap pengiriman sepeda motor	dibandingkan biaya awal sebesar Rp 3.530.000 dengan presentase penghematan sebesar 2%
5	Permatasari dan Lukmandono (2024)	Jurnal Teknik Industri ITN Malang	PT. Tamma Robah Indonesia	<i>Saving Matrix</i> Dan <i>Nearest Neighbor</i>	- Kapasitas kendaraan belum optimal dan tidak sesuai urutan rute - Perusahaan tidak mempertimbangkan jarak tempuh hingga berpengaruh terhadap biaya transportasi	- Berdasarkan hasil penelitian dengan menggunakan metode <i>Saving Matrix</i> dan <i>Nearest Neighbor</i> mendapatkan penghematan jarak tempuh sebesar 841,5 km dengan presentase sebesar 29,51% dan penghematan biaya sebesar Rp 1.701.496 dengan presentase sebesar 25.02%.

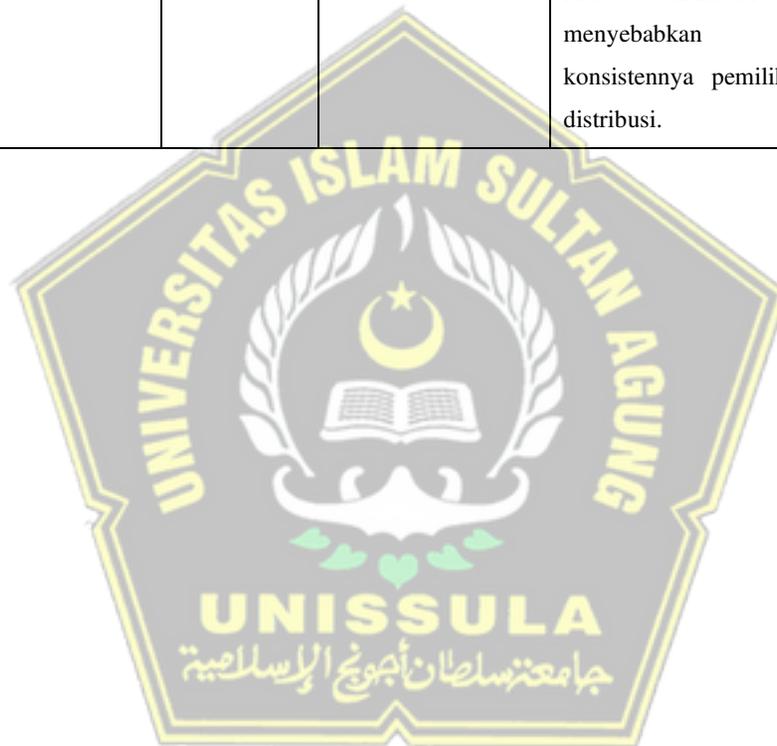


6	Azhar et al. (2023)	Jurnal Taguchi: Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri 2023	PT BCD	Metode <i>Saving Matrix</i> Dan <i>Nearest Neighbor</i>	PT BCD ingin membuat rute pengiriman kepada pelanggan demi mendapatkan rute terbaik agar proses pengiriman pesanan produk x ke pelanggan dapat berjalan dengan efektif dan efisien serta memberikan keuntungan berupa penghematan.	- Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang dilakukan menggunakan kedua metode tersebut diperoleh rute terbaik yang mampu memberikan penghematan sebesar 39,61% dengan reduksi total jarak sejauh 46,1 km.
7	Ferosa, Khoiriyah, dan Novi (2021)	Jurnal Teknik Industri Unissula 2021	CV. Tirta Makmur	Metode Algoritma <i>Nearest Neighbour</i>	Pada pertimbangan pendistribusian dalam rute distribusi yang dilakukan oleh CV. Tirta Makmur didasarkan pada: - kapasitas yang terbatas, - volume barang dagangan yang diangkut, dan berdasarkan praduga pengemudi dalam menentukan jarak dan tanpa	- hasil pembahasan menggunakan Algoritma <i>Nearest Neighbour</i> didapatkan hasil jarak dengan penghematan sebesar 21%,- - diperoleh juga jangka waktu dengan penghematan 16%. - <i>full cost</i> . diperoleh dengan penghematan atau mengalami penurunan sebesar 10%. - Algoritma <i>Nearest Neighbour</i> menghasilkan rute yang optimal

					<p>mempertimbangkan jarak tempuh.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bahan bakar yang ditimbulkan saat ini sudah minimal atau belum. 	<p>dan dapat menekan biaya distribusi.</p>
8	Triyanto, Adianto, dan Susanty (2019)	Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Jurusan Teknik Industri Itenas No.03 Vol.03 2019	PT X	Metode <i>Heuristi</i> Dan Metode <i>Branch And Bound</i>	<p>PT X memiliki kendala dalam melakukan pendistribusian yaitu :</p> <ul style="list-style-type: none"> - belum adanya rute yang optimal dan konsisten (memiliki total jarak tersingkat/minimum) serta - belum memiliki metode yang tepat dalam melakukan pendistribusian gas LPG 3 kg, sehingga berdampak pada total jarak yang ditempuh oleh perusahaan dalam melakukan pendistribusian. 	<ul style="list-style-type: none"> - metode <i>Branch and Bound</i>, lebih optimal dibandingkan metode <i>Clarke & Wright</i> - metode perbaikan dengan metode <i>Branch and Bound</i> dengan perbandingan total jarak yang paling optimal yaitu 103, km

9	Iswardani, Aprilia, dan Putri (2023)	Jurnal <i>Mathematics and computer science</i> UPM	PT-X	<i>Nearest Neighbor</i>	- mencari rute yang paling optimal dan jumlah truk yang digunakan	- Hasil pada penelitian ini dengan menggabungkan dua metode yaitu <i>Nearest Neighbor</i> dengan metode <i>local search</i> menunjukkan hasil pengoptimalan penggunaan truk yang digunakan, awal menggunakan 4 truk menjadi 3 truk setelah dilakukan pengoptimalan.
10	Kamala, Sugiyono, dan Sukendar (2021)	Jurnal ilmiah mahasiswa Teknik Industri	PT. Mita Ereska	Metode <i>Clarke And Wright Saving Heuristic</i>	- Dalam melakukan proses pengiriman ke pangkalan hanya berdasarkan pengalaman sopir dan kernet saja tanpa mempertimbangkan jarak dan waktu tempuh kendaraan. Dengan dilakukannya sistem pengiriman yang seperti itu, perusahaan juga mengalami pembengkakan biaya distribusi. Penyebab utama	- Hasil yang diperoleh dengan metode Clark & Wright Saving Heuristic yaitu menghasilkan rute distribusi yang lebih baik dibanding rute perusahaan total jarak distribusi lebih kecil selama satu minggu yaitu sebesar 749,07 km, total waktu distribusi sebesar 5939 menit dengan biaya sebesar Rp. 3.162.302. Sehingga rute

					dari problem ini dikarenakan perusahaan belum memiliki sistem terhadap penentuan rute distribusi yang menyebabkan tidak konsistennya pemilihan rute distribusi.	distribusi dengan rute usulan lebih optimal.
--	--	--	--	--	---	--



2.2 Landasan Teori

Berikut merupakan landasan teori yang digunakan untuk penelitian yang akan dilaksanakan:

2.2.1 Distribusi

Menurut Tjioptono (2004) distribusi merupakan serangkaian kegiatan dalam pemasaran yang ditujukan untuk memperlancar proses penyaluran atau pengiriman produk atau layanan dari produsen kepada konsumen. Di sisi lain, Philip dan Armstrong (2001) menjelaskan bahwa distribusi adalah aktivitas yang dilakukan oleh sekelompok orang atau individu yang bertujuan untuk menyampaikan barang atau jasa yang telah siap digunakan kepada konsumen. Distribusi yang efektif dan sesuai dengan standar dapat meningkatkan kecepatan dalam memenuhi kebutuhan pelanggan, sehingga memudahkan konsumen untuk mendapatkan produk yang diinginkan dan dibutuhkan sesuai dengan perkembangan kebutuhan zaman. Menurut Kotler dan Keller (2009) Produsen dan konsumen seringkali beroperasi dalam waktu, lokasi, dan struktur harga yang tidak sinkron, yang mengakibatkan pembagian produk dan manajemen yang terpisah oleh pelanggan. Proses distribusi berperan dalam mengatasi kesenjangan antara produsen dan konsumen, memungkinkan terciptanya keselarasan dalam transaksi.

2.2.2 Aktivitas Distribusi

Menurut Tjioptono (2004) Distribusi dapat diartikan dengan suatu kegiatan pemasaran yang berusaha memperlancar dan mempermudah dalam penyampaian barang maupun jasa dari produsen kepada konsumen, bahwa proses distribusi merupakan suatu tindakan untuk memenuhi permintaannya:

1. Menghasilkan nilai tambah atau nilai tambah komoditas yang didukung oleh rangkaian pekerjaan kesejahteraan yang terkandung di dalamnya dan sebagai fungsi faktor penjualan (fungsi pemasaran),
2. Sederhanakan aliran saluran pemasaran, baik fisik maupun non fisik. Kegiatan distribusi yang didukung fungsinya dibagi menjadi beberapa aspek yaitu:

- Kegiatan pemilihan melalui :
 1. Unsur akumulasinya berupa kegiatan penyimpanan persediaan dari pemasok produk guna memenuhi permintaan *market* dan *customer*.
 2. Unsur klasifikasi, adalah kegiatan penggabungan (*granding*) komoditas dengan ciri-ciri lain.
 3. Unsur alokasi adalah kegiatan menginterupsi (memecah-mecah) total kuantitas yang sama jenis menjadi total yang kecil.
 4. Unsur gabungan, yaitu kegiatan menampung produk dari berbagai jenis ke dalam klasifikasi produk yang berkaitan pada kegunaannya.

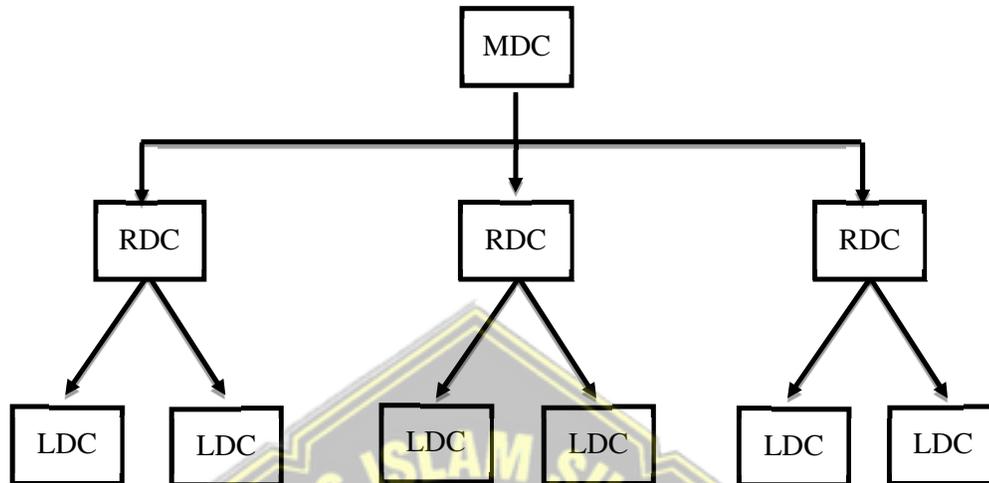
Inisiatif perakitan diarahkan untuk memposisikan produsen lebih dekat dengan konsumen. Upaya ini melibatkan penggalan informasi yang berkaitan dengan permintaan produk dan tren pasar, serta upaya untuk menjangkau pelanggan melalui strategi pemasaran yang efektif. Aktivitas perdagangan dapat dianggap sebagai suatu proses regulasi dan transaksi yang mengintegrasikan jual beli dan kepemilikan barang dengan sistem pembayaran dan distribusi yang terstruktur. Dalam konteks perdagangan, penting untuk menentukan pilihan yang sesuai dengan volume, jenis, waktu, atau kondisi pembayaran yang relevan, sesuai dengan standar dan ketentuan perdagangan yang berlaku.

2.2.3 Sistem Distribusi

Keberadaan pelanggan yang terletak jauh dari pusat distribusi menuntut implementasi sistem penyimpanan yang terorganisir dalam berbagai tingkatan, yang lebih dikenal sebagai penyimpanan multi-level. Pendekatan ini memfasilitasi distribusi produk yang lebih efisien melalui sistem distribusi multi-level. Sistem distribusi ini adalah proses yang melibatkan berbagai tahapan seperti pengemasan, transportasi, promosi, dan penjualan, yang semuanya berkontribusi pada pengaliran produk dari produsen ke konsumen dengan melibatkan perantara seperti distributor, agen, dan pengecer.

Sistem distribusi merupakan prosedur yang dirancang untuk mengalirkan produk dari produsen ke konsumen dengan bantuan distributor, agen, atau pengecer. Proses ini mencakup serangkaian langkah yang terintegrasi, termasuk pengemasan, pengangkutan, promosi, dan penjualan, serta produksi barang itu

sendiri, yang semuanya berkontribusi pada efektivitas distribusi. (Parwati dan Andrianto 2009).



Gambar 2.1 Bagan Pergudangan Ganda

Keterangan :

MDC = *Distribution Center Parent*

RDC = *Distribution Center Regional*

LDC = *Center For Local Distribution*

MDC diidentifikasi sebagai pusat distribusi utama atau strata paling atas dalam hierarki model distribusi, yang memiliki koneksi langsung dengan produsen. Sebaliknya, LDC didefinisikan sebagai stratum paling bawah dalam model yang sama, yang berinteraksi langsung dengan konsumen. Sebagai ilustrasi, gambar 2.1 menunjukkan model distribusi tiga tingkat, di mana barang dagangan bisa jadi merupakan produk siap pakai. Namun, terdapat pula pusat distribusi yang bertugas menyelesaikan proses akhir seperti perakitan, perbaikan, pengemasan, dan aktivitas serupa lainnya.

2.2.4 Penyusunan Rute Kendaraan

Penentuan rute dan penjadwalan merupakan tantangan operasional yang signifikan dalam manajemen transportasi. Para pengelola bertanggung jawab untuk memutuskan urutan pengiriman kepada pelanggan, yang biasanya didasarkan pada kriteria jarak terdekat. Mereka juga bertugas menyesuaikan jenis kendaraan yang digunakan dalam distribusi, sesuai dengan kebutuhan dan volume barang yang akan

dikirim. Selain itu, direktur perusahaan harus memastikan bahwa setiap kendaraan tidak melebihi kapasitas muatan yang ditentukan dan bahwa jadwal pengiriman disinkronkan dengan jam operasional atau waktu penerimaan pelanggan.

Beberapa alasan pemilihan rute dan penjadwalan yang tepat adalah dengan mengambil keputusan kombinasi yang tepat yang bertujuan untuk mengurangi biaya distribusi serta jarak dan waktu pada proses distribusi. Biaya yang dimaksud adalah biaya modal dan bahan bakar dihitung berdasarkan jarak dari gudang menuju beberapa pelanggan, pengelompokan atau penentuan rute untuk memastikan jalur dengan memperhatikan jarak pelanggan. Berikut merupakan metode permasalahan rute dan penjadwalan sebagai berikut:

1. *Traveling Salesman Problem* (TSP), adalah masalah paling mudah di mana armada melayani pelanggan.
2. *Multiple Traveling Salesman Problem* (MTSP) merupakan variasi di mana satu armada dapat melayani lebih dari satu pelanggan, meskipun setiap pelanggan hanya dapat dilayani oleh satu armada.
3. *Vehicle Routing Problem* (VRP) adalah isu yang lebih kompleks, melibatkan penentuan rute dan jadwal distribusi dengan mempertimbangkan batasan seperti kapasitas angkut armada dan jadwal operasional pelanggan.
4. *Chinese Postman Problem* berkaitan dengan situasi di mana permintaan layanan lebih terkonsentrasi pada rute tertentu daripada pada titik-titik distribusi atau node, sehingga menyulitkan pengelompokan permintaan di setiap node.

Terdapat ada beberapa metode untuk mengurai masalah ini, salah satu model yang harus dilakukan adalah menentukan rute dan penjadwalan dengan menggunakan suatu metode.

2.2.5 *Vehicle Routing Problem* (VRP)

Menurut Chrystianto dan Hari Adianto (2013) mendefinisikan *Vehicle Routing Problem* (VRP) sebagai isu distribusi yang mencakup serangkaian rute untuk kendaraan yang beroperasi dari sebuah gudang, dengan tujuan untuk melayani rangkaian pelanggan yang lokasinya tersebar di berbagai area geografis.

2.2.5.1 Pengertian Masalah Rute Kendaraan (VRP)

Menurut S, Vaidyanathan, dan Miller (1999), “*vehicle routing problem*” (VRP) merupakan suatu penentuan beberapa rute kendaraan yang harus memenuhi permintaan pembeli dari gudang pusat. VRP mungkin merupakan masalah untuk menemukan jalur yang ideal untuk pengiriman produk dan administrasi dari gudang ke sejumlah pelanggan dengan menyusun keharusan tertentu. Alasan VRP adalah untuk memberikan item kepada pembeli yang permintaannya diketahui dengan menginvestasikan paling sedikit biaya pengiriman yang dimulai dan kesimpulan di dalam terminal. Hasil dari masalah ini adalah untuk mendapatkan jalur distribusi yang mencakup pengambilan paling sedikit dan dapat dilakukan untuk setiap kendaraan.

1. *Constructive Heuristic*

Model ini dibedakan menjadi 2 kategori, yaitu sekuensial dan paralel. Sampel model yang digunakan yaitu *Clarke Wright Algorithm*, *Matching Based Algorithm*, *Insertion Heuristic* and *Christofides, Mingozi, Toth Heuristic*.

2. *Two Phase Heuristic*

Model ini dibagi menjadi 2 kategori yakni *First Route Second Cluster* yang memiliki *Sweep*, *Fisher* dan *Jaikumar, Algorithm and Petal*

3. *Improvement Heuristic*

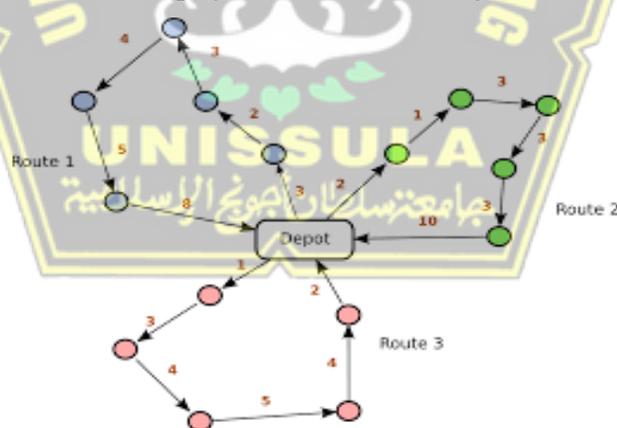
Algoritma Pencarian lokal (*local search*) merupakan metode yang termasuk dalam model *Improvement Heuristic*.

Alasan strategi nilai penghematan yaitu dapat mengurangi jarak tempuh armada, mampu mengurangi penggunaan jumlah armada yang digunakan dalam proses pendistribusian. Dasar pemikiran dari metode ini dimulai dari gudang ke pelanggan, antar pelanggan dan penutupan di gudang, biasanya dapat memberikan penghapusan terbesar dalam masalah penentuan rute. Pada saat itu, dua pelanggan masuk ke jalur kendaraan yang sama untuk mengurangi jarak tempuh kendaraan.

Pendekatan nilai penghematan banyak pertimbangan yang sangat penting dalam masalah yang nyata. Sebelum pelanggan dimasukkan ke dalam rute kendaraan pelanggan dengan rute berikutnya harus dilihat. Pelanggan selanjutnya dapat dilihat

dengan cara menentukan nilai *Saving Matrix* dan mengurutkannya dari nilai *savings* terbesar hingga terkecil, dengan pendekatan ini tidak menjamin memperoleh hasil yang maksimal, tetapi dengan cara mempertimbangkan permasalahan yang ada, solusi yang baik dapat dicari dan diketahui berdasarkan bentuk-bentuk pendekatan tersebut

Pengaturan yang paling banyak untuk masalah pengarahannya adalah untuk dapat memutuskan rute yang masing-masing dilakukan oleh semua kendaraan mulai dan selesai di gudang, sehingga semua prasyarat pelanggan terpenuhi dan semua hambatan dalam proses pendistribusian dapat diselesaikan dan transportasi biaya dapat diminimalkan. Manfaat penyebaran yang besar yaitu, dalam jangka waktu tertentu dapat mengawasi pelanggan yang dibagikan dengan perlengkapan yang tersedia. Tata jalan pada umumnya diucapkan oleh sebuah bagan. Tikungan di dalam bagan menunjukkan area jalan, dan hub berbicara ke persimpangan ke gudang dan area pelanggan. Setiap busur dapat dikoordinasikan tergantung pada apakah hal itu dapat ditoleransi atau tidak. Setiap busur terkait dengan biaya, yang pada umumnya berbicara tentang panjangnya, dan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perjalanan. (Toth dan Vigo 2002)



Gambar 2.2 Grafik *Vehicle Routing Problem*

Sumber: (Fajarwati dan Anggraeni 2012)

Berikut ini adalah sistem matematis dasar dari *vehicle routing problem* adalah mempunyai masalah terhadap kapasitas alat angkut. Apabila terdapat masalah lain, maka sistem ini bisa dikembangkan sesuai dengan keadaan yang dihadapi

- N = Node (titik) gudang dan pelanggan, $N = (0, 1, 2, \dots, n)$
 $N = 0$ Node gudang
 $N \neq 0$ Node pelanggan
 K = Himpunan armada, $K = (0, 1, 2, \dots, k)$
 V_k = Kapasitas maksimum armada k
 d_j = Jumlah permintaan pelanggan j
 C_{ijk} = Jarak untuk menempuh lokasi pelanggan i ke pelanggan j menggunakan armada k

Beberapa karakteristik pelanggan pada *Vehicle Routing Problem*, yaitu:

- Menempatkan *road graph* di mana pelanggan berada
- Adanya permintaan yang berbeda dan harus dikirim ke pelanggan.²⁰
- Adanya waktu jam buka tutup pelanggan (*time window*) di mana pelanggan dapat dilayani.
- Waktu yang dibutuhkan untuk mengirim barang ke lokasi pelanggan.
- Adanya ketersediaan kendaraan yang digunakan untuk melayani pelanggan.

Karakteristik kendaraan yang digunakan dalam *vehicle routing problem*, yaitu:

- Depo kendaraan memungkinkan untuk menyelesaikan pelayanan terhadap setiap pelanggan.
- Kapasitas muat kendaraan dinyatakan dalam berat atau volume maksimum.
- Distribusi kendaraan di setiap pelanggan ditunjukkan oleh kapasitas setiap kendaraan dan juga bentuk barang yang diangkut.
- Tersedia alat yang digunakan untuk operasi bongkar muat produk.
- Adanya jalur (*arc of the graph*) yang mungkin dilalui oleh kendaraan
- Keterkaitan biaya dengan kendaraan yang digunakan (biaya per satuan jarak, per satuan waktu, per rute, dll.)

Berikut ini adalah kendala operasional dalam pelaksanaan *Vehicle Routing Problem*:

- Muatan kendaraan di setiap rute tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan.
- Pelanggan yang dilayani pada rute hanya dapat meminta pengiriman produk.

- Pelanggan hanya dapat dilayani sesuai dengan kebutuhan waktu mereka (*times windows*).
- Jangka waktu kerja pengemudi dijelaskan hanya untuk kendaraan yang mengunjungi mereka.

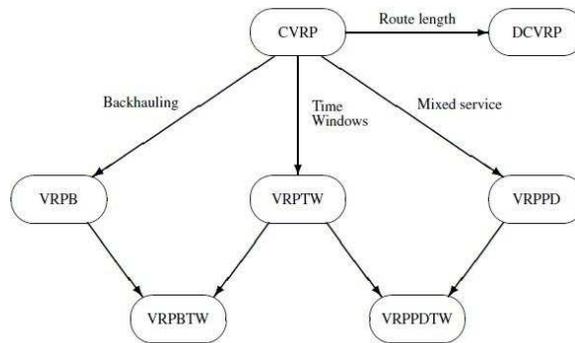
Berikut ini adalah beberapa tujuan umum dalam masalah rute kendaraan:

- Meminimalkan biaya distribusi melihat jarak dan biaya macet terkait dengan penggunaan kendaraan.
- Meminimalkan jumlah kendaraan (atau pengemudi) yang dibutuhkan untuk melayani semua pelanggan.
- Menyeimbangkan rute untuk periode waktu dan beban kendaraan.
- Meminimalkan penalti berkat layanan yang tidak memuaskan dari pelanggan.

Menurut (Toth dan Vigo 2002) ada beberapa variasi dalam *vehicle routing problem* yaitu:

- *Capacitated VRP (CVRP)*, adalah bagian VRP yang paling sederhana dan paling banyak dipelajari. VRP semacam ini mungkin menjadi masalah dengan kapasitas kendaraan yang terbatas.
- *Distanced Constrained VRP (DCVRP)*, mungkin merupakan VRP dengan panjang rute.
- VRP dengan jendela waktu (*VRPTW*), yaitu kasus VRP di mana setiap konsumen memiliki batasan pada rentang waktu layanan atau jam buka dan tutup pelanggan.
- VRP dengan *develop and delivery (VRPPD)*, dapat berupa VRP dengan layanan campuran, yaitu pengiriman dan pengumpulan produk dalam satu jalur.
- VRP dengan *Backhauls (VRPB)*, yaitu VRP di mana pengambilan hanya dapat dilakukan meskipun semua pengiriman telah selesai.

Berikut adalah gambar yang menunjukkan hubungan antar kelas dalam masalah routing kendaraan:



Gambar 2.3 Hubungan Permasalahan dalam *Vehicle Routing Problem*

Sumber: Toth dan Vigo (2002)

2.2.5.2 *Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRPTW)*

Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRPTW) merupakan perluasan permasalahan dari *vehicle routing problem (VRP)* dengan tambahan *time windows* di setiap pelanggan Ferosa, (2021). *Time Windows* sendiri merupakan jam buka tiap pelanggan yang mana tiap melakukan kegiatan distribusi barang selalu memperhatikan jam buka pelanggan agar penerimaan oleh pelanggan tepat saat waktu operasional pelanggan.

Dalam rangka mengatasi problematika VRPTW, disarankan penggunaan algoritma yang terstruktur dalam tiga tahapan. Tahap awal melibatkan penciptaan solusi awal dengan memanfaatkan salah satu dari dua heuristik konstruksi rute yang direkomendasikan, yakni konstruksi hibrid atau heuristik penggabungan. Tahap kedua berfokus pada reduksi jumlah rute melalui operator pencarian lokal yang berbasis rantai eksekusi. Pada tahap terakhir, pertukaran or-opt diterapkan guna mengurangi total jarak yang harus ditempuh oleh setiap rute. Langkah-langkah algoritma ini diuraikan sebagai berikut: (Ferosa, Khoiriyah, dan Marlyana 2021).

1. Pengembangan solusi awal dilakukan melalui konstruksi hibrida atau heuristik penggabungan.
2. Prosedur eliminasi rute diulang hingga tidak ada lagi rute yang dapat dieliminasi.
3. Iterasi prosedur pertama dan kedua dilaksanakan dengan memanfaatkan semua nilai parameter yang ada dalam batasan tertentu, dan hasilnya kemudian disimpan.

4. Evaluasi solusi yang telah diperoleh dilakukan dengan mencari solusi yang memiliki jumlah rute paling minimal, yang selanjutnya diintegrasikan ke dalam set RB.
5. Penataan ulang solusi S_i berdasarkan parameter β dilakukan, diikuti dengan peningkatan S_i melalui prosedur or-opt.
6. Optimalisasi berkelanjutan pada setiap S_i dalam RB diulang, dengan pembaruan solusi terbaik yang ditemukan, S_b , bila perlu.
7. Kembali ke solusi optimal yang telah diperoleh, S_b .

2.2.6 Matriks jarak dan matriks waktu

Untuk mendapatkan matrik jarak dan matriks waktu terlebih dahulu perlu diketahui titik koordinat yang menunjukkan titik lokasi. Koordinat tersebut dicari dengan menggunakan aplikasi google maps pada jam kerja. (Wulandari 2020)

2.2.7 *Saving Matrix* Jarak dan *Saving Matrix* Waktu

Saving Matrix adalah penghematan matrik dengan cara menggabungkan jarak/waktu dua lokasi ke dalam satu rute, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$S(1,2) = C_{i,0} + C_{0,j} - C_{i,j}$$

$S(1,2)$ = *Saving Matrix*

$J(C,i)$ = jarak/waktu antara Gudang ke lokasi i

$J(C,j)$ = jarak/waktu antara Gudang ke lokasi j

$J(1,2)$ = jarak/waktu antara lokasi i ke lokasi j

Berdasarkan nilai maksimal *Saving Matrix* akan diperoleh pelanggan terpilih yang diidentifikasi berdasarkan alokasi barang dan kapasitas kendaraan. Pelanggan terpilih dikelompokkan sesuai alokasi pada hari yang sama.

Menurut Istianingrum (2015) Metode *Saving Matrix* sering kali digunakan dalam penyelesaian *vehicle routing problem* (VRP) dimana rute terjauh akan didahulukan dalam metode *Saving Matrix* itu untuk mengetahui kombinasi rute yang dapat memberikan potensi penghematan terbesar dalam jarak dan biaya. Berikut alasan spesifik mengapa diprioritaskan rute terjauh yaitu:

1. Penghematan biaya
Perusahaan dapat menemukan peluang penghematan biaya yang signifikan dengan memprioritaskan rute terjauh, rute yang lebih panjang jika digabungkan dengan rute lain maka akan menghasilkan penghematan yang lebih besar
2. Efisiensi Rute
Menggabungkan rute yang lebih jauh dengan rute lain dapat mengurangi jumlah perjalanan yang diperlukan, yang pada gilirannya mengurangi jarak tempuh total dan meningkatkan efisiensi rute
3. Penggunaan Armada
Dengan mengetahui rute dengan potensi penghematan terbesar, perusahaan dapat merencanakan penggunaan armada mereka lebih efektif, memastikan kendaraan yang tepat digunakan untuk rute yang paling menguntungkan
4. Optimalisasi jarak tempuh
Metode ini memungkinkan perusahaan untuk mengurangi jarak tempuh armada pengiriman, yang secara tidak langsung mengurangi biaya operasional
5. Kendala kapasitas
Prioritas pada rute yang lebih jauh memastikan bahwa kapasitas muatan kendaraan dimaksimalkan dan perjalanan yang tidak perlu dapat dihindari
Dengan demikian, metode *Saving Matrix* membantu perusahaan dalam mengambil keputusan yang strategis tentang cara merutekan kendaraan untuk mencapai efisiensi maksimum dan penghematan biaya yang optimal.

Jika terjadi pesanan tambahan pada bulan berikutnya maka untuk menyesuaikan rute distribusi yaitu dengan cara:

1. Mengevaluasi *Saving Matrix*
Untuk mengevaluasi kemungkinan terjadinya penghematan dari penggabungan rute yang sudah ada dan *Saving Matrix* perlu dilakukan pemeriksaan ulang dengan memasukan informasi pesana baru.

2. Menganalisa rute yang telah ada
Analisa rute digunakan untuk mengetahui apakah dibutuhkan pembuatan rute yang baru atau tidak.
3. Pengoptimalan Rute
Untuk mengurangi jarak tempuh, waktu tempuh, dan biaya distribusi maka diperlukan pengoptimalan dengan mempertimbangkan pesanan baru dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor*.
4. Memperbaharui informasi kendaraan
Untuk memastikan bahwa penambahan pesanan tiap pelanggan tidak melebihi kapasitas yang telah tersedia dan proses distribusi tetap efisien dari segi waktu dan biaya serta informasi kendaraan dan kapasitas harus diperbaharui.

Dengan penyesuaian menggunakan metode *Saving Matrix* tersebut maka perusahaan dapat mengakomodasi penambahan tiap pelanggan dengan tetap menjaga efisiensi rute distribusi dengan memperhatikan pertimbangan kapasitas kendaraan.

2.2.8 *Nearest Neighbour*

Metode *Nearest Neighbour* digunakan untuk menentukan rute terpendek atau lokasi terdekat dari satu titik ke titik lain dalam rangka optimalisasi distribusi barang atau layanan. Prinsip dari metode *Nearest Neighbor* adalah secara konsisten menambahkan toko yang berlokasi paling dekat dengan toko terakhir yang dikunjungi. Proses ini dimulai dengan keberangkatan kendaraan pengangkut dari gudang, dilanjutkan dengan pencarian toko terdekat dari gudang sebagai titik awal..

Metode *Nearest Neighbor* pertama kali diperkenalkan oleh Solomon pada tahun 1987 yang berprinsip pada kunjungan ke lokasi pelanggan terdekat secara berurutan, yang merupakan pendekatan yang sangat intuitif. Dalam setiap iterasi metode ini, pelanggan yang lokasinya paling dekat dengan pelanggan terakhir yang dikunjungi akan ditambahkan ke rute yang sedang dibangun. Sebuah rute baru akan dimulai dengan metode yang sama apabila tidak ada kemungkinan untuk menambahkan pelanggan baru ke rute yang ada, dikarenakan batasan kapasitas atau jendela waktu.

2.2.8.1 Konsep Dasar Metode *Nearest Neighbour*

Algoritma tetangga terdekat mungkin merupakan metode heuristik yang digunakan dalam administrasi masalah VRP. Penyelesaian masalah diselesaikan dengan memulai dari tempat permulaan (gudang) dan saat itu juga mencari titik terdekat. Strategi ini sangat berhasil, berjalan cepat, dan sering kali menghasilkan kualitas yang lebih baik daripada rata-rata.

Metode *Nearest Neighbour* digunakan dalam penyusunan skripsi ini karena strategi ini mungkin merupakan teknik yang memiliki karakteristik yang terkait dengan kursus sesuai dengan kondisi awal yang terdapat dalam kondisi lapangan dan oleh karena itu metode tetangga terdekat akan menjadi strategi yang layak. digunakan sebagai dasar untuk membuat kursus alat angkut dengan menggunakan strategi yang sama. lain.

Strategi menghitung tetangga terdekat sangat mudah, ini bekerja berdasarkan gagasan pemisahan terpendek untuk memutuskan tetangga terdekat. Tes persiapan diantisipasi ke dalam ruang multi dimensi, di mana setiap pengukuran berbicara tentang beberapa informasi. Ruang ini dipecah menjadi beberapa segmen yang mendukung klasifikasi pengujian preparasi.

Tetangga dekat atau jauh lebih sering daripada tidak dihitung didukung. Tetangga dekat atau jauh lebih sering daripada tidak dihitung berdasarkan *Euclidean Distance* dimana matrik $D(a, b)$ adalah skalar yang memisahkan kedua vektor a dan b dari kisi ukur dan pengukuran. Dalam tahap persiapan, perhitungan ini seperti menyimpan vektor sorotan dan mengklasifikasikan informasi tes pelatihan. Poin yang baru saja diklasifikasikan tersebut diantisipasi untuk dimasukkan dalam klasifikasi terbesar dari fokus tersebut.

2.2.8.2 Tahap Dalam Pengerjaan *Nearest Neighbor*

Metode *Nearest Neighbour* merupakan teknik pencarian yang mengadopsi prinsip penambahan titik terdekat secara berurutan hingga seluruh titik dalam rute telah terhubung. Dalam konteks ini, gudang ditetapkan sebagai titik awal (t_0). Kemudian, dilakukan pencarian dan penjumlahan jarak ke lokasi terdekat yang kemudian ditetapkan sebagai titik akhir (t_1). Titik t_1 ini kemudian menjadi titik

awal baru (t_0), dan proses ini diulangi hingga semua titik telah dikunjungi dan rute kembali ke gudang, menandai penyelesaian perjalanan.

Berikut adalah langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menindaklanjuti pembentukan rute dengan menggunakan metode terdekat tetangga. Pilih titik sentral sebagai tempat untuk memulai pengiriman (gudang).

- a. Tentukan tujuan dengan jarak terkecil dari depo, selanjutnya adalah mencampurkan 2 titik.
- b. Titik terakhir yang dikunjungi menjadi tempat untuk memulai, jadi temukan tujuan dengan jarak terdekat dari garis start.
- c. Melakukan proses pengulangan hingga kapasitas kendaraan tidak mencukupi untuk melakukan pengiriman.
- d. Dan mulai sekarang jalur, kali ini diistilahkan sebagai rute, dengan kapasitas kendaraan sebagai pembatas dalam pembentukan jalur angkutan.
- e. Lakukan proses yang sama pada langkah pertama hingga langkah kelima.

2.2.9 Algoritma Untuk Menyelesaikan VRP

Berikut merupakan algoritma untuk menyelesaikan permasalahan *vehicle routing problem* (VRP):

1. Tentukan depot sebagai titik awal
2. Identifikasi pelanggan yang akan dikunjungi
3. Tentukan matriks jarak dan matriks waktu tiap pelanggan
4. Hitung penghematan menggunakan metode *Saving Matrix* dengan cara menggabungkan dua rute menjadi satu.
5. Pilih pelanggan dengan penghematan terbesar sebagai langkah pertama
6. Lanjutkan hingga kapasitas kendaraan tercapai hingga semua toko dikunjungi
7. Urutkan pelanggan yang telah dikelompokan berdasarkan armada dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* dengan mencari lokasi terdekat dari gudang
8. Hitung jarak tempuh, waktu tempuh, dan biaya distribusi.

Dalam VRP metode *Saving Matrix* dan metode *Nearest Neighbor* memiliki fungsi dan tugas yang berbeda dalam menentukan rute distribusi, berikut alasannya:

a. *Saving Matrix*

Metode *Saving Matrix* dapat menyelesaikan masalah jalur distribusi yang rumit dan menemukan rute terbaik. Metode ini bekerja dengan menghitung nilai penghematan (penghematan) yang diperoleh dari menggabungkan dua rute yang berdekatan menjadi satu, yang mengurangi jarak total dan biaya distribusi.

b. *Nearest Neighbor*

Metode *Nearest Neighbor* adalah pendekatan konstruktif di mana titik terdekat dipilih sebagai titik awal untuk membangun rute. Pada setiap langkah berikutnya, titik terdekat dari titik terakhir yang telah dipilih ditambahkan ke rute.

Maka pada kesimpulannya metode *Saving Matrix* digunakan sebagai penentu dalam penentuan rute diakrenakan dapat menyelesaikan permasalahan jalur distribusi yang lebih komplekks berdasarkan penggabungan kedua lokasi untuk mengetahui matriks penghematannya, dan metode *Nearest Neighbor* digunakan dalam pengurutan rute berdasarkan rute yang terpilih oleh matriks penghematan terbesar

2.3 Hipotesis dan Kerangka Teoritis

Berikut ini merupakan hipotesa dan kerangka teoritis yang dilakukan penelitian ini yaitu

2.3.1 Hipotesa

Dalam konteks bisnis, transportasi dan distribusi merupakan dua faktor yang memengaruhi keunggulan kompetitif suatu perusahaan. Penurunan biaya transportasi dapat secara tidak langsung meningkatkan keuntungan perusahaan. Salah satu strategi untuk mengurangi biaya transportasi adalah dengan mengoptimalkan sistem distribusi dan memanfaatkan moda transportasi yang ada. Efisiensi dalam sistem distribusi dapat dicapai dengan menentukan rute pendistribusian yang meminimalkan total jarak dan waktu perjalanan, sehingga penggunaan kapasitas dan jumlah kendaraan dapat dioptimalkan. Meskipun metode *Saving Matrix* telah digunakan dalam penelitian oleh Azhar et al. (2023) untuk menentukan penjadwalan kendaraan, metode ini memiliki kekurangan karena memerlukan bantuan metode lain, seperti *Nearest Neighbour*, untuk menentukan rute optimal.

Namun jarak yang lebih dekat tidak selalu memiliki waktu tempuh yang lebih cepat, kondisi jalan seperti kemacetan, bencana alam yang memang tidak dapat kita prediksi tidak menutup kemungkinan menjadikan jarak yang lebih pendek dan memerlukan waktu tempuh yang lebih lama. Maka pada penelitian kali ini selain penentuan rute dengan mempertimbangkan penghematan jarak, juga akan mempertimbangkan waktu dalam penentuan rute yang nantinya terdapat dua pengolahan data yaitu berdasarkan *saving* jarak dan *saving* waktu. Pengurutan rute menggunakan metode *Nearest Neighbor* setelah terbentuk rute berdasarkan *saving* jarak dan *saving* waktu, maka dalam menentukan pengurutan pengiriman dalam satu rute akan menggunakan kedekatan jarak atau matriks jarak. Pertimbangan pengelompokan rute juga memperhatikan batas kapasitas kendaraan, sehingga batas kapasitas pada masing-masing kendaraan tidak terabaikan.

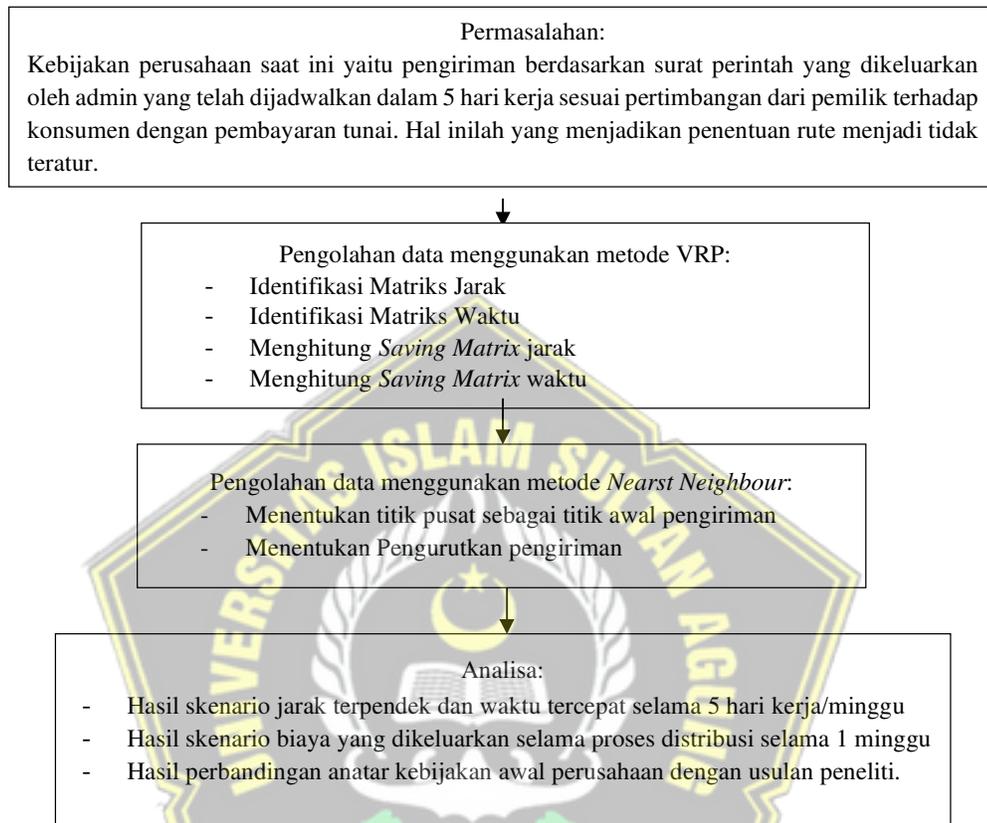
Berdasarkan yang telah disebutkan pada studi literatur diatas, maka peneliti berhipotesis bahwa metode *Nearest Neighbour* merupakan metode yang paling tepat yang digunakan untuk dalam menentukan distribusi dengan jarak terpendek dan waktu tempuh pada proses pengiriman barang karena di perusahaan dalam menentukan rute distribusi hanya berdasarkan praduga sopir dan kenet dalam menentukan rute perjalanan.

Metode *Nearest Neighbor* memberikan kemudahan dalam pemahaman dimana metode tersebut mudah dipahami tanpa pengetahuan matematika yang rumit, Efektif pada data berdimensi kecil dimana data yang memiliki jumlah fitur sedikit maka metode ini dapat memberikan hasil tanpa mengurangi dimensi data, metode *Nearest Neighbor* seperti *lazy learning* dimana tidak membutuhkan proses pelatihan yang berat dan metode ini bisa digunakan untuk klasifikasi dengan berbagai kategori.

Dengan mengumpulkan data secara kualitatif dan kuantitatif dengan bantuan aplikasi *google maps* dengan hasil aktual maka akan mengetahui rute distribusi yang terpendek agar meminimasi jarak, waktu, dan biaya transportasi. Serta dengan mempertimbangkan penentuan rute berdasarkan penghematan jarak dan berdasarkan penghematan waktu akan membandingkan kedua penentuan rute yang lebih optimal.

2.3.2 Kerangka Teoritis

Berikut ini merupakan skema kerangka teoritis



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian tugas akhir ini pengumpulan data berasal dari CV. Jatimas yang berlokasi di Tegal Jawa Tengah, adapun pemilihan perusahaan ini karena adanya masalah dan data relevan mengenai materi tugas akhir.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Pada tahap ini menjelaskan cara untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Teknik pengumpulan data selanjutnya adalah:

1. Pengamatan / observasi langsung
Dalam teknik ini penulis akan melakukan observasi langsung terhadap objek yang akan diteliti. Pengamatan ini akan mendapatkan data mengenai armada yang digunakan dalam pendistribusian produk, yang kemudian dapat dianalisis dan diambil kesimpulannya.
2. Wawancara
Pengumpulan data selanjutnya adalah melalui wawancara. Teknik pengumpulan data melalui proses soal dan jawaban dengan narasumber seperti supir truk dan karyawan lain yang bekerja di perusahaan terkait materi yang akan diteliti. info yang dihasilkan selama proses ini adalah data tentang waktu dan informasi tambahan.
3. Dokumentasi
Teknik pengumpulan data selanjutnya yang digunakan adalah dokumentasi. Dokumentasi yang diperlukan berupa menyalin data nama pelanggan. Info yang dihasilkan selama proses ini adalah data mengenai jarak, permintaan, jumlah pembeli serta jumlah jenis alat transportasi (armada) yang digunakan.

Berdasarkan teknik pengumpulan data yang sudah dijelaskan, maka dihasilkan beberapa jenis data yaitu:

1. Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumber yang digunakan untuk solusi masalah penelitian. Data primer dalam penelitian ini meliputi:

- Data jarak gudang ke pelanggan
- Data jarak antar pelanggan

2. Data sekunder

merupakan data yang secara tidak langsung memberikan informasi mengenai materi penelitian (data pendukung). Data sekunder dalam penelitian ini meliputi:

- Data jumlah permintaan pelanggan
- Data lokasi gudang dan pelanggan
- Data permintaan pelanggan
- Data jumlah dan kapasitas kendaraan
- Data biaya untuk kendaraan (bahan bakar)
- Jenis dan jumlah alat angkut
- Waktu tempuh
- Jarak tempuh
- Jumlah pelanggan
- *Time windows* pelanggan
- Data lokasi pelanggan

3.3 Pengujian Hipotesa

Penggunaan metode *Nearest Neighbour* selama penelitian ini dapat menjadi metode yang dapat mencari solusi yang lebih optimal dalam menentukan rute optimal dalam proses distribusi. Pengujian hipotesis dalam penelitian ini adalah untuk melihat apakah penggunaan metode *Nearest Neighbour* berdasarkan jarak dan waktu untuk mengetahui penentuan rute yang paling optimal menyelesaikan masalah rute kendaraan yang meliputi optimalisasi jarak tempuh, jangka waktu, utilitas kendaraan dan penghematan nilai. Pada penelitian kali ini menggunakan dua hasil yaitu penentuan rute berdasarkan jarak dan berdasarkan waktu.

Dalam rangka memvalidasi hipotesis yang telah disusun, kita dapat melaksanakan serangkaian pengujian dengan memanfaatkan arsip data pengiriman yang dimiliki perusahaan. Metode *Nearest Neighbor* akan diaplikasikan pada kumpulan data tersebut. Hasil yang diperoleh kemudian akan dibandingkan dengan solusi yang telah diimplementasikan oleh perusahaan. Untuk menilai signifikansi statistik dari perbedaan yang muncul dalam konteks jarak, durasi, dan biaya, akan digunakan metode analisis statistik yang sesuai.

Dalam konteks penelitian ini, variabel yang akan diukur adalah sebagai berikut:

- a. Jarak Total: Ini merujuk pada total kilometer yang berhasil ditempuh oleh seluruh armada kendaraan yang terlibat dalam proses pengiriman.
- b. Waktu Pengiriman: Ini mengacu pada jumlah waktu total yang diperlukan untuk menuntaskan seluruh proses pengiriman yang ada.
- c. Biaya Operasional: Ini mencakup keseluruhan biaya yang harus dikeluarkan selama proses pengiriman, yang meliputi, namun tidak terbatas pada, pengeluaran untuk bahan bakar, upah tenaga kerja, serta biaya pemeliharaan dari setiap kendaraan yang digunakan.

3.4 Metode Analisa

Setelah melakukan penelitian tentang *vehicle routing problem*, maka langkah selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan metode *Saving Matrix* untuk menentukan rute yang optimal dan metode *nearest neighbour* untuk mengurutkan rute yang terdekat.

3.5 Pembahasan

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi matriks jarak dan matriks waktu

Data yang digunakan adalah data jarak dari gudang ke masing-masing pelanggan serta jarak antar pelanggan dan data tersebut diperoleh dari perusahaan langsung

2. Mengidentifikasi matriks penghematan

Digambarkan penghematan yang akan didapatkan apabila terjadi penggabungan untuk pengiriman ke beberapa tujuan. Mengalokasikan semua pelanggan pada kendaraan

Dilakukan pembagian rute dengan batasan kapasitas kendaraan dengan langkah yaitu, mengalokasikan toko pada kendaraan berdasarkan kapasitas, dan menghitung total waktu penyelesaian kendaraan.

3. Mengurutkan pelanggan-pelanggan dalam rute

Tahap selanjutnya yang menghasilkan rute keseluruhan dengan batasan berupa kapasitas truk dengan tujuan utama yang harus diperhatikan adalah untuk meminimalkan jarak masing-masing kendaraan yang dilalui. Dalam pengurutan rute dengan memperhatikan matriks jarak terdekat.

4. Analisa Usulan Perbaikan

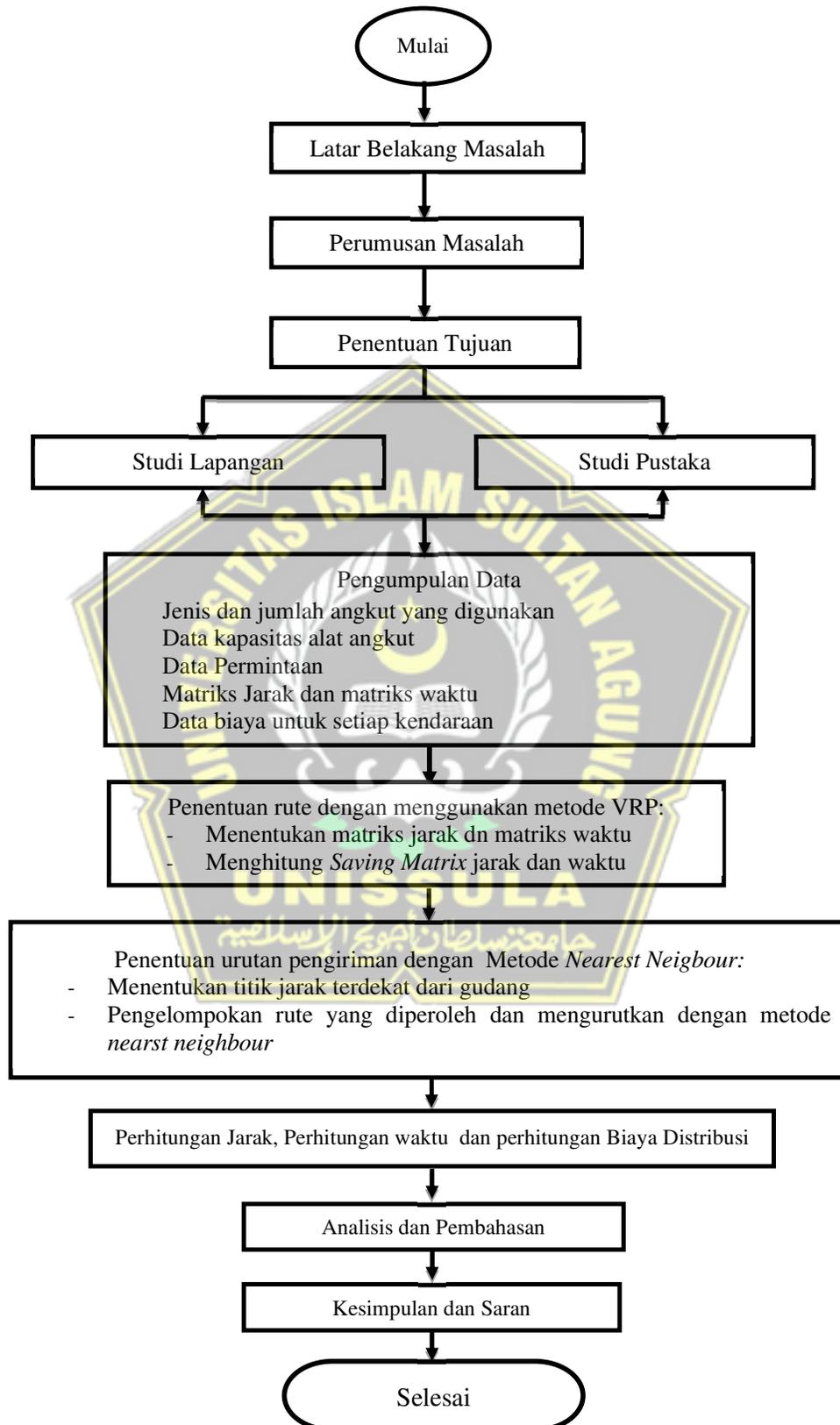
Pada tahap ini diberikan analisa usulan perbaikan terhadap hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya dan membahas hasilnya berupa pembahasan penggunaan metode *Nearest Neighbour* dalam menentukan rute distribusi optimal, perbandingan rute distribusi hasil kombinasi *Nearest Neighbour* dengan rute yang sudah, dan analisis pola distribusi baru.

3.6 Penarikan Kesimpulan

Setelah melalui serangkaian proses penelitian, diperoleh temuan yang signifikan. Berdasarkan hasil tersebut, disusunlah kesimpulan yang bertujuan untuk memberikan jawaban dan solusi atas isu yang diteliti. Tidak hanya itu, penelitian ini juga menghasilkan rekomendasi yang sesuai dengan temuan, yang dapat dijadikan panduan untuk penelitian selanjutnya atau aplikasi praktis dalam bidang terkait..

3.7 Diagram Alir

Berikut ini adalah metodologi yang digunakan dalam penelitian, yang digambarkan melalui diagram alir di bawah ini



BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Data Pelanggan

Berikut merupakan data 57 pelanggan CV Jatimas yang terdiri dari nama pelanggan, lokasi pelanggan dan permintaan pelanggan. CV Jatimas mengirimkan untuk 23 pelanggan di daerah Kota Tegal dan 34 pelanggan di daerah Kabupaten Tegal:

Tabel 4.1 Data Pelanggan

Kode Toko	Nama Pelanggan	Lokasi	Permintaan (boks)/ Minggu
1	Toko Abidin	Jl. Arum Randugunting, Tegal Selatan	20
2	Toko Tunas Jaya Plastik	Jl. Brawijaya Muarareja, Tegal Barat	25
3	Toko Ali	Pasar Krandon Dalam, Margadana	10
4	Toko Anisa	Jl. Brawijaya Muarareja, Tegal Barat	20
5	Toko Arfiwi Plastik	Jl. Ki Hajar Dewantara, Margadana	32
6	Toko Astuti	Pasar Martoloyo, Tegal Timur	20
7	Toko Bari Plastik	Jl. Bukit Tinggi, Margadana	20
8	Toko Berkah	Jl. Ki Hajar Dewantara, Margadana	20
9	Toko Bima	Jl. Halmahera, Tegal Timur	35
10	Toko Bintang Plastik	Pasar Pepedan, Dukuhturi	25
11	Toko Kris	Jl. Nanas, Tegal Barat	20
12	Toko Oemah Adem	Jl Raya Ujungrusi, Adiwerna	20
13	Toko Heni	Pasar Pepedan, Dukuhturi	35
14	Toko Ipah	Pasar Bawang, Adiwerna	25
15	Toko Yati	Pasar Pangkah	30
16	Toko Lely	Pasar Pagi Tegal, Tegal Timur	25
17	Toko Maya	Jl. Ragadipa, Dukuhturi	20
18	Toko Lestari Jaya	Pasar Suradadi, Suradadi	20
19	Toko Reza	Jl. Arum Randugunting, Tegal Timur	25
20	Toko Rose	Jl. Asem Tiga, Tegal Barat	20
21	Toko Rumi	Jl. Sunan Giri, Limbangan	20
22	Toko Setia Jaya Plastik	Jl. Dr Setiabudi, Tegal Timur	40
23	Toko Lancar	Jl. Babakan, Lebaksiu	30
24	Toko Irham	Pasar Bawang Benjaran, Adiwerna	25
25	Toko Yuli	Pasar Anyar Martoloyo, Tegal Timur	30
26	Toko Yanti	Pasar Langon, Tegal Timur	20
27	Toko Uwais	Jl. Surabaya, Tegal Timur	30
28	Toko Ulfah Snack	Pasar Balamoa	25
29	Toko Sumber Sari	JL.Ki Ageng Tirtayasa, Tegal Selatan	20
30	Toko Tiga Putra	Getaskerep, Talang	25
31	Toko Atun	Jl. Kresna, Adiwerna	20

Tabel Lanjutan

32	Toko Barokah Lebaksiu	Jl Timur, Lebaksiu	30
33	Toko Bening Plastik	Trayeman, Slawi	25
34	Toko Bina Tani	Majegan Dukuh Wringin Slawi	15
35	Toko Habibah	Jl. KH Mawardi, Dukuhturi	25
36	Toko Prima	Pasar Balapulung	20
37	Toko Ayu	Jl Pejanganan, Talang	20
38	Toko Gelas Plastik	Jl Raya Balamoa, Pangkah	10
39	Toko Sri	Pasar Langon, Tegal Timur	25
40	Toko SW Plastik	Jl. Werkudoro, Tegal Timur	30
41	Toko Taripah	Pasar Krandon, Margadana	35
42	Toko Wartini	Jl Pesurungan Lor, .Margadana	25
43	Toko Fany Jaya	Jl. Dewi Sartika, Tegal Selatan	40
44	Toko Eli	Jl. Imam Bonjol, Slawi	20
45	Toko Ice	Pasar Kemantran	20
46	Toko Sumber Berkah	Jl. Ir. H Juanda, Slawi	10
47	Toko Sakinah	Jl. Kademangan, Dukuhturi	13
48	Toko Rahmah Plastik	Tanjung Harja, Kramat	25
49	Toko EEN	Jl. Pancasila, Grogol	24
50	Toko Anjat	Jl. Letjen Suprpto, Slawi	30
51	Toko Antika	Pasar Kutu Jl Cilulung, Dukuhturi	30
52	Bahari Bakery	Jl. Jangri, Adiwerna	25
53	Toko Rokhim Plastik	Jl. Raya Barat, Lebaksiu	30
54	Toko Sabian	Jl. Pancasila, Pangkah	20
55	Toko Sriyani	Jl, Dukuh Salam, Slawi	20
56	Toko Yapora	Jl. Raya Tegal-Purwokerto, Lebaksiu	20
57	Toko Titin	Jl Kepandean, Dukuhturi	20
Total			1359 Boks

4.1.2 Sistem Distribusi CV Jatimas

CV Jatimas menerima pesanan dari pelanggan dengan cara menghubungi melalui via aplikasi whatsapp atau melalui saluran telepon kepada sales CV Jatimas, apabila pesanan telah diterima maka sales akan melaporkan pesanan kepada admin. Admin akan membuat list pesanan beserta nota pemesanan, serta admin akan menentukan jadwal pengiriman yang akan dikirimkan oleh tim ekspedisi CV Jatimas. Pengiriman dapat dilakukan setiap 1 minggu sekali selama 5 hari kerja. Penentuan dalam pengiriman berdasarkan masuknya pesanan dari jam 09.00 hingga jam 15.00, apabila melewati jam pemesanan maka admin akan melakukan penjadwalan kembali

4.1.3 Data Rute Awal Perusahaan

Dibawah ini merupakan rute yang dilalui perusahaan ketika melakukan proses distribusi di 57 toko dalam satu minggu, yakni sebagai berikut:

Contoh: Pada hari senin terdapat tiga armada yang mengangkut pesanan dengan tiga rute berbeda, Armada 1 mengirimkan pesanan kepada pelanggan 1, pelanggan 5, pelanggan 11 dan pelanggan 3. Pengiriman dimulai dengan rute dari G (Gudang) menuju ke pelanggan 1, kemudian menuju pelanggan 5, kemudian menuju pelanggan 11, kemudian pelanggan 3 dan kembali lagi ke G (Gudang) dengan total muat pada armada 1 sebanyak 82 boks.

Tabel 4.2 Rute awal perusahaan

No	Hari	Armada	Rute	Total Muat (Boks)
1	Senin	I	G-1-5-11-3-G	82
		II	G-9-6-4-2-G	100
		III	G-10-7-8-12-G	85
2	Selasa	I	G-15-17-21-16-G	95
		II	G-14-22-13-G	100
		III	G-18-19-20-G	65
3	Rabu	I	G-31-28-24-32-G	100
		II	G-26-23-27-34-G	95
		III	G-25-29-30-33-G	100
4	Kamis	I	G-35-43-38-G	75
		II	G-39-41-37-44-G	100
		III	G-36-40-42-45-G	95
5	Jumat	I	G-48-51-47-57-G	88
		II	G-46-49-56-52-G	79
		III	G-54-53-55-50-G	100
Total				1359

Keterangan :

G : Gudang

Nomor 1-56 : Kode pelanggan

I-II-III : Armada 1, Armada 2, Armada 3

4.1.4 Data Permintaan

Adapun data jumlah permintaan tiap toko yang digunakan pada penulisan tugas akhir ini adalah data harian pada bulan November 2023 yaitu sebagai berikut:

1. Data Permintaan hari Senin

Tabel 4.3 Pengiriman hari Senin

Rute	Kode Toko	Nama Toko	Permintaan (Boks)
1	1	Toko Abidin	20
	5	Toko Plastik Arfiwi	32
	11	Toko Kris	20
	3	Toko Ali	10
2	9	Toko Bima	35
	6	Toko Astuti	20
	4	Toko Anisa	20
	2	Toko Plastik Tunas Jaya	25
3	10	Toko Plastik Bintang	25
	7	Toko Plastik Bari	20
	8	Toko Berkah	20
	12	Toko Oemah Adem	20
Total			267

2. Data Permintaan hari Selasa

Tabel 4.4 Pengiriman hari Selasa

Rute	Kode Toko	Nama Toko	Permintaan (Boks)
1	15	Toko Yati	30
	17	Toko Maya	20
	21	Toko Rumi	20
	16	Toko Lely	25
2	14	Toko Ipah	25
	22	Toko Setia Jaya Plastik	40
	13	Toko Heni	35
3	18	Toko Lestari Jaya	20
	19	Toko Reza	25
	20	Toko Rose	20
Total			260

3. Data Permintaan hari Rabu

Tabel 4.5 Pengiriman hari Rabu

Rute	Kode Toko	Nama Toko	Permintaan (Boks)
1	31	Toko Atun	20
	28	Toko Ulfah Snack	25
	24	Toko Irham	25
	32	Toko Barokah Lebaksu	30
2	26	Toko Yanti	20
	23	Toko Lancar	30
	27	Toko Uwais	30
	34	Toko Bina Tani	15
3	25	Toko Yuli	30
	29	Toko Sumber Sari	20
	30	Toko Tiga Putra	25
	33	Toko Bening Plastik	25
Total			295

4. Data Permintaan hari Kamis

Tabel 4.6 Pengiriman hari Kamis

Rute	Kode Toko	Nama Toko	Permintaan (Boks)
1	35	Toko Habibah	25
	43	Toko Fany Jaya	40
	38	Toko Galus Plastik	10
2	39	Toko Sri	25
	41	Toko Taripah	35
	37	Toko Ayu	20
	44	Toko Eli	20
3	36	Toko Prima	20
	40	Toko SW Plastik	30
	42	Toko Wartini	25
	45	Toko Ice	20
Total			270

5. Data Permintaan hari jumat

Tabel 4.7 Pengiriman hari Jumat

Rute	Kode Toko	Nama Toko	Permintaan (Boks)
1	48	Toko Rahmah Plastik	25
	51	Toko Antika	30
	47	Toko Maskinah	13
	57	Toko Titin	20
2	46	Toko Sumber Berkah	10
	49	Toko EEN	24
	56	Toko Yapora	20
	52	Bahari Bakery	25
3	54	Toko Sabian	20
	53	Toko Rokhim Plastik	30
	55	Toko Sriyani	20
	50	Toko Anjat	30
Total			267

4.1.4 Matriks Jarak

Data matriks jarak diambil dari jarak tempuh dengan satuan kilometer (km) dari gudang CV Jatimas menuju ke pelanggan, dan jarak antar pelanggan yang diperoleh menggunakan aplikasi *google maps* yang di input pada waktu jam kerja sedang berlangsung untuk menunjukkan data jarak yang aktual. Pada aplikasi google maps terdapat dua keterangan yang menunjukkan jarak dan waktu tempuh, untuk jarak maka di input ke dalam matriks jarak, lihat pada tabel 4.8.

4.1.5 Matriks Waktu

Matriks waktu digunakan untuk mengetahui pengaruh waktu dalam penentuan rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor*. Data matrix waktu diambil dari jarak tempuh dengan satuan menit (m) dari gudang CV Jatimas menuju

ke pelanggan, dan waktu antar pelanggan yang diperoleh menggunakan aplikasi *google maps* yang di input pada waktu jam kerja sedang berlangsung untuk menunjukkan data waktu yang aktual. Pada aplikasi *google maps* terdapat waktu tempuh di input ke dalam matriks waktu, lihat pada tabel 4.9.



4.1.6 Waktu Pengiriman Saat Ini

Pada tabel 4.9 hingga tabel 4.23 merupakan lama waktu yang digunakan tiap armada dalam mendistribusikan pesanan kepada pelanggan, posisi menunjukkan keadaan lokasi armada saat ini, waktu mulai digunakan untuk mengetahui waktu awal armada berjalan dari tempat awal menuju tempat berikutnya dan jarak tempuh untuk mengetahui jarak yang harus dilalui ditempuh dengan satuan kilometer, waktu *loading/unloading* ditunjukkan untuk mengetahui barang yang diangkut kedalam armada (*loading*) dan barang yang diturunkan keluar armada (*unloading*) serta waktu selesai menunjukkan waktu pengiriman berakhir dan kembali ke gudang, Waktu penerimaan barang (*time windows*) pelanggan dimulai pukul 09.00-15.00 dikarenakan agar pelanggan dapat memiliki waktu dalam menata pesanan.

Contoh: Pada hari senin CV Jatimas melakukan pengiriman kepada pelanggan 1, pelanggan 5, pelanggan 11, pelanggan 3 dimulai dari gudang (persiapan armada) selama 30 menit dari jam 07.30-08.00, kemudian tim bongkar muat melakukan pengangkutan barang pesanan (*Loading*) sebanyak 82 boks dengan waktu 110 menit dari jam 08.00-09.42. kemudian mengirimkan kepada empat pelanggan dimulai pukul 09.50-15.00 dengan total jarak tempuh 25,4 Km, membutuhkan waktu tempuh selama 180 Menit dan waktu *loading/unloading* selama 204 menit.

A. Waktu Pengiriman Hari Senin

Tabel 4.10 Waktu Pengiriman Armada 1

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	82 (L)	102	09.42
G-1	09.42	3,9	11	20 (U)	25	10.18
1-5	10.18	4	10	32 (U)	37	11.05
5-11	11.05	3,3	9	20 (U)	25	11.43
Istirahat	11.43	0	90	0	0	13.13
11-3	13.13	5,2	11	10 (U)	15	13.39
3-G	13.39	9	19	0	0	13.58
Total		25,4	180	82	204	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : *Loading*

(U) : *Unloading*

Tabel 4.11 Waktu Pengiriman Armada 2

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	100 (L)	120	10.00
G-9	10.00	1,3	5	35 (U)	40	10.45
9-6	10.45	1	2	20 (U)	25	11.12
6-4	11.12	4,1	10	20 (U)	25	11.47
Istirahat	11.47	0	90	0	0	13.17
4-2	13.17	0,2	2	25 (U)	30	13.49
2-G	13.49	4,6	18	0	0	14.07
Total		11,2	157	100	240	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

Tabel 4.12 Waktu Pengiriman Armada 3

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	85 (L)	105	09.45
G-10	09.45	5,7	14	25 (U)	30	10.29
10-7	10.29	7,1	17	20 (U)	25	11.11
7-8	11.11	1,8	5	20 (U)	25	11.41
istirahat	11.41	0	90	0	0	13.11
8-12	13.11	9,5	22	20 (U)	25	13.58
12-G	13.58	10	24	0	0	14.22
Total		34,1	202	85	210	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

B. Waktu Pengiriman Hari Selasa

Tabel 4.13 Waktu Pengiriman Armada 1

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	95 (L)	115	09.55
G-15	09.55	16	36	30 (U)	35	11.06
15-17	11.06	16	35	20(U)	25	12.06
Istirahat	12.06	0	90	0	0	13.36
17-21	13.36	6,2	14	20 (U)	25	14.15
21-16	14.15	10	20	25 (U)	30	15.05
16-G	15.05	3,6	10	0	0	15.15
Total		51,8	235	95	230	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : *Loading*

(U) : *Unloading*

Tabel 4.14 Waktu Pengiriman Armada 2

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	100 (L)	120	10.00
G-14	10.00	10	25	25 (U)	30	10.55
14-22	10.55	10	24	40 (U)	45	12.04
Istirahat	12.04	0	0	0	90	13.34
22-13	13.34	5,7	15	35 (U)	40	14.29
13-G	14.29	5,7	15	0	0	14.44
Total		31,4	109	100	325	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : *Loading*

(U) : *Unloading*

Tabel 4.15 Waktu Pengiriman Armada 3

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	65 (L)	85	09.25
G-18	09.25	15	22	20 (U)	25	10.12
18-19	10.12	19	30	25 (U)	30	11.12
istirahat	11.12	0	90	0	0	12.42
19-20	12.42	3	8	20 (U)	25	13.15
20-G	13.15	3,8	10	0	0	13.25
Total		40,8	190	65	165	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

C. Waktu Pengiriman Hari Rabu

Tabel 4.16 Waktu Pengiriman Armada 1

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	100 (L)	120	10.00
G-31	10.00	15	33	20 (U)	25	10.58
31-28	10.58	10	23	25 (U)	30	11.51
Istirahat	11.51	0	90	0	0	13.21
28-24	13.21	12	23	25 (U)	30	14.14
24-32	14.14	10	20	30 (U)	35	15.09
32-G	15.09	20	46	0	0	15.55
Total		67	265	100	240	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

Tabel 4.17 Waktu Pengiriman Armada 2

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	95 (L)	115	09.55
G-26	09.55	3	8	20 (U)	25	10.28
26-23	10.28	17	35	30 (U)	35	11.38
Istirahat	11.38	0	90	0	0	13.08
23-27	13.08	10	23	30 (U)	35	14.06
27-34	14.06	18	40	15 (U)	20	15.06
34-G	15.06	18	37	0	0	15.43
Total		66	263	95	230	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

Tabel 4.18 Waktu Pengiriman Armada 3

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	100 (L)	120	10.00
G-25	10.00	0,4	2	30 (U)	35	10.37
25-29	10.37	7	17	20 (U)	25	11.29
Istirahat	11.29	0	90	0	90	12.59
29-30	12.59	6	15	25 (U)	30	13.44
30-33	13.44	11	26	25 (U)	30	14.40
33-G	14.40	18	37	0	0	15.17
Total		42,4	217	100	330	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

D. Waktu Pengiriman Hari Kamis

Tabel 4.19 Waktu Pengiriman Armada 1

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	77 (L)	97	09.37
G-35	09.37	4,6	11	25 (U)	30	10.18
35-43	10.18	2,5	7	40 (U)	45	11.10
istirahat	11.10	0	90	0	0	12.40
43-38	12.40	15	32	10 (U)	15	13.27
38-G	13.29	3	10	0	0	13.37
Total		29,6	180	77	189	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

Tabel 4.20 Waktu Pengiriman Armada 2

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	100 (L)	120	10.00
G-39	10.00	16	30	25 (U)	30	11.00
39-41	11.00	7,3	15	35 (U)	40	11.55
Istirahat	11.55	0	90	0	0	13.25
41-37	13.25	12	25	20 (U)	25	14.15
37-44	14.15	6,7	17	20 (U)	25	14.57
44-G	14.57	14	30	0	0	15.27
Total		56	237	100	240	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

Tabel 4.21 Waktu Pengiriman Armada 3

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	95 (L)	115	09.55
G-36	09.50	28	50	20 (U)	25	11.10
36-40	11.05	25	45	30 (U)	35	12.30
Istirahat	12.26	0	90	0	0	14.00
40-42	13.56	4,5	12	25 (U)	30	14.42
42-45	14.37	11	35	20 (U)	25	15.42
45-G	15.37	9	17	0	0	15.59
Total		77,5	279	95	230	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

E. Waktu Pengiriman Hari Jumat

Tabel 4.22 Waktu Pengiriman Armada 1

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	90 (L)	110	09.50
G-48	09.50	13	26	25 (U)	30	10.46
48-51	10.48	17	38	30 (U)	35	11.59
Istirahat	12.01	0	90	0	0	13.29
51-47	13.31	6,6	16	13 (U)	18	14.03
47-57	14.05	4,2	13	20 (U)	25	14.41
57-G	14.43	7,8	20	0	0	15.01
Total		48,6	233	90	220	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

Tabel 4.23 Waktu Pengiriman Armada 2

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	79 (L)	99	09.59
G-46	09.59	16	34	10 (U)	15	10.58
46-49	10.58	11	22	24 (U)	29	11.49
Istirahat	11.49	0	90	0	0	13.19
49-56	13.19	21	43	20 (U)	25	14.05
56-52	14.05	14	28	25(U)	30	15.03
52-G	15.03	11	22	0	0	15.28
Total		73	269	79	198	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

Tabel 4.24 Waktu Pengiriman Armada 3

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	100 (L)	120	10.00
G-54	10.00	20	42	20 (U)	25	11.07
54-53	11.07	9,7	18	30 (U)	35	12.00
Istirahat	12.00	0	90	0	0	13.30
53-55	13.30	7,2	12	20 (U)	25	14.12
55-50	14.12	1,7	4	30 (U)	35	14.51
50-G	14.51	15	33	0	0	15.24
Total		53,6	229	100	240	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

4.1.6 Waktu

Informasi yang digunakan dalam investigasi ini antara lain informasi waktu perusahaan, informasi *time windows* untuk setiap pelanggan, informasi tentang pengangkutan dan pengiriman barang ke armada (waktu bongkar muat), dan data tentang waktu tempuh antara depo dan juga pelanggan. Perusahaan memiliki 8 jam kerja dari jam 07.00-16.00 dengan 6 hari jam kerja yang terdiri 5 hari pengiriman dan 1 hari bongkar muat pesanan untuk CV Jatimas. Waktu bongkar muat ditentukan berdasarkan jam buka pelanggan (*time windows*) jam 08.00- 15.00 dan waktu dalam 100 penumpukan muatan dalam truk membutuhkan waktu 1 jam 40 menit.

4.1.7 Data Kendaraan Dan Biaya Pengiriman

Kendaraan yang digunakan yaitu truk merk Isuzu Traga memiliki spesifikasi yang tertera Tabel 4.24 dibawah ini:

Tabel 4.25 Spesifikasi Armada Pengiriman

Spesifikasi Armada yang digunakan	
Jumlah Armada	3 Unit
Kapasitas Muat	100 boks
Jenis Bahan Bakar	Solar
Rasio Bahan Bakar	1:6

Biaya distribusi merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam proses distribusi. Biaya yang dikeluarkan merupakan biaya bahan bakar. Biaya ini akan berpengaruh seiring adanya pemilihan rute terdekat yaitu pada biaya bahan bakar, Berikut ini merupakan biaya distribusi di CV Jatimas:

Konsumsi bahan bakar Truk Isuzu Traga:

$$1 \text{ Liter} = 6 \text{ Kilometer}$$

$$\text{Harga 1 Liter solar} = \text{Rp } 6.800$$

$$\text{Biaya Bahan Bakar} = \frac{\text{Rp } 6.800}{6 \text{ Km/l}}$$

$$= \text{Rp } 1.133/\text{Km}$$

4.2 Pengolahan Data

Terdapat 2 pengolahan data diantaranya pengolahan data penentuan rute saat ini dan pengolahan data usulan berdasarkan matriks jarak dan matriks waktu menggunakan strategi *nearest neighbour* untuk menjelaskan cara mengolah data yang dikumpulkan sesuai dengan klasifikasi hipotesis pada bab 2. Keputusan jalur distribusi terbaik untuk CV Jatimas untuk mengurangi biaya transportasi dan meningkatkan kemampuan pengangkutan dijelaskan dalam bagian ini. Distribusi akan dihitung menggunakan *nearest neighbour* sesuai dengan kondisi perusahaan dengan perhitungan dilakukan membandingkan antara perhitungan dengan *nearest neighbour* dengan kondisi perusahaan saat ini.

4.2.1 Perhitungan Biaya Distribusi

Pada saat ini, CV Jatimas mengirimkan produk ke pelanggan dengan cara dari gudang awal CV Jatimas menuju pelanggan dan kembali ke gudang, sistem distribusi tersebut dilakukan dengan menggunakan biaya perhitungan biaya distribusi dengan menggunakan perhitungan dibawah ini sebagai contoh pada rute 1 yang dilakukan pengiriman (G-1-5-11-3-G) :

Diketahui :

Biaya bahan bakar : Rp 1.133/Km

Rute saat ini : G-1-5-11-3-G

Jarak saat ini : 26,1 Km

Biaya Distribusi :

Jarak x Biaya Bahan Bakar

$= (26,1 \times Rp 1.133/Km)$

$= Rp 29.580$

Jadi biaya yang dikeluarkan untuk proses pendistribusian dengan rute 1 dengan rute sepanjang 26,1 Kilometer dan perusahaan mengeluarkan biaya distribusi sebesar Rp 29.580 dengan cara ini maka seluruh biaya distribusi yang dikeluarkan oleh perusahaan saat ini ada pada tabel 4.26:

Tabel 4.26 Rute pengiriman saat ini

Hari	Rute	Armada	Permintaan (Boks)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total biaya (Rp)
Senin	G-1-5-11-3-G	1	82	25,4	60	Rp 28.778
	G-9-6-4-2-G	2	100	11,2	37	Rp 12.690
	G-10-7-8-12-G	3	85	34,1	82	Rp 38.635
Selasa	G-15-17-21-16-G	1	95	51,8	115	Rp 58.689
	G-14-22-13-G	2	100	31,4	89	Rp 35.576
	G-18-19-20-G	3	65	40,8	70	Rp 46.226
Rabu	G-31-28-24-32-G	1	100	67	145	Rp 75.911
	G-26-23-27-34-G	2	95	66	143	Rp 74.778
	G-25-29-30-33-G	3	100	42,4	97	Rp 48.039
Kamis	G-35-43-38-G	1	75	29,6	60	Rp 33.537
	G-39-41-37-44-G	2	100	56	117	Rp 63.448
	G-36-40-42-45-G	3	95	77,5	159	Rp 87.808
Jumat	G-48-51-47-57-G	1	88	48,6	113	Rp 55.064
	G-46-49-56-52-G	2	79	73	149	Rp 82.709
	G-54-53-55-50-G	3	100	53,6	109	Rp 60.729
Total			1359	708,4	1545	Rp 802.617

Keterangan :

G : Gudang

Nomor 1-56 : Kode pelanggan

4.2.2 Penyelesaian VPR-TW menggunakan metode *Nearest Neighbour* Berdasarkan Jarak

Berikut merupakan penyelesaian VRP-TW menggunakan metode *Nearest Neighbour* :

4.2.2.1 Menentukan Matriks jarak

Data Jarak tempuh dari gudang CV Jatimas ke 57 Pelanggan dan jarak antar pelanggan dalam satuan kilometer (km) yang diperoleh menggunakan aplikasi *google maps* ditunjukkan pada tabel 4.8.

4.2.2.2 Menentukan *Saving Matrix* Jarak

Pada tabel 4.27 merupakan *Saving Matrix* dari menggabungkan matriks jarak dua pelanggan menjadi satu untuk memperoleh matriks penghematan atau menggabungkan jarak dua lokasi ke dalam satu rute dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$S(1,2) = C1 + C2 - C1,2$$

Contoh *Saving Matrix* pelanggan 1 dan pelanggan 2:

$$S = 3,9 + 4,6 - 5,9$$

$$S = 2,6$$

Keterangan:

$S(1,2)$ = *Saving Matrix*

$J(C,i)$ = jarak antara Gudang ke lokasi i

$J(C,j)$ = jarak antara Gudang ke lokasi j

$J(1,2)$ = jarak antara lokasi i ke lokasi j





4.2.2.3 Pengurutan Nilai *Saving Matrix* Jarak

Nilai penghematan diperoleh dengan cara mengurutkan nilai dari yang terbesar hingga terkecil dengan mencoret pelanggan dan pelanggan yang terdapat nilai penghematan terbesar. Iterasi berhenti apabila semua pelanggan dan pelanggan pada *Saving Matrix* sudah terisi, berikut urutan nilai *Saving Matrix* pada tabel 4.28. Contoh menentukan *Saving Matrix* terdapat pada sub bab 4.2.2.2.

Contoh: pada nomor 1 terdapat iterasi hasil dari perhitungan *Saving Matrix* (penggabungan kedua jarak pelanggan) didapatkan hasil pelanggan 36 dan pelanggan 53 memiliki penghematan sebesar 46,7 km. Pelanggan 36 memiliki pesanan sebanyak 20 dan pelanggan 53 memiliki pesanan sebanyak 30 dengan total muat 50, maka pelanggan 36 dan 53 masuk ke dalam rute 1.

Tabel 4.28 pengurutan nilai *saving* jarak

No	I,J	<i>Saving</i> (km)	Gabungan (Toko)	Total Muat (boks)	Rute
1	36,53	46,7	36+53	20 + 30 = 50	1
2	36,56	44,7	36+53+56	20 + 30 + 20 = 70	1
3	23,36	39,3	36+53+56+23	20 + 30 + 20 +30= 100	1
4	32,36	39	32	30	2
5	14,36	37,5	32+14	30 + 25 = 55	2
6	34,36	37	32+14+34	30 + 25 + 15 = 70	2
7	24,54	34,9	24+54	25+20= 45	3
8	36,55	34	24+54+55	25+20+20= 65	3
9	23,33	32,7	24+54+55+33	25+20+20 + 25 = 90	3
10	36,46	32,4	24+54+55+33+46	25+20+20 + 25 + 10 = 100	3
11	15,54	30,8	15	30	4
12	36,50	30	15+50	30+30=60	4
13	36,44	30	15+50+44	30+30+20 = 80	4
14	12,24	29,6	15+50+44+12	30+30+20+20= 100	4
15	23,31	29,5	31	20	5
16	24,39	28,9	31+39	20+25= 45	5
17	24,52	28,6	31+39+52	20+25+25= 70	5
18	23,28	27	31+39+52+28	20+25+25+25= 95	5
19	24,37	26,4	37	20	6
20	29,54	25,6	37+29	20+20= 40	6
21	10,54	25	37+29+10	20+20+25= 75	6

22	17,24	23,4	37+29+10+17	20+20+25+20= 85	6
23	5,54	23.2	5	32	7
24	24,51	23	5+51	32+30= 62	7
25	30,54	23	5+51+30	32+30+25= 87	7
26	8,54	22,6	8	20	8
27	57,54	22,3	8+57	20+20= 40	8
28	7,54	21,8	8+57+7	20+20+20= 60	8
29	3,54	21,6	8+57+7+3	20+20+20+10= 70	8
30	1,54	21,5	8+57+7+3+1	20+20+20+10+20= 90	8
31	13,24	21,3	13	35	9
32	49,24	20,9	13+49	35+24= 59	9
33	21,46	20,6	13+49+21	35+24+20= 79	9
34	47,53	20,1	13+49+21+47	35+24+20+13= 92	9
35	48,18	20	48+18	27+20= 47	10
36	26,54	19,9	48+18+26	27+20+20= 67	10
37	11,54	19,5	48+18+26+11	25+20+20+20= 85	10
38	43,39	19,2	43	40	11
39	35,17	19	43+35	40+35= 75	11
40	41,39	19	43+35+41	40+35+25= 100	11
41	45,39	18,8	45	20	12
42	40,39	18,2	45+40	20+30= 50	12
43	42,39	17,9	45+40+42	20+30+25= 75	12
44	19,39	17,8	45+40+42+19	20+30+25+25= 100	12
45	38,15	17,2	38	12	13
46	4,54	16,6	38+4	12+20= 32	13
47	2,54	16,6	38+4+2	12+20+25= 57	13
48	16,54	16	38+4+2+16	12+20+25+25= 82	13
49	20,46	15,5	20	20	14
50	27,54	14,5	20+27	20+30= 50	14
51	9,54	14,2	20+27+9	20+30+35= 85	14
52	6,54	14	6	20	15
53	25,54	14	6+25	20+30= 50	15
54	22,39	13,6	6+25+22	20+30+40= 90	15

4.2.2.4 Pengelompokan Rute berdasarkan jarak

Berdasarkan urutan yang diperoleh pada *Saving Matrix*, maka akan dilakukan pengurutan pelanggan dengan nilai pengamatan terbesar sampai terkecil berdasarkan rute dengan mempertimbangkan kapasitas armada maksimal 300 boks.

A. Rute Armada Hari Senin

1. Rute Armada 1
 - a) Nilai penghematan terbesar adalah 46,7 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 36 dan pelanggan 53. Pelanggan 36 dan pelanggan 53 dimasukan kedalam rute 1 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+30 = 50$ boks.
 - b) Nilai penghematan terbesar adalah 44,7 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 36 dan pelanggan 56. Pelanggan 56 dimasukan kedalam rute 1 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+30+20= 70$ boks.
 - c) Nilai penghematan terbesar adalah 39,3 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 23 dan pelanggan 36. Pelanggan 32 dimasukan kedalam rute 1 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+30+20+30= 100$ boks.
2. Rute Armada 2
 - a) Nilai penghematan terbesar adalah 39 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 32 dan pelanggan 36. Pelanggan 32 dimasukan kedalam rute 2 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $= 30$ boks.
 - b) Nilai penghematan terbesar adalah 37,5 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 14 dan pelanggan 36. Pelanggan 14 dimasukan kedalam rute 2 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $30+25= 55$ boks.
 - c) Nilai penghematan terbesar adalah 37 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 34 dan pelanggan 36. Pelanggan 34 dimasukan kedalam rute 2 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $30+25+15= 70$ boks.
3. Rute Armada 3
 - a) Nilai penghematan terbesar adalah 34,9 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 24 dan pelanggan 54. Pelanggan 24 dan pelanggan 54 dimasukan kedalam rute 3 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $25+20= 45$ boks.

- b) Nilai penghematan terbesar adalah 34 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 36 dan pelanggan 55. Pelanggan 55 dimasukkan kedalam rute 3 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+25+20= 65$ boks.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 32,4 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 36 dan pelanggan 44. Pelanggan 46 dimasukkan kedalam rute 3 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+25+20+25 = 90$ boks.
- d) Nilai penghematan terbesar adalah 30,8 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 15 dan pelanggan 54. Pelanggan 15 dimasukkan kedalam rute 3 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $25+20+20+25+10=100$ boks.

B. Rute Armada Hari Selasa

1. Rute Armada 1

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 30,8 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 15 dan pelanggan 54. Pelanggan 15 dimasukkan kedalam rute 4 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 30 boks.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 30 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 36 dan pelanggan 50. Pelanggan 50 dimasukkan kedalam rute 4 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $30+30 = 60$ boks.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 30 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 36 dan pelanggan 44. Pelanggan 44 dimasukkan kedalam rute 4 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $30+30+20= 80$.
- d) Nilai penghematan terbesar adalah 29,6 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 12 dan pelanggan 24. Pelanggan 12 dimasukkan kedalam rute 4 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $30+30+20+20= 100$.

2. Rute Armada 2

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 29,5 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 23 dan pelanggan 31. Pelanggan 31 dimasukkan kedalam rute 5 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 20.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 28,9 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 24 dan pelanggan 39. Pelanggan 39 dimasukkan kedalam rute 5 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+25= 45$.

- c) Nilai penghematan terbesar adalah 28,6 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 24 dan pelanggan 52. Pelanggan 52 dimasukkan kedalam rute 5 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+25+25= 70$.
- d) Nilai penghematan terbesar adalah 27 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 23 dan pelanggan 28. Pelanggan 28 dimasukkan kedalam rute 5 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+25+25+25= 95$.

3. Rute Armada 3

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 26,4 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 24 dan pelanggan 37. Pelanggan 37 dimasukkan kedalam rute 6 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 20.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 25,6 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 29 dan pelanggan 54. Pelanggan 29 dimasukkan kedalam rute 6 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+20= 40$
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 25 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 10 dan pelanggan 54. Pelanggan 10 dimasukkan kedalam rute 6 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+20+25= 50$.
- d) Nilai penghematan terbesar adalah 23,4 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 17 dan pelanggan 24. Pelanggan 17 dimasukkan kedalam rute 6 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+20+25+20= 85$.

C. Rute Armada Hari Rabu

1. Rute Armada 1

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 23,2 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 5 dan pelanggan 54. Pelanggan 5 dimasukkan kedalam rute 7 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 35.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 23 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 24 dan pelanggan 51. Pelanggan 51 dimasukkan kedalam rute 7 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $35+30= 65$.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 23 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 30 dan pelanggan 54. Pelanggan 30 dimasukkan kedalam rute 7 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $35+30+25= 90$.

2. Rute Armada 2

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 22,6 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 8 dan pelanggan 54. Pelanggan 8 dimasukkan kedalam rute 8 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 20.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 22,7 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 57 dan pelanggan 54. Pelanggan 57 dimasukkan kedalam rute 8 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+20= 40$.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 21,1 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 7 dan pelanggan 34. Pelanggan 7 dimasukkan kedalam rute 8 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+20+20= 60$.
- d) Nilai penghematan terbesar adalah 20,8 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 3 dan pelanggan 54. Pelanggan 3 dimasukkan kedalam rute 8 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+20+20+10= 70$.
- e) Nilai penghematan terbesar adalah 20,6 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 1 dan pelanggan 54. Pelanggan 1 dimasukkan kedalam rute 8 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+20+20+10+20= 90$.

3. Rute Armada 3

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 21,3 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 13. Pelanggan 13 dimasukkan kedalam rute 9 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 35.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 20,9 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 49 dan pelanggan 24. Pelanggan 49 dimasukkan kedalam rute 9 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $35+24= 59$
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 20 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 48 dan pelanggan 18. Pelanggan 48 dan pelanggan 18 dimasukkan kedalam rute 9 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $35+24+20= 79$.
- d) Nilai penghematan terbesar adalah 19,9 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 26 dan pelanggan 54. Pelanggan 26 dimasukkan kedalam rute 9 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $35+24+20+13= 92$.

D. Rute Armada Hari Kamis

1. Rute Armada 1

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 20 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 48 dan pelanggan 18. Pelanggan 48 dan pelanggan 18 dimasukkan kedalam rute 10 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $25+20= 45$.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 19,9 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 26 dan pelanggan 54. Pelanggan 26 dimasukkan kedalam rute 10 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $27+20+20= 67$
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 19,5 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 11 dan pelanggan 54. Pelanggan 11 dimasukkan kedalam rute 10 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $27+20+20+20= 87$.

2. Rute Armada 2

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 19,2 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 43 dan pelanggan 39. Pelanggan 43 dimasukkan kedalam rute 11 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 40.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 19 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 35 dan pelanggan 17. Pelanggan 35 dimasukkan kedalam rute 11 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $40+35=75$.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 19 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 41 dan pelanggan 39. Pelanggan 41 dimasukkan kedalam rute 11 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $40+35+25= 100$.

3. Rute Armada 3

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 18,8 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 39 dan pelanggan 45. Pelanggan 45 dimasukkan kedalam rute 12 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 20.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 18,2 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 40 dan pelanggan 39. Pelanggan 40 dimasukkan kedalam rute 12 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+30= 50$.

- c) Nilai penghematan terbesar adalah 17,9 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 42 dan pelanggan 39. Pelanggan 42 dimasukkan kedalam rute 12 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+30+25= 75$.
- d) Nilai penghematan terbesar adalah 17,8 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 19 dan pelanggan 39. Pelanggan 19 dimasukkan kedalam rute 12 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+30+25+25= 100$.

E. Rute Armada Hari Jumat

1. Rute Armada 1

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 17,2 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 38 dan pelanggan 15. Pelanggan 38 dimasukkan kedalam rute 13 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 12.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 16,6 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 4 dan pelanggan 54. Pelanggan 4 dimasukkan kedalam rute 13 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $12+20= 32$.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 16,6 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 2 dan pelanggan 54. Pelanggan 2 dimasukkan kedalam rute 13 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $12+20+25= 57$.
- d) Nilai penghematan terbesar adalah 16 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 16 dan dan pelanggan 54. Pelanggan 16 dimasukkan kedalam rute 13 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $12+20+25+25= 82$.

2. Rute Armada 2

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 15,5 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 20 dan pelanggan 46. Pelanggan 20 dimasukkan kedalam rute 14 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $= 20$.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 14,5 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 27 dan pelanggan 54. Pelanggan 27 dimasukkan kedalam rute 14 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+30= 50$.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 14,2 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 9 dan pelanggan 54. Pelanggan 9 dimasukkan kedalam rute 14 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+30+35= 85$.

3. Rute Armada 3

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 14 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 6 dan pelanggan 54. Pelanggan 6 dimasukkan kedalam rute 15 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 20.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 14 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 25 dan pelanggan 54. Pelanggan 25 dimasukkan kedalam rute 15 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+30=70$.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 13,6 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 22 dan pelanggan 39. Pelanggan 22 dimasukkan kedalam rute 15 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+30+40=90$.

Tabel 4.29 Penyusunan Pelanggan

No Pelanggan	Nama Pelanggan	Permintaan pelanggan (Boks)	Total Muat (boks)	Rute
36	Toko Prima	20	100	1
53	Toko Rokhim	30		
56	Toko Yapora	20		
23	Toko Lancar	30		
32	Toko Barokah	30		
14	Toko Ipah	25	70	2
34	Toko Bina Tani	15		
24	Toko Irham	25	100	3
54	Toko Sabian	20		
55	Toko Sriyani	20		
33	Toko Bening Plastik	25		
46	Toko Sumber Berkah	10		
15	Toko Yati	30	100	4
50	Toko Anjat	30		
44	Toko Eli	20		
12	Toko Oemah Adem	20		
31	Toko Atun	20	95	5
39	Toko Sri	25		
52	Bahari Bakery	25		
28	Toko Ulfah Snack	25		
37	Toko Ayu	20	85	6
29	Toko Sumber Sari	20		
10	Toko Bintang Plastik	25		
17	Toko Maya	20		

Tabel Lanjutan

5	Toko Arfiwi Plastik	32	87	7
51	Toko Antika	30		
30	Toko Tiga Putra	25		
8	Toko Berkah	20	90	8
57	Toko Titin	20		
7	Toko Bari Plastik	20		
3	Toko Ali	10		
1	Toko Abidin	20		
13	Toko Heni	35	92	9
49	Toko EEN	24		
21	Toko Rumi	20		
47	Toko Sakinah	13		
48	Toko Rahmah Plastik	25	85	10
18	Toko Lestari Jaya	20		
26	Toko Yanti	20		
11	Toko Kris	20		
43	Toko Fany Jaya	40		
41	Toko Taripah	35	100	11
35	Toko Habibah	25		
45	Toko Ice	20	100	12
40	Toko SW Plastik	30		
42	Toko Wartini	25		
19	Toko Reza	25		
38	Toko Gelas Plastik	10	80	13
4	Toko Anisa	20		
2	Toko Tunas Jaya	25		
16	Toko Lely	25		
20	Toko Rose	20	85	14
27	Toko Uwais	30		
9	Toko Bima	35		
6	Toko Astuti	20	90	15
25	Toko Yuli	30		
22	Toko Setia Jaya	40		
Total		1359 boks		

4.2.2.5 Pengurutan Rute Matriks Jarak Metode *Nearest Neighbor*

Setelah menentukan rute seperti pada tabel 4.29. Berikut pengelompokan rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* yang diperoleh dari nilai *Saving Matrix* terbesar.

A. Rute Armada Hari Senin

Berikut pengelompokan rute pada hari senin sebagai berikut:

a. Armada 1

Rute perjalanan terdiri dari toko 36,53,56,23.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 32, rute yang terbentuk sementara adalah G-23.
2. Rute terdekat dari pelanggan 32 adalah pelanggan 56, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-23-56.
3. Rute terdekat dari pelanggan 56 adalah pelanggan 53, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-23-56-53.
4. Rute terdekat dari pelanggan 53 adalah pelanggan 36, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-23-56-53-36.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-23-56-53-36-G dengan jarak tempuh 62,7 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 127 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 71.039.

b. Armada 2

Rute kendaraan terdiri dari toko 32,14,34.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 14, rute yang terbentuk sementara adalah G-14.
2. Rute terdekat dari pelanggan 14 adalah pelanggan 34, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-14-34.

3. Rute terdekat dari pelanggan 34 adalah pelanggan 23, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-14-34-32.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-14-34-32-G dengan jarak tempuh 42,1 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 87 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 47.699.

c. Armada 3

Rute kendaraan terdiri dari toko 24,54,55,33,46.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 15, rute yang terbentuk sementara adalah G-15.
2. Rute terdekat dari pelanggan 15 adalah pelanggan 33, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-15-33.
3. Rute terdekat dari pelanggan 33 adalah pelanggan 46, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-15-33-46.
4. Rute terdekat dari pelanggan 46 adalah pelanggan 55, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-24-33-46-55-54.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-24-33-46-55-54-G dengan jarak tempuh 44,6 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 94 waktu serta biaya distribusi sebesar Rp 50.532.

B. Rute Armada Hari Selasa

Berikut pengelompokan rute pada hari selasa sebagai berikut:

a. Armada 1

Rute kendaraan terdiri dari toko 15,50,44,12.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 38, rute yang terbentuk sementara adalah G-12.

2. Rute terdekat dari pelanggan 38 adalah pelanggan 44, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-12-44.
3. Rute terdekat dari pelanggan 44 adalah pelanggan 50, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-12-44-50.
4. Rute terdekat dari pelanggan 50 adalah pelanggan 31, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-12-44-50-15.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-12-44-50-15-G dengan jarak tempuh 38,4 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 82 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 43.507.

b. Armada 2

Rute kendaraan terdiri dari toko 31,39,52,28.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 10, rute yang terbentuk sementara adalah G-39.
2. Rute terdekat dari pelanggan 10 adalah pelanggan 29, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-39-52.
3. Rute terdekat dari pelanggan 29 adalah pelanggan 12, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-39-52-31.
4. Rute terdekat dari pelanggan 12 adalah pelanggan 28, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-39-52-31-28-G.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-39-52-31-28-G dengan jarak tempuh 37,9 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 83 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 42.941.

c. Armada 3

Rute kendaraan terdiri dari toko 37,29,10,17.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 52, rute yang terbentuk sementara adalah G-10.
2. Rute terdekat dari pelanggan 52 adalah pelanggan 24, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-10-29.
3. Rute terdekat dari pelanggan 52 adalah pelanggan 24, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-10-29-17
4. Rute terdekat dari pelanggan 24 adalah pelanggan 17, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-10-29-17-37-G.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-10-29-17-37-G dengan jarak tempuh 30,7 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 73 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 34.783.

C. Rute Armada Hari Rabu

Berikut pengelompokan rute pada hari rabu sebagai berikut:

a. Armada 1

Rute kendaraan terdiri dari toko 5,51,30.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 10, rute yang terbentuk sementara adalah G-30.
2. Rute terdekat dari pelanggan 10 adalah pelanggan 29, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-30-51.
3. Rute terdekat dari pelanggan 12 adalah pelanggan 28, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-30-51-5.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-30-51-5-G dengan jarak tempuh 24,4 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 55 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 27.645.

b. Armada 2

Rute kendaraan terdiri dari toko 8,57,7,3,1.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 1, rute yang terbentuk sementara adalah G-1.
2. Rute terdekat dari pelanggan 1 adalah pelanggan 33, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-1-8.
3. Rute terdekat dari pelanggan 1 adalah pelanggan 33, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-1-8-7.
4. Rute terdekat dari pelanggan 33 adalah pelanggan 21, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-1-8-7-3-.
5. Rute terdekat dari pelanggan 21 adalah pelanggan 37, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-1-8-7-3-57.
6. Rute terdekat dari pelanggan 37 adalah pelanggan 51, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-1-3-21-37-51.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-1-8-7-3-57-G dengan jarak tempuh 25,9 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 59 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 29.345.

c. Armada 3

Rute kendaraan terdiri dari toko 13,49,21,47.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 26, rute yang terbentuk sementara adalah G-47.
2. Rute terdekat dari pelanggan 26 adalah pelanggan 47, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-47-13.
3. Rute terdekat dari pelanggan 47 adalah pelanggan 48, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-47-13-49.
4. Rute terdekat dari pelanggan 48 adalah pelanggan 18, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-47-13-49-21.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-47-13-49-21-G dengan jarak tempuh 28,6 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 59 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 32.404.

D. Rute Armada Hari Kamis

Berikut pengelompokan rute pada hari kamis sebagai berikut:

a. Armada 1

Rute kendaraan terdiri dari toko 48,18,26,11.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 11, rute yang terbentuk sementara adalah G-26.
2. Rute terdekat dari pelanggan 11 adalah pelanggan 43, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-26-11.
3. Rute terdekat dari pelanggan 11 adalah pelanggan 43, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-26-11-48.
4. Rute terdekat dari pelanggan 43 adalah pelanggan 39, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-26-11-48-18.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-26-11-48-18-G dengan jarak tempuh 54,3 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 90 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 61.522.

b. Armada 2

Rute kendaraan terdiri dari toko 43,41,35.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 35, rute yang terbentuk sementara adalah G-35.
2. Rute terdekat dari pelanggan 35 adalah pelanggan 14, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-35-43.

3. Rute terdekat dari pelanggan 13 adalah pelanggan 41, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-35-43-41.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-35-43-41-G dengan jarak tempuh 21,6 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 48 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 24.473.

c. Armada 3

Rute kendaraan terdiri dari toko 45,40,42,19.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *nearest neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 40, rute yang terbentuk sementara adalah G-40.
2. Rute terdekat dari pelanggan 40 adalah pelanggan 49, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-40-19.
3. Rute terdekat dari pelanggan 49 adalah pelanggan 57, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-40-19-42.
4. Rute terdekat dari pelanggan 57 adalah pelanggan 40, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-40-19-42-45.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-40-19-42-45-G dengan jarak tempuh 31,6 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 66 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 35.803.

E. Rute Armada Hari Jumat

Berikut pengelompokan rute pada hari jumat sebagai berikut:

a. Armada 1

Rute kendaraan terdiri dari toko 38,4,2,16.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 19, rute yang terbentuk sementara adalah G-16.

2. Rute terdekat dari pelanggan 19 adalah pelanggan 42, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-16-4.
3. Rute terdekat dari pelanggan 42 adalah pelanggan 2, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-16-4-2.
4. Rute terdekat dari pelanggan 2 adalah pelanggan 38, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-16-4-2-38.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-16-4-2-38-G dengan jarak tempuh 38,2 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 81 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 43.281.

b. Armada 2

Rute kendaraan terdiri dari toko 20,27,9.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 6, rute yang terbentuk sementara adalah G-27.
2. Rute terdekat dari pelanggan 6 adalah pelanggan 9, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-27-9
3. Rute terdekat dari pelanggan 9 adalah pelanggan 16, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-27-9-20..

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-27-9-20-G dengan jarak tempuh 8,6 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 25 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 9.744.

c. Armada 3

Rute kendaraan terdiri dari toko 6,25,22.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 27, rute yang terbentuk sementara adalah G-25.

2. Rute terdekat dari pelanggan 27 adalah pelanggan 25, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-25-22.
3. Rute terdekat dari pelanggan 25 adalah pelanggan 22, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-6-25-22.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-6-25-22-G dengan jarak tempuh 3,5 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 11 menit serta biaya sebesar Rp3.626.

Total keseluruhan penentuan rute selama 1 minggu berdasarkan matrik jarak membutuhkan jarak tempuh sebesar 492,8 kilometer dan waktu tempuh selama 1038 menit dengan biaya distribusi sebesar Rp 558.344.

4.2.2.6 Waktu Pengiriman Usulan Berdasarkan Jarak

Berikut pada tabel 4.30 sampai tabel 4.44 merupakan uraian waktu pengiriman satu hari selama 5 hari kerja dalam satu minggu berdasarkan penentuan rute menggunakan matriks jarak.

Contoh: Pada hari senin CV Jatimas melakukan pengiriman kepada pelanggan 23, pelanggan 56, pelanggan 53, pelanggan 36 dimulai dari gudang (persiapan armada) selama 30 menit dari jam 07.30-08.00, kemudian tim bongkar muat melakukan pengangkutan barang pesanan (*Loading*) sebanyak 100 boks dengan waktu 120 menit dari jam 08.00-10.00. kemudian mengirimkan kepada empat pelanggan dimulai pukul 09.50-15.37 dengan total jarak tempuh 62,7 Km, membutuhkan waktu tempuh selama 247 Menit dan waktu *loading/unloading* selama 240 menit.

A. Waktu Pengiriman Hari Senin

Tabel 4.30 Waktu Pengiriman Armada 1

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	100 (L)	120	10.00
G-23	10.00	19	41	30 (U)	35	11.16
23-56	11.16	3,7	7	20 (U)	25	11.48
istirahat	11.48	0	90	0	0	13.18
56-53	13.18	3,7	7	30 (U)	35	14.00
53-36	14.00	8,3	17	20 (U)	25	14.42
36-G	14.42	28	55	0	0	15.37
Total		62,7	247	100	240	

Keterangan :
 G : Gudang
 (L) : *Loading*
 (U) : *Unloading*

Tabel 4. 31 Waktu Pengiriman Armada 2

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	<i>Loading /unloading</i>		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (m)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	70 (L)	90	09.30
G-14	09.30	10	23	25 (U)	25	10.18
14-34	10.18	8,5	17	15 (U)	20	10.55
34-32	10.55	2,6	6	30 (U)	35	11.36
istirahat	11.36	0	90	0	0	13.06
32-G	13.06	21	41	0	0	13.47
Total		42,1	207	70	170	

Keterangan :
 G : Gudang
 (L) : *Loading*
 (U) : *Unloading*

Tabel 4. 32 Waktu Pengiriman Armada 3

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	<i>Loading /unloading</i>		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (m)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	100 (L)	120	10.00
G-24	10.00	10	23	25 (U)	30	10.53
24-33	10.53	3,6	7	25 (U)	30	11.30
Istirahat	11.30	0	90	0	0	13.00
33-46	13.00	2,1	4	10 (U)	15	13.19
46-55	13.19	4,8	10	20 (U)	25	13.54
55-54	13.54	4,1	9	20 (U)	25	14.28
54-G	14.28	20	41	0	0	15.09
Total		44,6	214	100	245	

Keterangan :
 G : Gudang
 (L) : *Loading*
 (U) : *Unloading*

B. Waktu Pengiriman Hari Selasa

Tabel 4.33 Waktu Pengiriman Armada 1

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (m)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	100 (L)	120	10.00
G-12	10.00	10	23	20 (U)	25	10.48
12-44	10.48	4,6	10	20 (U)	25	11.23
44-50	11.23	0,9	3	30 (U)	35	12.01
Istirahat	12.01	0	90	0	0	13.31
50-15	13.31	4,9	11	30 (U)	35	14.11
15-G	14.11	18	35	0	0	14.46
Total		38,4	202	100	240	

Keterangan :

- G : Gudang
 (L) : *Loading*
 (U) : *Unloading*

Tabel 4.34 Waktu Pengiriman Armada 2

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (m)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	95 (L)	120	10.00
G-39	10.00	2,9	7	25 (U)	30	10.37
39-52	10.37	8,4	19	25 (U)	30	11.26
Istirahat	11.26	0	90	0	0	12.56
52-31	12.56	2,6	6	20 (U)	25	13.27
31-28	13.27	10	24	25 (U)	30	14.21
28-G	14.26	14	27	0	0	14.48
Total		37,9	203	95	235	

Keterangan :

- G : Gudang
 (L) : *Loading*
 (U) : *Unloading*

Tabel 4.35 Waktu Pengiriman Armada 3

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (m)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	85 (U)	105	09.45
G-10	09.45	5,7	14	25 (U)	30	10.29
10-29	10.29	2,7	7	20 (U)	25	11.01
Istirahat	11.01	0	90	0	0	12.31
29-17	12.31	4,7	10	20 (U)	25	13.06
17-37	13.06	8,7	20	20 (U)	25	13.51
37-G	13.51	8,9	22	0	0	14.13
Total		30,7	193	85	210	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

C. Waktu Pengiriman Hari Rabu

Tabel 4.36 Waktu Pengiriman Armada 1

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (m)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	87 (L)	107	09.47
G-30	09.47	6,4	15	25 (U)	30	10.32
30-51	10.32	7,7	18	30 (U)	35	11.25
Istirahat	11.25	0	90	0	0	12.55
51-5	12.55	3	6	32 (U)	37	14.38
5-G	14.38	7,3	16	0	0	14.54
Total		24,4	175	87	209	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

Tabel 4.37 Waktu Pengiriman Armada 2

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (m)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	90 (L)	110	09.50
G-1	09.50	3,9	10	20 (U)	25	10.25
1-8	10.25	4	9	20 (U)	25	10.59
8-7	10.59	2,3	5	20 (U)	25	11.29
Istirahat	11.29	0	90	0	0	12.59
7-3	12.59	0,8	2	10 (U)	15	13.16
3-57	13.16	6,8	13	20 (U)	25	14.54
57-G	14.54	8,1	20	0	0	15.14
Total		25,9	179	90	225	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

Tabel 4.38 Waktu Pengiriman Armada 3

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (m)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	92 (L)	112	09.52
G-47	09.52	3,7	9	13 (U)	18	10.19
47-13	10.19	2,2	6	35 (U)	40	11.05
13-49	11.05	0,7	3	24 (U)	29	11.37
Istirahat	11.37	0	90	0	0	13.07
49-21	13.07	11	19	20 (U)	25	13.51
21-G	13.51	12	22	0	0	14.13
Total		43,9	197	92	224	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

D. Waktu Pengiriman Hari Kamis

Tabel 4.39 Waktu Pengiriman Armada 1

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (m)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	87 (L)	107	09.47
G-26	09.47	11	7	20 (U)	25	10.19
26-11	10.19	4,2	12	20 (U)	25	10.59
Istirahat	10.59	0	90	0	0	12.29
11-48	12.29	16	35	25 (U)	30	13.05
48-18	13.07	8,1	17	20 (U)	25	13.47
18-G	13.49	15	19	0	0	14.06
Total		54,3	210	87	214	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : *Loading*

(U) : *Unloading*

Tabel 4.40 Waktu Pengiriman Armada 2

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (m)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	100 (L)	120	10.00
G-35	10.00	4,6	12	25 (U)	30	10.42
35-43	10.42	2,5	8	40 (U)	45	11.35
Istirahat	11.35	0	90	0	0	13.05
43-41	13.05	5,3	10	35 (U)	40	13.55
41-G	13.55	9,2	18	0	0	14.13
Total		25,5	178	100	233	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : *Loading*

(U) : *Unloading*

Tabel 4.41 Waktu Pengiriman Armada 3

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (m)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	100 (L)	120	10.00
G-40	10.00	3	7	30 (U)	35	10.42
40-19	10.42	1,9	6	25 (U)	30	11.18
Istirahat	11.18	0	90	0	0	12.48
19-42	12.48	3,9	8	25 (U)	30	13.26
42-45	13.26	14	28	20 (U)	25	14.19
45-G	14.19	8,8	17	0	0	14.36
Total		31,6	186	100	240	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

E. Waktu Pengiriman Hari Jumat

Tabel 4.42 Waktu Pengiriman Armada 1

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (m)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	80 (L)	107	09.47
G-16	09.47	3,5	8	25 (U)	30	10.25
16-4	10.25	3,5	9	20 (U)	25	10.59
Istirahat	10.59	0	90	0	0	12.29
4-2	12.29	0,2	1	25 (U)	30	13.00
2-38	13.00	18	35	10 (U)	15	13.50
38-G	13.52	13	28	0	0	14.18
Total		38,2	201	80	209	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

Tabel 4.43 Waktu Pengiriman Armada 2

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (m)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	85 (L)	105	09.45
G-27	09.45	0,2	1	30 (U)	35	10.21
27-9	10.21	1,6	3	35 (U)	40	11.04
Istirahat	11.04	0	90	0	0	12.34
9-20	12.34	3	9	20 (U)	25	13.08
20-G	13.08	3,8	10	0	0	13.18
Total		8,6	143	85	205	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

Tabel 4.44 Waktu Pengiriman Armada 3

Posisi	Waktu Awal (m)	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (box)	Waktu (m)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	90 (L)	110	09.50
G-6	09.50	0,4	1	20 (U)	25	10.16
6-25	10.16	0,4	1	30 (U)	35	10.52
Istirahat	10.52	0	90	0	0	12.22
25-22	12.22	1	3	40 (U)	45	13.10
22-G	13.10	1,4	4	0	0	13.14
Total		3,2	129	90	215	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

4.2.2.7 Biaya Distribusi Usulan Berdasarkan Jarak

Berikut pada tabel 4.45 merupakan biaya distribusi usulan berdasarkan jarak dengan perhitungan yang tertera pada sub bab 4.2.1.

Contoh: Pada hari Senin Armada 1 mengirimkan pesanan dari G (Gudang) kepada pelanggan 23, pelanggan 56, pelanggan 53, pelanggan 36 hingga kembali ke G (Gudang) dengan permintaan sebanyak 100 boks, menempuh jarak sejauh 62,7 km dengan total waktu 127 menit dan membutuhkan biaya distribusi sebesar Rp 71.039.

Tabel 4.45 Tabel Biaya Distribusi Usulan

Hari	Rute	Armada	Permintaan (Boks)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total biaya (Rp)
Senin	G-23-56-53-36-G	1	100	62,7	127	Rp 71.039
	G-14-34-32-G	2	70	42,1	87	Rp 47.699
	G-24-33-46-55-54-G	3	100	44,6	94	Rp 50.532
Selasa	G-12-44-50-15-G	1	100	38,4	82	Rp 43.507
	G-39-52-31-28-G	2	95	37,9	83	Rp 42.941
	G-10-29-17-37-G	3	85	30,7	73	Rp 34.783
Rabu	G-30-51-5-G	1	87	24,4	55	Rp 27.645
	G-1-8-7-3-57-G	2	90	25,9	59	Rp 29.345
	G-47-13-49-21-G	3	92	28,6	59	Rp 32.404
Kamis	G-26-11-48-18-G	1	85	54,3	90	Rp 61.522
	G-3543-41-G	2	100	21,6	48	Rp 24.473
	G-40-19-42-45-G	3	100	31,6	66	Rp 35.803
Jumat	G-16-4-2-38-G	1	80	38,2	81	Rp 43.281
	G-27-9-20-G	2	85	8,6	25	Rp 9.744
	G-6-25-22-G	3	90	3,2	9	Rp 3.626
Total			1359	492,8	1038	Rp 558.344

Keterangan :

G : Gudang

Nomor 1-56 : Kode Toko

4.2.3 Penyelesaian VRP-TW menggunakan metode *Nearest Neighbour* Berdasarkan Waktu

4.2.3.1 Menentukan *Saving Matrix* Waktu

Saving waktu pada penelitian ini diperlukan untuk mengetahui apakah waktu dapat berpengaruh pada penentuan rute. Menggabungkan matriks waktu dua pelanggan menjadi satu untuk memperoleh matriks penghematan atau menggabungkan waktu tempuh dua lokasi ke dalam satu rute seperti , dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$S(1,2) = W1 + W2 - W1,2$$

Contoh *Saving Matrix* pelanggan 1 dan pelanggan 2:

$$S = 11 + 18 - 21$$

$$S = 8$$

Jadi *Saving matrik* pada pelanggan 1 dan pelanggan 2 sebesar 8.

Keterangan:

$S(1,2)$ = *Saving Matrix*

$W(C1)$ = waktu tempuh antara Gudang ke lokasi i

$W(C2)$ = waktu tempuh antara Gudang ke lokasi j

$W(1,2)$ = waktu tempuh antara lokasi i ke lokasi j

Penyelesaian VRP-TW dengan penyelesaian menggunakan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan waktu digunakan untuk mengetahui apakah waktu dapat berpengaruh pada penentuan rute dan *time windows* dimana pada hakikatnya metode *nearest neighbor* hanya berdasarkan *saving* jarak dalam penentuan rute. Pada penelitian kali ini, peneliti mencoba penentuan rute dengan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan waktu.

4.2.3.2 Pengurutan Nilai *Saving Matrix* Waktu

Berikut pada tabel 4.47 merupakan nilai penghematan diperoleh dengan cara mengurutkan nilai dari yang terbesar hingga terkecil dengan mencoret pelanggan dan pelanggan yang terdapat nilai penghematan terbesar. Iterasi berhenti apabila semua pelanggan dan pelanggan pada *Saving Matrix* sudah terisi, Iterasi dapat dilihat pada lampiran dan berikut urutan nilai *Saving Matrix*:

Contoh: pada nomor 1 terdapat iterasi hasil dari perhitungan *Saving Matrix* (penggabungan kedua jarak pelanggan) didapatkan hasil pelanggan 36 dan pelanggan 53 menghasilkan penghematan sebesar 90 menit. Pelanggan 36 memiliki pesanan sebanyak 20 dan pelanggan 53 memiliki pesanan sebanyak 30 dengan total muat 50, maka pelanggan 36 dan 53 masuk ke dalam rute 1.

Tabel 4.47 pengurutan nilai *saving* waktu

No	I,j	<i>Saving</i> (menit)	Gabungan (Toko)	Total muat (boks)	Rute
1	36,53	90	36+53	20+30= 50	1
2	53,56	89	36+53+56	20+30+20= 70	1
3	32,56	80	36+53+56+32	20+30+20+30= 100	1
4	34,53	74	34	15	2
5	14,36	74	34+14	15+25= 40	2
6	24,54	72	34+14+24+54	15+25+25+20= 85	2
7	46,53	72	46	10	3
8	32,55	70	46+55	10+20= 30	3
9	32,33	68	46+55+33	10+20+25= 55	3
10	15,54	66	46+55+33+15	10+20+25+30= 85	3
11	32,50	66	50	30	4
12	23,53	63	50+23	30+30= 60	4
13	12,24	63	50+23+12	30+30+20= 80	4
14	33,44	61	50+23+12+44	30+30+20+20= 100	4
15	31,54	58	31	20	5
16	29,54	57	31+29	20+20= 40	5
17	24,52	56	31+29+52	20+20+25= 65	5
18	10,54	54	31+29+52+10	20+20+25+25= 90	5
19	24,45	54	45	20	6
20	24,37	54	45+37	20+20= 40	6
21	24,39	54	45+37+39	20+20+25= 65	6

Tabel lanjutan

22	30,54	49	45+37+39+30+	20+20+25+25= 90	6
23	24,57	48	57	20	7
24	5,54	48	57+5	20+32= 52	7
25	8,54	47	57+5+8	20+32+20= 72	7
26	15,28	47	57+5+8+28	20+32+20+25= 97	7
27	1,54	46	1	20= 45	8
28	3,54	46	1+3	20+10= 55	8
29	7,54	46	1+3+7	20+10+20= 75	8
30	11,54	45	1+3+7+11	20+10+20+20= 70	8
31	17,24	45	17	20	9
32	13,24	44	17+13	20+35= 55	9
34	24,49	44	17+13+49	20+35+24= 79	9
35	21,25	44	17+13+49+21	20+35+24+20= 99	9
36	26,54	43	26	20	10
37	2,54	43	26+2	20+25= 45	10
38	51,56	40	26+2+51	20+25+30= 75	10
39	4,54	39	26+2+51+4	20+25+30+20= 95	10
40	47,53	39	47	13	11
41	19,39	38	47+19	13+25= 38	11
42	39,43	38	47+19+43	13+25+40= 78	11
43	24,35	37	35	25	12
44	39,40	36	35+40	25+30= 55	12
45	3,41	35	35+40+41	25+30+35= 90	12
46	38,54	34	35+40+41+38	25+30+35+10= 100	12
47	1,18	32	18	20	13
48	15,48	32	18+48	20+25= 45	13
49	24,42	32	18+48+42	20+25+25= 70	13
50	27,54	31	18+48+42+27	20+25+25+30= 100	13
51	25,54	30	25	30	14
52	20,24	28	25+20	30+20= 50	14
53	16,39	28	25+20+16	30+20+25= 75	14
54	9,54	27	9	35	15
55	6,54	26	9+6	35+20= 55	15
56	22,39	24	9+6+22	35+20+40= 95	15

4.2.3.3 Pengelompokan Rute berdasarkan *Saving Matrix* Waktu

Berdasarkan urutan yang diperoleh pada *Saving Matrix* di tabel 4.47, maka akan dilakukan pengurutan pelanggan dengan nilai penghematan terbesar sampai terkecil berdasarkan rute dengan mempertimbangkan kapasitas armada maksimal 300 boks.

A. Rute Armada Hari Senin

1. Rute Armada 1

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 90 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 36 dan pelanggan 53 dimasukkan kedalam rute 1 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20 + 30 = 50$.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 89 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 53 pelanggan 56. Pelanggan 56 dimasukkan kedalam rute 1 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20 + 30 + 20 = 70$.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 80 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 32 pelanggan 36. Pelanggan 32 dimasukkan kedalam rute 1 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20 + 30 + 20 + 30 = 100$.

2. Rute Armada 2

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 74 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 34 pelanggan 53. Pelanggan 34 dimasukkan kedalam rute 2 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 15.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 74 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 14 pelanggan 36. Pelanggan 14 dimasukkan kedalam rute 2 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $15 + 25 = 40$.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 72 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 24 pelanggan 54. Pelanggan 24 dimasukkan kedalam rute 2 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $15 + 25 + 25 = 65$.
- d) Nilai penghematan terbesar adalah 73 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 32 pelanggan 55. Pelanggan 55 dimasukkan kedalam rute 2 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $15 + 25 + 25 + 20 = 85$.

3. Rute Armada 3
 - a) Nilai penghematan terbesar adalah 72 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 46 pelanggan 53. Pelanggan 46 dimasukkan kedalam rute 3 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 10.
 - b) Nilai penghematan terbesar adalah 70 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 32 pelanggan 55. Pelanggan 55 dimasukkan kedalam rute 3 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $10+20= 30$.
 - c) Nilai penghematan terbesar adalah 68 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 32 pelanggan 33. Pelanggan 33 dimasukkan kedalam rute 3 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $10+20+25= 55$.
 - d) Nilai penghematan terbesar adalah 66 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 15 pelanggan 54. Pelanggan 15 dimasukkan kedalam rute 3 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $10+20+25+30= 85$.

B. Rute Armada Hari Selasa

1. Rute Armada 1
 - a) Nilai penghematan terbesar adalah 66 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 32 pelanggan 50. Pelanggan 50 dimasukkan kedalam rute 4 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 30.
 - b) Nilai penghematan terbesar adalah 63 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 15 pelanggan 54. Pelanggan 15 dimasukkan kedalam rute 4 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $30+30= 60$.
 - c) Nilai penghematan terbesar adalah 63 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 12 pelanggan 24. Pelanggan 23 dimasukkan kedalam rute 4 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $30+30+20= 80$.
 - d) Nilai penghematan terbesar adalah 61 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 33 pelanggan 44. Pelanggan 44 dimasukkan kedalam rute 4 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $30+30+20+20= 100$
2. Rute Armada 2
 - a) Nilai penghematan terbesar adalah 58 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 31 pelanggan 54. Pelanggan 31 dimasukkan kedalam rute 5 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 20.

- b) Nilai penghematan terbesar adalah 57 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 29 pelanggan 54. Pelanggan 29 dimasukkan kedalam rute 5 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+20=40$.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 56 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 24 pelanggan 52. Pelanggan 52 dimasukkan kedalam rute 5 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+20+25=65$.
- d) Nilai penghematan terbesar adalah 54 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 10 pelanggan 54. Pelanggan 10 dimasukkan kedalam rute 5 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+20+25+25=90$.

3. Rute Armada 3

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 54 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 24 dan pelanggan 45. Pelanggan 45 dimasukkan kedalam rute 6 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 20.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 54 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 24 pelanggan 37. Pelanggan 37 dimasukkan kedalam rute 6 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+20=40$.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 54 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 24 pelanggan 39. Pelanggan 39 dimasukkan kedalam rute 6 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+20+25=65$.
- d) Nilai penghematan terbesar adalah 49 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 30 pelanggan 54. Pelanggan 30 dimasukkan kedalam rute 6 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+20+25+25=90$.

C. Rute Armada Hari Rabu

1. Rute Armada 1

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 48 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 24 pelanggan 57. Pelanggan 57 dimasukkan kedalam rute 7 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 20.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 48 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 5 pelanggan 54. Pelanggan 5 dimasukkan kedalam rute 7 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+32=52$.

- c) Nilai penghematan terbesar adalah 47 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 8 pelanggan 54. Pelanggan 8 dimasukkan kedalam rute 7 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+32+20=72$.
- d) Nilai penghematan terbesar adalah 47 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 15 pelanggan 28. Pelanggan 28 dimasukkan kedalam rute 7 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+32+20+25=97$.

2. Rute Armada 2

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 46 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 1 pelanggan 54. Pelanggan 1 dimasukkan kedalam rute 8 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 20.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 46 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 3 pelanggan 54. Pelanggan 3 dimasukkan kedalam rute 8 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+10=30$.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 46 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 7 pelanggan 54. Pelanggan 7 dimasukkan kedalam rute 8 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+10+20=50$.
- d) Nilai penghematan terbesar adalah 45 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 11 pelanggan 54. Pelanggan 11 dimasukkan kedalam rute 8 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+10+20+20=70$.

3. Rute Armada 3

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 45 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 17 pelanggan 24. Pelanggan 17 dimasukkan kedalam rute 9 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 20.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 44 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 13 pelanggan 24. Pelanggan 13 dimasukkan kedalam rute 9 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+35=55$.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 44 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 24 pelanggan 49. Pelanggan 49 dimasukkan kedalam rute 9 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+35+24=79$.

- d) Nilai penghematan terbesar adalah 44 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 21 pelanggan 25. Pelanggan 21 dimasukkan kedalam rute 9 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+35+24+20= 99$.

D. Rute Armada Hari Kamis

1. Rute Armada 1

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 43 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 26 pelanggan 54. Pelanggan 26 dimasukkan kedalam rute 10 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 20.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 43 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 2 pelanggan 54. Pelanggan 2 dimasukkan kedalam rute 10 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+25= 45$.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 40 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 51 pelanggan 56. Pelanggan 51 dimasukkan kedalam rute 10 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+25+30= 75$.
- d) Nilai penghematan terbesar adalah 39 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 4 pelanggan 54. Pelanggan 4 dimasukkan kedalam rute 10 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+25+30+20= 95$.

2. Rute Armada 2

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 39 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 47 pelanggan 53. Pelanggan 47 dimasukkan kedalam rute 11 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 13.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 38 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 19 pelanggan 39. Pelanggan 19 dimasukkan kedalam rute 11 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $13+25=63$.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 38 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 39 pelanggan 43. Pelanggan 43 dimasukkan kedalam rute 11 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $13+25+40= 78$.

3. Rute Armada 3

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 37 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 24 pelanggan 35. Pelanggan 35 dimasukkan kedalam rute 12 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 25.

- b) Nilai penghematan terbesar adalah 36 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 39 pelanggan 40. Pelanggan 40 dimasukkan kedalam rute 12 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $25+30= 55$.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 35 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 3 pelanggan 41. Pelanggan 41 dimasukkan kedalam rute 12 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $25+30+35= 90$.
- d) Nilai penghematan terbesar adalah 34 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 38 pelanggan 54. Pelanggan 54 dimasukkan kedalam rute 12 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $25+30+35+10= 100$

E. Rute Armada Hari Jumat

1. Rute Armada 1

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 32 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 1 pelanggan 18. Pelanggan 18 dimasukkan kedalam rute 13 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 20.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 32 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 15 pelanggan 48. Pelanggan 48 dimasukkan kedalam rute 13 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+25= 45$.
- c) Nilai penghematan terbesar adalah 32 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 24 pelanggan 42. Pelanggan 42 dimasukkan kedalam rute 13 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+25+25= 70$.
- d) Nilai penghematan terbesar adalah 31 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 27 pelanggan 54. Pelanggan 27 dimasukkan kedalam rute 13 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $20+25+25+30= 100$.

2. Rute Armada 2

- a) Nilai penghematan terbesar adalah 30 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 25 pelanggan 54. Pelanggan 20 dimasukkan kedalam rute 14 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 30.
- b) Nilai penghematan terbesar adalah 28 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 20 pelanggan 24. Pelanggan 20 dimasukkan kedalam rute 14 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $30+20= 50$.

c) Nilai penghematan terbesar adalah 28 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 16 pelanggan 39. Pelanggan 16 dimasukan kedalam rute 14 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $30+20+25= 75$.

3. Rute Armada 3

a) Nilai penghematan terbesar adalah 27 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 9 pelanggan 54. Pelanggan 9 dimasukan kedalam rute 15 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak 35.

b) Nilai penghematan terbesar adalah 26 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 6 pelanggan 54. Pelanggan 6 dimasukan kedalam rute 15 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $35+20= 50$.

c) Nilai penghematan terbesar adalah 24 yang terdiri dari penggabungan pelanggan 22 dan pelanggan 39. Pelanggan 22 dimasukan kedalam rute 15 sehingga jumlah kapasitasnya sebanyak $35+20+40= 95$.

Tabel 4.48 Pengelompokan Rute Berdasarkan Matrik Waktu

No Pelanggan	Nama Pelanggan	Permintaan pelanggan (Boks)	Total muat (boks)	Rute
36	Toko Prima	20	100	1
53	Toko Rokhim Plastik	30		
56	Toko Yapora	20		
32	Toko Barokah	30		
34	Toko Bina Tani	15	85	2
14	Toko Ipah	25		
24	Toko Irham	25		
54	Toko Sabian	20		
46	Toko Sumber Berkah	10	85	3
55	Toko Sriyani	20		
33	Toko Bening Plastik	25		
15	Toko Yati	30		
50	Toko Anjat	30	100	4
23	Toko Lancar	30		
14	Toko Ipah	20		
44	Toko Eli	20		
31	Toko Atun	20	90	5
29	Toko Sumber Sari	20		

Tabel Lanjutan

52	Bahari Bakery	25	90	6
10	Toko Bintang Plastik	25		
45	Toko Ice	20		
37	Toko Ayu	20		
39	Toko Sri	25		
30	Toko Tiga Putra	25	97	7
57	Toko Titin	20		
5	Toko Arfiwi Plastik	32		
8	Toko Berkah	20		
28	Toko Ulfah Snack	25		
1	Toko Abidin	20	70	8
3	Toko Ali	10		
7	Toko Bari Plastik	20		
11	Toko Kris	20		
17	Toko Maya	20		
13	Toko Heni	35	99	9
49	Toko EEN	24		
21	Toko Rumi	20		
26	Toko Yanti	20		
2	Toko Tunas Jaya	25		
51	Toko Antika	30	95	10
4	Toko Anisa	20		
47	Toko Sakinah	13		
19	Toko Reza	25		
43	Toko Fany Jaya	40		
35	Toko Habibah	25	100	12
40	Toko SW Plastik	30		
41	Toko Taripah	35		
38	Toko Gelas Plastik	10		
18	Toko Lestari Jaya	20		
48	Toko Rahmah Plastik	25	100	13
42	Toko Wartini	25		
27	Toko Uwais	30		
25	Toko Yuli	30		
20	Toko Rose	20		
16	Toko Lely	25	75	14
9	Toko Bima	35		
6	Toko Astuti	20		
22	Toko Setia Jaya	40		

4.2.3.4 Pengurutan Rute *Saving Matrix* Waktu Metode *Nearest Neighbor*

Berikut pengelompokan rute seperti pada tabel 4.48 berdasarkan Waktu dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* yang diperoleh dari nilai *Saving Matrix* terbesar:

A. Rute Armada Hari Senin

Berikut pengelompokan rute pada hari senin sebagai berikut:

a. Armada 1

Rute perjalanan terdiri dari toko 36,53,56,32.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 32, rute yang terbentuk sementara adalah G-32.
2. Rute terdekat dari pelanggan 32 adalah pelanggan 53, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-32-53.
3. Rute terdekat dari pelanggan 53 adalah pelanggan 56, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-32-53-56.
4. Rute terdekat dari pelanggan 56 adalah pelanggan 36, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-32-53-56-36.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-32-53-56-36-G dengan jarak tempuh 41,3 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 110 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 46.793.

b. Armada 2

Rute kendaraan terdiri dari toko 34,14,24,54.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 14, rute yang terbentuk sementara adalah G-14.
2. Rute terdekat dari pelanggan 14 adalah pelanggan 34, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-14-24.

3. Rute terdekat dari pelanggan 34 adalah pelanggan 23, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-14-24-55.
4. Rute terdekat dari pelanggan 53 adalah pelanggan 36, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-14-24-55-23.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-14-24-55-23-G dengan jarak tempuh 39,6 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 90 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 44.906.

c. Armada 3

Rute kendaraan terdiri dari toko 46,55,33,15.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 44, rute yang terbentuk sementara adalah G-44.
2. Rute terdekat dari pelanggan 44 adalah pelanggan 34, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-44-34.
3. Rute terdekat dari pelanggan 34 adalah pelanggan 46, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-44-34-46.
4. Rute terdekat dari pelanggan 46 adalah pelanggan 33, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-44-34-46-33.
5. Rute terdekat dari pelanggan 33 adalah pelanggan 54, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-44-34-46-33-54.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-44-34-46-33-54-G dengan jarak tempuh 46,1 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 93 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 52.231.

B. Rute Armada Hari Selasa

Berikut pengelompokan rute pada hari selasa sebagai berikut:

a. Armada 1

Rute kendaraan terdiri dari toko 50,23,14,44.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 12, rute yang terbentuk sementara adalah G-12.
2. Rute terdekat dari pelanggan 12 adalah pelanggan 50, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-12-50.
3. Rute terdekat dari pelanggan 50 adalah pelanggan 15, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-12-50-15.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-12-50-15-G dengan jarak tempuh 42,2 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 94 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 47.813.

b. Armada 2

Rute kendaraan terdiri dari toko 31,29,52,10.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 29, rute yang terbentuk sementara adalah G-29.
2. Rute terdekat dari pelanggan 29 adalah pelanggan 39, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-29-39.
3. Rute terdekat dari pelanggan 39 adalah pelanggan 31, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-29-39-31.
4. Rute terdekat dari pelanggan 31 adalah pelanggan 28, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-29-39-31-28-G.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-29-39-31-28-G dengan jarak tempuh 31,8 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 70 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 36.029.

c. Armada 3

Rute kendaraan terdiri dari toko 45,37,39,30.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 10, rute yang terbentuk sementara adalah G-10.
2. Rute terdekat dari pelanggan 10 adalah pelanggan 30, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-10-30.
3. Rute terdekat dari pelanggan 30 adalah pelanggan 45, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-10-30-45.
4. Rute terdekat dari pelanggan 45 adalah pelanggan 37, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-10-30-45-37.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-10-30-45-37-G dengan jarak tempuh 28,5 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 66 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 32.291.

C. Rute Armada Hari Rabu

Berikut pengelompokan rute pada hari rabu sebagai berikut:

a. Armada 1

Rute kendaraan terdiri dari toko 57,5,8,28.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 57, rute yang terbentuk sementara adalah G-57.
2. Rute terdekat dari pelanggan 57 adalah pelanggan 5, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-57-5.
3. Rute terdekat dari pelanggan 5 adalah pelanggan 8, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-57-5-8.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-57-5-8-G dengan jarak tempuh 36,6 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 75 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 41.468.

b. Armada 2

Rute kendaraan terdiri dari toko 1,3,7,11.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 1, rute yang terbentuk sementara adalah G-1.
2. Rute terdekat dari pelanggan 1 adalah pelanggan 33, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-1-3.
3. Rute terdekat dari pelanggan 33 adalah pelanggan 17, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-1-3-17.
4. Rute terdekat dari pelanggan 17 adalah pelanggan 51, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-1-3-17-51.
5. Rute terdekat dari pelanggan 51 adalah pelanggan 7, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-1-3-17-51-7.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-1-3-17-51-7-G dengan jarak tempuh 22 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 50 serta biaya distribusi sebesar Rp 24.926.

c. Armada 3

Rute kendaraan terdiri dari toko 17,13,49,21.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 52, rute yang terbentuk sementara adalah G-52.
2. Rute terdekat dari pelanggan 52 adalah pelanggan 49, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-52-49.
3. Rute terdekat dari pelanggan 49 adalah pelanggan 11, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-52-49-11.
4. Rute terdekat dari pelanggan 11 adalah pelanggan 21, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-52-49-11-21.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-52-49-11-21-G dengan jarak tempuh 30,1 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 53 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 34.103.

D. Rute Armada Hari Kamis

Berikut pengelompokan rute pada hari kamis sebagai berikut:

a. Armada 1

Rute kendaraan terdiri dari toko 26,2,51,4.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 47, rute yang terbentuk sementara adalah G-47.
2. Rute terdekat dari pelanggan 47 adalah pelanggan 13, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-47-13.
3. Rute terdekat dari pelanggan 13 adalah pelanggan 4, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-47-13-4.
4. Rute terdekat dari pelanggan 4 adalah pelanggan 2, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-47-13-4-2.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-47-13-4-2-G dengan jarak tempuh 22 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 51 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 24.926.

b. Armada 2

Rute kendaraan terdiri dari toko 47,19,43.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 26, rute yang terbentuk sementara adalah G-26.
2. Rute terdekat dari pelanggan 26 adalah pelanggan 43, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-26-43.

3. Rute terdekat dari pelanggan 43 adalah pelanggan 41, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-26-43-41.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-26-43-41-G dengan jarak tempuh 11,6 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 33 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 13.143.

c. Armada 3

Rute kendaraan terdiri dari toko 35,40,41,38.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 40, rute yang terbentuk sementara adalah G-19.
2. Rute terdekat dari pelanggan 40 adalah pelanggan 49, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-19-35.
3. Rute terdekat dari pelanggan 57 adalah pelanggan 40, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-19-35-42.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-19-35-42-G dengan jarak tempuh 48 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 99 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 54.384.

E. Rute Armada Hari Jumat

Berikut pengelompokan rute pada hari jumat sebagai berikut:

a. Armada 1

Rute kendaraan terdiri dari toko 18,48,42,27.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 38, rute yang terbentuk sementara adalah G-38.
2. Rute terdekat dari pelanggan 38 adalah pelanggan 48, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-38-48.

3. Rute terdekat dari pelanggan 48 adalah pelanggan 40, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-38-48-40.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-38-48-40-G dengan jarak tempuh 47,8 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 90 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 54.157.

b. Armada 2

Rute kendaraan terdiri dari toko 25,20,16.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 27, rute yang terbentuk sementara adalah G-27.
2. Rute terdekat dari pelanggan 27 adalah pelanggan 25, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-27-25.
3. Rute terdekat dari pelanggan 25 adalah pelanggan 20, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-27-25-20.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-27-25-20-G dengan jarak tempuh 8,9 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 25 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 10.084.

c. Armada 3

Rute kendaraan terdiri dari toko 9,6,22.

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* adalah:

1. Rute berawal dari gudang CV Jatimas (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 9, rute yang terbentuk sementara adalah G-9
2. Rute terdekat dari pelanggan 9 adalah pelanggan 16, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-9-16.
3. Rute terdekat dari pelanggan 16 adalah pelanggan 22, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-9-16-22.

Setiap rute berawal dan berakhir di gudang CV Jatimas, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-9-16-22-G dengan jarak tempuh 4,3 kilometer dan membutuhkan waktu tempuh selama 13 menit serta biaya sebesar Rp 4.872.

Total keseluruhan penentuan rute dalam 1 minggu berdasarkan matrik waktu membutuhkan jarak tempuh sebesar 460,8 kilometer dan waktu tempuh selama 1012 menit dengan biaya distribusi sebesar Rp 522.087.

4.2.3.5 Waktu Pengiriman Berdasarkan Matrik Waktu

Berikut pada tabel 4.49 sampai tabel 4.63 merupakan uraian waktu pengiriman satu hari selama 5 hari kerja dalam satu minggu berdasarkan penentuan rute menggunakan matrik waktu.

Contoh: Pada hari senin CV Jatimas melakukan pengiriman kepada pelanggan 32, pelanggan 53, pelanggan 56, pelanggan 36 dimulai dari gudang (persiapan armada) selama 30 menit dari jam 07.30-08.00, kemudian tim bongkar muat melakukan pengangkutan barang pesanan (*Loading*) sebanyak 100 boks dengan waktu 120 menit dari jam 08.00-10.00. kemudian mengirimkan kepada empat pelanggan dimulai pukul 09.50-15.21 dengan total jarak tempuh 60,2 Km, membutuhkan waktu tempuh selama 230 Menit dan waktu *loading/unloading* selama 240 menit.

A. Waktu Pengiriman Hari Senin

Tabel 4.49 Waktu Pengiriman Armada 1

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (boks)	Waktu (menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	100 (L)	120	10.00
G-32	10.00	21	41	30 (U)	35	11.16
32-53	11.16	4,2	8	30 (U)	35	11.59
istirahat	11.59	0	90	0	0	13.29
53-56	13.29	1,1	2	20 (U)	25	13.56
56-36	13.56	5,9	11	20 (U)	25	14.32
36-G	14.32	28	48	0	0	15.20
Total		60,2	230	100	240	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : *Loading*

(U) : *Unloading*

Tabel 4. 50 Waktu Pengiriman Armada 2

Posisi	Waktu Awal	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (boks)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	-	30	08.00
G	08.00	0	0	85 (L)	105	09.45
G-14	09.45	10	21	25 (U)	30	10.36
14-24	10.36	0,3	1	25 (U)	30	11.07
istirahat	11.07	0	90	0	0	12.37
24-34	12.37	8,5	17	15 (U)	20	13.14
34-54	13.14	4,6	9	20 (U)	25	13.48
54-G	13.48	20	42	0	0	14.30
Total		43,4	210	85	240	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : *Loading*(U) : *Unloading*

Tabel 4. 51 Waktu Pengiriman Armada 3

Posisi	Waktu Awal	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (boks)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	85 (L)	105	09.45
G-33	10.00	14	29	25 (U)	30	10.44
33-46	10.55	2,1	4	10 (U)	15	11.03
Istirahat	11.34	0	90	0	0	12.33
46-55	13.04	4,8	10	20 (U)	25	13.08
55-15	13.36	7,2	14	30 (U)	35	13.57
15-G	14.50	18	36	0	0	14.33
Total		46,1	213	85	210	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : *Loading*(U) : *Unloading*

B. Waktu Pengiriman Hari Selasa

Tabel 4.52 Waktu Pengiriman Armada 1

Posisi	Waktu Awal	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (boks)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	100 (L)	120	10.00
G-44	10.00	14	31	20 (U)	25	10.56
44-50	10.56	0,9	3	30 (U)	35	11.34
Istirahat	11.34	0	90	0	0	13.04
50-12	13.04	1,8	4	20 (U)	25	13.33
12-23	13.33	6,5	13	30 (U)	35	14.21
23-G	14.21	19	43	0	0	15.04
Total		42,2	214	100	240	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : *Loading*

(U) : *Unloading*

Tabel 4.53 Waktu Pengiriman Armada 2

Posisi	Waktu Awal	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (boks)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	90 (L)	115	09.55
G-10	09.55	5,7	14	25 (U)	30	10.39
10-29	10.39	2,7	7	20 (U)	25	11.11
Istirahat	11.11	0	90	0	0	12.41
29-52	12.41	6,8	15	25 (U)	30	13.26
52-31	13.26	2,6	6	20 (U)	25	13.57
31-G	13.57	14	28	0	0	14.25
Total		31,8	190	90	225	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : *Loading*

(U) : *Unloading*

Tabel 4.54 Waktu Pengiriman Armada 3

Posisi	Waktu Awal	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (boks)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	90 (L)	90	09.50
G-39	09.50	2,9	7	25 (U)	30	10.37
39-30	10.37	3,4	8	25 (U)	30	11.15
Istirahat	11.15	0	90	0	0	12.45
30-45	12.45	4,4	10	20 (U)	25	13.20
45-37	13.20	8,7	19	20 (U)	25	14.04
37-G	14.04	9,1	22	0	0	14.46
Total		28,5	186	90	200	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : *Loading*(U) : *Unloading*

C. Waktu Pengiriman Hari Rabu

Tabel 4.55 Waktu Pengiriman Armada 1

Posisi	Waktu Awal	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (boks)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	97 (L)	95	09.57
G-5	09.57	7,3	15	32 (U)	37	10.49
5-8	10.49	0,2	1	20 (U)	25	11.15
Istirahat	11.15	0	90	0	0	12.45
8-57	12.45	4,1	9	20 (U)	25	13.19
57-28	13.19	11	24	25 (U)	30	14.13
28-G	14.13	14	26	0	0	14.39
Total		36,6	195	97	212	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : *Loading*(U) : *Unloading*

Tabel 4.56 Waktu Pengiriman Armada 2

Posisi	Waktu Awal	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (boks)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	70 (L)	90	09.50
G-1	09.50	3,9	10	20 (U)	25	10.25
1-11	10.25	2,8	9	20 (U)	25	10.59
11-7	10.59	5,5	11	20 (U)	25	11.35
Istirahat	11.35	0	90	0	0	13.05
7-3	13.05	0,8	2	10 (U)	15	13.12
3-G	13.12	9	18	0	0	13.40
Total		22	170	70	180	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

Tabel 4.57 Waktu Pengiriman Armada 3

Posisi	Waktu Awal	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (boks)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	99 (L)	119	09.59
G-13	09.59	5,7	13	35 (U)	40	10.52
13-49	10.52	0,9	3	24 (U)	29	11.23
Istirahat	11.23	0	90	0	0	12.53
49-17	12.53	5,1	12	20 (U)	35	13.40
17-21	13.40	6,4	13	20 (U)	25	13.18
21-G	13.18	12	12	0	0	13.30
Total		30,1	173	99	248	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

D. Waktu Pengiriman Hari Kamis

Tabel 4.58 Waktu Pengiriman Armada 1

Posisi	Waktu Awal	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (boks)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	95 (L)	115	09.55
G-26	09.55	2,9	7	20 (U)	25	10.27
26-51	10.27	7,1	17	30 (U)	35	11.19
Istirahat	11.19	0	90	0	0	12.49
51-4	12.49	7,3	16	20 (U)	25	13.30
4-2	13.30	0,2	1	25 (U)	30	14.01
2-G	14.01	4,5	10	0	0	14.11
Total		22	171	95	230	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

Tabel 4.59 Waktu Pengiriman Armada 2

Posisi	Waktu Awal	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (boks)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	78 (L)	98	09.58
G-19	09.58	3,5	10	25 (U)	30	10.38
19-43	10.38	1,5	5	40 (U)	45	11.28
Istirahat	11.28	0	90	0	0	12.58
43-47	12.58	2,9	9	13 (U)	18	13.25
47-G	13.25	3,7	9	0	0	13.34
Total		11,6	153	78	191	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

Tabel 4.60 Waktu Pengiriman Armada 3

Posisi	Waktu Awal	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (boks)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	100 (L)	120	10.00
G-40	10.00	3	7	30 (U)	35	10.42
40-35	10.42	1,8	5	25 (U)	30	11.17
Istirahat	11.17	0	90	0	0	12.47
35-41	12.47	7,2	15	35 (U)	40	13.42
41-38	13.42	20	40	10 (U)	15	14.37
38-G	14.37	16	32	0	0	15.09
Total		48	219	100	223	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

E. Waktu Pengiriman Hari Jumat

Tabel 4.61 Waktu Pengiriman Armada 1

Posisi	Waktu Awal	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (boks)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	100	120	10.00
G-27	10.00	0,2	1	30 (U)	35	10.36
27-42	10.36	6,5	13	25 (U)	30	11.19
Istirahat	11.19	0	90	0	0	12.49
42-48	12.49	18	39	25 (U)	30	13.58
48-18	13.58	8,1	17	20 (U)	25	14.24
18-G	14.24	15	20	0	0	14.44
Total		47,8	210	100	240	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

Tabel 4.62 Waktu Pengiriman Armada 2

Posisi	Waktu Awal	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (boks)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	75 (L)	95	09.35
G-25	09.35	0,4	2	30 (U)	35	10.12
25-16	10.12	3,1	7	25 (U)	30	10.49
Istirahat	10.49	0	90	0	0	13.19
16-20	13.19	1,9	6	20 (U)	25	13.50
20-G	13.50	3,5	10	0	0	14.00
Total		8,9	145	75	185	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

Tabel 4.63 Waktu Pengiriman Armada 3

Posisi	Waktu Awal	Jarak (Km)	Waktu (Menit)	Loading /unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (boks)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	95 (L)	115	09.55
G-6	09.55	0,4	1	20 (U)	25	10.21
6-9	10.21	0,9	3	35 (U)	40	11.04
Istirahat	11.04	0	90	0	0	12.34
9-22	12.34	1,6	5	40 (U)	45	13.24
22	13.24	1,4	4	0	0	13.28
Total		4,3	133	95	225	

Keterangan :

G : Gudang

(L) : Loading

(U) : Unloading

4.2.3.4 Biaya Distribusi Usulan Berdasarkan Waktu

Berikut pada tabel 4.64 merupakan biaya distribusi usulan berdasarkan jarak dengan perhitungan yang tertera pada sub bab 4.2.1.

Contoh: Pada hari senin Armada 1 mengirimkan pesanan dari G (Gudang) kepada pelanggan 32, pelanggan 53, pelanggan 56, pelanggan 36 hingga kembali ke G (Gudang) dengan permintaan sebanyak 100 boks, menempuh jarak sejauh 41,3 km dengan total waktu 110 menit dan membutuhkan biaya distribusi sebesar Rp 46.793.

Tabel 4.64 Tabel biaya Usulan

Hari	Rute	Armada	Permintaan (Boks)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total biaya (Rp)
Senin	G-32-53-56-36-G	1	100	41,3	110	Rp 46.793
	G-14-24-34-54G	2	85	39,6	90	Rp 44.867
	G-33-46-55-15-G	3	85	46,1	93	Rp 52.231
Selasa	G-12-44-50-23-G	1	100	42,2	94	Rp 47.813
	G-10-29-52-31-G	2	90	31,8	70	Rp 36.029
	G-39-30-45-37-G	3	90	28,5	66	Rp 32.291
Rabu	G-5-8-57-28-G	1	97	36,6	75	Rp 41.468
	G-1-11-7-3-G	2	70	22	50	Rp 24.926
	G-13-49-17-21-G	3	99	30,1	53	Rp 34.103
Kamis	G-26-51-4-2-G	1	95	22	51	Rp 24.926
	G-19-43-47-G	2	78	11,6	33	Rp 13.143
	G-40-35-41-38-G	3	100	48	99	Rp 54.384
Jumat	G-27-42-48-18-G	1	100	47,8	90	Rp 54.157
	G-25-16-20-G	2	75	8,9	25	Rp 10.084
	G-6-9-22-G	3	95	4,3	13	Rp 4.872
Total			1359	460,8	1012	Rp 522.087

Keterangan :

G : Gudang

Nomor 1-56 : Kode Toko

4.3 Analisa

Dari hasil perhitungan pengolahan data dengan menggunakan metode *Nearest Neighbour*. Maka bisa dilakukan perbandingan antara hasil kondisi awal (*existing*) dengan kondisi akhir. Faktor yang dibandingkan antara lain jarak tempuh, waktu tempuh dan biaya distribusi.

Analisa pada pengolahan data digunakan untuk mengetahui hasil akhir dari perbandingan antara penentuan rute perusahaan saat ini dengan penentuan rute usulan dengan menggunakan metode penyelesaian *Nearest Neighbor* berdasarkan jarak dan waktu seperti pada tabel 4.65 sampai 4.67.

Tabel 4.65 Urutan Rute Pengiriman Perusahaan Saat Ini

Hari	Rute	Armada	Permintaan (boks)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total biaya (Rp)
Senin	G-1-5-11-3-G	1	82	25,4	60	Rp 28.778
	G-9-6-4-2-G	2	100	11,2	37	Rp 12.690
	G-10-7-8-12-G	3	85	34,1	82	Rp 38.635
Selasa	G-3-5-9-G	1	95	51,8	115	Rp 58.689
	G-2-10-4-1-G	2	100	31,4	89	Rp 35.576
	G-6-7-8-G	3	65	40,8	70	Rp 46.226
Rabu	G-9-6-2-10-G	1	100	67	145	Rp 75.911
	G-4-1-5-12-G	2	95	66	143	Rp 74.778
	G-3-7-8-11-G	3	100	42,4	97	Rp 48.039
Kamis	G-1-9-4-G	1	75	29,6	60	Rp 33.537
	G-5-7-3-10-G	2	100	56	117	Rp 63.448
	G-2-6-8-11-G	3	95	77,5	159	Rp 87.808
Jumat	G-3-6-2-12-G	1	88	48,6	113	Rp 55.064
	G-1-4-11-7-G	2	79	73	149	Rp 82.709
	G-9-8-10-5-G	3	100	53,6	109	Rp 60.729
Total			1359	708,4	1545	Rp 802.617

Keterangan :

G : Gudang

Nomor 1-56 : Kode Toko

Tabel 4.66 Urutan Rute Pengiriman Usulan Berdasarkan Jarak Tempuh

Hari	Rute	Armada	Permintaan (Boks)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total biaya (Rp)
Senin	G-23-56-53-36-G	1	100	62,7	127	Rp 71.039
	G-14-34-32-G	2	70	42,1	87	Rp 47.699
	G-24-33-46-55-54-G	3	100	44,6	94	Rp 50.532
Selasa	G-212-44-50-15-G	1	100	38,4	82	Rp 43.507
	G-39-52-31-28-G	2	95	37,9	83	Rp 42.941
	G-10-29-17-37-G	3	85	30,7	73	Rp 34.783
Rabu	G-30-51-5-G	1	87	24,4	55	Rp 27.645
	G-1-8-7-3-57-G	2	90	25,9	59	Rp 29.345
	G-47-13-49-21-G	3	92	28,6	59	Rp 32.404
Kamis	G-26-11-48-18-G	1	85	54,3	90	Rp 61.522
	G-3543-41-G	2	100	21,6	48	Rp 24.473
	G-40-19-42-45-G	3	100	31,6	66	Rp 35.803
Jumat	G-16-4-2-38-G	1	80	38,2	81	Rp 43.281
	G-27-9-20-G	2	85	8,6	25	Rp 9.744
	G-6-25-22-G	3	90	3,2	9	Rp 3.626
Total			1359	492,8	1038	Rp 558.342

Keterangan :

G : Gudang

Nomor 1-56 : Kode Toko

Tabel 4.67 Urutan Rute Pengiriman Usulan Berdasarkan Waktu Tempuh

Hari	Rute	Armada	Permintaan (Boks)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total biaya (Rp)
Senin	G-32-53-56-36-G	1	100	41,3	110	Rp 46.793
	G-14-24-34-54G	2	85	39,6	90	Rp 44.867
	G-33-46-55-15-G	3	85	46,1	93	Rp 52.231
Selasa	G-12-44-50-23-G	1	100	42,2	94	Rp 47.813
	G-10-29-52-31-G	2	90	31,8	70	Rp 36.029
	G-39-30-45-37-G	3	90	28,5	66	Rp 32.291
Rabu	G-5-8-57-28-G	1	97	36,6	75	Rp 41.468
	G-1-11-7-3-G	2	70	22	50	Rp 24.926
	G-13-49-17-21-G	3	99	30,1	53	Rp 34.103
Kamis	G-26-51-4-2-G	1	95	22	51	Rp 24.926
	G-19-43-47-G	2	78	11,6	33	Rp 13.143
	G-40-35-41-38-G	3	100	48	99	Rp 54.384
Jumat	G-27-42-48-18-G	1	100	47,8	90	Rp 54.157
	G-25-16-20-G	2	75	8,9	25	Rp 10.084
	G-6-9-22-G	3	95	4,3	13	Rp 4.872
Total			1359	460,8	1012	Rp522.087

Keterangan :

G : Gudang

Nomor 1-56 : Kode Toko

Berdasarkan tabel 4.65 sampai tabel 4.67 dapat diperoleh persentase penghematan antara rute perusahaan saat ini dengan rute menggunakan metode *Nearest Neighbour*, antara lain total jarak, waktu tempuh, biaya distribusi yaitu:

A Berdasarkan Matriks Jarak

Berikut merupakan perhitungan selisih penghematan antara rute perusahaan saat ini dengan rute berdasarkan *saving* jarak menggunakan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan kedekatan jarak dalam pengurutan rute:

1. Penghematan Total Jarak

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{total jarak rute perusahaan} - \text{total jarak rute metode nearest neighbour}}{\text{total jarak perusahaan}} \times 100\% \\
 &= \frac{708,4 - 492,8}{708,4} \times 100\% \\
 &= \frac{215,6}{708,4} \times 100\% \\
 &= 30\%
 \end{aligned}$$

2. Penghematan Waktu Tempuh

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Waktu tempuh perusahaan} - \text{waktu tempuh metode nearest neighbour}}{\text{total jarak perusahaan}} \times 100\% \\
 &= \frac{1545 - 1038}{1545} \times 100\% \\
 &= \frac{507}{1545} \times 100\% \\
 &= 33\%
 \end{aligned}$$

3. Penghematan Biaya Distribusi

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{biaya distribusi perusahaan} - \text{biaya distribusi metode nearest neighbour}}{\text{biaya distribusi perusahaan}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp } 802.617 - \text{Rp } 558.342}{\text{Rp } 802.617} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp } 244.274}{\text{Rp } 802.617} \times 100\% \\
 &= 30\%
 \end{aligned}$$

B Berdasarkan Matriks Waktu

Berikut merupakan perhitungan selisih penghematan antara rute perusahaan saat ini dengan rute berdasarkan *saving* waktu menggunakan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan kedekatan jarak dalam pengurutan rute:

1. Penghematan Total Jarak

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{total jarak rute perusahaan} - \text{total jarak rute metode nearest neighbour}}{\text{total jarak perusahaan}} \times 100\% \\
 &= \frac{708,4 - 460,8}{708,4} \times 100\% \\
 &= \frac{247,6}{708,4} \times 100\% \\
 &= 35\%
 \end{aligned}$$

2. Penghematan Waktu Tempuh

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Waktu tempuh perusahaan} - \text{waktu tempuh metode nearest neighbour}}{\text{total jarak perusahaan}} \times 100\% \\
 &= \frac{1545 - 1012}{1545} \times 100\% \\
 &= \frac{533}{1545} \times 100\% \\
 &= 34\%
 \end{aligned}$$

3. Penghematan Biaya Distribusi

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{biaya distribusi perusahaan} - \text{biaya distribusi metode nearest neighbour}}{\text{biaya distribusi perusahaan}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp } 802.617 - \text{Rp } 522.086}{\text{Rp } 802.617} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp } 280.530}{\text{Rp } 802.617} \times 100\% \\
 &= 35\%
 \end{aligned}$$

C Selisih Antara Penentuan Rute berdasarkan *Matriks Jarak* dan *Matriks Waktu*

Berikut merupakan perhitungan selisih penghematan antara rute perusahaan saat ini dengan penentuan rute berdasarkan *saving* jarak dan *saving* waktu

menggunakan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan kedekatan jarak dalam pengurutan rute:

1 Penghematan Total Jarak

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{total jarak Usulan 1} - \text{total jarak rute usulan 2}}{\text{total usulan 1}} \times 100\% \\
 &= \frac{492,8 - 460,8}{492,8} \times 100\% \\
 &= \frac{32}{492,8} \times 100\% \\
 &= 7\%
 \end{aligned}$$

2 Penghematan Waktu Tempuh

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Waktu tempuh usulan 1} - \text{waktu tempuh usulan 2}}{\text{total jarak usulan 1}} \times 100\% \\
 &= \frac{1038 - 1012}{1038} \times 100\% \\
 &= \frac{26}{1038} \times 100\% \\
 &= 3\%
 \end{aligned}$$

3 Penghematan Biaya Distribusi

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{biaya distribusi usulan 1} - \text{biaya distribusi usulan 2}}{\text{biaya distribusi usulan 1}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp } 558.342 - \text{Rp } 522.086}{\text{Rp } 558.342} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp } 36.256}{\text{Rp } 558.342} \times 100\% \\
 &= 7\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.68 Tabel Hasil Perhitungan

	Kapasitas	Hasil		
		Total Jarak (km)	Waktu Tempuh (Menit)	Biaya (Rp)
Perusahaan	1359	708,4	1545	Rp 802.617
<i>Saving</i> Jarak	1359	492,8	1038	Rp 558.342
<i>Saving</i> Waktu	1359	460,8	1012	Rp 522.086

Berdasarkan tabel 4.68 menunjukkan hasil penyelesaian dengan metode *nearest neighbor* berdasarkan *saving* waktu menjadi penentuan rute yang paling optimal dan unggul dari total jarak, waktu tempuh dan biaya.

4.4 Hipotesa

Pada penelitian kali ini terdapat dua hasil yaitu pertimbangan rute berdasarkan *saving* jarak dan penentuan rute berdasarkan *saving* waktu dengan pengurutan rute menggunakan metode *Nearest Neighbor* yang mempertimbangkan kedekatan jarak. Berikut merupakan hasil perbandingan berdasarkan penentuan rute berdasarkan *saving* jarak dan penentuan rute berdasarkan *saving* waktu total jarak, waktu tempuh, dan biaya distribusi kondisi awal perusahaan dengan metode *Nearest Neighbor*:

I Berdasarkan *Saving Matrix* Jarak dan *Saving Matrix* Waktu

Berikut merupakan hipotesa hasil perbandingan antara total jarak, waktu tempuh dan biaya distribusi berdasarkan penentuan berdasarkan *saving* jarak dan *saving* waktu:

a Penghematan Total Jarak

Total jarak awal distribusi CV Jatimas pada saat ini dengan 5 hari kerja per minggu menempuh jarak 708,4 km, sedangkan penentuan rute menggunakan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan *saving* jarak menempuh jarak sejauh 492,8 km dengan penghematan sebesar 215,6 km atau presentase sebesar 30%. Penentuan rute berdasarkan *saving* waktu menempuh jarak 460 km dengan penghematan sebesar 247,6 km atau presentase sebesar 37%.

Hal ini menunjukkan bahwa rute usulan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan *saving* waktu merupakan rute yang optimal dikarenakan rute usulan memiliki jarak tempuh lebih kecil dibandingkan dengan jarak tempuh perusahaan saat ini.

b Penghematan Waktu Tempuh

Total waktu tempuh awal distribusi CV Jatimas pada saat ini dengan 5 hari kerja per minggu membutuhkan waktu tempuh selama 1545, sedangkan penentuan rute menggunakan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan *saving* jarak

membutuhkan waktu sebesar 1038 menit dengan penghematan sebesar 507 menit atau presentase sebesar 33%. Penentuan rute berdasarkan *saving* waktu membutuhkan waktu sebesar 1012 menit dengan penghematan sebesar 533 menit atau presentase sebesar 35%.

Hal ini menunjukkan bahwa rute usulan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan *saving* waktu merupakan rute yang optimal dikarenakan rute usulan memiliki waktu tempuh lebih kecil dibandingkan dengan waktu tempuh perusahaan saat ini.

c **Penghematan Biaya Distribusi**

Total Biaya awal distribusi CV Jatimas pada saat ini dengan 5 hari kerja per minggu membutuhkan biaya sebesar Rp 802.617, sedangkan penentuan rute menggunakan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan *saving* jarak membutuhkan Biaya sebesar Rp 558.342 dengan penghematan sebesar Rp 244.274 atau presentase sebesar 30%. Penentuan rute berdasarkan *saving* waktu membutuhkan biaya sebesar Rp 522.086 dengan penghematan sebesar Rp 280.530 atau presentase sebesar 35%.

Hal ini menunjukkan bahwa rute usulan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan *saving* waktu merupakan rute yang optimal dikarenakan rute usulan memiliki biaya lebih kecil dibandingkan dengan biaya perusahaan saat ini.

II **Perbandingan Penentuan Rute antara *Saving Matrix* Jarak dengan *Saving Matrix* Waktu**

Berikut merupakan perbandingan selisih penentuan rute usulan 1 dengan *Saving Matrix* jarak dan usulan 2 dengan *Saving Matrix* waktu, antara total jarak, waktu tempuh, dan biaya distribusi

a. **Penghematan Total Jarak**

Total jarak berdasarkan *saving* jarak menempuh jarak 492,8 km, sedangkan total jarak *saving* waktu menempuh jarak 460,8 km. Selisih dari jarak kedua usulan yaitu 32 km dengan presentase 7% km. Hal ini menunjukkan bahwa rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan *saving* waktu merupakan rute

yang optimal dikarenakan rute usulan memiliki jarak tempuh lebih kecil dibandingkan dengan jarak tempuh perusahaan saat ini.

b. Penghematan Waktu Tempuh

Waktu tempuh *saving* jarak selama 1038 menit, sedangkan total waktu tempuh *saving* waktu menempuh jarak 1012 menit. Selisih dari waktu kedua usulan yaitu 26 menit dengan presentase sebesar 3%. Hal ini menunjukkan bahwa rute usulan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan *saving* waktu merupakan rute yang optimal dikarenakan rute usulan memiliki waktu tempuh lebih kecil dibandingkan dengan waktu tempuh perusahaan saat ini.

c. Penghematan Biaya Distribusi

Biaya distribusi *saving* jarak sebanyak Rp 558.342, sedangkan biaya distribusi *saving* waktu sebanyak Rp 522.086. Selisih dari biaya kedua usulan yaitu Rp 36.256 dengan presentase sebesar 7%. Hal ini menunjukkan bahwa rute usulan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan *saving* waktu merupakan rute yang optimal dikarenakan rute usulan memiliki biaya distribusi lebih kecil dibandingkan dengan biaya distribusi perusahaan saat ini.

Berdasarkan uraian diatas bahwa penentuan rute berdasarkan *Saving Matrix* waktu dengan penyelesaian menggunakan metode *Nearest Neighbor* lebih optimal dibandingkan dengan penentuan rute berdasarkan *Saving Matrix* waktu dengan nilai penghematan total jarak mencapai 247,6 kilometer dengan persentase 35% dibandingkan dengan penentuan rute berdasarkan *Saving Matrix* jarak penghematan hanya mencapai 215,6 kilometer dengan nilai persentase 30% dari total jarak awal perusahaan. Waktu tempuh berdasarkan *Saving Matrix* waktu dengan nilai penghematan total waktu tempuh mencapai 533 menit dengan nilai persentase 34% dibandingkan dengan penentuan rute berdasarkan *Saving Matrix* jarak penghematan hanya mencapai 507 menit dengan nilai persentase 33% dari total jarak awal perusahaan, dan biaya distribusi berdasarkan matrik waktu dengan nilai penghematan biaya distribusi mencapai Rp 280.530 dengan nilai persentase 35% dibandingkan dengan penentuan rute berdasarkan *Saving Matrix* jarak penghematan hanya mencapai Rp 244.274 dengan nilai persentase 30% dari total jarak awal perusahaan.

Tabel 4.69 Tabel Perbandingan Penghematan

	Hasil			Penghematan		
	Total Jarak (Km)	Total Waktu (m)	Biaya (Rp)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (m)	Biaya (Rp)
Perusahaan	708,4	1545	Rp 802.617	-	-	-
Saving Jarak	492,8	1038	Rp 558.342	215,6	507	Rp 244.744
Saving Waktu	460,8	1012	Rp 522.086	247,6	533	Rp 280.530

Berdasarkan tabel 4.69 hal ini dapat membuktikan bahwa penentuan rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan *saving* waktu lebih optimal dan *time windows* pada permasalahan diatas dapat diselesaikan dengan metode *Nearest Neighbor* dan penentuan berdasarkan *saving* jarak bisa saja dilakukan tetapi tidak terlalu optimal dikarenakan pengaruh waktu saat di jalan tidak dapat diprediksi jauh-jauh hari dan peneliti berkesimpulan bahwa penentuan dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* berdasarkan penentuan dengan pertimbangan waktu tempuh sangat tepat dan waktu tempuh berpengaruh terhadap *time windows* dibandingkan jarak tempuh dikarenakan waktu dapat berpengaruh pada *time windows* dan jarak terdekat belum tentu lebih cepat dikarenakan ada kalanya kondisi jalan menjadikan jarak yang lebih pendek memiliki waktu tempuh yang lebih lama. Pada dasarnya penentuan rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* hanya berdasarkan *saving* jarak, akan tetapi pada penelitian ini bahwa penentuan rute berdasarkan *saving* waktu dapat dilakukan bahkan lebih optimal dibandingkan penentuan rute berdasarkan *saving* jarak serta keterbatasan kapasitas pada masing-masing armada dapat menjadi pertimbangan lebih lanjut..

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan pembahasan diatas bahwa penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rute Optimal

a) Rute kendaraan Senin

- Armada 1: G-32-53-56-36-G dengan total jarak 41,3 kilometer.
- Armada 2: G-14-24-34-54-G dengan total jarak 39,6 kilometer.
- Armada 3: G-33-46-55-15-G dengan total jarak 46,1 kilometer.

b) Rute kendaraan Selasa

- Armada 1: G-12-44-50-23-G dengan total jarak 42,2 kilometer.
- Armada 2: G-10-29-52-31-G dengan total jarak 31,8 kilometer.
- Armada 3: G-39-30-45-37-G dengan total jarak 28,5 kilometer.

c) Rute kendaraan Rabu

- Armada 1: G-5-8-57-28-G dengan total jarak 36,6 kilometer.
- Armada 2: G-1-11-7-3-G dengan total jarak 22 kilometer.
- Armada 3: G-13-49-17-21-G dengan total jarak 30,1 kilometer.

d) Rute kendaraan Kamis

- Armada 1: G-26-51-4-2-G dengan total jarak 22 kilometer.
- Armada 2: G-19-43-47-G dengan total jarak 11,6 kilometer.
- Armada 3: G-40-35-41-38-G dengan total jarak 48 kilometer.

e) Rute kendaraan Jumat

- Armada 1: G-27-42-48-18-G dengan total jarak 47,8 kilometer.
- Armada 2: G-25-16-20-G dengan total jarak 8,9 kilometer.
- Armada 3: G-6-9-22-G dengan total jarak 4,3 kilometer.

2. Berdasarkan penelitian diatas didapatkan pengelompokan rute berdasarkan *saving* waktu memiliki penghematan yang lebih besar yaitu total jarak sebesar 460,8 km dengan persentase penghematan 35%, total waktu tempuh

sebesar 1012 dengan penghematan sebesar 34% dan biaya distribusi sebesar Rp 522.086 dengan persentase penghematan sebesar 35%.

3. Perbandingan kebijakan awal perusahaan dengan Usulan berdasarkan *saving* waktu:

A. Penghematan Jarak Tempuh:

Metode *Nearest Neighbor* dapat menghasilkan solusi penghematan jarak tempuh yang lebih optimal daripada rute perusahaan saat ini. Rute usulan dengan metode *Nearest Neighbor* memiliki total jarak 460,8 km, mengalami penurunan sebesar 35% dari total jarak saat ini 708,4 km.

B. Penghematan Waktu Tempuh:

Metode *Nearest Neighbor* juga memberikan solusi penghematan waktu tempuh yang lebih baik daripada rute perusahaan saat ini. Rute usulan dengan metode *Nearest Neighbor* memiliki waktu tempuh 1012 menit, mengalami penurunan sebesar 34% dari waktu tempuh saat ini 1545 menit.

C. Penghematan Biaya Distribusi:

Penggunaan metode *Nearest Neighbor* dapat mengoptimalkan biaya distribusi. Rute usulan dengan metode *Nearest Neighbor* memiliki biaya distribusi sebesar Rp 522.086, mengalami penurunan sebesar 35% dari biaya distribusi saat ini Rp 802.617.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan pada penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan CV Jatimas untuk menggunakan metode *Saving Matrix* dalam pengelompokan rute dan metode *Nearest Neighbor* untuk mengurutkan rute dalam pendistribusian produk bumbu antaka kepada pelanggan
2. Jika terjadi fluktuasi permintaan yang meningkat, akan ada masalah karena kapasitas kendaraan tidak dapat memenuhi permintaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan metode lain untuk mengatasi situasi ini.

3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait masalah dalam penentuan rute distribusi di CV Jatimas dengan menggunakan metode lain sebagai pembandingan dalam penentuan rute selanjutnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Azhar, Faghan Jihad et al. 2023. "Penentuan Rute Terbaik Pada Distribusi Produk X Di PT BCD Menggunakan Metode *Saving Matrix*." : 702–12.
- Chrystianto, Heru, dan Rispianda Hari Adianto. 2013. "Usulan Rute Distribusi Roti dengan Menggunakan Metode *Clarke–Wright Algorithm*." 1(1): 120–26.
- Fajarwati, Ika A, dan Wiwik Anggraeni. 2012. "Penerapan Algoritma Differential Evolution untuk Penyelesaian Permasalahan *Vehicle Routing Problem with Delivery and Pick-up*." *Jurnal Teknik ITS* 1(2301–9271): A391–96.
- Ferosa, Candra, Nuzulia Khoiriyah, dan Marlyana Novi. 2021. "Upaya Penyelesaian Kasus *Vehicle Routing Problem* Melalui Optimalisasi Rute Distribusi Amdk Dengan Metode Algoritma *Nearest*." *Jurnal Teknik Industri UNISSULA*.
- Istianingrum. 2015. "Media Ekonomi Dan Manajemen Vol. 30 No. 2 Juli 2015." 30(2): 161–77.
- Iswardani, K, I Aprilia, dan D Putri. 2023. "*Vehicle Routing Problem by Combining Nearest Neighbour and Local Search*." *UJMC (UNISDA Journal of Mathematics and Computer)* 9(1): 15–20.
- Kotler, P, dan K. L Keller. 2009. *Manajemen Pemasaran*. 13 ed. ed. Erlangga. Erlangga.
- Kurniawan, Rohmad, dan Yohanes Anton. 2022. "Optimasi Distribusi Alat Kesehatan Steril Dan Non Steril Menggunakan Metode *Saving Matriks* And Algoritma *Clarke* Studi Kasus : PT Multitama Sarana Indonesia (MSI)." *Jurnal Cakrawala Ilmiah* 20(1): 105–23.
- Munir, Mishbahul, dan Muchamad Kurniawan. 2023. "Jurnal Teknologi Terpadu Penyelesaian *Vehicle Routing Problem* Di PT . Adiguna Gasindo." 9(2): 116–22.
- Ni, Kamala, Andre Sugiyono, dan Irwan Sukendar. 2021. "Usulan Penerapan Metode *Clarke And Wright Saving Heuristic* Untuk Penyelesaian *Vehicle Routing Problem* Di PT . Mita Ereska." (Kimu 2): 1–8.

- Parwati, Indri, dan Prima Andrianto. 2009. “Metode *Supply Chain Management* Untuk Menganalisis *Bullwhip Effect* Guna Meningkatkan Efektivitas Sistem Distribusi Produk.” *Jurnal Teknologi* 2: 47–52.
- Permatasari, Diah Anisa, dan Lukmandono. 2024. “Implementasi Metode *Saving Matrix* Dan *Nearest Neighbor* Untuk Meningkatkan Efektivitas.” : 101–6.
- Philip, Kotler, dan Gary Armstrong. 2001. *Principles of marketing*. 9th end. New Jersey: New Jersey : Prentice Hall, 2001.
- Purnama, Anggi, dan Muhammad Lukman. 2020. “Perbandingan Metode *Nearest Neighbor Heuristic* Dan *Sequential Insertion Heuristic* Untuk Perancangan Rute Distribusi Buah Dan Sayur Di PT .” 6(Mei): 33–51.
- S, Bharats, Vaidyanathan, dan David Miller. 1999. *A Capacitated Vehicle Routing Problem For Just In Time Delivery*.
- Soekartawi. 2001. *Pengantar Agroindustri*. 1 ed. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Sugiono, Mohammad Cipto. 2022. “Model *vehicle routing problem* untuk penentuan rute distribusi unit sepeda motor dengan metode *Saving Matrix*.” *Journal Industrial Servicess* 7(2): 230.
- Swastha, Basu. 2002. *Manajemen Pemasaran*. Delapan. Jakarta: Liberty.
- Tjiptono, Fandy. 2004. *Strategi Pemasaran Manajemen Jasa*. Edisi 4. ed. Fandy Tjiptono. Yogyakarta: Andi Offset.
- Toth, Paolo, dan Daniele Vigo. 2002. *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia: SIAM Library. جامعة سلطان أبوبوع الإسلامية
- Triyanto, Febri, Hari Adianto, dan Susy Susanty. 2019. “Usulan Rancangan Rute Distribusi Gas LPG 3 Kg Menggunakan Metode *Heuristik* dan Metode *Branch and Bound*.” *Jurnal Online Insitut Teknologi Nasional* 03(03): 194–205.
- Wulandari, Clara Buana Kartika. 2020. “Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode *Nearest Neighbors* dan Metode *Branch and Bound* Untuk Meminimumkan Biaya Distribusi di PT. X.” *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)* 2(1): 7.