

**OPTIMALISASI DISTRIBUSI *TRAVELLING SALESMAN*
PROBLEM WITH TIME WINDOWS (TSPTW) DENGAN METODE
NEAREST NEIGHBOUR, DAN *NEAREST INSERTION* PADA
UMKM SETYA MAKMUR *POULTRY***

LAPORAN TUGAS AKHIR

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT
MEMPEROLEH GELAR SARJANA STRATA SATU (S1) PADA PROGRAM
STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG



DISUSUN OLEH :

SAFA ZAHRADIAS HIDAYAT

NIM. 31602100055

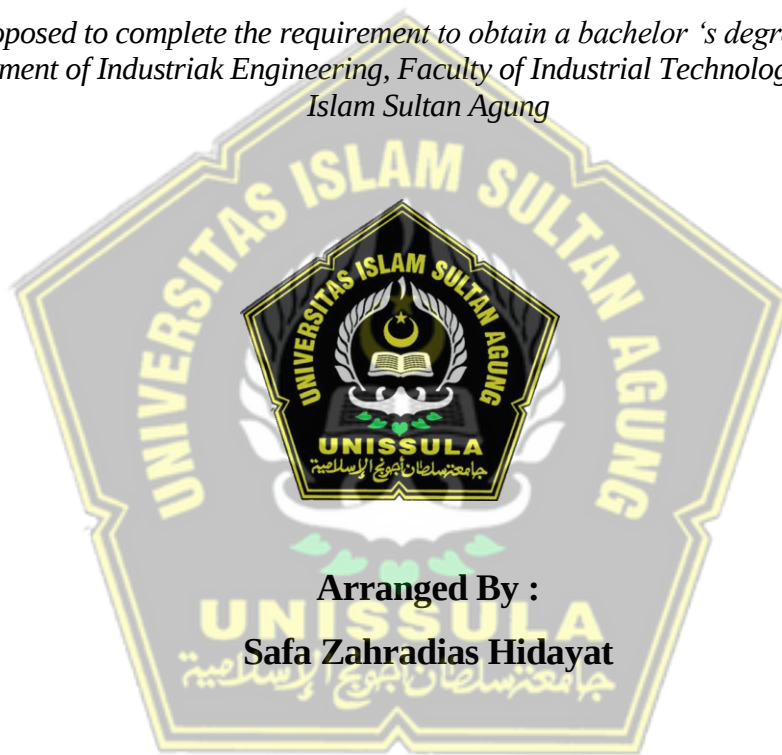
**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2025

FINAL PROJECT

**OPTIMIZATION OF DISTRIBUTION IN THE TRAVELLING
SALESMAN PROBLEM WITH TIME WINDOWS (TSPTW) USING
NEAREST NEIGHBOUR AND NEAREST INSERTION METHODS
AT UMKM SETYA MAKMUR POULTRY**

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



**Arranged By :
Safa Zahradias Hidayat**

**DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING FACULTY OF
INDUSTRIAL TECHNOLOGY UNIVERSITAS ISLAM SULTAN
AGUNG SEMARANG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul **“OPTIMALISASI DISTRIBUSI TRAVELLING SALESMAN PROBLEM WITH TIME WINDOWS (TSPTW) DENGAN METODE NEAREST NEIGHBOUR, DAN NEAREST INSERTION PADA UMKM SETYA MAKMUR POULTRY”** ini di susun oleh:

Nama : Safa Zahradias Hidayat

NIM : 31602100055

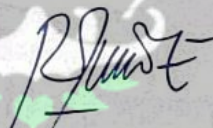
Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 29 Agustus 2025

Menyetujui,
Dosen Pembimbing


Rieska Ernawati, ST., MT
NIK 210-221-096

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri



Wiwiek Fatmawati, ST., MT
NIK 210-600-021

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul **"OPTIMALISASI DISTRIBUSI TRAVELLING SALESMAN PROBLEM WITH TIME WINDOWS (TSPTW) DENGAN METODE NEAREST NEIGHBOUR, DAN NEAREST INSERTION PADA UMKM SETYA MAKMUR POULTRY"** ini di susun oleh:

Nama : Safa Zahradias Hidayat

NIM : 31602100055

Program Studi : Teknik Industri

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada:

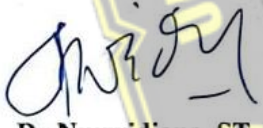
Hari : Jumat

Tanggal : 29 Agustus 2025

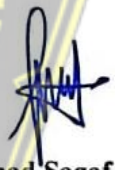
TIM PENGUJI

Penguji 1

Penguji 2


Dr Nurwidiana, ST., M.T

NIK. 210-603-027


Muhammad Sagaf, ST.MT

NIK.210-621-055

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Safa Zahradias Hidayat

NIM : 31602100055

Judul Tugas Akhir : OPTIMALISASI DISTRIBUSI *TRAVELLING SALESMAN PROBLEM WITH TIME WINDOWS* (TSPTW) DENGAN METODE *NEAREST NEIGHBOUR*, DAN *NEAREST INSERTION* PADA UMKM SETYA MAKMUR *POULTRY*

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

Semarang, 29 Agustus 2025

Yang menyatakan,



Safa Zahradias Hidayat

NIM. 31602100061

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Safa Zahradias Hidayat

NIM : 31602100055

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyatakan bahwa Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir yang berjudul:
OPTIMALISASI DISTRIBUSI TRAVELLING SALESMAN PROBLEM WITH TIME WINDOWS (TSPTW) DENGAN METODE NEAREST NEIGHBOUR, DAN NEAREST INSERTION PADA UMKM SETYA MAKMUR POULTRY

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan 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 Universitas Islam Sultan agung.

Semarang, 29 Agustus 2025

Yang menyatakan,



Safa Zahradias Hidayat

NIM. 31602100055



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 *Optimalisasi Distribusi Travelling Salesman Problem With Time Windows (TSPTW) Dengan Metode Nearest Neighbour, Dan Nearest Insertion Pada UMKM Setya Makmur Poultry* 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 Ibu saya tercinta yang sudah memberikan semangat dan doa selama masa hidupnya serta kata-kata semangat yang diberikan dan Ayah 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

“Makna keberhasilan bukan sekadar pencapaian pribadi, melainkan sejauh mana pencapaian tersebut mampu menjadi wujud nyata pengabdian kepada orang tua”



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 "Optimalisasi Distribusi *Travelling Salesman Problem With Time Windows* (TSPTW) Dengan Menggunakan Metode *Nearest Neighbour*, Dan *Nearest Insertion* Pada UMKM Setya Makmur *Poultry*" 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 ridhanya serta memberikan kelapangan hati dan pikiran dalam menimba ilmu.
2. Kepada kedua orang tua saya yang sangat saya cintai dan yang sangat saya sayangi yang telah memberikan penuh kasih sayang, penuh kasih cinta, penuh motivasi, semangat, beasiswa yang sudah diberikan selama seumur hidup saya, dan juga doa dari kedua orang tua saya yang tidak pernah berhenti dalam sujudnya sepanjang masa.
3. Kakak saya yang bernama Muhammad Irza Hidayat beserta istri yang bernama Sofa Nova Saris, yang telah memberikan penuh kasih sayang, penuh motivasi, semangat, dukungan, serta doa yang tidak berhenti terhadap adikmu satu-satunya ini.
4. Kepada Dosen Pembimbing, Ibu Rieska Ernawati S.T.,M.T yang telah sabar, tulus, serta ikhlas memberikan arahan kepada saya dalam proses tugas akhir

saya.

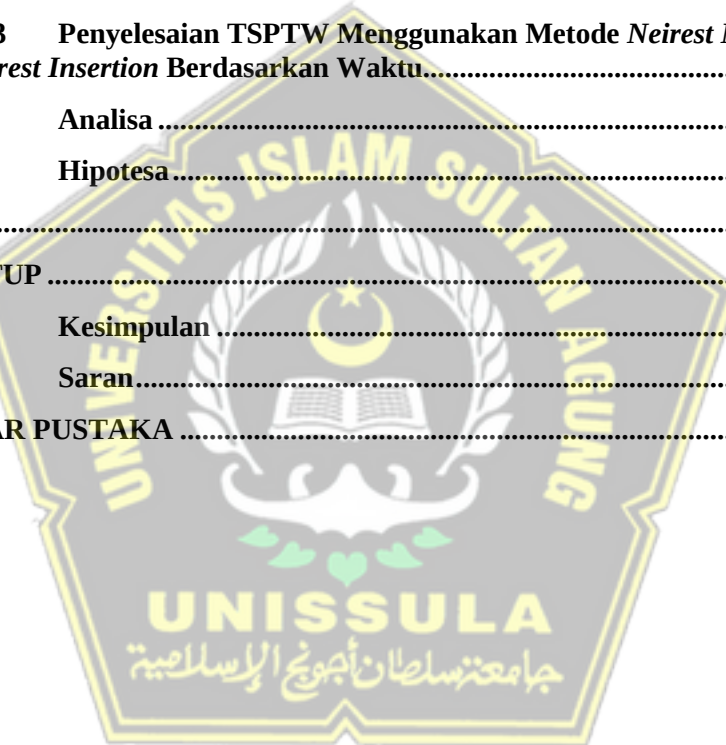
5. Ibu Drs. Ir. Novi Marlyana, S.T.,M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri beserta jajarannya.
6. Ibu Wiwiek Fatmawati, S.T, M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Industri beserta jajarannya.
7. Bapak Muhammad Sagaf, S.T.,M.T selaku dosen wali saya yang selama ini telah sangat banyak memberikan ilmu, motivasi, dan semangat.
8. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Industri yang telah memberikan ilmu selama di bangku kuliah.
9. Staff dan Karyawan Fakultas Teknologi Industri yang telah membantu saya dalam setiap urusan tugas akhir.
10. Terimakasih kepada UMKM Setya Makmur *Poultry* yang telah memberikan izin untuk saya melakukan penelitian di perusahaannya.
11. Terimakasih kepada teman-teman seperjuangan saya dari di SMAIT Ihsanul Fikri Mungkid (Muhammad Itsar Sabilillah, Hafiizh Ramadhani, Baihaqi Abdullah Al Falah) yang telah memberikan semangat, nasihat, dan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Terimakasih kepada teman-teman seperjuangan saya yaitu grup bismillah sugeh (Ahnaf Ghani Wiradipraja, Ryo Dharma Aji Pratama, Thareq Adnan Humam) yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Terimakasih kepada teman-teman seperjuangan Kelas B.
14. Dan Terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu proses penyusunan laporan tugas akhir ini.

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING ...Error! Bookmark not defined.	
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PENGUJI	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....Error! Bookmark not defined.	
PERNYATAAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
PUBLIKASI KARYA ILMIAH	Error! Bookmark not defined.
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR ISTILAH.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Pembatasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan	7
1.5 Manfaat	7
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II.....	9
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	9

2.1	Tinjauan Pustaka	9
2.2	Landasan Teori.....	22
2.2.1	Distribusi	22
2.2.2	Aktivitas Distribusi	23
2.2.3	Sistem Distribusi.....	24
2.2.4	Penyusunan Rute Kendaraan	25
2.2.5	<i>Travelling Salesman Problem (TSP)</i>	26
2.2.6	Matriks jarak dan matriks waktu.....	26
2.2.7	<i>Nearest Neighbour</i>	26
2.2.8	<i>Nearest Insertion</i>	29
2.3	Hipotesis dan Kerangka Teoritis.....	30
2.3.1	Hipotesa.....	30
2.3.2	Kerangka Teoritis.....	31
BAB III		33
METODE PENELITIAN.....		33
3.1	Pengumpulan Data	33
3.2	Teknik Pengumpulan Data	33
3.3	Pengujian Hipotesa.....	34
3.4	Metode Analisa	35
3.5	Pembahasan	35
3.6	Kesimpulan dan Saran.....	36
3.7	Diagram Alir	37
BAB IV		38
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		38
4.1	Pengumpulan Data	38
4.1.1	Data Pelanggan	38
4.1.2	Sistem Distribusi UMKM Setya Makmur <i>Poultry</i>	39
4.1.3	Data Rute Awal Perusahaan.....	39
4.1.4	Data Permintaan.....	40
4.1.5	Matriks Jarak	41

4.1.6	Matriks Waktu.....	41
4.1.7	Waktu Pengiriman Saat Ini.....	45
4.1.8	Waktu	48
4.1.9	Data Kendaraan Dan Biaya Pengiriman.....	48
4.2	Pengolahan Data.....	49
4.2.1	Perhitungan Biaya Distribusi	49
4.2.2	Penyelesaian TSPTW Menggunakan Metode <i>Nearest Neighbour</i> Dan <i>Nearest Insertion</i> Berdasarkan Jarak	50
4.2.3	Penyelesaian TSPTW Menggunakan Metode <i>Nearest Neighbour</i> Dan <i>Nearest Insertion</i> Berdasarkan Waktu.....	66
4.3	Analisa	82
4.4	Hipotesa.....	90
BAB V		95
PENUTUP		95
5.1	Kesimpulan	95
5.2	Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA		97



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Daftar <i>Customer</i> Setya Makmur Poultry.....	3
Tabel 1.2 Daftar <i>Customer</i> Setya Makmur Poultry.....	4
Tabel 2.1 <i>Literatur review</i>	15
Tabel 4.1 Data Pelanggan.....	38
Tabel 4.2 Rute Awal Perusahaan.....	40
Tabel 4.3 Permintaan Hari Senin	40
Tabel 4.4 Permintaan Hari Selasa	40
Tabel 4.5 Permintaan Hari Rabu	41
Tabel 4.6 Permintaan Hari Kamis	41
Tabel 4.7 Permintaan Hari Jumat	41
Tabel 4.8 Matriks Jarak	43
Tabel 4.9 Matriks Waktu.....	44
Tabel 4.10 Waktu Pengiriman Hari Senin.....	45
Tabel 4.11 Waktu Pengiriman Hari Selasa.....	46
Tabel 4.12 Waktu Pengiriman Hari Rabu	46
Tabel 4.13 Waktu Pengiriman Hari Kamis	47
Tabel 4.14 Waktu Pengiriman Hari Jumat	47
Tabel 4.15 Spesifikasi Armada Pengiriman	48
Tabel 4.16 Rute Pengiriman Saat Ini.....	50
Tabel 4.17 Waktu Pengiriman Hari Senin.....	55
Tabel 4.18 Waktu Pengiriman Hari Selasa.....	55
Tabel 4.19 Waktu Pengiriman Hari Rabu	56
Tabel 4.20 Waktu Pengiriman Hari Kamis	56
Tabel 4.21 Waktu Pengiriman Hari Jumat	57
Tabel 4.22 Biaya Distribusi Berdasarkan Jarak Metode Nearest Neighbour	57
Tabel 4.23 Penyusunan Subtour Nearest Insertion	58

Tabel 4.24	Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 19	58
Tabel 4.25	Penyusunan Subtour Nearest Insertion	59
Tabel 4.26	Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 4	60
Tabel 4.27	Penyusunan Subtour Nearest Insertion	60
Tabel 4.28	Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 9	61
Tabel 4.29	Penyusunan Subtour Nearest Insertion	62
Tabel 4.30	Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 10	62
Tabel 4.31	Penyusunan Subtour Nearest Insertion	63
Tabel 4.32	Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 11	63
Tabel 4.33	Waktu Pengiriman Hari Senin.....	64
Tabel 4.34	Waktu Pengiriman Hari Selasa.....	64
Tabel 4.35	Waktu Pengiriman Hari Rabu	65
Tabel 4.36	Waktu Pengiriman Hari Kamis	65
Tabel 4.37	Waktu Pengiriman Hari Jumat	65
Tabel 4.38	Tabel Biaya Distribusi Berdasarkan Jarak Metode Nearest Insertion.....	66
Tabel 4.39	Waktu Pengiriman Hari Senin.....	71
Tabel 4.40	Waktu Pengiriman Hari Selasa.....	71
Tabel 4.41	Waktu Pengiriman hari Rabu	72
Tabel 4.42	Waktu Pengiriman Hari Kamis	72
Tabel 4.43	Waktu Pengiriman Hari Jumat	73
Tabel 4.44	Biaya Distribusi Berdasarkan Waktu Metode Nearest Neighbour.....	73
Tabel 4.45	Penyusunan Subtour Nearest Insertion	74
Tabel 4.46	Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 17	74
Tabel 4.47	Penyusunan Subtour Nearest Insertion	75
Tabel 4.48	Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 4	75
Tabel 4.49	Penyusunan Subtour Nearest Insertion	76
Tabel 4.50	Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 9	77
Tabel 4.51	Penyusunan Subtour Nearest Insertion	77
Tabel 4.52	Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 10	78

Tabel 4.53 Penyusunan Subtour Nearest Insertion	79
Tabel 4.54 Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 11	79
Tabel 4.55 Waktu Pengiriman Hari Senin.....	80
Tabel 4.56 Waktu Pengiriman Hari Selasa.....	80
Tabel 4.57 Waktu Pengiriman Hari Rabu	80
Tabel 4.58 Waktu Pengiriman Hari Kamis	81
Tabel 4.59 Pengiriman Hari Jumat.....	81
Tabel 4.60 Tabel Biaya Distribusi Berdasarkan Waktu Metode Nearest Insertion ...	82
Tabel 4.61 Rute Perusahaan Saat Ini.....	83
Tabel 4.62 Rute Berdasarkan Jarak Metode Nearest Neighbour	83
Tabel 4.63 Rute Berdasarkan Jarak Metode Nearest Insertion	84
Tabel 4.64 Rute Berdasarkan Waktu Metode Nearest Neighbour	84
Tabel 4.65 Rute Berdasarkan Waktu Metode Nearest Insertion	85
Tabel 4.66 Tabel Hasil Perhitungan	90
Tabel 4.67 Tabel Perbandingan Penghematan	94



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Pakan Ternak Benih Ikan Tong Wei	2
Gambar 1. 2 Lokasi Distribusi Pakan Ternak	3
Gambar 1. 3 Mobil Pick Up Suzuki	5
Gambar 2. 1 Bagan Pergudangan Ganda.....	24
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	47



DAFTAR LAMPIRAN



DAFTAR ISTILAH

- UMKM = Usaha Mikro, Kecil dan Menengah
- TSP = *Travelling Salesman Problem*
- TSPTW = *Time Windows TSP*
- MDC = *Distribution Center Point*
- RDC = *Distribution Center Regional*
- LDC = *Center For Local Distribution*
- G = Gudang
- $S(i,j)$ = Nilai Pinalti Penyisipan
- $C(i,k)$ = Jarak Antara Lokasi i ke Lokasi k
- $C(j,k)$ = Jarak Antara Lokasi j ke Lokasi k
- $C(i,j)$ = Jarak Antaraa Lokasi i ke Lokasi j
- L = *Loading*
- U = *Unloading*
- Arc = Dua Sisi Pelanggan Untuk Diperhitungkan Dalam Penyisipan

ABSTRAK

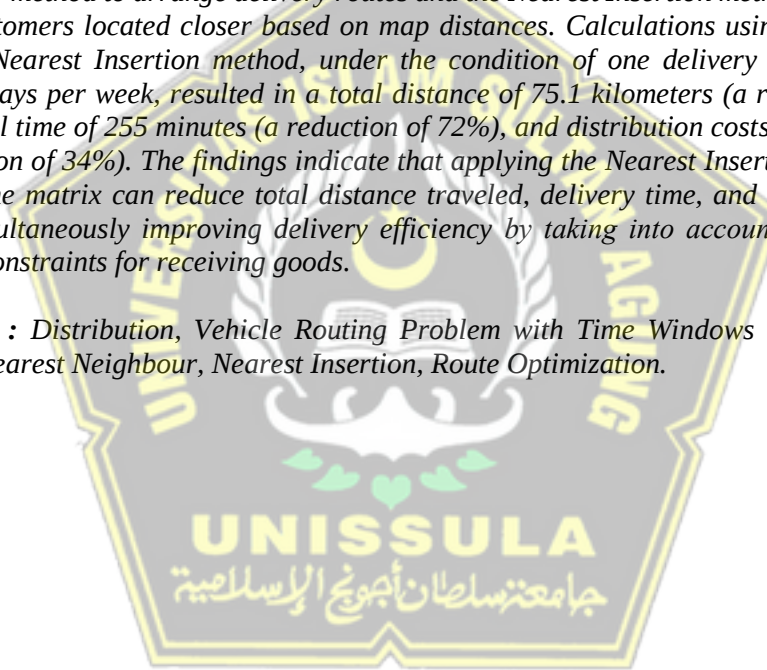
Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan distribusi pada UMKM Setya Makmur Poultry yang mengalami permasalahan ketidakefisienan rute pengiriman pakan ternak ikan. Saat ini, pengiriman dilakukan tanpa sistem penjadwalan rute yang optimal sehingga mengakibatkan peningkatan biaya distribusi dan keterlambatan pengiriman. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini menerapkan metode *Nearest Neighbour*, dan *Nearest Insertion* guna menyelesaikan permasalahan *Travelling Salesman Problem with Time Windows* (TSPTW). Data permintaan dari 23 pelanggan dianalisis menggunakan matriks penghematan untuk menentukan rute distribusi optimal. Pelanggan dapat menerima barang yang mereka pesan dari pukul 09.00 hingga pukul 15.00. Data awal perusahaan dengan total jarak 114,35 kilometer, waktu tempuh 924 menit, dan biaya distribusi sebesar Rp 190.507,1. Pada penelitian ini maka peneliti menggunakan metode *nearest neighbour* untuk mengurutkan rute pengiriman, dan *nearest insertion* untuk mengurutkan rute, serta menyisipkan pelanggan yang lebih berdekatan berdasarkan jarak di maps. Perhitungan berdasarkan matriks waktu metode *nearest insertuon* didapatkan hasil dengan ketentuan pengiriman sekali dalam 5 hari kerja perminggu mendapatkan hasil total jarak sebesar 75,1 kilometer dengan persentase pengurangan sebesar 34%, total waktu tempuh sebesar 255 menit dengan persentase pengurangan sebesar 72%, dan biaya distribusi sebesar Rp 125.116,6 dengan persentase pengurangan sebesar 34%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks waktu ini dapat mengurangi total jarak tempuh, waktu pengiriman, serta biaya distribusi, sekaligus meningkatkan efisiensi pengiriman dengan tetap mempertimbangkan batas waktu penerimaan barang oleh pelanggan.

Kata kunci : Distribusi, *Nearest Insertion*, *Nearest Neighbour*, *Travelling Salesman Problem with Time Windows* (TSPTW), Optimasi Rute.

ABSTRACT

This research aims to optimize the distribution process at UMKM Setya Makmur Poultry, which is facing inefficiencies in the delivery routes of fish feed. Currently, deliveries are conducted without an optimal route scheduling system, resulting in increased distribution costs and delivery delays. To address this issue, the study applies the Nearest Neighbour and Nearest Insertion methods to solve the Travelling Salesman Problem with Time Windows (TSPTW). Demand data from 23 customers were analyzed using a saving matrix to determine the optimal distribution routes. Customers can receive their orders between 09:00 and 15:00. The company's initial data recorded a total distance of 114.35 kilometers, travel time of 924 minutes, and distribution costs of IDR 190,507.1. In this study, the researcher used the Nearest Neighbour method to arrange delivery routes and the Nearest Insertion method to reorder and insert customers located closer based on map distances. Calculations using the time matrix with the Nearest Insertion method, under the condition of one delivery round within five working days per week, resulted in a total distance of 75.1 kilometers (a reduction of 34%), total travel time of 255 minutes (a reduction of 72%), and distribution costs of IDR 125,116.6 (a reduction of 34%). The findings indicate that applying the Nearest Insertion method based on the time matrix can reduce total distance traveled, delivery time, and distribution costs, while simultaneously improving delivery efficiency by taking into account customers' time window constraints for receiving goods.

Keywords : Distribution, Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW), Saving Matrix, Nearest Neighbour, Nearest Insertion, Route Optimization.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Distribusi merupakan sebuah aktivitas pemasaran guna memudahkan penyampaian produk dari tangan produsen ke tangan konsumen, sebagaimana dijelaskan oleh Rohmad et al. (2022) distribusi dan transportasi mempunyai peranan yang sangat vital. Jaringan distribusi dan transportasi memungkinkan produk berpindah dari satu lokasi produksi ke lokasi konsumen yang sering kali dibatasi jarak. 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.

UMKM Setya Makmur Poultry, yang berdiri pada tahun 2015 di Kabupaten Kendal, adalah perusahaan yang spesialisasi dalam distribusi dan terbagi dalam beberapa divisi produk, termasuk pakan ternak ayam, burung, bebek, dan ikan. Produk unggulan dari divisi pakan ternak adalah pakan ternak ikan dengan merek Tong Wei, yang telah mendapatkan pengakuan luas di kalangan masyarakat. Sebagai distributor pakan ternak ikan merek Tong Wei, UMKM Setya Makmur Poultry melayani area

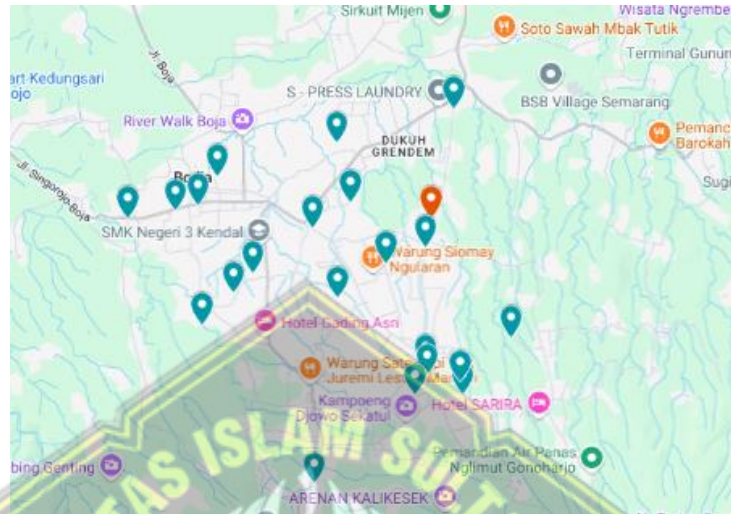
Kecamatan Boja dan sekitarnya, dengan kebijakan pemesanan yang eksklusif per karung untuk toko-toko yang berada dalam jaringan distribusinya. Pakan Ternak Ikan Tong Wei sangat populer sebagai pakan benih ikan yang kaya dengan kadar protein tinggi yaitu 38%-40%.



Gambar 1. 1 Pakan Ternak Benih Ikan Tong Wei

UMKM Setya Makmur Poultry sebuah perusahaan yang berlokasi di Kabupaten Kendal, telah membangun jaringan distribusi yang mencakup 23 toko di wilayah Kendal. Proses pemesanan produk oleh pelanggan dilakukan melalui komunikasi telepon langsung dengan tim penjualan atau sales, pemesanan dari pelanggan setiap satu bulan sekali dan proses pengiriman produk dijadwalkan satu kali pengiriman setiap pekannya yaitu hari senin sampai jumat. Proses pembayaran dilakukan secara tunai maupun kredit, dengan tenggat waktu akhir bulan atau minggu keempat untuk pembayaran secara kredit, sedangkan pembayaran secara tunai dilakukan pada awal pemesanan. Setelah menerima pesanan, tim penjualan akan menginformasikan kepada tim administrasi untuk memasukkan pesanan tersebut ke dalam daftar pengiriman. Sebagai bagian dari sistem distribusi ini, UMKM Setya Makmur Poultry memiliki

gudang yang terletak di Jl. Ngabean, Kliwonan, Ngabean, Kec. Boja, Kabupaten Kendal.



Gambar 1. 2 Lokasi Distribusi Pakan Ternak
Tabel 1.1 Daftar *Customer* Setya Makmur Poultry

No	Nama Customer	Permintaan (Karung)/Minggu
1	Toko Pakan Lele Jaya	5 karung
2	Toko Pakan Ikan Mandiri	4 karung
3	Kios Pakan Mina Subur	4 karung
4	Toko Pakan Sumber Air	6 karung
5	Kios Pakan Barokah Tani	4 karung
6	Toko Ikan dan Pakan Citra	5 karung
7	Kios Pakan Mina Lestari	5 karung
8	Toko Pakan Ikan Sejahtera	4 karung
9	Toko Pakan Bahari Abadi	6 karung
10	Kios Pakan Delta Mina	5 karung
11	Toko Sukses Pakan Lele	5 karung
12	Toko Pakan Ikan Nusantara	4 karung
13	Bapak Rudi – Kolam Lele Rudi Farm	5 karung
14	Ibu Siti – Lele Sumber Rezeki	4 karung
15	Pak Darto – Lele Mina Jaya	4 karung
16	Mas Andi – Budidaya Lele Mandiri	4 karung

Tabel 1.2 Daftar *Customer* Setya Makmur Poultry

17	Pak Slamet – Lele Barokah Farm	5 karung
18	Pak Eko – Kolam Lele Maju	6 karung
19	Bu Tati – Lele Sehat Abadi	5 karung
20	Pak Hendra – Lele Ternak Makmur	5 karung
21	Pak Anto – Budidaya Lele Karya Tani	5 karung
22	Pak Wawan – Lele Gemilang Farm	6 karung
23	Mas Bima – Lele Berkah Sentosa	5 karung

UMKM Setya Makmur Poultry mengirimkan produk pakan ternak benih ikan tong wei tersebut kepada konsumennya menggunakan mobil *pick up* Suzuki yang berdasarkan informasi supir memiliki kapasitas 25 karung dalam sekali angkut dan UMKM Setya Makmur Poultry memiliki mobil *pick up* sebanyak 1 unit. UMKM Setya Makmur Poultry mengirimkan kepada 23 pelanggan dalam 5 hari kerja (senin-jumat) yang tersebar di wilayah cakupan UMKM Setya Makmur Poultry. Dalam satu hari, UMKM Setya Makmur Poultry mengirimkan sebanyak 4 - 5 *customer* dengan total pesanan dapat mencapai sekitar 20 - 25 karung yang diangkut menggunakan armada jenis mobil *pick up* Suzuki berkapasitas sebanyak kurang lebih 25 karung dengan berat maksimal sekitar 625 kg.



Gambar 1. 3 Mobil Pick Up Suzuki

Saat ini, UMKM Setya Makmur Poultry 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 15.00 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 UMKM Setya Makmur Poultry 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 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan diatas maka dapat dirumuskan yaitu :

1. Bagaimana menentukan rute yang optimal pada distribusi pakan ternak ikan di UMKM Setya Makmur Poultry.
2. Bagaimana cara meminimasi biaya dengan menggunakan matriks penghematan pada proses distribusi pakan ternak ikan di UMKM Setya Makmur Poultry.
3. 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 armada yang digunakan saat distribusi yaitu mobil *pick up* Suzuki

berkapasitas 25 Karung.

3. *Input* alamat *customer* 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. Proses distribusi tidak mempertimbangkan metode pembayaran *customer*.
6. Data yang digunakan hanya data permintaan di bulan Juni 2025.
7. Permintaan untuk bulan berikutnya diasumsikan sama dengan bulan Juni 2025.

1.4 Tujuan

Berikut merupakan beberapa tujuan penelitian:

1. Menentukan rute yang optimal untuk proses pengiriman sehingga mampu mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi pengiriman produk
2. Meminimasi biaya distribusi yang didapatkan dari matriks penghematan.
3. Mengetahui hasil perbandingan antara kebijakan perusahaan dengan hasil usulan

1.5 Manfaat

Berikut merupakan manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

A. Bagi Perusahaan:

1. Memberikan usulan penentuan rute distribusi yang optimal.
2. Memberikan gambaran minimasi biaya berdasarkan hasil penelitian.
3. Memberikan perbandingan antara kebijakan perusahaan saat ini dengan usulan hasil penelitian

B. Lingkup Akademik:

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 (Misbahul Munir, 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 *Jupyter 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 (Muhammad Hasyim, M. Septa Ridho, Yasmin, dan Tuwandi Juniarto, 2025) dengan judul “Penerapan Algoritma *Nearest Neighbor* pada Permasalahan *Travelling Salesman Problem* Pengantaran Produk Perusahaan Bakery XYZ di Kota Palembang”. Permasalahan distribusi produk pada perusahaan Bakery XYZ di Palembang yang memiliki 17 outlet, di mana rute pengiriman sebelumnya tidak optimal sehingga menyebabkan peningkatan jarak tempuh, biaya operasional, dan waktu distribusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rute optimal yang terbentuk adalah $A \rightarrow K \rightarrow E \rightarrow D \rightarrow J \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow P \rightarrow Q \rightarrow R \rightarrow O \rightarrow N \rightarrow M \rightarrow L \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$ dengan total jarak 67,98 km, lebih efisien dibandingkan rute awal sejauh 72,1 km. Efisiensi sebesar 4,12 km atau 5,7% membuktikan bahwa algoritma *Nearest Neighbor* dapat menjadi solusi praktis dan efektif dalam meningkatkan efisiensi distribusi produk pada perusahaan berskala menengah.

Penelitian yang dilakukan oleh (Priska Sari Dewi, Triyani, dan Siti Rahmah Nursiami, 2020) dengan judul “Aplikasi *Travelling Salesman Problem* pada Penedropan Barang di Anjungan Menggunakan *Metode Insertion*”. permasalahan *Travelling Salesman Problem* (TSP), yaitu pencarian rute terpendek untuk mengunjungi semua titik tujuan tepat satu kali dan kembali ke titik awal. Permasalahan yang diangkat adalah penentuan rute distribusi barang di anjungan lepas pantai agar lebih efisien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga metode tidak selalu menghasilkan bobot dan rute yang sama, tergantung pada data yang digunakan. Pada kasus 14 titik anjungan, metode *Farthest Insertion* menghasilkan bobot minimum sebesar 54,1972, sedangkan pada data lain seperti titik koordinat Kalimantan Utara dan Pulau Jawa, metode *Nearest Insertion* dan *Farthest Insertion* bergantian memberikan hasil optimal.

Penelitian yang dilakukan oleh (Ahdan Zaky, 2024) dengan judul “Penyelesaian Kasus Vehicle Routing Problem (VRP) Dengan Metode *Nearest Neighbour* Untuk Optimalisasi Distribusi Di CV Jatimas”. Penelitian ini memiliki permasalahan yaitu

CV Jatimas menghadapi masalah dalam pengaturan rute distribusi yang tidak efisien, di mana pengiriman dilakukan berdasarkan surat perintah tanpa aturan rute yang jelas, menyebabkan beberapa tujuan pengiriman terlewatkan dan biaya distribusi yang tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode Nearest Neighbour, total jarak tempuh dapat dikurangi menjadi 492,8 km dengan penghematan 215,6 km (30%), waktu tempuh menjadi 1038 menit dengan penghematan 507 menit (33%), dan biaya distribusi menjadi Rp 558.342 dengan penghematan Rp 244.274 (30%). Penelitian ini membuktikan bahwa penentuan rute berdasarkan saving waktu lebih optimal dibandingkan dengan saving jarak.

Penelitian yang dilakukan oleh (Jihad 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 (Ariyanto & Suseno, 2023) dengan judul “Optimalisasi Penentuan Rute Distribusi Roti Bakar Dengan Metode *Saving Matrix* Dan Algoritma Nearest Neighbor Pada Pabrik Roti Bakar Azhari”. Penelitian ini memiliki permasalahan yaitu Pabrik Roti Bakar Azhari mengalami masalah dalam distribusi, seperti pengiriman yang tidak terjadwal dan tidak memaksimalkan kapasitas kendaraan, yang mengakibatkan jarak pengiriman yang lebih panjang dan biaya distribusi yang tinggi. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi empat rute distribusi yang lebih efisien, mengurangi jarak tempuh dari 139,3 km menjadi 109,2 km, serta menurunkan biaya distribusi dari IDR 4,751,233 menjadi IDR 4,521,058 per bulan, menghasilkan penghematan jarak sebesar 21,6% dan penghematan biaya distribusi sebesar 4,85%.

Penelitian yang dilakukan oleh (Nugroho et al., 2022) dengan judul “Penentuan Rute Pengiriman Produk dengan Meminimalkan Biaya Transportasi Menggunakan Metode Saving Matrik dan Nearest Neighbour di PT. Aisyah Berkah Utama”. Penelitian ini memiliki permasalahan yaitu PT. Aisyah Berkah Utama menghadapi tantangan dalam mengoptimalkan rute pengiriman produk air mineral, di mana banyak konsumen dengan permintaan yang bervariasi dan keterbatasan kapasitas kendaraan menyebabkan biaya dan waktu pengiriman yang tidak efisien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode Saving Matrik dan Nearest Neighbour berhasil mengoptimalkan rute pengiriman, mengurangi total jarak tempuh dari 448,7 km menjadi 372,8 km, serta menurunkan total biaya transportasi dari Rp 860,889 menjadi Rp 825,216 per minggu, menghasilkan efisiensi yang signifikan dalam proses distribusi.

Penelitian yang dilakukan oleh (Muhammad Aqil Siraj, 2024) dengan judul “Optimasi Jalur Distribusi Pada UMKM Mitra Telur Dengan Menggunakan Metode Saving Matrix Dan Nearest Neighbor”. Penelitian ini memiliki permasalahan yaitu UMKM Mitra Telur mengalami kesulitan dalam menentukan rute distribusi yang efisien, di mana pengiriman telur dilakukan tanpa mempertimbangkan jarak tempuh, sehingga mengakibatkan biaya distribusi yang tinggi dan tidak optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode ini berhasil mengurangi total jarak tempuh dari 114,9 km menjadi 95,5 km dengan pengurangan jumlah rute pengiriman dari 4 menjadi 3. Selain itu, total biaya distribusi juga berkurang dari IDR 1.952.150 menjadi IDR 1.884.250, menghasilkan penghematan biaya sebesar 3,5% dan pengurangan rute distribusi sebesar 16,9%.

Penelitian yang dilakukan oleh (Oktaviana & Setiafindari, 2019) dengan judul “Penentuan Rute Distribusi Kerupuk Menggunakan Metode Saving Matrix dan Nearest Neighbor”. Penelitian ini memiliki permasalahan yaitu UD Kerupuk Sala menghadapi tantangan dalam menentukan rute distribusi yang efisien, di mana rute yang ada saat ini tidak konsisten dan menyebabkan biaya distribusi yang tinggi serta waktu pengiriman yang lama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimasi rute distribusi

berhasil mengurangi jarak tempuh pada rute 1 menjadi 66,06 km dengan biaya distribusi Rp 339.507, dan pada rute 2 menjadi 59,82 km dengan biaya Rp 336.906. Perbaikan rute ini menghasilkan penghematan biaya sebesar 9% untuk rute 1 dan 9,1% untuk rute 2, menunjukkan bahwa integrasi kedua metode dapat meningkatkan efisiensi biaya distribusi.

Penelitian yang dilakukan (Jasmine Najwa Raihana, Wahyuda, dan Ridzky Zul Asdi, 2025) dengan judul “Penyelesaian TSP Distribusi LPG dengan Algoritma *Nearest Neighbor* dan *Insertion*”. Permasalahan yang diangkat adalah ketidakefisienan distribusi LPG di PT XYZ Samarinda, karena penentuan rute pengiriman masih bergantung pada pengalaman sopir tanpa perencanaan sistematis, sehingga mengakibatkan jarak tempuh panjang dan biaya operasional tinggi. Hasil menunjukkan bahwa algoritma *Nearest Neighbor* mampu memangkas jarak dari 615,59 km menjadi 574,61 km (efisiensi 6,657%) dengan biaya bahan bakar Rp1.869.193,01. Sementara itu, algoritma *Insertion* lebih optimal dengan total jarak 524,05 km (efisiensi 14,870%) dan biaya bahan bakar Rp1.704.722,50. Kesimpulannya, algoritma *Insertion* terbukti lebih efektif dalam mengurangi jarak tempuh maupun biaya distribusi, sehingga dapat meningkatkan efisiensi operasional dan keandalan distribusi LPG di PT XYZ.

Penelitian yang dilakukan (Yudho Purnomo, Dirgo Wahyono, dan Adhi Suhendra Anggahandika, 2022) dengan judul “Penentuan Rute Distribusi dan Biaya Transportasi Kantor Pos Ungaran dalam Rangka Efisiensi dengan Metode Saving Matrix, Nearest Insertion dan Nearest Neighbor”. Penelitian ini memiliki permasalahan rute distribusi yang tidak tetap dan tidak efisien di Kantor Pos Ungaran yang menyebabkan biaya Bahan Bakar Minyak (BBM) berfluktuasi setiap bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Saving Matrix dan Nearest Neighbor menghasilkan efisiensi tertinggi sebesar 11,35%, melebihi target efisiensi (Top Key Goal) sebesar 10% yang ditetapkan oleh PT Pos Indonesia. Dengan penerapan rute baru, Kantor Pos Ungaran diproyeksikan dapat menghemat biaya BBM tahunan sebesar Rp 2.770.060 dan mengurangi waktu distribusi dari 6 jam menjadi 2,5 jam.

Penelitian yang dilakukan (Suparmi, Hardi Suyitno, dan Isnaini Rosyida, 2020)

dengan judul “Pengoptimalan Rute Distribusi Produk Menggunakan Metode *Saving Matrix* dan *Nearest Insertion*”. Penelitian ini memiliki permasalahan distribusi tisu oleh CV Maple Semarang ke berbagai pelanggan di Kota Semarang yang tergolong dalam *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP), di mana distribusi selama ini tidak memiliki rute tetap setiap minggunya. Penelitian bertujuan untuk menemukan rute distribusi yang optimal. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode *Nearest Insertion* menghasilkan total jarak distribusi sebesar 60,5 km, lebih pendek dibandingkan dengan metode *Saving Matrix* yang menghasilkan jarak 63,8 km.

Penelitian yang dilakukan (Agus Purnomo, 2010) dengan judul “Analisis Rute Pendistribusian dengan Menggunakan Metode *Nearest Insertion Heuristic* Persoalan *The Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW)”. Permasalahan ini dikategorikan sebagai *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW), yang memperhitungkan batasan waktu layanan dan kapasitas angkut kendaraan. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah ini adalah *Nearest Insertion Heuristic*, yang bertujuan membentuk rute dengan menyisipkan titik-titik agen secara efisien untuk meminimalkan jarak tempuh, waktu, dan biaya. Hasil penelitian menghasilkan tiga rute distribusi dengan total jarak tempuh 165,3 km dan biaya transportasi minimum sebesar Rp 8.680.735,78 per bulan. Jika dibandingkan dengan metode konvensional perusahaan yang mencapai Rp 9.079.994,20 per bulan, metode ini mampu menghemat biaya sebesar Rp 399.258,34 atau sekitar 4,60%.

Tabel 2.1 Literatur review

No	Peneliti	Sumber	Judul	Metode	Permasalahan	Hasil penelitian
1	Munir dan Kurniawan (2023)	Jurnal Teknologi Terpadu	Implementasi Metode <i>Clarke and Wright Savings</i> Dalam Penyelesaian <i>Vehicle Routing Problem</i> Di Pt. Adiguna Gasindo	algoritma <i>clarke & wright saving</i>	Permasalahan pada perusahaan adalah: Kurang keefektifan dalam pengiriman gas ke agen jarak tempuh yang tidak efektif pada rute distribusi dimiliki oleh perusahaan sehingga perlu dilakukan evaluasi	erdasarkan 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	Muhammad Hasyim, M. Septa Ridho, Yasmin, dan Tuwandi Juniarto (2025)	Prosiding Seminar Nasional (Semnas) Sekolah Tinggi Teknologi Dumai, Vol. 1, No. 2, Juni 2025 (ISSN: 2581–267X)	Penerapan Algoritma Nearest Neighbor pada Permasalahan Travelling Salesman Problem Pengantaran Produk Perusahaan Bakery XYZ di Kota Palembang)	Algoritma <i>Nearest Neighbour</i>	Permasalahan distribusi produk pada perusahaan Bakery XYZ di Palembang yang memiliki 17 outlet, di mana rute pengiriman sebelumnya tidak optimal sehingga menyebabkan peningkatan jarak tempuh, biaya operasional, dan waktu distribusi.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa rute optimal yang terbentuk adalah $A \rightarrow K \rightarrow E \rightarrow D \rightarrow J \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow P \rightarrow Q \rightarrow R \rightarrow O \rightarrow N \rightarrow M \rightarrow L \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$ dengan total jarak 67,98 km , lebih efisien dibandingkan rute awal sejauh 72,1 km . Efisiensi sebesar 4,12 km atau 5,7% membuktikan bahwa algoritma Nearest Neighbor dapat menjadi solusi praktis dan efektif dalam meningkatkan efisiensi distribusi produk pada perusahaan berskala menengah

Tabel 2.1 Literatur review (Lanjutan)

3	Priska Sari Dewi, Triyani, dan Siti Rahmah Nursiami, (2020)	Jurnal Ilmiah Matematika dan Pendidikan Matematika (JMP) Vol. 12 No. 2, Desember 2020	Aplikasi <i>Travelling Salesman Problem</i> pada Pengedropan Barang di Anjungan Menggunakan Metode <i>Insertion</i>	<i>Insertion</i>	Permasalahan yang diangkat adalah penentuan rute distribusi barang di anjungan lepas pantai agar lebih efisien	Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga metode tidak selalu menghasilkan bobot dan rute yang sama, tergantung pada data yang digunakan. Pada kasus 14 titik anjungan, metode <i>Farthest Insertion</i> menghasilkan bobot minimum sebesar 54,1972, sedangkan pada data lain seperti titik koordinat Kalimantan Utara dan Pulau Jawa, metode <i>Nearest Insertion</i> dan <i>Farthest Insertion</i> bergantian memberikan hasil optimal
4	Ahdan (2024)	Unissula Repository	Penyelesaian Kasus Vehicle Routing Problem (VRP) Dengan Metode <i>Nearest Neighbour</i> Untuk Optimalisasi Distribusi Di CV Jatimas	<i>Nearest Neighbor</i>	CV Jatimas menghadapi masalah dalam pengaturan rute distribusi yang tidak efisien, di mana pengiriman dilakukan berdasarkan surat perintah tanpa aturan rute yang jelas, menyebabkan beberapa tujuan pengiriman terlewatkan dan biaya distribusi yang tinggi.	Hasil menunjukkan bahwa total jarak tempuh dapat dikurangi menjadi 492,8 km dengan penghematan 215,6 km (30%), waktu tempuh menjadi 1038 menit dengan penghematan 507 menit (33%), dan biaya distribusi menjadi Rp 558.342 dengan penghematan Rp 244.274 (30%). Penelitian ini membuktikan bahwa penentuan rute berdasarkan saving waktu lebih optimal dibandingkan dengan saving jarak.

Tabel 2.1 *Literatur review (Lanjutan)*

5	Azhar et al. (2023)	Jurnal Taguchi: Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri 2023	Penentuan Rute Terbaik Pada Distribusi Produk X Di PT BCD Menggunakan Metode <i>Saving Matrix</i> Dan <i>Nearest Neighbors</i>	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.
6	Ariyanto, Derby;Suseno,(2023)	JURNAL ILMIAH TEKNIK INDUSTRI DAN INOVASI Vol.2, No.1 Januari 2024 e-ISSN: 2964-5964; p-ISSN: 2985-315X, Hal 01-11	Optimalisasi Penentuan Rute Distribusi Roti Bakar Dengan Metode <i>Saving Matrix</i> Dan Algoritma <i>Nearest Neighbor</i> Pada Pabrik Roti Bakar Azhari	<i>Saving Matrix</i> dan Algoritma <i>Nearest Neighbour</i>	Penelitian ini memiliki permasalahan yaitu Pabrik Roti Bakar Azhari mengalami masalah dalam distribusi, seperti pengiriman yang tidak terjadwal dan tidak memaksimalkan kapasitas kendaraan, yang mengakibatkan jarak pengiriman yang lebih panjang dan biaya distribusi yang tinggi.	Penelitian ini berhasil mengidentifikasi empat rute distribusi yang lebih efisien, mengurangi jarak tempuh dari 139,3 km menjadi 109,2 km, serta menurunkan biaya distribusi dari IDR 4,751,233 menjadi IDR 4,521,058 per bulan, menghasilkan penghematan jarak sebesar 21,6% dan penghematan biaya distribusi sebesar 4,85%.

Tabel 2.1 Literatur review (Lanjutan)

7	Setyo Oetomo, Deddy;Ramdhani, (2022)	Jurnal Sains dan Teknologi, Keilmuan Aplikasi dan Teknologi, E-ISSN: 2615-2827 P-ISSN: 1412-5455, Volume 22, Nomor 1 tahun 2022, pp.130- 145	Penentuan Rute Pengiriman Produk dengan Meminimalkan Biaya Transportasi Menggunakan Metode Saving Matrik dan Nearest Neighbour di PT. Aisyah Berkah Utama	Saving Matrix, dan Nearest Neighbour	Penelitian ini memiliki permasalahan yaitu PT. Aisyah Berkah Utama menghadapi tantangan dalam mengoptimalkan rute pengiriman produk air mineral, di mana banyak konsumen dengan permintaan yang bervariasi dan keterbatasan kapasitas kendaraan menyebabkan biaya dan waktu pengiriman yang tidak efisien.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode Saving Matrik dan Nearest Neighbour berhasil mengoptimalkan rute pengiriman, mengurangi total jarak tempuh dari 448,7 km menjadi 372,8 km, serta menurunkan total biaya transportasi dari Rp 860,889 menjadi Rp 825,216 per minggu, menghasilkan efisiensi yang signifikan dalam proses distribusi.
8	Muhammad Aqil Siraj (2024)	JURNAL ILMIAH SAINS TEKNOLOGI DAN INFORMASI Vol.2, No.2 April 2024 e-ISSN: 2964-3104; p-ISSN: 2964-3090, Hal 29-38	Optimasi Jalur Distribusi Pada UMKM Mitra Telur Dengan Menggunakan Metode Saving Matrix Dan Nearest Neighbor	Saving Matrix dan Nearest Neighbour	Penelitian ini memiliki permasalahan yaitu UMKM Mitra Telur mengalami kesulitan dalam menentukan rute distribusi yang efisien, di mana pengiriman telur dilakukan tanpa mempertimbangkan jarak tempuh, sehingga mengakibatkan biaya distribusi yang tinggi dan tidak optimal.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode ini berhasil mengurangi total jarak tempuh dari 114,9 km menjadi 95,5 km dengan pengurangan jumlah rute pengiriman dari 4 menjadi 3. Selain itu, total biaya distribusi juga berkurang dari IDR 1.952.150 menjadi IDR 1.884.250, menghasilkan penghematan biaya sebesar 3,5% dan pengurangan rute distribusi sebesar 16,9%.

Tabel 2.1 *Literatur review* (Lanjutan)

9	Oktaviani, Winda Nur, Widy (2019)	Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya Vol 5 No 2, Desember 2019, 81-86 p-ISSN 2407-781X, e-ISSN 2655-2655	Penentuan Rute Distribusi Kerupuk Menggunakan Metode Saving Matrix dan Nearest Neighbor	Saving Matrix dan Nearest Neighbour	Penelitian ini memiliki permasalahan yaitu UD Kerupuk Sala menghadapi tantangan dalam menentukan rute distribusi yang efisien, di mana rute yang ada saat ini tidak konsisten dan menyebabkan biaya distribusi yang tinggi serta waktu pengiriman yang lama.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimasi rute distribusi berhasil mengurangi jarak tempuh pada rute 1 menjadi 66,06 km dengan biaya distribusi Rp 339.507, dan pada rute 2 menjadi 59,82 km dengan biaya Rp 336.906. Perbaikan rute ini menghasilkan penghematan biaya sebesar 9% untuk rute 1 dan 9,1% untuk rute 2, menunjukkan bahwa integrasi kedua metode dapat meningkatkan efisiensi biaya distribusi.
10	Jasmine Najwa Raihana, Wahyuda, dan Ridzky Zul Asdi, (2025)	Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT), Vol. 4, No. 3, September 2025 (hal. 661–670)	Penyelesaian TSP Distribusi LPG dengan Algoritma Nearest Neighbor dan Insertion	Algoritma Nearest Neighbour dan Insertion	Permasalahan yang diangkat adalah ketidakefisienan distribusi LPG di PT XYZ Samarinda, karena penentuan rute pengiriman masih bergantung pada pengalaman sopir tanpa perencanaan sistematis, sehingga mengakibatkan jarak tempuh panjang dan biaya operasional tinggi	Hasil menunjukkan bahwa algoritma Nearest Neighbor mampu memangkas jarak dari 615,59 km menjadi 574,61 km (efisiensi 6,657%) dengan biaya bahan bakar Rp1.869.193,01. Sementara itu, algoritma Insertion lebih optimal dengan total jarak 524,05 km (efisiensi 14,870%) dan biaya bahan bakar Rp1.704.722,50

Tabel 2.1 Literatur review (Lanjutan)

11	Yudho Purnomo, Dirgo Wahyono, dan Adhi Suhendra Anggahandika, 2022	E-logis : Jurnal Ekonomi Logistik, 2022	Penentuan Rute Distribusi dan Biaya Transportasi Kantor Pos Ungaran dalam Rangka Efisiensi dengan Metode Saving Matrix, Nearest Insertion dan Nearest Neighbor	Saving Matrix, Nearest Insertion, Nearest Neighbour	Permasalahan rute distribusi yang tidak tetap dan tidak efisien di Kantor Pos Ungaran yang menyebabkan biaya Bahan Bakar Minyak (BBM) berfluktuasi setiap bulan	Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Saving Matrix dan Nearest Neighbor menghasilkan efisiensi tertinggi sebesar 11,35%, melebihi target efisiensi (Top Key Goal) sebesar 10% yang ditetapkan oleh PT Pos Indonesia. Dengan penerapan rute baru, Kantor Pos Ungaran dapat menghemat biaya BBM tahunan sebesar Rp 2.770.060 dan mengurangi waktu distribusi dari 6 jam menjadi 2,5 jam
12	Suparmi, Hardi Suyitno, dan Isnaini Rosyida, 2020	UNNES Journal of Mathematics Vol. 9 No. 2 tahun 2020	Pengoptimalan Rute Distribusi Produk Menggunakan Metode Saving Matrix dan Nearest Insertion	Saving Matrix dan Nearest Insertion	Permasalahan distribusi tisu oleh CV Maple Semarang ke berbagai pelanggan di Kota Semarang yang tergolong dalam Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP), di mana distribusi selama ini tidak memiliki rute tetap setiap minggunya	Hasil analisis menunjukkan bahwa metode Nearest Insertion menghasilkan total jarak distribusi sebesar 60,5 km, lebih pendek dibandingkan dengan metode Saving Matrix yang menghasilkan jarak 63,8 km

Berdasarkan kajian literatur penelitian terdahulu yang sudah dilakukan, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengetahui, mencari penyebab dan cara mengatasi permasalahan yang ada :

1. *Algoritma Clarke*

Metode *Clarke dan Wright* adalah pendekatan heuristik yang memanfaatkan konsep "penghematan" (*savings*) untuk mengurangi total biaya perjalanan kendaraan. Penghematan ini dihitung berdasarkan perbandingan antara biaya rute langsung dari depot ke pelanggan versus biaya yang dapat dihemat jika dua pelanggan digabungkan dalam satu rute.

2. *Wright Saving*

Metode ini bekerja dengan konsep *savings* (penghematan), yaitu menghitung penghematan jarak atau biaya yang diperoleh jika dua pelanggan digabungkan ke dalam satu rute, dibandingkan dengan melayani mereka secara terpisah.

3. *Saving Matrix*

Saving Matrix adalah tabel atau matriks yang mencatat nilai penghematan (*savings*) untuk setiap pasangan pelanggan. Nilai ini dihitung untuk menentukan kombinasi rute mana yang akan memberikan efisiensi terbaik, baik dari segi jarak, waktu, atau biaya.

4. *Nearest Neighbour*

Metode *Nearest Neighbour* menentukan rute dengan memulai dari satu titik awal (misalnya depot atau kota pertama), kemudian berulang kali mengunjungi titik terdekat berikutnya yang belum dikunjungi, hingga seluruh titik selesai dilayani, dan akhirnya kembali ke titik awal.

5. *Nearest Insertion*

Metode *Nearest Insertion* adalah salah satu algoritma heuristik yang digunakan untuk menyelesaikan masalah *Vehicle Routing Problem* (VRP), termasuk variasinya seperti *Capacitated VRP* (CVRP) dan *VRP with Time Windows* (VRPTW). *Nearest Insertion* membangun rute distribusi dengan prinsip menyisipkan (*insertion*) titik pelanggan terdekat yang belum dikunjungi ke dalam rute yang sedang dibentuk. Titik yang dimasukkan

adalah titik yang menghasilkan kenaikan biaya/jarak paling kecil terhadap rute yang telah ada

Metode *Nearest Neighbour*, dan *Nearest Insertion* dianggap cocok untuk beberapa jenis permasalahan *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW) dan permasalahan *Travelling Salesman Problem with Time Windows* (TSPTW) tertentu dibandingkan metode lain karena karakteristiknya yang sederhana dan efisien, terutama dalam konteks masalah yang lebih kecil atau dengan distribusi titik yang tidak terlalu rumit. Pada penelitian ini memiliki permasalahan yang lebih cocok pada *Travelling Salesman Problem with Time Windows* (TSPTW), maka dari itu peneliti menggunakan metode *Nearest Neighbour*, dan *Nearest Insertion* untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

2.2 Landasan Teori

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

2.2.1 Distribusi

Distribusi adalah kegiatan meyalurkan barang dan jasa dari produsen ke konsumen. Tujuan diadakannya distribusi adalah untuk meningkatkan daya guna tempat dan daya guna waktu. Sasaran distribusi adalah untuk meningkatkan penjualan barang dan efisiensi usaha. Kegiatan transportasi merupakan bagian dari pengertian distribusi. Transportasi dalam ruang lingkup perusahaan manufaktur adalah pemindahan barang dari penjual kepada pembeli yang berasal dari pabrik, barang tersebut diproduksi menuju gudang atau tempat yang ditunjuk oleh pembeli. Sedangkan pengertian distribusi termasuk terminologi dalam ilmu ekonomi dan dalam kalangan perindustrian. Distribusi adalah salah satu aspek dari pemasaran. Distribusi juga dapat diartikan sebagai kegiatan pemasaran yang berusaha memperlancar dan mempermudah penyampaian barang dan jasa dari produsen kepada konsumen, sehingga penggunaannya sesuai dengan yang diperlukan (jenis, jumlah, harga, tempat, dan saat dibutuhkan).

2.2.2 Aktivitas Distribusi

Aktivitas distribusi adalah rangkaian kegiatan yang bertujuan untuk memastikan barang atau jasa sampai ke konsumen akhir dengan cara yang efisien dan efektif, bahwa proses distribusi merupakan suatu tindakan untuk memenuhi permintaannya:

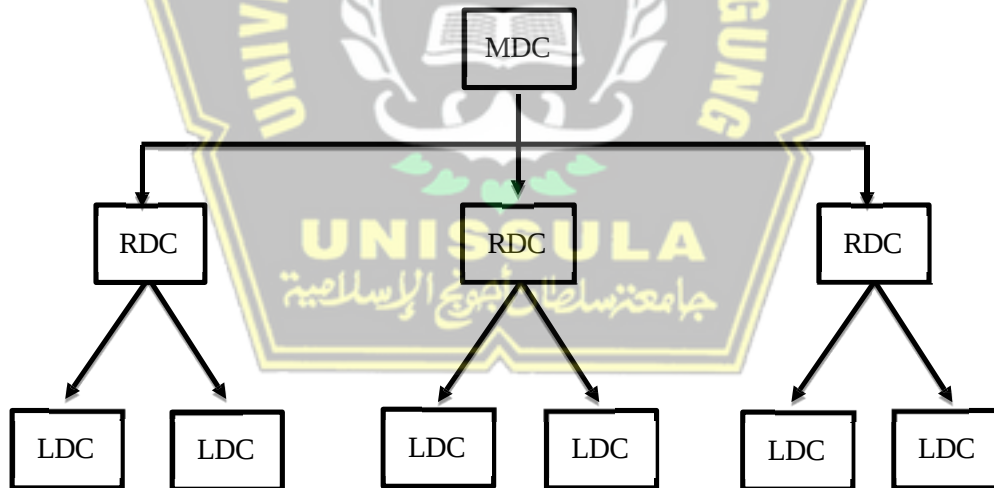
1. Menghasilkan nilai tambah atau nilai tambah komoditas yang didukung oleh rangkaian pekerjaan kesejahteraan yang terkandung di dalamnya dan sebagai fungsi faktor penjualan (fungsi pemasaran),
2. Sederhanakan aliran saluran pemasaran, baik fisik maupun non fisik. Kegiatan distribusi yang didukung fungsinya 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 penggalian 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 et al., 2009)



Gambar 2. 1 Bagan Pergudangan Ganda
(Sumber Parwati et al., 2009)

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 Travelling Salesman Problem (TSP)

Menurut Dewi, Triyani, dan Nursiami (2020), Travelling Salesman Problem (TSP) adalah permasalahan optimasi yang bertujuan menentukan rute terpendek bagi seorang penjual keliling atau kendaraan distribusi untuk mengunjungi sejumlah kota/titik tujuan tepat satu kali, lalu kembali ke titik awal. Permasalahan ini sering dijumpai dalam bidang logistik, distribusi barang, transportasi, dan perencanaan rute.

2.2.5.1 Travelling Salesman Problem With Time Windows (TSPTW)

Menurut Sutopo, Rahman, dan Yuniar (2019), *Travelling Salesman Problem with Time Window* (TSP-TW) merupakan pengembangan dari TSP klasik, di mana seorang penjual atau kendaraan tidak hanya dituntut untuk mencari rute terpendek yang mengunjungi seluruh titik tujuan satu kali dan kembali ke depot, tetapi juga harus memperhatikan batasan waktu kedatangan (*time window*) pada setiap pelanggan.

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 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.

2.2.7.1 Konsep Dasar Metode *Nearest Neighbour*

Algoritma tetangga terdekat mungkin merupakan metode heuristik yang digunakan dalam administrasi masalah TSPTW. 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.

2.2.7.2 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.

2.2.7.3 Algoritma Untuk Menyelesaikan TSP

Berikut merupakan algoritma untuk menyelesaikan permasalahan *travelling salesman problem* (TSP):

1. Tentukan depot sebagai titik awal
2. Identifikasi pelanggan yang akan dikunjungi
3. Tentukan matriks jarak dan matriks waktu tiap pelanggan
4. Lanjutkan hingga kapasitas kendaraan tercapai hingga semua toko dikunjungi

5. Urutkan pelanggan dengan mencari lokasi terdekat dari gudang
6. Hitung jarak tempuh, waktu tempuh, dan biaya distribusi.

2.2.8 *Nearest Insertion*

Metode *Nearest Insertion* adalah salah satu algoritma heuristik yang digunakan untuk menyelesaikan masalah *Travelling Salesman Problem* (VRP), termasuk *TSP with Time Windows* (TSPTW). Metode ini termasuk dalam kategori metode *constructive heuristic*, yaitu membangun solusi secara bertahap dari nol hingga semua titik pelanggan terkunjungi.

Metode *Nearest Insertion* membangun rute distribusi dengan prinsip menyisipkan (*insertion*) titik pelanggan terdekat yang belum dikunjungi ke dalam rute yang sedang dibentuk. Titik yang dimasukkan adalah titik yang menghasilkan kenaikan biaya/jarak paling kecil terhadap rute yang telah ada.

2.2.8.1 **Langkah Dasar Algoritma *Nearest Insertion***

Berikut merupakan algoritma *nearest insertion*:

1. Mulai dari depot.
2. Pilih pelanggan terdekat dari depot dan bentuklah *subtour* (i).
3. Pilih pelanggan terdekat selanjutnya dan bentuklah *subtour* (ii).
4. Ulangi langkah 3 hingga tersisa 1 pelanggan yang tidak terhubung.
5. Masukkan pelanggan yang belum terpilih kedalam rute sementara dengan memperhatikan nilai pinalti penyisipan ($S_{i,j}$) terkecil. Pinalti penyisipan adalah jumlah jarak ke titik bebas dikurangi dari link yang akan dihapus. Nilai ($S_{i,j}$) dihitung dengan rumus berikut :

$$S_{i,j} = C_{i,k} + C_{j,k} - C_{i,j} \quad (1)$$

Keterangan :

$S_{i,j}$: Pinalti penyisipan

C : Jarak

i : Pelanggan pertama

j : Pelanggan kedua

k : Pelanggan yang belum terpilih

6. Hubungkan kota terakhir pada *subtour*

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.

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 matriks jarak dan matriks waktu. Pengurutan rute menggunakan metode *Nearest Neighbor* dan *Nearest Insertion*, 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 kedua metode yaitu, *Nearest Neighbour*, dan *Nearest Insertion* merupakan metode yang paling tepat yang digunakan untuk dalam menentukan distribusi dengan rute optimal pada proses pengiriman barang karena di perusahaan dalam menentukan rute distribusi hanya berdasarkan praduga sopir dan kenet dalam menentukan rute perjalanan.

Kedua metode yaitu, *Nearest Neighbor*, dan *Nearest Insertion* memberikan

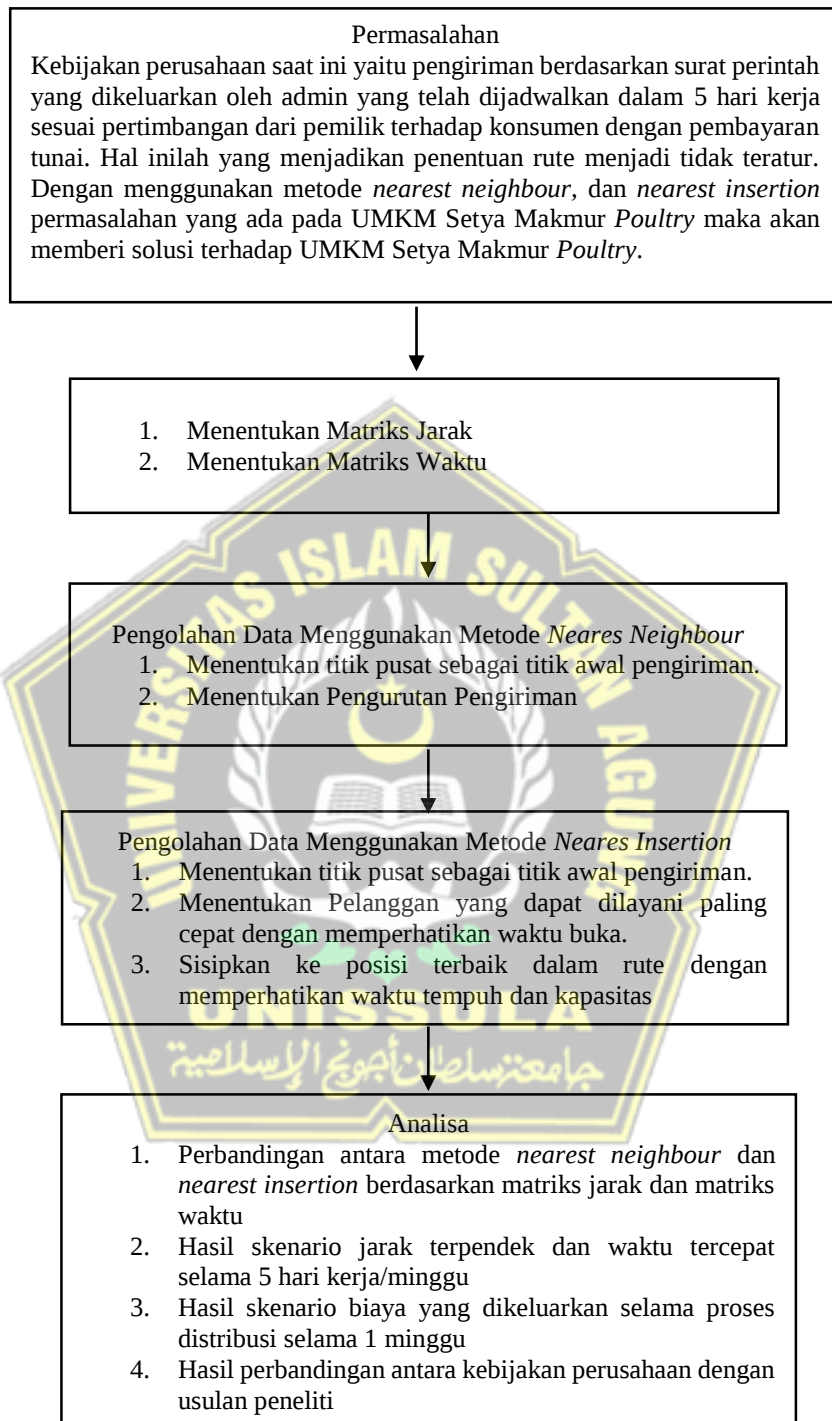
kemudahan dalam pemahaman dimana kedua metode tersebut mudah dipahami tanpa pengetahuan matematika yang rumit, efektif pada data berdimensi kecil dimana data yang memiliki jumlah fitur sedikit maka metode ini dapat memberikan hasil tanpa mengurangi dimensi data.

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

Pada Gambar 2.4 dibawah ini merupakan penjelasan dari kerangka teoritis penelitian ini.





Gambar 2.4 Kerangka Teoritis

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian tugas akhir ini pengumpulan data berasal dari UMKM Setya Makmur *Poultry* yang berlokasi di Kecamatan Boja, Kabupaten Kendal, 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 mobil *pick up* 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*, dan *Nearest Insertion* 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 *Nearest Neighbour*, dan *Nearest Insertion* 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*, dan *Nearest Insertion* 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 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 *travelling salesman problem*, maka langkah selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan metode *nearest neighbour* dan metode *nearest insertion* 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. Mengurutkan rute menggunakan metode *nearest neighbour* dan *nearest insertion*

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

3. Analisa Usulan Perbaikan

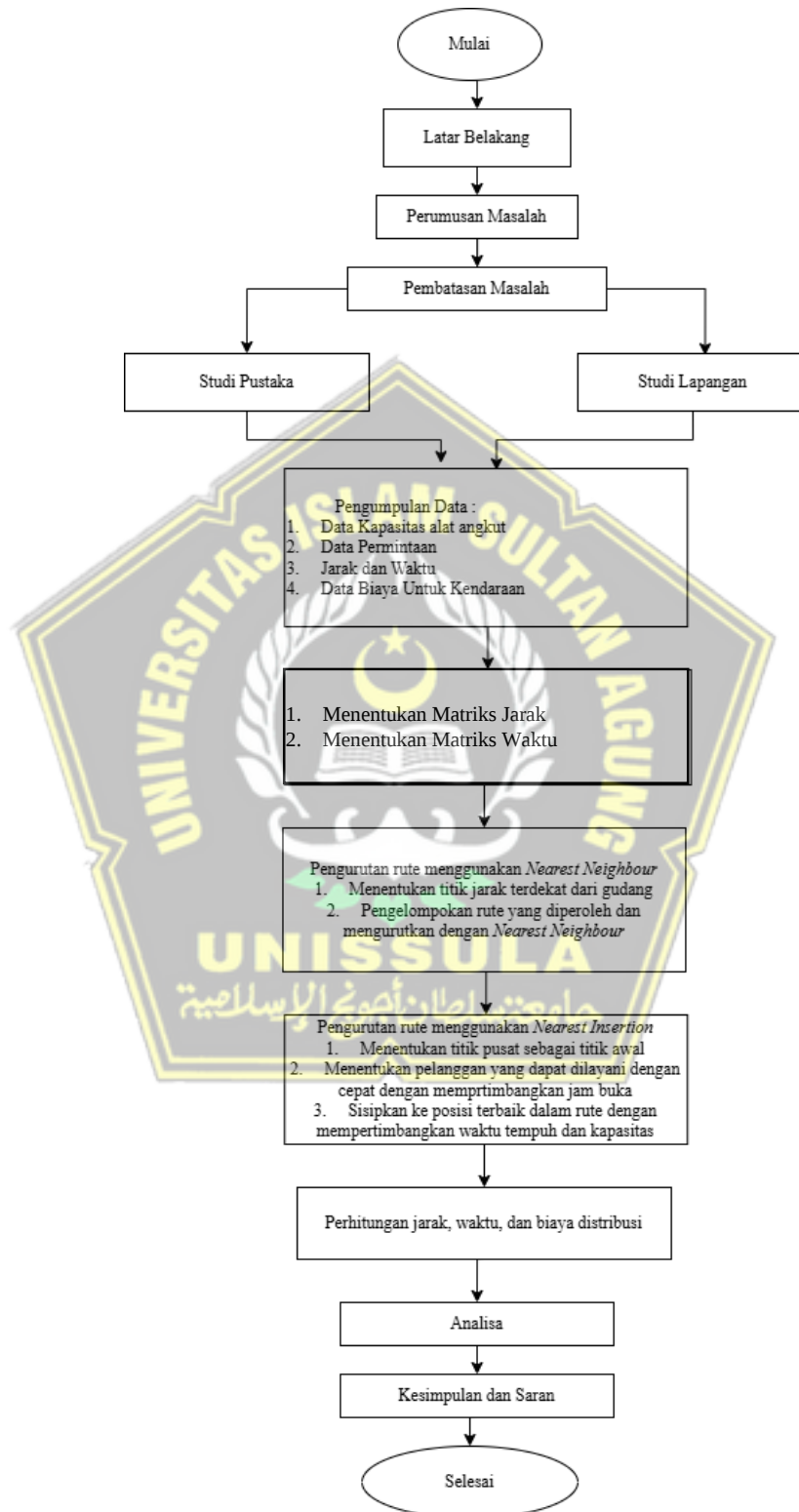
Pada tahap ini diberikan analisa usulan perbaikan terhadap hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya dan membahas hasilnya berupa pembahasan penggunaan metode *Nearest Neighbour* dan *Nearest Insertion* dalam menentukan rute distribusi optimal.

3.6 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan didapatkan dari analisa yang telah dilakukan sehingga mendapatkan kesimpulan sebagai hasil akhir dari penelitian sekaligus memberi jawaban dari perumusan masalah sehingga dapat memberikan usulan dan saran didapat dari kesimpulan yang dapat menjadi usulan perbaikan untuk perusahaan.

3.7 Diagram Alir

Berikut gambar 3.1 merupakan diagram alir dari tahapan penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini adalah meliputi data pelanggan, data permintaan pelanggan, jarak antar pelanggan, waktu tempuh antar pelanggan, dan biaya distribusi.

4.1.1 Data Pelanggan

Berikut tabel 4.1 merupakan data 23 pelanggan UMKM Setya Makmur *Poultry* yang terdiri dari nama pelanggan, lokasi, dan permintaan pelanggan setiap bulan dan dilakukan satu kali pengiriman di setiap pekannya. UMKM Setya Makmur *Poultry* mengirimkan untuk 23 pelanggan di area sekitar Kecamatan Boja

Tabel 4.1 Data Pelanggan

Kode Toko	Nama Toko	Alamat	Permintaan / Minggu (karung)
1	Toko Pakan Lele Jaya	Kalikatok, Ngabean, Kec Boja	4
2	Toko Pakan Ikan Mandiri	Cangkiran, Kec Mijen, Kota Semarang	5
3	Kios Pakan Mina Subur	Jl Permadi, Krajan, Tamanrejo, Kec Limbangan	6
4	Toko Pakan Sumber Air	Rejosari Rt 01/01, Rejosari, Kec Boja	4
5	Kios Pakan Barokah Tani	Jl Raya Utara Margosari no 5A, Krajan, Margosari, Kec Boja	5
6	Toko Ikan dan Pakan Citra	Jl Limbangan, Pasar Limbangan, Krajan, Kec Limbangan	5
7	Kios Pakan Mina Lestari	Jl Kedung Pane RT 003/05, Rejosari, Salamsari, Kec Boja	4
8	Toko Pakan Ikan Sejahtera	Dawung Blimbing, RT 004/002, Dawung, Kec Boja	6
9	Toko Pakan Bahari Abadi	Getan Lor, Boja, Kec Boja	5
10	Kios Pakan Delta Mina	Unnamed Road, Simbang, Bebengan, Kec Boja	5
11	Toko Sukses Pakan Lele	Jl Pemuda no 32 Boja Depok, Depok, Bebengan, Kec Boja	4
12	Toko Pakan Ikan Nusantara	Jl Hastinapura, Tangkongan, Puguh, Kec Boja	5
13	Bapak Rudi – Kolam Lele Rudi Farm	Segono, Campurejo, Kec Boja	4

Tabel 4.1 Data Pelanggan (Lanjutan)

14	Ibu Siti – Lele Sumber Rezeki	Bulu Mesu, Ngabean, Kec Boja	5
15	Pak Darto – Lele Mina Jaya	Siroto, Karangmanggis, Kec Boja	6
16	Mas Andi – Budidaya Lele Mandiri	Area Sawah, Boja, Kec Boja	6
17	Pak Slamet – Lele Barokah Farm	Dusun Jetis RT 02/02, Jetis, Margosari, Kec Limbangan	5
18	Pak Eko – Kolam Lele Maju	Jl Seroja no 27, Sapen, Boja, Kec Boja	6
19	Bu Tati – Lele Sehat Abadi	Jetis, Margosari, Kec Limbangan	4
20	Pak Hendra – Lele Ternak Makmur	Pandan Sari, Tampingan, Kec Boja	5
21	Pak Anto – Budidaya Lele Karya Tani	Randusari, Salam, Salamsari, Kec Boja	6
22	Pak Wawan – Lele Gemilang Farm	Sapen, Boja, Kec Boja	6
23	Mas Bima – Lele Berkah Sentosa	Krajan, Margosari, Kec Limbangan	5
Total			116

4.1.2 Sistem Distribusi UMKM Setya Makmur *Poultry*

UMKM Setya Makmur *Poultry* menerima pesanan dari pelanggan dengan cara menghubungi melalui via aplikasi *whatsapp* kepada *sales* toko, apabila pesanan telah diterima maka *sales* akan melaporkan pesanan kepada admin. Admin akan membuat list pesanan beserta nota pesanan, serta admin akan menentukan jadwal pengiriman dengan memprioritaskan pelanggan yang melakukan pembayaran secara tunai, jadwal akan dikirimkan oleh tim ekspedisi UMKM Setya Makmur *Poultry*. Pengiriman dapat dilakukan setiap 1 minggu sekali dalam 5 hari kerja.

4.1.3 Data Rute Awal Perusahaan

Dibawah ini tabel 4.2 merupakan rute yang dilalui perusahaan ketika melakukan proses distribusi di 23 toko dalam satu minggu, yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.2 Rute Awal Perusahaan

No	Hari	Armada	Rute	Total Muat/ (Karung)
1	Senin	I	G-2-14-5-11-9-G	24
2	Selasa	I	G-19-4-18-1-20-G	23
3	Rabu	I	G-21-7-15-8-17-G	27
4	Kamis	I	G-6-12-22-10-G	21
5	Jumat	I	G-16-13-23-3-G	21
Total				116

Keterangan :

G : Gudang

Nomor 1-23 : Kode Pelanggan

I : Armada

4.1.4 Data Permintaan

Adapun data jumlah permintaan tiap toko yang digunakan pada penulisan tugas akhir ini adalah data harian pada bulan Juni 2025 yaitu pada tabel 4.3 sampai tabel 4.7 sebagai berikut :

1. Data Permintaan Hari Senin

Tabel 4.3 Permintaan Hari Senin

Rute	Kode Toko	Nama Toko	Permintaan
1	2	Toko Pakan Ikan Mandiri	5
1	14	Ibu Siti – Lele Sumber Rezeki	5
1	5	Kios Pakan Barokah Tani	5
1	11	Toko Sukses Pakan Lele	4
1	9	Toko Pakan Bahari Abadi	5

2. Data Permintaan Hari Selasa

Tabel 4.4 Permintaan Hari Selasa

Rute	Kode Toko	Nama Toko	Permintaan
2	19	Bu Tati – Lele Sehat Abadi	4
2	4	Toko Pakan Sumber Air	4
2	18	Pak Eko – Kolam Lele Maju	6
2	1	Toko Pakan Lele Jaya	4
2	20	Pak Hendra – Lele Ternak Makmur	5

3. Data Permintaan Hari Rabu

Tabel 4.5 Permintaan Hari Rabu

Rute	Kode Toko	Nama Toko	Permintaan
3	21	Pak Anto – Budidaya Lele Karya Tani	6
3	7	Kios Pakan Mina Lestari	4
3	15	Pak Darto – Lele Mina Jaya	6
3	8	Toko Pakan Ikan Sejahtera	6
3	17	Pak Slamet – Lele Barokah Farm	5

4. Data Permintaan Hari Kamis

Tabel 4.6 Permintaan Hari Kamis

Rute	Kode Toko	Nama Toko	Permintaan
4	6	Toko Ikan dan Pakan Citra	5
4	12	Toko Pakan Ikan Nusantara	5
4	22	Pak Wawan – Lele Gemilang Farm	6
4	10	Kios Pakan Delta Mina	5

5. Data Permintaan Hari Jumat

Tabel 4.7 Permintaan Hari Jumat

Rute	Kode Toko	Nama Toko	Permintaan
5	16	Mas Andi – Budidaya Lele Mandiri	6
5	13	Bapak Rudi – Kolam Lele Rudi Farm	4
5	23	Mas Bima – Lele Berkah Sentosa	5
5	3	Kios Pakan Mina Subur	6

4.1.5 Matriks Jarak

Data matriks jarak diambil dari jarak tempuh dengan satuan kilometer (km) dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* 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.

4.1.6 Matriks Waktu

Matriks waktu digunakan untuk mengetahui pengaruh waktu dalam penentuan rute dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* dan *Nearest*

Insertion. Data matrix waktu diambil dari jarak tempuh dengan satuan menit (m) dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* 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



Tabel 4.8 Matriks Jarak

Matriks Jarak (Km)																								
	G	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
G	0																							
1	1,1	0																						
2	2	2,6	0																					
3	2,7	2,2	4,8	0																				
4	3	2,3	3,9	3,3	0																			
5	3,2	2,5	4,9	0,2	3,4	0																		
6	6,3	5,6	8,3	3,6	6,3	3,4	0																	
7	5,6	5,3	6,5	6,3	3	6,4	4,9	0																
8	6,6	6,2	7,4	6,4	3,9	6,2	4,4	0,95	0															
9	4,9	4,5	5,7	5,5	2,2	5,6	6,3	2,7	2,5	0														
10	5,3	4,9	6,1	5,9	2,6	6	6,4	2,9	2,7	0,4	0													
11	6,1	5,7	7	6,7	3,5	6,9	7,3	3,7	3,5	1,3	0,85	0												
12	3,5	3,1	5,5	5,1	5,2	4,9	7,2	8,2	9,1	7,4	7,8	8,6	0											
13	4,8	4,6	2,7	5,8	2,4	5,7	7,4	4,1	5	3,2	3,7	4,5	7,5	0										
14	1,9	1,5	4	2,1	1,8	2,3	5,2	4,8	5,7	3,9	4,4	5,2	4,4	4	0									
15	4,1	3,8	6,2	2,2	2,3	2,4	4,3	5,3	4,8	4,5	4,9	5,7	6,6	4,6	1,8	0								
16	3,5	3,1	4,4	4,1	0,85	4,3	5,5	2,2	3,1	1,4	1,8	2,6	6	2	2,6	3,2	0							
17	4,5	3,6	6,6	1,5	4,7	1,3	3,6	7	6,5	6,9	7,3	8,1	4,1	7	3,5	3,6	5,5	0						
18	5	4	5,4	5,2	1,7	5,1	6,3	2,9	3,3	0,8	1,2	2	6,9	2,6	3,4	4	1,1	6,4	0					
19	4,3	3,7	6,4	1	4,9	1,5	3,8	7,2	6,7	7,1	7,5	8,3	4,2	7,2	3,7	3,8	5,7	0,35	6,5	0				
20	4	4,4	3,2	5	1,7	5,4	7,6	4,3	5,3	3,5	3,9	4,8	7	1,5	3,9	4,3	1,7	6,7	3	6,6	0			
21	5,5	4,8	5,9	5,6	2,3	5,9	4,5	0,55	1,5	3,3	3,4	4,3	7,8	3,5	4,1	4,7	2	6,9	2,3	6,8	3,2	0		
22	5,2	4,3	5,7	5,4	2,1	5,7	6,7	3,4	3,4	0,9	1,3	2,2	7,3	3,1	4	4,5	1,6	7	0,65	7	2,9	3	0	
23	3,7	2,8	5,1	0,7	3,8	0,5	3	6,3	5,8	6,1	6,5	7,3	5	6,2	2,8	3	4,8	1,2	5,6	1,4	5,1	6	6	0

Tabel 4.9 Matriks Waktu

	G	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
G	0																							
1	9	0																						
2	12	10	0																					
3	14	9	12	0																				
4	14	9	10	8	0																			
5	11	8	12	5	8	0																		
6	16	13	19	10	14	9	0																	
7	13	13	15	15	9	15	11	0																
8	17	16	18	16	12	16	12	5	0															
9	13	13	15	14	8	14	15	8	8	0														
10	14	14	16	15	9	16	16	9	9	3	0													
11	16	16	18	17	11	17	17	10	10	5	5	0												
12	11	10	15	14	14	13	18	20	23	21	22	24	0											
13	13	12	9	13	8	14	17	12	14	12	13	15	19	0										
14	10	8	11	8	7	8	14	13	16	14	14	16	13	12	0									
15	12	10	15	7	8	8	13	14	14	14	15	17	17	13	7	0								
16	11	9	11	10	6	11	12	7	10	7	9	10	16	8	8	9	0							
17	12	10	16	6	12	5	10	16	16	18	19	21	12	17	11	10	13	0						
18	12	11	13	12	6	13	14	9	10	5	6	8	17	9	10	11	5	16	0					
19	11	10	16	6	12	6	10	16	16	19	20	21	12	17	11	11	14	3	16	0				
20	12	11	10	13	7	13	17	12	15	13	14	15	18	7	11	12	8	16	10	17	0			
21	13	12	14	13	7	14	11	4	7	10	10	12	19	10	11	12	6	15	8	16	11	0		
22	13	12	14	13	7	13	15	9	11	5	6	8	19	10	11	12	6	17	4	17	10	8	0	
23	9	9	14	5	10	4	8	15	14	17	17	19	13	15	9	8	11	5	13	6	14	14	14	0

4.1.7 Waktu Pengiriman Saat Ini

Pada tabel 4.10 hingga tabel 4.14 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.

A. Waktu Pengiriman Hari Senin

Tabel 4.10 Waktu Pengiriman Hari Senin

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0 Km	30 menit	0	0	08.00
G	08.00	0 Km	0 menit	24 karung (L)	120 menit	10.00
G - 2	10.00	2 Km	12 menit	5 karung (U)	25 menit	10.37
2 - 14	10.37	4 Km	11 menit	5 karung (U)	25 menit	11.13
14 - 5	11.13	2,3 Km	8 menit	5 karung (U)	25 menit	11.46
Istirahat	11.46	0 Km	90 menit	0 karung	0 menit	13.16
5 - 11	13.16	6,9 Km	17 menit	4 karung (U)	20 menit	13.53
11 - 9	13.53	1,3 Km	5 menit	5 karung (U)	25 menit	14.23
9 - G	14.23	4,9 Km	13 menit	0 karung	0 menit	14.36
Total		21,4 Km	186 menit	24 karung	240 menit	

Keterangan :

G : Gudang

U : *Unloading*

L : *Loading*

B. Waktu Pengiriman Hari Selasa

Tabel 4.11 Waktu Pengiriman Hari Selasa

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0 Km	30 menit	0 karung	0 menit	08.00
G	08.00	0 Km	0 menit	23 karung (L)	115 menit	09.55
G – 19	09.55	4,3 Km	11 menit	4 karung (U)	20 menit	10.26
19 - 4	10.26	4,9 Km	12 menit	4 karung (U)	20 menit	10.58
4 – 18	10.58	1,7 Km	6 menit	6 karung (U)	30 menit	11.11
Istirahat	11.11	0 Km	90 menit	0 karung	0 menit	12.41
18 – 1	12.41	4 Km	11 menit	4 karung (U)	20 menit	13.12
1 – 20	13.12	4,4 Km	11 menit	5 karung (U)	25 menit	13.48
20 - G	13.48	4 Km	12 menit	0 karung	0 menit	14.00
Total		23,3 Km	183 menit	23 karung	230 menit	

Keterangan :

G : Gudang

U : Unloading

L : Loading

C. Waktu Pengiriman Hari Rabu**Tabel 4.12 Waktu Pengiriman Hari Rabu**

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0 Km	30 menit	0 karung	0 menit	08.00
G	08.00	0 Km	0 menit	27 karung (L)	132 menit	10.12
G - 21	10.12	5,5 Km	13 menit	6 karung (U)	30 menit	10.55
21 - 7	10.55	0,55 Km	4 menit	4 karung (U)	20 menit	11.19
7 - 15	11.19	5,3 Km	10 menit	6 karung (U)	30 menit	11.59
Istirahat	11.59	0 Km	90 menit	0 karung	0 menit	13.29
15 - 8	13.29	4,8 Km	14 menit	6 karung (U)	30 menit	14.13
8 - 17	14.13	6,5 Km	16 menit	5 karung (U)	25 menit	14.54
17 - G	14.54	4,5 Km	12 menit	0 karung	0 menit	15.06
Total		27,15 Km	189 menit	27 karung	267 menit	

Keterangan :

G : Gudang

U : Unloading

L : Loading

D. Waktu Pengiriman Hari Kamis

Tabel 4.13 Waktu Pengiriman Hari Kamis

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0 Km	30 menit	0 karung	0 menit	08.00
G	08.00	0 Km	0 menit	21 karung (L)	105 menit	09.45
G - 6	09.45	6,3 Km	16 menit	5 karung (U)	25 menit	10.26
6 - 12	10.26	7,2 Km	18 menit	5 karung (U)	25 menit	11.18
12 - 22	11.18	7,3 Km	19 menit	6 karung (U)	30 menit	12.07
Istirahat	12.07	0 Km	90 menit	0 karung	0 menit	13.37
22 - 10	13.37	1,3 Km	6 menit	5 karung (U)	25 menit	14.08
10 - G	14.08	5,3 Km	14 menit	0 karung	0 menit	14.22
Total		27,4 Km	193 menit	21 karung	210 menit	

Keterangan :

G : Gudang

U : Unloading

L : Loading

E. Waktu Pengiriman Hari Jumat

Tabel 4.14 Waktu Pengiriman Hari Jumat

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0 Km	30 menit	0 karung	0 menit	08.00
G	08.00	0 Km	0 menit	21 karung (L)	105 menit	09.45
G - 16	09.45	3,5 Km	11 menit	6 karung (U)	30 menit	10.26
16 - 13	10.26	2 Km	8 menit	4 karung (U)	20 menit	10.54
13 - 23	10.54	6,2 Km	15 menit	5 karung (U)	25 menit	11.36
Istirahat	11.36	0 Km	90 menit	0 karung	0 menit	13.06
23 - 3	13.06	0,7 Km	5 menit	6 karung (U)	30 menit	13.41
3- G	13.41	2,7 Km	14 menit	0 karung	0 menit	13.55
Total		15,1	173 menit	21 karung	210 menit	

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

4.1.8 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 09.00- 15.00 dan waktu dalam 25 penumpukan muatan dalam truk membutuhkan waktu 1 jam 5 menit

4.1.9 Data Kendaraan Dan Biaya Pengiriman

Kendaraan yang digunakan yaitu mobil *pick up* memiliki spesifikasi yang tertera pada Tabel 4.15. Rasio satu liter pertalite mampu menempuh jarak 6 km didapatkan dari pengukuran aktual dan dari wawancara dengan supir Tabel 4.15 dibawah ini:

Tabel 4.15 Spesifikasi Armada Pengiriman

Spesifikasi Armada yang Digunakan	
Jumlah Armada	1
Kapasitas Muat	25 karung
Jenis Bahan Bakar	Pertalite
Rasio Bahan Bakar	1 liter : 6 km

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 UMKM Setya Makmur *Poultry* :

Konsumsi bahan bakar Mobil *Pick Up*:

1 Liter = 6 Kilometer

Harga 1 Liter pertalite = Rp 10.000

$$\begin{aligned}\text{Biaya Bahan Bakar} &= \frac{\text{Rp } 10.000}{6 \text{ km/l}} \\ &= \text{Rp } 1.666/\text{Km}\end{aligned}$$

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* dan *nearest insertion* untuk menjelaskan cara mengolah data yang dikumpulkan sesuai dengan klasifikasi hipotesis. Keputusan jalur distribusi terbaik untuk UMKM Setya Makmur *Poultry* untuk mengurangi biaya transportasi dan meningkatkan kemampuan pengangkutan dijelaskan dalam bagian ini. Distribusi akan dihitung menggunakan *nearest neighbour* dan *nearest insertion* sesuai dengan kondisi perusahaan dengan perhitungan dilakukan membandingkan antara perhitungan dengan *nearest neighbour* dan *nearest insertion* dengan kondisi perusahaan saat ini.

4.2.1 Perhitungan Biaya Distribusi

Pada saat ini, UMKM Setya Makmur *Poultry* mengirimkan produk ke pelanggan dengan cara dari gudang awal UMKM Setya Makmur *Poultry* menuju pelanggan dan kembali ke gudang awal, sistem distribusi tersebut dilakukan dengan menggunakan biaya perhitungan biaya distribusi dengan menggabungkan perhitungan dibawah ini sebagai contoh pada rute 1 yang dilakukan pengiriman (G-2-14-5-11-9-G) :

Diketahui :
 Biaya Bahan Bakar : Rp 1.666/Km
 Rute saat ini : G-2-14-5-11-9-G
 Jarak saat ini : 21,4 Km
 Biaya distribusi :

$$\text{Jarak} \times \text{Biaya Bahan Bakar} \quad (2)$$

$$= (21,4 \times \text{Rp } 1.666)$$

$$= \text{Rp } 35.652,4$$

Jadi biaya yang dikeluarkan untuk proses pendistribusian dengan rute 1 dengan rute sepanjang 21,4 kilometer dan perusahaan mengeluarkan biaya

distribusi sebesar Rp 35.652,4 , dengan cara ini maka seluruh biaya distribusi yang dikeluarkan oleh perusahaan saat ini pada tabel 4.16 :

Tabel 4.16 Rute Pengiriman Saat Ini

Hari	Rute	Armada	Permintaan (Boks)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total Biaya (Rp)
Senin	1	1	24	21,4	186	Rp 35.652,4
Selasa	2	1	23	23,3	183	Rp 38.817,8
Rabu	3	1	27	27,15	189	Rp 45.231,9
Kamis	4	1	21	27,4	193	Rp 45.648,4
Jumat	5	1	21	15,1	173	Rp 25.156,6
Total			116	114,35	924	Rp 190.507,1

Keterangan :

G : Gudang

Nomor 1-23 : Kode Pelanggan

4.2.2 Penyelesaian TSPTW Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* Dan *Nearest Insertion* Berdasarkan Jarak

Berikut merupakan penyelesaian TSP-TW menggunakan metode *nearest neighbour* dan *nearest insertion* :

4.2.2.1 Menentukan Matriks Jarak

Data jarak tempuh dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* ke 23 pelanggan dan jarak antar pelanggan dalam satuan kilometer yang diperoleh dari menggunakan aplikasi *google maps*.

4.2.2.2 Pengurutan Rute Matriks Jarak Metode *Nearest Neighbour*

Berikut pengelompokan rute dengan metode *nearest neighbour* yang diperoleh dari nilai *matrix* jarak.

A. Rute Armada Hari Senin

a) Rute 1

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode

nearest neighbour adalah :

1. Rute berawal dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 1, rute yang terbentuk sementara adalah G-1, dengan kapasitas angkut sebanyak 4 karung.
2. Rute terdekat dari pelanggan 1 adalah pelanggan 14, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-1-14, dengan kapasitas angkut sebanyak $4 + 5 = 9$ karung.
3. Rute terdekat dari pelanggan 14 adalah pelanggan 15, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-1-14-15, dengan kapasitas angkut sebanyak $4 + 5 + 6 = 15$ karung.
4. Rute terdekat dari pelanggan 15 adalah pelanggan 3, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-1-14-15-3, dengan kapasitas angkut sebanyak $4 + 5 + 6 + 6 = 21$ karung.
5. Rute terdekat dari pelanggan 3 adalah pelanggan 19, sehingga rute yang terbentuk sementara adalah G-1-14-15-3-19, dengan kapasitas angkut sebanyak $4 + 5 + 6 + 6 + 4 = 25$ karung.

Setiap rute berawal dari gudang dan berakhir di gudang UMKM Setya Makmur *Poultry*, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-1-14-15-3-19-G dengan jarak tempuh 11,9 Km dan membutuhkan waktu tempuh selama 55 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 19.825,4.

B. Rute Armada Hari Selasa

b) Rute 2

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *nearest neighbour* :

1. Rute berawal dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 2, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-2, dengan

kapasitas angkut sebanyak 5 karung.

2. Rute terdekat dari pelanggan 2 adalah pelanggan 13, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-2-13, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 4 = 9$ karung.
3. Rute terdekat dari pelanggan 13 adalah pelanggan 20, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-2-13-20, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 4 + 5 = 14$ karung.
4. Rute terdekat dari pelanggan 20 adalah pelanggan 4, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-2-13-20-4, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 4 + 5 + 4 = 18$ karung.
5. Rute terdekat dari pelanggan 4 adalah pelanggan 16, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-2-13-20-4-16, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 4 + 5 + 4 + 6 = 24$ karung.

Setiap rute berawal dari gudang dan berakhir di gudang UMKM Setya Makmur Poultry, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-2-13-20-4-16-G dengan jarak tempuh 12,25 Km dan membutuhkan waktu tempuh selama 56 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 20.408,5.

C. Rute Armada Hari Rabu

c) Rute 3

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *nearest neighbour*.

1. Rute berawal dari gudang UMKM Setya Makmur Poultry (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 5, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-5, dengan kapasitas angkut sebanyak 5 karung.
2. Rute terdekat dari pelanggan 5 adalah pelanggan 23, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-5-23, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 5 = 10$ karung.

3. Rute terdekat dari pelanggan 23 adalah pelanggan 17, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-5-23-17, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 5 + 5 = 15$ karung.
4. Rute terdekat dari pelanggan 17 adalah pelanggan 6, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-5-23-17-6, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 5 + 5 + 5 = 20$ karung.
5. Rute terdekat dari pelanggan 6 adalah pelanggan 9, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-5-23-17-6-9, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 5 + 5 + 5 + 5 = 25$ karung.

Setiap rute berawal dari gudang dan berakhir di gudang UMKM Setya Makmur *Poultry*, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-5-23-17-6-9-G dengan jarak tempuh 19,7 Km dan membutuhkan waktu tempuh selama 64 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 32.820,2.

D. Rute Armada Hari Kamis

d) Rute 4

Rute perjalanan yang terbentuk dengan metode *nearest neighbour*.

1. Rute berawal dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 12, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-12, dengan kapasitas angkut sebanyak 5 karung.
2. Rute terdekat dari pelanggan 12 adalah pelanggan 18, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-12-18, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 6 = 11$ karung.
3. Rute terdekat dari pelanggan 18 adalah pelanggan 22, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-12-18-22, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 6 + 6 = 17$ karung.
4. Rute terdekat dari pelanggan 22 adalah pelanggan 10,

sehingga rute perjalanan sementara adalah G-12-18-22-10, dengan kapasitas sebanyak $5 + 6 + 6 + 5 = 22$ karung.

Setiap rute berawal dari gudang dan berakhir di gudang UMKM Setya Makmur *Poultry*, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-12-18-22-10-G dengan jarak tempuh 17,65 Km dan membutuhkan waktu tempuh selama 52 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 29.404,9.

E. Rute Armada Hari Jumat

e) Rute 5

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *nearest neighbour*.

1. Rute berawal dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 21, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-21, dengan kapasitas angkut sebanyak 6 karung.
2. Rute terdekat dari pelanggan 21 adalah pelanggan 7, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-21-7, dengan kapasitas angkut sebanyak $6 + 4 = 10$ karung.
3. Rute terdekat dari pelanggan 7 adalah pelanggan 8, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-21-7-8, dengan kapasitas angkut sebanyak $6 + 4 + 6 = 16$ karung.
4. Rute terdekat dari pelanggan 8 adalah pelanggan 11, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-21-7-8-11, dengan kapasitas angkut sebanyak $6 + 4 + 6 + 4 = 20$ karung.

Setiap rute berawal dari gudang dan berakhir di gudang UMKM Setya Makmur *Poultry*, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-21-7-8-11-G dengan jarak tempuh 16,6 Km dan membutuhkan waktu tempuh selama 50 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 27.655,6.

4.2.2.3 Waktu Pengiriman Berdasarkan Matriks Jarak Metode *Nearest Neighbour*

Pada tabel 4.17 sampai tabel 4.21 merupakan uraian waktu pengiriman satu hari selama 5 hari kerja dalam satu minggu berdasarkan penentuan rute menggunakan matriks jarak metode *nearest neighbour*.

A. Waktu Pengiriman Hari Senin

Berikut merupakan waktu pengiriman pada hari Senin :

Tabel 4.17 Waktu Pengiriman Hari Senin

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0	30 menit	0	0	08.00
G	08.00	0	0	25 (L)	125	10.05
G-1	10.05	1,1 km	9 menit	4 (U)	20	10.34
1-14	10.34	1,5 km	8 menit	5 (U)	25	11.17
14-15	11.17	1,8 km	7 menit	6 (U)	30	11.54
Istirahat	11.54	0	90 menit	0	0	13.59
15-3	13.59	2,2 km	7 menit	6 (U)	30	14.01
3-19	14.01	1 km	6 menit	4 (U)	20	14.27
19-G	14.27	4,3 km	11 menit	0	0	14.38
Total		11,9 km	175 menit	25	250	

B. Waktu Pengiriman Hari Selasa

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Selasa

Tabel 4.18 Waktu Pengiriman Hari Selasa

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0	30 menit	0	0	08.00
G	08.00	0	0	24 (L)	120	10.00
G-2	10.00	2 km	12 menit	5 (U)	25	10.37
2-13	10.37	2,7 km	9 menit	4 (U)	20	11.06
13-20	11.06	1,5 km	7 menit	5 (U)	25	11.38
Istirahat	11.38	0	90 menit	0	0	13.08
20-4	13.08	1,7 km	7 menit	4 (U)	20	13.35
4-16	13.35	0,85 km	6 menit	6 (U)	30	14.11
16-G	14.11	3,5 km	11 menit	0	0	14.22
Total		12,25 km	176 menit	24	240	

C. Waktu Pengiriman Hari Rabu

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Rabu

Tabel 4.19 Waktu Pengiriman Hari Rabu

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30 menit	0	0	08.00
G	08.00	0	0	25 (L)	125	10.05
G-5	10.05	3,2 km	11 menit	5 (U)	25	10.41
5-23	10.41	0,5 km	4 menit	5 (U)	25	11.13
23-17	11.13	1,2 km	5 menit	5 (U)	25	11.43
Istirahat	11.43	0	90 menit	0	0	13.13
17-6	13.13	3,6 km	10 menit	5 (U)	25	13.48
6-9	13.48	6,3 km	15 menit	5 (U)	25	14.28
9-G	14.28	4,9 km	13 menit	0	0	14.41
Total		19,7 km	184 menit	25	250	

D. Waktu Pengiriman Hari Kamis

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Kamis

Tabel 4.20 Waktu Pengiriman Hari Kamis

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30 menit	0	0	08.00
G	08.00	0	0	22 (L)	110	09.50
G-12	09.50	3,5 km	11 menit	5 (U)	25	10.31
12-18	10.31	6,9 km	17 menit	6 (U)	30	11.18
18-22	11.18	0,65 km	4 menit	6 (U)	30	11.52
Istirahat	11.52	0	90 menit	0	0	13.28
22-10	13.28	1,3 km	6 menit	5 (U)	25	13.59
10-G	13.59	5,3 km	14 menit	0	0	14.13
Total		17,65 km	172 menit	22	220	

E. Waktu Pengiriman Hari Jumat

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Jumat

Tabel 4.21 Waktu Pengiriman Hari Jumat

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0	30 menit	0	0	08.00
G	08.00	0	0	20 (L)	100	09.40
G-21	09.40	5,5 km	13 menit	6 (U)	30	10.23
21-7	10.23	0,55 km	4 menit	4 (U)	20	10.47
7-8	10.47	0,95 km	5 menit	6 (U)	30	11.22
Istirahat	11.22	0	90	0	0	12.52
8-11	12.52	3,5 km	10 menit	4 (U)	20	13.22
11-G	13.22	6,1 km	16 menit	0	0	13.38
Total		16,6 km	170 menit	25	200	

4.2.2.4 Biaya Distribusi Berdasarkan Jarak Metode *Nearest Neighbour*

Berikut merupakan tabel 4.22 total biaya distribusi berdasarkan jarak metode *nearest neighbour* yang telah dihitung pada sub bab 4.2.2.2

Tabel 4.22 Biaya Distribusi Berdasarkan Jarak Metode *Nearest Neighbour*

Hari	Rute	Armada	Permintaan (Karung)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total Biaya (Rp)
Senin	G-1-14-15-3-19-G	1	25	11,9	55	Rp19.825,4
Selasa	G-2-13-20-4-16-G	1	24	12,25	56	Rp20.408,5
Rabu	G-5-23-17-6-9-G	1	25	19,7	64	Rp32.820,2
Kamis	G-12-18-22-10-G	1	22	17,65	52	Rp29.404,9
Jumat	G-21-7-8-11-G	1	20	16,6	50	Rp27.655,6
Total			116	78,1	277	Rp130.114,6

4.2.2.5 Pengurutan Rute Matriks Jarak Metode *Nearest Insertion* Berdasarkan Optimal Dari Metode *Nearest Neighbour*

Setelah mendapatkan kelompok dan urutan rute menggunakan metode *nearest neighbour*, maka akan diurutkan kembali menggunakan metode *nearest insertion* :

A. Rute Armada Hari Senin

a) Rute 1

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode

nearest insertion

1. Rute dimulai dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Selanjutnya dipilih lokasi pelanggan terdekat dari G, yaitu pelanggan 1 dan dibentuk *subtour* (i) G-1-G. Pelanggan terdekat dari *subtour* (i) adalah pelanggan 14 sehingga terbentuk *subtour* (ii) G-1-14-G. Seterusnya sampai tersisa satu pelanggan terakhir yang belum dimasukkan kedalam *subtour* yang ada pada tabel 4.23 dengan mempertimbangkan kapasitas angkut yaitu 25 karung.

Tabel 4.23 Penyusunan Subtour *Nearest Insertion*

Penambahan Pelanggan	Subtour	Total Jarak (Km)	Total Karung
G	(i) G	0 Km	0 karung
1	(ii) G-1-G	2,2 Km	4 karung
14	(iii) G-1-14-G	4,5 Km	4+5=9 karung
15	(iv) G-1-14-15-G	8,5 Km	4+5+6=15 karung
3	(v) G-1-14-15-3-G	9,3 Km	4+5+6+6=21 karung

2. Langkah berikutnya adalah menyisipkan pelanggan yang tersisa dan terdekat dengan pelanggan 3 yaitu pelanggan 19 dimasukkan kedalam *subtour* dengan menghitung nilai pinalti terlebih dahulu yang dipilih nilai pinalti terkecil, perhitungan ada pada tabel 4.24

Tabel 4.24 Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 19

Arc	Penyisipan	$S_{i,j}=C_{i,k}+C_{j,k}-C_{i,j}$	Subtour Terbentuk
G-1	19	$4,3+3,7-1,1=6,9$ Km	G-1-14-15-19-3-G
1-14	19	$3,7+3,7-1,5=5,9$ Km	
14-15	19	$3,7+3,8-1,8=5,7$ Km	
15-3	19	$3,8+1-2,2=2,6$ Km	
3-G	19	$1+4,3-2,7=2,6$	

3. *Subtour* terbentuk yaitu G-1-14-15-19-3-G, nilai pinalti terkecil dan terpilih yaitu 2,6 Km, sehingga pelanggan 19 disisipkan pada rute sebelum pelanggan 3 dan setelah pelanggan 15. Total jarak yaitu 11,9 Km dengan waktu tempuh selama 48 menit, serta biaya distribusi sebesar Rp

19.825,4, dan total muat angkut sebanyak 25 karung.

B. Rute Armada Hari Selasa

b) Rute 2

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *nearest insertion* :

1. Rute dimulai dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Selanjutnya dipilih lokasi pelanggan terdekat dari G, yaitu pelanggan 2 dan dibentuk *subtour* (i) G-2-G. Pelanggan terdekat dari *subtour* (i) adalah pelanggan 13 sehingga terbentuk *subtour* (ii) G-2-13-G. Seterusnya sampai tersisa satu pelanggan terakhir yang belum dimasukkan kedalam *subtour* yang ada pada tabel 4.25 dengan mempertimbangkan kapasitas angkut yaitu 25 karung.

Tabel 4.25 Penyusunan *Subtour Nearest Insertion*

Penambahan Pelanggan	<i>Subtour</i>	Total Jarak (Km)	Total Karung
G	(i) G	0 Km	0 karung
2	(ii) G-2-G	4 Km	5 karung
13	(iii) G-2-13-G	9,5 Km	5+4=9 karung
20	(iv) G-2-13-20-G	10,2 Km	5+4+5=14 karung
4	(v) G-2-13-20-4-G	10,9 Km	5+4+5+4=18 karung

2. Langkah berikutnya adalah menyisipkan pelanggan yang tersisa dan terdekat dengan pelanggan 4 yaitu pelanggan 16 dimasukkan kedalam *subtour* dengan menghitung nilai pinalti terlebih dahulu yang dipilih nilai pinalti terkecil, perhitungan ada pada tabel 4.26.

Tabel 4.26 Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 4

Arc	Penyisipan	$S_{i,j}=C_{i,k}+C_{j,k}-C_{i,j}$	Subtour Terpentak
G-2	16	$3,5+4,4-2=5,9$ Km	G-2-13-20-16-4-G
2-13	16	$4,4+2-2,7=3,7$ Km	
13-20	16	$2+1,7-1,5=2,2$ Km	
20-4	16	$1,7+0,85-1,7=0,85$ Km	
4-G	16	$0,85+3,5-3=1,35$ Km	

3. *Subtour* terbentuk yaitu G-2-13-20-16-4-G, nilai pinalti terkecil dan terpilih yaitu 0,85 Km, sehingga pelanggan 16 disisipkan pada rute sebelum pelanggan 4 dan setelah pelanggan 20. Total jarak yaitu 11,75 Km dengan waktu tempuh selama 52 menit, serta biaya distribusi sebesar Rp 19.575,5, dan total muat angkut sebanyak 24 karung

C. Rute Armada Hari Rabu

c) Rute 3

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *nearest insertion* :

1. Rute dimulai dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Selanjutnya dipilih lokasi pelanggan terdekat dari G, yaitu pelanggan 5 dan dibentuk *subtour* (i) G-5-G. Pelanggan terdekat dari *subtour* (i) adalah pelanggan 23 sehingga terbentuk *subtour* (ii) G-5-23-G. Seterusnya sampai tersisa satu pelanggan terakhir yang belum dimasukkan kedalam *subtour* yang ada pada tabel 4.27 dengan mempertimbangkan kapasitas angkut 25 karung.

Tabel 4.27 Penyusunan *Subtour Nearest Insertion*

Penambahan Pelanggan	Subtour	Total Jarak (Km)	Total Karung
G	(i) G	0 Km	0 karung
5	(ii) G-5-G	6,4 Km	5 karung
23	(iii) G-5-23-G	7,4 Km	5+5=10 karung
17	(iv) G-5-23-17-G	9,4 Km	5+5+5=15 karung
6	(v) G-5-23-17-6-G	14,8 Km	5+5+5+5=20 karung

2. Langkah berikutnya adalah menyisipkan pelanggan yang tersisa dan terdekat dengan pelanggan 6 yaitu pelanggan 9 dimasukkan kedalam *subtour* dengan menghitung nilai pinalti terlebih dahulu yang dipilih nilai pinalti terkecil, perhitungan ada pada tabel 4.28.

Tabel 4.28 Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 9

Arc	Penyisipan	$S_{i,j}=C_{i,k}+C_{j,k}-C_{i,j}$	<i>Subtour</i> Terbentuk
G-5	9	$4,9+5,6-3,2=7,3$ Km	G-5-23-17-6-9-G
5-23	9	$5,6+6,1-0,5=11,2$ Km	
23-17	9	$6,1+6,9-1,2=11,8$ Km	
17-6	9	$6,9+6,3-3,6=9,6$ Km	
6-G	9	$6,3+4,9-6,3=4,9$ Km	

3. *Subtour* terbentuk yaitu G-5-23-17-6-9-G, nilai pinalti terkecil dan terpilih yaitu 4,9 Km, sehingga pelanggan 9 disisipkan pada rute sebelum G dan setelah pelanggan 6. Total jarak yaitu 19,7 Km dengan waktu tempuh selama 64 menit, serta biaya distribusi sebesar Rp 32.820,2, dan total muat angkut sebanyak 25 karung.

D. Rute Armada Hari Kamis

d) Rute 4

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *nearest insertion*

1. Rute dimulai dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Selanjutnya dipilih lokasi pelanggan terdekat dari G, yaitu pelanggan 12 dan dibentuk *subtour* (i) G-12-G. Pelanggan terdekat dari *subtour* (i) adalah pelanggan 18 sehingga terbentuk *subtour* (ii) G-12-18-G. Seterusnya sampai tersisa satu pelanggan terakhir yang belum dimasukkan kedalam *subtour* yang ada pada tabel 4.29 dengan mempertimbangkan kapasitas angkut yaitu 25 karung.

Tabel 4.29 Penyusunan *Subtour Nearest Insertion*

Penambahan Pelanggan	<i>Subtour</i>	Total Jarak (Km)	Total Karung
G	(i) G	0 Km	0 karung
12	(ii) G-12-G	7 Km	5 karung
18	(iii) G-12-18-G	15,4 Km	5+6=11 karung
22	(iv) G-12-18-22-G	16,25 Km	5+6+6=17 karung

2. Langkah berikutnya adalah menyisipkan pelanggan yang tersisa dan terdekat dengan pelanggan 22 yaitu pelanggan 10 dimasukkan kedalam *subtour* dengan menghitung nilai pinalti terlebih dahulu yang dipilih nilai pinalti terkecil, perhitungan ada pada tabel 4.30.

Tabel 4.30 Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 10

Arc	Penyisipan	$S_{i,j}=C_{i,k}+C_{j,k}-C_{i,j}$	<i>Subtour</i> Terbentuk
G-12	10	$5,3+7,8-3,5=9,6$ Km	G-12-18-22-10-G
12-18	10	$7,8+1,2-6,9=2,1$ Km	
18-22	10	$1,2+1,3-0,65=1,85$ Km	
22-G	10	$1,3+5,3-2,2=1,4$ Km	

3. *Subtour* terbentuk yaitu G-12-18-22-10-G, nilai pinalti terkecil dan terpilih yaitu 1,4 Km, sehingga pelanggan 10 disisipkan pada rute sebelum G dan setelah pelanggan 22. Total jarak yaitu 17,65 Km dengan waktu tempuh selama 52 menit, serta biaya distribusi sebesar Rp 29.404,9, dan total muat angkut sebanyak 22 karung

E. Rute Armada Hari Jumat

e) Rute 5

Rute Perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *nearest insertion*

- Rute dimulai dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Selanjutnya dipilih lokasi pelanggan terdekat dari G, yaitu pelanggan 21 dan dibentuk *subtour* (i) G-21-G. Pelanggan terdekat dari *subtour* (i) adalah pelanggan 7 sehingga terbentuk *subtour* (ii) G-21-7-G. Seterusnya

sampai tersisa satu pelanggan terakhir yang belum dimasukkan kedalam *subtour* yang ada pada tabel 4.31 dengan mempertimbangkan kapasitas angkut yaitu 25 karung.

Tabel 4.31 Penyusunan *Subtour Nearest Insertion*

Penambahan Pelanggan	<i>Subtour</i>	Total Jarak (Km)	Total Karung
G	(i) G	0 Km	0 karung
21	(ii) G-21-G	11 Km	6 karung
7	(iii) G-21-7-G	11,65 Km	6+4=10 karung
8	(iv) G-21-7-8-G	13,6 Km	6+4+6=16 karung

- Langkah berikutnya adalah menyisipkan pelanggan yang tersisa dan terdekat dengan pelanggan 8 yaitu pelanggan 11 dimasukkan kedalam *subtour* dengan menghitung nilai pinalti terlebih dahulu yang dipilih nilai pinalti terkecil, perhitungan ada pada tabel 4.32.

Tabel 4.32 Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 11

Arc	Penyisipan	$S_{i,j}=C_{i,k}+C_{j,k}-C_{i,j}$	<i>Subtour</i> Terbentuk
G-21	11	$6,1+2,2-5,5=2,8$ Km	G-11-21-7-8-G
21-7	11	$2,2+3,7-0,55=5,35$ Km	
7-8	11	$3,7+3,5-0,95=6,25$ Km	
8-G	11	$3,5+6,1-6,6=3$ Km	

- Subtour* terbentuk yaitu G-11-21-7-8-G, nilai pinalti terkecil dan terpilih yaitu 2,8 Km, sehingga pelanggan 11 disisipkan pada rute sebelum pelanggan 21 dan setelah G. Total jarak yaitu 16,4 Km dengan waktu tempuh selama 48 menit, serta biaya distribusi sebesar Rp 27.322,4, dan total muat angkut sebanyak 20 karung.

4.2.2.6 Waktu Pengiriman Berdasarkan Jarak Metode *Nearest Insertion*

Pada tabel 4.33 sampai tabel 4.37 merupakan uraian waktu pengiriman satu hari selama 5 hari kerja dalam satu minggu berdasarkan penentuan rute menggunakan matriks jarak.

A. Waktu Pengiriman Hari Senin

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Senin

Tabel 4.33 Waktu Pengiriman Hari Senin

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30 menit	0	0	08.00
G	08.00	0	0	25 (L)	125	10.05
G-1	10.05	1,1 km	9 menit	4 (U)	20	10.34
1-14	10.34	1,5 km	8 menit	5 (U)	25	11.17
14-15	11.17	1,8 km	7 menit	6 (U)	30	11.54
Istirahat	11.54	0	90 menit	0	0	13.24
15-19	13.24	3,8 km	7 menit	4 (U)	20	13.51
19-3	13.51	1 km	6 menit	6 (U)	30	14.27
3-G	14.27	2,7 km	11 menit	0	0	14.38
Total		11,9 km	175 menit	25	250	

B. Waktu Pengiriman Hari Selasa

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Selasa

Tabel 4.34 Waktu Pengiriman Hari Selasa

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
Set Up	07.30	0	30 menit	0	0	08.00
G	08.00	0	0	24 (L)	120	10.00
G-2	10.00	2 km	12 menit	5 (U)	25	10.37
2-13	10.37	2,7 km	9 menit	4 (U)	20	11.06
13-20	11.06	1,5 km	7 menit	5 (U)	25	11.38
Istirahat	11.38	0	90 menit	0	0	13.08
20-16	13.08	1,7 km	8 menit	6 (U)	30	13.46
16-4	13.46	0,85 km	6 menit	4 (U)	20	14.12
4-G	14.12	3 km	14 menit	0	0	14.26
Total		11,75 km	172 menit	24	240	

C. Waktu Pengiriman Hari Rabu

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Rabu

Tabel 4.35 Waktu Pengiriman Hari Rabu

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0	30 menit	0	0	08.00
G	08.00	0	0	25 (L)	125	10.05
G-5	10.05	3,2 km	11 menit	5 (U)	25	10.41
5-23	10.41	0,5 km	4 menit	5 (U)	25	11.13
23-17	11.13	1,2 km	5 menit	5 (U)	25	11.43
Istirahat	11.43	0	90 menit	0	0	13.13
17-6	13.13	3,6 km	10 menit	5 (U)	25	13.48
6-9	13.48	6,3 km	15 menit	5 (U)	25	14.28
9-G	14.28	4,9 km	13 menit	0	0	14.41
Total		19,7 km	184 menit	25	250	

D. Waktu Pengiriman Hari Kamis

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Kamis

Tabel 4.36 Waktu Pengiriman Hari Kamis

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0	30 menit	0	0	08.00
G	08.00	0	0	22 (L)	110	09.50
G-12	09.50	3,5 km	11 menit	5 (U)	25	10.31
12-18	10.31	6,9 km	17 menit	6 (U)	30	11.18
18-22	11.18	0,65 km	4 menit	6 (U)	30	11.52
Istirahat	11.52	0	90 menit	0	0	13.28
22-10	13.28	1,3 km	6 menit	5 (U)	25	13.59
10-G	13.59	5,3 km	14 menit	0	0	14.13
Total		17,65 km	172 menit	22	220	

E. Waktu Pengiriman Hari Jumat

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Jumat

Tabel 4.37 Waktu Pengiriman Hari Jumat

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0	30 menit	0	0	08.00
G	08.00	0	0	20 (L)	100	09.40
G-11	09.40	5,5 km	13 menit	4 (U)	20	10.13
11-21	10.13	0,55 km	4 menit	6 (U)	30	10.47
21-7	10.47	0,95 km	5 menit	4 (U)	20	11.12

Tabel 4.37 Waktu Pengiriman Hari Jumat (Lanjutan)

Istirahat	11.22	0	90	0	0	12.42
7-8	12.42	3,5 km	10 menit	6 (U)	30	13.22
8-G	13.22	6,1 km	16 menit	0	0	13.38
Total		16,6 km	170 menit	25	200	

4.2.2.7 Biaya Distribusi Berdasarkan Jarak Metode *Nearest Insertion*

Berikut pada tabel 4.38 merupakan biaya distribusi usulan berdasarkan jarak dengan perhitungan pada sub bab 4.2.2.5.

Tabel 4.38 Tabel Biaya Distribusi Berdasarkan Jarak Metode *Nearest Insertion*

Hari	Rute	Armada	Permintaan (Karung)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total Biaya (Rp)
Senin	G-1-14-15-19-3-G	1	25	11,9	48	Rp19.825,4
Selasa	G-2-13-20-16-4-G	1	24	11,75	52	Rp19.575,5
Rabu	G-5-23-17-6-9-G	1	25	19,7	64	Rp32.820,2
Kamis	G-12-18-22-10-G	1	22	17,65	52	Rp29.404,9
Jumat	G-11-21-7-8-G	1	20	16,4	48	Rp27.322,4
Total			116	77,4	264	Rp128.948,4

4.2.3 Penyelesaian TSPTW Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* Dan *Nearest Insertion* Berdasarkan Waktu

Berikut merupakan penyelesaian TSP-TW menggunakan metode *nearest neighbour* dan *nearest insertion* :

4.2.3.1 Menentukan Matriks Waktu

Data waktu tempuh dari gudang UMKM Setya Makmur Poultry ke 23 pelanggan dan jarak antar pelanggan dalam satuan kilometer yang diperoleh dari menggunakan aplikasi *google maps*.

4.2.3.2 Pengurutan Rute Matriks Waktu Menggunakan Metode *Nearest Neighbour*

Berikut pengelompokan rute dengan metode *nearest neighbour* yang diperoleh dari nilai matriks waktu.

A. Rute Armada Hari Senin

a) Rute 1

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode

nearest neighbour.

1. Rute berawal dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 1, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-1, dengan kapasitas angkut sebanyak 4 karung.
2. Rute terdekat dari pelanggan 1 adalah pelanggan 5, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-1-5, dengan kapasitas angkut sebanyak $4 + 5 = 9$ karung.
3. Rute terdekat dari pelanggan 5 adalah pelanggan 23, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-1-5-23, dengan kapasitas angkut sebanyak $4 + 5 + 5 = 14$ karung.
4. Rute terdekat dari pelanggan 23 adalah pelanggan 3, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-1-5-23-3, dengan kapasitas angkut sebanyak $4 + 5 + 5 + 6 = 20$ karung.
5. Rute terdekat dari pelanggan 3 adalah pelanggan 17, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-1-5-23-3-17, dengan kapasitas angkut sebanyak $4 + 5 + 5 + 6 + 5 = 25$ karung.

Setiap rute berawal dari gudang dan berakhir di gudang UMKM Setya Makmur *Poultry*, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-1-5-23-3-17-G dengan jarak tempuh 10,8 Km dan membutuhkan waktu tempuh selama 44 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 17.992,8.

B. Rute Armada Hari Selasa

b) Rute 2

Rute perjalanan yang terbentuk menggunakan metode *nearest neighbour.*

1. Rute berawal dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 14, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-14, dengan

kapasitas angkut sebanyak 5 karung.

2. Rute terdekat dari pelanggan 14 adalah pelanggan 4, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-14-4, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 4 = 9$ karung.
3. Rute terdekat dari pelanggan 4 adalah pelanggan 16, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-14-4-16, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 4 + 6 = 15$ karung.
4. Rute terdekat dari pelanggan 16 adalah pelanggan 18, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-14-4-16-18, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 4 + 6 + 6 = 21$ karung.

Setiap rute berawal dari gudang dan berakhir di gudang UMKM Setya Makmur *Poultry*, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-14-4-16-18-G dengan jarak tempuh 10,65 Km dan membutuhkan waktu tempuh selama 40 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 17.742,9.

C. Rute Armada Hari Rabu

c) Rute 3

Rute perjalanan yang terbentuk menggunakan metode *nearest neighbour*.

1. Rute berawal dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 12, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-12, dengan kapasitas angkut sebanyak 5 karung.
2. Rute terdekat dari pelanggan 12 adalah pelanggan 19, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-12-19, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 4 = 9$ karung.
3. Rute terdekat dari pelanggan 19 adalah pelanggan 6, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-12-19-6, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 4 + 5 = 14$ karung.
4. Rute terdekat dari pelanggan 6 adalah pelanggan 7,

sehingga rute perjalanan sementara adalah G-12-19-6-7, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 4 + 5 + 4 = 18$ karung.

5. Rute terdekat dari pelanggan 7 adalah pelanggan 21, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-12-19-6-7-21, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 4 + 5 + 4 + 6 = 24$ karung.

Setiap rute berawal dari gudang dan berakhir di gudang UMKM Setya Makmur *Poultry*, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-12-19-6-7-21-G dengan jarak tempuh 22,15 Km dan membutuhkan waktu tempuh selama 61 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 36.901,9.

D. Rute Armada Hari Kamis

d) Rute 4

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *nearest neighbour*.

1. Rute berawal dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 2, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-2, dengan kapasitas angkut sebanyak 5 karung.
2. Rute terdekat dari pelanggan 2 adalah pelanggan 13, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-2-13, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 4 = 9$ karung.
3. Rute terdekat dari pelanggan 13 adalah pelanggan 20, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-2-13-20, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 4 + 5 = 14$ karung.
4. Rute terdekat dari pelanggan 20 adalah pelanggan 22, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-2-13-20-22, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 4 + 5 + 6 = 20$ karung.
5. Rute terdekat dari pelanggan 22 adalah pelanggan 9,

sehingga rute perjalanan sementara adalah G-2-13-20-22-9, dengan kapasitas angkut sebanyak $5 + 4 + 5 + 6 + 5 = 25$ karung

Setiap rute berawal dari gudang dan berakhir di gudang UMKM Setya Makmur *Poultry*, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-2-13-20-22-9-G dengan jarak tempuh 14,9 Km dan membutuhkan waktu tempuh selama 56 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 24.823,4.

E. Rute Armada Hari Jumat

e) Rute 5

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *nearest neighbour*.

1. Rute berawal dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Toko terdekat dari gudang adalah pelanggan 15, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-15, dengan kapasitas angkut sebanyak 6 karung.
2. Rute terdekat dari pelanggan 15 adalah pelanggan 8, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-15-8, dengan kapasitas angkut sebanyak $6 + 6 = 12$ karung.
3. Rute terdekat dari pelanggan 8 adalah pelanggan 10, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-15-8-10, dengan kapasitas angkut sebanyak $6 + 6 + 5 = 17$ karung.
4. Rute terdekat dari pelanggan 10 adalah pelanggan 11, sehingga rute perjalanan sementara adalah G-15-8-10-11, dengan kapasitas angkut sebanyak $6 + 6 + 5 + 4 = 21$ karung.

Setiap rute berawal dari gudang dan berakhir di gudang UMKM Setya Makmur *Poultry*, maka didapatkan urutan rute perjalanan adalah G-15-8-10-11-G dengan jarak tempuh 18,55 Km dan membutuhkan waktu tempuh selama 56 menit serta biaya distribusi sebesar Rp 30.904,3.

4.2.3.3 Waktu Pengiriman Berdasarkan Matriks Waktu Metode *Nearest Neighbour*

Pada tabel 4.39 sampai tabel 4.43 merupakan uraian waktu pengiriman satu hari selama 5 hari kerja dalam satu minggu berdasarkan penentuan rute menggunakan matriks waktu.

A. Waktu Pengiriman Hari Senin

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Senin

Tabel 4.39 Waktu Pengiriman Hari Senin

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	25 (L)	125	10.05
G-1	10.05	1,1 km	9 menit	4 (U)	20	10.34
1-5	10.34	2,5 km	8 menit	5 (U)	25	11.07
5-23	11.07	0,3 km	4 menit	5 (U)	25	11.36
Istirahat	11.36	0	90	0	0	13.06
23-3	13.06	0,7 km	5 menit	6 (U)	30	13.41
3-17	13.41	1,5 km	6 menit	5 (U)	25	14.12
17-G	14.12	4,5 km	12 menit	0	0	14.24
Total		10,8	164 menit	25	250	

B. Waktu Pengiriman Hari Selasa

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Selasa

Tabel 4.40 Waktu Pengiriman Hari Selasa

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0	30 menit	0	0	08.00
G	08.00	0	0	21 (L)	115	09.55
G-14	09.55	1,9 km	10 menit	5 (U)	25	10.25
14-4	10.25	1,8 km	7 menit	4 (U)	20	10.52
4-16	10.52	0,85 km	6 menit	6 (U)	30	11.28
Istirahat	11.28	0	90	0	0	12.58
16-18	12.58	1,1 km	5 menit	6 (U)	30	13.33
18-G	13.33	5 km	12 menit	0	0	13.45
Total		10,65 km	160 menit	21	220	

C. Waktu Pengiriman Hari Rabu

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Rabu

Tabel 4.41 Waktu Pengiriman hari Rabu

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	24 (L)	120	10.00
G-12	10.00	3,5 km	11 menit	5 (U)	25	10.36
12-19	10.36	4,2 km	12 menit	4 (U)	20	11.08
19-6	11.08	6,3 km	10 menit	5 (U)	25	11.43
Istirahat	11.43	0	90	0	0	13.13
6-7	13.13	4,9 km	11 menit	4 (U)	20	13.44
7-21	13.44	0,55 km	4 menit	6 (U)	30	14.18
21-G	14.18	5,5 km	13 menit	0	0	14.31
Total		22, 15 km	181 menit	24	240	

D. Waktu Pengiriman Hari Kamis

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Kamis

Tabel 4.42 Waktu Pengiriman Hari Kamis

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	25 (L)	125	10.05
G-2	10.00	2 km	12 menit	5 (U)	25	10.42
2-13	10.42	2,7 km	9 menit	4 (U)	20	11.11
13-20	11.11	1,5 km	7 menit	5 (U)	25	11.43
Istirahat	11.43	0	90 menit	0	0	13.13
20-22	13.13	2,9 km	10 menit	6 (U)	30	13.53
22-9	13.53	0,9 km	5 menit	5 (U)	25	14.23
9-G	14.23	4,9	13 menit	0	0	14.36
Total		14,9	176 menit	25	250	

E. Waktu Pengiriman Hari Jumat

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Jumat

Tabel 4.43 Waktu Pengiriman Hari Jumat

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	21 (L)	115	09.55
G-15	09.55	4,1 km	12 menit	6 (U)	30	10.37
15-8	10.37	4,8 km	14 menit	6 (U)	30	11.21
8-10	11.21	2,7 km	9 menit	5 (U)	25	11.54
Istirahat	11.54	0	90 menit	0	0	13.24
10-11	13.24	0,85 km	5 menit	4 (U)	20	13.49
11-G	13.49	6,1 km	16 menit	0	0	14.05
Total		18,55 km	176 menit	21	220	

4.2.3.4 Biaya Distribusi Berdasarkan Matriks Waktu Metode *Nearest Neighbour*

Berikut merupakan tabel 4.44 total biaya distribusi berdasarkan matriks waktu metode *nearest insertion* :

Tabel 4.44 Biaya Distribusi Berdasarkan Waktu Metode *Nearest Neighbour*

Hari	Rute	Armada	Permintaan (Karung)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total Biaya (Rp)
Senin	G-1-5-23-3-17-G	1	25	10,8 km	44 menit	Rp17.992,8
Selasa	G-14-4-16-18-G	1	21	10,65 km	40 menit	Rp17.742,9
Rabu	G-12-19-6-7-21-G	1	24	22,15 km	61 menit	Rp36.901,9
Kamis	G-2-13-20-22-9-G	1	25	14,9 km	56 menit	Rp24.823,4
Jumat	G-15-8-10-11-G	1	21	18,55 km	56 menit	Rp30.904,3
Total			116	77,05 km	257 menit	Rp128.365,3

4.2.3.5 Pengurutan Rute Matriks Waktu Metode *Nearest Insertion*

A. Rute Armada Hari Senin

a) Rute 1

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *nearest insertion*

1. Rute dimulai dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Selanjutnya dipilih lokasi pelanggan terdekat dari G, yaitu pelanggan 1 dan dibentuk *subtour* (i) G-1-G.

Pelanggan terdekat dari *subtour* (i) adalah pelanggan 5 sehingga terbentuk *subtour* (ii) G-1-5-G. Seterusnya sampai tersisa satu pelanggan terakhir yang belum dimasukkan kedalam *subtour* yang ada pada tabel 4.45 dengan mempertimbangkan kapasitas angkut 25 karung.

Tabel 4.45 Penyusunan Subtour *Nearest Insertion*

Penambahan Pelanggan	<i>Subtour</i>	Total Waktu (Menit)	Total Karung
G	(i) G	0 menit	0 karung
1	(ii) G-1-G	18 menit	4 karung
5	(iii) G-1-5-G	28 menit	4+5=9 karung
23	(iv) G-1-5-23-G	30 menit	4+5+5=14 karung
3	(v) G-1-5-23-3-G	40 menit	4+5+5+6=20 karung

- Langkah berikutnya adalah menyisipkan pelanggan yang tersisa dan terdekat dengan pelanggan 3 yaitu pelanggan 17 dimasukkan kedalam *subtour* dengan menghitung nilai pinalti terlebih dahulu yang dipilih nilai pinalti terkecil, perhitungan ada pada tabel 4.46.

Tabel 4.46 Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 17

Arc	Penyisipan	$S_{i,j}=C_{i,k}+C_{j,k}-C_{i,j}$	<i>Subtour</i> Terbentuk
G-1	17	12+10-9=13 menit	G-1-5-23-3-17-G
1-5	17	10+5-8=7 menit	
5-23	17	5+5-4=6 menit	
23-3	17	5+6-5=6 menit	
3-G	17	6+12-14=4 menit	

- Subtour* terbentuk yaitu G-1-5-23-3-17-G, nilai pinalti terkecil dan terpilih yaitu 4 menit, sehingga pelanggan 17 disisipkan pada rute sebelum G dan setelah pelanggan 3. Total jarak yaitu 10,8 Km dengan waktu tempuh selama 44 menit, serta biaya distribusi sebesar Rp 17.992,8, dan total muat angkut sebanyak 25 karung.

B. Rute Armada Hari Selasa

b) Rute 2

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode

nearest insertion :

1. Rute dimulai dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Selanjutnya dipilih lokasi pelanggan terdekat dari G, yaitu pelanggan 14 dan dibentuk *subtour* (i) G-14-G. Pelanggan terdekat dari *subtour* (i) adalah pelanggan 4 sehingga terbentuk *subtour* (ii) G-14-4-G. Seterusnya sampai tersisa satu pelanggan terakhir yang belum dimasukkan kedalam *subtour* yang ada pada tabel 4.47 dengan mempertimbangkan kapasitas angkut yaitu 25 karung.

Tabel 4.47 Penyusunan Subtour *Nearest Insertion*

Penambahan Pelanggan	Subtour	Total Waktu (Menit)	Total Karung
G	(i) G	0 menit	0 karung
14	(ii) G-14-G	20 menit	5 karung
4	(iii) G-14-4-G	31 menit	5+4=9 karung
16	(iv) G-14-4-16-G	34 menit	5+4+6=15 karung

2. Langkah berikutnya adalah menyisipkan pelanggan yang tersisa dan terdekat dengan pelanggan 16 yaitu pelanggan 18 dimasukkan kedalam *subtour* dengan menghitung nilai pinalti terlebih dahulu yang dipilih nilai pinalti terkecil, perhitungan ada pada tabel 4.48.

Tabel 4.48 Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 4

Arc	Penyisipan	$S_{i,j}=C_{i,k}+C_{j,k}-C_{i,j}$	Subtour Terbentuk
G-14	18	12+10-10=12 menit	G-14-4-18-16-G
14-4	18	10+6-7=9 menit	
4-16	18	6+5-6=5 menit	
16-G	18	5+12-11=6 menit	

3. *Subtour* terbentuk yaitu G-14-4-18-16-G, nilai pinalti terkecil dan terpilih yaitu 5 menit, sehingga pelanggan 18 disisipkan pada rute sebelum pelanggan 16 dan setelah pelanggan 4. Total jarak yaitu 10 Km dengan waktu tempuh selama 39 menit, serta biaya distribusi sebesar Rp 16.660, dan total muat angkut sebanyak 21 karung.

C. Rute Armada Hari Rabu

c) Rute 3

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *nearest insertion* :

1. Rute dimulai dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Selanjutnya dipilih lokasi pelanggan terdekat dari G, yaitu pelanggan 12 dan dibentuk *subtour* (i) G-12-G. Pelanggan terdekat dari *subtour* (i) adalah pelanggan 19 sehingga terbentuk *subtour* (ii) G-12-19-G. Seterusnya sampai tersisa satu pelanggan terakhir yang belum dimasukkan kedalam *subtour* yang ada pada tabel 4.49 dengan mempertimbangkan kapasitas angkut yaitu 25 karung.

Tabel 4.49 Penyusunan Subtour *Nearest Insertion*

Penambahan Pelanggan	Subtour	Total Waktu (Menit)	Total Karung
G	(i) G	0 menit	0 karung
12	(ii) G-12-G	22 menit	5 karung
19	(iii) G-12-19-G	34 menit	5+4=9 karung
6	(iv) G-12-19-6-G	49 menit	5+4+5=14 karung
7	(v) G-12-19-6-7-G	57 menit	5+4+5+4=18 karung

2. Langkah berikutnya adalah menyisipkan pelanggan yang tersisa dan terdekat dengan pelanggan 7 yaitu pelanggan 21 dimasukkan kedalam *subtour* dengan menghitung nilai pinalti terlebih dahulu yang dipilih nilai pinalti terkecil, perhitungan ada pada tabel 4.50.

Tabel 4.50 Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 9

Arc	Penyisipan	$S_{i,j}=C_{i,k}+C_{j,k}-C_{i,j}$	Subtour Terpentak
G-12	21	13+19-11=21 menit	G-12-19-6-21-7-G
12-19	21	19+16-12=23 menit	
19-6	21	16+11-10=17 menit	
6-7	21	11+4-11=4 menit	
7-G	21	4+13-13=4 menit	

3. *Subtour* terbentuk yaitu G-12-19-6-21-7-G, nilai pinalti terkecil dan terpilih yaitu 4 menit, sehingga pelanggan 21 disisipkan pada rute sebelum pelanggan 7 dan setelah pelanggan 6. Total jarak yaitu 20,95 Km dengan waktu tempuh selama 61 menit, serta biaya distribusi sebesar Rp 34.902,7, dan total muat angkut sebanyak 24 karung.

D. Rute Armada Hari Kamis

d) Rute 4

Rute perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *nearest insertion*

1. Rute dimulai dari gudang UMKM Setya Makmur *Poultry* (G). Selanjutnya dipilih lokasi pelanggan terdekat dari G, yaitu pelanggan 2 dan dibentuk *subtour* (i) G-2-G. Pelanggan terdekat dari *subtour* (i) adalah pelanggan 13 sehingga terbentuk *subtour* (ii) G-2-13-G. Seterusnya sampai tersisa satu pelanggan terakhir yang belum dimasukkan ke dalam *subtour* yang ada pada tabel 4.51 dengan mempertimbangkan kapasitas angkut yaitu 25 karung.

Tabel 4.51 Penyusunan Subtour *Nearest Insertion*

Penambahan Pelanggan	Subtour	Total Waktu (Menit)	Total Karung
G	(i) G	0 menit	0 karung
2	(ii) G-2-G	24 menit	5 karung
13	(iii) G-2-13-G	34 menit	5+4=9 karung
20	(iv) G-2-13-20-G	40 menit	5+4+5=14 karung
22	(v) G-2-13-20-22-G	51 menit	5+4+5+6=20 karung

2. Langkah berikutnya adalah menyisipkan pelanggan yang tersisa dan terdekat dengan pelanggan 22 yaitu pelanggan 9 dimasukkan ke dalam *subtour* dengan menghitung nilai

pinalti terlebih dahulu yang dipilih nilai pinalti terkecil, perhitungan ada pada tabel 4.52.

Tabel 4.52 Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 10

Arc	Penyisipan	$S_{i,j}=C_{i,k}+C_{j,k}-C_{i,j}$	Subtour Terbentuk
G-2	9	$13+15-12=16$ menit	G-2-13-20-22-9-G
2-13	9	$15+12-9=18$ menit	
13-20	9	$12+13-7=18$ menit	
20-22	9	$13+5-10=8$ menit	
22-G	9	$5+13-13=5$ menit	

3. *Subtour* terbentuk yaitu G-2-13-20-22-9-G, nilai pinalti terkecil dan terpilih yaitu 5 menit, sehingga pelanggan 9 disisipkan pada rute sebelum G dan setelah pelanggan 22. Total jarak yaitu 14,9 Km dengan waktu tempuh selama 56 menit, serta biaya distribusi sebesar Rp 24.823,4, dan total muat angkut sebanyak 25 karung

E. Rute Armada Hari Jumat

e) Rute 5

Rute Perjalanan yang terbentuk dengan menggunakan metode *nearest insertion*

1. Rute dimulai dari gudang UMKM Setya Makmur Poultry (G). Selanjutnya dipilih lokasi pelanggan terdekat dari G, yaitu pelanggan 15 dan dibentuk *subtour* (i) G-15-G. Pelanggan terdekat dari *subtour* (i) adalah pelanggan 8 sehingga terbentuk *subtour* (ii) G-15-8-G. Seterusnya sampai tersisa satu pelanggan terakhir yang belum dimasukkan kedalam *subtour* yang ada pada tabel 4.53 dengan mempertimbangkan kapasitas angkut yaitu 25 karung.

Tabel 4.53 Penyusunan Subtour *Nearest Insertion*

Penambahan Pelanggan	Subtour	Total Waktu (Menit)	Total Karung
G	(i) G	0 menit	0 karung
15	(ii) G-15-G	24 menit	6 karung
8	(iii) G-15-8-G	38 menit	6+6=12 karung
10	(iv) G-15-8-10-G	49 menit	6+6+5=17 karung

2. Langkah berikutnya adalah menyisipkan pelanggan yang tersisa dan terdekat dengan pelanggan 10 yaitu pelanggan 11 dimasukkan kedalam *subtour* dengan menghitung nilai pinalti terlebih dahulu yang dipilih nilai pinalti terkecil, perhitungan ada pada tabel 4.54.

Tabel 4.54 Perhitungan Pinalti Penyisipan Pelanggan 11

Arc	Penyisipan	$S_{i,j}=C_{i,k}+C_{j,k}-C_{i,j}$	Subtour Terbentuk
G-15	11	$16+17-12=21$ menit	G-15-8-11-10-G
15-8	11	$17+10-14=21$ menit	
8-10	11	$10+5-9=6$ menit	
10-G	11	$5+16-14=7$ menit	

3. *Subtour* terbentuk yaitu G-11-21-7-8-G, nilai pinalti terkecil dan terpilih yaitu 6 menit, sehingga pelanggan 11 disisipkan pada rute sebelum pelanggan 10 dan setelah pelanggan 8. Total jarak yaitu 18,45 Km dengan waktu tempuh selama 55 menit, serta biaya distribusi sebesar Rp 30.737,7, dan total muat angkut sebanyak 21 karung

4.2.3.6 Waktu Pengiriman Berdasarkan Matriks Waktu Metode *Nearest Insertion*

Pada tabel 4.55 sampai tabel 4.59 merupakan uraian waktu pengiriman satu hari selama 5 hari kerja dalam satu minggu berdasarkan penentuan rute menggunakan matriks waktu

A. Waktu Pengiriman Hari Senin

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Senin

Tabel 4.55 Waktu Pengiriman Hari Senin

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	25 (L)	125	10.05
G-1	10.05	1,1 km	9 menit	4 (U)	20	10.34
1-5	10.34	3,8 km	10 menit	5 (U)	25	11.09
5-23	11.09	3 km	8 menit	5 (U)	25	11.42
Istirahat	11.42	0	90	0	0	13.12
23-3	13.12	0,7 km	5 menit	6 (U)	30	13.47
3-17	13.47	1,5 km	6 menit	5 (U)	25	14.18
17-G	14.18	4,5 km	12 menit	0	0	14.30
Total		10,8	164 menit	25	250	

B. Waktu Pengiriman Hari Selasa

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Selasa

Tabel 4.56 Waktu Pengiriman Hari Selasa

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0	30 menit	0	0	08.00
G	08.00	0	0	21 (L)	115	09.55
G-14	09.55	1,9 km	10 menit	5 (U)	25	10.25
14-4	10.25	1,8 km	7 menit	4 (U)	20	10.52
4-18	10.52	1,7 km	6 menit	6 (U)	30	11.28
Istirahat	11.28	0	90	0	0	12.58
18-16	12.58	1,1 km	5 menit	6 (U)	30	13.33
16-G	13.33	3,5 km	11 menit	0	0	13.44
Total		10 km	160 menit	21	220	

C. Waktu Pengiriman Hari Rabu

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Rabu

Tabel 4.57 Waktu Pengiriman Hari Rabu

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	24 (L)	120	10.00
G-12	10.00	3,5 km	11 menit	5 (U)	25	10.36
12-19	10.36	4,2 km	12 menit	4 (U)	20	11.08
19-6	11.08	6,3 km	10 menit	5 (U)	25	11.43
Istirahat	11.43	0	90	0	0	13.13
6-21	13.13	4,5 km	11 menit	4 (U)	20	13.44

21-7	13.44	0,55 km	4 menit	6 (U)	30	14.18
7-G	14.18	5,6 km	13 menit	0	0	14.31
Total		20,95 km	181 menit	24	240	

D. Waktu Pengiriman Hari Kamis

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Kamis

Tabel 4.58 Waktu Pengiriman Hari Kamis

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	25 (L)	125	10.05
G-2	10.00	2 km	12 menit	5 (U)	25	10.42
2-13	10.42	2,7 km	9 menit	4 (U)	20	11.11
13-20	11.11	1,5 km	7 menit	5 (U)	25	11.43
Istirahat	11.43	0	90 menit	0	0	13.13
20-22	13.13	2,9 km	10 menit	6 (U)	30	13.53
22-9	13.53	0,9 km	5 menit	5 (U)	25	14.23
9-G	14.23	4,9	13 menit	0	0	14.36
Total		14,9	176 menit	25	250	

E. Waktu Pengiriman Hari Jumat

Berikut merupakan waktu pengiriman hari Jumat

Tabel 4.59 Pengiriman Hari Jumat

Posisi	Waktu Mulai	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)	Loading / Unloading		Waktu Selesai
				Jumlah (Karung)	Waktu (Menit)	
<i>Set Up</i>	07.30	0	30	0	0	08.00
G	08.00	0	0	21 (L)	115	09.55
G-15	09.55	4,1 km	12 menit	6 (U)	30	10.37
15-8	10.37	4,8 km	14 menit	6 (U)	30	11.21
8-11	11.21	3,5 km	10 menit	5 (U)	25	11.55
Istirahat	11.55	0	90 menit	0	0	13.25
11-10	13.25	0,85 km	5 menit	4 (U)	20	13.50
10-G	13.50	5,3 km	14 menit	0	0	14.03
Total		18,45 km	176 menit	21	220	

4.2.3.7 Biaya Distribusi Berdasarkan Waktu Metode *Nearest Insertion*

Berikut pada tabel 4.60 merupakan biaya distribusi usulan berdasarkan jarak dengan perhitungan pada sub bab 4.2.3.5.

Tabel 4.60 Tabel Biaya Distribusi Berdasarkan Waktu Metode *Nearest Insertion*

Hari	Rute	Armada	Permintaan (Karung)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total Biaya (Rp)
Senin	G-1-5-23-3-17-G	1	25	10,8 km	44 menit	Rp17.992,8
Selasa	G-14-4-18-16-G	1	21	10 km	39 menit	Rp16.660
Rabu	G-12-19-6-21-7-G	1	24	20,95 km	61 menit	Rp34.902,7
Kamis	G-2-13-20-22-9-G	1	25	14,9 km	56 menit	Rp24.823,4
Jumat	G-15-8-10-11-G	1	21	18,45 km	55 menit	Rp30.737,7
Total			116	75,1 km	255 menit	Rp125.116,6

4.3 Analisa

Dari hasil perhitungan pengolahan data menggunakan metode *nearest neighbour*, dan *nearest insertion*. Maka bisa dilakukan perbandingan antara hasil dari metode *nearest neighbour*, dan *nearest insertion* berdasarkan matriks jarak dan waktu untuk memilih hasil usulan yang lebih optimal. Setelah didapatkan hasil usulan yang lebih optimal, kemudian dibandingkan dengan perusahaan saat ini. Faktor yang dibandingkan antara lain jarak tempuh, waktu tempuh, dan biaya distribusi.

Analisa pada pengolahan data digunakan untuk mengetahui hasil usulan terbaik dari perbandingan antara penentuan rute dengan menggunakan metode penyelesaian *nearest neighbour*, dan *nearest insertion* berdasarkan matriks jarak dan matriks waktu. Setelah didapatkan hasil usulan dari perbandingan kedua metode tersebut, maka hasil usulan dibandingkan dengan rute perusahaan saat ini seperti pada tabel 4.61 sampai tabel 4.65.

Tabel 4.61 Rute Perusahaan Saat Ini

Hari	Rute	Armada	Permintaan (Boks)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total Biaya (Rp)
Senin	G-2-14-5-11-9-G	1	24	21,4	186	Rp 35.652,4
Selasa	G-19-4-18-1-20-G	1	22	23,3	183	Rp 38.817,8
Rabu	G-21-7-15-8-17-G	1	27	27,15	189	Rp 45.231,9
Kamis	G-6-12-22-10-G	1	21	27,4	193	Rp 45.648,4
Jumat	G-16-13-23-3-G	1	21	15,1	173	Rp 25.156,6
Total			116	114,35	924	Rp 190.507,1

Keterangan :

G : Gudang

Nomor 1-23 : Kode Pelanggan

Tabel 4.62 Rute Berdasarkan Jarak Metode *Nearest Neighbour*

Hari	Rute	Armada	Permintaan (Karung)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total Biaya (Rp)
Senin	G-1-14-15-3-19-G	1	25	11,9	55	Rp19.825,4
Selasa	G-2-13-20-4-16-G	1	24	12,25	56	Rp20.408,5
Rabu	G-5-23-17-6-9-G	1	25	19,7	64	Rp32.820,2
Kamis	G-12-18-22-10-G	1	22	17,65	52	Rp29.404,9
Jumat	G-21-7-8-11-G	1	20	16,6	50	Rp27.655,6
Total			116	78,1	277	Rp130.114,6

Keterangan :

G : Gudang

Nomor 1-23 : Kode Pelanggan

Tabel 4.63 Rute Berdasarkan Jarak Metode *Nearest Insertion*

Hari	Rute	Armada	Permintaan (Karung)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total Biaya (Rp)
Senin	G-1-14-15-19-3-G	1	25	11,9	48	Rp19.825,4
Selasa	G-2-13-20-16-4-G	1	24	11,75	52	Rp19.575,5
Rabu	G-5-23-17-6-9-G	1	25	19,7	64	Rp32.820,2
Kamis	G-12-18-22-10-G	1	22	17,65	52	Rp29.404,9
Jumat	G-11-21-7-8-G	1	20	16,4	48	Rp27.322,4
Total			116	77,4	264	Rp128.948,4

Keterangan :

G : Gudang

Nomor 1-23 : Kode Pelanggan

Tabel 4.64 Rute Berdasarkan Waktu Metode *Nearest Neighbour*

Hari	Rute	Armada	Permintaan (Karung)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total Biaya (Rp)
Senin	G-1-5-23-3-17-G	1	25	10,8 km	44 menit	Rp17.992,8
Selasa	G-14-4-16-18-G	1	21	10,65 km	40 menit	Rp17.742,9
Rabu	G-12-19-6-7-21-G	1	24	22,15 km	61 menit	Rp36.901,9
Kamis	G-2-13-20-22-9-G	1	25	14,9 km	56 menit	Rp24.823,4
Jumat	G-15-8-10-11-G	1	21	18,55 km	56 menit	Rp30.904,3
Total			116	77,05 km	257 menit	Rp128.365,3

Keterangan :

G : Gudang

Nomor 1-23 : Kode Pelanggan

Tabel 4.65 Rute Berdasarkan Waktu Metode *Nearest Insertion*

Hari	Rute	Armada	Permintaan (Karung)	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total Biaya (Rp)
Senin	G-1-5-23-3-17-G	1	25	10,8 km	44 menit	Rp17.992,8
Selasa	G-14-4-18-16-G	1	21	10 km	39 menit	Rp16.660
Rabu	G-12-19-6-21-7-G	1	24	20,95 km	61 menit	Rp34.902,7
Kamis	G-2-13-20-22-9-G	1	25	14,9 km	56 menit	Rp24.823,4
Jumat	G-15-8-10-11-G	1	21	18,45 km	55 menit	Rp30.737,7
Total			116	75,1 km	255 menit	Rp125.116,6

Keterangan :

G : Gudang

Nomor 1-23 : Kode Pelanggan

Berdasarkan pada tabel 4.62 sampai tabel 4.65 dapat diperoleh persentase penghematan antara rute metode *nearest neighbour*, dan *nearest insertion* berdasarkan matriks jarak dan matriks waktu yang kemudian diperoleh persentase perusahaan saat ini dengan rute usulan terbaik antara lain total jarak, waktu tempuh, dan biaya distribusi yaitu :

A. Berdasarkan Matriks Jarak

Berikut merupakan perhitungan selisih penghematan antara rute berdasarkan matriks jarak metode *nearest neighbour* dengan rute berdasarkan matriks jarak metode *nearest insertion* berdasarkan kedekatan jarak dalam pengurutan rute :

1. Penghematan Total Jarak

=

$$\frac{\text{total jarak rute metode nearest neighbour} - \text{total jarak rute metode nearest insertion}}{\text{total jarak rute metode nearest neighbour}} \times 100\%$$

$$= \frac{78,1 - 77,4}{78,1} \times 100\%$$

$$= \frac{0,7}{78,1} \times 100\%$$

$$= 0,896\%$$

2. Penghematan Waktu Tempuh

=

$$\frac{\text{total waktu tempuh metode nearest neighbour} - \text{total waktu tempuh metode nearest insertion}}{\text{total waktu tempuh metode nearest neighbour}} \times 100\%$$

$$= \frac{277 - 264}{277} \times 100\%$$

$$= \frac{13}{277} \times 100\%$$

$$= 0,4 \%$$

3. Penghematan Biaya Distribusi

$$= \frac{\text{total biaya metode nearest neighbour} - \text{total biaya metode nearest insertion}}{\text{total biaya nearest neighbour}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp}130.114,6 - \text{Rp}128.948,4}{\text{Rp}130.114,6} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp}1166,2}{\text{Rp}130.114,6} \times 100\%$$

$$= 0,896\%$$

B. Berdasarkan Matriks Waktu

Berikut merupakan perhitungan selisih penghematan antara rute berdasarkan matriks jarak metode *nearest neighbour* dengan rute berdasarkan matriks jarak metode *nearest insertion* berdasarkan kedekatan waktu dalam pengurutan rute :

1. Penghematan Total Jarak

=

$$\frac{\text{total jarak rute metode nearest neighbour} - \text{total jarak rute metode nearest insertion}}{\text{total jarak rute metode nearest neighbour}} \times 100\%$$

$$= \frac{77,05 - 75,1}{77,05} \times 100\%$$

$$= \frac{1,95}{77,05} \times 100\%$$

$$= 0,25\%$$

2. Penghematan Waktu Tempuh

=

$$\frac{\text{total waktu metode nearest neighbour} - \text{total waktu tempuh metode nearest insertion}}{\text{total waktu nearest neighbour}} \times 100\%$$

$$= \frac{257 - 255}{257} \times 100\%$$

$$= \frac{2}{257} \times 100\%$$

$$= 0,778 \%$$

3. Penghematan Biaya Distribusi

$$= \frac{\text{total biaya metode nearest neighbour} - \text{total biaya metode nearest insertion}}{\text{total biaya nearest neighbour}} \times 100\%$$

$$= \frac{Rp\ 128.365,3 - Rp\ 125.116,6}{Rp\ 128.365,3} \times 100\%$$

$$= \frac{Rp\ 3.248,7}{Rp\ 128.365,3} \times 100\%$$

$$= 0,25\%$$

Setelah didapatkan perbandingan antara metode *nearest neighbour* dan metode *nearest insertion* didapatkan hasil penghematan terbesar dengan menggunakan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks jarak dan matriks waktu. Penghematan total jarak didapatkan berdasarkan matriks jarak yaitu 0,7 km dengan persentase sebesar 0,896%. Penghematan waktu tempuh didapatkan berdasarkan matriks jarak yaitu 13 menit dengan persentase sebesar 0,4%. Penghematan biaya distribusi didapatkan berdasarkan matriks jarak yaitu Rp 1.166,2 dengan persentase sebesar 0,896%. Kemudian penghematan total jarak didapatkan berdasarkan matriks waktu yaitu 1,95 km dengan persentase sebesar 0,25%. Penghematan waktu tempuh didapatkan berdasarkan matriks waktu yaitu 2 menit dengan persentase sebesar 0,778%. Penghematan biaya distribusi didapatkan berdasarkan matriks waktu yaitu Rp 3.248,7 dengan persentase sebesar 0,25%. Setelah didapatkan hasil optimal yaitu metode *nearest insertion* berdasarkan matriks jarak dan matriks waktu, selanjutnya adalah menghitung selisih atau perbandingan antara metode *nearest insertion* berdasarkan matriks jarak dengan rute perusahaan dan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks waktu dengan perusahaan. Pada hasil akhir adalah menghitung selisih atau perbandingan antara metode *nearest insertion* berdasarkan matriks jarak dengan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks waktu.

A. Berdasarkan Matriks Jarak

Berikut merupakan perhitungan selisih penghematan antara rute perusahaan dengan rute berdasarkan matriks jarak metode *nearest insertion* berdasarkan kedekatan jarak dalam pengurutan rute

1. Penghematan Total Jarak

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{total jarak rute perusahaan} - \text{total jarak rute metode nearest insertion}}{\text{total jarak rute perusahaan}} \times 100\% \\ &= \frac{114,35 - 77,4}{114,35} \times 100\% \\ &= \frac{36,95}{114,35} \times 100\% \\ &= 32\% \end{aligned}$$

2. Penghematan Waktu Tempuh

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{total waktu perusahaan} - \text{total waktu tempuh metode nearest insertion}}{\text{total waktu perusahaan}} \times 100\% \\ &= \frac{924 - 264}{924} \times 100\% \\ &= \frac{660}{924} \times 100\% \\ &= 71\% \end{aligned}$$

3. Penghematan Biaya Distribusi

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{total biaya perusahaan} - \text{total biaya metode nearest insertion}}{\text{total biaya perusahaan}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{Rp } 190.507,1 - \text{Rp } 128.948,4}{\text{Rp } 190.507,1} \times 100\% \\ &= \frac{\text{Rp } 61.558,7}{\text{Rp } 190.507,1} \times 100\% \\ &= 32\% \end{aligned}$$

B. Berdasarkan Matriks Waktu

Berikut merupakan perhitungan selisih penghematan antara rute perusahaan dengan rute berdasarkan matriks waktu metode *nearest insertion* berdasarkan kedekatan jarak dalam pengurutan rute.

1. Penghematan Total Jarak

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{total jarak rute perusahaan} - \text{total jarak rute metode nearest insertion}}{\text{total jarak rute perusahaan}} \times 100\% \\ &= \frac{114,35 - 75,1}{114,35} \times 100\% \\ &= \frac{39,25}{114,35} \times 100\% \\ &= 34\% \end{aligned}$$

2. Penghematan Waktu Tempuh

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{total waktu perusahaan} - \text{total waktu tempuh metode nearest insertion}}{\text{total waktu perusahaan}} \times 100\% \\
 &= \frac{924 - 255}{924} \times 100\% \\
 &= \frac{669}{924} \times 100\% \\
 &= 72\%
 \end{aligned}$$

3. Penghematan Biaya Distribusi

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{total biaya perusahaan} - \text{total biaya metode nearest insertion}}{\text{total biaya perusahaan}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp } 190.507,1 - \text{Rp } 125.116,6}{\text{Rp } 190.507,1} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp } 65.390,5}{\text{Rp } 190.507,1} \times 100\% \\
 &= 34\%
 \end{aligned}$$

C. Selisih Antara Penentuan Rute Berdasarkan Matriks Jarak Dan Matriks Waktu

Berikut merupakan perhitungan selisih penghematan antara usulan rute berdasarkan matriks jarak dan matriks waktu menggunakan metode *nearest insertion* berdasarkan kedekatan jarak dalam pengurutan rute :

1. Penghematan Total Jarak

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{total jarak usulan 1} - \text{total jarak usulan 2}}{\text{total jarak usulan 1}} \times 100\% \\
 &= \frac{77,4 - 75,1}{77,4} \times 100\% \\
 &= \frac{2,3}{77,4} \times 100\% \\
 &= 2,9\%
 \end{aligned}$$

2. Penghematan Waktu Tempuh

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{total waktu tempuh usulan 1} - \text{total waktu tempuh usulan 2}}{\text{total waktu tempuh usulan 1}} \times 100\% \\
 &= \frac{264 - 255}{264} \times 100\% \\
 &= \frac{9}{264} \times 100\% \\
 &= 3,4\%
 \end{aligned}$$

3. Penghematan Biaya Distribusi

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{total biaya distribusi usulan 1} - \text{total biaya distribusi usulan 2}}{\text{total biaya distribusi usulan 1}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp } 128.948,4 - \text{Rp } 125.116,6}{\text{Rp } 128.365,3} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp } 3.831,8}{\text{Rp } 128.948,4} \times 100\% \\
 &= 2,9\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.66 Tabel Hasil Perhitungan

	Kapasitas	Hasil		
		Total Jarak (Km)	Total Waktu Tempuh (Menit)	Total Biaya Distribusi (Rp)
Perusahaan	116	114,35	924	Rp190.507,1
<i>Nearest Neighbour</i> Matriks Jarak	116	78,01	277	Rp130.114,6
<i>Nearest Neighbour</i> Matriks Waktu	116	77,05	257	Rp128.948,4
<i>Nearest Insertion</i> Matriks Jarak	116	77,4	264	Rp128.365,3
<i>Nearest Insertion</i> Matriks Waktu	116	75,1	255	Rp125.116,6

Berdasarkan tabel 4.66 menunjukkan hasil penyelesaian dengan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks waktu mempunyai rute yang lebih optimal dibandingkan dengan yang lain dan menjadikan rute usulan untuk perusahaan, karena mempunyai total jarak yang paling rendah yaitu 75,1 km, total waktu tempuh yang paling rendah yaitu 255 menit, total biaya diastribusi yang paling rendah yaitu Rp 125.116,6.

4.4 Hipotesa

Pada penelitian kali ini terdapat dua hasil yaitu pertimbangan rute berdasarkan matriks jarak dan matriks waktu dengan pengurutan rute menggunakan metode *nearest insertion*. Berikut merupakan hasil perbandingan berdasarkan penentuan rute berdasarkan matriks jarak dan matriks waktu, total jarak, total waktu tempuh, dan biaya distribusi kondisi awal perusahaan dengan metode *nearest insertion*.

I. Berdasarkan Matriks Jarak dan Matriks Waktu

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

A. Penghemaran Total Jarak

Total jarak awal distribusi UMKM Setya Makmur *Poultry* pada saat ini dengan 5 hari kerja per minggu menempuh jarak 114,35 km, sedangkan penentuan rute menggunakan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks jarak menempuh jarak sejauh 77,4 km dengan penghematan sebesar 36,95 km atau presentase sebesar 32%. Penentuan rute berdasarkan matriks waktu menempuh jarak 75,1 km dengan penghematan sebesar 39,25 km atau presentase sebesar 34%.

Hal ini menunjukkan bahwa rute usulan dengan menggunakan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks waktu merupakan rute yang optimal dikarenakan rute usulan memiliki total jarak tempuh lebih kecil dibandingkan dengan jarak tempuh perusahaan saat ini.

B. Penghematan Waktu Tempuh

Total waktu tempuh awal distribusi UMKM Setya Makmur *Poultry* pada saat ini dengan 5 hari kerja per minggu membutuhkan waktu tempuh selama 924 menit, sedangkan penentuan rute menggunakan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks jarak membutuhkan waktu sebesar 264 menit dengan penghematan sebesar 660 menit atau presentase sebesar 71%. Penentuan rute berdasarkan saving waktu membutuhkan waktu sebesar 255 menit dengan penghematan sebesar 669 menit atau presentase sebesar 72%.

Hal ini menunjukkan bahwa rute usulan dengan menggunakan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks waktu merupakan rute yang optimal dikarenakan rute usulan memiliki total waktu tempuh lebih kecil dibandingkan dengan waktu tempuh perusahaan saat ini

C. Penghematan Biaya Distribusi

Total Biaya awal distribusi UMKM Setya Makmur *Poultry* pada saat ini dengan 5 hari kerja per minggu membutuhkan biaya sebesar Rp

190.507,1 sedangkan penentuan rute menggunakan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks jarak membutuhkan biaya sebesar Rp 128.948,4 dengan penghematan sebesar Rp 61.558,7 atau presentase sebesar 32%. Penentuan rute berdasarkan matriks waktu membutuhkan biaya sebesar Rp 125.116,6 dengan penghematan sebesar Rp 65.390,5 atau persentase sebesar 34%.

Hal ini menunjukkan bahwa rute usulan dengan menggunakan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks waktu merupakan rute yang optimal dikarenakan rute usulan memiliki total biaya distribusi lebih kecil dibandingkan dengan biaya perusahaan saat ini.

II. Perbandingan Penentuan Rute Antara Matriks Jarak Dan Matriks Waktu

Berikut merupakan perbandingan selisih penentuan rute usulan 1 dengan matriks jarak dan usulan 2 dengan matriks waktu, antara total jarak, waktu tempuh, dan biaya distribusi :

A. Penghematan Total Jarak

Total jarak berdasarkan matriks jarak menempuh jarak 77,4 km, sedangkan total jarak matriks waktu menempuh jarak 75,1 km. Selisih dari jarak kedua usulan yaitu 2,3 km dengan presentase 2,9% km. Hal ini menunjukkan bahwa rute dengan menggunakan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks waktu merupakan rute yang optimal dikarenakan rute usulan memiliki total jarak tempuh lebih kecil dibandingkan dengan jarak tempuh perusahaan saat ini.

B. Penghematan Waktu Tempuh

Waktu tempuh saving jarak selama 264 menit, sedangkan total waktu tempuh saving waktu menempuh jarak 255 menit. Selisih dari waktu kedua usulan yaitu 9 menit dengan presentase sebesar 3,4%. Hal ini menunjukkan bahwa rute usulan dengan menggunakan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks 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 128.948,4, sedangkan biaya distribusi saving waktu sebanyak Rp125.116,6. Selisih dari biaya kedua usulan yaitu Rp 3.813,1 dengan presentase sebesar 2,9%. Hal ini menunjukkan bahwa rute usulan dengan menggunakan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks 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 matriks waktu dengan penyelesaian menggunakan metode *nearest insertion* lebih optimal dibandingkan dengan penentuan rute berdasarkan matriks jarak dengan nilai penghematan total jarak mencapai 39,25 kilometer dengan persentase 34% dibandingkan dengan penentuan rute berdasarkan matriks waktu penghematan hanya mencapai 36,95 kilometer dengan nilai persentase 32% dari total jarak awal perusahaan. Waktu tempuh berdasarkan matriks waktu dengan nilai penghematan total waktu tempuh mencapai 669 menit dengan nilai persentase 72% dibandingkan dengan penentuan rute berdasarkan matriks jarak penghematan hanya mencapai 660 menit dengan nilai persentase 71% dari total waktu tempuh perusahaan, dan biaya distribusi berdasarkan matriks waktu dengan nilai penghematan biaya distribusi mencapai Rp 65.390,5 dengan nilai persentase 34% dibandingkan dengan penentuan rute berdasarkan matriks jarak penghematan hanya mencapai Rp 61.558,7 dengan nilai persentase 32% dari total biaya distribusi perusahaan.

Tabel 4.67 Tabel Perbandingan Penghematan

	Hasil			Penghematan		
	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total Biaya	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total Biaya
Perusahaan	114,35	924	Rp190.507,1			
Matriks Jarak	77,4	264	Rp128.948,4	36,95	660	Rp61.558,7
Matriks Waktu	75,1	255	Rp125.116,6	39,25	669	Rp65.390,5

Berdasarkan tabel 4.67 hal ini dapat membuktikan bahwa penentuan rute dengan menggunakan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks waktu lebih optimal dan *time windows* pada permasalahan diatas dapat diselesaikan dengan metode *nearest insertion* dan penentuan berdasarkan matriks 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 insertion* berdasarkan penentuan dengan pertimbangan waktu tercepat sangat tepat dan waktu tercepat berpengaruh terhadap *time windows* dibandingkan jarak tercepat dikarenakan jarak dapat berpengaruh pada *time windows* dan waktu tempuh belum tentu lebih cepat dikarenakan ada kalanya kondisi jalan menjadikan waktu yang lebih pendek memiliki jarak tempuh yang lebih lama. Pada dasarnya penentuan rute dengan menggunakan metode *nearest insertion* hanya berdasarkan matriks jarak, akan tetapi pada penelitian ini, peneliti mencoba melakukan penelitian bahwa penentuan rute berdasarkan matriks waktu dapat dilakukan bahkan lebih optimal dibandingkan penentuan rute berdasarkan matriks jarak serta keterbatasan kapasitas pada 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 yang didapatkan dari penelitian ini adalah dari perhitungan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks waktu. Rute hari Senin didapatkan total jarak 10,8 kilometer. Rute hari Selasa didapatkan total jarak 10 kilometer. Rute hari Rabu didapatkan total jarak 20,95 kilometer. Rute hari Kamis didapatkan total jarak 14,9 kilometer. Rute hari Jumat didapatkan total jarak 18,45 kilometer.
2. Berdasarkan penelitian diatas didapatkan minimasi biaya distribusi berdasarkan matriks waktu metode *nearest insertion* memiliki penghematan yang lebih besar yaitu biaya distribusi sebesar Rp 125.116,6 dengan persentase sebesar 34%.
3. Perbandingan kebijakan awal perusahaan dengan usulan berdasarkan matriks waktu metode *nearest insertion*:
 - a) Penghematan Jarak Tempuh
Metode *nearest insertion* dapat menghasilkan solusi penghematan jarak tempuh yang lebih optimal daripada rute perusahaan saat ini. Rute usulan dengan metode *nearest insertion* berdasarkan waktu memiliki total jarak 75,1 kilometer, mengalami penurunan sebesar 34% dari total jarak saat ini 114,35 kilometer.
 - b) Penghematan Waktu Tempuh
Metode *nearest insertion* memberikan solusi penghematan waktu tempuh yang lebih baik daripada rute perusahaan saat ini. Rute usulan dengan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks waktu memiliki waktu tempuh 255 menit, mengalami penurunan sebesar 72% dari waktu tempuh saat ini 924 menit.

c) Penghematan Biaya Distribusi

Penggunaan metode *nearest insertion* dapat mengoptimalkan biaya distribusi. Rute usulan dengan metode *nearest insertion* berdasarkan matriks waktu memiliki biaya Rp 125.116,6, mengalami penurunan sebesar 34% dari biaya distribusi saat ini Rp 190.507,1.

5.2 Saran

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

1. Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, peneliti menyarankan UMKM Setya Makmur *Poultry* untuk menggunakan metode *nearest neighbour* untuk mengurutkan rute dalam pendistribusian produk pakan ternak ikan merk tong wei kepada pelanggan, dan *nearest insertion* untuk menyisipkan pelanggan supaya mendapatkan rute yang lebih optimal dalam pendistribusian produk pakan ternak ikan merk tong wei.
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 UMKM Setya Makmur *Poultry* dengan menggunakan metode lain sebagai perbandingan dalam penentuan rute selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmi, A.Z.T., (2024). Penyelesaian Kasus *Vehicle Routing Problem (VRP)* Dengan Metode *Nearest Neighbour* untuk Optimalisasi Distribusi di CV Jatimas. *Undergraduate thesis. Semarang: Universitas Islam Sultan Agung, Fakultas Teknologi Industri.*
- Ariyanto, D., & Suseno. (2023). Optimalisasi Penentuan Rute Distribusi Roti Bakar Dengan Metode Saving Matrix Dan Algoritma Nearest Neighbor Pada Pabrik Roti Bakar Azhari. *JURNAL ILMIAH TEKNIK INDUSTRI DAN INOVASI*, 2(1), 1–11. <https://doi.org/10.59024/jisi.v2i1.494>
- Chrystianto, H., Adiarto, H., & Rspianda. (2013). Usulan Rute Distribusi Roti dengan Menggunakan Metode Clarke-Wright Algorithm. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 1(1), 121–126.
- Jihad Azhar, F., Astari, A. N., Rizky, C. A., & Fauzi, M. (2023). Penentuan Rute Terbaik Pada Distribusi Produk X Di Pt Bcd Menggunakan Metode Saving Matrix Dan Nearest Neighbors. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 3(1), 702–712.
- Munir, M., Kurniawan, M., Kalam, M. & Setyawati, I. (2023). Implementasi Metode Clarke and Wright Savings dalam Penyelesaian *Vehicle Routing Problem* di PT. Adiguna Gasindo. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 9(2), pp.116-122.
- Muhammad Aqil Siraj. (2024). OPTIMASI JALUR DISTRIBUSI PADA UMKM MITRA TELUR DENGAN MENGGUNAKAN METODE SAVING MATRIX DAN NEAREST NEIGHBOR. *JURNAL ILMIAH SAINS TEKNOLOGI DAN INFORMASI*, 2(2), 29–38. <https://doi.org/10.59024/jiti.v2i2.724>
- Nugroho, K. S., Bachtiar, F. A., & Mahmudy, W. F. (2022). Detecting Emotion in Indonesian Tweets: A Term-Weighting Scheme Study. *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, 8(1), 61–70. <https://doi.org/10.20473/jisebi.8.1.61-70>
- Oktaviana, W. N., & Setiafindari, W. (2019). Penentuan Rute Distribusi Kerupuk Menggunakan Metode Saving Matrix dan Nearest Neighbor. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 5(2), 81–86. <https://doi.org/10.30656/intech.v5i2.1481>

- Parwati, I., Andrianto, P., & Industri, J. T. (2009). Metode Supply Chain Management Untuk Menganalisis Bullwhip Effect Guna Meningkatkan Efektivitas Sistem Distribusi Produk. *Jurnal Teknologi*, 2, 47–52.
- Rohmad, O., Kurniawan, D., & Nugroho, Y. A. (2022). METODE SAVING MATRIKS AND ALGORITMA CLARKE STUDI KASUS : PT MULTITAMA SARANA INDONESIA (MSI). In *JCI Jurnal Cakrawala Ilmiah* (Vol. 1, Issue 6). <http://bajangjournal.com/index.php/JCI>
- Raihana, J. N., Wahyuda, & Asdi, R. Z. (2025). Penyelesaian TSP Distribusi LPG dengan Algoritma Nearest Neighbor dan Insertion. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, 4(3), 661–670
- Pulansari, F., Dewi, S., & Nugraha, I. (2021). Pemilihan Rute Terpendek Distribusi Pupuk dengan Algoritma Nearest Insertion dan Cheapest Insertion. *Prosiding Seminar Nasional Waluyo Jatmiko 2021: Peluang & Tantangan Industrialisasi Pasca Pandemi COVID-19*. ISBN: 978-623-93261-8-0
- Wulandari, C. B. K. (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. <https://doi.org/10.30998/joti.v2i1.3848>
- Dewi, P. S., Triyani, & Nursiami, S. R. (2020). Aplikasi Travelling Salesman Problem pada Pengedropan Barang di Anjungan Menggunakan Metode Insertion. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Pendidikan Matematika (JMP)*, 12(2), 63–79.
- Hasyim, M., Ridho, M. S., Yasmin, & Juniarto, T. (2025). Penerapan Algoritma Nearest Neighbor pada Permasalahan Travelling Salesman Problem Pengantaran Produk Perusahaan Bakery XYZ di Kota Palembang. *Prosiding Seminar Nasional Sekolah Tinggi Teknologi Dumai*, 1(2), 498–506. ISSN: 2581–267X