

**PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI SUKU CADANG ALAT BERAT DAN
KENDARAAN BERMOTOR UNTUK MINIMASI BIAYA
MENGUNAKAN METODE SAVING MATRIX**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Daffa Syah Handi
No. Mahasiswa : 22522004

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2026**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 7 Mei 2026



(Daffa Syah Handi)
NIM 22522004

SURAT BUKTI PENELITIAN



PT. TORO JAYA PERSADA

Kawasan Industri Gerbang Teknologi Cikarang Blok B2-F Pasir Gombong
Cikarang Utara – Bekasi 17530

SURAT BUKTI PENELITIAN No.: 011/TJP/HRD/I/2026

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : SUKARTI

Jabatan : HRD

Menyatakan bahwa yang beridentitas di bawah ini :

Nama : DAFFA SYAH HANDI

NIM : 22522004

Program Studi : Sarjana Teknik Industri

Telah selesai melaksanakan **Penelitian Tugas Akhir** di PT. Toro Jaya Persada yang bergerak di bidang Manufacturing of Machining Parts selama 2 hari yaitu pada Kamis, 29 Januari 2026 – Jumat 30 Januari 2026.

Demikian surat keterangan ini kami buat, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Bekasi, 30 Januari 2026

PT. Toro Jaya Persada

(Sukarti)

HRD

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI SUKU CADANG ALAT BERAT DAN
KENDARAAN BERMOTOR UNUTK MINIMASI BIAYA
MENGUNAKAN METODE SAVING MATRIX**



Yogyakarta, 15 April 2026

Dosen Pembimbing



(Dr. Qurtubi, S.T., M.T.)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI SUKU CADANG ALAT BERAT DAN KENDARAAN BERMOTOR UNTUK MINIMASI BIAYA MENGUNAKAN METODE *SAVING MATRIX*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Daffa Syah Handi

No. Mahasiswa : 22522004

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 5 Mei 2026

Tim Penguji

Dr. Qurtubi, S.T., M.T.

Ketua

Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPU., ASEAN.Eng.

Anggota I

Putri Dwi Annisa, S.T., M.Sc.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Ir. Muhammad Niswan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM

NIK 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil ‘alamin, dengan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan pertolongannya yang tiada henti, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik. Dengan penuh rasa syukur dan cinta, tugas akhir ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta yang senantiasa menjadi sumber kekuatan, doa, dan dukungan yang tak terputus dalam setiap perjuangan, serta kakak dan adik saya tercinta yang memberikan dukungan, canda tawa, dan kebersamaannya. Ucapan terima kasih yang tulus juga penulis sampaikan kepada seluruh teman-teman seperjuangan yang telah berproses dan tumbuh bersama sejak awal perkuliahan hingga akhir. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada seluruh dosen Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia, atas segala ilmu serta bimbingan yang sangat berarti dan berharga. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya ucapkan kembali kepada bapak Dr. Qurtubi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing, atas segala bimbingan, ilmu, dan masukan yang sangat berarti selama proses penyusunan tugas akhir ini. Semoga Allah SWT senantiasa membalas segala kebaikan dengan pahala yang berlipat ganda serta memberikan kesehatan dan kebahagiaan selamanya.

MOTTO

"Dan orang-orang yang bersungguh-sungguh di jalan Kami, niscaya Kami akan tunjukkan
jalan-jalan Kami"
(Q.S. Al-Ankabut; 69)

"Sungguh, bersama kesulitan ada kemudahan"
(Q.S. Al-Insyirah; 5)

"Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang
yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat"
(Q.S. Al-Mujadilah; 11)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh, Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan taufiq-Nya sehingga Tugas Akhir berjudul "Penentuan Rute Distribusi Suku Cadang Alat Berat dan Kendaraan bermotor Untuk Minimasi Biaya Menggunakan Metode Saving Matrix" ini dapat di selesaikan dengan baik. Proses penyusunan laporan ini tidak terlepas dari doa, dukungan, serta bimbingan berbagai pihak yang telah membantu penulis hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.eng.Sc. selaku ketua jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Univeristas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Qurtubi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
5. Kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa memberi doa, dukungan, serta semangat.
6. Pihak PT. XYZ yang senantiasa memberikan bantuan terkait dat-data yang di butuhkan ketika penelitian berlangsung.
7. Kania selaku partner yang selalu memberikan semangat serta bantuan selama masa perkuliahaan hingga Tugas Akhir ini.
8. Seluruh teman dan sahabat yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi selama masa perkuliahan ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi siapapin dan dimanapun khususnya bagi Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 15 April 2026



Daffa Syah Handi
(22522004)

ABSTRAK

Kegiatan distribusi menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan perusahaan, karena berdampak langsung pada biaya akhir produk. Perusahaan perlu mengendalikan serta meminimalkan biaya distribusi. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan rute yang meminimasi biaya distribusi dan jarak distribusi pada perusahaan suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor. Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan ini adalah biaya distribusi dan jarak distribusi yang cenderung tinggi, sehingga dilakukan penentuan rute yang bertujuan meminimalkan biaya dan jarak distribusi dengan metode *Saving Matrix*. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer berupa data permintaan konsumen, jumlah kendaraan yang digunakan, dan kapasitas kendaraan yang digunakan serta data sekunder berupa titik koordinat konsumen untuk tujuan pengiriman barang. Pengolahan data dilakukan melalui perhitungan penghematan dengan *Saving Matrix*, melakukan pemilihan rute dengan beberapa prosedur, serta asumsi perbandingan emisi karbon berdasarkan rute awal dengan rute usulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat penghematan jarak serta penghematan biaya yang signifikan dan terdapat penurunan emisi karbon yang cukup besar. Dengan adanya penghematan biaya serta jarak diharapkan dapat meminimasi dari sektor biaya distribusi maupun jarak distribusi bahkan hingga sektor emisi karbon. Sehingga dari hasil tersebut dapat dijadikan referensi dalam menentukan rute dalam proses distribusi perusahaan.

Kata kunci: Manajemen Logistik, Manajemen Distribusi, Jarak Distribusi, Penghematan Biaya.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kajian Literatur	7
2.2 Landasan Teori.....	13
2.2.1 Distribusi	13
2.2.2 Biaya Distribusi	13
2.2.3 Transportasi	14
2.2.4 Manajemen Transportasi dan Distribusi.....	15
2.2.5 Saving Matrix	15
2.2.6 Emisi Karbon.....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Objek Penelitian	19
3.2 Subjek Penelitian.....	19
3.3 Sumber Data	19
3.4 Metode Pengumpulan Data	20
3.5 Alur Penelitian.....	20
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	24
4.1 Pengumpulan Data	24
4.1.1 Profil Perusahaan	24
4.1.2 Data Elemen Distribusi.....	24
4.1.3 Data Lokasi Konsumen	25
4.1.4 Matriks Jarak Rute Tiap Konsumen	26
4.1.5 Data Permintaan Tiap Konsumen.....	26
4.1.6 Data Rute Eksisting Distribusi	26
4.2 Pengolahan Data.....	27
4.2.1 Biaya Pada Rute Eksisting.....	27
4.2.2 Mengidentifikasi Matriks Penghematan (Saving Matrix)	28
4.2.3 Matriks Jarak Rute Tiap Konsumen Setelah Penghematan.....	29
4.2.4 Mengalokasikan Rute Konsumen berdasarkan Lokasi.....	29
4.2.5 Pengurutan Konsumen Berdasarkan Rute	31

4.2.6	Hasil Efisiensi Jarak dan Biaya Transportasi	32
4.2.7	Perhitungan Emisi Karbon.....	32
BAB V PEMBAHASAN		34
5.1	Identifikasi Matriks Penghematan.....	34
5.2	Alokasi Rute.....	34
5.3	Perbandingan Jarak Rute Awal dan Rute Usulan.....	34
5.4	Perbandingan Biaya Distribusi Sebelum dan Setelah Penghematan Jarak	35
5.5	Perbandingan Rute Awal dan Rute Usulan	35
BAB VI PENUTUP		38
6.1	Kesimpulan.....	38
6.2	Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA		40
LAMPIRAN.....		A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Peneltian Terdahulu	12
Tabel 2. 2 Faktor Emisi Bahan Bakar	18
Tabel 4. 1 Elemen Biaya Distribusi	25
Tabel 4. 2 Kode Konsumen Perusahaan.....	25
Tabel 4. 3 Lokasi dan Jarak ke Konsumen.....	25
Tabel 4. 4 Matriks Jarak Konsumen (Km).....	26
Tabel 4. 5 Permintaan Konsumen	26
Tabel 4. 6 Data Rute Eksisting Distribusi	27
Tabel 4. 7 Biaya Transportasi Awal.....	27
Tabel 4. 8 Perhitungan Matriks Penghematan	28
Tabel 4. 9 Matriks Penghematan Usulan	29
Tabel 4. 10 Pengurutan Nilai Mtariks Penghematan.....	29
Tabel 4. 11 Rata-Rata Permintaan Konsumen	30
Tabel 4. 12 Penentuan Kelompok	31
Tabel 4. 13 Perhitungan Jarak Rute	31
Tabel 4. 14 Pengurutan Rute Konsumen.....	32
Tabel 4. 15 Hasil Penghematan Jarak dan Biaya	32
Tabel 5. 1 Rute Awal.....	35
Tabel 5. 2 Rute Usulan.....	36
Tabel 5. 3 Perbandingan Rute Awal dan Rute Usulan.....	36
Tabel 5. 4 Perbandingan Emisi Karbon	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Jarak Pendistribusian Suku Cadang	3
Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	21

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Distribusi adalah serangkaian kegiatan yang meliputi pengiriman produk atau layanan dari produsen kepada konsumen melalui berbagai tahap seperti transportasi, penyimpanan, dan penanganan barang. Proses ini bertujuan untuk memastikan produk sampai kepada konsumen secara efisien dan tepat waktu. Distribusi menjadi elemen penting dalam rantai pasok dan pemasaran produk (Fitriya, et al., 2024). Transportasi adalah aktivitas memindahkan barang dari lokasi asal, tempat proses pengangkutan dimulai, menuju lokasi tujuan, yaitu tempat berakhirnya kegiatan pemindahan tersebut (Tumewu, et al., 2021).

Sistem distribusi yang berjalan secara efektif dapat memastikan ketersediaan barang atau produk yang dibutuhkan. Sebaliknya, apabila sistem distribusi berjalan kurang baik, dampaknya akan merugikan baik bagi perusahaan maupun pihak yang memerlukan produk tersebut (Mirza & Irawan, 2020). Kegiatan distribusi dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain tingkat permintaan konsumen, ketersediaan sarana transportasi, serta jalur distribusi yang digunakan. Pada kegiatan distribusi, penentuan rute yang tepat dapat memberikan nilai tambah bagi perusahaan dengan sistem distribusi yang terencana dengan baik mampu meminimalkan biaya operasional secara signifikan (Octaviarie, et al., 2023).

Kegiatan distribusi merupakan aspek penting yang harus diperhatikan perusahaan karena memiliki pengaruh langsung terhadap biaya akhir produk. Sehingga, perusahaan perlu mengendalikan dan meminimalkan biaya distribusi (Sari, et al., 2020). Permasalahan utama perusahaan dalam pendistribusian adalah menentukan rute distribusi yang efisien dan efektif. Rute yang tepat dan optimal penting untuk memastikan produk sampai ke pelanggan tepat waktu, mengurangi penggunaan kendaraan, memaksimalkan kapasitas kendaraan, dan meminimumkan biaya distribusi (Garside & Cahyanti, 2018). Salah satu cara untuk meminimalisasi biaya distribusi dengan menentukan rute pengiriman yang optimal. Penentuan rute ini akan memengaruhi waktu tempuh serta biaya operasional yang harus dikeluarkan perusahaan dalam proses distribusi. Dengan memilih rute yang optimal, perusahaan dapat memangkas waktu pengiriman dan biaya yang terkait secara signifikan (Heryanto, et al., 2019).

Rute distribusi merupakan serangkaian lokasi yang harus dilalui oleh kendaraan pengangkut dalam satu kali pengantaran barang, dengan tujuan mengoptimalkan jalur dari titik

awal hingga konsumen akhir (Turseno & Hernika, 2022). Rute yang optimal adalah rute yang mampu memenuhi kendala operasional, yaitu memiliki total jarak dan waktu perjalanan terpendek untuk memenuhi permintaan pelanggan, serta menggunakan jumlah kendaraan yang terbatas (Yuniarti & Astuti, 2013).

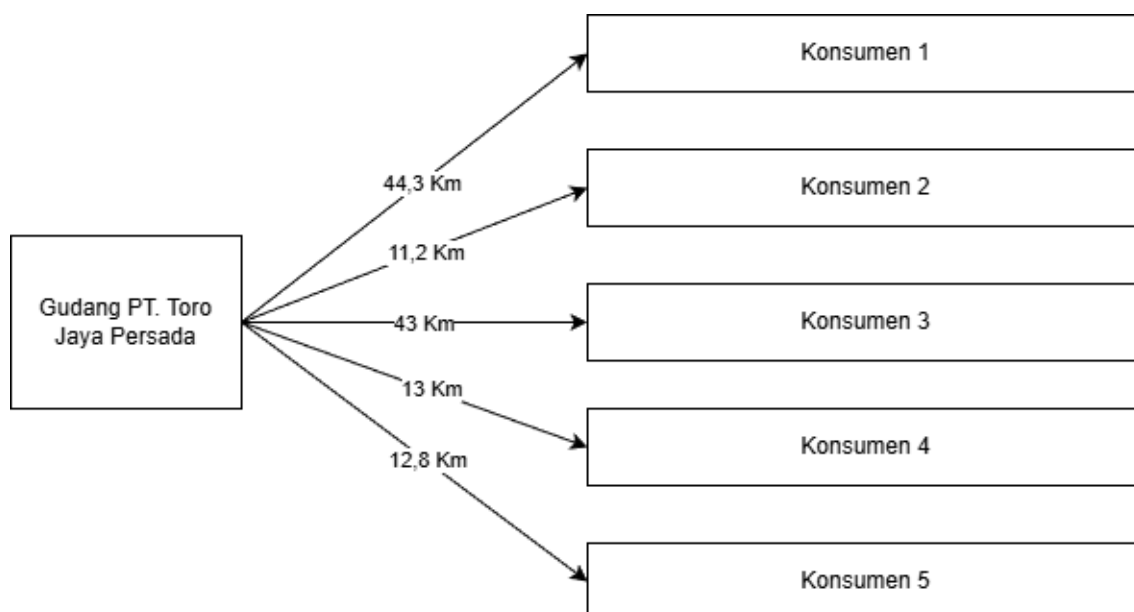
Biaya distribusi adalah segala pengeluaran yang berhubungan dengan kegiatan menyampaikan produk atau jasa dari pihak produsen hingga ke konsumen akhir, meliputi penyimpanan, pengangkutan, pengolahan pesanan, serta aktivitas promosi penjualan (Hulu, et al., 2025). Dalam perspektif akuntansi biaya, elemen ini krusial untuk menetapkan harga pokok penjualan, mengawasi efisiensi logistik rantai pasok, dan menyusun rencana pemasaran untuk menjaga daya saing perusahaan (Pesa, 2018). Dalam proses penentuan rute distribusi yang optimal dan efisien dapat menggunakan metode *Saving Matrix* sebagai solusi untuk menyelesaikan permasalahan rute (Rahayu & Yuliana, 2017).

Saving Matrix merupakan metode untuk mengoptimalkan rute pengiriman dengan memperhatikan kapasitas kendaraan yang tersedia. Metode ini berfokus pada pencarian rute distribusi yang efisien untuk meminimumkan biaya dalam rute distribusi produk (Oktaviana & Setiafindari, 2019). Metode *Saving Matrix* digunakan untuk menghitung jarak, rute, waktu, dan biaya dalam kegiatan distribusi barang dari perusahaan kepada konsumen. Metode ini bertujuan menciptakan proses distribusi yang tepat dan efisien sehingga dapat membantu perusahaan dalam pengurangan penggunaan biaya, serta waktu dalam distribusi barang (Supardi & Sianturi, 2020). Keunggulan metode *Saving Matrix* terletak pada kemampuannya untuk menyesuaikan dengan berbagai kendala, seperti batasan waktu pengiriman, kapasitas dan jumlah kendaraan, serta faktor pembatas lainnya. Metode *Saving Matrix* memungkinkan untuk merancang rute distribusi yang efisien dan sesuai dengan situasi operasional, sehingga mendukung optimalisasi proses distribusi (Tari, et al., 2024).

PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang beroperasi 24 jam dan berfokus pada produksi komponen presisi untuk alat berat serta kendaraan bermotor. Perusahaan memproduksi suku cadang *Heavy Duty* seperti *Pin*, *Shaft*, *Bolt Stud*, *Clamp*, *Spacer*, dan *Sprocket* untuk merek Komatsu (HD785 dan PC 350 LC) serta Yamaha dan Honda. Dengan kapasitas manufaktur yang besar dan variasi produk yang luas, perusahaan bergantung pada sistem distribusi yang efisien untuk memenuhi permintaan pelanggan tepat waktu. Kompleksitas jenis produk dan sebaran lokasi pelanggan menyebabkan kebutuhan distribusi semakin menuntut efisiensi, baik dari segi waktu, rute, maupun biaya distribusi. Perusahaan ini

menghadapi tantangan dalam penentuan rute distribusi yang belum optimal, terutama ketika perusahaan melayani pengiriman beberapa jenis suku cadang untuk alat berat dan kendaraan bermotor dengan tujuan berbeda dalam satu periode.

Pendistribusian suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor pada perusahaan ini menggunakan transportasi darat yaitu L300 berbahan bakar solar dengan kapasitas maksimal 2.950 kg. pendistribusian suku cadang alat berat dan roda dua pada perusahaan terdapat beberapa perjalanan dengan jarak tempuh yang dikatakan belum efektif karena pengiriman tersebut dilakukan secara satu arah tujuan sehingga biaya distribusi relatif tinggi. Efektif yang dimaksud dalam penentuan rute pada penelitian ini merupakan usaha dalam pemilihan rute yang tepat untuk mencapai tujuan yang ditetapkan agar menghindari akibat negatif dari proses kegiatan distribusi pada perusahaan. Pada gambar 1.1 merupakan rute perjalanan yang ditempuh perusahaan saat melakukan kegiatan distribusi.



Gambar 1. 1 Jarak Pendistribusian Suku Cadang

Pada gambar diatas menjelaskan mengenai jarak pendistribusian, meliputi lokasi gudang perusahaan yang di distribusikan menuju ke masing-masing lokasi konsumen, rute yang saat ini digunakan adalah:

1. Dari gudang menuju ke konsumen 1 kemudian kembali ke gudang, yang memiliki jarak tempuh total dalam sekali pengiriman adalah 88,6 km dengan total waktu tempuh 124 menit.

2. Dari gudang menuju ke konsumen 2 kemudian kembali ke gudang, yang memiliki total jarak tempuh dalam sekali pengiriman sebesar 22,4 km dengan total waktu tempuh 54 menit.
3. Dari gudang menuju ke konsumen 3 kemudian kembali ke gudang, yang memiliki total jarak tempuh dalam sekali pengiriman sebesar 86 km dengan total waktu tempuh 110 menit.
4. Dari gudang menuju konsumen 4 kemudian kembali ke gudang, yang memiliki total jarak tempuh dalam sekali pengiriman sebesar 26 km dengan total waktu tempuh 76 menit.
5. Dari gudang menuju konsumen 5 kemudian kembali ke gudang, yang memiliki total jarak tempuh dalam sekali pengiriman sebesar 25,6 km dengan total waktu tempuh 60 menit.

Dengan demikian perusahaan memerlukan perencanaan rute dalam pendistribusian suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor agar biaya distribusi yang dikeluarkan seefisien mungkin dalam memenuhi permintaan setiap konsumen yang berbeda daerah sehingga tidak menjadi kendala dalam aktivitas operasional pendistribusian yang dapat menguras biaya besar. Efisien dalam tujuan untuk menghemat biaya disitribusi yang dimaksud yaitu dalam kegiatan disitribusi dengan penyelesaian yang tepat waktu dan cepat sehingga tidak diperlukan biaya tambahan yang harus dikeluarkan berlebihan pada kegiatan distribusi.

Penelitian ini mengarah pada penentuan rute distribusi suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor dengan mengoptimalkan rute distribusi kendaraan dengan tujuan memastikan barang dapat sampai kepada pelanggan secara tepat waktu, mengurangi penggunaan kendaraan, memaksimalkan kapasitas kendaraan, serta meminumkan biaya distribusi. Dengan implementasi *Saving Matrix* diharapkan dapat menentukan rute distribusi yang tepat dan optimal, menekan biaya distribusi secara signifikan serta mempercepat waktu pengiriman, sehingga kegiatan operasional perusahaan menjadi lebih efisien dan efektif, dimana yang dimaksud efektif pada perusahaan yaitu masih belum memiliki rute yang dapat mengurangi biaya distribusi sehingga masih dapat terdampak adanya pengurangan margin keuntungan.

Berdasarkan tinjauan terhadap beberapa penelitian terdahulu, penelitian ini mengisi *Empirical Gap* berdasarkan definisi *Empirical Gap* menurut (Miles, 2017), kesenjangan empiris merupakan jenis celah penelitian yang muncul akibat adanya keterbatasan atau

kekosongan dalam studi-studi sebelumnya. Kesenjangan ini berkaitan dengan proporsi penelitian yang memerlukan evaluasi atau verifikasi secara empiris. Sebagai contoh, kesenjangan empiris sering membahas konflik bahwa hingga saat ini belum terdapat penelitian yang secara langsung berupaya untuk mengevaluasi suatu topik atau subjek melalui pendekatan empiris.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah yang akan diteliti sebagai berikut:

1. Bagaimana rute distribusi yang dapat meminimalkan biaya distribusi pada pendistribusian suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor pada perusahaan?
2. Berapa jarak minimum serta biaya distribusi yang diperoleh setelah menggunakan metode *Saving Matrix*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan rute distribusi yang dapat meminimalkan biaya distribusi pada pendistribusian suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor pada perusahaan.
2. Menentukan jarak minimum serta biaya distribusi yang diperoleh setelah menggunakan metode *Saving Matrix*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi berbagai pihak yang terkait. Berikut adalah manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini:

1. Bagi perusahaan, penelitian ini dapat memberikan solusi dalam mengoptimalkan rute distribusi suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor menggunakan metode *Saving Matrix* untuk meminimalkan biaya operasional, jarak tempuh, dan jumlah kendaraan yang digunakan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi distribusi.
2. Bagi akademisi dan mahasiswa, penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan kajian mengenai optimasi rute distribusi menggunakan *Saving Matrix* serta penerapannya dalam industri suku cadang, sehingga memperkaya wawasan di bidang *Supply Chain Management* dan teknik industri.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk menghindari meluasnya masalah dan mempermudah memahami permasalahan yang akan dibahas maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas penentuan rute distribusi menggunakan metode Saving Matrix, tanpa membandingkan secara mendalam dengan metode optimasi rute lain.
2. Penelitian ini hanya berfokus pada kegiatan distribusi perusahaan di daerah Cikarang, Kabupaten Bekasi.
3. Objek penelitian terbatas pada distribusi produk suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor dari gudang utama ke pelanggan atau cabang yang telah ditentukan.
4. Penelitian ini tidak membahas secara rinci biaya lain di luar biaya transportasi langsung, tidak mencakup biaya internal perusahaan secara keseluruhan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Distribusi suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor memegang peran penting dalam menjamin kelancaran kegiatan operasi perusahaan, sehingga keterlambatan maupun ketidaktepatan pengiriman dapat berdampak pada meningkatnya biaya dan risiko gangguan layanan. Metode *Saving Matrix* banyak dimanfaatkan dalam penelitian untuk merancang rute distribusi yang lebih efisien karena mampu meminimalkan jarak tempuh dan biaya pendistribusian. Jika dikategorikan terdapat 3 kelompok utama yang kerap menjadi objek penelitian diantaranya dalam kategori *Warehouse* Armanda et al., 2023; Musliadin & Apriadi, 2024, kategori manufaktur Devanda & Pulansari, 2022; Febriyanti et al., 2022; Iriani & Asmara, 2021; Nalhadi et al., 2025; Utomo & Wati, 2024; Yulianto & Munir, 2024; Yuliza et al., 2025, kategori logistik Alfarobi & Hasibuan, 2025; Cahyadi et al., 2025; Kurnia & Darmawan, 2021; Pangestu et al., 2025; Rusman et al., 2025; Safitri et al., 2025.

Penelitian ini didasarkan pada berbagai referensi dari studi terdahulu yang relevan dengan topik serta metode yang digunakan. Kajian literatur disusun secara induktif dengan menginterpretasikan dan menyintesis hasil penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Pendekatan *Saving Matrix* telah banyak diterapkan dalam penelitian terkait optimasi rute distribusi, khususnya pada sektor manufaktur, logistik, dan pergudangan. Studi sebelumnya berfokus pada perhitungan penghematan jarak, pengurutan rute berdasarkan kapasitas kendaraan, serta evaluasi biaya transportasi untuk meningkatkan efisiensi rantai pasok. Kajian ini disusun secara induktif dengan merangkum hasil penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

Dalam kategori *Warehouse*, penerapan metode *Saving matrix* dan *Neirest Neighbor* secara bertahap dapat merubah pola distribusi yang belum maksimal menjadi pola usulan yang optimal dengan adanya pengurangan jarak tempuh serta dalam biaya distribusinya. Penelitian yang dilakukan Musliadin & Apriadi, (2024) memulai pendistribusian melalui pendekatan ganda pada rute pengiriman obat pada gudang farmasi, dimana pola awal yang menimbulkan pemborosan biaya serta keterlambatan diatasi melalui perhitungan matriks penghematan serta pemilihan antar konsumen yang terdekat, sehingga jarak total menyusut dari 121,35 km menjadi 103,90 km atau terdapat penghematan sebesar 14,38% serta metode menjamin utilisasi

kendaraan maksimal, ditambah simulasi yang membuktikan penghematan waktu harian dengan variabel seperti bahan bakar dan upah pengemudi.

Perubahan serupa terdapat juga pada penelitian Armanda et al, (2023) yang menangani distribusi tabung LPG 3 kg di perusahaan, mengatasi rute acak yang memicu jarak panjang dan biaya angkut membesar melalui kerangka VRP yang memasukan kapasitas *Colt Diesel*, permintaan basis, serta koordinat geografis untuk matriks jarak, lalu menyusun urutan menggunakan gabungan *Nearest Neighbor* dan *Father Insertion*, yang berhasil memangkas jumlah rute dari empat menjadi tiga rute dengan jarak dari 144,29 km menjadi 100,73 km, serta biaya transportasi dari Rp 98.117 turun menjadi Rp 68.496, menegaskan bahwa metode saving matrix dapat menekan elemen kunci operasional gudang. Terdapat persamaan hasil dalam penelitian terdahulu dalam kategori *Warehouse* yaitu dapat menekan jarak serta dapat meminimalkan biaya distribusi pada setiap perusahaan

Dalam kategori manufaktur, beberapa penelitian mengilustrasikan bahwa metode saving matrix secara bertahap dapat merevolusi efisiensi distribusi dengan memangkas jarak, biaya, dan waktu operasional di berbagai perusahaan. Penelitian oleh Yuliza, et al., (2025) yang menangani distribusi buah segar kelapa sawit dari 14 titik Blok P dan 14 titik Blok Q menuju pabrik dalam model VRP dengan kapasitas truk 10 ton, dimana melalui pendekatan matematis matriks jarak dan perhitungan penghematan, menghasilkan total jarak harian Blok P hanya 3845,2 km serta Blok q 4093 km jauh lebih rendah dari 4146 km dan 4247,2 km serta meningkatkan utilisasi hingga 38,72% lebih tinggi dan komputasi yang jauh lebih cepat. Kemudian penelitian oleh Yulianto & Munir, (2024) melanjutkan narasi serupa pada pengiriman minyak goreng kemasan dari pabrik ke distributor Jawa Tengah dan Jawa Timur, dimana pemanfaatan kapasitas truk yang sebelumnya rendah diatasi dengan tahapan perhitungan waktu pelayanan, penentuan armada minimum, dan subroute saving matrix yang dipadukan *Nearest Neighbor*, sehingga jarak tempuh terpendek 431 km atau 13,4%, efisiensi bahan bakar berkurang sebesar 12,5%, serta penghematan biaya distribusi mencapai Rp 1.972.500 secara keseluruhan.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Iriani & Asmara, (2021) pada kategori manufaktur yang menargetkan distribusi kain celup di Bandung, mengatasi lonjakan biaya distribusi 7,49% pada tahun 2018 melalui pemodelan VRP, mengurangi rute dari 6 menjadi 4 rute dengan total jarak dari 143,4 km menjadi 133,7 km, serta biaya harian menurun dari Rp 1.250.701 menjadi Rp 856.595 atau penghematan sebesar Rp 404.106 perhari dengan utilisasi

kapasitas armada yang lebih merata dibanding rute eksisting berbasis jarak terdekat. Penelitian oleh Devanda & Pulansari, (2022) berupa distribusi gula tebu yang membentuk rute awal dari matriks jarak, kapasitas, permintaan lalu menyempurnakan urutan dengan WINQSB sebagai pemecah TSP, yang memangkas rute dari 7 rute menjadi 5 rute dan memangkas jarak sebesar 23,6%, biaya 23%, serta utilisasi dari rata-rata 62,62% menjadi optimal dan menghilangkan keterlambatan akibat pengetahuan supir belaka. Selanjutnya penelitian oleh Febriyanti, et al., (2022) berupa optimasi rute rokok di perusahaan, memodelkan VRP dan menggabungkan saving matrix dengan nearest insert untuk mengoptimalkan subroute, mengurangi jumlahnya dari 3 menjadi 2, jarak dari 313 km menjadi 299 km, waktu 164 menit atau 20,97%, serta biaya dari Rp 554.718 menjadi Rp 413,060 dengan peningkatan utilitas kendaraan yang signifikan.

Terdapat perbedaan hanya dari jenis produk dan variasi metode yang digunakan namun sebagian besar tetap menggunakan metode saving matrix dan adapun persamaan dari penelitian-penelitian terdahulu yaitu terdapat pengurangan yang signifikan dalam jumlah rute, total jarak, biaya distribusi serta peningkatan utilitas yang optimal.

Dalam kategori logistik, rangkaian penelitian menggambarkan evolusi strategi optimasi rute dari heuristik klasik hingga algoritma cerdas, pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Alfaro & Hasibuan, (2025) yang menggunakan *Ant Colony Optimization (ACO)* pada distribusi LPG 3 kg di perusahaan, memanfaatkan *Google Maps API*, parameter semut, evaporasi dan iterasi untuk merubah rute manual sopir, dan menghasilkan jarak uji hanya 3,38 km yang lebih pendek, serta mengurangi waktu pengiriman dan biaya dengan meningkatkan sumber daya perusahaan. Pada penelitian oleh Kurnia & Darmawan, (2021) dengan menggunakan metode saving matrix dan nearest insert pada perusahaan pada saat lebaran, model VRP armada terbatas dengan data *Google Maps* dan kapasitas truk, serta menghasilkan lima rute yang mengirimkan semua barang dalam satu hari dengan waktu 7 jam 16 menit, dan terdapat penghematan biaya 30% serta pengurangan keterlambatan pengiriman dan terdapat rute usulan untuk rute setiap armada.

Selanjutnya penelitian oleh Rusman, et al., (2025) yang mengembangkan rute usulan truk sampah di Tamalate Makassar dengan metode saving matrix dan nearest neighbor pada VRP terdapat 37 tempat pembuangan sampah, 11 armada. Dan batas waktu 240 menit dan bahan bakar sebesar 7,5 liter dan terdapat hasil pengurangan yang signifikan yaitu berupa berkurangnya armada truk dari 11 menjadi 9 truk, jarak harian dari 294,4 km menjadi 230,4 km serta pengurangan waktu dari 2063 menit menjadi 1880 menit dan biaya distribusi bulanan dari Rp

99,3 juta menjadi Rp 76,9 juta. Selanjutnya penelitian yang dilakukan Safitri, et al., (2025) yang membandingkan heuristik di Batam untuk distribusi elektronik, *saving matrix* unggul dengan hasil jarak 54,3 km, waktu sebesar 5,2 jam, dan biaya sebesar Rp 785.000 dibandingkan dengan metode *nearest neighbor* yaitu jarak sebesar 62,7 km, waktu 5,9 jam, dan biaya sebesar Rp 905.000 dari hasil data eksisting sebesar 68,5 km, waktu sebesar 6,4 jam dan biaya distribusi sebesar Rp 970.000.

Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan Utomo & Wati, (2024) menganalisis rute distribusi biskuit UBM dari pabrik di Waru ke 11 depo ekspedisi di Indonesia Timur yang awalnya menghasilkan biaya operasional harian sekitar Rp 25.008.650. penelitian ini mendapatkan hasil pengolahan menunjukkan bahwa rute usulan yang dibentuk dengan *Saving Matrix* mampu mengatur alokasi armada lebih efisien dan menurunkan biaya distribusi menjadi sekitar Rp 19.421.000 per bulan dengan penghematan sekitar 22,34%, serta tetap memenuhi permintaan pengiriman pada maret 2024 dengan pemanfaatan kapasitas angkut yang lebih baik. Serta penelitian sebelumnya yang dilakukan Pangestu, et al., (2025) pada kategori logistik, menganalisis rute distribusi BBM jenis Pertalite dari Fuel Terminal X ke SPBU-SPBU di Kabupaten Sumedang yang sebelumnya belum efisien dari sisi jarak, waktu, dan pemanfaatan armada. Hasil yang didapatkan total jarak distribusi berhasil ditekan menjadi dari 1.010 km menjadi 580 km, total waktu distribusi menjadi 67 jam dengan biaya sekitar Rp 1.223.552 menggunakan delapan unit mobil tangki, sehingga penerapan *Saving Matrix* terbukti meningkatkan efisiensi distribusi Pertalite di Fuel Terminal X dari sisi jarak, waktu, biaya, dan jumlah kendaraan yang dibutuhkan.

Pada penelitian oleh Cahyadi, et al., (2025) membahas masalah penentuan rute distribusi keripik bakso goreng pada PD Jaya Mandiri yang selama ini hanya mengandalkan pengalaman sopir, belum memaksimalkan kapasitas truk CDE 2.000 kg, dan menyebabkan jarak tempuh serta biaya transportasi tinggi, penelitian ini menerapkan dua pendekatan heuristik, yaitu *Saving Matrix* untuk pembentukan kombinasi rute berdasarkan penghematan dan kapasitas kendaraan, serta *Nearest Neighbor* untuk menentukan urutan kunjungan pelanggan terdekat dalam setiap rute, dengan input data permintaan 15 pasar tujuan, satu jenis kendaraan, tarif BBM, dan biaya tenaga kerja. Hasil yang didapatkan dari penerapan *Saving Matrix* mampu menurunkan total biaya pengiriman dari Rp 1.298.008 menjadi Rp 822.380 dengan jarak tempuh 56,79 km, sehingga terjadi penghematan sekitar Rp 475.628 atau 63,35% dibanding kondisi awal.

Kemudian penelitian yang dilakukan Nalhadi, et al., (2025) pada kategori logistik, menganalisis strategi distribusi *sparepart* sepeda motor Honda PT XYZ di Banten yang menghadapi jaringan distribusi luas sebanyak 81 titik, permintaan harian yang fluktuatif, kapasitas kendaraan beragam, serta biaya pengiriman dan jarak tempuh yang tinggi karena rute dibentuk hanya berdasarkan kota atau kabupaten dan pengalaman sopir tanpa optimasi matematis. Hasil yang didapatkan rute baru menghasilkan penghematan jarak total sebesar 1.006 km dengan efektivitas jarak 28,61% dan pengurangan biaya kebutuhan BBM sekitar Rp 2.152.771 atau efisiensi bahan bakar sebesar 26,64% dibanding rute awal, dan peneliti juga mengusulkan desain antarmuka aplikasi web pembentuk rute yang dinamis untuk mempermudah perencanaan rute distribusi harian di perusahaan.

Pada penelitian ini ditemukan adanya *Empirical Gap* yaitu bahwa distribusi suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor masih relatif terbatas diteliti secara empiris. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode *saving matrix* lebih banyak diaplikasikan pada distribusi LPG, produk makanan, obat-obatan, BBM, serta *sparepart* kendaraan bermotor konvensional. Namun demikian, penerapan metode *saving matrix* pada distribusi suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor, belum banyak dibahas secara mendalam dalam penelitian sebelumnya.

Keterbatasan kajian empiris tersebut menunjukkan adanya celah penelitian yang memerlukan pembuktian lebih lanjut, maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengisi *empirical gap* dengan mengkaji penerapan metode *saving matrix* pada konteks distribusi suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor. Tabel 2.1 menyajikan ringkasan sejumlah studi terdahulu yang membahas penentuan rute pada berbagai sektor beserta metode atau pendekatan yang digunakan. Pemetaan tersebut diharapkan dapat menjadi acuan dan dasar dalam pelaksanaan analisis penentuan rute pada penelitian ini.

Tabel 2. 1 Peneltian Terdahulu

Penulis	Obyek (Industri)			Metode				
	<i>Warehouse</i>	Manufaktur	Logistik	SM	NN	GA	ACA	NI
(Musliadin & Apriadi, 2024)	√			√	√			
(Armanda, et al., 2023)	√			√				
(Yuliza, et al., 2025)		√		√		√		
(Yulianto & Munir, 2024)		√		√				
(Iriani & Asmara, 2021)		√		√				
(Devanda & Pulansari, 2022)		√		√				
(Febriyanti, et al., 2022)		√		√				
(Alfarobi & Hasibuan, 2025)			√	√			√	
(Kurnia & Darmawan, 2021)			√	√				√
(Rusman, et al., 2025)			√	√				
(Safitri, et al., 2025)			√	√	√			
(Utomo & Wati, 2024)		√		√				
(Pangestu, et al., 2025)			√	√				
(Cahyadi, et al., 2025)			√	√				
(Nalhadi, et al., 2025)		√		√	√			
Penelitian ini		√		√				

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Distribusi

Distribusi merupakan aktivitas penyaluran produk atau jasa dari pihak produsen menuju konsumen maupun pengguna akhir, sehingga barang atau jasa tersebut dapat tersedia pada waktu dan lokasi yang dibutuhkan. Secara mendasar, kegiatan distribusi berperan dalam menciptakan manfaat waktu dan tempat bagi produk atau jasa tersebut (Karundeng, et al., 2018). Setiap perusahaan menjalankan aktivitas distribusi produk sebagai salah satu strategi dalam usaha meningkatkan penjualan. Distribusi merupakan proses pemasaran yang memastikan produk dapat sampai ke tangan konsumen pada waktu yang tepat. Melalui distribusi yang efisien, produk tersedia di tempat dan waktu yang sesuai dengan kebutuhan konsumen, mendukung kelancaran aliran produk serta optimalisasi biaya dan nilai produk dalam proses pemasaran (Pratama, 2020).

Kegiatan distribusi memiliki peran yang sangat penting dalam mengantarkan produk dari produsen ke tangan konsumen. tanpa adanya proses distribusi, hasil produksi tidak akan dapat dijangkau oleh konsumen. Dengan demikian, fungsi utama dari distribusi meliputi:

1. Menyalurkan produk dari pihak produsen kepada konsumen akhir.
2. Mendukung kelancaran kegiatan pemasaran agar produk yang dihasilkan dapat segera terjual sesuai kebutuhan pasar.

Faktor waktu menjadi aspek yang sangat berpengaruh, karena nilai guna suatu barang akan optimal apabila tersedia pada saat dibutuhkan. Sebaliknya, distribusi yang tidak tepat waktu dapat menimbulkan kerugian bagi kedua belah pihak, yaitu produsen yang kehilangan potensi keuntungan dan konsumen yang berkurang tingkat kepuasannya (Mulyana, 2019).

2.2.2 Biaya Distribusi

Biaya merupakan pengorbanan atas sumberdaya ekonomi yang diukur menggunakan satuan uang, baik yang telah maupun akan terjadi untuk memperoleh barang atau jasa bagi perusahaan (Gale, et.al., 2024). Biaya distribusi terdiri dari biaya pemenuhan pesanan (*Order-Filling Cost*), yang meliputi semua pengeluaran untuk memastikan produk berhasil disalurkan hingga ke tangan pembeli, termasuk proses pengiriman, penyimpanan, dan penanganan logistik. Selain itu biaya ini juga mencakup pengumpulan dana atau piutang dari konsumen melalui berbagai mekanisme pembayaran (Lie, et al., 2017).

Biaya didefinisikan sebagai pengeluaran berupa kas atau aset likuid setara kas yang dikorbankan oleh perusahaan untuk mendapatkan barang atau jasa, dengan harapan menghasilkan manfaat ekonomi baik secara langsung maupun di periode mendatang (Rachman & Yuningsih, 2010). Distribusi melibatkan aktivitas penyampaian barang dan jasa dari pihak produsen ke tangan konsumen akhir melalui berbagai saluran. Sementara itu, biaya distribusi adalah semua ongkos yang muncul terkait upaya penjualan produk serta proses pengirimannya, seperti transportasi, penyimpanan, dan promosi (Jayusman, et al., 2022).

2.2.3 Transportasi

Transportasi memiliki fungsi utama untuk mempermudah manusia dalam menjalankan berbagai kegiatan sehari-hari. Beragam ahli telah memberikan definisi dan pandangannya mengenai konsep transportasi. Meskipun memiliki penekanan yang berbeda, pandangan tersebut memiliki tujuan yang sama dalam menjelaskan peran transportasi. Istilah transportasi sendiri berasal dari bahasa Latin, yaitu *Transportare*, dimana trans berarti mengangkat atau membawa (Suparjo, 2017).

Transportasi merupakan proses pengangkutan manusia maupun barang antar lokasi dengan memanfaatkan beragam jenis kendaraan, kegiatan ini esensial untuk memenuhi keperluan sehari-hari setiap orang untuk menyelesaikan aktivitas dengan cepat dan efektif (Aryaputra, et al., 2024). Melalui pemanfaatan transportasi, suatu komoditas atau barang dapat memberikan manfaat optimal sesuai dengan kebutuhan waktu dan lokasi tertentu. Menurut (Amir & Rahman, 2020) transportasi dibedakan menjadi dua jenis utama, yaitu:

1. Proses pemindahan bahan baku maupun hasil produksi dengan alat angkut.
2. Layanan pengangkutan penumpang antar lokasi yang berbeda.

Secara umum, klasifikasi moda transportasi didasarkan pada lima unsur pokok yang membentuk sistem transportasi secara keseluruhan. Unsur-unsur tersebut mencakup:

1. Manusia sebagai pengguna utama layanan transportasi.
2. Barang yang menjadi kebutuhan manusia dalam proses pemindahan.
3. Kendaraan berfungsi sebagai alat utama pengangkutan.
4. Jalan yang menyediakan infrastruktur pendukung pergerakan.
5. Organisasi bertanggung jawab atas pengelolaan keseluruhan operasional.

Kelima unsur ini saling berinteraksi secara integral untuk memastikan kelancaran proses transportasi, dimana penumpang atau barang tiba di tujuan dengan kondisi aman seperti saat

keberangkatan awal. Pemahaman mendalam terhadap karakteristik penumpang dan barang, kondisi sarana kendaraan (Tamin, 2010).

2.2.4 Manajemen Transportasi dan Distribusi

Manajemen distribusi dan transportasi merupakan bagian dari *Supply Chain Management* (SCM) yang dikenal dengan berbagai sebutan. Beberapa perusahaan menyebutnya manajemen logistik, sementara yang lain menggunakan istilah distribusi fisik. Terlepas dari penamaan tersebut, fungsi pokoknya sama yaitu memastikan pengiriman produk dari lokasi produksi hingga titik penggunaan akhir (Harry & Syamsudin, 2011). Tujuan utama dari proses ini adalah menjaga kelancaran alur barang melalui koordinasi transportasi, pergudangan, dan distribusi yang efisien. Pendekatan ini tidak hanya meminimalkan biaya tetapi juga meningkatkan responsivitas terhadap permintaan pasar.

Jaringan distribusi umumnya terdiri dari fasilitas seperti gudang dan sarana pengangkutan yang beroperasi secara terpisah. Namun saat ini dengan perkembangan rantai pasok modern, peran distribusi dan transportasi menjadi semakin krusial. Dengan semakin banyak perusahaan yang mengirimkan produk langsung, aktivitas distribusi dan transportasi menjadi semakin penting dan menempati porsi besar dalam biaya operasional (Sudjono & Noor, 2011). Penerapan manajemen transportasi dan distribusi tidak hanya berfokus pada penurunan biaya operasional, tetapi juga berperan penting dalam meningkatkan daya saing perusahaan di tengah ketatnya persaingan industri (Faeni, et al., 2025).

2.2.5 Saving Matrix

Metode *Saving Matrix* merupakan metode yang digunakan untuk menentukan atau mengoptimalkan rute distribusi ke berbagai wilayah pemasaran. Metode ini menentukan jalur pengiriman optimal beserta jumlah kendaraan yang diperlukan sesuai kapasitas masing-masing, sehingga menghasilkan jarak tempuh terpendek dan biaya transportasi minimal (Pailin & Kaihatu, 2018). Salah satu keunggulan utama metode *Saving Matrix* adalah fleksibilitasnya dalam menyesuaikan dengan berbagai kendala operasional seperti batas waktu pengiriman, kapasitas kendaraan, jumlah armada terbatas, atau batasan lain yang memungkinkan modifikasi cepat untuk menghasilkan solusi yang lebih optimal dalam penjadwalan pengiriman. Metode ini mendukung pengambilan keputusan praktis dan efisien di tengah kompleksitas distribusi logistik (Nusmesse, et al., 2016).

Metode *Saving Matrix* dimanfaatkan untuk menentukan rute distribusi produk ke area pemasaran dengan cara menetapkan jalur pengiriman serta jumlah kendaraan berdasarkan kapasitas yang dimiliki setiap kendaraan (Putri, et al., 2025). Metode ini memiliki keunggulan terletak pada fleksibilitasnya, karena mudah disesuaikan apabila terdapat batasan seperti waktu pengantaran, kapasitas atau jumlah kendaraan, maupun kendala lain sehingga dapat menghasilkan solusi yang efisien dan praktis (Novianti, et al., 2021).

Salah satu metode heuristik yang diterapkan dalam penyelesaian masalah transportasi, khususnya dalam penentuan rute disitribusi produk adalah metode *Saving Matrix* yang dikembangkan oleh *Clarke-Wright* dengan tujuan mengoptimalkan sistem distribusi melalui pengurangan total jarak tempuh, waktu, dan biaya dengan tetap memperhatikan kapasitas dan jumlah armada yang tersedia (Yuniarti & Astuti, 2013). Serta digunakan nya metode *Saving Matrix* karena proses pengiriman dilakukan melalui satu depot sebagai titik awal dan akhir distribusi, kondisi tersebut sesuai dengan karakteristik metode tersebut untuk menentukan penggabungan rute dari satu pusat distribusi menuju beberapa tujuan konsumen. Metode *Saving Matrix* memiliki beberapa tahapan langkah-langkah penerapan metode *Saving Matrix* sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi Matriks Jarak

Pada tahap ini dihitung jarak antara gudang dengan setiap konsumen serta jarak antar konsumen dan disesuaikan dengan data permintaan setiap konsumen dalam periode tertentu serta informasi kapasitas kendaraan yang digunakan dalam proses distribusi. Data permintaan berfungsi untuk mengetahui beban muatan yang harus diantarkan kepada setiap konsumen sedangkan kapasitas kendaraan menjadi batasan dalam perancangan rute agar muatan pada setiap kendaraan sesuai dengan kapasitas kendaraannya. Perhitungan jarak umumnya didukung dengan titik koordinat seperti aplikasi *Google Maps*. Dimana algoritma yang digunakan pada *Google Maps* yaitu berupa *Groph Theory*, yang merupakan konsep matematika dengan memodelkan jalan sebagai jaringan titik dan garis serta menggunakan algoritma Dijkstra untuk menemukan jalur terpendek dengan menghitung semua kemungkinan rute.

2. Menyusun Matriks Penghematan

Matriks ini menggambarkan besarnya penghematan jarak yang dapat diperoleh apabila dua pelanggan digabungkan dalam satu rute selama kapasitas kendaraan tidak terlampaui. Persamaan untuk menghitung nilai penghematan adalah:

$$S(x, y) = J(G, x) + J(G, y) - J(x, y) \quad (1)$$

Dengan:

$S(x, y)$: Penghematan jarak (Saving Matrix) yang diperoleh dengan menggabungkan rute x dan y menjadi satu.

$J(G, x)$: Jarak dari gudang ke konsumen x .

$J(G, y)$: Jarak dari gudang ke konsumen y .

$J(x, y)$: Jarak dari konsumen x ke konsumen y .

Untuk perhitungan dari menentukan total konsumsi BBM kendaraan Mitsubishi L300 sebagai berikut:

$$\frac{\text{Jarak rute distribusi}}{\text{Efisiensi jarak konsumsi BBM Kendaraan}} \times \text{harga solar/liter} \quad (2)$$

3. Mengidentifikasi Alokasi Konsumen ke Kendaraan dan Rute Berdasarkan Lokasi

Pada tahap ini diawali dengan menggabungkan dua rute yang memberikan nilai penghematan terbesar sehingga terbentuk satu rute yang masih memenuhi seluruh kendala atau layak. Proses ini dilakukan berulang hingga tidak ditemukannya kombinasi rute yang layak terbentuk.

4. Perbandingan Rute Eksisting dan Rute Usulan

Rute distribusi dari hasil penerapan metode Saving Matrix dibandingkan dengan rute distribusi eksisting yang digunakan perusahaan untuk memberikan gambaran seberapa besar peningkatan efisiensi operasional yang dihasilkan oleh penerapan metode Saving Matrix pada sistem distribusi perusahaan.

2.2.6 Emisi Karbon

Emisi karbon merupakan proses pelapasan karbon ke atmosfer. Emisi ini berkaitan erat dengan gas rumah kaca yang menjadi penyebab utama perubahan iklim. Salah satu gas tersebut adalah karbon dioksida yang merupakan salah satu komponen penyusun atmosfer bumi selain gas lain seperti oksigen, nitrogen, dan argon (Wahyuningsih, et al., 2025). Transportasi merupakan kebutuhan primer bagi masyarakat kota, tetapi menimbulkan dampak terhadap produksi emisi gas karbon dioksida. Sektor transportasi menyumbang sekitar 60% polusi udara, selebihnya yaitu sektor industri 25%, rumah tangga 10%, serta sampah 5% (Sudarti & Kasanah, 2022).

Aktivitas sektor transportasi menghasilkan gas buang akibat pembakaran bahan bakar minyak (BBM), yang mencakup CO₂, Nox, CO, HC, serta pertikel lainnya. Emisi CO₂ mendominasi sebagai penyumbang terbesar, mencapai 72-74% dari keseluruhan emisi gas rumah kaca tingkat global (Tampubolon, et al., 2025). Perhitungan emisi karbon dapat dilakukan dengan tahapan menurut Ambarsari, Sari, et al., (2019) sebagai berikut:

a. Total Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan

$$\sum CB = \bar{X} \times \sum S \quad (3)$$

Keterangan:

$\sum CB$ = Total konsumsi bahan bakar (liter/tahun)

$\bar{X}$ = Rata-rata efisiensi konsumsi bahan bakar (liter/km)

$\sum S$ = Total jarak tempuh kendaraan (km/tahun)

b. Total Besaran Emisi CO₂

$$\sum CO_2 = \sum CB \times EF \times k \quad (4)$$

Keterangan:

$\sum CO_2$ = Total emisi CO₂ (ton/liter)

$\sum CB$ = Total konsumsi bahan bakar (liter/tahun)

EF = Emisi faktor (kg/liter)

k = Angka konversi kilogram ke ton (0,001)

Dengan informasi faktor emisi bahan bakar kendaraan terdapat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Faktor Emisi Bahan Bakar

No	Jenis Bahan Bakar	Emisi CO ₂ (ton CO ₂ /TJ)	Emisi CO ₂ (kg CO ₂ /liter)
1	<i>Gasiline Fuel</i> (Bensin)	69,3	2,31
2	<i>Diesel Fuel</i> (Solar)	74,1	2,68

Sumber: Kementerian ESDM RI (2023)

Pada Tabel 2.2 menampilkan faktor emisi yang digunakan sebagai faktor konversi untuk perhitungan jumlah emisi CO₂ yang berdasarkan klasifikasi kendaraan berdasarkan jenis bahan bakarnya. Faktor emisi kendaraan bensin adalah 2,31, sedangkan untuk solar adalah 2,68 yang berarti satu liter solar menghasilkan emisi CO₂ sebanyak 2,68 kg.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Dalam penelitian ini, PT. XYZ menjadi objek yang digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana rute distribusi dapat dioptimalkan dengan pendekatan heuristik untuk mengurangi biaya distribusi yang timbul. Penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan terkait penentuan rute kendaraan yang harus mengirimkan suku cadang ke beberapa pelanggan dalam satu perjalanan dengan tetap memperhatikan kapasitas kendaraan dan ketentuan operasional perusahaan.

3.2 Subjek Penelitian

Pada penelitian ini difokuskan pada aktivitas distribusi suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor yang dilakukan oleh bagian distribusi perusahaan, khusus nya terkait dengan penentuan rute pengiriman, penggunaan kendaraan, serta biaya distribusi pada jaringan konsumen. Wawancara dilakukan dengan penanggung jawab bagian distribusi dan gudang yang memiliki pengalaman mendalam pada bidang manajemen distribusi dan logistik yang bertanggung jawab atas penjadwalan, pelaksanaan, serta evaluasi proses distribusi suku cadang dari perusahaan hingga ke konsumen akhir.

3.3 Sumber Data

Dalam penelitian ini, terdapat dua sumber data utama yang digunakan, yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data primer merupakan pengumpulan informasi langsung dengan instrumen seperti pengamatan, wawancara, pencatatan lapangan, dan analisis dokumen internal (Wijayanti & Fitriani, 2023). Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan langsung dan wawancara terkait aktivitas distribusi.
2. Data sekunder merupakan jenis data yang diperoleh secara tidak langsung melalui pihak atau sumber perantara, informasi ini dapat diperoleh dari berbagai dokumen pendukung (Arvyanda, et al., 2023). Data ini diperoleh dari berbagai sumber, termasuk dokumen dan hasil kajian pustaka yang relevan dengan topik penelitian. Data sekunder yang digunakan

pada penelitian berupa titik koordinat konsumen, jumlah permintaan konsumen, jumlah kapasitas kendaraan, dan rute yang di gunakan perusahaan.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Untuk melakukan analisis permasalahan dengan tepat, peneliti perlu mengumpulkan beragam data yang relevan selama proses penyusunan penelitian. Oleh karena itu, beberapa teknik pengumpulan data diterapkan dengan menyesuaikan kondisi serta karakteristik bidang kajian. Tahapan ini menjadi langkah awal bagi peneliti untuk memperoleh gambaran serta pemahaman langsung terhadap objek penelitian. Adapun metode yang digunakan meliputi:

1. Wawancara

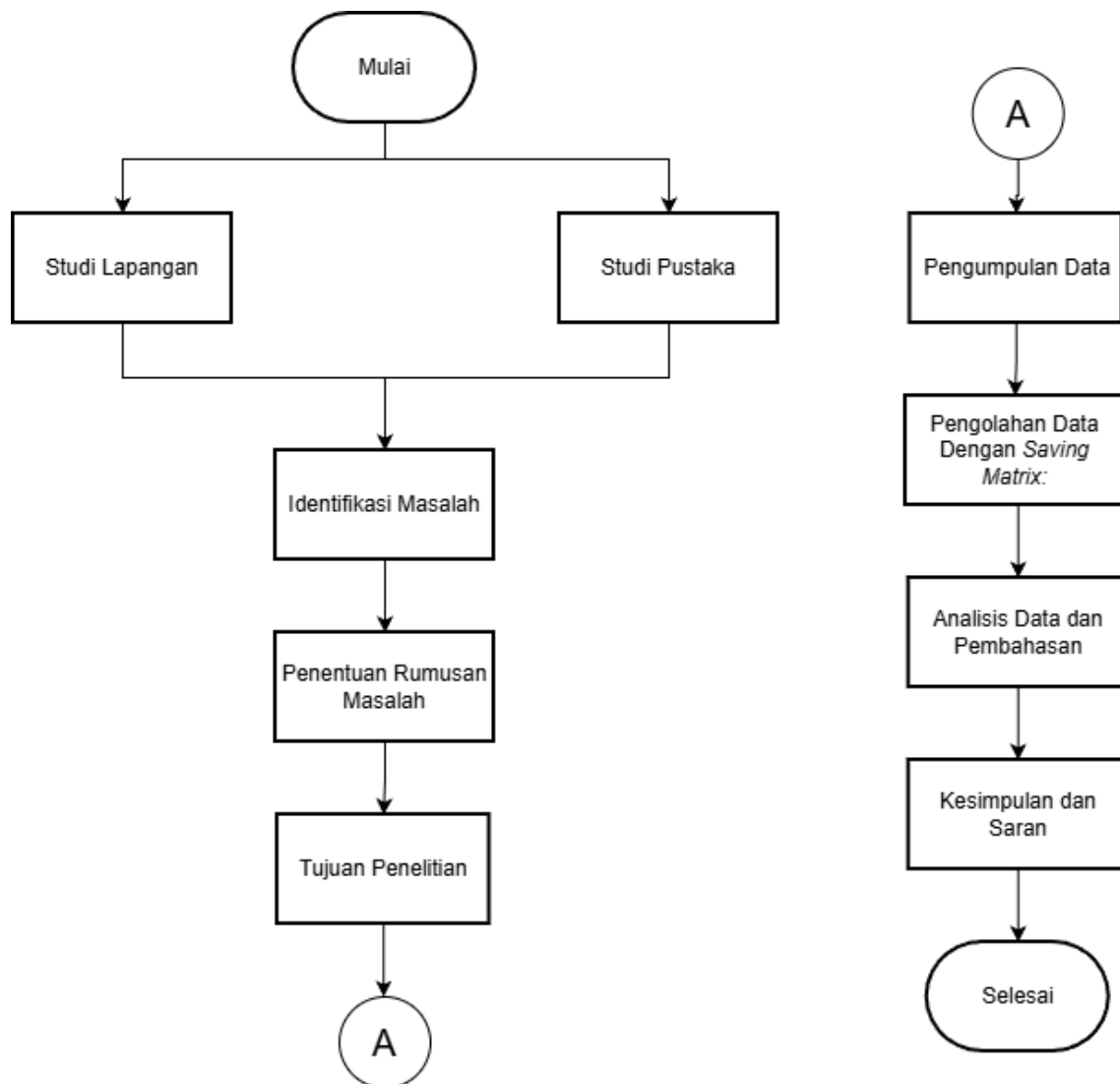
Peneliti melakukan wawancara dengan individu yang memiliki pengetahuan dan pengalaman terkait bidang penelitian. Melalui proses tanya jawab secara langsung, peneliti dapat menggali informasi secara mendalam dan memperoleh data tambahan mengenai kondisi lapangan yang mungkin tidak tercantum dalam sumber.

2. Observasi Langsung

Observasi yang akan dilakukan adalah observasi terhadap subjek, perilaku subjek selama wawancara, interaksi subjek dengan peneliti dan hal-hal yang dianggap relevan sehingga dapat memberikan data tambahan hasil wawancara.

3.5 Alur Penelitian

Berikut ini merupakan alur penelitian yang menggambarkan langkah-langkah penelitian yang di sajikan dalam bentuk *Flowchart*:



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan mengenai diagram alur penelitian di atas:

1. Mulai

2. Studi Lapangan

Pada tahap ini melakukan pengamatan pada PT. XYZ untuk mengidentifikasi kondisi aktual distribusi dengan observasi dan wawancara, sehingga dapat diketahui pola rute saat ini, data permintaan pelanggan, jenis armada, serta permasalahan seperti rute yang belum optimal dan biaya distribusi yang masih tinggi.

3. Studi Literatur

Tahap ini bertujuan untuk mencari pemahaman lebih dalam mengenai permasalahan yang di hadapi perusahaan dengan referensi berupa buku, jurnal, dan penelitian terdahulu yang

berkaitan dengan *Supply Chain Management*, distribusi, transportasi, dan metode *Saving Matrix* dengan tujuan memperoleh landasan teori yang kuat dan mengidentifikasi solusi potensial untuk permasalahan penentuan rute distribusi.

4. Identifikasi Masalah

Peneliti mengidentifikasi permasalahan yang ada pada distribusi berdasarkan pada studi lapangan dan studi pustaka yang dilakukan sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan dengan mengintegrasikan temuan berdasarkan dari studi lapangan dan studi pustaka untuk menemukan rute distribusi yang efisien pada perusahaan.

5. Rumusan Masalah

Pada tahap rumusan masalah, peneliti menyusun permasalahan dengan tujuan menyelesaikan permasalahan yang dihadapi perusahaan mengenai bagaimana rute distribusi yang tepat dan optimal dengan penerapan metode *Saving Matrix*.

6. Tujuan Penelitian

Pada tahap ini peneliti merumuskan tujuan yang ingin dicapai, yaitu menganalisis rute distribusi, menjelaskan langkah-langkah penerapan metode *Saving Matrix* pada jaringan distribusi suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor selain itu dalam melakukan penelitian ini, peneliti menentukan batasan yang digunakan.

7. Pengumpulan Data

Pada tahap ini peneliti mengumpulkan data yang diperlukan seperti data rute distribusi eksisting, jumlah permintaan, kapasitas dan jumlah kendaraan, lokasi koordinat tujuan, kapasitas maksimum tiap kendaraan, dan proses saluran distribusi yang diperoleh melalui wawancara, dokumen perusahaan, dan pengukuran jarak menggunakan *Google Maps*.

8. Pengolahan Data dengan Metode *Saving Matrix*

Peneliti melakukan pengolahan data dengan metode *Saving Matrix*, serta menyusun matriks jarak antara gudang dan konsumen serta antar konsumen, menghitung nilai penghematan untuk setiap pasangan pelanggan, kemudian membentuk kombinasi rute berdasarkan nilai penghematan terbesar dengan memperhatikan kapasitas kendaraan dengan rute distribusi usulan yang efisien.

9. Analisis Data dan Pembahasan

Pada tahap ini peneliti membandingkan rute distribusi eksisting dengan rute usulan dengan hasil metode *Saving Matrix* dari sisi total jarak tempuh, jumlah armada yang digunakan,

waktu distribusi, dan biaya operasional serta membahas dampak penerapan rute usulan terhadap peningkatan efisiensi distribusi di perusahaan beserta kelebihan dan keterbatasan metode yang digunakan.

10. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini menyimpulkan hasil penelitian dengan menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan, menjelaskan rute distribusi optimal yang diperoleh, dan menguraikan besarnya penghematan jarak dan biaya distribusi yang dicapai.

11. Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Perusahaan

PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang berbasis di Kawasan Industri Gerbang Teknologi Jababeka, Cikarang Utara. PT. XYZ memiliki fokus utamanya meliputi proses *machining* dan fabrikasi komponen otomotif berpresisi tinggi serta suku cadang alat berat yang berkualitas unggul, yang mencakup berbagai *spare part* seperti pin, poros, baut stud, rantai gigi (*sprocket*), *clamp*, serta komponen otomotif kendaraan bermotor seperti *Gear* dan *Disk Brake* (cakram rem). Sebagai penyedia layanan produksi berbasis *made-to-order* (MTO), perusahaan menerima bahan baku langsung dari pelanggan sesuai spesifikasi pesanan, dimana bahan tersebut akan diproses menggunakan mesin-mesin canggih berakurasi tinggi milik perusahaan. Meskipun jam operasional standar hanya 8 jam per hari, namun PT. XYZ mampu beroperasi 24 jam penuh guna memenuhi permintaan volume besar dari konsumen. Perusahaan mengelola distribusi *spare part* hasil produksi ke pelanggan di berbagai wilayah, proses distribusi saat ini menghadapi tantangan signifikan berupa biaya distribusi masih terhitung tinggi. Perusahaan memiliki visi dan misi sebagai berikut:

a. Visi

Menjadi perusahaan lokal terkemuka di bidang *engineering* yang didorong oleh sumber daya luar biasa dan integritas kuat untuk mencapai kepuasan pelanggan.

b. Misi

Perusahaan secara terus-menerus mengadopsi teknologi inovatif dan tetap berdedikasi dalam memenuhi kebutuhan pelanggan.

1. Perusahaan berkomitmen pada perbaikan berkelanjutan dalam pengelolaan sumber daya manusia dan sistem manajemen kualitas.

4.1.2 Data Elemen Distribusi

Pengiriman barang dilakukan dengan menggunakan satu unit armada, yaitu mobil Mitsubishi L300 berbahan bakar solar yang memiliki kapasitas beban maksimal 2.950 kg. Berikut rincian elemen biaya distribusi:

Tabel 4. 1 Elemen Biaya Distribusi

No	Elemen Biaya	Biaya (Rp.)
1	BBM/liter	6.800
2	Tenaga Kerja/hari	150.000
3	Biaya Lainnya	125.000

Bahan bakar Mitsubishi L300 dengan 1 liter BBM dapat menempuh jarak 10 km, Biaya bahan bakar tersebut digunakan untuk menghitung total biaya operasional pengiriman secara keseluruhan. Rincian ini mempertimbangkan konsumsi bahan bakar sesuai dengan jarak distribusi yang dilakukan dan biaya tambahan lainnya. Dalam elemen biaya distribusi, biaya lainnya mencakup biaya makan, retribusi, parkir, jalan tol, dan biaya urgensi yang berkontribusi terhadap operasional kendaraan.

4.1.3 Data Lokasi Konsumen

Konsumen distribusi suku cadang alat berat dan roda dua perusahaan terdapat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 2 Kode Konsumen Perusahaan

No	Nama Konsumen	Kode Konsumen
1	PT Komatsu Indonesia KBN <i>Plant</i>	A
2	PT Komatsu Indonesia Cibitung <i>Plant</i>	B
3	Komatsu Indonesia <i>Assembly Plant</i>	C
4	PT Komatsu Patria <i>Attechment</i>	D
5	PT Sun Star Indonesia	E

Data lokasi konsumen yang meliputi jarak dari gudang ke lokasi konsumen serta waktu tempuh perjalanan distribusi terdapat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Lokasi dan Jarak ke Konsumen

No	Kode Konsumen	Jarak Dari Gudang ke	Waktu Tempuh
1	A	44,3 Km	62 Menit
2	B	11,2 Km	27 Menit
3	C	43 Km	55 Menit
4	D	13 Km	38 Menit
5	E	12,8 Km	30 Menit

4.1.4 Matriks Jarak Rute Tiap Konsumen

Matriks jarak rute tiap konsumen yang diperoleh dengan menggunakan bantuan aplikasi *Google Maps* terdapat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Matriks Jarak Konsumen (Km)

Kode Konsumen	G	A	B	C	D	E
G	0	44,3	11,2	43	13	12,8
A	44,3	0	34	1,3	33	31
B	11,2	34	0	46	1,5	4
C	43	1,3	46	0	47	41
D	13	33	1,5	47	0	4
E	12,8	31	4	41	4	0

4.1.5 Data Permintaan Tiap Konsumen

Data permintaan suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor dalam satuan unit atau per biji terdapat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Permintaan Konsumen

No	Kode Konsumen	Rata-Rata Permintaan (Pcs)
1	A	1000
2	B	1020
3	C	980
4	D	1050
5	E	950

Tabel diatas menampilkan data permintaan suku cadang oleh konsumen berdasarkan kode masing-masing, serta tabel mencakup 5 konsumen dengan kolom permintaan dalam satuan unit pada masing-masing konsumen.

4.1.6 Data Rute Eksisting Distribusi

Data rute awal atau rute eksisting distribusi suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor kepada masing-masing konsumen pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Data Rute Eksisting Distribusi

No	Rute Eksisting Distribusi	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)
1	G-A-G	88,6	124
2	G-B-G	22,4	54
3	G-C-G	86	110
4	G-D-G	26	76
5	G-E-G	25,6	60
Total		248,6	424

Penjelasan rute eksisting distribusi pada Tabel 4.6 sebagai berikut:

- G : Gudang PT. XYZ
- A : Konsumen A
- B : Konsumen B
- C : Konsumen C
- D : Konsumen D
- E : Konsumen E

Pada Tabel 4.6 diketahui bahwa rute eksisting distribusi adalah dari gudang ke konsumen a dan kembali lagi ke gudang dengan total jarak tempuh diperoleh dari Tabel 4.2 yaitu matriks jarak konsumen, karena jarak dari gudang menuju konsumen dan kembali ke gudang lagi dianggap sama maka untuk jarak dari gudang ke konsumen A adalah 44,3 km dan jarak dari konusemen menuju gudang kembail 44,3 km, sehingga total jarak dari rute konsumen G-A-G yaitu sebesar 88,6 km, dan begitu pula untuk rute yang menuju konusmen lainnya.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Biaya Pada Rute Eksisting

Data biaya transportasi awal perusahaan pada proses distribusi suku cadang alat berat dan kendaraan bermotor kepada masing-masing konsumen pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Biaya Transportasi Awal

No	Rute Awal	Jarak (Km)	Biaya (Rp.)			Total Biaya (Rp.)
			Tenaga Kerja	BBM	Biaya Lainnya	
1	G-A-G	88,6	150.000	60.248	125.000	185.248

2	G-B-G	22,4	15.232	125.000	140.232
3	G-C-G	86	58.480	125.000	183.480
4	G-D-G	26	17.680	125.000	142.680
5	G-E-G	25,6	17.408	125.000	142.408
Total		248,6	Rp 944.048		

Pada Tabel 4.7, biaya bahan bakar minyak dihitung berdasarkan data dari Tabel 4.1 mengenai elemen biaya perdistribusi, dimana harga BBM mencapai Rp6.800/liter dan efisiensi kendaraannya sebesar 10 km/liter dengan menggunakan rumus (2) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 & - \frac{88,6}{10} \times 6.800 = 60.248 \\
 & - \frac{22,4}{10} \times 6.800 = 15.232 \\
 & - \frac{86}{10} \times 6.800 = 58.480 \\
 & - \frac{26}{10} \times 6.800 = 17.680 \\
 & - \frac{25,6}{10} \times 6.800 = 17.408
 \end{aligned}$$

Untuk rute awal G-A-G sepanjang 88,6 km, jumlah liter BBM yang dibutuhkan adalah 88,6 dibagi 10 dan dikalikan dengan Rp6.800 untuk memperoleh biaya BBM sebesar Rp60.248.

4.2.2 Mengidentifikasi Matriks Penghematan (*Saving Matrix*)

Data perhitungan untuk memperoleh matriks penghematan dengan menggunakan rumus (1) terdapat pada Tabel 4.8

Tabel 4. 8 Perhitungan Matriks Penghematan

$S(A, B)$	$= J(G, A) + J(G, B) - J(A, B)$ $= 44,3 + 11,2 - 34 = 21,5$	$S(B, E)$	$= J(G, B) + J(G, E) - J(B, E)$ $= 11,2 + 12,8 - 4 = 20$
$S(A, C)$	$= J(G, A) + J(G, C) - J(A, C)$ $= 44,3 + 43 - 1,3 = 86$	$S(C, D)$	$= J(G, C) + J(G, D) - J(C, D)$ $= 43 + 13 - 47 = 9$
$S(A, D)$	$= J(G, A) + J(G, D) - J(A, D)$ $= 44,3 + 13 - 33 = 24,3$	$S(C, E)$	$= J(G, C) + J(G, E) - J(C, E)$ $= 43 + 12,8 - 41 = 14,8$
$S(A, E)$	$= J(G, A) + J(G, E) - J(A, E)$ $= 44,3 + 12,8 - 31 = 26,1$	$S(D, E)$	$= J(G, D) + J(G, E) - J(D, E)$ $= 13 + 12,8 - 4 = 21,8$
$S(B, C)$	$= J(G, B) + J(G, C) - J(B, C)$ $= 11,2 + 43 - 46 = 8,2$		

$S(B, D)$	$= J(G, B) + J(G, D) - J(B, D)$ $= 11,2 + 13 - 1,5 = 22,7$
-----------	--

Setelah dilakukan perhitungan penghematan pada Tabel 4.8 yang dimana hasilnya akan dimasukan pada matriks jarak tiap rute untuk menentukan urutan distribusi dengan dilakukannya perhitungan *saving matrix*.

4.2.3 Matriks Jarak Rute Tiap Konsumen Setelah Penghematan

Hasil dari perhitungan matriks penghematan selanjutnya dapat dibentuk matriks penghematan seperti pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Matriks Penghematan Usulan

Kode Konsumen	A	B	C	D	E
A	0	21,5	86	24,3	26,1
B	21,5	0	8,2	22,7	20
C	86	8,2	0	9	14,8
D	24,3	22,7	9	0	21,8
E	26,1	20	14,8	21,8	0

Pada Tabel 4.9 matriks penghematan diperoleh dengan melihat dari Tabel 4.8, dimana $S(A, B) = 21,5$ km yang ditempatkan pada kolom kedua baris pertama yaitu A dan kolom pertama baris ketiga yaitu B.

4.2.4 Mengalokasikan Rute Konsumen berdasarkan Lokasi

Untuk mempermudah mengalokasikan konsumen ke jalur distribusi dapat disusun dengan tabel nilai terbesar dari matriks penghematan seperti pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Pengurutan Nilai Matriks Penghematan

Peringkat	Nilai	Peringkat	Nilai
1.	86	6.	21,5
2.	26,1	7.	20
3.	24,3	8.	14,8
4.	22,7	9.	9
5.	21,8	10.	8,2

Pengalokasian rute konsumen dapat diurutkan dengan memulai nilai matriks dari yang terbesar hingga nilai matriks yang terkecil. Pengurutan disesuaikan dengan rata-rata berat dari permintaan barang masing-masing perusahaan seperti pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Rata-Rata Permintaan Konsumen

No	Kode Konsumen	Rata-Rata Permintaan (Pcs)	Rata-Rata Berat (Kg)
1	A	1000	550
2	B	1020	555
3	C	980	520
4	D	1050	558
5	E	950	500
Total		5000	2683

Dengan kapasitas maksimal kendaraan L300 sebesar 2.950 kg, maka dengan total rata-rata berat 2.638 kg dapat dimaksimalkan dengan 1 kendaraan karena berat tidak melebihi batas dari kapasitas kendaraan L300.

a. Iterasi 1

Pada nilai matriks penghematan, nilai tertinggi berada di peringkat pertama dengan nilai sebesar 86 km yang menunjukkan penghematan jarak ketika rute konsumen A dan konsumen C digabungkan menjadi satu rute, sebelum melakukan penggabungan rute tersebut, terlebih dahulu disesuaikan dengan kelayakan kapasitas kendaraan yang digunakan, kapasitas maksimal kendaraan L300 yaitu 2.950 kg. Data rata-rata permintaan konsumen A dan C yaitu 550 kg dan 520 kg, sehingga jumlah data rata-rata permintaan yaitu 1070 kg, maka rute A dan C layak digunakan.

b. Iterasi 2

Pada nilai matriks penghematan terbesar selanjutnya dengan nilai 26,1, dimana nilai 26,1 merupakan matriks penghematan jarak dari rute konsumen A dan E menjadi satu. Permintaan konsumen A dan F sebanyak 550 kg dan 500 kg, sehingga jumlah dari rata-rata permintaan konsumen A dan F sebesar 1050 kg, maka rute A dan E layak digunakan.

c. Iterasi 3

Pada nilai matriks penghematan terbesar ketiga dengan nilai 24,3, dimana nilai 24,3 merupakan matriks penghematan jarak dari rute konsumen A dan D menjadi satu. Permintaan konsumen A dan D sebanyak 550 kg dan 558 kg, sehingga jumlah dari rata-rata permintaan konsumen A dan D sebesar 1108 kg, maka rute A dan D layak digunakan.

d. Iterasi 4

Pada nilai matriks penghematan terbesar ketiga dengan nilai 22,7, dimana nilai 22,7 merupakan matriks penghematan jarak dari rute konsumen B dan D menjadi satu. Permintaan konsumen B dan D sebanyak 555 kg dan 558 kg, sehingga jumlah dari rata-rata permintaan konsumen B dan D sebesar 1113 kg, maka rute B dan D layak digunakan.

Dari iterasi yang diperoleh, karena alokasi konsumen ke kendaraan dan rute layak semua maka dapat memaksimalkan dengan satu kendaraan L300.

4.2.5 Pengurutan Konsumen Berdasarkan Rute

Berdasarkan hasil dari matriks penghematan yang telah dilakukan pada perhitungan pada Tabel 4.9 maka dilanjutkan pengurutan konsumen berdasarkan rute dengan jarak terbesar hingga jarak terkecil seperti pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Penentuan Kelompok

No	Jarak Terbesar	Kelompok Rute
1	86	A
		C
		B
2	22,7	D
		E
3	14,8	

Tabel 4. 13 Perhitungan Jarak Rute

Rute	Jarak (km)
G-A	44,3
A-C	1,3
C-B	46
B-D	1,5
D-E	4
E-G	12,8
Total Jarak (km)	109,9

Berdasarkan pengurutan rute konsumen dilakukan dengan penentuan kelompok dari yang terbesar hingga terkecil seperti pada Tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Pengurutan Rute Konsumen

Urutan Rute	Total Jarak (Km)
G→A→C→B→D→E→G	109,9

Pada Tabel 4.12 setelah dilakukan penentuan kelompok dari yang terbesar hingga yang terkecil maka di dapatkan urutan rute G→A→C→B→D→E→G dengan total jarak sebesar 109,9 km.

4.2.6 Hasil Efisiensi Jarak dan Biaya Transportasi

Perbandingan terkait rute eksisting dan rute usulan setelah menggunakan metode *Saving Matrix* terdapat pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Hasil Penghematan Jarak dan Biaya

No	Rute	Total Jarak Tempuh (Km)	Total Biaya (Rp.)
1	Awal	248.6	944.048
2	<i>Saving Matrix</i>	109,9	349.732
	Selisih	156.6	138,7
	Penghematan	45,97%	44%

Pada Tabel 4.13 diketahui bahwa jarak sebelum menggunakan metode *Saving Matrix* diperoleh 248.6 km dengan total biaya yang dikeluarkan Rp 944.048 dan setelah menggunakan metode ini total jarak tempuh yang diperoleh yaitu 109,9 km dengan total biaya Rp.349.732 yang memiliki penghematan jarak sebesar 44% dan penghematan total biaya sebesar 37%. Sehingga dapat diketahui dari hasil pada Tabel 4.13 bahwa metode *Saving Matrix* tepat untuk digunakan dalam penentuan rute distribusi perusahaan.

4.2.7 Perhitungan Emisi Karbon

Tahap awal perhitungan emisi karbon untuk rute awal dan rute usulan dilakukan dengan menghitung total konsumsi bahan bakar kendaraan, yang dimulai dengan mencari rata-rata efisiensi bahan bakar ($\bar{X}$) dalam satuan liter/km, dimana konsumsi bahan bakar Mitsubishi L300 yaitu 10 km/l, maka setelah dilakukan konversi rata-rata efisiensi bahan bakar Mitsubishi L300 menjadi 0,1 liter/km dan diketahui total jarak tempuh kendaraan ($\sum S$) pada rute awal sebesar 248,6 km/hari ~ 90.739 km/tahun kemudian pada rute usulan sebesar 92 km/hari ~ 33.580 km/tahun. Tahap selanjutnya menghitung total besaran emisi CO₂, dengan diketahui nilai (EF) sebesar 2,68 kg CO₂/liter yang ditunjukkan pada Tabel 2.2.

a. Rute awal

Dalam perhitungan emisi karbon dapat dilakukan dengan menggunakan rumus persamaan (3) dan (4):

- Total Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan

$$\sum CB = \bar{X} \times \sum S = 0,1 \text{ liter/km} \times 90.739 \text{ km} = 9.073,9 \text{ liter/tahun}$$

- Total Besaran Emisi CO₂

$$\sum CO_2 = \sum CB \times EF \times k = 9.073,9 \text{ liter/tahun} \times 2,68 \text{ kg CO}_2/\text{liter} \times 0,001 = 24.318 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui total besaran emisi CO₂ dalam satu tahun adalah 24.318 ton, sehingga untuk mengetahui total besaran emisi karbon dalam satu hari adalah sebagai berikut:

$$\text{Total besaran emisi CO}_2/\text{hari} = \frac{24.318 \text{ ton/tahun}}{365 \text{ hari}} = 66,62 \text{ ton/hari}$$

b. Rute Usulan

Dalam perhitungan emisi karbon dapat dilakukan dengan menggunakan rumus persamaan (3) dan (4):

- Total Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan

$$\sum CB = \bar{X} \times \sum S = 0,1 \text{ liter/km} \times 40.113,5 \text{ km} = 4.011,35 \text{ liter/tahun}$$

- Total Besaran Emisi CO₂

$$\sum CO_2 = \sum CB \times EF \times k = 4.011,35 \text{ liter/tahun} \times 2,68 \text{ kg CO}_2/\text{liter} \times 0,001 = 10.750 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui total besaran emisi CO₂ dalam satu tahun adalah 8.999 ton, sehingga untuk mengetahui total besaran emisi karbon dalam satu hari sebagai berikut:

$$\text{Total besaran emisi CO}_2/\text{hari} = \frac{10.750 \text{ ton/tahun}}{365 \text{ hari}} = 29,45 \text{ ton/hari}$$

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Identifikasi Matriks Penghematan

Tujuan penggunaan matriks penghematan (*Saving Matrix*) dalam perhitungan adalah menyatukan enam rute secara bertahap menjadi rute yang lebih baik untuk menghemat jarak tempuh. Pada penelitian ini, terdapat titik tujuan perusahaan, dimana pada tiap tahap penggabungan antar rute dihitung besaran penghematannya untuk mengukur potensi minimasi jarak dari penggabungan tersebut. Dimana dengan *Saving Matrix* dalam menentukan rute distribusi yang paling efisien karena seluruh konsumen dapat dimasukkan ke dalam batasan yang telah ditetapkan.

5.2 Alokasi Rute

Dari hasil perhitungan yang terdapat pada Tabel 4.12 diketahui bahwa dilakukan pengurutan konsumen berdasarkan jarak terbesar hingga terkecil. Selanjutnya konsumen dikelompokkan ke dalam rute yang berdekatan, sehingga diperoleh urutan rute $G \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow G$. hasil pengurutan rute tersebut menghasilkan total jarak tempuh sebesar 109,9 km.

5.3 Perbandingan Jarak Rute Awal dan Rute Usulan

Pada perhitungan yang terdapat di Tabel 4.6 terdapat hasil dari rute awal yang memiliki jarak sebesar 248,6 km, setelah dilakukan perhitungan dengan metode *saving Matrix*, total jaraknya menjadi 109,9 km. sehingga total jarak yang dapat dihemat yaitu sejauh 138,7 km. Sedangkan dari segi banyaknya rute yang terbentuk, hasil perhitungan menunjukkan bahwa terdapat pengurangan jumlah rute. Jika pada rute awal terdiri dari 5 rute, karena setelah mengantar ke satu perusahaan harus kembali ke gudang. Pada rute usulan hanya terdapat 1 rute dengan langkah awal berangkat dari gudang dan dilanjutkan pengiriman ke masing-masing perusahaan dan kembali ke gudang jika proses pengiriman barang sudah selesai. Dengan begitu perusahaan dapat menghemat waktu pengiriman barang.

5.4 Perbandingan Biaya Distribusi Sebelum dan Setelah Penghematan Jarak

Dari segi biaya dsitribusi yang dikeluarkan perusahaan, rute baru dapat memberikan minimasi biaya karena pada rute awal tujuan distribusi teradapat 5 rute sedangkan setelah dilakukan perhitungan, maka rute usulan yang terbentuk hanya menghasilkan 1 rute saja.

Setelah menerapkan metode *Saving Matrix* pada perhitungan biaya distribusi, total biaya yang diperlukan turun menjadi Rp 349.732. dibandingkan dengan biaya awal sebesar Rp 994.048, perusahaan dapat menghemat hingga Rp 549.316. Maka, rute yang diusulkan ini mampu memangkas biaya distribusi sebanyak 37%.

5.5 Perbandingan Rute Awal dan Rute Usulan

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa baik dari segi jarak maupun biaya, rute usulan yang dihasilkan dapat meminimasi jarak dan biaya distribusi perusahaan dibandingkan dengan rute awal.

Tabel 5. 1 Rute Awal

No	Rute Awal	Jarak (Km)	Biaya (Rp.)			Total Biaya (Rp.)
			Tenaga Kerja	BBM	Biaya Lainnya	
1	G-A-G	88,6		60.248	125.000	185.248
2	G-B-G	22,4		15.232	125.000	140.232
3	G-C-G	86	150.000	58.480	125.000	183.480
4	G-D-G	26		17.680	125.000	142.680
5	G-E-G	25,6		17.408	125.000	142.408
Total		248,6			Rp 944.048	

Pada rute perjalanan G-A-G yang memiliki total jarak 88,6 km, biaya yang diperlukan terdiri dari biaya BBM sebesar Rp 60.248 dan biaya lainnya sebesar Rp 125.000, sehingga memiliki total biaya sebesar Rp 185.248. Selanjutnya pada rute G-B-G menumpuh jarak 22,4 km dengan biaya BBM Rp 15.232 aerta biaya lainnya sebesar Rp 125.000 dengan total biaya Rp 140.232. Kemudian pada rute G-C-G dengan jarak 86 km memerlukan biaya BBM Rp.58.480 dan biaya lainnya Rp 125.000 sehingga total biaya yang diperlukan sebesar Rp 183.480. Pada rute G-D-G memiliki jarak sejauh 26 km dengan biaya BBM sebesar Rp 17.680 dan biaya lainnya Rp 125.000 dengan total biaya sebesar Rp 142.680. Terakhir pada rute G-E-

G memiliki jarak 25,6 km dengan biaya BBM Rp 17.408 dan biaya lainnya Rp 125.000 yang menghasilkan total biaya sebesar Rp 142.408.

Dari hasil pada Tabel 5.1 memiliki total jarak semua rute mencapai 248,6 km dengan keseluruhan biaya dan ditambahkan dengan biaya tenaga kerja sebesar Rp 150.000 maka hasil didapatkan Rp 944.048, pada rute awal ini belum digunakannya metode *Saving Matrix* untuk meminimalisasi rute dan biaya.

Tabel 5. 2 Rute Usulan

No	Rute Usulan	Jarak (Km)	Biaya (Rp.)			Total Biaya (Rp.)
			Tenaga Kerja	BBM	Biaya Lainnya	
1	G→A→C→B→D→E→G	109,9	150.000	74.732	125.000	349.732

Setelah diolah dengan menggunakan metode *Saving Matrix* maka rute usulan yang didapatkan menjadi urutan rute G-A-C-B-D-E-G dengan total jarak sejauh 109,9 km dan biaya BBM mencapai Rp.74.732 serta biaya lainnya sebesar Rp.125.000, sehingga keseluruhan biaya menjadi Rp.349.732.

Tabel 5. 3 Perbandingan Rute Awal dan Rute Usulan

No	Rute	Total Jarak Tempuh (Km)	Total Biaya (Rp.)
1	Awal	248.6	944.048
2	Usulan (<i>Saving Matrix</i>)	109,9	349.732
	Selisih	138,7	594.316
	Penghematan	44%	37%

Hasil pada Tabel 5.3 menunjukkan adanya penghematan, dimana rute awal memiliki jarak tempuh sejauh 248,6 km dengan total biaya sebesar Rp 944.048, sedangkan penerapan dari metode *Saving Matrix* berhasil mengurangi jarak tempuh menjadi 109,9 km dengan total biaya Rp 349.732. maka dari hasil tersebut terdapat penghematan jarak mencapai 44% dan penghematan biaya yang mencapai 37%.

Selain memberikan penghematan jarak dan biaya distribusi, rute usulan dengan perhitungan *Saving Matrix* mampu memberikan pengurangan dari emisi karbon, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.4.

Tabel 5. 4 Perbandingan Emisi Karbon

No	Rute	Emisi karbon (ton/hari)
1	Awal	66,62
2	Usulan (<i>Saving Matrix</i>)	29,45

Berdasarkan Tabel 4.5, perbandingan emisi karbon harian menunjukkan adanya pengurangan emisi karbon pada rute usulan dengan metode *Saving Matrix*; emisi karbon pada rute awal mencapai 66,62 ton/hari, sedangkan rute usulan hanya 29,46 ton/hari, atau terdapat penurunan sebesar 44,2%. Rute usulan jauh lebih baik untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, terutama CO₂, dibandingkan dengan rute awal, karena emisi terdapat penurunan emisi dari 66,62 ton/hari menjadi 29,45 ton/hari, maka pengurangan ini dapat meminimalkan konsumsi bahan bakar diesel perharinya.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rute awal yang dimiliki perusahaan adalah sebanyak 5 rute, yang melayani pelanggan dari titik gudang ke masing-masing pelanggan dengan pola rute awal seperti G-A-G, G-B-G, G-C-G, G-D-G, dan G-E-G kondisi rute awal ini menghasilkan total jarak yang cukup besar yaitu secara keseluruhan mencapai 248,6 km yang menimbulkan jarak dan biaya distribusi yang tinggi sebesar Rp 944.048. Untuk meminimalisasi jarak dan biaya maka penggabungan rute dilakukan dengan perhitungan metode *Saving Matrix*, dari perhitungan tersebut mendapatkan hasil rute usulan dengan jarak terpendek yaitu rute $G \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow G$. Rute ini berhasil memangkas total jarak tempuh menjadi 109,9 km disertai dengan pengurangan biaya distribusi menjadi Rp 594.316. Oleh karena itu, perusahaan memerlukan rute usulan untuk meminimalisasi jarak distribusi dan biaya distribusi dari rute awal yang digunakan oleh perusahaan.
2. Setelah dilakukannya perhitungan dengan metode *Saving Matrix*, penerapan metode optimisasi rute ini menghasilkan perbaikan yang signifikan dalam meminimalisasi jarak dan biaya distribusi. Jarak tempuh minimum yang berhasil dicapai yaitu 92 km melalui rute usulan $G \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow G$, yang sebelumnya berjumlah 248,6 km pada kondisi rute awal dengan lima rute yang terpisah seperti G-A-G, G-B-G, G-C-G, G-D-G, dan G-E-G. Selain itu, total biaya distribusi turun menjadi Rp 349.732 yang mencakup biaya bahan bakar minyak (BBM) sebesar Rp 62.560, biaya lainnya Rp 125.000 serta biaya tenaga kerja sebesar Rp 150.000, dibandingkan dengan biaya awal Rp 944.048 terdapat penghematan biaya sebesar 37% dan penghematan jarak sebesar 44%. Selain itu, rute usulan memberikan pengurangan emisi karbon sebesar 44,2%, Sehingga dari hasil tersebut terdapat adanya penghematan jarak dan biaya serta pengurangan emisi karbon.

6.2 Saran

Berikut merupakan saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan:

1. Bagi Perusahaan

Berdasarkan hasil optimisasi rute yang menghasilkan rute baru dengan pengurangan jarak dari rute awal sebesar 248,6 km menjadi 109,9 km dan biaya dari Rp 944.048 menjadi Rp 349.732. Maka disarankan kepada perusahaan untuk melakukan perbaikan pada penentuan rute agar penghematan jarak dan biaya distribusi dapat dilakukan secara maksimal.

2. Bagi Penelitian Selanjutnya

Pada penelitian ini masih menggunakan data yang relatif tetap seperti jarak, permintaan, dan kapasitas kendaraan yang tidak berubah, sehingga penelitian selanjutnya disarankan melakukan simulasi dengan memperhatikan faktor dinamis atau faktor kondisi yang sering berubah di lapangan seperti permintaan yang naik atau turun setiap harinya, kondisi jalan yang macet atau lalu lintas yang berbeda pada setiap waktunya, ataupun faktor jumlah kendaraan yang mungkin bertambah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarobi, B., & Hasibuan, W. R. (2025). Analysis and Implementation of 3kg Gas Cylinder Distribution Route Determination using the Ant Colony Algorithm at PT. Haritsah. *Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications*, 1845-1859.
- Ambarsari, D. N., Sari, K. E., & Maulidi, C. (2019). Emisi CO2 Kendaraan Bermotor Kawasan Alun-Alun Kota Batu. *Planning for Urban Region and Environment*, 183-194.
- Amir, M., & Rahman, A. (2020). Analisis Dampak Transportasi Online Terhadap Transportasi Konvensional (Bentor) Di Kota Makassar. *Jurnal Mirai Management*, 313-329.
- Armanda, F., Sari, R. F., & Garba, M. D. (2023). Optimization of Liquid Petroleum Gas (LPG) Gas Cylinder Distribution Route with Saving Matrix Method. *Numerical: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 99-110.
- Arvyanda, R., Fernandito, E., & Landung, P. (2023). Analisis Pengaruh Perbedaan Bahasa dalam Komunikasi Antarmahasiswa. *Jurnal Harmoni Nusa Bangsa*, 67-81.
- Aryaputra, F., Cong, V., K, S. Z., A. R., & Kamila, A. N. (2024). Perspektif Pengguna Transportasi Publik Terhadap Fasilitas TransJakarta Blok M Jakarta Selatan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 149-161.
- Cahyadi, U., Taptajani, D. S., & Faujiah, A. (2025). Penentuan Rute Distribusi Untuk Meminimalisasi Biaya Pengiriman Di PD. Jaya Mandiri Dengan Menggunakan Metode Saving Matrix. *Jurnal Kalibrasi*, 113-121.
- Devanda, R. R., & Pulansari, F. (2022). Integrated Saving Matrix - Branch And Bound Method to Optimize Sugar Product's Distribution Route. *Spektrum Industri*, 31-42.
- Faeni, D. P., Ali, A. S., Putri, F. N., Suratmono, G. C., Kusumawardani, S. N., & Ramadhani, Q. N. (2025). Penerapan Metode Transportasi Untuk Optimalisasi Biaya Distribusi Kendaraan (Studi Kasus Pada PT Astra). *Jurnal Riset Ilmiah*, 2318-2324.
- Febriyanti, D. E., Primadasa, R., & Sutono, S. B. (2022). Determination of distribution routes using the saving matrix method to minimize shipping costs at PT. Sukun Transport Logistics. *Spektrum Industri*, 83-94.
- Fitriya, W. A., Sumardi, S. R., Sari, N. N., & Simarmata, J. E. (2024). Rute Pendistribusian Barang dengan Algoritma Nearest Neighbor. *Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 894-900.
- Gale, M. O., Herdi, H., & Aurelia, P. N. (2024). Pengaruh Biaya Distribusi terhadap Peningkatan Volume Penjualan. *Jurnal Akuntan Publik*, 102-112.
- Garside, A. K., & Cahyanti, D. N. (2018). Penyelesaian Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pick Up and Delivery dengan Algoritma Tabu Search. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 125-134.
- Harry, S., & Syamsudin, N. (2011). Penerapan Supply Chain Management Pada Proses Manajemen Distribusi dan Transportasi Untuk Meminimasi Waktu dan Biaya Pengiriman. *Jurnal Poros Teknik*, 26-33.
- Hulu, N., Harahap, L. M., Marbun, S., Putri, D. A., Manik, M., & Sigalingging, K. (2025). Efisiensi Distribusi melalui Optimasi Biaya dan Jarak dengan Pendekatan Metode Transportasi. *Journal of Economics, Business and Management*, 1-7.
- Iriani, Y., & Asmara, H. (2021). Cost Optimization in Determining The Distribution Route of Fabric Product Using The Savings Matrix Method. *PalArch s Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology*, 3009-3020.
- Jayusman, H., Setyorini, W., & Sari, M. (2022). Pengaruh Biaya Distribusi Terhadap Volume Penjualan Pada PT Berkah Sarana Makmur Benua Lamandau. *Jurnal Magenta*, 37-45.

- Karundeng, T. N., Mandey, S. L., & Sumarauw, J. S. (2018). Analisis Saluran Distribusi Kayu (Studi Kasus Di CV. Karya Abadi, Manado). *Jurnal EMBA*, 1748-1757.
- Kurnia, G., & Darmawan, N. P. (2021). Optimizing Warehouse Distribution Routes During Eid Season Using Saving Matrix and Nearest Insert Method. *Jurnal Logistik Indonesia*, 111-119.
- Kurnia, S. N., & Handayaningsih, S. (2014). Media Pembelajaran Jaringan Kerja CPM Berbasis Multimedia. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, 1067-1084.
- Lie, D., Butarbutar, M., & Halim, F. (2017). Peranaan Harga dan Biaya Distribusi Terhadap Volume Penjualan Pada PT Permata Niaga Cabang Pematangsiantar. *Jurnal MAKER*, 19-26.
- Miles, D. A. (2017). A Taxonomy of Research Gaps: . *Doctoral Student Workshop: Finding Research Gaps - Research Methods and Strategies* .
- Mirza, A. H., & Irawan, D. (2020). Implementasi Metode Saving Matrix Pada Sistem Informasi Distribusi Barang. *Jurnal Ilmiah MATRIK*, 316-324.
- Mulyana, M. (2019). Strategi Distribusi. *Materi Tutorial Online EKMA 4216 Manajemen Pemasaran*, 51-56.
- Musliadin, A., & Apriadi, D. (2024). Route Optimization In Pharmaceutical Distribution Using Savings Matrix And Nearest Neighbor Heuristics: A Simulation-Based Study. *Jurnal Riset Ilmu Teknik*, 26-37.
- Nalhadi, A., Wiliyanto, R., & Supriyadi, S. (2025). Sistem Distribusi Pengiriman Sparepart Motor Honda dengan Pendekatan Saving Matrix dan Metode Nearest Neighbor. *INDUSTRIKA*, 1117-1126.
- Novianti, Kamila, A. N., Febrianti, S., & Fauzi, M. (2021). Penerapan Metode Saving Matrix Sebagai Program Pengurangan Biaya Distribusi di Perusahaan Kosmetik. *Jurnal Taguchi*, 1-133.
- Nusmesse, P., Rahawarin, A., & Paillin, D. (2016). Usulan Penentuan Rute Dalam Pendistribusian BBM Bersubsidi (Premium) Pada PT. Pertamina TBBM Wayame Ambon ke SPBU di Pulau Ambon Dengan Pendekatan. *ARIKA*, 1-14.
- Octaviarie, Liputra, & Heryanto. (2023). Penentuan Rute Distribusi dengan Metode Heuristik dan Alternatif Skenario pada Manufaktur Cat. *Seminar Nasional Teknik dan Manajemen Industri*, 35-43.
- Oktaviana, W. N., & Setiafindari, W. (2019). Penentuan Rute Distribusi Kerupuk Menggunakan Metode Saving Matrix dan Nearest Neighbor. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 81-86.
- Pailin, D. B., & Kaihatu, F. M. (2018). Implementasi Metode Saving Matrix Dalam Penentuan Rute Terbaik Untuk Meminimumkan Biaya Distribusi. *ARIKA*, 123-140.
- Pangestu, O. S., Christiano, A., & Adi, T. W. (2025). Optimasi Rute Distribusi Produk Pertalite Yang Efektif Dengan Pendekatan Saving Matrix Di Fuel Terminal X. *Jurnal Pustaka Nusantara Multidisplin* .
- Pesa, A. (2018, Juny 5). Pengendalian Biaya Distribusi.
- Pratama, R. D. (2020). Pengaruh Bauran Pemasaran dan Saluran Distribusi Terhadap Volume Penjualan PT. Semen Indonesia (Persero). *Jurnal Ilmu dan Riset Manajemen*.
- Putri, G. A., Vebriana, V. V., A. B., & Assidiq, M. N. (2025). Optimalisasi Rute Pengiriman Barang Menggunakan Metode Saving Matrix, Nearest Insert dan Nearest Neighbor di PT Grosir XYZ. *Jurnal Industrikrisna*, 10-24.
- Rachman, G. G., & Yuningsih, K. (2010). Pengaruh Biaya Distribusi dan Saluran Distribusi Terhadap Volume Penjualan. *Jurnal Riset Akuntansi dan Bisnis*, 151-175.

- Rahayu, S., & Yuliana, P. E. (2017). Perencanaan Jadwal dan Penentuan Rute Distribusi Produk Otomotif dengan Metode saving Matrix. *Jurnal Teknik Industri*.
- Rusman, M., Lano, A. A., Handayani, D., Ab-Samat, H., & Indah, A. B. (2025). Route Analysis of Waste Transportastion Vehicles in Urban Areas Using The Saving Matrix Method. *International Scientific Journal about Logistics* , 381-390.
- Safitri, K. N., Fole, A., & Aini, N. (2025). Optimalisasi Rute Distribusi Peralatan Elektronik: InovasiMetode Saving Matrix dan Nearest Neighbor. *Jurnal Teknik Ibnu Sina*, 87-98.
- Sari, G. M., Heryanto, R. M., & Santoso. (2020). Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Model Integer Linear Programming dengan Metode Branch and Bound. *Go-Integratif Jurnal Teknik Sistem dan Industri*, 69-79.
- Sudarti, Y., & Kasanah, N. (2022). Analisis Potensi Emisi CO2 Oleh Berbagai Jenis Kendaraan Bermotor di Jalan . *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan* , 70-75.
- Sudjono, H., & Noor, S. (2011). Penerapan Supply Chain Management Pada Proses Manajemen Distribusi dan Transportasi Unutk Meminimasi Waktu dan Biaya Pengiriman. *Jurnal POROS TEKNIK*, 26-33.
- Sugiyarto, Qomariyah, S., & Hamzah, F. (2013). Analisis Netwaork Planning Dengan CPM (Critical Path Method) Dalam Rangka Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek. *Matriks Teknik Sipil*.
- Supardi, E., & Sianturi, R. C. (2020). Metode Saving Matrix Dalam Penentuan Rute Distribusi Premium Di Depot SPBU Bandung. *Jurnal Logistik Bisnis*, 89-98.
- Suparjo. (2017). Metode Saving Matrix Sebagai Metode Alternatif Untuk Efisiensi Biaya Distribusi. *Media Ekonomi dan Manajemen*, 137-153.
- Tamin, O. Z. (2010). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung: Penerbit ITB.
- Tampubolon, T. S., Putri, A. A., & Prihatmantlyo, R. R. (2025). Potensi Emisi Co2 Berdasarkan Penggunaan BBM Di Kawasan CBD Kabupaten Purwakarta.
- Tari, S. A., Prihandono, B., & Noviani, E. (2024). Penerapan Metode Saving Matrix Dalam Meminimumkan Biaya Distribusi . *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, 543-552.
- Tumewu, D., Mantiri, M. S., & Lapian, M. T. (2021). Efektivitas Pengelolaan Terminal Angkutan Umum Tipe B Amurang Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Governance*.
- Turseno, A., & Hernika, N. (2022). Penentuan Rute Distribusi Pengiriman Barang Menggunakan Metode Saving Matrix pada PT Indah Logistik Internasional Express. *Logistik*, 175-189.
- Utomo, E. A., & Wati, P. E. (2024). Optimasi Rute Distribusi Biskuit Ubm Menggunakan Metode Saving Matrix untuk Meminimasi Biaya Distribusi pada PT. SJA. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 1185-1194.
- Wahyuningsih, I., Anggraeni, E., & Susanto, I. (2025). Determinasi Emisi Karbon di Indonesia Tahun 2004-2023: Tinjauan Ekonomi Industri. *Jurnal Ekonomi, Manajemen, Akuntansi*, 5287-5303.
- Wijayanti, K. U., & Fitriani, I. (2023). Kesiapan Guru Sekolah Dasar dalam Pembelajaran Tatap Muka Terbatas. *Jurnal Kajian Teori dan Hasil Pendidikan Dasar*, 91-101.
- Yulianto, T. E., & Munir, M. (2024). Product Distribution Route Optimization To Minimize Transportation Costs With The Saving Matrix Method at PT. XYZ. *Journal of Industrial Engineering Knowledge*, 09-14.
- Yuliza, E., Andriani, Y., Indrawati, Octarina, S., & Ramadani, D. P. (2025). Optimization of Palm Oil Distribution Routes Based on Saving Matrix and Genetic Algorithm. *Jurnal Matematika Murni dan Aplikasi*, 1251-1265.

Yuniarti, R., & Astuti, M. (2013). Penerapan Metode Saving Matrix Dalam Penjadwalan Dan Penentuan Rute Distribusi Premium Di SPBU Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17-26.

LAMPIRAN

A – Data Konsumen

No Konsumen	Nama Perusahaan	Jarak Dari PT Toro Jaya Persada ke
Konsumen A	PT Komatsu Indonesia, KBN Plant	44,3 KM
Konsumen B	PT Komatsu Indonesia (Cibitung Plant)	11,2 KM
Konsumen C	Komatsu Indonesia Assembly Plant	43 KM
Konsumen D	PT Komatsu Patria Attechment	13 KM
Konsumen E	PT Sun Star Indonesia	12,8 KM

A – Data Rute Awal

No	Rute Eksisting Distribusi	Jarak (Km)	Waktu Tempuh (Menit)
1	G-A-G	88,6	124
2	G-B-G	22,4	54
3	G-C-G	86	110
4	G-D-G	26	76
5	G-E-G	25,6	60
Total		248,6	424

A – Perhitungan Biaya Rute Awal

No	Rute Awal	Jarak (Km)	Biaya (Rp.)			Total Biaya (Rp.)
			Tenaga Kerja	BBM	Biaya Lainnya	
1	G-A-G	88,6	150.000	60.248	125.000	185.248
2	G-B-G	22,4		15.232	125.000	140.232
3	G-C-G	86		58.480	125.000	183.480
4	G-D-G	26		17.680	125.000	142.680
5	G-E-G	25,6		17.408	125.000	142.408
Total		248,6	Rp944.048			

A – Perhitungan *Saving Matrix*

Kode Konsumen	G	A	B	C	D	E
G	0	44,3	11,2	43	13	12,8
A	44,3	0	34	1,3	33	31
B	11,2	34	0	46	1,5	4
C	43	1,3	46	0	47	41
D	13	33	1,5	47	0	4
E	12,8	31	4	41	4	0