



**PENGEMBANGAN SISTEM PEMILIHAN RUTE DAN MUATAN
OTOMATIS BERBASIS KECERDASAN BUATAN**

KUALIFIKASI

AYUB PRASETYO
99223120

**PROGRAM DOKTOR TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS GUNADARMA
2024**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan berkat-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Proposal Disertasi yang berjudul “Pengembangan Sistem Pemilihan Rute dan Muatan Otomatis Berbasis Kecerdasan Buatan” ini tepat pada waktu yang telah ditentukan. Proposal Disertasi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Doktor Teknologi Informasi (S3) pada Program Doktor, Universitas Gunadarma.

Proses penyusunan Proposal Disertasi ini tidak lepas dari berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan dan pengarahan yang sangat berharga. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dari berbagai pihak dalam penyelesaian Proposal Disertasi ini kepada:

1. Yayasan Pendidikan Gunadarma yang telah memberikan beasiswa kepada Penulis untuk melanjutkan studi Program Doktor Teknologi Informasi di Universitas Gunadarma.
2. Prof. Dr. E. S. Margianti, SE., MM., dan Prof. Suryadi H.S., S.Si., MMSI., selaku Rektor dan Wakil Rektor II Universitas Gunadarma yang telah memberikan kesempatan dan kepercayaan kepada Penulis untuk melanjutkan studi Program Doktor Teknologi Informasi di Universitas Gunadarma.
3. Prof. Dr. Sarifuddin Madenda, S.Si., D.E.A., selaku Ketua Program Doktor Teknologi Informasi Universitas Gunadarma dan promotor yang selalu meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan masukan yang sangat bermanfaat bagi Penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini dengan rasa tanggung jawab.
4. Dr. Ernastuti, S.Si., M.Kom., selaku ko promotor yang selalu meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan masukan yang sangat bermanfaat bagi Penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini dengan rasa tanggung jawab.

5. Dr. Murni, S.Si., M.Si., selaku ko promotor yang selalu meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan masukan yang sangat bermanfaat bagi Penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini dengan rasa tanggung jawab
6. Orang tua dan adik yang selalu memberikan doa, dukungan baik semangat maupun materil, sehingga Penulis mampu menyelesaikan Proposal ini.

Jakarta, Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Batasan Masalah.....	8
1.4 Kontribusi dan Manfaat Penelitian.....	8
BAB 2. KAJIAN PUSTAKA	10
2.1. Data	10
2.1.1. Pengumpulan Data Secara Langsung dengan Observasi	10
2.2. Manajemen Rute	11
2.2.1. Vehicle Routing Problem.....	13
2.2.2. Metode Penyelesaian VRP	19
2.3. Artificial Intelligence (AI)	20
2.3.1. Algoritma Metaheuristik	21
2.4 Kajian Literatur	33
2.5 Diagram Fishbone	35
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	37
3.1 Peta Tahapan Penelitian	37
3.2 Identifikasi Masalah dan Analisa Kebutuhan Sistem	38
3.3 Pemodelan dan Pengujian Sistem	42
3.4 <i>Prototype</i> dan Evaluasi Sistem	43
3.5 Jadwal Penelitian.....	44
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	53
Data Penjualan Hari Ke-1	53

Data Penjualan Hari Ke-2	55
Data Pengiriman Hari Ke-1.....	57
Data Pengiriman Hari Ke-2.....	58
Pengambilan Data Hari Ke-1 Kendaraan A.....	60
Pengambilan Data Hari Ke-1 Kendaraan B	63
Pengambilan Data Hari Ke-1 Kendaraan C	65
Pengambilan Data Hari Ke-1 Kendaraan D	68
Pengambilan Data Hari Ke-2 Kendaraan A	70
Pengambilan Data Hari Ke-2 Kendaraan B	73
Pengambilan Data Hari Ke-2 Kendaraan C	76
Pengambilan Data Hari Ke-2 Kendaraan D	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram VRP	13
Gambar 2.2	Formulasi Matematika VRPTW	15
Gambar 2.3	Formulasi Matematika VRPLC	17
Gambar 2.4	Pseudo Kode 1 Central Permutation Computation.....	24
Gambar 2.5	Pseudo Kode 2 Meila et al (2007) Procedure	24
Gambar 2.6	Pseudo Kode 3 HMEDA	24
Gambar 2.7	Pseudo Kode 1 HPSO.....	27
Gambar 2.8	Pseudo Kode 2 HGA	27
Gambar 2.9	Pseudo Kode 3 LS-VND	28
Gambar 2.10	Pseudo Kode 4 Crossover Procedure	28
Gambar 2.11	Pseudo Kode 5 Survivor Selection Procedure.....	28
Gambar 2.12	Pseudo Kode 1 GRASP Constructive Phase for 3D SPP	29
Gambar 2.13	Pseudo Kode 2 GRASP Local Search Phase for 3D SPP	30
Gambar 2.14	Pseudo Kode 3 Merge Routes in CWS for Solving a 2D VRPTWLC	30
Gambar 2.15	Pseudo Kode 4 Balance the Transported Weight of the Vehicle Fleet	31
Gambar 2.16	Pseudo Kode 5 Improvement of Weight Distribution.....	31
Gambar 2.17	Pseudo Kode 1 Framework of Route Initialization	33
Gambar 2.18	Pseudo Kode 2 Framework of ALNS.....	33
Gambar 2.19	Diagram Fishbone	36
Gambar 3.1	Tahapan Penelitian	37
Gambar 3.2	Spesifikasi Kendaraan	39
Gambar 3.3	Rute <i>Over Time</i> Kendaraan C dan D Hari Ke-1	40
Gambar 3.4	Rute <i>Over Time</i> Kendaraan A, B, dan C Hari Ke-2	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jumlah Penelitian VRPTW dan VRPLC.....	34
Tabel 2.2	GAP Penelitian.....	34
Tabel 2.3	Performa Algoritma	34
Tabel 3.1	Rangkuman Data Penjualan	39
Tabel 3.2	Rangkuman Data Rencana Penelitian	39
Tabel 3.3	Rangkuman Data Hasil Pengiriman	40
Tabel 3.4	Komponen Entitas	41
Tabel 3.5	Jadwal Penelitian.....	44

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Artificial Intelligence (AI = Kecerdasan Buatan) didefinisikan sebagai penggunaan pemrograman komputer untuk mereplikasi kognisi dan aktivitas manusia untuk menghasilkan jawaban seperti manusia melalui pembelajaran mesin, logika, persepsi, dan penalaran (Zhang, C., & Lu, Y., 2021). AI merupakan aplikasi teknis paling inovatif dalam empat dekade terakhir dan diyakini sebagai kekuatan pendorong dalam proses distribusi yang digunakan untuk menghasilkan efisiensi serta manajemen yang optimal (Shi, Z., 2019).

Perkembangan pesat teknologi informasi, terutama dalam bidang AI, telah memberikan dampak yang signifikan terhadap pengembangan metaheuristik. Metaheuristik merupakan bidang penelitian inti dalam optimasi kombinatoral dan secara luas diakui sebagai pendekatan yang efisien untuk banyak masalah optimasi (Elshaer, R., & Awad, H., 2020). Akibat dari implementasinya yang sukses dan intensitasnya yang tinggi, penelitian metaheuristik telah banyak dilaporkan dalam literatur, yang mencakup algoritma, aplikasi, perbandingan, dan analisis (Hussain, K., Mohd Salleh, M. N., Cheng, S., & Shi, Y., 2019).

Algoritma metaheuristik dapat dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu berbasis solusi tunggal dan berbasis populasi. Metaheuristik berbasis tunggal dibagi menjadi delapan jenis (*Simulated Annealing Methods, Tabu Search, Greedy Randomized Adaptive Search Procedure, Variable Neighbourhood Search, Guided Local Search, dan Iterated Local Search, Large Neighbourhood Search* dan *Adaptive Large Neighbourhood Search*) (Pisinger, D., & Ropke, S., 2019). Di sisi lain, terdapat dua puluh dua metode berbasis populasi, dimana dua belas di antaranya termasuk dalam *Evolutionary Computation* (EC), seperti *Genetic Algorithm, Evolution Strategy, Evolutionary Programming, Genetic Programming, Estimate of Distribution Algorithms, Differential Evolution, Coevolutionary Algorithm, Cultural Algorithm,*

Scatter Search, Path Relinking, Memetic Algorithm dan *Electromagnetism-Like Algorithm*. Selain itu, sepuluh metode lainnya dikenal sebagai *Swarm Intelligence* (SI), meliputi *Ant Colony Optimization, Particle Swarm Optimization, Bacterial Foraging Optimization Algorithm, Bee Colony Optimization, Artificial Immune System, Biogeography Based Optimization, Firefly Algorithm, Cuckoo Search, Intelligent Water Drops Algorithm*, dan *Shuffled Frog Leaping Algorithm* (Elshaer, R., & Awad, H., 2020).

Metaheuristik lebih populer dibandingkan metode eksak dalam memecahkan masalah optimasi karena kesederhanaan dan kekokohan hasil yang dihasilkan saat diterapkan di berbagai bidang termasuk transportasi (Hussain et al., 2019). Salah satu topik yang paling menarik dalam riset operasi, manufaktur, transportasi, distribusi, dan logistik adalah *Vehicle Routing Problem* (VRP), yang pertama kali diperkenalkan oleh (Dantzig, G. B., & Ramser, J. H., 1959). Keberhasilan penyelesaian masalah ini memiliki dampak besar bagi ribuan perusahaan dan organisasi yang bergerak dalam pengiriman, pengumpulan barang, atau transportasi orang (Elshaer, R., & Awad, H., 2020).

VRP dasar yang dikenal sebagai *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) adalah untuk menemukan serangkaian rute untuk armada kendaraan identik dengan biaya rute minimum keseluruhan yang melayani semua permintaan. Semua kendaraan harus mulai dan berhenti di depot pusat. Setiap pelanggan harus dikunjungi tepat sekali, dengan tepat satu rute. Muatan dan jarak tempuh setiap kendaraan tidak boleh melebihi kapasitas muat dan jarak tempuh maksimum kendaraan dan pengiriman terpisah tidak diperbolehkan (Haddadene, H. A., & Salhi, S., 2017). VRP dasar memiliki beberapa varian dua diantaranya yaitu *Vehicle Routing Problem with Time Window* (VRPTW) yang mengharuskan untuk setiap kendaraan mengantarkan barang ke pelanggan dalam interval waktu tertentu dan *Vehicle Routing Problem with Loading Constraints* (VRPLC) yang mengharuskan untuk setiap kendaraan memperhitungkan pembatasan muatan atau beban yang dapat diangkut (Mor, A., & Speranza, M. G., 2022).

Meskipun teknik optimasi metaheuristik telah berkembang pesat, pemahaman terhadap kinerjanya masih sering kali terbatas dan dianggap sebagai kotak hitam. Uji kinerja sering kali hanya berfokus pada fungsi benchmark tertentu, sementara penelitian yang mengintegrasikan data dari situasi dunia nyata masih minim (Hussain et al., 2019). Penelitian saat ini telah berfokus pada varian VRPTW dan VRPLC (Pérez-Rodríguez, R., & Hernández-Aguirre, A., 2019; Zhen, L., Ma, C., Wang, K., Xiao, L., & Zhang, W., 2020; Almouhanna, A., Quintero-Araujo, C. L., Panadero, J., Juan, A. A., Khosravi, B., & Ouelhadj, D., 2020; Ghosal, S., & Wiesemann, W., 2020). VRPTW mengasumsikan bahwa waktu tempuh antara dua node adalah konstan dan tidak bergantung pada waktu keberangkatan, padahal kecepatan perjalanan di jalan raya sangat bervariasi selama jam sibuk dan di luar jam sibuk di wilayah perkotaan, sehingga rute yang dihasilkan menjadi kurang optimal atau bahkan tidak layak dalam pengaturan yang bergantung pada waktu (Pan, B., Zhang, Z., & Lim, A., 2021). Sementara itu, VRPLC menjadi relevan ketika fluktuasi permintaan pelanggan dan variasi pola pembelian memengaruhi perhitungan pembatasan muatan pada setiap kendaraan (Elshaer, R., & Awad, H., 2020).

Perkembangan teknologi dan aplikasi dalam bidang VRP telah menghasilkan tiga alat utama: VRPH, jsprit, dan OptaPlanner. VRPH, pustaka C++ yang efektif, menggunakan teknik heuristik untuk optimasi distribusi (Groér et al., 2010; Groér, 2011). Jsprit, berbasis Java, menawarkan fleksibilitas tinggi dan mendukung berbagai variasi VRP, sehingga ideal untuk sektor logistik dan e-commerce (Welch, 2017; Martins-Turner et al., 2019). OptaPlanner, mesin optimasi berbasis Java, menunjukkan kecepatan dalam penjadwalan dan penerapannya di sektor kesehatan dan pendidikan (De Smet & Wauters, 2021; Zhang et al., 2023). Namun, ketiga alat ini masih memerlukan pengembangan lebih lanjut untuk mengintegrasikan kapabilitas VRP dengan VRPTW, VRPLC, dan faktor kemacetan lalu lintas.

Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan sebuah teknologi baru dalam bentuk algoritma dan *prototype* yang mampu mengintegrasikan metode VRPTW, VRPLC, dan penanganan faktor kemacetan lalu lintas. Teknologi ini

bertujuan dalam memberikan solusi yang efektif dan relevan untuk kebutuhan praktis perusahaan bidang industri distribusi dalam skenario dunia nyata.

Distributor X, yang merupakan mitra distribusi utama produk kecantikan dan perawatan luka dari PT Y, saat ini menghadap tantangan serius dalam aspek logistik operasionalnya. Distribusi produk-produk ini, yang sangat diminati, memerlukan strategi pengiriman yang efisien dan responsif untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan optimal. Namun, distribusi ini terkendala oleh beberapa masalah pada manajemen rute pengiriman dan muatan, terutama dalam konteks jendela waktu yang harus dipenuhi untuk beberapa toko dan pertimbangan terkait kemacetan. Perubahan dinamis dalam permintaan pelanggan dan variasi pola pembelian sering kali menciptakan ketidakseimbangan dalam pengelolaan rute pengiriman. Distributor kesulitan menyesuaikan rute dengan cepat dan efisien menghadapi fluktuasi permintaan dan kebutuhan pasar lokal. Selain itu, adanya jendela waktu yang harus dipenuhi untuk beberapa toko menambah kompleksitas operasional, memerlukan penyesuaian yang lebih cermat dan cepat dalam manajemen logistik. Kendala lainnya terletak pada kemacetan lalu lintas, yang dapat mempengaruhi waktu tempuh dan menghambat ketepatan waktu pengiriman. Distributor perlu mempertimbangkan dengan cermat faktor-faktor ini dalam merancang rute pengiriman untuk memastikan bahwa jendela waktu yang telah ditetapkan dapat dipenuhi tanpa mengorbankan efisiensi dan biaya operasional.

Penelitian mengenai VRPTW dan VRPLC berbasis kecerdasan buatan telah dilakukan beberapa tahun belakangan ini. Pérez-Rodríguez et al., menyajikan pendekatan baru untuk menangani VRPTW dengan menggunakan algoritma hibrida yang menggabungkan Hybrid Mallows Estimation of Distribution Algorithm (HMEDA). Fokus pada industri *merchandise* yang menunjukkan relevansi tinggi dalam konteks pengiriman barang secara efisien. Faktor-faktor seperti tujuan pengiriman, jarak tempuh, dan batas waktu pengiriman diperhitungkan dalam model ini. Penelitian ini tidak menyebutkan pengembangan *software* spesifik, melainkan lebih fokus pada pengembangan dan penerapan metode algoritmik. Hasil menunjukkan

bahwa skema hybrid tersebut dapat menghasilkan solusi yang kompetitif untuk menyelesaikan masalah optimasi VRPTW (Pérez-Rodríguez, R., et al., 2019).

Penelitian masalah VRPTW dilakukan oleh Zhen L et al., melalui pendekatan multi-depo multi-trip dengan jendela waktu dan tanggal rilis dengan merumuskan masalah sebagai model pemrograman bilangan bulat campuran dan merancang algoritma optimisasi hibrida berbasis *particle swarm* (HPSO) dan algoritma genetika hibrida (HGA) pada industri *e-commerce*. Penelitian ini berhasil memberikan kontribusi dalam mencari solusi optimal dalam permasalahan VRPTW yang kompleks dan relevan dalam konteks jaringan distribusi "*last mile*". Faktor yang dilibatkan meliputi jumlah tujuan pengiriman, jarak tempuh, batas waktu pengiriman, dan tanggal rilis. Fokus utama adalah pada pemecahan masalah pengaturan rute yang kompleks melalui teknik pemodelan dan optimasi lanjutan tanpa mengembangkan *software* (Zhen, L., et al., 2020).

Penelitian yang dilakukan Vega-Mejía et al., menyajikan pendekatan hibrida Greedy Randomized Adaptive Search Procedure-Clarke and Wright Saving Algorithm (GRASP-CWS) untuk menyelesaikan masalah VRPLC pada industri logistik dan transportasi (*fleet*). Pendekatan ini mampu menangani kompleksitas pengiriman barang dengan kendala muatan dan memastikan distribusi beban yang seimbang. Faktor-faktor yang dilibatkan dalam analisis ini meliputi tujuan pengiriman, jarak yang ditempuh, dan kapasitas muatan kendaraan. Studi ini berfokus pada validasi teknik heuristik hibrida untuk optimasi pengaturan rute kendaraan, tanpa menghasilkan perangkat lunak sebagai keluaran (Vega-Mejía et al., 2020)

Guo, F., et al., menyajikan beberapa pendekatan heuristik, yaitu Modified Clarke-Wright Saving-Local Search & Sweep Algorithm-Adaptive Large Neighborhood Search (MCWS-LS) untuk menyelesaikan VRPLC dengan batasan muatan yang tidak kompatibel dan pembagian pengiriman berdasarkan pesanan pada industri *urban logistic* yang membutuhkan solusi efisien untuk masalah pengiriman kompleks. Faktor-faktor seperti tujuan pengiriman, jarak tempuh, dan kapasitas muatan kendaraan dipertimbangkan dalam model ini. Studi ini berfokus pada pengembangan

pendekatan heuristik untuk masalah pengaturan rute kendaraan dengan batasan muatan khusus dan pemisahan pengiriman, tetapi studi tersebut tidak menghasilkan pengembangan teknologi perangkat lunak baru sebagai hasil penelitian (Guo, F., et al., 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Jason et al., menyajikan penerapan algoritma Particle Swarm Optimazation (PSO) untuk menyelesaikan masalah VRPTW-LC di industri elektronik. Pendekatan ini yang dilakukan oleh Jason et al., relevan untuk meningkatkan efisiensi pengiriman. Faktor-faktor seperti tujuan pengiriman, jarak tempuh, batas waktu pengiriman, dan kapasitas muatan kendaraan dipertimbangkan dalam model ini. Penelitian ini tidak melibatkan kondisi lalu lintas tidak dan tidak menghasilkan aplikasi praktis dari sistem yang dikembangkan (Jason J, Rostianingsih S, Handojo A., 2022).

Dalam menghadapi tantangan yang dihadapi oleh distributor X dan berdasarkan analisis penelitian sebelumnya, penting untuk merancang metode baru untuk menentukan rute pengiriman barang dan jumlah unit kendaraan yang optimal. Hal ini memerlukan penambahan faktor kondisi lalu lintas serta integrasi dengan muatan barang. Faktor-faktor seperti jumlah tujuan pengiriman, jarak antar tujuan, batas waktu pengiriman, dan kapasitas muatan kendaraan juga harus dipertimbangkan dengan cermat. Pengembangan sistem pemilihan rute dan muatan otomatis cerdas juga menjadi penting, dimana diperlukan pembuatan algoritma berdasarkan metode tersebut. Algoritma perlu dirancang sedemikian rupa sehingga mampu menghasilkan solusi optimal atau mendekati solusi optimal dalam waktu yang wajar, serta dapat diimplementasikan dengan mudah dalam sistem yang digunakan oleh distributor X. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengusulkan metode dan algoritma yang dapat mengoptimalkan rute dengan mempertimbangkan jendela waktu yang ketat dan kondisi lalu lintas yang berfluktuasi serta pola pemuatan barang di dalam kontainer dengan memanfaatkan ruang yang tersedia dengan lebih baik.

Dengan menerapkan solusi ini, diharapkan distributor X dapat meningkatkan ketepatan waktu pengiriman, memperbaiki layanan pelanggan, dan menjawab dengan lebih efektif terhadap tantangan operasional yang dihadapinya.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada topik penelitian, rumusan masalah yang ingin dipecahkan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang suatu metode penentuan rute pengiriman barang dan jumlah unit kendaraan yang optimal, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti jumlah tujuan pengiriman, jarak tempuh antar tujuan, kondisi lalu lintas, batas waktu pengiriman, dan kapasitas muatan kendaraan?
2. Algoritma apa yang dapat dikembangkan untuk mengimplementasikan metode pada poin pertama untuk menghasilkan manajemen rute pengiriman yang optimal?
3. Bagaimana menghasilkan sebuah *prototype* perangkat lunak sistem manajemen rute cerdas?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah hasil yang ingin dicapai atau pertanyaan yang ingin dijawab melalui pelaksanaan suatu penelitian atau studi ilmiah. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan metode penentuan rute pengiriman barang dan jumlah unit kendaraan yang optimal, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti jumlah tujuan pengiriman, jarak tempuh antar tujuan, kondisi lalu lintas, batas waktu pengiriman, dan kapasitas muatan kendaraan.
2. Menghasilkan algoritma yang efisien dan adaptif untuk mengimplementasikan metode pada poin pertama, dengan tujuan menghasilkan manajemen rute pengiriman yang optimal.
3. Menghasilkan *prototype* perangkat lunak sistem manajemen rute cerdas.

1.4 Batasan Masalah

Batasan penelitian adalah pemilihan dan penentuan batas-batas tertentu yang menggambarkan cakupan, ruang lingkup, dan parameter tertentu yang akan dijelajahi, dikaji, atau diinvestigasi dalam sebuah penelitian. Pembahasan ini diberikan batasan sebagai berikut:

1. Penelitian ini akan fokus pada pengembangan sistem pemilihan rute dan muatan otomatis untuk distributor X dan produk kecantikan serta perawatan luka dari PT Y.
2. Analisis rute pengiriman akan difokuskan pada aspek waktu dan efisiensi ketepatan waktu pengiriman, tanpa melibatkan aspek manajemen gudang atau produksi.
3. Kemampuan sistem dalam menanggapi fluktuasi permintaan dan variasi pola pembelian akan dibatasi pada konteks distribusi produk tersebut.
4. Faktor-faktor luar seperti kondisi cuaca atau bencana alam, kondisi jalanan rusak, dan kecelakaan lalu lintas tidak akan menjadi bagian dari penelitian ini.
5. Kendaraan yang digunakan memiliki tipe yang sama.

1.4 Kontribusi dan Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi keilmuan berupa pengembangan pendekatan baru dalam penentuan rute pengiriman barang yang mengintegrasikan berbagai faktor penting seperti jumlah tujuan pengiriman, jarak tempuh, kondisi lalu lintas, batas waktu pengiriman, dan kapasitas muatan kendaraan. Kontribusi teknologi dari penelitian ini adalah *prototype* perangkat lunak yang dapat digunakan untuk pemilihan rute dan muatan dalam konteks distribusi yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan ketepatan waktu dalam proses pengiriman produk.

Penelitian ini memberikan manfaat positif dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas manajemen distribusi produk kosmetika dan alat kesehatan. Dengan menyajikan sistem pemilihan rute dan muatan otomatis berbasis kecerdasan buatan, penelitian ini tidak hanya mengoptimalkan proses pengiriman, tetapi juga mengurangi biaya logistik, meningkatkan produktivitas, dan menjamin ketepatan waktu pengiriman

produk. Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan manfaat berupa peningkatan performa operasional perusahaan, kepuasan pelanggan yang lebih baik melalui pengiriman yang efisien, serta solusi teknologi yang dapat diimplementasikan secara luas untuk mengatasi tantangan distribusi dalam industri kosmetika dan alat kesehatan.

BAB 2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Data

Data adalah sekumpulan informasi yang dikumpulkan melalui pengamatan, pengukuran, atau eksperimen yang kemudian dapat dianalisis untuk membuat keputusan atau kesimpulan. Data dapat berupa angka, teks, gambar, suara, dan simbol lainnya yang mewakili kondisi atau fenomena tertentu. Data dibedakan menjadi dua jenis utama: data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif menggambarkan kualitas atau karakteristik yang tidak dapat diukur dengan angka, sedangkan data kuantitatif berhubungan dengan kuantitas dan dapat diukur secara numerik (Creswell & Poth, 2018).

2.1.1. Pengumpulan Data Secara Langsung dengan Observasi

Pengumpulan data secara langsung (*data primary collection*) adalah proses pengumpulan data langsung dari sumber aslinya oleh peneliti sendiri. Salah satu metode utama dalam pengumpulan data secara langsung adalah observasi. Observasi melibatkan peneliti dalam mengamati dan mencatat fenomena atau perilaku yang terjadi dalam situasi alami. Metode ini sangat berguna untuk mendapatkan data yang akurat dan mendalam mengenai perilaku atau kondisi yang sedang diteliti (Flick, 2018).

Observasi dapat dibagi menjadi dua jenis utama: observasi partisipatif dan non-partisipatif. Dalam observasi partisipatif, peneliti terlibat langsung dalam aktivitas yang diamati, memungkinkan pengumpulan data yang lebih mendetail dan kaya konteks. Sebaliknya, dalam observasi non-partisipatif, peneliti hanya bertindak sebagai pengamat dan tidak terlibat dalam aktivitas tersebut (Creswell & Poth, 2018).

2.1.1.1 Observasi Partisipatif

Metode ini melibatkan peneliti dalam aktivitas sehari-hari subjek yang diamati. Dengan terlibat langsung, peneliti dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai konteks sosial dan perilaku subjek. Observasi partisipatif sering digunakan dalam penelitian etnografi dan studi lapangan (Creswell & Poth, 2018).

2.1.1.2 Observasi Non-partisipatif

Dalam metode ini, peneliti tidak terlibat dalam aktivitas yang diamati dan hanya berperan sebagai pengamat. Observasi non-partisipatif sering digunakan ketika peneliti ingin menghindari pengaruh terhadap perilaku subjek yang diamati. Metode ini juga berguna ketika peneliti ingin mengamati banyak subjek secara bersamaan atau dalam situasi di mana keterlibatan langsung tidak memungkinkan (Flick, 2018).

2.2. Manajemen Rute

Manajemen rute adalah proses perencanaan, pengoptimalan, dan pengendalian rute yang dilalui oleh kendaraan untuk mengantarkan barang atau jasa. Tujuan utama dari manajemen rute adalah untuk meminimalkan biaya operasional, seperti bahan bakar, tenaga kerja, dan waktu perjalanan, sambil memastikan kepuasan pelanggan melalui pengiriman yang tepat waktu dan akurat. Proses manajemen rute melibatkan beberapa tahapan kunci, mulai dari perencanaan awal hingga pengendalian dan penyesuaian rute secara *real-time* (Ghiani, Manni, & Musmanno, 2020).

Pada tahap perencanaan, manajemen rute melibatkan identifikasi dan pemetaan titik-titik pengiriman atau pelayanan serta menentukan rute yang paling efisien untuk dilalui oleh setiap kendaraan. Efisiensi rute dapat diukur dalam hal jarak tempuh, waktu perjalanan, dan biaya bahan bakar. Faktor-faktor lain seperti kapasitas kendaraan, batasan waktu pengiriman, dan kondisi lalu lintas juga dipertimbangkan untuk memastikan bahwa rute yang dipilih tidak hanya efisien tetapi juga praktis dan dapat dijalankan (Cordeau, Laporte, & Ropke, 2019).

Pengoptimalan rute menggunakan berbagai algoritma dan teknologi untuk menemukan rute terbaik dari sekian banyak kemungkinan rute. Algoritma ini dapat mencakup metode heuristik dan metaheuristik yang dirancang untuk menemukan solusi mendekati optimal dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan metode eksak. Teknologi seperti Sistem Manajemen Transportasi (TMS), Global Positioning System (GPS), dan perangkat lunak telematika sering digunakan untuk mendukung proses ini dengan menyediakan data *real-time* dan alat analisis yang canggih (Pillac et al., 2019).

Pengendalian rute merupakan aspek penting dalam manajemen rute yang melibatkan pemantauan perjalanan kendaraan secara *real-time* dan melakukan penyesuaian sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Misalnya, jika terjadi kemacetan lalu lintas atau penutupan jalan, sistem manajemen rute dapat memberikan rute alternatif kepada pengemudi untuk menghindari penundaan. Selain itu, pelacakan kendaraan secara *real-time* memungkinkan perusahaan untuk memberikan perkiraan waktu kedatangan yang lebih akurat kepada pelanggan dan meningkatkan tingkat layanan (Biesinger, Meisel, & Wölfl, 2021).

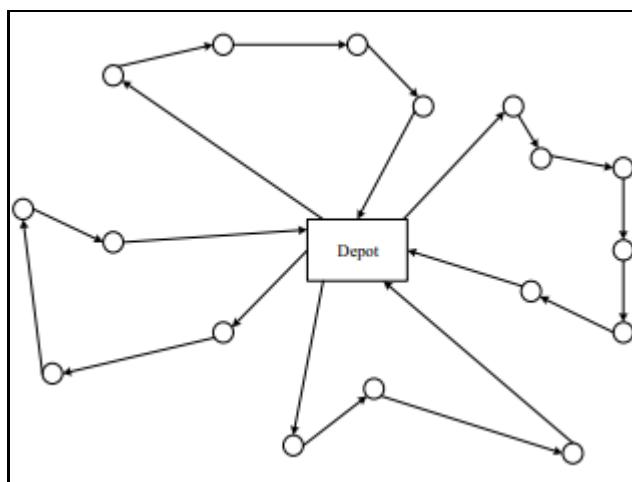
Manajemen rute juga berkaitan erat dengan pengelolaan sumber daya dan lingkungan. Dengan mengoptimalkan rute, perusahaan dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi karbon, mendukung inisiatif keberlanjutan lingkungan. Manajemen rute yang efektif juga dapat meningkatkan utilisasi armada kendaraan, mengurangi keausan kendaraan, dan memperpanjang umur kendaraan (Goeke & Schneider, 2020).

Dengan demikian, manajemen rute merupakan komponen kunci dalam operasi logistik yang efektif dan efisien, yang tidak hanya berdampak pada pengurangan biaya operasional tetapi juga meningkatkan kepuasan pelanggan dan kontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan (Irnich & Schneider, 2020).

2.2.1. Vehicle Routing Problem

Vehicle Routing Problem (VRP) pertama kali diusulkan oleh Dantzig GB & Ramser JH tahun 1959 untuk mengoptimalkan rute pengantaran tangki minyak antara kilang Atlanta dan stasiun pengisian bahan bakar bawahannya. Masalah ini melibatkan sejumlah pelanggan dengan permintaan barang yang berbeda. Depot menyediakan barang kepada pelanggan, dan sebuah armada bertanggung jawab untuk mendistribusikan barang serta mengorganisir rute pengemudi yang efisien. Tujuannya adalah memenuhi kebutuhan pelanggan dan mencapai tujuan jarak terpendek, biaya minimum, dan konsumsi waktu minimum di bawah kendala-kendala tertentu (Zhang, H. et al., 2021).

Secara umum, VRP adalah merancang rute pengantaran optimal dari satu atau lebih titik awal ke berbagai kota atau titik pelanggan yang berlokasi di tempat yang berbeda. Terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram VRP (Zhang, H. et al., 2021)

Tujuan VRP yaitu merancang seperangkat rute dengan biaya total minimum, dengan mempertimbangkan kondisi-kondisi berikut (Zhang, H. et al., 2021).

1. Setiap kota atau pelanggan hanya dikunjungi sekali oleh satu kendaraan.
2. Semua kendaraan dimulai dari titik awal dan kembali ke titik awal setelah menyelesaikan tugas distribusi.

3. Memenuhi kendala-kendala tertentu, dengan kendala umum termasuk kapasitas, batasan waktu, dan lain lain.

2.2.1.1 Vehicle Routing Problem with Time Window

Varian VRP dengan tambahan *time windows* dikenal dengan Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW). Time windows sendiri bisa diartikan sebagai batasan waktu beroperasinya *customer*, atau batasan waktu suatu kendaraan bisa mengunjungi *customer* (Wahyuningsih, S., Satyananda, D., & Octoviana, L. T., 2019). VRPTW adalah masalah penentuan rute kendaraan dengan meminimumkan biaya untuk melayani seluruh konsumen dan memenuhi kendala kapasitas kendaraan dan *time window* pada setiap konsumen dan depot. *Time window* pada setiap konsumen didefinisikan sebagai selang waktu sehingga kendaraan dapat memulai pelayanan setelah waktu awal konsumen dimulai dan sebelum waktu akhir konsumen selesai. Jika kendaraan dating waktu awal konsumen maka kendaraan harus menunggu sampai tiba waktu awal konsumen dapat dilayani, dan kendaraan yang menunggu tidak dikenai biaya tambahan (Lalang, D., Silalahi, B. P., & Bukhari, F., 2018).

VRPTW mengharuskan untuk setiap kendaraan mengantarkan barang ke pelanggan dalam interval waktu tertentu, terdapat dua jenis jendela waktu yaitu Vehicle Routing Problem Soft Time Window (VRPSTW) dimana pelanggaran terhadap jendela waktu diperbolehkan, tetapi akan terkait dengan biaya penalti (Iqbal, S., Kaykobad, M., & Rahman, M. S., 2015), dan *Vehicle Routing Problem Hard Time Window* (VRPHTW) dimana jendela waktu tidak diperbolehkan mengalami keterlambatan (Miranda, D. M., & Conceição, S. V., 2016; Zhang, D., Cai, S., Ye, F., Si, Y. W., & Nguyen, T. T., 2017). Integrasi antara Vehicle Routing Problem Soft Time Window (VRPSTW) dan Vehicle Routing Problem Hard Time Window (VRPHTW) juga dipertimbangkan (Mouthuy, S., Massen, F., Deville, Y., & Van Hentenryck, P., 2015; Taş, D., Jabali, O., & Van Woensel, T., 2014).

Formulasi matematika untuk masalah Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW) berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pérez-Rodríguez dan

Hernández-Aguirre (2019) digunakan untuk model optimasi. Gambar 2.2 menunjukkan formulasi matematika.

$$\min \sum_{k \in K} \sum_{(i,j) \in A} d_{ij} x_{ijk} \quad (\text{VRPTW.1})$$

subject to

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in \Delta^+(i)} x_{ijk} = 1 \quad \forall i \in N \quad (\text{VRPTW.2})$$

$$\sum_{j \in \Delta^+(0)} x_{0jk} = 1 \quad \forall k \in K \quad (\text{VRPTW.3})$$

$$\sum_{i \in \Delta^-(j)} x_{ijk} - \sum_{i \in \Delta^+(j)} x_{jik} = 0 \quad \forall k \in K, j \in N \quad (\text{VRPTW.4})$$

$$\sum_{i \in \Delta^-(n+1)} x_{i,n+1,k} = 1 \quad \forall k \in K \quad (\text{VRPTW.5})$$

$$x_{ijk} (w_{ik} + s_i + t_j - w_{jk}) \leq 0 \quad \forall k \in K, (i, j) \in A \quad (\text{VRPTW.6})$$

$$a_i \sum_{j \in \Delta^+(i)} x_{ijk} \leq w_{ik} \leq b_i \sum_{j \in \Delta^+(i)} x_{ijk} \quad \forall k \in K, i \in N \quad (\text{VRPTW.7})$$

$$E \leq w_{ik} \leq Lk \in K, i \in \{0, n+1\} \quad (\text{VRPTW.8})$$

$$\sum_{i \in N} de_i \sum_{j \in \Delta^+(i)} x_{ijk} \leq C \quad \forall k \in K \quad (\text{VRPTW.9})$$

$$x_{ijk} \in \{0, 1\} \quad \forall k \in K, (i, j) \in A \quad (\text{VRPTW.10})$$

Gambar 2.2 Formulasi Matematika VRPTW

1. Objective Function (VRPTW.1)

Min $\sum \sum d_{ij} x_{ijk}$: Meminimalkan total jarak yang ditempuh oleh semua kendaraan. Di sini, `d_{ij}` adalah jarak dari lokasi `i` ke lokasi `j`, dan `x_{ijk}` adalah variabel biner yang bernilai 1 jika kendaraan `k` mengunjungi dari `i` ke `j`.

2. Constraints:

(VRPTW.2) $\sum x_{ijk} = 1 \quad \forall i \in N$: Setiap lokasi `i` harus dikunjungi tepat satu kali oleh satu kendaraan. (VRPTW.3) $\sum x_{0jk} = 1 \quad \forall k \in K$: Setiap kendaraan `k` harus memulai rutenya dari depot (lokasi awal). (VRPTW.4) $\sum x_{ijk} - \sum x_{jik} = 0 \quad \forall k \in K, j \in N$: Menjaga konsistensi aliran kendaraan, memastikan jika kendaraan masuk ke suatu lokasi, ia harus keluar dari lokasi tersebut. (VRPTW.5) $\sum x_{i,n+1,k} = 1 \quad \forall k \in K$: Setiap kendaraan harus melanjutkan ke lokasi berikutnya dalam rutenya.

(VRPTW.6) $x_{ijk} (w_{ik} + s_i + t_{ij} - w_{jk}) \leq 0 \forall k \in K, (i, j) \in A$: Memastikan waktu kedatangan di lokasi berikutnya `j` setelah `i` sesuai dengan jendela waktu yang diizinkan, di mana `si` adalah waktu layanan di lokasi `i`, `wik` adalah waktu kedatangan di `i`, dan `tij` adalah waktu tempuh dari `i` ke `j`. (VRPTW.7) $a_i \sum x_{ijk} \leq w_{ik} \leq b_i \sum x_{ijk} \forall k \in K, i \in N$: Waktu kedatangan `wik` di setiap lokasi `i` harus berada di antara waktu awal `ai` dan waktu akhir `bi`. (VRPTW.8) $E \leq w_{ik} \leq L_k \forall k \in K, i \in 0, n+1$: Waktu start `E` dan waktu selesai `L` untuk setiap kendaraan di depot. (VRPTW.9) $\sum d_{ei} \sum x_{ijk} \leq C \forall k \in K$: Batasan kapasitas `C` untuk setiap kendaraan, dimana `dei` adalah permintaan di lokasi `i`.

3. Binary Variable (VRPTW.10):

$x_{ijk} \in \{0, 1\} \forall k \in K, (i, j) \in A$: Variabel keputusan yang bernilai 1 jika kendaraan `k` bergerak dari lokasi `i` ke `j`, dan 0 jika tidak.

Formulasi ini memberikan kerangka kerja yang komprehensif untuk menyelesaikan VRPTW, memungkinkan penentuan rute optimal yang meminimalkan jarak perjalanan sambil mematuhi batasan kapasitas dan jendela waktu pengiriman.

2.2.1.2 Vehicle Routing Problem with Loading Constraints

Varian yang kurang umum digunakan pada VRP adalah Vehicle Routing Problem with Loading Constraints (VRPLC) (Lin, C., Choy, K. L., Ho, G. T., Chung, S. H., & Lam, H. Y., 2014). VRPLC adalah masalah *routing* kendaraan dengan batasan pemuatan mengacu pada optimalisasi rute dan rencana pemuatan untuk kendaraan yang terlibat dalam pengangkutan barang. Berbagai aspek seperti bantalan berat gandar, offset pusat gravitasi, dan efisiensi pemuatan perlu dipertimbangkan untuk mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi (Zhang, Y., & Sheng, L., 2023).

VRPLC adalah varian dari masalah *routing* kendaraan yang mempertimbangkan kapasitas pemuatan dan kendala kendaraan yang digunakan untuk transportasi. Ini bertujuan untuk mengoptimalkan perutean kendaraan sambil mempertimbangkan kendala pemuatan seperti batas berat atau pembatasan volume.

Masalahnya melibatkan penentuan rute optimal untuk kendaraan untuk mengirimkan barang atau jasa sambil memenuhi kendala pemuatan dan meminimalkan biaya atau memaksimalkan efisiensi (Sbai, I., & Krichen, S., 2022).

Formulasi matematika untuk masalah Vehicle Routing Problem with Loading Constraint (VRPLC) berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Guo, F., et al., (2021) digunakan untuk model optimasi. Gambar 2.3 menunjukkan formulasi matematika.

$$\min Z = \sum_{j \in V} \sum_{i \in I} \sum_{k \in K} \delta_i x_{jik} + \gamma \sum_{j \in V} \sum_{i \in V} \sum_{k \in K} d_{ji} x_{jik} \quad (1)$$

s.t.:

$$h_{iek} \leq \sum_{j \in V} x_{jik} \quad \forall i \in I, e \in E_{K_w}, k \in K_w, w \in \{1, 2, \dots, |w|\} \quad (2)$$

$$z_{ik} = \sum_{e \in E_{kw}} h_{iek} q_{ie} \quad \forall i \in I, k \in K_w, w \in \{1, 2, \dots, |w|\} \quad (3)$$

$$\sum_{j \in V \setminus \{o'\}} x_{jik} \leq 1 \quad \forall i \in I, k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{j \in V \setminus \{o\}} x_{jik} - \sum_{j \in V \setminus \{o'\}} x_{jik} = 0 \quad \forall i \in I, k \in K \quad (5)$$

$$\sum_{i \in V \setminus \{o\}} x_{oik} - \sum_{i \in V \setminus \{o'\}} x_{io'k} = 0 \quad \forall k \in K \quad (6)$$

$$\sum_{i \in V \setminus \{o\}} x_{oik} \leq 1 \quad \forall k \in K \quad (7)$$

$$\sum_{k \in K} z_{ik} = L_i \quad \forall i \in I \quad (8)$$

$$\sum_{k \in K} h_{iek} \leq 1 \quad \forall i \in I, e \in E \quad (9)$$

$$\sum_{i \in I} z_{ik} \leq C_k \quad \forall k \in K \quad (10)$$

$$u_{ik} \leq u_{jk} - (l_i + \epsilon d_{ji}) x_{jik} + U_k (1 - x_{jik}) \quad \forall j \in V \setminus \{o'\}, i \in V \setminus \{o\}, i \neq j, k \in K \quad (11)$$

$$u_{ok} \leq U_k \quad \forall k \in K \quad (12)$$

$$u_{ik} \geq 0, z_{ik} \geq 0 \quad \forall k \in K, i \in V \setminus \{o'\}, j \in I \quad (13)$$

$$x_{jik}, h_{iek} \in \{0, 1\} \quad \forall j \in V \setminus \{o'\}, h \in V \setminus \{o\}, i \in I, e \in E, k \in K \quad (14)$$

Gambar 2.3 Formulasi Matematika VRPLC

Fungsi Objektif

1. $\text{Min } Z = \sum \sum \delta_i x_{jik} + \gamma \sum \sum d_{ji} x_{jik}$: Fungsi ini bertujuan untuk meminimalkan total biaya atau jarak yang ditempuh, di mana γ dan δ mewakili berbagai jenis biaya atau faktor pengali yang menghubungkan prioritas antara berbagai elemen dalam fungsi objektif.

Batasan

2. $h_{iek} \leq \sum x_{ijk} \forall i, e \in E_{Kw}, k \in K_w, w \in \{1, 2, \dots, |w|\}$: Batasan ini menunjukkan bahwa untuk setiap elemen e dalam set E_{kw} yang mewakili batasan atau persyaratan tertentu, harus ada kendala terhadap jumlah x_{ijk} yang mengatur jumlah kali kendaraan k mengunjungi lokasi i .
3. $z_{ik} = \sum h_{iek} q_{ie} \forall i, e \in E_{Kw}, w \in \{1, 2, \dots, |w|\}$: Ini mendefinisikan z_{ik} sebagai jumlah total dari produk h_{iek} dan q_{ie} , yang berkaitan dengan kuantitas barang.
4. $\sum x_{jik} \leq 1 \forall i \in I, k \in K$: Memastikan bahwa jumlah x_{jik} untuk setiap lokasi i dan kendaraan k tidak melebihi 1, menunjukkan setiap lokasi hanya dapat dikunjungi satu kali oleh kendaraan tertentu.
5. $\sum x_{ijk} - \sum x_{jik} = 0 \forall i \in I, k \in K$: Menyeimbangkan jumlah kendaraan yang masuk dan keluar dari setiap lokasi, memastikan konsistensi dalam rute.
6. $\sum x_{oik} - \sum x_{io'k} = 0 \forall k \in K$: Mengatur keseimbangan tertentu di lokasi asal atau tujuan untuk setiap kendaraan.
7. $\sum x_{oik} \leq 1 \forall k \in K$: Memastikan setiap kendaraan tidak memulai lebih dari satu rute dari depot awal.
8. $\sum z_{ik} = L_i \forall i \in I$: Menetapkan nilai atau batasan L_i untuk setiap lokasi i .
9. $\sum h_{iek} \leq 1 \forall i \in I, e \in E$: Batasan pada jumlah h_{iek} , membatasi berapa banyak dari e yang bisa dikaitkan dengan setiap i .
10. $\sum z_{ik} \leq C_k \forall k \in K$: Menjaga total z_{ik} di bawah kapasitas C_k untuk setiap kendaraan.
11. $u_{ik} \leq u_{jk} + (L_i + \epsilon d_{ji}) x_{jik} + U_k (1 - x_{jik}) \forall j \in V \setminus \{o'\}, i \in V \setminus \{o\}, i \neq j, k \in K$: Membatasi nilai u_{ik} berdasarkan jarak atau waktu perjalanan dari i ke j , dikondisikan pada apakah x_{jik} aktif.

12. $u_{0k} \leq U_k \forall k \in K$: Membatasi nilai awal u_{0k} di bawah batas atas U_k untuk kendaraan.
13. $u_{ik} \geq 0, z_{jk} \geq 0 \forall k \in K, i \in V \setminus \{o'\}, j \in I$: Nilai non-negatif untuk u_{ik} dan z_{ik} .
14. $x_{jhk}, h_{iek} \in \{0, 1\} \forall j \in V \setminus \{o'\}, h \in V \setminus \{o\}, i \in I, e \in E, k \in K$: Memastikan x_{jhk} dan h_{iek} adalah variabel biner.

Formulasi ini melibatkan kompleksitas tinggi yang mencerminkan keterkaitan antara rute, batasan kapasitas, waktu, dan variabel pengambilan keputusan lainnya yang digunakan untuk mengoptimalkan operasi kendaraan dalam konteks VRP.

2.2.2. Metode Penyelesaian VRP

2.2.2.1 Metode Eksak

Metode eksak untuk menyelesaikan *Vehicle Routing Problem* (VRP) bertujuan untuk menemukan solusi optimal dengan mempertimbangkan semua kemungkinan solusi. Metode ini memastikan bahwa solusi yang ditemukan adalah yang terbaik dalam hal meminimalkan biaya, jarak, atau waktu. Metode eksak ini dapat menjamin solusi optimal tetapi sering kali memerlukan waktu komputasi yang sangat besar, terutama untuk masalah VRP dengan skala besar. Oleh karena itu, penggunaannya lebih umum pada masalah dengan ukuran yang lebih kecil atau sebagai alat pembanding untuk mengukur efektivitas metode heuristik dan metaheuristik (Cordeau, J.-F & Laporte, G., 2019; Baldacci, R., Mingozi, A., & Roberti, R., 2020).

2.2.2.2 Metode Heuristik

Metode heuristik adalah metode yang digunakan untuk menemukan solusi yang cukup baik dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan metode eksak. Metode ini tidak menjamin solusi optimal tetapi sangat berguna untuk menangani masalah VRP yang kompleks dan besar. Heuristik bekerja dengan menerapkan aturan-aturan tertentu atau pendekatan yang masuk akal untuk menemukan solusi yang dapat diterima dalam jangka waktu yang terbatas. Pendekatan ini sering kali mengorbankan sedikit akurasi untuk mendapatkan solusi yang cukup baik dengan cepat, sehingga

sangat efisien untuk masalah yang membutuhkan keputusan cepat (Gendreau, M., & Potvin, J.-Y., 2019; Laporte, G., & Semet, F., 2020).

2.2.2.3 Metode Metaheuristik

Metode metaheuristik adalah kelas algoritma yang lebih luas yang digunakan untuk menemukan solusi mendekati optimal dengan mengeksplorasi dan mengeksplorasi ruang solusi secara lebih efektif. Metaheuristik biasanya lebih fleksibel dan adaptif dibandingkan heuristik tradisional. Metode ini dirancang untuk mengatasi keterbatasan heuristik dengan memperkenalkan mekanisme untuk menghindari perangkap solusi lokal dan meningkatkan peluang menemukan solusi yang lebih baik. Metaheuristik menggunakan teknik pencarian global dan lokal secara kombinasi untuk mengeksplorasi ruang solusi yang lebih luas dan lebih dalam. Tujuan utama dari metaheuristik adalah untuk mencapai keseimbangan antara eksplorasi ruang solusi dan eksplorasi solusi terbaik yang ditemukan selama proses pencarian (Talbi, E.-G., 2020; Dorigo, M., & Stützle, T., 2019).

2.3. Artificial Intelligence (AI)

Artificial Intelligence (AI) adalah bidang ilmu komputer yang berfokus pada pengembangan komputer dan sistem komputer yang mampu melakukan tugas-tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia. AI mencakup pengembangan algoritma dan teknik untuk memungkinkan komputer “mengerti” dan “belajar” dari data, serta membuat keputusan atau melakukan tindakan yang cerdas (Goel, A. K., & Davies, J., 2020).

AI pada awalnya dirumuskan sebagai sebuah pendekatan untuk memodelkan cara bekerja otak manusia yang selanjutnya dapat dipergunakan sebagai dasar perancangan sistem komputer yang lebih cerdas. Didalam dua puluh tahun terakhir, AI telah berkembang menjadi beberapa cabang ilmu, masing-masing cabang memfokuskan kepada bidang yang lebih spesifik dari kajian AI. Salah satu cabang AI

yang berkembang cepat dan telah diimplementasikan kedalam teknologi aplikatif diberbagai industri adalah *Machine Learning* dan *Deep Learning* (Heryadi, Y., & Irwansyah, E., 2020).

2.3.1. Algoritma Metaheuristik

Istilah metaheuristik menggambarkan heuristik tingkat tinggi yang diajukan untuk menyelesaikan berbagai masalah optimisasi. Baru-baru ini, banyak algoritma metaheuristik telah berhasil diterapkan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang sulit. Daya tarik penggunaan algoritma-algoritma ini untuk menyelesaikan masalah-masalah kompleks adalah bahwa mereka memperoleh solusi terbaik atau optimal bahkan untuk ukuran masalah yang sangat besar dalam waktu yang singkat (Dokeroglu, T., Sevinc, E., Kucukyilmaz, T., & Cosar, A., 2019).

Algoritma metaheuristik termasuk dalam kategori optimisasi berbasis stokastik. Secara definisi, Heuristik adalah setiap pendekatan dalam pemecahan masalah atau penemuan diri yang menggunakan metode praktis, tidak dijamin mencapai tujuan optimal. Sebagian besar algoritma metaheuristik mendapatkan inspirasinya dari alam (Wong, W. K., & Ming, C. I., 2019).

Masalah optimisasi yang menarik perhatian pendekatan metaheuristik memiliki variasi yang besar, mulai dari tujuan tunggal hingga multiobjektif, dari kontinu hingga diskret, dari terbatas hingga tidak terbatas. Menyelesaikan masalah-masalah ini bukan tugas yang langsung karena perilaku mereka yang kompleks. Algoritma eksak umumnya bersifat non-polynomial dan, meskipun menyediakan solusi terbaik, biasanya memiliki waktu eksekusi yang tidak praktis dan/atau persyaratan komputasi yang tinggi untuk ukuran data yang besar. Algoritma metaheuristik menyediakan solusi praktis dan elegan untuk banyak masalah semacam itu dan dirancang untuk mencapai solusi perkiraan atau optimal dalam waktu eksekusi yang praktis untuk masalah optimisasi NP-Hard (Dokeroglu, T., Sevinc, E., Kucukyilmaz, T., & Cosar, A., 2019).

Algoritma metaheuristik dapat dikelompokkan menjadi dua kategori utama: berbasis solusi tunggal dan berbasis populasi. Metaheuristik berbasis solusi tunggal terbagi menjadi delapan jenis, termasuk Simulated Annealing Methods, Tabu Search, Greedy Randomized Adaptive Search Procedure, Variable Neighbourhood Search, Guided Local Search, dan Iterated Local Search. Selain itu, terdapat dua algoritma lainnya, yaitu Large Neighbourhood Search dan Adaptive Large Neighbourhood Search (Elshaer, R., & Awad, H., 2020).

Di sisi lain, terdapat enam belas metode berbasis populasi, dimana sepuluh diantaranya termasuk dalam *Evolutionary Computation* (EC), seperti *Genetic Algorithm*, *Evolution Strategy*, *Evolutionary Programming*, *Genetic Programming*, *Estimate of Distribution Algorithms*, *Differential Evolution*, *Coevolutionary Algorithm*, *Cultural Algorithm*, *Scatter Search*, dan *Path Relinking*. Selain itu, enam metode lainnya dikenal sebagai *Swarm Intelligence* (SI), meliputi *Ant Colony Optimization*, *Particle Swarm Optimization*, *Bacterial Foraging Optimization Algorithm*, *Bee Colony Optimization*, *Artificial Immune System*, dan *Biogeography Based Optimization*. Selanjutnya, terdapat enam metode metaheuristik lainnya, dua di antaranya termasuk dalam EC, yaitu *Memetic Algorithm* dan *Electromagnetism-Like Algorithm*, sementara empat lainnya termasuk dalam SI, yaitu *Firefly Algorithm*, *Cuckoo Search*, *Intelligent Water Drops Algorithm*, dan *Shuffled Frog Leaping Algorithm* (Elshaer, R., & Awad, H., 2020).

2.3.1.1 Hybrid Mallows Estimation of Distribution Algorithm

Hybrid Mallows Estimation of Distribution Algorithm (HMEDA) merupakan kombinasi dari *Estimation of Distribution Algorithm* (EDA) dengan model distribusi *Mallows*. HMEDA adalah pendekatan probabilistik untuk mengoptimalkan masalah *Vehicle Routing Problem* dengan *Time Windows* (VRPTW) (Pérez-Rodríguez dan Hernández-Aguirre, 2019).

Estimate of Distribution Algorithms (EDA) adalah kelas baru dari algoritma optimasi evolusioner yang dikembangkan sebagai alternatif alami dari algoritma

genetika dalam dekade terakhir. Keunggulan utama EDA dibandingkan algoritme genetik adalah tidak adanya beberapa parameter yang harus disetel (misalnya probabilitas *crossover* dan mutasi) dan ekspresifitas serta transparansi model probabilistik yang memandu proses pencarian. Selain itu, EDA telah terbukti lebih cocok untuk beberapa aplikasi daripada GA, sambil mencapai hasil yang kompetitif dan kuat dalam sebagian besar masalah yang ditangani (Armañanzas, R., Inza, I., Santana, R., Saeys, Y., Flores, J. L., Lozano, J. A., ... & Larrañaga, P., 2008).

EDA adalah sekumpulan algoritma yang termasuk dalam bidang EA. Ditandai dengan penggunaan model probabilistik untuk merepresentasikan solusi dan ketergantungan antara variabel-variabel masalah, algoritma ini telah diterapkan pada berbagai masalah optimasi akademik dan dunia nyata, mencapai hasil yang kompetitif di sebagian besar scenario (Ceberio, J., Irurozki, E., Mendiburu, A., & Lozano, J. A., 2012).

Model distribusi *Mallows*, khususnya, digunakan untuk memperkirakan dan mempertahankan hubungan peringkat relatif dalam solusi, yaitu urutan kunjungan ke klien dalam rute. HMEDA digunakan untuk meningkatkan cara algoritma mempertahankan informasi kualitatif tentang solusi yang baik selama proses evolusi. Model ini membantu dalam mempertahankan karakteristik kualitas dari solusi, seperti urutan kunjungan yang menghasilkan rute-rute efisien, dengan menyesuaikan kemungkinan penjelajahan baru berdasarkan pengalaman sebelumnya. Gambar 2.4 adalah representasi pseudo kode dari HMEDA (Pérez-Rodríguez dan Hernández-Aguirre, 2019).

Pseudocode 1. Central permutation computation σ_0

```

m ← number of vertices
M ← Individuals
from the non - dominated set of permutations { $\sigma_1, \dots, \sigma_M$ }
for j:=1 to m
    Compute  $\pi(j) = \sum_{i=1}^M \sigma_i(j)/M$ 
Endfor
visited = { $\emptyset$ }, auxiliary array
for j:=1 to m
    Find the lowest value from  $\pi(i)$ 
    index ← arg  $\min_i \{\pi(i) | i \notin \text{visited}\}$ 
    Building  $\sigma_0 \dots$ 
     $\sigma_0(\text{index}) = j$ 
    visited = visited ∪ index
Endfor

```

Gambar 2.4 Pseudo Kode 1 Central Permutation Computation

Pseudocode 2. Meilă et al. (2007) procedure

```

m ← number of vertices
Let a sample vector  $\mathbf{V}(\sigma, \sigma_0) = 2, 0, 1$ 
therefore m: =4
insert m in 0 →  $(\sigma, \sigma_0)^{-1} = 4$ 
insert j: =3 in  $V_3: =1 \rightarrow (\sigma, \sigma_0)^{-1} = 4, 3$ 
insert j: =2 in  $V_2: =0 \rightarrow (\sigma, \sigma_0)^{-1} = 2, 4, 3$ 
insert j: =1 in  $V_1: =2 \rightarrow (\sigma, \sigma_0)^{-1} = 2, 4, 1, 3$ 
Every permutation  $\sigma$  is obtained by inverting a composing
with the central permutation  $\sigma_0$ ,  $((\sigma, \sigma_0)^{-1})^{-1}\sigma_0 = \sigma\sigma_0^{-1}\sigma_0 = \sigma$ 

```

Gambar 2.5 Pseudo Kode 2 Meila et al (2007) Procedure

Pseudocode 3. HMEDA framework for the VRPTW

```

D0 ← Generate M individuals
t := 1
Do
    Dt-1 ← Evaluate individuals
    (number of vehicles and total distance traveled by the vehicles used)
    Rt-1 ← Compute Pareto front from Dt-1
    Ds,t-1 ← Select N individuals from Ds,t-1
    Compute a matrix, called P matrix, from Ds,t-1
    Estimate central permutation  $\sigma_0$  from Rt-1
    Estimate spread parameters  $\theta$  from Ds,t-1 and  $\sigma_0$ 
    Ds,t ← Sample M individuals from P matrix
    Dt ← Find best individuals from Ds,t-1 ∪ Ds,t
    t := t + 1
Until (stopping criterion is met)

```

Gambar 2.6 Pseudo Kode 3 HMEDA

Gambar di atas menampilkan pseudocode untuk framework HMEDA (Hybrid Mallows Estimation of Distribution Algorithm) dalam konteks Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW). Berikut adalah penjelasan dari setiap langkah dalam pseudocode tersebut (Pérez-Rodríguez dan Hernández-Aguirre, 2019):

1. Inisialisasi:

$D_0 \leftarrow$ Generate M individuals: Algoritma dimulai dengan menghasilkan 'M' individu secara acak sebagai populasi awal.

2. Loop Utama:

$t := 1$: Menginisialisasi penghitung iterasi `t`.

3. Evaluasi:

$Dt-1 \leftarrow$ Evaluate individuals: Setiap individu dalam populasi dievaluasi berdasarkan kriteria yang ditentukan, seperti jumlah kendaraan yang digunakan dan total jarak tempuh.

4. Pemilihan Pareto Front:

$Pt-1 \leftarrow$ Compute Pareto front from $Dt-1$: Front Pareto dihitung dari populasi saat ini, memilih solusi yang tidak didominasi berdasarkan tujuan-tujuan yang berkonflik, seperti minimasi jumlah kendaraan dan jarak tempuh.

5. Seleksi:

$Dst-1 \leftarrow$ Select N individuals from $Dt-1$: 'N' individu terbaik dipilih dari populasi saat ini berdasarkan kriteria yang belum jelas spesifikasinya dalam pseudocode ini.

6. Perhitungan Matriks:

Compute a matrix, called P matrix, from $Dst-1$: Matriks 'P' dihitung yang mencakup informasi distribusi dari individu terpilih.

7. Perkiraan Permutasi Sentral dan Parameter Penyebaran:

Estimate central permutation σ_0 from $Pt-1$: Permutasi sentral, yang menunjukkan urutan terbaik atau rata-rata dari solusi, diperkirakan.

Estimate spread parameters θ from $Dst-1$ and σ_0 : Parameter penyebaran yang menunjukkan seberapa jauh solusi dapat menyimpang dari permutasi sentral dihitung.

8. Sampling:

$Dst \leftarrow$ Sample M individuals from P matrix: 'M' individu baru dihasilkan dengan sampling dari matriks 'P' yang telah diatur distribusinya berdasarkan model Mallows yang telah dibangun.

9. Pemilihan Terbaik:

$D_t \leftarrow$ Find best individuals from $D_{t-1} \cup D_t$: Individu terbaik dipilih dari gabungan populasi saat ini dan yang baru.

10. Iterasi:

$t := t + 1$: Penghitung iterasi ditingkatkan.

11. Kriteria Berhenti:

Until (stopping criterion is met)`: Loop akan terus berjalan sampai kriteria berhenti terpenuhi, yang bisa berupa batasan jumlah iterasi atau konvergensi solusi.

Pseudocode ini menggambarkan bagaimana HMEDA secara iteratif memperbaiki estimasi solusi optimal VRPTW dengan menggunakan pendekatan distribusi yang berbasis pada model Mallows untuk mengatur dan mengupdate distribusi solusi yang potensial.

2.3.1.2 Hybrid Particle Swarm Optimization & Genetic Algorithm

Pendekatan hibrida yang menggabungkan *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Genetic Algorithm* (GA) memadukan kedua metode ini untuk menjelajahi dan memanfaatkan ruang solusi pada masalah pengaturan rute kendaraan dengan lebih efektif (Zhen, L., Ma, C., Wang, K., Xiao, L., & Zhang, W., 2020).

Algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) merupakan suatu metode stokastik berbasis populasi yang terinspirasi oleh perilaku cerdas yang terjadi dalam kawanan hewan, seperti burung atau ikan. Kawanan-kawanan tersebut bekerja secara kooperatif untuk mencari makanan, dan setiap anggota dalam kawanan terus mengubah pola pencarian sesuai dengan pengalaman belajar masing-masing dan anggota lainnya (Zhen, L. et al., 2020; Wang, D., et al., 2018).

GA berdasarkan prinsip seleksi alam dan genetika, menggunakan operator seperti seleksi, *crossover*, dan mutasi untuk mengembangkan solusi menuju kebugaran yang lebih baik. Konteks pengaturan rute kendaraan, setiap individu (atau kromosom) dalam populasi mungkin mewakili urutan berbeda dari pemberhentian atau rute.

Operasi genetik mengubah rute ini untuk menciptakan solusi keturunan baru (Zhen, L. et al., 2020).

Hybridisasi dimulai dengan menggunakan PSO untuk menghasilkan populasi awal solusi, yang kemudian dievolusikan dengan operator genetik GA. Solusi terbaik dari GA dapat diberikan kembali ke PSO untuk mempengaruhi gerakan kelompok dalam iterasi berikutnya, mendorong kelompok untuk menjelajahi sekitar solusi terbaik yang ditemukan. Proses ini diulang sampai kriteria penghentian terpenuhi, yang mungkin merupakan jumlah generasi tertentu, batas waktu, atau kualitas solusi yang memuaskan. Pendekatan hibrida ini sangat berguna untuk masalah yang kompleks dan sangat terbatas seperti VRP, di mana pencarian global (untuk menutupi area luas dari ruang solusi) dan pencarian lokal (untuk menyempurnakan solusi) sangat penting untuk menemukan solusi optimal atau mendekati optimal (Zhen, L. et al., 2020). Berikut ini merupakan pseudo kode algoritma dari penelitian yang dilakukan oleh Zhen, L. et al.

Algorithm 1: HPSO framework

```

1: initialize swarm //Section 4.1.2
2: for each particle
3:   fitness evaluation (Labeling procedure) //Section 4.1.3
4:   improve solutions (LS-VND) //Section 4.1.4
5:   solution translation //Section 4.1.5
6:   update best particle cost and best global cost
7: end for
8: while termination criteria are not met
9:   update particle random position //Section 4.1.6
10:  go to Line 2
11: end while

```

Gambar 2.7 Pseudo Kode 1 HPSO

Algorithm 2: HGA framework

```

1: initialize a population // Section 4.2.1
2: while Termination criteria are not met
3:   select parent chromosomes  $\psi_{p1}$  and  $\psi_{p2}$ 
4:   generate a child  $\psi_C$  // Section 4.2.2
5:   fitness evaluation (Biased fitness function) // Section 4.2.3
6:   improve solutions (LS-VND)
7:   reorder routine // Section 4.2.4
8:   update best global cost
9:   insert  $\psi_C$  in the population
10:  if the dimension of the population reaches  $(\pi + \mu)$ 
11:    select  $\pi$  survivors // Section 4.2.5
12:  endif
13: end while

```

Gambar 2.8 Pseudo Kode 2 HGA

Algorithm 3: LS-VND framework

```

1:  $S_0 \leftarrow$  initial sequence;  $k \leftarrow 1$ 
2:
3:
4:
5:
6:
7:
8:  $\text{while } k \leq 3$ 
    $S' \leftarrow$  find the best neighborhood of  $S_0$  in  $N_{h_k}$ 
    $\text{if } R(S') < R(S_0)$ 
       $S_0 \leftarrow S'$ ,  $k \leftarrow 1$ 
    $\text{else}$ 
       $k \leftarrow k + 1$ 
    $\text{end while}$ 

```

Gambar 2.9 Pseudo Kode 3 LS-VND

Algorithm 4: Crossover procedure

```

Step 1: inherit data from parents
1(a): for each depot  $d$  in  $|D|$ , generate a random number from 0 to  $n_{cd}(P_1)$  denoted by  $n_1$ , generate another random number from 0 to  $n_{cd}(P_2)$  denoted by  $n_2$ ;
1(b): inherit data from  $P_1$ : copy the first  $n_1$  customers from  $P_1$  to offspring  $C$ ;
1(c): inherit data from  $P_2$ : copy the last  $n_{cd}(P_2) - n_2$  customers, except those been copied from  $P_1$ , from  $P_2$  to  $C$ ;
Step 2: complete customer assignment
2(a): for all customers that have not been assigned to the depot, randomly select a depot  $\tilde{d}$ , add the customer to the customer sequence in the depot  $\tilde{d}$  in  $C$ .

```

Gambar 2.10 Pseudo Kode 4 Crossover Procedure

Algorithm 5: Survivor selection procedure

```

1: for  $i$  equals 0 to  $\pi - 1$ 
2:   add all Copy to a set  $G$ 
3:   if  $G \neq \emptyset$ ,
   remove individual  $P \in G$  which has the maximum biased fitness
4:   Else
   remove  $P$  in the population which has the maximum biased fitness
   update the value of distance and biased fitness
5:   end

```

Gambar 2.11 Pseudo Kode 5 Survivor Selection Procedure

2.3.1.3 Greedy Randomized Adaptive Search Procedure-Clarke and Wright Saving Algorithm

Metode Greedy Randomized Adaptive Search Procedure (GRASP) yang digabungkan dengan Clarke and Wright Saving Algorithm (CWS) dalam penelitian yang dilakukan oleh Vega et al, digunakan untuk menangani masalah *Vehicle Routing Problem with Loading Constraints* (VRPLC). GRASP adalah teknik heuristik yang memanfaatkan prosedur konstruktif untuk menghasilkan solusi awal dan kemudian memperbaiki solusi ini melalui pencarian lokal. Ini memungkinkan fleksibilitas dalam memilih elemen secara serakah sambil memasukkan unsur acak untuk menghindari terjebak di solusi lokal yang suboptimal (Vega-Mejía, C., González-Neira, E., Montoya-Torres, J., & Islam, S., 2020)

Algoritma *Clarke and Wright* adalah pendekatan penghematan yang berusaha menggabungkan rute untuk mengurangi jumlah kendaraan yang digunakan serta jarak tempuh total. Konteks hibrida, GRASP digunakan untuk membangun solusi awal yang mempertimbangkan pembatasan muat dan rute, sementara *Clarke and Wright* digunakan untuk mengoptimalkan penggabungan rute-rute tersebut, menciptakan sinergi yang meningkatkan efisiensi keseluruhan dalam penyelesaian VRPLC. Kedua metode ini dipilih karena kemampuan mereka untuk efektif menyeimbangkan antara eksplorasi ruang pencarian yang luas dan eksploitasi solusi yang mendetail, sehingga sangat cocok untuk menangani masalah yang kompleks seperti VRPLC (Vega-Mejía et al., 2020). Berikut ini merupakan pseudo kode algoritma dari penelitian yang dilakukan oleh Vega-Meija, C. et al.

```

1 PROCEDURE Constructive Phase
2 PARAMETERS
3      $\alpha$ : Numeric value between 0 and 1
4     E: Client items
5      $c(\cdot)$ : Utility function
6 VARIABLES
7      $x$ : Initial solution
8     RCL: Restricted candidates list
8 BEGIN PROCEDURE
9      $x \leftarrow \emptyset$ 
10    Evaluate utility function  $c(e), \forall e \in E$ 
11    WHILE  $E \neq \emptyset$ 
12         $c_* \leftarrow \min\{c(e) | e \in E\}$ 
13         $c^* \leftarrow \max\{c(e) | e \in E\}$ 
14         $RCL \leftarrow \{e \in E | c(e) \leq c_* + \alpha(c^* - c_*)\}$ 
15        Choose an element  $s$  at random from the  $RCL$ 
16        IF  $x \cup \{s\}$  is not feasible THEN
17            Rotate  $s$ 
18            IF  $x \cup \{s\}$  is not feasible THEN
19                Relax weight bearing and sufficient support
20                IF  $x \cup \{s\}$  is not feasible THEN
21                    RETURN unable to find feasible solution
22                END IF
23            END IF
24        END IF
25         $x \leftarrow x \cup \{s\}$ 
26        Remove element  $s$  from  $E$ 
27        Evaluate utility function  $c(e), \forall e \in E$ 
28    END WHILE
29    Determine block size of  $x$ 
30    RETURN  $x$ 
31 END PROCEDURE

```

Gambar 2.12 Pseudo Kode 1 GRASP Constructive Phase for 3D SPP

```

1 PROCEDURE Local Search Phase
2 PARAMETERS
3    $x^0$ : Current solution
4   IP: Insertion points
5    $f(\cdot)$ : Calculates surface area of a solution
6 VARIABLES
7    $x$ : Temporal solution
8   COGY: Center of mass of the block along Y-axis
9   TL: Tabu list that stores items that have been moved
10 BEGIN PROCEDURE
11   TL  $\leftarrow \emptyset$ 
12   IF  $x^0$  is feasible AND not relaxed THEN
13     DO
14       Find the item  $i$  furthest from (0,0,0) and supporting no weight
15       FOR EACH  $p$  IN IP
16         IF  $i$  can be relocated to  $p$  in  $x^0$  THEN
17            $x \leftarrow x^0$ 
18           Relocate  $i$  on  $p$  within  $x$ 
19           Update IP
20           TL  $\leftarrow TL \cup \{i\}$ 
21           IF  $f(x) < f(x^0)$  THEN
22              $x^0 \leftarrow x$ 
23           END IF
24         END IF
25       NEXT p
26     WHILE  $i \neq \emptyset$  AND  $i \notin TL$ 
27   END IF
28   COGY = Calculate center of mass of  $x^0$ 
29   RETURN  $x^0, COGY$ 
30 END PROCEDURE

```

Gambar 2.13 Pseudo Kode 2 GRASP Local Search Phase for 3D SPP

```

1 PROCEDURE Merge
2 PARAMETERS
3   R: Set of routes
4   i, j: Routes to merge
5 VARIABLES
6   x: Cargo pattern
7   r: Merged route
8   b: Blocks from route
9   I: Number of iterations for GRASP
10   $\alpha$ : Alpha value for GRASP
11  c( $\cdot$ ): Utility function for GRASP
12  f( $\cdot$ ): Objective function for GRASP
13 BEGIN PROCEDURE
14   r  $\leftarrow GetNodes(i) \cup GetNodes(j)$ 
15   b  $\leftarrow GetBlocks(i) \cup GetBlocks(j)$ 
16   I = 1  $\wedge \alpha = 0$ 
17   c( $\cdot$ ) = opening time window of node
18   f( $\cdot$ ) = minimize wasted space inside the container of the vehicle
19   x  $\leftarrow GRASP(I, \alpha, b, c, f)$ 
20   IF x is feasible THEN
21     Determine distance, earliness and tardiness of r
22     Set the cargo pattern of r as x
23     Remove routes i, j from R
24     R  $\leftarrow R \cup r$ 
25   END IF
26   RETURN R
27 END PROCEDURE

```

Gambar 2.14 Pseudo Kode 3 Merge Routes in CWS for Solving a 2D VRPTWLC

```

1 PROCEDURE Balance Vehicle Fleet
2 PARAMETERS
3   R: Set of routes
4   CW: Width of the container
5 VARIABLES
6   rmax, rmin: Vehicle with most and least loaded weights
7   Nmax, Nmin: Set for blocks of vehicles with most and least loaded weights
8   xmax, xmin: Cargo pattern for vehicles with most and least loaded weights
9   Δ: Weight difference between vehicles with most and least loaded weights
10  I: Number of iterations for GRASP
11  α: Alpha value for GRASP
12  c(): Utility function for GRASP
13  f(): Objective function for GRASP
14 BEGIN PROCEDURE
15   I = α = 1
16   c() = opening time window of node
17   f() = minimize wasted space inside the container of the vehicle
18   DO
19     rmax ← GetMostLoaded(R)
20     rmin ← GetLeastLoaded(R)
21     Nmax ← GetBlocks(rmax)
22     Nmin ← GetBlocks(rmin)
23     Δ = Weight(Nmax) – Weight(Nmin)
24     FOR EACH  $(i, j) \in Nmax \times Nmin$ 
25       Nmax ← Nmax ∪ {j}
26       Nmin ← Nmin ∪ {i}
27       Remove i from Nmax and j from Nmin
28       IF Weight(Nmax) – Weight(Nmin) < Δ THEN
29         xmax ← GRASP(I, α, Nmax, c, f)
30         xmin ← GRASP(I, α, Nmin, c, f)
31         IF (xmax, xmin) are feasible THEN
32           IF Distance, earliness and tardiness are reduced THEN
33             Update rmax with Nmax
34             Update rmin with Nmin
35             Improve COG (R, CW)
36             EXIT FOR EACH
37           END IF
38         END IF
39       END IF
40       NEXT  $(i, j)$ 
41     WHILE rmax ≠ GetMostLoaded(R) OR rmin ≠ GetLeastLoaded(R)
42     RETURN R
43 END PROCEDURE

```

Gambar 2.15 Pseudo Kode 4 Balance the Transported Weight of the Vehicle Fleet

```

1 PROCEDURE Improve COG
2 PARAMETERS
3   R: Set of routes
4   CW: Width of the container
5 VARIABLES
6   N: Set for blocks
7   B: Set for items of blocks
8 BEGIN PROCEDURE
9   FOR EACH r IN R
10    N ← GetBlocks(r)
11    FOR EACH n IN N
12      IF  $\left| \frac{CW}{2} - (CoordY(n) + COGY_n) \right| > \left| \frac{CW}{2} - (CoordY(n) + Width(n) - COGY_n) \right|$  THEN
13        COGY_n = Width(n) – COGY_n
14        B ← GetItems(n)
15        FOR EACH b IN B
16          CoordY(b) = CW – CoordY(b) – Width(b)
17        NEXT b
18      END IF
19    NEXT n
20  NEXT r
21  RETURN R
22 END PROCEDURE

```

Gambar 2.16 Pseudo Kode 5 Improvement of Weight Distribution

2.3.1.4 Modified Clarke-Wright Saving-Local Search & Sweep Algorithm-Adaptive Large Neighborhood Search

Algoritma *Modified Clarke-Wright Saving-Local Search* (MCWS-LS) dan *Sweep Algorithm-Adaptive Large Neighborhood Search* (S-ALNS) merupakan dua pendekatan heuristik hibrida yang dirancang untuk menangani masalah *Vehicle*

Routing Problem with Incompatible Loading Constraints (VRPILC) yang kompleks, yang melibatkan batasan muatan yang tidak kompatibel antara produk dan pemecahan pengiriman berdasarkan pesanan (Guo, F., Huang, Z., & Huang, W., 2021).

MCWS-LS memodifikasi algoritma penghematan *Clarke-Wright* tradisional dengan mengintegrasikan pencarian lokal untuk meningkatkan kualitas solusi awal yang dibangun. Algoritma ini bertujuan untuk mengoptimalkan rute dengan cara menggabungkan penghematan dalam biaya pengiriman dan meningkatkan efisiensi rute melalui penyesuaian lokal terhadap solusi yang ada (Guo, F. et al., 2021).

S-ALNS menggabungkan teknik *Sweep*, yang mengurutkan pelanggan berdasarkan sudut koordinat polar untuk inisialisasi rute, dengan *Adaptive Large Neighborhood Search*, yang merupakan teknik pencarian heuristik yang fleksibel dan dapat beradaptasi, memungkinkan penjelajahan solusi yang luas melalui pendekatan hancurkan dan perbaiki (*destroy and repair*). Kedua algoritma ini, ketika digunakan bersama, tidak hanya menangani masalah pengiriman yang kompleks dengan batasan pemuatan yang ketat tetapi juga memperbaiki efisiensi operasional dengan meminimalkan biaya rute dan biaya penerimaan pesanan (Guo, F. et al., 2021). Berikut ini merupakan pseudo kode algoritma dari penelitian yang dilakukan oleh Guo, F. et al.

Algorithm 1 Framework of route initialization

```

1: Create copies for customer by orders;
2: Update customer set  $I$ , where  $i_{n'} \in I$  and  $n' \in \{1, 2, \dots, |I|\}$ ,  $k \leftarrow 0$ ;
3: Rank customers in the ascending order of the polar angles;
4: while  $I \neq \emptyset$ 
5:    $k \leftarrow k + 1$ ;
6:   Create a customer cluster  $CL_k \leftarrow \emptyset$ ;
7:    $CL_k \leftarrow CL_k \cup \{i_1\}$ ;
8:   Remove  $i_1$  from  $I$ ;
9:   for Each  $j \in I$ 
10:    if  $j$  and all nodes in  $CL_k$  satisfy ILC then
11:      if constraints on capacity and time are satisfied then
12:         $CL_k \leftarrow CL_k \cup \{j\}$ ;
13:        Remove  $j$  from  $I$ ;
14:      else
15:         $k \leftarrow k + 1$ ;
16:        Start a new cluster  $CL_k \leftarrow \emptyset$ ;
17:         $CL_k \leftarrow CL_k \cup \{j\}$ ;
18:        Remove  $j$  from  $I$ ;
19:      end if
20:    end if
21:   end for
22: end while
23: for Each  $CL_k \in CL$  do
24:   Connect the nodes in  $CL_k$  sequentially to obtain a route  $R_k$ ;
25: end for
26:  $S_0 \leftarrow \bigcup_{k=1}^{|R|} R_k$ ;

```

Gambar 2.17 Pseudo Kode 1 Framework of Route Initialization

Algorithm 2 Framework of ALNS

```

1:  $S, S^* \leftarrow S_0$ 
2: Initialize weights of removal and insertion operators;
3:  $iter \leftarrow 1$ 
4: while  $iter < ITER^{ALNS}$ 
5:   select a pair of removal and insertion operators;
6:    $S \leftarrow S$ 
7:   Apply the removal operator to  $S'$ ;
8:   Apply the insertion operator to  $S'$ ;
9:   if the acceptance criterion is satisfied
10:     $S \leftarrow S'$ 
11:   end if
12:   if  $Z(S) < Z(S^*)$ 
13:      $S^* \leftarrow S$ 
14:   end if
15:   update the weights and scores of removal and insertion operators;
16:    $iter \leftarrow iter + 1$ 
17: end while

```

Gambar 2.18 Pseudo Kode 2 Framework of ALNS

2.4 Kajian Literatur

Dalam lima tahun terakhir, minat akademis dan industri terhadap *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW) dan *Vehicle Routing Problem with Loading Constraints* (VRPLC) telah mengalami peningkatan yang signifikan, sebagaimana tercermin dalam jumlah penelitian yang tercatat dalam Tabel 2.1 tahun 2019 hingga 2023.

Tabel 2.1 Jumlah Penelitian VRPTW dan VRPLC

Tahun	Jumlah Penelitian	
	VRPTW	VRPLC
2019	117	1
2020	114	7
2021	122	7
2022	121	10
2023	119	3
Total	593	28

Berikut ini merupakan kajian pustaka yang digunakan dalam usulan penelitian ini guna memberikan pandangan mendalam untuk melakukan peningkatan dan pengembangan lebih lanjut pada penelitian VRPTW dan VRPLC.

Tabel 2.2 GAP Penelitian

Industri	Varian	Algoritma	Faktor					Referensi
			JTP	JT	KLL	BWP	KMK	
Merchandise	VRPTW	HMEDA	✓	✓	X	✓	X	Pérez-Rodríguez, R., et al., 2019
E-commerce		HPSO-GA	✓	✓	X	✓	X	Zhen, L., et al., 2020
Fleet	VRPLC	GRASP-CWS	✓	✓	X	X	✓	Vega-Mejía et al., 2020
Urban Logistic		MCWS-LS & S-ALNS	✓	✓	X	X	✓	Guo, F., et al., 2021
Elektronik	VRPTW-LC	PSO	✓	✓	X	✓	✓	Jason J, Rostianingsih S, Handojo A., 2022
Kosmetik			✓	✓	✓	✓	✓	Usulan Penelitian

Keterangan

JTP : Jumlah Tujuan Pengiriman

JT : Jarak Tempuh

KLL : Kondisi Lalu Lintas

BWP : Batas Waktu Pengiriman

KMK : Kapasitas Muatan Kendaraan

Tabel 2.3 Performa Algoritma

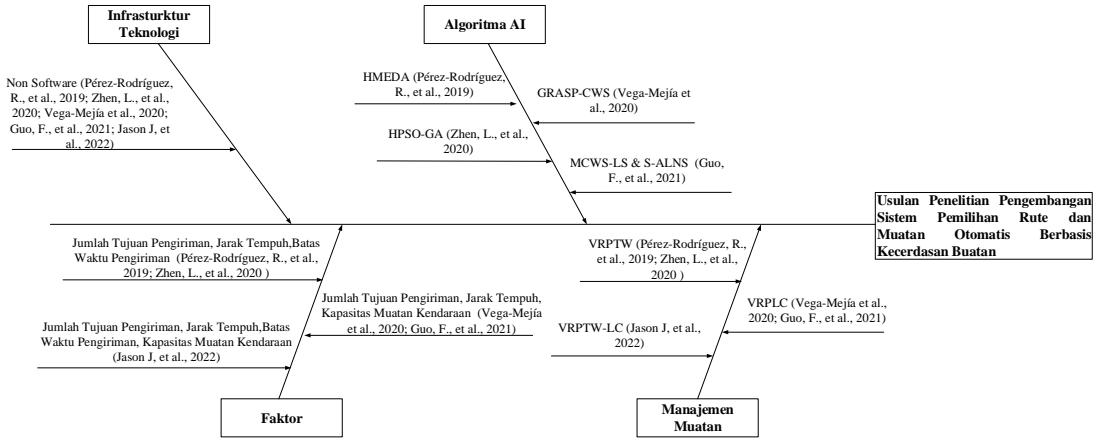
Referensi	Performa
Pérez-Rodríguez, R., et al., 2019	Rata-rata penyimpangan dari solusi terbaik hanya sebesar 0.14%. Jika dua instance dengan penyimpangan tertinggi dikecualikan (sekitar 1.0%), penyimpangan rata-rata dari instance yang tersisa adalah 0.05%. Untuk grup yang berbeda, penyimpangan berkisar dari 0.21% hingga 1.1%, menunjukkan bahwa algoritma yang dikembangkan dapat menghasilkan solusi yang cukup baik.

Tabel 2.3 Performa Algoritma (Lanjutan)

Referensi	Performa
Zhen, L., et al., 2020	Kedua algoritma berhasil memberikan solusi yang hampir optimal untuk contoh masalah skala kecil dalam waktu perhitungan yang rata-rata hanya 20.8 dan 21.5 detik untuk HPSO dan HGA, berturut-turut. Untuk kasus besar, dimana CPLEX tidak mampu memperoleh solusi dalam waktu yang wajar, kedua metode yang diusulkan dapat menyediakan solusi yang layak dalam waktu yang juga wajar. Pada kasus besar tersebut, kinerja HGA sedikit lebih baik dibandingkan dengan HPSO, dengan selisih hasil solusi yang sangat kecil antara kedua algoritma tersebut, di bawah 1%
Vega-Mejía et al. (2020)	Hasil eksperimental menunjukkan bahwa prosedur yang diusulkan mampu menghasilkan solusi yang kompetitif dalam waktu pemrosesan yang singkat. Namun, detail spesifik mengenai nilai performa atau metrik kuantitatif seperti persentase penyimpangan dari solusi optimal atau bandingan dengan solusi lain dari literatur tidak secara eksplisit disebutkan
Guo, Huang, dkk. (2021)	Informasi spesifik mengenai nilai akurasi atau performa tertentu dari algoritma yang mereka kembangkan tidak ditemukan langsung dalam bagian yang terlihat. Penelitian tersebut lebih banyak membahas tentang pendekatan heuristik untuk masalah routing kendaraan dengan batasan muatan tidak kompatibel dan pembagian pengiriman berdasarkan pesanan, termasuk model dan metode solusi, tetapi tidak secara eksplisit menyediakan angka-angka performa seperti nilai akurasi.
Jason, J., et al. (2022)	Pengujian terhadap standar deviasi dari hasil fitness value dari pengiriman dalam satu hari. Standar deviasi ini didapatkan dengan menjalankan algoritma PSO sebanyak 25 kali menggunakan data serta cara penilaian fitness value yang sama. Dari percobaan tersebut berhasil diperoleh nilai rata rata fitness value 460902.24 dan standar deviasi dengan nilai 34820.74.

2.5 Diagram Fishbone

Diagram fishbone adalah metode grafis yang digunakan untuk memvisualisasikan faktor-faktor yang berperan dalam suatu situasi tertentu. Bentuk diagram fishbone menyerupai rangka tulang ikan yang digunakan untuk menganalisis hubungan sebab-akibat (Coccia, M., 2020). Gambar 2.19 menampilkan diagram fishbone yang merinci rencana penelitian ini.

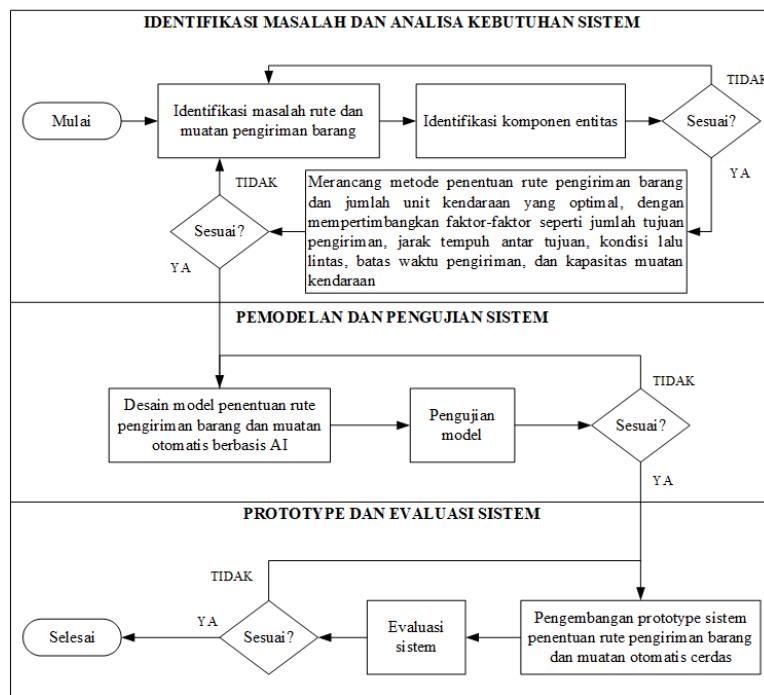


Gambar 2.19 Diagram Fishbone

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Peta Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang telah direncanakan dapat dilihat pada Gambar 3.1. Bagian ini merincikan metodologi yang diterapkan dalam pengembangan sistem optimasi rute dan muatan otomatis berbasis kecerdasan buatan (AI). Langkah pertama adalah mengidentifikasi masalah pada rute dan muatan distribusi barang yang telah ada, jumlah kendaraan, jumlah toko, jarak, waktu pengiriman, volume, berat, dan kondisi lalu lintas yang memengaruhi distribusi. Langkah berikutnya, mengidentifikasi komponen-komponen entitas. Hasil dari tahap pertama ini akan dijadikan dasar dalam merancang metode penentuan rute pengiriman barang dan jumlah unit kendaraan yang optimal, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti jumlah tujuan pengiriman, jarak tempuh antar tujuan, kondisi lalu lintas, batas waktu pengiriman, dan kapasitas muatan kendaraan. Data yang terkumpul mencakup data penjualan dan data pengiriman.



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

Tahap kedua dilakukan berdasarkan hasil analisis ditahap pertama yang tujuannya yaitu menentukan bagaimana sistem akan berjalan. Dimulai dengan mendesain model penentuan rute pengiriman barang dan muatan otomatis berbasis AI. Desain akan mengacu pada model *Systems Development Life Cycle* (SDLC). SDLC adalah suatu pendekatan sistematis yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak atau sistem informasi. SDLC membantu dalam perencanaan, pembuatan, pengujian, dan implementasi sistem atau perangkat lunak secara efisien dan efektif. SDLC melibatkan serangkaian tahap yang diikuti oleh pengembang untuk memastikan bahwa produk akhir memenuhi kebutuhan dan tujuan bisnis yang telah ditentukan. Desain model tersebut akan melalui tahap *training* dan *validation* menggunakan *k-fold cross validation*. Langkah terakhir yaitu melakukan pengujian model berdasarkan hasil *cross validation* menggunakan *testing set* yang belum pernah digunakan oleh model.

Tahap ketiga adalah pengembangan prototipe dari sistem penentuan rute pengiriman barang dan muatan otomatis cerdas. Sistem akan dievaluasi untuk mengetahui bagaimana sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Evaluasi sistem akan dilakukan menggunakan metode *black box testing* guna mencari *error* yang mungkin dialami sistem. Apabila hasil evaluasi sudah sesuai dengan yang diharapkan, maka sistem dapat digunakan dengan tujuan mengoptimalkan perencanaan rute dan alokasi muatan secara otomatis menggunakan kecerdasan buatan.

3.2 Identifikasi Masalah dan Analisa Kebutuhan Sistem

Identifikasi masalah mencakup analisis terhadap kendala-kendala yang mungkin muncul, seperti ketidakefisienan dalam pemilihan rute pengiriman dan manajemen muatan yang belum optimal. Analisis kebutuhan sistem difokuskan pada pemahaman terhadap kebutuhan praktis perusahaan dalam mengoptimalkan proses distribusi.

Data penjualan produk akan diidentifikasi untuk mencari tahu kendala yang terjadi dalam pemilihan rute dan muatan pada Distributor X. Rangkuman data penjualan dapat dilihat pada Gambar 3.2. Data diambil selama dua hari dengan

memperhitungkan jumlah toko yang memesan, total kuantitas produk yang harus dikirim, volume serta berat dari produk.

Tabel 3.1 Rangkuman Data Penjualan

Tanggal Order	Toko	Quantity	Volume	Berat
9-Feb		69	27.972	6.724.922,7 Cm ³ 3.104,43 Kg
12-Feb		79	59.595	12.034.224,8 Cm ³ 7.777,57 Kg
Grand Total		148	87.567	18.759.147,5 Cm³ 10.881,99 Kg

Produk yang dipesan akan diantarkan ke masing-masing toko menggunakan empat kendaraan milik Distributor. Setiap kendaraan memiliki tujuan pengiriman, kuantitas barang, volume serta berat yang berbeda beda. Gambar 3.3 menunjukkan rangkuman data rencana pengiriman.

Tabel 3.2 Rangkuman Data Rencana Pengiriman

Hari	Kendaraan	Tujuan Pengiriman	Quantity	Volume	Berat
1	A		18	17.049	3.605.630,6 Cm ³ 2.224,33 Kg
	B		14	491	167.330,9 Cm ³ 58,17 Kg
	C		22	6.686	1.888.507,2 Cm ³ 463,18 Kg
	D		15	3.746	1.063.454,0 Cm ³ 358,74 Kg
2	A		20	17.579	3.624.364,0 Cm ³ 2.290,01 Kg
	B		20	241	84.792,3 Cm ³ 21,45 Kg
	C		20	6.694	1.857.332,5 Cm ³ 489,39 Kg
	D		19	4.212	1.182.534,7 Cm ³ 396,75 Kg
Grand Total			148	56.698	13.473.946,1 Cm³ 6.302,03 Kg

Kendaraan yang digunakan untuk mengatarkan produk adalah mobil jenis *pick up box*. Jenis mobil ini mampu menampung berat maksimal sebanyak 1 Ton dan volume maksimal sebanyak 4 CBM. Gambar 3.4 menunjukkan spesifikasi kendaraan.

Pick Up Box				
Ukuran Karoseri	Berat	Ukuran Mobil	Mesin	Roda dan Ban
Panjang : 230 cm	Berat Kosong : 1 Ton	Panjang : 428 cm	Model : 3SZ - VE, DOHC VVTi berpendingin air	Ukuran Ban: 175 R13 - 8PR
Lebar : 140 cm	Berat Maksimal : 1 Ton	Lebar : 167 cm	Kapasitas Silinder : 1298 cc	Ukuran Roda: -
Tinggi : 124 cm		Tinggi : 207 cm	Kecepatan Maksimum (Km/Jam) : -	
Dimensi : 4 CBM			Tenaga Maksimum (PS/rpm) : 88/6000	

Gambar 3.2 Spesifikasi Kendaraan

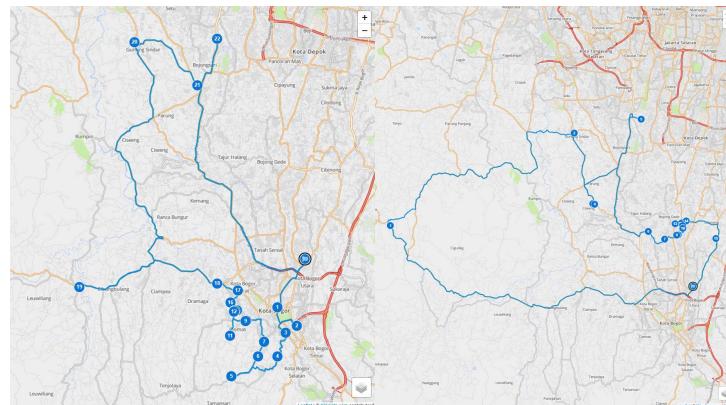
Data rangkuman hasil pengiriman ditunjukkan pada Gambar 3.5, data tersebut merupakan realisasi dari rencana pengiriman yang telah diatur oleh Distributor X.

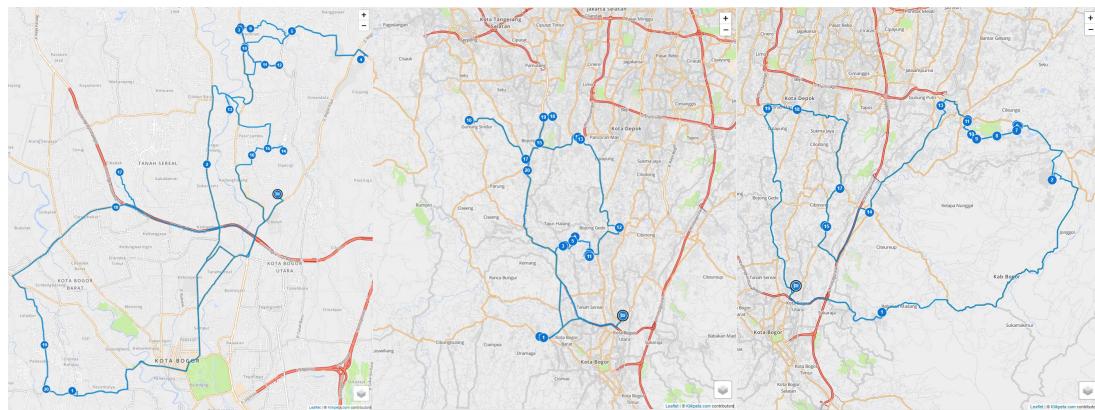
Tabel 3.3 Rangkuman Data Hasil Pengiriman

Hari	Kendaraan	Tujuan Pengiriman	Quantity	Volume	Berat	Over Volume	Over Berat	Waktu Bergantik	Waktu Selesai	Waktu Tempuh	Over Time	Jarak Tempuh	
1	A		18	17.049	3.605.630,6 Cm ³	2.224,33 Kg	No	Yes	09:00:00	15:30:00	06:30:00	No	44 Km
1	B		14	491	167.330,9 Cm ³	58,17 Kg	No	No	09:00:00	14:15:00	05:15:00	No	72 Km
1	C		22	6.686	1.888.507,2 Cm ³	463,18 Kg	No	No	09:00:00	19:24:00	10:24:00	Yes	132 Km
1	D		15	3.746	1.063.454,0 Cm ³	358,74 Kg	No	No	09:00:00	17:05:00	08:05:00	Yes	151 Km
2	A		20	17.579	3.624.364,0 Cm ³	2.290,01 Kg	No	Yes	09:00:00	16:19:00	07:19:00	Yes	78 Km
2	B		20	241	84.792,3 Cm ³	21,45 Kg	No	No	09:00:00	15:09:00	06:09:00	No	87 Km
2	C		20	6.694	1.857.332,5 Cm ³	489,39 Kg	No	No	09:00:00	16:43:00	07:43:00	Yes	100 Km
2	D		19	4.212	1.182.534,7 Cm ³	396,75 Kg	No	No	09:00:00	18:07:00	09:07:00	Yes	142 Km
Grand Total			148	56.698	13.473.946,1 Cm³	6.302,03 Kg				12:32:00		806 Km	

Diketahui bahwa selama pengiriman produk terdapat ketidakefisienan dalam pemilihan rute dan manajemen muatan. Pada hari pertama dan kedua kendaraan A mengalami *over* berat. Hal tersebut ditunjukkan dengan total berat yang diangkut melebihi kapasitas berat kendaraan sebesar 1 Ton atau setara dengan 1.000 Kg. Masing-masing nilai *over* berat kendaraan A yaitu 2.224,33 Kg dan 2290,01 Kg. Namun, pengiriman tetap dilakukan oleh kendaraan A dikarenakan nilai total volume yang masih dalam batas kapasitas.

Permasalahan *over time* juga ditemukan pada hari pertama kendaraan C dan D serta hari kedua kendaraan A, C dan D. *Over time* terjadi disebabkan oleh banyaknya jumlah tujuan pengiriman, jarak tempuh yang jauh serta waktu penurunan produk yang lama. Gambar 3.3 menunjukkan rute kendaraan C dan D hari ke-1 dan Gambar 3.4 menunjukkan rute kendaraan A, C dan D hari ke-2.

**Gambar 3.3 Rute Over Time Kendaraan C dan D Hari Ke-1**



Gambar 3.4 Rute Over Time Kendaraan A, C dan D Hari Ke-2

Penyesuaian perencanaan rute, alokasi barang, dan penggunaan kapasitas volume dan berat kendaraan perlu dilakukan, dengan harapan waktu kerja yang terbuang dapat dikurangi dan penggunaan kapasitas kendaraan ditingkatkan untuk mencapai pengiriman yang lebih efisien. Kasus pemilihan rute dan muatan pada Distributor X, sejumlah komponen entitas utama dapat diidentifikasi untuk analisis lebih lanjut terhadap efisiensi dan optimalisasi operasional sistem. Berikut adalah tabel identifikasi entitas yang merujuk pada kasus tersebut.

Tabel 3.4 Komponen Entitas

No	Komponen Entitas	Deskripsi dan Peran	Atribut Utama
1	Distributor X	Pusat distribusi yang melakukan pengiriman barang	Lokasi Distributor
2	Kendaraan	Kendaraan yang digunakan untuk mengantar barang dari distributor ke tujuan	Tipe Kendaraan, Kapasitas Volume, Kapasitas Berat
3	Produk	Produk atau muatan yang diangkut oleh kendaraan pengiriman	Kuantitas, Berat, Volume
4	Toko	Toko yang menjadi tujuan pengiriman	Lokasi Toko, Batas Waktu Pengiriman
5	Waktu Kerja	Rentang waktu operasional distributor untuk pengiriman	Waktu Operasional
6	Rute Pengiriman	Jalur atau urutan perjalanan yang dipilih untuk mencapai tujuan	Jumlah Tujuan Pengiriman, Jarak Tempuh Antar Tujuan, Kondisi Lalu Lintas, Batas Waktu Pengiriman, Kapasitas Muatan Kendaraan
7	Evaluasi Kinerja	Proses penilaian efisiensi dan keberhasilan pengiriman	Ketepatan Waktu Pengiriman, Kepuasaan Pelanggan
8,	Optimalisasi Sistem	Upaya penyesuaian untuk meningkatkan efisiensi operasional	Penyesuaian Rute, Penentuan Muatan

3.3 Pemodelan dan Pengujian Sistem

Pada implementasi model ini, pengembangan algoritma akan difokuskan pada *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW) yang mencakup faktor lalu lintas sebagai salah satu variabel penting. Algoritma ini akan disesuaikan untuk mempertimbangkan dinamika lalu lintas sehingga dapat menghasilkan rute pengiriman yang optimal dalam situasi perjalanan waktu yang terbatas. Hal ini diharapkan dapat mengoptimalkan penentuan rute pengiriman barang pada Distributor X, mengingat adanya batasan waktu yang diberikan pada setiap toko sebagai tujuan.

Pengembangan algoritma juga akan diterapkan untuk mengatasi tantangan dalam pemilihan muatan kendaraan dengan variasi permintaan yang tak tentu pada *Vehicle Routing Problem with Loading Constraints* (VRPLC). Algoritma akan dapat diimplementasikan untuk menghasilkan solusi adaptif terhadap fluktuasi permintaan toko-toko, memungkinkan distribusi muatan yang lebih optimal dan fleksibel. Integrasi dari pengembangan algoritma untuk rute dengan mempertimbangkan faktor lalu lintas dan optimalisasi muatan dengan variasi permintaan yang tak terduga akan menciptakan model yang kokoh, dapat diandalkan, dan dapat mengatasi kompleksitas distribusi pada Distributor X.

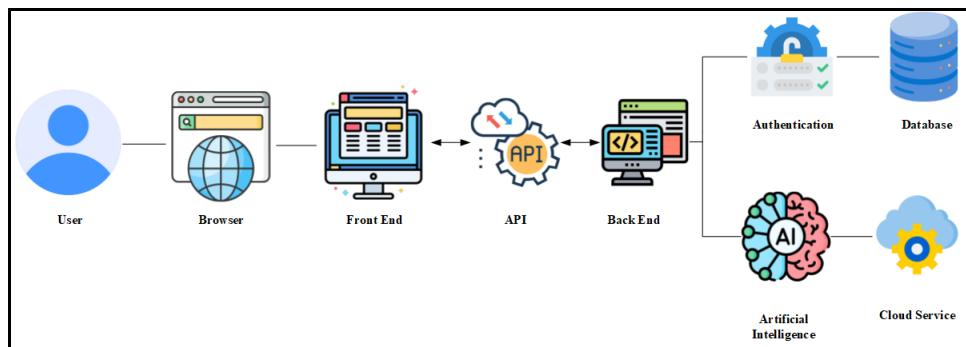
Desain model yang diusulkan akan melibatkan pengujian yang cermat untuk mengukur dan mengevaluasi kinerja serta kehandalan model. Dalam konteks ini, *k-fold cross-validation* akan diterapkan sebagai metode pengujian yang sistematis. Pendekatan *k-fold cross-validation* membagi *dataset* ke dalam *k subset* atau lipatan (*folds*), dan selanjutnya, model akan diuji menggunakan *k* iterasi, dimana masing-masing iterasi mengambil satu *subset* sebagai data uji dan *k-1 subset* lainnya sebagai data latih.

Penerapan *k-fold cross-validation* akan memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh tentang kemampuan model untuk menggeneralisasi pada berbagai skenario distribusi, variasi permintaan, dan kondisi lalu lintas yang mungkin terjadi pada lingkungan distribusi Distributor X. Dengan menggunakan metode ini, kehandalan dan konsistensi model dapat diukur dengan lebih baik, memastikan bahwa

hasil yang diperoleh dapat diandalkan dan dapat diaplikasikan pada situasi dunia nyata. Penggunaan *k-fold cross-validation* akan menjadi langkah penting dalam validasi dan pengoptimalan model sebelum diterapkan secara penuh dalam operasional Distributor X.

3.4 Prototype dan Evaluasi Sistem

Ilustrasi kerangka kerja sistem pemilihan rute dan muatan otomatis berbasis kecerdasan buatan yang diimplementasikan dalam perangkat lunak dapat dilihat pada Gambar 3.8. Kerangka Kerja Sistem Pemilihan Rute dan Muatan Otomatis akan diimplementasikan dalam bentuk sebuah *website* yang dapat diakses melalui perangkat *mobile phone*. Dengan memilih *platform* berbasis *web*, *prototype* ini akan memberikan kemudahan akses dan fleksibilitas bagi pengguna, terutama para pemangku kepentingan di Distributor X yang mungkin memantau atau terlibat langsung dalam proses pengiriman.



Gambar 3.8 Kerangka Kerja Sistem Pemilihan Rute dan Muatan Otomatis

Website ini akan dirancang dengan antarmuka yang responsif, memastikan kemampuan optimal dalam penampilan dan interaksi pada perangkat *mobile phone*. Pengguna, termasuk tim operasional dan manajerial Distributor X, dapat mengakses informasi terkait rencana pengiriman, pemilihan rute, dan alokasi muatan kendaraan dengan mudah melalui perangkat *mobile* mereka.

Keberadaan *prototype* dalam bentuk *website* dapat memberikan gambaran nyata tentang bagaimana model ini dapat diimplementasikan secara praktis dalam

lingkungan sehari-hari. Dengan keterjangkauan melalui perangkat *mobile*, para pengguna dapat memonitor dan mengelola proses distribusi dengan lebih efisien dan responsif terhadap perubahan kondisi operasional. Ini merupakan langkah penting menuju integrasi model ke dalam praktik operasional Distributor X secara menyeluruh.

Prototype dari model yang telah diimplementasikan dalam bentuk *website* akan menjalani serangkaian pengujian menggunakan metode *Black Box Testing*. *Black Box Testing* merupakan pendekatan dimana *prototype* dianggap sebagai "kotak hitam" yang pengujian dilakukan tanpa memerhatikan detail internal atau struktur kode programnya. Fokus utama dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi fungsionalitas dan kinerja *prototype* dari perspektif pengguna dan tujuan bisnis.

Pengujian *Black Box* akan mencakup sejumlah skenario kasus pengiriman yang mencerminkan berbagai kondisi operasional yang mungkin terjadi di Distributor X. Ini termasuk pengujian terhadap kemampuan *prototype* dalam menangani berbagai rute, muatan dengan variasi permintaan, serta kondisi lalu lintas dan batasan waktu. Pengujian ini juga akan memastikan bahwa antarmuka pengguna (UI) pada *website* berfungsi dengan baik, responsif, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Hasil dari pengujian *Black Box* akan memberikan gambaran tentang sejauh mana *prototype* mampu memenuhi kebutuhan fungsional dan operasional yang diinginkan. Setiap anomali atau ketidaksesuaian akan dicatat dan dianalisis untuk kemungkinan perbaikan.

3.5 Jadwal Penelitian

Tabel 3.5 Jadwal Penelitian

No	Uraian	Tahun 1		Tahun 2		Tahun 3	
		Sem1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2
1	Ujian Kualifikasi	X					
2	Evaluasi Progres Pertama		X				
3	Paper Seminar atau Jurnal Internasional		X				
4	Evaluasi Progres Kedua			X			
5	Evaluasi RKP				X		

Tabel 3.5 Jadwal Penelitian (Lanjutan)

No	Uraian	Tahun 1		Tahun 2		Tahun 3	
		Sem1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2
6	Paper Kedua Jurnal Internasional					X	
7	Sidang Disertasi Tertutup						X
8	Sidang Disertasi Terbuka						X

DAFTAR PUSTAKA

- Almouhanna, A., Quintero-Araujo, C. L., Panadero, J., Juan, A. A., Khosravi, B., & Ouelhadj, D. (2020). The location routing problem using electric vehicles with constrained distance. *Computers & Operations Research*, 115, 104864. DOI: 10.1016/j.cor.2019.104864.
- Alrubayyi, H., Goteng, G., Jaber, M., & Kelly, J. (2021). Challenges of malware detection in the IoT and a review of artificial immune system approaches. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 10(4), 61. DOI: 10.3390/jsan10040061.
- Amalia, Utamima., Nita, Fernanda., Edwin, Riksakomara. (2022). Solving Agricultural Route Planning with Improved Particle Swarm Optimization. DOI: 10.1109/ISRITI56927.2022.10052817.
- Armañanzas, R., Inza, I., Santana, R., Saeys, Y., Flores, J. L., Lozano, J. A., ... & Larrañaga, P. (2008). A review of estimation of distribution algorithms in bioinformatics. *BioData mining*, 1, 1-12. DOI: 10.1186/1756-0381-1-6.
- Baldacci, R., Mingozzi, A., & Roberti, R. (2020). Recent Exact Algorithms for Solving the Vehicle Routing Problem Under Capacity and Time Window Constraints. *European Journal of Operational Research*, 284(3), 802-822. DOI: 10.1016/j.ejor.2019.07.032.
- Biesinger, B., Meisel, S., & Wölfl, S. (2021). The impact of real-time traffic information on vehicle routing. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 118, 102695. DOI: 10.1016/j.trc.2020.102695.
- Brinkmann, S., & Kvale, S. (2019). *InterViews: Learning the Craft of Qualitative Research Interviewing*. SAGE Publications. DOI: 10.4135/9781071802644.
- Ceberio, J., Irurozki, E., Mendiburu, A., & Lozano, J. A. (2012). A review on estimation of distribution algorithms in permutation-based combinatorial optimization problems. *Progress in Artificial Intelligence*, 1, 103-117. DOI: 10.1007/s13748-011-0005-3.
- Chen, Huang., Xiangbing, Zhou., Xiaojuan, Ran., Jiamiao, Wang., Huayue, Chen., Wu, Deng. (2023). Adaptive cylinder vector particle swarm optimization with

- differential evolution for UAV path planning. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. DOI: 10.1016/j.engappai.2023.105942.
- Cordeau, J.-F., Laporte, G., & Ropke, S. (2019). Recent models and algorithms for one-to-one pickup and delivery problems. In *The Vehicle Routing Problem: Latest Advances and New Challenges* (pp. 327-357). Springer. DOI: 10.1007/978-1-4419-6181-4_12.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. SAGE Publications. DOI: 10.4135/9781071802767.
- De Smet, G., & Wauters, T. (2021). Multithreaded incremental solving for local search based metaheuristics with step chasing. 13th International Conference on the Practice and Theory of Automated Timetabling. DOI:
- Dokeroglu, T., Sevinc, E., Kucukyilmaz, T., & Cosar, A. (2019). A survey on new generation metaheuristic algorithms. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106040. DOI: 10.1016/j.cie.2019.106040.
- Dorigo, M., & Stützle, T. (2019). Ant Colony Optimization: Overview and Recent Advances. *Swarm Intelligence*, 13(1), 1-37. DOI: 10.1007/s11721-018-0161-9.
- Elshaer, R., & Awad, H. (2020). A taxonomic review of metaheuristic algorithms for solving the vehicle routing problem and its variants. *Computers & Industrial Engineering*, 140, 106242. DOI: 10.1016/j.cie.2019.106242.
- Flick, U. (2018). *An Introduction to Qualitative Research*. SAGE Publications. DOI: 10.4135/9781071802798.
- Gendreau, M., & Potvin, J.-Y. (2019). *Handbook of Heuristics*. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-07124-4.
- Ghiani, G., Manni, E., & Musmanno, R. (2020). *Introduction to Logistics Systems Management*. Wiley. DOI: 10.1002/9781119349612.
- Ghosal, S., & Wiesemann, W. (2020). The distributionally robust chance-constrained vehicle routing problem. *Operations Research*, 68(3), 716-732. DOI: 10.1287/opre.2019.1924.

- Goeke, D., & Schneider, M. (2020). Routing a mixed fleet of electric and conventional vehicles. *European Journal of Operational Research*, 245(1), 81-99. DOI: 10.1016/j.ejor.2015.01.049.
- Goel, A. K., & Davies, J. (2020). Artificial Intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.), *The Cambridge Handbook of Intelligence* (pp. 602–625). chapter, Cambridge: Cambridge University Press.
- Guo, F., Huang, Z., & Huang, W. (2021). Heuristic approaches for a vehicle routing problem with an incompatible loading constraint and splitting deliveries by order. *Computers & Operations Research*, 134, 105379. DOI: 10.1016/j.cor.2021.105379.
- Heryadi, Y., & Irwansyah, E. (2020). Deep Learning: Aplikasinya di Bidang Geospasial. AWI Technology Press.
- Houssein, E. H., Gad, A. G., Hussain, K., & Suganthan, P. N. (2021). Major advances in particle swarm optimization: theory, analysis, and application. *Swarm and Evolutionary Computation*, 63, 100868. DOI: 10.1016/j.swevo.2021.100868.
- Hussain, K., Mohd Salleh, M. N., Cheng, S., & Shi, Y. (2019). Metaheuristic research: a comprehensive survey. *Artificial intelligence review*, 52, 2191-2233. DOI: 10.1007/s10462-017-9605-z.
- Iqbal, S., Kaykobad, M., & Rahman, M. S. (2015). Solving the multi-objective vehicle routing problem with soft time windows with the help of bees. *Swarm and evolutionary computation*, 24, 50-64. DOI: 10.1016/j.swevo.2015.06.001.
- Irnich, S., & Schneider, M. (2020). Fleet size and mix vehicle routing problem with time windows: A survey. *European Journal of Operational Research*, 213(1), 1-18. DOI: 10.1016/j.ejor.2010.04.011.
- Jason, J., Rostianingsih, S., & Handojo, A. (2022). Sistem Optimalisasi Rute Model Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows Menggunakan Algoritma Metaheuristic Particle Swarm Optimization pada Perusahaan Kantong Plastik HDPE PT XYZ. *Jurnal Infra*, 10(2), 261-267.

- Lalang, D., Silalahi, B. P., & Bukhari, F. (2018). Vehicle Routing Problem Time Windows Dengan Pengemudi Sesekali. *MILANG Journal of Mathematics and Its Applications*, 17(2), 87-99. DOI: 0.29244/jmap.17.2.87-99.
- Laporte, G., & Semet, F. (2020). Heuristics for the Vehicle Routing Problem. *Annals of Operations Research*, 290(1-2), 15-32. DOI: 10.1007/s10479-018-3070-8.
- Lin, C., Choy, K. L., Ho, G. T., Chung, S. H., & Lam, H. Y. (2014). Survey of green vehicle routing problem: past and future trends. *Expert systems with applications*, 41(4), 1118-1138. DOI: 10.1016/j.eswa.2013.07.107.
- Lixia, Deng., Huanyu, Chen., Xiaoyiqun, Zhang., Haiying, Liu. (2023). Three-Dimensional Path Planning of UAV Based on Improved Particle Swarm Optimization. *Mathematics*, DOI: 10.3390/math11091987.
- Luís, Coelho. (2023). Research on Optimization of Delivery and Pickup Vehicle Routing Problems Considering Cargo Loading. DOI: 10.36227/techrxiv.21920283.v1.
- Martí, R., Pantrigo, J. J., Duarte, A., Campos, V., & Glover, F. (2011). Scatter search and path relinking: a tutorial on the linear arrangement problem. *International Journal of Swarm Intelligence Research (IJSIR)*, 2(2), 1-21. DOI: 10.4018/jsir.2011040101.
- Martins-Turner, K., Nagel, K., & Zilske, M. (2019). Agent-based modelling and simulation of tour planning in urban freight traffic. *Transportation Research Procedia*. DOI: 10.1016/j.trpro.2019.09.054.
- Mayer, T., Uhlig, T., & Rose, O. (2016). An open-source discrete event simulator for rich vehicle routing problems. *IEEE 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*. DOI: 10.1109/ITSC.2016.7795725.
- Miranda, D. M., & Conceição, S. V. (2016). The vehicle routing problem with hard time windows and stochastic travel and service time. *Expert Systems with Applications*, 64, 104-116. DOI: 10.1016/j.eswa.2016.07.022.

- Mor, A., & Speranza, M. G. (2022). Vehicle routing problems over time: a survey. *Annals of Operations Research*, 314(1), 255-275. DOI: 10.1007/s10479-021-04488-0.
- Mouthuy, S., Massen, F., Deville, Y., & Van Hentenryck, P. (2015). A multistage very large-scale neighborhood search for the vehicle routing problem with soft time windows. *Transportation Science*, 49(2), 223-238. DOI: 10.1287/trsc.2014.0558.
- Pan, B., Zhang, Z., & Lim, A. (2021). Multi-trip time-dependent vehicle routing problem with time windows. *European Journal of Operational Research*, 291(1), 218-231. DOI: 10.1016/j.ejor.2020.09.022.
- Pérez-Rodríguez, R., & Hernández-Agirre, A. (2019). A hybrid estimation of distribution algorithm for the vehicle routing problem with time windows. *Computers & Industrial Engineering*, 130, 75-96. DOI: 10.1016/j.cie.2019.02.017.
- Pillac, V., Gendreau, M., Guéret, C., & Medaglia, A. L. (2019). A review of dynamic vehicle routing problems. *European Journal of Operational Research*, 225(1), 1-11. DOI: 10.1016/j.ejor.2012.08.015.
- Pisinger, D., & Ropke, S. (2019). Large neighborhood search. *Handbook of metaheuristics*, 99-127.
- Sbai, I., & Krichen, S. (2022). Vehicle routing problems with loading constraints: An overview of variants and solution methods. *Optimization and Machine Learning: Optimization for Machine Learning and Machine Learning for Optimization*, 1-23.
- Shi, Z. (2019). Advanced artificial intelligence (Vol. 4). World Scientific.
- Talbi, E.-G. (2020). *Metaheuristics: From Design to Implementation*. Wiley. DOI: 10.1002/9780470496916.
- Taş, D., Jabali, O., & Van Woensel, T. (2014). A vehicle routing problem with flexible time windows. *Computers & Operations Research*, 52, 39-54. DOI: 10.1016/j.cor.2014.07.005.
- U., Eggli. (2023). Research on Optimization of Low-Carbon Logistics Distribution Route Based on Genetic Algorithm. DOI: 10.1007/978-3-031-28893-7_6.

- Vega-Mejía, C., González-Neira, E., Montoya-Torres, J., & Islam, S. (2020). Using a hybrid heuristic to solve the balanced vehicle routing problem with loading constraints. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 11(2), 255-280. DOI: 10.5267/j.ijiec.2022.1.002.
- Wahyuningsih, S., Satyananda, D., & Octoviana, L. T. (2019). Vehicle Routing Problem with Time Windows Variants and its Application in Distribution Optimization.
- Wang, D., Tan, D., & Liu, L. (2018). Particle swarm optimization algorithm: an overview. *Soft computing*, 22, 387-408. DOI: 10.1007/s00500-016-2474-6.
- Welch, P. (2017). Developing a commercial dynamic vehicle routing system-a case study. *Open Door Logistics*. DOI: [DOI](#)
- Wong, W. K., & Ming, C. I. (2019, June). A review on metaheuristic algorithms: recent trends, benchmarking and applications. In 2019 7th International Conference on Smart Computing & Communications (ICSCC) (pp. 1-5). IEEE. DOI: 10.1109/ICSCC.2019.8843624.
- Yanwei, Du., Feng, Chen., Xiaoyi, Fan., Lei, Zhang., Henggang, Liang. (2021). Research on cargo-loading optimization based on genetic and fuzzy integration. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*. DOI: 10.3233/JIFS-189669.
- Yu, B., Yang, Z. Z., & Yao, B. (2021). An improved ant colony optimization for vehicle routing problem. *European Journal of Operational Research*, 196(1), 171-176. DOI: 10.1016/j.ejor.2008.02.028.
- Zhang, C., & Lu, Y. (2021). Study on artificial intelligence: The state of the art and future prospects. *Journal of Industrial Information Integration*, 23, 100224. DOI: 10.1016/j.jii.2021.100224.
- Zhang, D., Cai, S., Ye, F., Si, Y. W., & Nguyen, T. T. (2017). A hybrid algorithm for a vehicle routing problem with realistic constraints. *Information Sciences*, 394, 167-182. DOI: 10.1016/j.ins.2017.02.028.
- Zhang, H., Ge, H., Yang, J., & Tong, Y. (2021). Review of vehicle routing problems: Models, classification and solving algorithms. *Archives of*

Computational Methods in Engineering, 1-27. DOI: 10.1007/s11831-021-09574-x.

Zhang, L., Pingaud, H., Fontanili, F., & Lamine, E. (2023). Balancing the satisfaction of stakeholders in home health care coordination: a novel OptaPlanner CSP model. Health Systems. <https://doi.org/10.1080/20476965.2023.2179947>.

Zhang, Y., & Sheng, L. (2023). Optimization of Simultaneous Pickup and Delivery Vehicle Routing with Three-Dimensional Balanced Loading Constraints. Sustainability, 15(11), 9132. DOI: 10.3390/su15119132.

Zhen, L., Ma, C., Wang, K., Xiao, L., & Zhang, W. (2020). Multi-depot multi-trip vehicle routing problem with time windows and release dates. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 135, 101866. DOI: 10.1016/j.tre.2020.101866.

Zunhai, Gao., Hongxia, Lu. (2021). Logistics Route Optimization Based on Improved Particle Swarm Optimization. DOI: 10.1088/1742-6596/1995/1/012044.

LAMPIRAN

Data Penjualan Hari Ke-1

No	Tanggal Order	Kode	Toko	Quantity	Volume	Berat
1	9-Feb	2,30E+138	ENDAH, TK	17	5.258,2 Cm ³	2,03 Kg
2	9-Feb	2,30E+42	EVA, TOKO	11	2.442,0 Cm ³	0,28 Kg
3	9-Feb	2301.A006	ADA, SWA	47	4.509,0 Cm ³	0,74 Kg
4	9-Feb	2301.A330	AMEL, TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
5	9-Feb	2301.B132	BUNDA LUBNA, APT	10	5.744,5 Cm ³	0,20 Kg
6	9-Feb	2301.B195	BNR, APT	5	2.473,8 Cm ³	0,42 Kg
7	9-Feb	2301.F041	FANI TOKO	11	2.442,0 Cm ³	0,29 Kg
8	9-Feb	2301.H094	HERI, TOKO	12	2.676,9 Cm ³	0,34 Kg
9	9-Feb	2301.H095	HERI 2, TK	12	2.631,0 Cm ³	0,31 Kg
10	9-Feb	2301.H127	HARI HARI PASAR SWALAYAN	24	13.920,0 Cm ³	2,95 Kg
11	9-Feb	2301.J007	ISTANA BUAH SEGAR, TOKO	28	7.580,6 Cm ³	1,91 Kg
12	9-Feb	2301.J052	JAYA.TO	20	3.729,5 Cm ³	2,22 Kg
13	9-Feb	2301.L053	LALADON INDAH ,TOKO	12	2.701,2 Cm ³	0,37 Kg
14	9-Feb	2301.M132	MUTIARA FARMA, APT	13	2.154,6 Cm ³	0,17 Kg
15	9-Feb	2301.N057	NASUTION, TK	12	2.631,0 Cm ³	0,31 Kg
16	9-Feb	2301.R177	RAY, TK	12	2.631,0 Cm ³	0,31 Kg
17	9-Feb	2301.R211	RIDHO, TK	12	2.676,9 Cm ³	0,34 Kg
18	9-Feb	2301.S016	SANTOSO, TOKO	11	2.070,5 Cm ³	0,32 Kg
19	9-Feb	2301.S032	SEHAT, APT	50	24.738,0 Cm ³	4,15 Kg
20	9-Feb	2301.S461	SEJAHTERA	2	989,5 Cm ³	0,17 Kg
21	9-Feb	2301.S464	SELAMET, TK	20	9.895,2 Cm ³	1,60 Kg
22	9-Feb	2301.T114	TIP TOP BOGOR	1.056	308.041,0 Cm ³	143,97 Kg
23	9-Feb	2301.T126	Tiga Saudara (MM)	7	1.610,7 Cm ³	0,55 Kg
24	9-Feb	2301.Y012	YOGYA CIMANGGU	660	194.139,2 Cm ³	74,39 Kg
25	9-Feb	2301.Y014	YONKES, KOP	15	7.514,7 Cm ³	1,88 Kg
26	9-Feb	2301.Y035	YUDI, TK	20	9.895,2 Cm ³	1,66 Kg
27	9-Feb	2301.Z015	ZIO, TK	12	2.701,2 Cm ³	0,37 Kg
28	9-Feb	2302.A008	ABCD, TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
29	9-Feb	2302.B204	BERKAT TOKO	3	1.240,6 Cm ³	0,28 Kg
30	9-Feb	2302.B334	BUDE, TOKO	3	1.569,5 Cm ³	0,28 Kg
31	9-Feb	2302.B416	BERKAH JAYA 2	3	1.240,6 Cm ³	0,28 Kg
32	9-Feb	2302.D175	DINAR, TK	13	1.926,3 Cm ³	0,51 Kg
33	9-Feb	2302.D241	DINAMIS, TK	11	2.442,0 Cm ³	0,29 Kg
34	9-Feb	2302.D281	DARMA TOKO	4	864,4 Cm ³	0,41 Kg
35	9-Feb	2302.F135	FADLAN, TK	3	1.240,6 Cm ³	0,28 Kg
36	9-Feb	2302.H193	H. NANA, TOKO	11	2.442,0 Cm ³	0,29 Kg
37	9-Feb	2302.I008	ILHAM,TOKO	11	2.070,5 Cm ³	0,32 Kg
38	9-Feb	2302.I015	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC PARUNG)	2.820	717.762,6 Cm ³	246,31 Kg
39	9-Feb	2302.I027	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC BOGOR 1)	3.476	755.003,9 Cm ³	207,82 Kg
40	9-Feb	2302.I161	INDI FARMA, APT	7	2.496,0 Cm ³	0,59 Kg
41	9-Feb	2302.I196	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC BOGOR 2)	3.614	1.026.188,6 Cm ³	348,58 Kg
42	9-Feb	2302.I207	INDRA JAYA	3	864,6 Cm ³	0,39 Kg
43	9-Feb	2302.K019	KASIM, TK	5	658,6 Cm ³	0,54 Kg
44	9-Feb	2302.K119	KEBON KOPI TRIPLE J, APT	10	7.886,4 Cm ³	0,10 Kg
45	9-Feb	2302.L013	LEUWILIAH, APT	20	11.489,0 Cm ³	0,40 Kg
46	9-Feb	2302.L127	LANGSAM 3, TOKO	3	1.569,5 Cm ³	0,29 Kg
47	9-Feb	2302.M082	MY , APT	3	1.484,3 Cm ³	0,20 Kg
48	9-Feb	2302.M539	MAKMUR JAYA	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
49	9-Feb	2302.N116	NEDIO, TOKO	21	4.443,8 Cm ³	2,42 Kg
50	9-Feb	2302.N180	NASUTION	12	2.193,7 Cm ³	0,42 Kg

N	Tanggal Order	Kode	Toko	Quant	Volume	Berat
51	9-Feb	2302.R031	REMAJA, UD	12	2.193,7 Cm ³	0,42 Kg
52	9-Feb	2302.R042	RINI, TK	11	2.442,0 Cm ³	0,29 Kg
53	9-Feb	2302.R220	RAMAH TAMAH, APT	60	34.467,1 Cm ³	1,20 Kg
54	9-Feb	2302.R357	RISWAN, TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
55	9-Feb	2302.R454	RAIHAN TK	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
56	9-Feb	2302.S312	PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA (DC BOGOR)	11.714	2.314.864,9 Cm ³	1.791,62 Kg
57	9-Feb	2302.S369	PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA (DC SINDUR)	3.460	1.011.960,3 Cm ³	194,88 Kg
58	9-Feb	2302.S409	SUSI, TOKO	3	1.240,6 Cm ³	0,28 Kg
59	9-Feb	2302.S697	SYARIF TK	11	2.442,0 Cm ³	0,29 Kg
60	9-Feb	2302.T192	TRISAN, TK	276	97.689,9 Cm ³	40,31 Kg
61	9-Feb	2302.U012	UNI, TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
62	9-Feb	2302.V033	VANMEL, KOP KAR	12	2.892,6 Cm ³	1,13 Kg
63	9-Feb	2302.V034	VILLA MAS,TOKO	13	1.926,3 Cm ³	0,50 Kg
64	9-Feb	2302.W120	WH KLICK I-PLAZA BOGOR 2	24	4.437,8 Cm ³	3,74 Kg
65	9-Feb	2302.Y010	YULI, TK	11	2.442,0 Cm ³	0,29 Kg
66	9-Feb	2302.Z006	ZULKIFLI, TK	11	2.442,0 Cm ³	0,29 Kg
67	9-Feb	2303.B226	BBM, TO	113	34.428,0 Cm ³	8,63 Kg
68	9-Feb	2303.I078	INDOGROSIR CIPUTAT	36	17.606,4 Cm ³	4,02 Kg
69	9-Feb	2303.S177	SINAR FAMILY, TK	20	9.895,2 Cm ³	1,66 Kg

Data Penjualan Hari Ke-2

N	Tanggal Order	Kode	Toko	Quant	Volume	Berat
70	12-Feb	2,30E+08	ELGAMA, APT	12	610,6 Cm ³	0,10 Kg
71	12-Feb	2,30E+92	ENI, TK	12	2.193,7 Cm ³	0,42 Kg
72	12-Feb	2301.B201	BEAUTY LOVER, TK	2.112	478.682,9 Cm ³	281,41 Kg
73	12-Feb	2301.D018	DELI TAJUR, APT	50	28.722,6 Cm ³	1,00 Kg
74	12-Feb	2301.F072	FARMERS MARKET BOTANI SQUARE MALL	24	5.905,3 Cm ³	3,13 Kg
75	12-Feb	2301.G059	GREAT MARY	2	989,5 Cm ³	0,17 Kg
76	12-Feb	2301.H081	HIBBAN, TOKO	36	5.810,1 Cm ³	0,50 Kg
77	12-Feb	2301.H121	HAFIZ TOKO	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg
78	12-Feb	2301.H127	HARI HARI PASAR SWALAYAN	36.027	6.737.261,9 Cm ³	5.561,31 Kg
79	12-Feb	2301.J052	JAYA.TO	19	3.984,8 Cm ³	2,36 Kg
80	12-Feb	2301.L013	LOGO GRACIA, TOKO	18	7.197,6 Cm ³	2,29 Kg
81	12-Feb	2301.M136	ALFATH 21, APT	30	1.526,4 Cm ³	0,24 Kg
82	12-Feb	2302.A468	AULIA, TOKO	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg
83	12-Feb	2302.A508	AEP, TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
84	12-Feb	2302.A529	ACHA JAYA, TOKO	3	1.993,2 Cm ³	0,25 Kg
85	12-Feb	2302.A589	AKALIPA FARMA, APT	23	7.200,4 Cm ³	0,45 Kg
86	12-Feb	2302.A617	AII,TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
87	12-Feb	2302.A627	AGUS MAWAR,TOKO	2	989,5 Cm ³	0,16 Kg
88	12-Feb	2302.A666	ANDIKA TK	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg
89	12-Feb	2302.A685	AFIAT, APT	30	17.233,6 Cm ³	0,60 Kg
90	12-Feb	2302.A797	AMIN TK	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg
91	12-Feb	2302.A895	AGUNG SETIO APT	2	989,5 Cm ³	0,17 Kg
92	12-Feb	2302.B028	BARU MAS, TOKO	90	22.600,3 Cm ³	9,69 Kg
93	12-Feb	2302.B170	BERSUA, TO	20	11.489,0 Cm ³	0,40 Kg
94	12-Feb	2302.B232	BAROENA, TK	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
95	12-Feb	2302.C131	CAHAYA INTAN, TK	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
96	12-Feb	2302.D183	DEDE,TOKO	4	1.359,3 Cm ³	0,47 Kg
97	12-Feb	2302.D225	DEVI TOKO	2	989,5 Cm ³	0,16 Kg
98	12-Feb	2302.D244	DINI, TK	5	1.482,6 Cm ³	0,58 Kg
99	12-Feb	2302.D248	DEWI KOSMETIK	87	21.191,0 Cm ³	11,82 Kg
100	12-Feb	2302.D295	DAUS TK	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg
101	12-Feb	2302.D304	DINA OLSHOP	17	11.793,8 Cm ³	3,47 Kg
102	12-Feb	2302.H164	HERU, TOKO	2	989,5 Cm ³	0,16 Kg
103	12-Feb	2302.H184	HERI, TOKO	3	864,6 Cm ³	0,40 Kg
104	12-Feb	2302.H303	HERMAN TK	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
105	12-Feb	2302.I015	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC PARUNG)	3.662	870.644,5 Cm ³	341,29 Kg
106	12-Feb	2302.I027	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC BOGOR 1)	5.154	1.123.900,6 Cm ³	440,75 Kg
107	12-Feb	2302.I127	INDOGROSIR BOGOR	234	53.924,9 Cm ³	8,66 Kg
108	12-Feb	2302.I138	IFA KOSMETIK	6	1.109,5 Cm ³	0,92 Kg
109	12-Feb	2302.I196	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC BOGOR 2)	4.942	1.125.084,8 Cm ³	214,86 Kg
110	12-Feb	2302.J019	JAYA, TOKO	21	12.111,5 Cm ³	0,59 Kg
111	12-Feb	2302.K015	KARYA BARU 2, TKO	2	989,5 Cm ³	0,16 Kg
112	12-Feb	2302.K016	KARYA, TOKO	11	2.442,0 Cm ³	0,29 Kg
113	12-Feb	2302.K156	KEMBAR, TOKO	5	1.482,6 Cm ³	0,58 Kg
114	12-Feb	2302.K275	KAMALUDIN DUA TK	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg
115	12-Feb	2302.K276	KAMALUDIN TK	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg
116	12-Feb	2302.K279	KEDAI ABAH, TK	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
117	12-Feb	2302.L118	LIA, TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
118	12-Feb	2302.M398	MADINA	27	4.357,6 Cm ³	0,38 Kg
119	12-Feb	2302.P213	PRIMA JAYA, TK	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg
120	12-Feb	2302.R015	ROBINSON CIBINONG (S043)	36	16.648,9 Cm ³	5,56 Kg

N	Tanggal Order	Kode	Toko	Quant	Volume	Berat
121	12-Feb	2302.R360	RANGKUTI, TK	2	989,5 Cm ³	0,17 Kg
122	12-Feb	2302.R376	rita kosmetik	12	2.565,3 Cm ³	0,40 Kg
123	12-Feb	2302.S024	SAUT JAYA, TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
124	12-Feb	2302.S175	SIMANCIP, H, TOKO	3	1.612,0 Cm ³	0,36 Kg
125	12-Feb	2302.S312	PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA (DC BOGOR)	4.890	862.179,9 Cm ³	672,32 Kg
126	12-Feb	2302.S369	PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA (DC SINDUR)	1.176	386.170,5 Cm ³	133,02 Kg
127	12-Feb	2302.S427	SEHAT SENTOSA, APT	30	16.436,6 Cm ³	1,20 Kg
128	12-Feb	2302.S605	SUMBER REJEKI	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg
129	12-Feb	2302.S777	SUBUR, TK	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg
130	12-Feb	2302.T164	TUNAS JAYA,TOKO	14	2.935,1 Cm ³	0,71 Kg
131	12-Feb	2302.T210	TRI SNACK	4	1.359,3 Cm ³	0,47 Kg
132	12-Feb	2302.T223	TEKTONG, TK	4	1.359,3 Cm ³	0,47 Kg
133	12-Feb	2302.U094	USAHA MUDA, TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
134	12-Feb	2302.U127	ULY KOSMETIK	2	989,5 Cm ³	0,17 Kg
135	12-Feb	2302.W004	WAHYUDI II, TOKO	11	2.070,5 Cm ³	0,32 Kg
136	12-Feb	2302.W085	W MART 3, MM	42	6.341,1 Cm ³	5,01 Kg
137	12-Feb	2302.Y045	YOGYA CITEUREUP	151	35.155,0 Cm ³	21,63 Kg
138	12-Feb	2302.Y057	YOGYA DRAMAGA	151	33.993,4 Cm ³	13,56 Kg
139	12-Feb	2302.Z014	ZHAFIRAH, APT	44	8.404,9 Cm ³	0,70 Kg
140	12-Feb	2302.Z035	ZITNI,TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,28 Kg
141	12-Feb	2303.A541	AKHIM, TK	12	2.193,7 Cm ³	0,42 Kg
142	12-Feb	2303.H123	HYFRESH BOJONG SARI	48	14.028,2 Cm ³	9,00 Kg
143	12-Feb	2303.H133	HANA KOSMETIK	12	2.255,4 Cm ³	0,47 Kg
144	12-Feb	2303.I075	INDAH, TK	4	535,4 Cm ³	0,43 Kg
145	12-Feb	2303.I078	INDOGROSIR CIPUTAT	163	37.010,6 Cm ³	12,46 Kg
146	12-Feb	2303.M412	MAMAT, TK	2	989,5 Cm ³	0,15 Kg
147	12-Feb	2303.R135	RIZKY, TK	12	2.255,4 Cm ³	0,47 Kg
148	12-Feb	2303.R185	RIZAL, TK	4	926,1 Cm ³	0,45 Kg

Data Pengiriman Hari Ke-1

No	Hari	Kendaraan	Kode	Toko	Quantity	Volume	Berat
1	1	A	2301.A330	AMEL, TOKO	3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg
2	1	A	2301.B132	BUNDA LUBNA, APT	10	5.744,5 Cm³	0,20 Kg
3	1	A	2301.H094	HERI, TOKO	12	2.676,9 Cm³	0,34 Kg
4	1	A	2301.H095	HERI 2, TK	12	2.631,0 Cm³	0,31 Kg
5	1	A	2301.J052	JAYA.TOKO	20	3.729,5 Cm³	2,22 Kg
6	1	A	2301.M132	MUTIARA FARMA, APT	13	2.154,6 Cm³	0,17 Kg
7	1	A	2301.N057	NASUTION, TK	12	2.631,0 Cm³	0,31 Kg
8	1	A	2301.R211	RIDHO, TK	12	2.676,9 Cm³	0,34 Kg
9	1	A	2301.S016	SANTOSO, TOKO	11	2.070,5 Cm³	0,32 Kg
10	1	A	2301.S461	SEJAHTERA	2	989,5 Cm³	0,17 Kg
11	1	A	2301.T114	TIP TOP BOGOR	1.056	308.041,0 Cm³	143,97 Kg
12	1	A	2301.T126	Tiga Saudara (MM)	7	1.610,7 Cm³	0,55 Kg
13	1	A	2301.Y012	YOGYA CIMANGGU	660	194.139,2 Cm³	74,39 Kg
14	1	A	2301.Z015	ZIO, TK	12	2.701,2 Cm³	0,37 Kg
15	1	A	2302.I027	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC BOGOR 1)	3.476	755.003,9 Cm³	207,82 Kg
16	1	A	2302.K019	KASIM, TK	5	658,6 Cm³	0,54 Kg
17	1	A	2302.R031	REMAJA, UD	12	2.193,7 Cm³	0,42 Kg
18	1	A	2302.S312	PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA (DC BOGOR)	11.714	2.314.864,9 Cm³	1.791,62 Kg
19	1	B	2,30E+42	EVA, TOKO	11	2.442,0 Cm³	0,28 Kg
20	1	B	2301.Y014	YONKES, KOP	15	7.514,7 Cm³	1,88 Kg
21	1	B	2302.A008	ABCD, TOKO	3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg
22	1	B	2302.B204	BERKAT TOKO	3	1.240,6 Cm³	0,28 Kg
23	1	B	2302.B334	BUDE, TOKO	3	1.569,5 Cm³	0,28 Kg
24	1	B	2302.B416	BERKAH JAYA 2	3	1.240,6 Cm³	0,28 Kg
25	1	B	2302.D281	DARMA TOKO	4	864,4 Cm³	0,41 Kg
26	1	B	2302.H193	H. NANA, TOKO	11	2.442,0 Cm³	0,29 Kg
27	1	B	2302.K119	KEBON KOPI TRIPLE J, APT	10	7.886,4 Cm³	0,10 Kg
28	1	B	2302.L127	LANGSAM 3, TOKO	3	1.569,5 Cm³	0,29 Kg
29	1	B	2302.T192	TRISAN, TK	276	97.689,9 Cm³	40,31 Kg
30	1	B	2302.V033	VANMEL, KOP KAR	12	2.892,6 Cm³	1,13 Kg
31	1	B	2302.W120	WH KLIK I-PLAZA BOGOR 2	24	4.437,8 Cm³	3,74 Kg
32	1	B	2303.B226	BBM, TO	113	34.428,0 Cm³	8,63 Kg
33	1	C	2301.A006	ADA, SWA	47	4.509,0 Cm³	0,74 Kg
34	1	C	2301.B195	BNR, APT	5	2.473,8 Cm³	0,42 Kg
35	1	C	2301.F041	FANI TOKO	11	2.442,0 Cm³	0,29 Kg
36	1	C	2301.H127	HARI HARI PASAR SWALAYAN	24	13.920,0 Cm³	2,95 Kg
37	1	C	2301.J007	ISTANA BUAH SEGAR, TOKO	28	7.580,6 Cm³	1,91 Kg
38	1	C	2301.L053	LALADON INDAH ,TOKO	12	2.701,2 Cm³	0,37 Kg
39	1	C	2301.R177	RAY, TK	12	2.631,0 Cm³	0,31 Kg
40	1	C	2301.S032	SEHAT, APT	50	24.738,0 Cm³	4,15 Kg
41	1	C	2301.S464	SELAMET, TK	20	9.895,2 Cm³	1,60 Kg
42	1	C	2301.Y035	YUDI, TK	20	9.895,2 Cm³	1,66 Kg
43	1	C	2302.D241	DINAMIS, TK	11	2.442,0 Cm³	0,29 Kg
44	1	C	2302.I015	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC PARUNG)	2.820	717.762,6 Cm³	246,31 Kg
45	1	C	2302.L013	LEUWILANG, APT	20	11.489,0 Cm³	0,40 Kg
46	1	C	2302.R042	RINI, TK	11	2.442,0 Cm³	0,29 Kg
47	1	C	2302.R220	RAMAH TAMAH, APT	60	34.467,1 Cm³	1,20 Kg
48	1	C	2302.R454	RAIHAN TK	3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg
49	1	C	2302.S369	PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA (DC SINDUR)	3.460	1.011.960,3 Cm³	194,88 Kg
50	1	C	2302.S697	SYARIF TK	11	2.442,0 Cm³	0,29 Kg
51	1	C	2302.U012	UNI, TOKO	3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg
52	1	C	2302.Y010	YULI, TK	11	2.442,0 Cm³	0,29 Kg
53	1	C	2302.Z006	ZULKIFLI, TK	11	2.442,0 Cm³	0,29 Kg
54	1	C	2303.I078	INDOGROSIR CIPUTAT	36	17.606,4 Cm³	4,02 Kg
55	1	D	2,30E+138	ENDAH, TK	17	5.258,2 Cm³	2,03 Kg
56	1	D	2302.D175	DINAR, TK	13	1.926,3 Cm³	0,51 Kg
57	1	D	2302.F135	FADLAN, TK	3	1.240,6 Cm³	0,28 Kg
58	1	D	2302.I008	ILHAM,TOKO	11	2.070,5 Cm³	0,32 Kg
59	1	D	2302.I161	INDI FARMA, APT	7	2.496,0 Cm³	0,59 Kg
60	1	D	2302.I196	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC BOGOR 2)	3.614	1.026.188,6 Cm³	348,58 Kg
61	1	D	2302.I207	INDRA JAYA	3	864,6 Cm³	0,39 Kg
62	1	D	2302.M082	MY , APT	3	1.484,3 Cm³	0,20 Kg
63	1	D	2302.M539	MAKMUR JAYA	3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg
64	1	D	2302.N116	NEDIO, TOKO	21	4.443,8 Cm³	2,42 Kg
65	1	D	2302.N180	NASUTION	12	2.193,7 Cm³	0,42 Kg
66	1	D	2302.R357	RISWAN, TOKO	3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg
67	1	D	2302.S409	SUSI, TOKO	3	1.240,6 Cm³	0,28 Kg
68	1	D	2302.V034	VILLA MAS,TOKO	13	1.926,3 Cm³	0,50 Kg
69	1	D	2303.S177	SINAR FAMILY, TK	20	9.895,2 Cm³	1,66 Kg

Data Pengiriman Hari Ke-2

No	Hari	Kendaraan	Kode	Toko	Quantity	Volume	Berat
70	2	A	2,30E+08	ELGAMA, APT	12	610,6 Cm ³	0,10 Kg
71	2	A	2,30E+92	ENI, TK	12	2.193,7 Cm ³	0,42 Kg
72	2	A	2301.B201	BEAUTY LOVER, TK	2.112	478.682,9 Cm ³	281,41 Kg
73	2	A	2301.G059	GREAT MARY	2	989,5 Cm ³	0,17 Kg
74	2	A	2301.H081	HIBBAN, TOKO	36	5.810,1 Cm ³	0,50 Kg
75	2	A	2301.J052	JAYA.TO	20	3.729,5 Cm ³	2,22 Kg
76	2	A	2301.M136	ALFATH 21, APT	30	1.526,4 Cm ³	0,24 Kg
77	2	A	2302.A468	AULIA, TOKO	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg
78	2	A	2302.A685	AFIAT, APT	30	17.233,6 Cm ³	0,60 Kg
79	2	A	2302.B170	BERSUA, TO	20	11.489,0 Cm ³	0,40 Kg
80	2	A	2302.D225	DEVI TOKO	2	989,5 Cm ³	0,16 Kg
81	2	A	2302.I027	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC BOGOR 1)	3.476	755.003,9 Cm ³	207,82 Kg
82	2	A	2302.I138	IFA KOSMETIK	6	1.109,5 Cm ³	0,92 Kg
83	2	A	2302.J019	JAYA, TOKO	21	12.111,5 Cm ³	0,59 Kg
84	2	A	2302.M398	MADINA	27	4.357,6 Cm ³	0,38 Kg
85	2	A	2302.S175	SIMANCIP, H, TOKO	3	1.612,0 Cm ³	0,36 Kg
86	2	A	2302.S312	PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA (DC BOGOR)	11.714	2.314.864,9 Cm ³	1.791,62 Kg
87	2	A	2302.T210	TRI SNACK	4	1.359,3 Cm ³	0,47 Kg
88	2	A	2302.Z014	ZHAFIRAH, APT	44	8.404,9 Cm ³	0,70 Kg
89	2	A	2303.R185	RIZAL, TK	4	926,1 Cm ³	0,45 Kg
90	2	B	2301.D018	DELI TAJUR, APT	50	28.722,6 Cm ³	1,00 Kg
91	2	B	2301.F072	FARMERS MARKET BOTANI SQUARE MALL	24	5.905,3 Cm ³	3,13 Kg
92	2	B	2301.H121	HAFIZ TOKO	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg
93	2	B	2301.L013	LOGO GRACIA, TOKO	18	7.197,6 Cm ³	2,29 Kg
94	2	B	2302.A508	AEP, TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
95	2	B	2302.A627	AGUS MAWAR, TOKO	2	989,5 Cm ³	0,16 Kg
96	2	B	2302.A666	ANDIKA TK	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg
97	2	B	2302.A797	AMIN TK	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg
98	2	B	2302.A895	AGUNG SETIO APT	2	989,5 Cm ³	0,17 Kg
99	2	B	2302.B028	BARU MAS, TOKO	90	22.600,3 Cm ³	9,69 Kg
100	2	B	2302.B232	BAROENA, TK	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
101	2	B	2302.D183	DEDE, TOKO	4	1.359,3 Cm ³	0,47 Kg
102	2	B	2302.D295	DAUS TK	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg
103	2	B	2302.H164	HERU, TOKO	2	989,5 Cm ³	0,16 Kg
104	2	B	2302.H303	HERMAN TK	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
105	2	B	2302.K015	KARYA BARU 2, TKO	2	989,5 Cm ³	0,16 Kg
106	2	B	2302.K016	KARYA, TOKO	11	2.442,0 Cm ³	0,29 Kg
107	2	B	2302.K276	KAMALUDIN TK	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg
108	2	B	2302.T223	TEKTONG, TK	4	1.359,3 Cm ³	0,47 Kg
109	2	B	2302.U094	USAHA MUDA, TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
110	2	C	2301.H127	HARI HARI PASAR SWALAYAN	24	13.920,0 Cm ³	2,95 Kg
111	2	C	2302.A529	ACHA JAYA, TOKO	3	1.993,2 Cm ³	0,25 Kg
112	2	C	2302.A617	AJI, TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
113	2	C	2302.D248	DEWI KOSMETIK	87	21.191,0 Cm ³	11,82 Kg
114	2	C	2302.D304	DINA OLSHOP	17	11.793,8 Cm ³	3,47 Kg
115	2	C	2302.H184	HERI, TOKO	3	864,6 Cm ³	0,40 Kg
116	2	C	2302.I015	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC PARUNG)	2.820	717.762,6 Cm ³	246,31 Kg
117	2	C	2302.L118	LIA, TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
118	2	C	2302.R360	RANGKUTI, TK	2	989,5 Cm ³	0,17 Kg
119	2	C	2302.S024	SAUT JAYA, TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg
120	2	C	2302.S369	PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA (DC SINDUR)	3.460	1.011.960,3 Cm ³	194,88 Kg
121	2	C	2302.U127	ULY KOSMETIK	2	989,5 Cm ³	0,17 Kg
122	2	C	2302.W004	WAHYUDI II, TOKO	11	2.070,5 Cm ³	0,32 Kg
123	2	C	2302.Y057	YOGYA DRAMAGA	151	33.993,4 Cm ³	13,56 Kg
124	2	C	2302.Z035	ZITNI, TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,28 Kg
125	2	C	2303.A541	AKHIM, TK	12	2.193,7 Cm ³	0,42 Kg

No	Hari	Kendaraan	Kode	Toko	Quantity	Volume	Berat
126	2	C	2303.H123	HYFRESH BOJONG SARI	48	14.028,2 Cm³	9,00 Kg
127	2	C	2303.I075	INDAH, TK	4	535,4 Cm³	0,43 Kg
128	2	C	2303.I078	INDOGROSIR CIPUTAT	36	17.606,4 Cm³	4,02 Kg
129	2	C	2303.M412	MAMAT, TK	2	989,5 Cm³	0,15 Kg
130	2	D	2302.A589	AKALIPA FARMA, APT	23	7.200,4 Cm³	0,45 Kg
131	2	D	2302.C131	CAHAYA INTAN, TK	3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg
132	2	D	2302.D244	DINI, TK	5	1.482,6 Cm³	0,58 Kg
133	2	D	2302.I127	INDOGROSIR BOGOR	234	53.924,9 Cm³	8,66 Kg
134	2	D	2302.I196	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC BOGOR 2)	3.614	1.026.188,6 Cm³	348,58 Kg
135	2	D	2302.K156	KEMBAR, TOKO	5	1.482,6 Cm³	0,58 Kg
136	2	D	2302.K275	KAMALUDIN DUA TK	4	1.359,3 Cm³	0,48 Kg
137	2	D	2302.K279	KEDAI ABAH, TK	3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg
138	2	D	2302.P213	PRIMA JAYA, TK	4	1.359,3 Cm³	0,48 Kg
139	2	D	2302.R015	ROBINSON CIBINONG (S043)	36	16.648,9 Cm³	5,56 Kg
140	2	D	2302.R376	RITA KOSMETIK	12	2.565,3 Cm³	0,40 Kg
141	2	D	2302.S427	SEHAT SENTOSA, APT	30	16.436,6 Cm³	1,20 Kg
142	2	D	2302.S605	SUMBER REJEKI	4	1.359,3 Cm³	0,48 Kg
143	2	D	2302.S777	SUBUR, TK	4	1.359,3 Cm³	0,48 Kg
144	2	D	2302.T164	TUNAS JAYA,TOKO	14	2.935,1 Cm³	0,71 Kg
145	2	D	2302.W085	W MART 3, MM	42	6.341,1 Cm³	5,01 Kg
146	2	D	2302.Y045	YOGYA CITEUREUP	151	35.155,0 Cm³	21,63 Kg
147	2	D	2303.H133	HANA KOSMETIK	12	2.255,4 Cm³	0,47 Kg
148	2	D	2303.R135	RIZKY, TK	12	2.255,4 Cm³	0,47 Kg

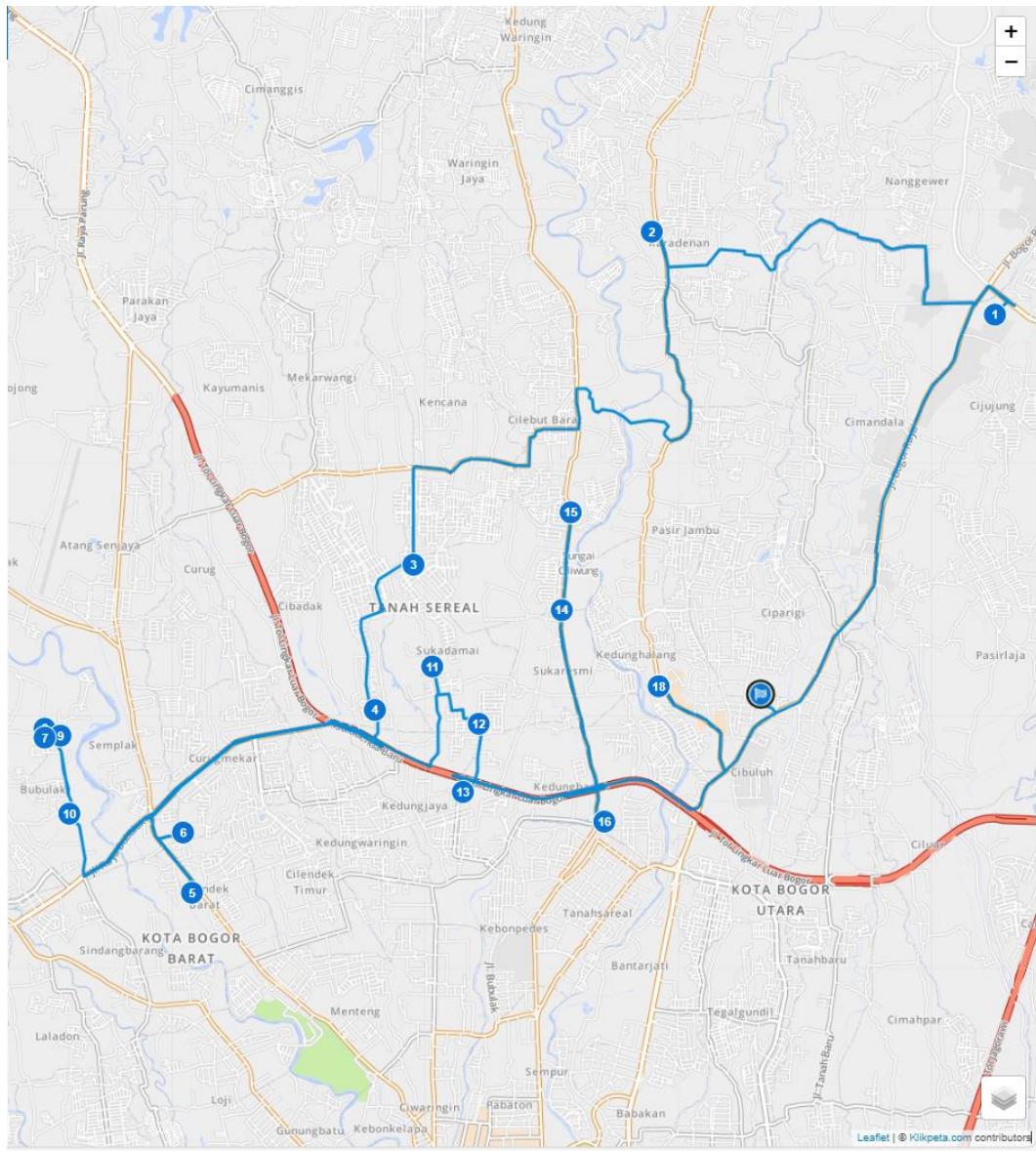
Pengambilan Data Hari Ke-1 Kendaraan A

Pengiriman Hari 1 Kendaraan A

Hari	Kendaraan	Tujuan Pengiriman	Jumlah Quantity	Jumlah Volume	Jumlah Berat	Over Volume	Over Berat
1	A		18	17.049	3.605.630,6 Cm ³	2.224,33 Kg	No
Hari	Kendaraan	external_stop_id	stop_name	Jumlah Quantity	Jumlah Volume	Jumlah Berat	
1	A	2301.A330	AMEL, TOKO	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg	
1	A	2301.B132	BUNDA LUBNA, APT	10	5.744,5 Cm ³	0,20 Kg	
1	A	2301.H094	HERI, TOKO	12	2.676,9 Cm ³	0,34 Kg	
1	A	2301.H095	HERI 2, TK	12	2.631,0 Cm ³	0,31 Kg	
1	A	2301.J052	JAYA,TO	20	3.729,5 Cm ³	2,22 Kg	
1	A	2301.M132	MUTIARA FARMA, APT	13	2.154,6 Cm ³	0,17 Kg	
1	A	2301.N057	NASUTION, TK	12	2.631,0 Cm ³	0,31 Kg	
1	A	2301.R211	RIDHO, TK	12	2.676,9 Cm ³	0,34 Kg	
1	A	2301.S016	SANTOSO, TOKO	11	2.070,5 Cm ³	0,32 Kg	
1	A	2301.S461	SEJAHTERA	2	989,5 Cm ³	0,17 Kg	
1	A	2301.T114	TIP TOP BOGOR	1.056	308.041,0 Cm ³	143,97 Kg	
1	A	2301.T126	Tiga Saudara (MM)	7	1.610,7 Cm ³	0,55 Kg	
1	A	2301.Y012	YOGYA CIMANGGU	660	194.139,2 Cm ³	74,39 Kg	
1	A	2301.Z015	ZIO, TK	12	2.701,2 Cm ³	0,37 Kg	
1	A	2302.I027	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC BOGOR 1)	3.476	755.003,9 Cm ³	207,82 Kg	
1	A	2302.K019	KASIM, TK	5	658,6 Cm ³	0,54 Kg	
1	A	2302.R031	REMAJA, UD	12	2.193,7 Cm ³	0,42 Kg	
1	A	2302.S312	PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA (DC BOGOR)	11.714	2.314.864,9 Cm ³	1.791,62 Kg	

No	Toko	Waktu Berangkat	Waktu Tiba	Waktu Tempuh	Waktu Berhenti	Batas Jendela Waktu	Speedometer Awal	Speedometer Akhir	Jarak Tempuh
1.	PT Indomarco Pricama (DC Bogor 1)	09.00	09.16	00.16	00.42	12.00	60126	60132	6
2.	PT. Sumber Alfaridji Trijaya (DC Bogor)	09.58	10.15	00.17	01.45	12.00	60132	60137	5
3.	Bunda Lubna, APT	13.00	13.17	00.17	00.05	15.00	60137	60144	7
4.	Mutiara Farma, APT	13.22	13.29	00.07	00.05	15.00	60144	60146	2
5.	Tip top Bogor	13.34	13.43	00.09	00.12	15.00	60146	60150	4
6.	ZIO, TK	13.55	13.57	00.02	00.05	15.00	60150	60151	1
7.	Heri, Toko	14.02	14.10	00.08	00.05	15.00	60151	60154	3
8.	Ridho, TK	14.15	14.16	00.01	00.05	15.00	60154	60154	0
9.	Heri 2, TK	14.21	14.22	00.01	00.05	15.00	60154	60154	0
10.	Nasution, TK	14.27	14.31	00.04	00.05	15.00	60154	60156	2

11.	Amel ,Toko	14.36	14.46	00.10	00.02	15.00	60156	60160	4
12.	Santoso, Toko	14.48	14.51	00.03	00.05	15.00	60160	60161	1
13.	Yoga Cimanggu	14.56	14.59	00.03	00.05	15.30	60161	60162	1
14.	Jaya ,To	15.04	15 . 09	00.05	00.02	15.30	60162	60165	3
15.	Sejahtera	15.11	15 . 14	00.03	00.02	15.30	60165	60165	0
16.	Tiga Saudara (nm)	15 . 16	15 . 19	00.03	00.02	15.30	60165	60166	1
17.	Kasim ,TK	15.21	15.22	00.01	00.01	16.00	60166	60167	1
18.	Remaja , UD	15.23	15.24	00.01	00.02	16.00	60167	60168	1
	Depo	15 . 26	15 . 30	00.04			60168	60170	2



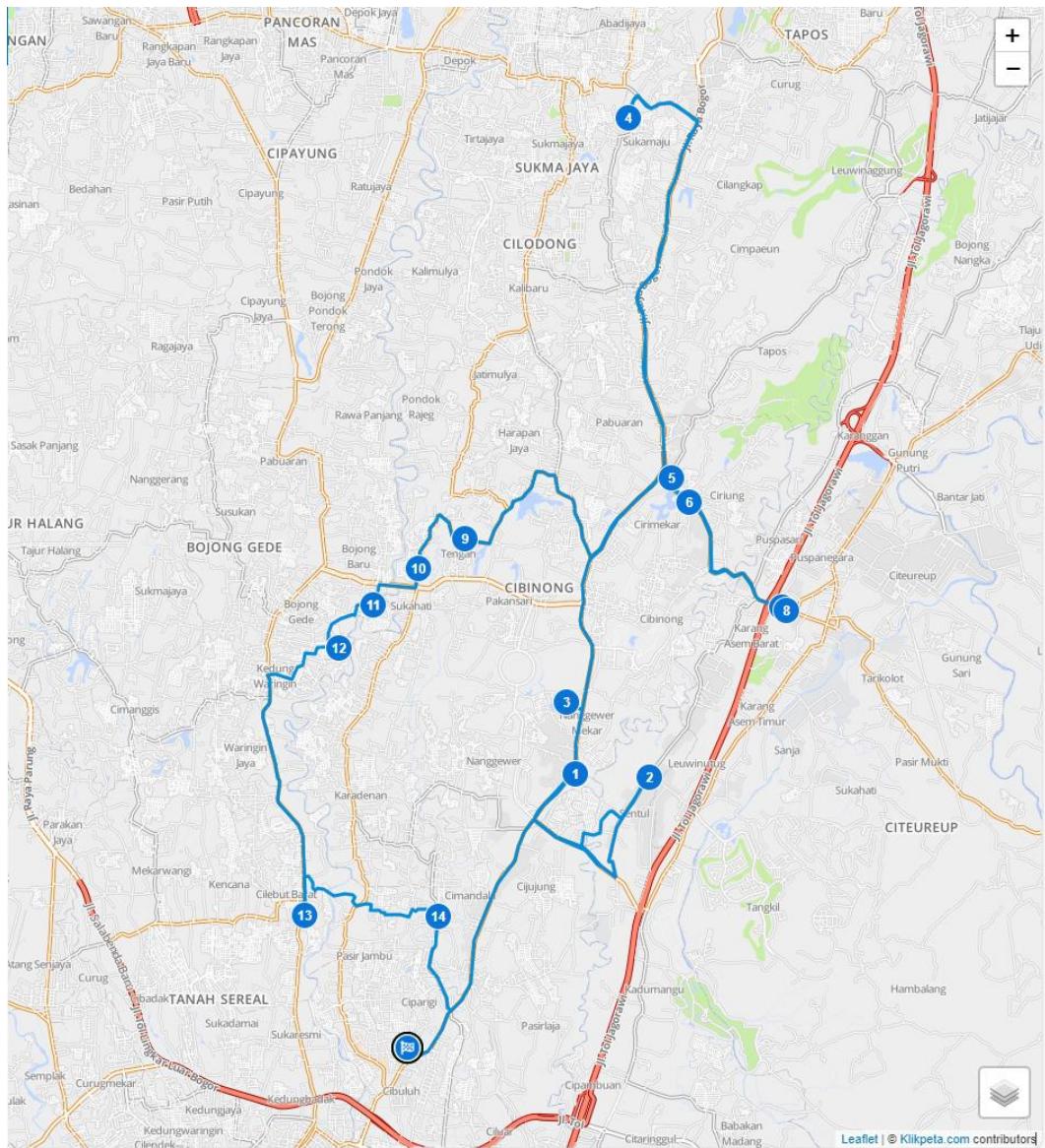
Pengambilan Data Hari Ke-1 Kendaraan B

Pengiriman Hari 1 Kendaraan B

Hari	Kendaraan	Tujuan Pengiriman	Jumlah Quantity	Jumlah Volume	Jumlah Berat	Over Volume	Over Berat	
1	B		14	491	167.330,9 Cm³	58,17 Kg	No	No
Hari	Kendaraan	external_stop_id	stop_name	Jumlah Quant	Jumlah Volum	Jumlah Be		
1	B	2,30E+42	EVA, TOKO	11	2.442,0 Cm³	0,28 Kg		
1	B	2301.Y014	YONKES, KOP	15	7.514,7 Cm³	1,88 Kg		
1	B	2302.A008	ABCD, TOKO	3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg		
1	B	2302.B204	BERKAT TOKO	3	1.240,6 Cm³	0,28 Kg		
1	B	2302.B334	BUDE, TOKO	3	1.569,5 Cm³	0,28 Kg		
1	B	2302.B416	BERKAH JAYA 2	3	1.240,6 Cm³	0,28 Kg		
1	B	2302.D281	DARMA TOKO	4	864,4 Cm³	0,41 Kg		
1	B	2302.H193	H. NANA, TOKO	11	2.442,0 Cm³	0,29 Kg		
1	B	2302.K119	KEBON KOPASI TRIPLE J, APT	10	7.886,4 Cm³	0,10 Kg		
1	B	2302.L127	LANGSAM 3, TOKO	3	1.569,5 Cm³	0,29 Kg		
1	B	2302.T192	TRISAN, TK	276	97.589,9 Cm³	40,31 Kg		
1	B	2302.V033	VANMEL, KOP KAR	12	2.892,6 Cm³	1,13 Kg		
1	B	2302.W120	WH KLIK I-PLAZA BOGOR 2	24	4.437,8 Cm³	3,74 Kg		
1	B	2303.B226	BBM, TO	113	34.428,0 Cm³	8,63 Kg		

No	Toko	Waktu Berangkat	Waktu Tiba	Waktu Tempuh	Waktu Berhenti	Batas Jendela Waktu	Speedometer Awal	Speedometer Akhir	Jarak Tempuh
1.	Vanmel, Koptar	09.00	09.12	00-12	00.05	12.00	65055	65062	7
2.	Eva, TOKO	09.17	09.27	00-10	00.05	12.00	65062	65067	5
3.	WH Klik 1 Plaza Bogor 2	09.32	09.48	00-16	00.08	12.00	65067	65074	7
4.	BBM, TO	09.56	10.19	00-23	00-20	12.00	65074	65087	13.
5.	Bude, TOKO	10.29	10.43	00-14	00-05	12.00	65087	65095	8
6.	Trisan, TK	10.48	10.40	00-01	00-20	12.00	65095	65095	0
7.	Kebon Kopi Triple S, Apt	11.19	11.24	00-05	00.05	12.00	65095	65098	3-
8.	Berkah Jaya 2	11.29	11.30	00-01	00.05	12.00	65098	65098	0
9.	Langsam 3. TOKO	11.35	11.52	00-17	00.05	12.00	65098	65108	10
10.	H. Nana, TOKO	12.00	12.03	00-03	00.05	15.00	65108	65110	2
11.	Berkat, TOKO	13.08	13.11	00-03	00.05	15.00	65110	65112	2

12.	ABCD, Toko	13.16	13.22	00.06	00.05	15.00	65112	65114	2
13.	Darma Toko	13.27	13.41	00.14	00.05	15.00	65114	65120	6
14.	Yonkes, KOP	13.46	13.58	00.12	00.10	15.00	65120	65124	4
	Depo	14.08	14.15	00.07			65124	65127	3.



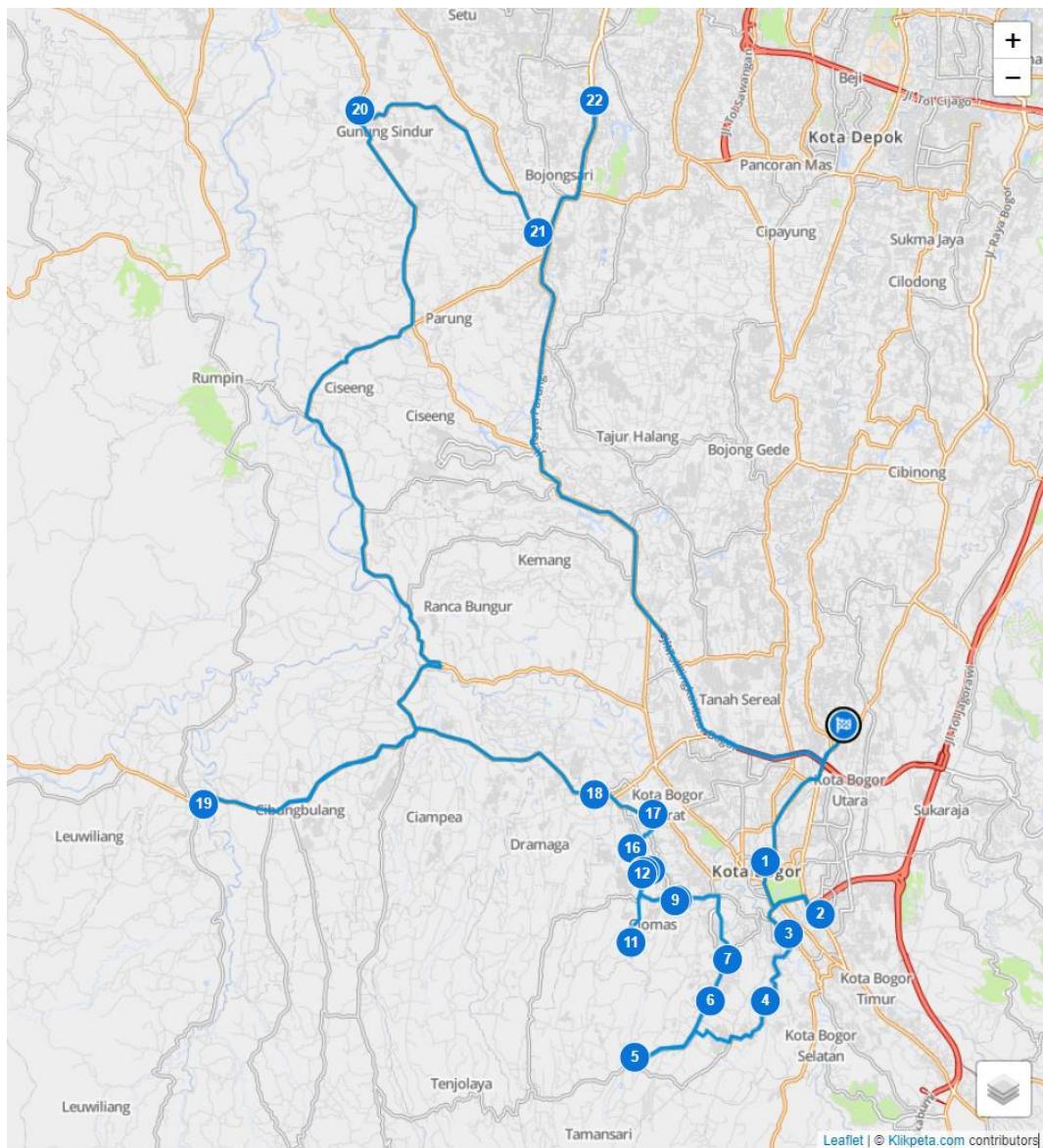
Pengambilan Data Hari Ke-1 Kendaraan C

Pengiriman Hari 1 Kendaraan C

Hari	Kendaraan	Tujuan Pengirim	Jumlah Quantity	Jumlah Volume	Jumlah Berat	Over Volume	Over Berat
1 C	22	6.686	1.888.507,2 Cm³	463,18 Kg	No	No	
Hari	Kendaraan	external_stop_id	stop_name	Jumlah Quant	Jumlah Volum	Jumlah Be	
1 C	2301.A006	ADA, SWA		47	4.509,0 Cm³	0,74 Kg	
1 C	2301.B195	BNR, APT		5	2.473,8 Cm³	0,42 Kg	
1 C	2301.F041	FANI TOKO		11	2.442,0 Cm³	0,29 Kg	
1 C	2301.H127	HARI HARI PASAR SWALAYAN		24	13.920,0 Cm³	2,95 Kg	
1 C	2301.J007	ISTANA BUAH SEGAR, TOKO		28	7.580,6 Cm³	1,91 Kg	
1 C	2301.L053	LALADON INDAH ,TOKO		12	2.701,2 Cm³	0,37 Kg	
1 C	2301.R177	RAY, TK		12	2.631,0 Cm³	0,31 Kg	
1 C	2301.S032	SEHAT, APT		50	24.738,0 Cm³	4,15 Kg	
1 C	2301.S464	SELAMET, TK		20	9.895,2 Cm³	1,60 Kg	
1 C	2301.Y035	YUDI, TK		20	9.895,2 Cm³	1,66 Kg	
1 C	2302.D241	DINAMIS, TK		11	2.442,0 Cm³	0,29 Kg	
1 C	2302.I015	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC PARUNG)		2.820	717.762,6 Cm³	246,31 Kg	
1 C	2302.L013	LEUWILANG, APT		20	11.489,0 Cm³	0,40 Kg	
1 C	2302.R042	RINI, TK		11	2.442,0 Cm³	0,29 Kg	
1 C	2302.R220	RAMAH TAMAH, APT		60	34.467,1 Cm³	1,20 Kg	
1 C	2302.R454	RAIHAN TK		3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg	
1 C	2302.S369	PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA (DC SINDUR)		3.460	1.011.960,3 Cm³	194,88 Kg	
1 C	2302.S697	SYARIF TK		11	2.442,0 Cm³	0,29 Kg	
1 C	2302.U012	UNI, TOKO		3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg	
1 C	2302.Y010	YULI, TK		11	2.442,0 Cm³	0,29 Kg	
1 C	2302.Z006	ZULKIFLI, TK		11	2.442,0 Cm³	0,29 Kg	
1 C	2303.I078	INDOGROSIR CIPIUTAT		36	17.606,4 Cm³	4,02 Kg	

No	Toko	Waktu Berangkat	Waktu Tiba	Waktu Tempuh	Waktu Berhenti	Batas Jendela Waktu	Speedometer Awal	Speedometer Akhir	Jarak Tempuh
1	Sehat, Apt	09.00	09.11	00.11	00.15	12.00	54064	54070	6
2	Ada, swa	09.26	09.34	00.08	00.15	12.00	54070	54074	4
3	Istana Buah Segar, toko	09.49	09.57	00.07	00.10	12.00	54074	54078	4
4	BNR, Apt	10.07	10.14	00.07	00.05	12.00	54078	54081	3
5	Ramah Tamah, Apt	10.19	10.35	00.15	00.17	12.00	54081	54087	6
6	Selamet, Tk	10.52	11.00	00.08	00.09	12.00	54087	54090	3
7	Yudi, Tk	11.09	11.12	00.03	00.09	12.00	54090	54092	2
8	Uni, toko	11.24	11.32	00.11	00.02	12.00	54092	54096	4

9	Syarif, tk	11.34	11.35	00.01	00.05	12.00	54096	54096	0
10	Raihan, tk	11.40	11.40	00.08	00.02	12.00	54096	54099	3
11	Fani, toko	11.50	11.51	00.01	00.05	12.00	54099	54099	0
12	Dinamis, tk	13.00	13.07	00.07	00.05	15.00	54099	54101	2
13	Zulkifli, tk	13.12	13.13	00.01	00.05	15.00	54101	54101	0
14	Rini, tk	13.18	13.19	00.01	00.05	15.00	54101	54101	0
15	Yuli, tk	13.24	13.25	00.01	00.05	15.00	54101	54101	0
16	Laladan Indah, toko	13.30	13.34	00.04	00.05	15.00	54101	54102	1
17	Ray, tk	13.39	13.44	00.05	00.05	15.00	54102	54104	2
18	Hari - Hari Pasar swatayan	13.49	13.54	00.05	00.10	15.00	54104	54106	2
19	Leuwiliang, Ap	14.04	14.30	00.26	00.09	15.00	54106	54120	14
20	PT Indo Marco prismartama (cc parung)	14.39	15.41	01.02	00.38	17.00	54120	54153	33
21	PT. Sumber Alfaria trijaya (cc sindur)	16.19	16.39	00.15	00.45	18.00	54153	54161	8
22	Indogresir ciputat	16.19	18.29	00.08	00.12	19.00	54161	54166	5
	Depo	18.39	19.24	00.45			54166	54196	36



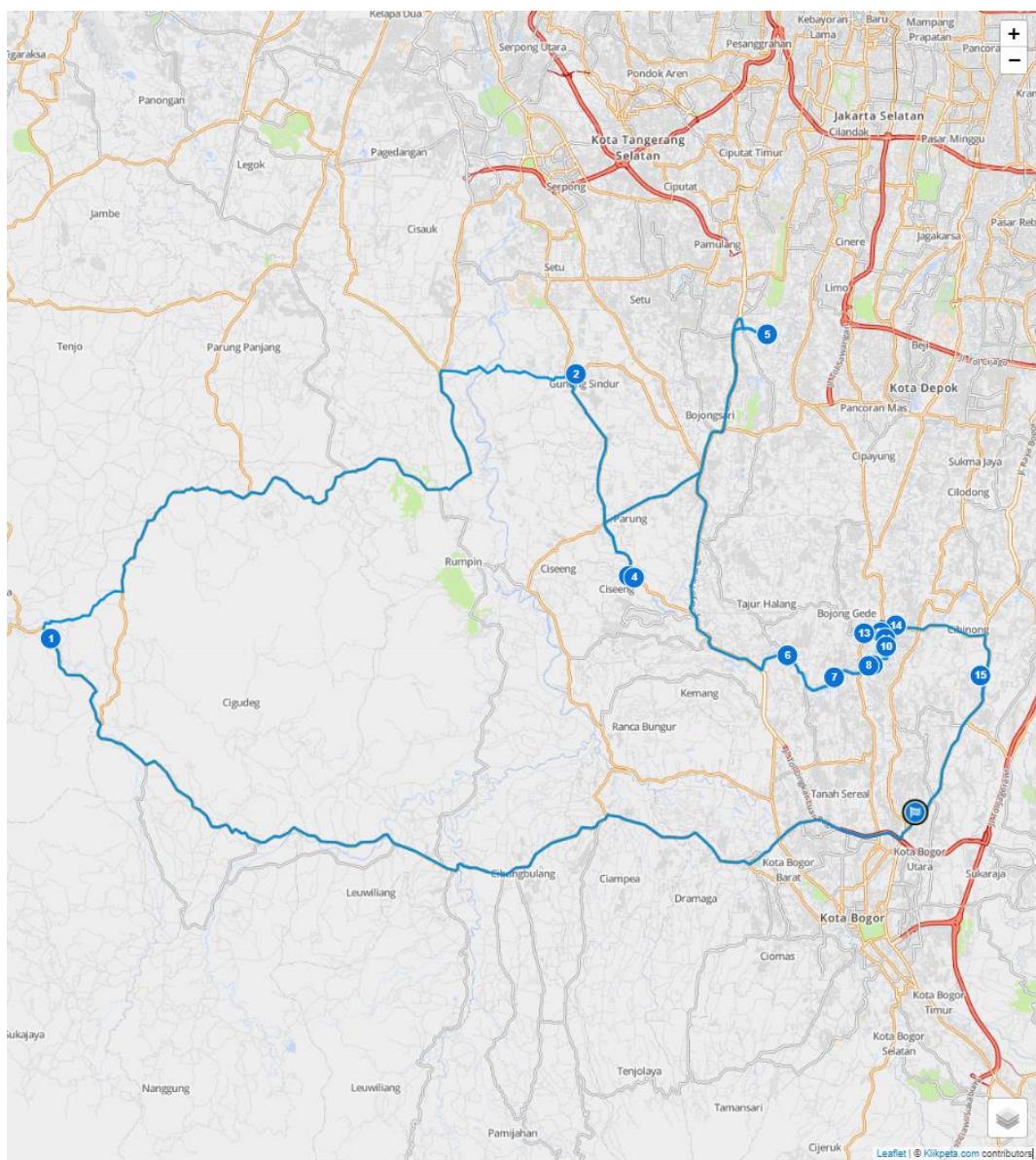
Pengambilan Data Hari Ke-1 Kendaraan D

Pengiriman Hari 1 Kendaraan D

Hari	Kendaraan	Tujuan Pengirim	Jumlah Quantity	Jumlah Volume	Jumlah Berat	Over Volume	Over Berat
1 D			15	3.746	1.063.454,0 Cm ³	358,74 Kg	No
Hari	Kendaraan	external_stop_id	stop_name	Jumlah Quant	Jumlah Volum	Jumlah Be	
1 D	= 230E+138	ENDAH, TK		17	5.258,2 Cm ³	2,03 Kg	
1 D	= 2302.D175	DINAR, TK		13	1.926,3 Cm ³	0,51 Kg	
1 D	= 2302.F135	FADLAN, TK		3	1.240,6 Cm ³	0,28 Kg	
1 D	= 2302.I008	ILHAM,TOKO		11	2.070,5 Cm ³	0,32 Kg	
1 D	= 2302.I161	INDI FARMA, APT		7	2.496,0 Cm ³	0,59 Kg	
1 D	= 2302.I196	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC BOGOR 2)		3.614	1.026.188,6 Cm ³	348,58 Kg	
1 D	= 2302.I207	INDRA JAYA		3	864,6 Cm ³	0,39 Kg	
1 D	= 2302.M082	MY , APT		3	1.484,3 Cm ³	0,20 Kg	
1 D	= 2302.M539	MAKMUR JAYA		3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg	
1 D	= 2302.N116	NEDIO, TOKO		21	4.443,8 Cm ³	2,42 Kg	
1 D	= 2302.N180	NASUTION		12	2.193,7 Cm ³	0,42 Kg	
1 D	= 2302.R357	RISWAN, TOKO		3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg	
1 D	= 2302.S409	SUSI, TOKO		3	1.240,6 Cm ³	0,28 Kg	
1 D	= 2302.V034	VILLA MAS,TOKO		13	1.926,3 Cm ³	0,50 Kg	
1 D	= 2303.S177	SINAR FAMILY, TK		20	9.895,2 Cm ³	1,66 Kg	

No	Toko	Waktu Berangkat	Waktu Tiba	Waktu Tempuh	Waktu Berhenti	Batas Jendela Waktu	Speedometer Awal	Speedometer Akhir	Jarak Tempuh
1	Endah, Tk	09.00	10.30	01.30	00.06	12.00	32560	32608	48
2	Indi farma, Apt	10.36	11.56	01.20	00.04	12.00	32608	32646	38
3	dinar, tk	13.00	13.20	00.20	00.05	15.00	32608	32657	11
4	Villa Mas, TOKO	13.25	13.26	00.01	00.05	15.00	32657	32657	0
5	Sinar Family, Tk	13.31	14.01	00.30	00.09	15.00	32657	32664	17
6	Nasution	14.10	14.45	00.35	00.05	15.00	32664	32684	20
7	Riswan, Toko	14.50	14.58	00.08	00.02	15.00	32684	32686	2
8	Malumur Jaya	15.00	15.06	00.06	00.02	15.30	32686	32688	2
9	Indra Jayn	15.08	15.09	00.01	00.02	15.30	32688	32688	0
10	Ilham, tokw	15.11	15.17	00.06	00.05	15.30	32688	32689	1
11	Susi, Toko	15.22	15.28	00.06	00.02	15.30	32689	32691	2

12	Fadlan, Tk	15.30	15.31	00.01	00.02	16.00	32691	32691	0
13	Nedio, Toko	15.33	15.36	00.03	00.10	16.00	32691	32693	2
14	My, Apr	15.46	15.50	00.04	00.02	16.00	32693	32695	2
15	Pt Indomarco prismatama (Dc Bogor 2)	15.52	16.07	00.15	00.43	17.00	32695	32703	8
	Depo	16.50	17.05	00.15			32703	32711	8



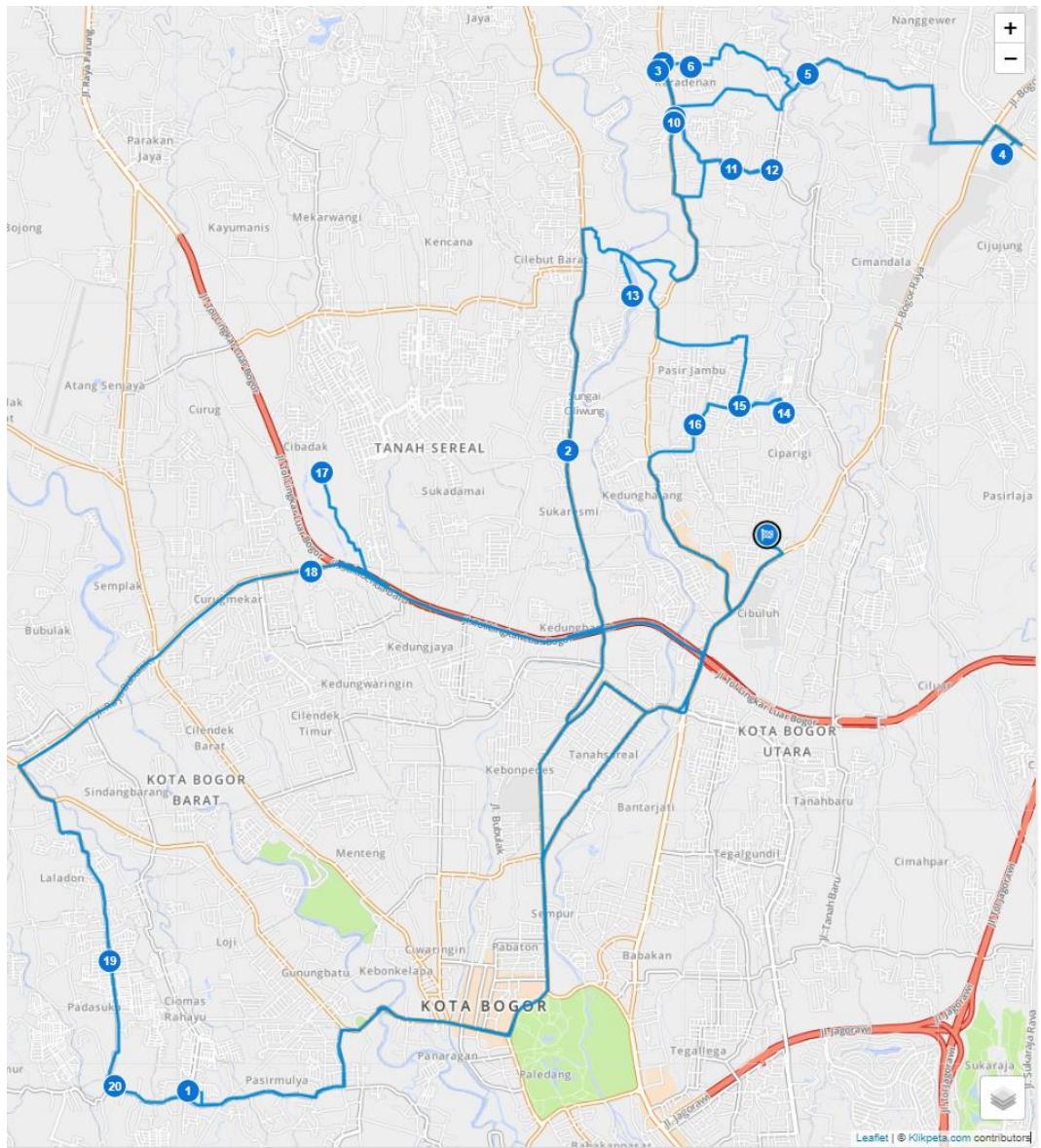
Pengambilan Data Hari Ke-2 Kendaraan A

Pengiriman Hari 2 Kendaraan A

Hari	Kendaraan	Tujuan Pengiriman	Jumlah Quantity	Jumlah Volume	Jumlah Berat	Over Volume	Over Berat
Hari 2 A			20	17.579	3.624,364,0 Cm³	2.290,01 Kg	No Over
Hari	Kendaraan	external_stop_id	stop_name	Jumlah Quant	Jumlah Volun	Jumlah Be	
2	A	-2,30E+08	ELGAMA, APT	12	610,6 Cm³	0,10 Kg	
2	A	-2,30E+92	ENI, TK	12	2.193,7 Cm³	0,42 Kg	
2	A	-2301.B201	BEAUTY LOVER, TK	2.112	478.682,9 Cm³	281,41 Kg	
2	A	-2301.G059	GREAT MARY	2	989,5 Cm³	0,17 Kg	
2	A	-2301.H081	HIBBAN, TOKO	36	5.810,1 Cm³	0,50 Kg	
2	A	-2301.J052	JAYA.TO	20	3.729,5 Cm³	2,22 Kg	
2	A	-2301.M136	ALFATH 21, APT	30	1.526,4 Cm³	0,24 Kg	
2	A	-2302.A468	AULIA, TOKO	4	1.359,3 Cm³	0,48 Kg	
2	A	-2302.A685	AFIAT, APT	30	17.233,6 Cm³	0,60 Kg	
2	A	-2302.B170	BERSUA, TO	20	11.489,0 Cm³	0,40 Kg	
2	A	-2302.D225	DEVI TOKO	2	989,5 Cm³	0,16 Kg	
2	A	-2302.I027	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC BOGOR 1)	3.476	755.003,9 Cm³	207,82 Kg	
2	A	-2302.I138	IFA KOSMETIK	6	1.109,5 Cm³	0,92 Kg	
2	A	-2302.J019	JAYA, TOKO	21	12.111,5 Cm³	0,59 Kg	
2	A	-2302.M398	MADINA	27	4.357,6 Cm³	0,38 Kg	
2	A	-2302.S175	SIMANCIP, H, TOKO	3	1.612,0 Cm³	0,36 Kg	
2	A	-2302.S312	PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA (DC BOGOR)	11.714	2.314.864,9 Cm³	1.791,62 Kg	
2	A	-2302.T210	TRI SNACK	4	1.359,3 Cm³	0,47 Kg	
2	A	-2302.Z014	ZHAHIRAH, APT	44	8.404,9 Cm³	0,70 Kg	
2	A	-2303.R185	RIZAL, TK	4	926,1 Cm³	0,45 Kg	

No	Toko	Waktu Berangkat	Waktu Tiba	Waktu Tempuh	Waktu Berhenti	Batas Jendela Waktu	Speedometer Awal	Speedometer Akhir	Jarak Tempuh
1.	Beauty Lover, TK	09.06	09.20	00.20	00.19	12.00	60170	60180	10
2.	Jaya, To	09.39	10.01	00.22	00.05	12.00	60180	60191	11
3.	PT. Sumber Alfaria Trijaya (DC Bogor)	10.06	10.19	00.13	01.05	12.00	60191	60197	6
4.	PT. Indomarco Prismatama (DC Bogor 1)	11.11	11.25	00.14	00.25	12.00	60197	60203	6
5.	Jaya, Toko	13.00	13.07	00.07	00.08	15.00	60203	60208	5
6.	Aulia, Toko	13.15	13.21	00.06	00.02	15.00	60208	60209	1
7.	Simancip, H Toko	13.23	13.24	00.001	00.02	15.00	60209	60209	0
8.	Tri Snack	13.26	13.27	00.01	00.02	15.00	60209	60209	0
9.	Bersua, Tu	13.29	13.30	00.01	00.08	15.00	60209	60209	0

10.	Ifa Kosmetik	13.38	13.39	06.01	00.05	15.00	60209	60209	0
11	Devi Toko	13.44	13.46	00.02	00.02	15.00	60209	60210	1
12	Madina	13.48	13.49	00.01	00.08	15.00	60210	60211	1
13	Eni, TK	13.57	14.07	00.10	00.05	15.00	60211	60215	4
14	Hibban, Toko	14.12	14.24	00.12	00.10	15.00	60215	60219	4
15	Great Mary	14.34	14.35	00.01	00.02	15.00	60219	60219	0
16	Zhafirah, APT	14.37	14.39	00.02	00.11	15.00	60219	60220	1
17.	Rizal, TK	14.50	15.08	00.18	00.02	16.00	60220	60228	8
18.	Alfatih, 21 APT	15.10	15.16	00.06	00.10	16.00	60228	60230	2
19.	Aflat, APT	15.26	15.38	00.12	00.10	16.00	60230	60236	6
20	Elgama, APT	15.48	15.51	00.03	00.05	16.00	60236	60237	1
	Depo	15.56	16.19	00.23			60237	60248	11



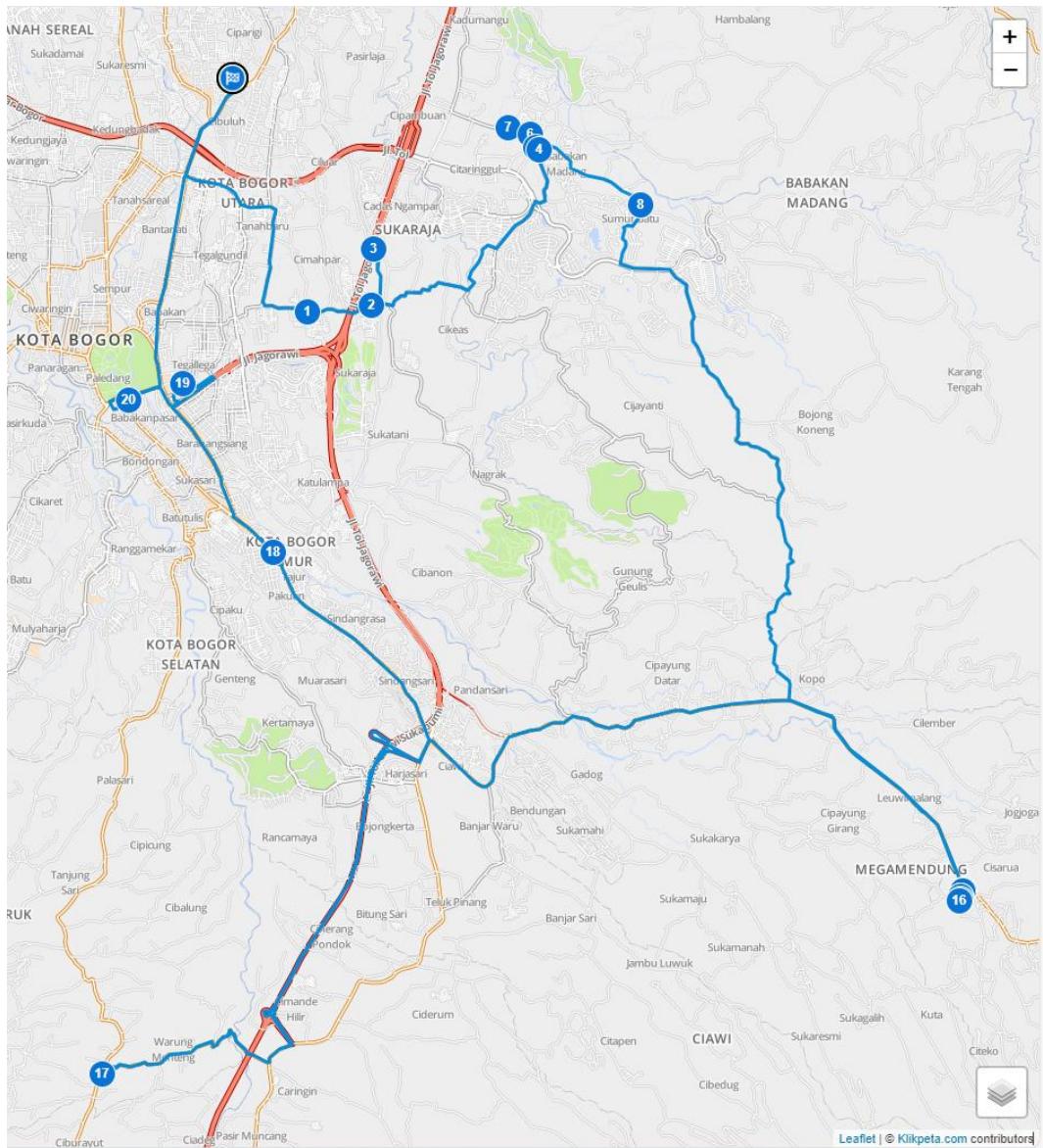
Pengambilan Data Hari Ke-2 Kendaraan B

Pengiriman Hari 2 Kendaraan B

Hari	Kendaraan	Tujuan Pengirim	Jumlah Quantity	Jumlah Volume	Jumlah Berat	Over Volume	Over Berat
2 B			20	241	84.792,3 Cm³	21,45 Kg	No
2 B	2301.D018	DELI TAJUR, APT	50	28.722,6 Cm³	1,00 Kg		
2 B	2301.F072	FARMERS MARKET BOTANI SQUARE MALL	24	5.905,3 Cm³	3,13 Kg		
2 B	2301.H121	HAFIZ TOKO	4	1.359,3 Cm³	0,48 Kg		
2 B	2301.L013	LOGO GRACIA, TOKO	18	7.197,6 Cm³	2,29 Kg		
2 B	2302.A508	AEP, TOKO	3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg		
2 B	2302.A627	AGUS MAWAR,TOKO	2	989,5 Cm³	0,16 Kg		
2 B	2302.A666	ANDIKA TK	4	1.359,3 Cm³	0,48 Kg		
2 B	2302.A797	AMIN TK	4	1.359,3 Cm³	0,48 Kg		
2 B	2302.A895	AGUNG SETIO APT	2	989,5 Cm³	0,17 Kg		
2 B	2302.B028	BARU MAS, TOKO	90	22.600,3 Cm³	9,69 Kg		
2 B	2302.B232	BAROENA, TK	3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg		
2 B	2302.D183	DEDE,TOKO	4	1.359,3 Cm³	0,47 Kg		
2 B	2302.D295	DAUS TK	4	1.359,3 Cm³	0,48 Kg		
2 B	2302.H164	HERU, TOKO	2	989,5 Cm³	0,16 Kg		
2 B	2302.H303	HERMAN TK	3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg		
2 B	2302.K015	KARYA BARU 2, TKO	2	989,5 Cm³	0,16 Kg		
2 B	2302.K016	KARYA, TOKO	11	2.442,0 Cm³	0,29 Kg		
2 B	2302.K276	KAMALUDIN TK	4	1.359,3 Cm³	0,48 Kg		
2 B	2302.T223	TEKTONG, TK	4	1.359,3 Cm³	0,47 Kg		
2 B	2302.U094	USAHA MUDA, TOKO	3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg		

No	Toko	Waktu Berangkat	Waktu Tiba	Waktu Tempuh	Waktu Berhenti	Batas Jendela Waktu	Speedometer Awal	Speedometer Akhir	Jarak Tempuh
1.	Hafiz Toko	09.00	09.15	00.15	00.02	12.00	65121	65137	6
2.	Amin Tk	09.17	09.19	00.02	00.02	12.00	65133	65134	1
3.	Herman Tk	09.21	09.25	00.04	00.02	12.00	65134	65135	1
4.	Andika Tk	09.27	09.45	00.18	00.02	12.00	65135	65141	6
5.	Daus Tk	09.47	09.48	00.01	00.02	12.00	65141	65141	0
6.	Usaha muda toko	09.50	09.51	00.01	00.02	12.00	65141	65141	0
7.	Baroena ,Tk	09.53	09.54	00.01	00.02	12.00	65141	65141	0
8.	Kamaludin ,Tk	09.56	10.05	00.09	00.02	12.00	65141	65144	3
9.	Aep Toko	10.07	10.51	00.44	00.02	12.00	65144	65160	16

10.	Bara masi TOKO	10.53	10.54	00.01	00.15	12.00	65160	65160	0
11.	AgusMawor, TOKO	11.09	11.10	00.01	00.02	12.00	65160	65160	0
12.	Karya Baru 2, TOKO	11.12	11.13	00.01	00.02	12.00	65160	65160	0
13.	Karya TOKO	11.15	11.16	00.01	00.05	12.00	65160	65160	0
14.	Hesu TOKO	11.21	11.22	00.01	00.02	12.00	65160	65160	0
15.	Pede,TOKO	11.24	11.25	00.01	00.03	12.00	65160	65160	0
16.	Tekong, TK	11.28	11.29	00.01	00.03	12.00	65160	65160	0
17.	Agung Seko APT	13.00	13.40	00.40	00.02	15.00	65160	65183	23
18.	Deli Tojur APT	13.42	14.08	00.26	00.14	15.00	65183	65200	17
19.	Farmes market botani square Mall	14.22	14.29	00.07	00.10	15.00	65200	65204	4
20.	Logo gracia,TOKO	14.39	14.44	00.05	00.11	15.00	65204	65207	3
	Depo	14.55	15.09	00.14			65207	65214	7



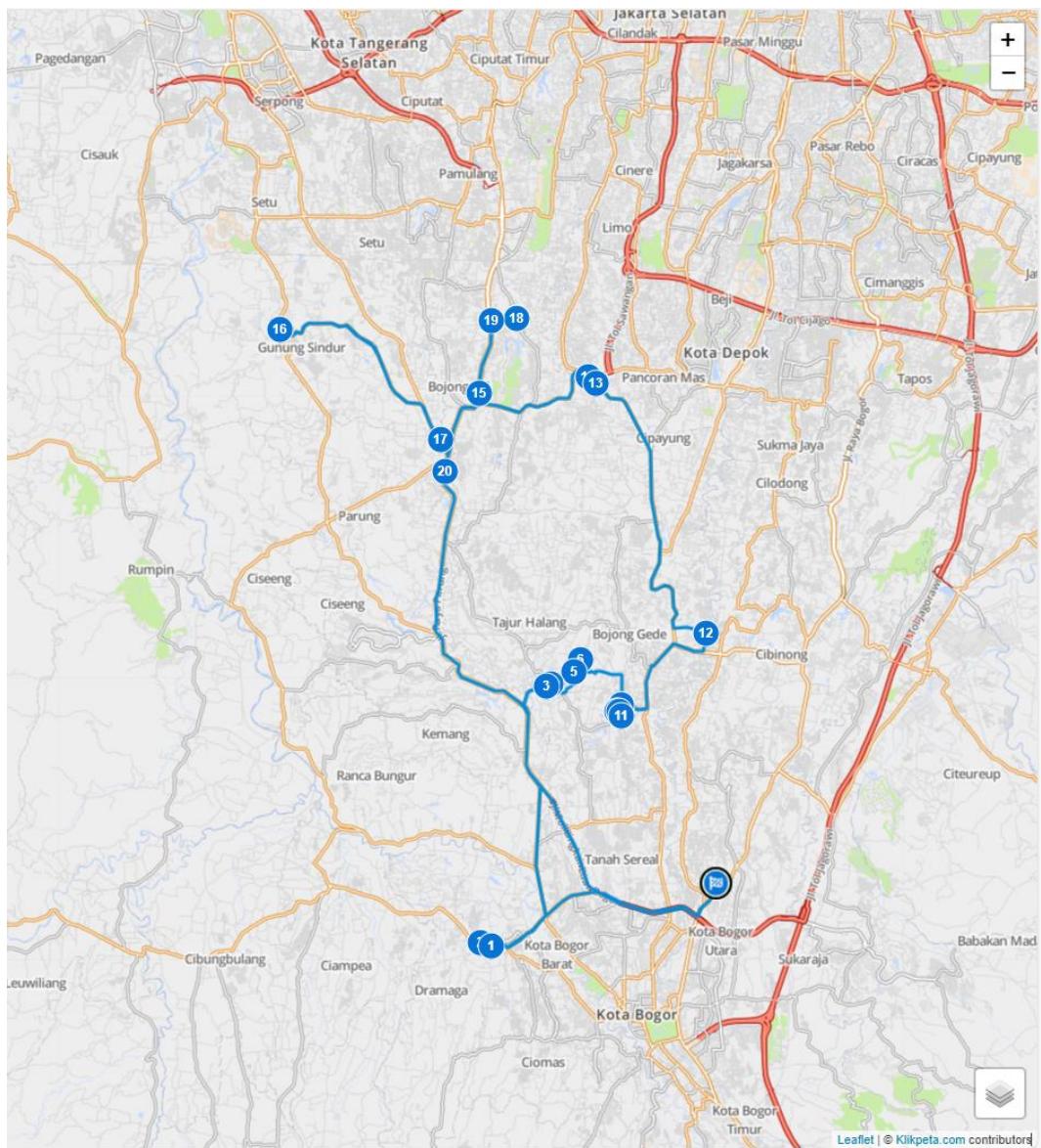
Pengambilan Data Hari Ke-2 Kendaraan C

Pengiriman Hari 2 Kendaraan C

Hari	Kendaraan	Tujuan Pengirim	Jumlah Quantity	Jumlah Volume	Jumlah Berat	Over Volume	Over Berat
	2 C		20	6.694	1.857.332,5 Cm³	489,39 Kg	No
2	C	= 2301.H127	HARI HARI PASAR SWALAYAN	24	13.920,0 Cm³	2,95 Kg	
2	C	= 2302.A529	ACHA JAYA, TOKO	3	1.993,2 Cm³	0,25 Kg	
2	C	= 2302.A617	AJI,TOKO	3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg	
2	C	= 2302.D248	DEWI KOSMETIK	87	21.191,0 Cm³	11,82 Kg	
2	C	= 2302.D304	DINA OLSHOP	17	11.793,8 Cm³	3,47 Kg	
2	C	= 2302.H184	HERI, TOKO	3	864,6 Cm³	0,40 Kg	
2	C	= 2302.I015	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC PARUNG)	2.820	717.762,6 Cm³	246,31 Kg	
2	C	= 2302.L118	LIA, TOKO	3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg	
2	C	= 2302.R360	RANGKUTI, TK	2	989,5 Cm³	0,17 Kg	
2	C	= 2302.S024	SAUT JAYA, TOKO	3	1.112,7 Cm³	0,27 Kg	
2	C	= 2302.S369	PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA (DC SINDUR)	3.460	1.011.960,3 Cm³	194,88 Kg	
2	C	= 2302.U127	ULY KOSMETIK	2	989,5 Cm³	0,17 Kg	
2	C	= 2302.W004	WAHYUDI II, TOKO	11	2.070,5 Cm³	0,32 Kg	
2	C	= 2302.Y057	YOGYA DRAMAGA	151	33.993,4 Cm³	13,56 Kg	
2	C	= 2302.Z035	ZITNI,TOKO	3	1.112,7 Cm³	0,28 Kg	
2	C	= 2303.A541	AKHIM, TK	12	2.193,7 Cm³	0,42 Kg	
2	C	= 2303.H123	HYFRESH BOJONG SARI	48	14.028,2 Cm³	9,00 Kg	
2	C	= 2303.I075	INDAH, TK	4	535,4 Cm³	0,43 Kg	
2	C	= 2303.I078	INDOGROSIR CIPUTAT	36	17.606,4 Cm³	4,02 Kg	
2	C	= 2303.M412	MAMAT, TK	2	989,5 Cm³	0,15 Kg	

No	Toko	Waktu Berangkat	Waktu Tiba	Waktu Tempuh	Waktu Berhenti	Batas Jendela Waktu	Speedometer Awal	Speedometer Akhir	Jarak Tempuh
1.	Hari Hari Pasar Swalayan	09.00	09.18	00.18	00.12	15.00	54196	54206	10
2.	Yogya Dramaga	09.30	09.31	00.01	00.22	15.00	54206	54206	0
3.	Heri, Toko	09.53	10.15	00.22	00.02	15.00	54206	54218	12
4.	Lia, Toko	10.37	10.38	00.01	00.02	15.00	54218	54228	2
5.	Saut, Jaya	10.40	10.45	00.05	00.02	15.00	54218	54220	2
6.	Wahyudi II Toko	10.47	10.49	00.02	00.05	15.00	54220	54221	1
7.	Uly Kosmetik	10.51	11.04	00.13	00.02	15.00	54221	54225	4
8.	Zitni, Toko	11.17	11.18	00.01	00.02	15.00	54225	54225	0
9.	Acha Jaya, TOKO	11.20	11.21	00.01	00.02	15.00	54225	54225	0

10.	Rangkuti, TK	11.23	11.24	00.01	00.02	15.00	54225	54225	0
11.	Aji, Toko	11.26	11.27	00.01	00.02	15.00	54225	54225	0
12.	Dewi Kosmetik	11.29	11.41	00.12	00.12	15.00	54225	54231	6
13.	Mamat, TK	13.00	13.23	00.23	00.02	15.00	54231	54242	11
14.	Akhum, TK	13.25	13.26	00.01	00.05	15.00	54242	54242	0
15.	Hypfresh Bojong Sari	13.31	13.41	00.10	00.15	15.00	54242	54252	10
16.	PT Indomarco Prismatama (DC Pekanbaru)	13.56	14.16	00.20	00.12	17.00	54252	54264	12
17.	PT. Sumber Alparia Trijaya (DC Sindur)	14.28	14.43	00.15	00.42	17.00	54264	54272	8
18.	Dina Olshop	15.25	15.38	00.13	00.06	17.00	54272	54278	6
19.	Indogrosir Ciputat	15.44	15.48	00.04	00.12	15.00	54278	54280	2
20.	Indah, TK	15.56	16.04	00.08	00.02	19.00	54280	54286	6
	Depo	16.06	16.43	00.37			54286	54296	10



Pengambilan Data Hari Ke-2 Kendaraan D

Pengiriman Hari 2 Kendaraan D

Hari	Kendaraan	Tujuan Pengiriman	Jumlah Quantity	Jumlah Volume	Jumlah Berat	Over Volume	Over Berat
2 D		19	4.212	1.182.534,7 Cm ³	396,75 Kg	No	No
Hari	Kendaraan	external_stop_id	stop_name	Jumlah Quant	Jumlah Volun	Jumlah Be	
2 D	- 2302.A589	AKALPA FARMA, APT	23	7.200,4 Cm ³	0,45 Kg		
2 D	- 2302.C131	CAHAYA INTAN, TK	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg		
2 D	- 2302.D244	DINI, TK	5	1.482,6 Cm ³	0,58 Kg		
2 D	- 2302.I127	INDOGROSIR BOGOR	234	53.924,9 Cm ³	8,66 Kg		
2 D	- 2302.I196	PT. INDOMARCO PRISMATAMA (DC BOGOR 2)	3.614	1.026.188,6 Cm ³	348,58 Kg		
2 D	- 2302.K156	KEMBAR, TOKO	5	1.482,6 Cm ³	0,58 Kg		
2 D	- 2302.K275	KAMALUDIN DUA TK	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg		
2 D	- 2302.K279	KEDAI ABAH, TK	3	1.112,7 Cm ³	0,27 Kg		
2 D	- 2302.P213	PRIMA JAYA, TK	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg		
2 D	- 2302.R015	ROBINSON CIBINONG (S043)	36	16.648,9 Cm ³	5,56 Kg		
2 D	- 2302.R376	rita kosmetik	12	2.565,3 Cm ³	0,40 Kg		
2 D	- 2302.S427	SEHAT SENTOSA, APT	30	16.436,6 Cm ³	1,20 Kg		
2 D	- 2302.S605	SUMBER REJEKI	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg		
2 D	- 2302.S777	SUBUR, TK	4	1.359,3 Cm ³	0,48 Kg		
2 D	- 2302.T164	TUNAS JAYA,TOKO	14	2.935,1 Cm ³	0,71 Kg		
2 D	- 2302.W085	W MART 3, MM	42	6.341,1 Cm ³	5,01 Kg		
2 D	- 2302.Y045	YOGYA CITEUREUP	151	35.155,0 Cm ³	21,63 Kg		
2 D	- 2303.H133	HANA KOSMETIK	12	2.255,4 Cm ³	0,47 Kg		
2 D	- 2303.R135	RIZKY, TK	12	2.255,4 Cm ³	0,47 Kg		

No	Toko	Waktu Berangkat	Waktu Tiba	Waktu Tempuh	Waktu Berhenti	Batas Jendela Waktu	Speedometer Awal	Speedometer Akhir	Jarak Tempuh
1.	kamaludin Dua tk	09.00	09.28	00.28	00.02	12.00	32711	32725	14
2.	Sehat sentosa apt	09.30	10.57	01.27	00.10	12.00	32725	32760	35
3.	Cahaya Intan TK	11.07	11.30	00.23	00.02	12.00	32760	32769	9
4.	Tunas jaya, TOKO	11.32	11.33	00.01	00.08	12.00	32769	32769	0
5.	Dini, Tk	11.41	11.42	00.01	00.02	12.00	32769	32769	0
6.	Rita kosmetik	11.44	11.45	00.01	00.08	12.00	32769	32769	0
7.	Kedai Abah, Tk	11.53	11.55	00.02	00.05	12.00	32769	32770	1
8.	Subur, Tk	13.00	13.05	00.05	00.02	15.00	32770	32772	2
9.	sumber rejeki, rejeki	13.07	13.11	00.04	00.02	15.00	32772	32774	2

10.	Kembar Toko	13.13	13.14	00.01	00.03	15.00	32774	32774	0
11.	Akhirpa Farma APT	13.12	13.22	00.05	00.09	15.00	32774	32776	2
12.	Prima Jaya, TK	13.31	13.32	00.01	00.02	15.00	32776	32776	0
13.	Wmart 3-MM	13.34	13.47	00.13	00.12	15.00	32776	32781	5
14.	Yogya Citraup	13.59	14.31	00.32	00.19	15.00	32781	32795	14
15.	Incligrasir Bogor	14.50	15.08	00.18	00.21	16.00	32795	32807	12
16.	PT Indomarco Farmasi (DC Bogor)	15.29	15.30	00.01	00.40	17.00	32807	32807	0
17.	Potinson Cibinong	16.20	16.32	00.12	00.08	17.00	32807	32813	6
18.	Hana Kosmetik	16.40	17.05	00.25	00.05	18.00	32813	32827	14
19.	Pizky, TK	17.10	17.18	00.08	00.05	18.00	32827	32831	4
20.	Deps	17.23	18.07	0.49			32831	32853	22

