

**MODEL HETEROGENEOUS FLEET CAPACITATED VEHICLE
ROUTING PROBLEM (HFCVRP) UNTUK OPTIMASI RUTE DISTRIBUSI**

PAKAN TERNAK

(STUDI KASUS: Divisi Distribusi, KJUB Puspetasari, Klaten)

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

Untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)



Disusun Oleh:

Nama Lengkap : Muhammad Ari Wijayanto

NIM : 21106060022

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-709/Un.02/DST/PP.00.9/05/2025

Tugas Akhir dengan judul : Model Heterogeneous Fleet Capacitated Vehicle Routing Problem (HFCVRP) untuk Optimasi Rute Distribusi Pakan Ternak (Studi Kasus: Divisi Distribusi, KJUB Puspetasari, Klaten)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MUHAMMAD ARI WIJAYANTO
Nomor Induk Mahasiswa : 21106060022
Telah diujikan pada : Jumat, 02 Mei 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Prof. Ir. Dwi Agustina Kurniawati, S.T., M.Eng., Ph.D, IPM,
ASEAN Eng
SIGNED

Valid ID: 6822eb0eeec23d



Penguji I
Dr. Ir. Yandra Rahadian Perdana, ST., MT
SIGNED

Valid ID: 681d81a455606



Penguji II
Ir. Titi Sari, S.T., M.Sc., IPM.
SIGNED

Valid ID: 6822e0da2f492



Yogyakarta, 02 Mei 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 68243d7147c1f

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga

Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr wb

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : Muhammad Ari Wijayanto

NIM : 21106060022

Judul Skripsi : Model *Heterogeneous Fleet Capacitated Vehicle Routing Problem* (HFCVRP) Untuk Optimasi Rute Distribusi Pakan Ternak (Studi Kasus: Divisi Distribusi, KJUB Puspetasari, Klaten).

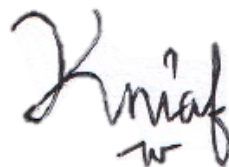
Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Teknik Industri.

Dengan ini kami mengharapkan agar skripsi/tugas akhir saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr wb

Yogyakarta, 17 April 2025.

Dosen Pembimbing,



Prof.Ir. Dwi Agustina Kurniawati, S.T.,

M.Eng., Ph.D., IPM, ASEAN Eng.

NIP. 19790806 200604 2 001

SURAT KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ari Wijayanto

NIM : 21106060022

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa skripsi saya yang berjudul: “Model *Heterogeneous Fleet Capacitated Vehicle Routing Problem* (HFCVRP) Untuk Optimasi Rute Distribusi Pakan Ternak (Studi Kasus: Divisi Distribusi, KJUB Puspetasari, Klaten)” adalah asli dari penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain, kecuali bagian tertentu yang saya ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 17 April 2025

Yang Menyatakan,



Muhammad Ari Wijayanto
NIM. 21106060022

MOTTO

“Some people bloom loudly. Others bloom quietly, painfully, yet fully”

“The sun sets without permission and rises again without apology”

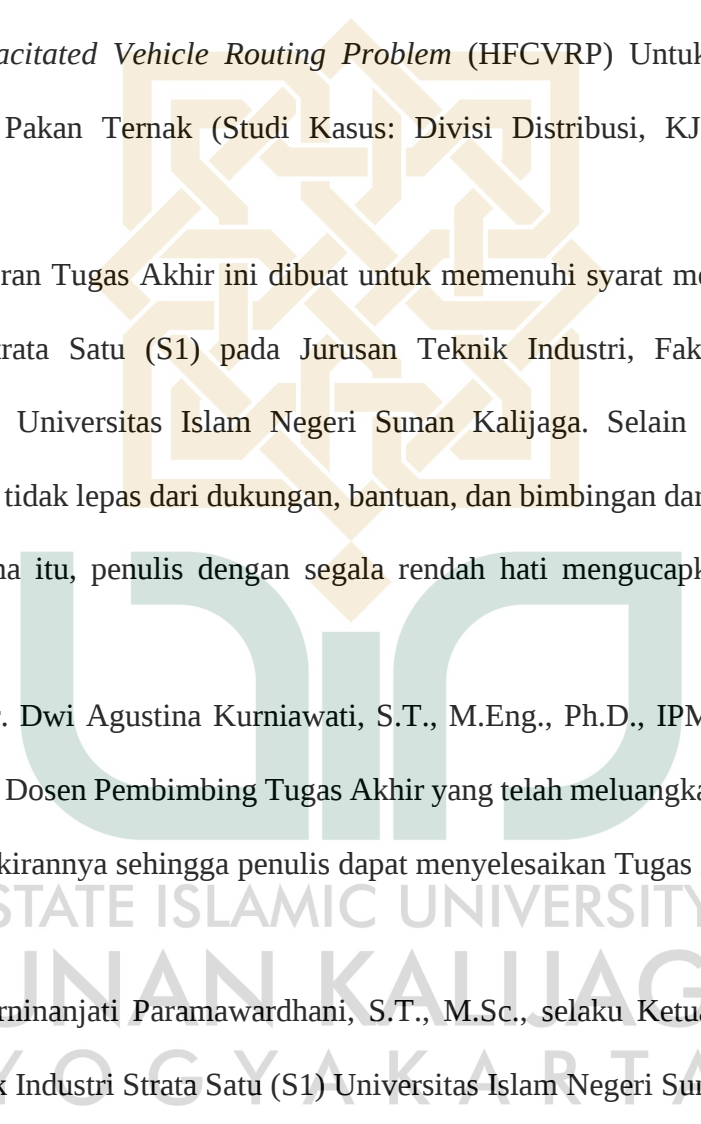
“So, i will keep going, you will too – and so must we”

“No one’s coming to save you”



HALAMAN PERSEMBAHAN

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Model *Heterogeneous Fleet Capacitated Vehicle Routing Problem* (HFCVRP) Untuk Optimasi Rute Distribusi Pakan Ternak (Studi Kasus: Divisi Distribusi, KJUB Puspetasari, Klaten)”.


Laporan Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Selain itu, penyusunan laporan ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis dengan segala rendah hati mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof.Ir. Dwi Agustina Kurniawati, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM, ASEAN Eng., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Ir. Herninanjati Paramawardhani, S.T., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Strata Satu (S1) Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
3. Kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, melalui doa, semangat, materi, dan segala hal lainnya yang selalu diberikan kepada penulis

4. Bapak Joko, selaku Supervisor Divisi Distribusi KJUB Puspetasari yang telah menjadi pembimbing saya selama menjalankan penelitian tugas akhir.
5. Segenap karyawan dan pegawai KJUB Puspetasari yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu kelancaran penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
6. Teman-teman asisten praktikum statistika yang telah kebersamai penulis dalam bagian dari proses bertumbuh dan berkembang selama perkuliahan.
7. Segenap penghuni tetap maupun tidak tetap kontrakan elite yang telah kebersamai penulis, tidak hanya selama proses penyusunan tugas akhir ini, tetapi juga sepanjang perjalanan perkuliahan.
8. Segenap keluarga besar Teknik Industri 2021 (Thunder) yang telah menjadi bagian dari proses bertumbuh dan berkembang bagi penulis selama proses perkuliahan.
9. Dan tak lupa, terima kasih kepada diri saya sendiri yang sudah berjuang dan akan terus berjuang serta bertahan untuk kedepannya.
10. Serta semua pihak terkait yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa depan. Akhir kata, penulis berharap laporan ini dapat memberikan tambahan wawasan, baik bagi penulis maupun bagi para pembaca.

KATA PENGANTAR

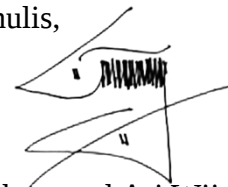
Alhamdulillah rabbil ‘alamin , puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Model *Heterogeneous Fleet Capacitated Vehicle Routing Problem* (HFCVRP) Untuk Optimasi Rute Distribusi Pakan Ternak (Studi Kasus: Divisi Distribusi, KJUB Puspetasari, Klaten)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh adanya potensi inefisiensi distribusi pakan ternak di KJUB Puspetasari akibat ketiadaan perencanaan rute yang terstruktur, sehingga mengusulkan solusi optimasi menggunakan MILP dan CPLEX untuk meminimalkan jarak tempuh. Tujuannya adalah mengembangkan model matematis HFCVRP dan menentukan rute optimal, yang hasilnya menunjukkan peningkatan efisiensi dibandingkan rute *existing*. Manfaat penelitian mencakup penghematan jarak yang ditempuh oleh armada, referensi akademis, serta contoh aplikasi metode kuantitatif dalam permasalahan logistik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang mendukung penyelesaian skripsi ini. Semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 17 April 2025

Penulis,



Muhammad Ari Wijayanto

NIM. 21106060022

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
SURAT KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Pertanyaan Penelitian	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	4
1.6. Sistematika Penelitan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian terdahulu	5
2.2. Landasan Teori	7
2.2.1. Logistik	7

2.2.2.	<i>Mixed Integer Linear Programming (MILP)</i>	8
2.2.3.	<i>Vehicle Routing Problem (VRP)</i>	9
2.2.4.	<i>Heterogeneous Fleet Capacitated Vehicle Routing Problem (HFCVRP)</i>	10
2.2.5.	CPLEX	12
2.2.6.	Google Maps	12
BAB III METODE PENELITIAN		13
3.1.	Objek Penelitian	13
3.2.	Metode Pengumpulan Data	13
3.2.1.	Teknik Pengumpulan Data	13
3.2.2.	Data Yang Dibutuhkan.....	14
3.3.	Validitas.....	14
3.4.	Variabel Penelitian	15
3.5.	Model Analisis	15
3.6.	Diagram Penelitian	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		19
4.1.	Alur Distribusi <i>Existing</i> KJUB Puspetasari.....	19
4.2.	Gambaran Umum Proses Produksi Perusahaan	20
4.2.	Pengumpulan Data	23
4.2.1.	Data Kendaraan Perusahaan.....	23
4.2.2.	Data Produk.....	24
4.2.3.	Data Pelanggan.....	24
4.3.	Hasil.....	28
4.3.1.	Model Konseptual	28

4.3.2.	Pengembangan Model Matematis HFCVRP	29
4.3.3.	Data Permintaan Pelanggan Dan Rute <i>Exisiting</i>	31
4.3.4.	Pembuatan Kode Pada CPLEX	34
4.3.5.	Implementasi Model	36
4.4.	Pembahasan	40
4.5.	Implikasi Manajerial	44
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1.	Kesimpulan	45
5.2.	Saran Penelitian Selanjutnya	46
DAFTAR PUSTAKA		47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 4. 1. Alur Distribusi <i>Existing</i> KJUB Puspetasari	19
Gambar 4. 2. Alur Proses Pembuatan Produk.....	21
Gambar 4. 3. Visualisasi Sebaran Pelanggan.....	27
Gambar 4. 4. Model Konseptual HFCVRP.....	28
Gambar 4. 5. <i>Coding</i> CPLEX dalam mod file	35
Gambar 4. 6. <i>Coding</i> CPLEX dalam dat file	35
Gambar 4. 7. Proses <i>Input</i> Data Pada Ms Excel	36
Gambar 4. 8. Matriks Jarak.....	37
Gambar 4. 9. <i>Output</i> Pada CPLEX Solver.....	38
Gambar 4. 10. <i>Output</i> Pada File .txt	38
Gambar 4. 11. <i>Ouptut</i> Pada Ms Excel.....	39
Gambar 4. 12. <i>Output</i> Pada Google Maps	39

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Penelitian Terdahulu	5
Tabel 4. 1. Jenis Armada Yang Tersedia	23
Tabel 4. 2. Dimensi Produk Dan Kapasitas Tiap Armada	24
Tabel 4. 3. Kode Pelanggan Dan Koordinat Lokasi.....	25
Tabel 4. 4. Rute Dan Total Jarak <i>Existing</i>	31
Tabel 4. 5. Perbandingan Rute <i>Existing</i> Dan Usulan	40
Tabel 4. 6. Perbandingan Total Jarak.....	41
Tabel 4. 7. Hasil Perbandingan Total Jarak Tempuh Setiap Armada	43

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : PROFIL PERUSAHAAN

Lampiran 1.1. Sejarah PerusahaanL-2

Lampiran 1.2. Struktur Organisasi Perusahaan.....L-3

LAMPIRAN 2 : DOKUMENTASI SELAMA PENELITIAN

Lampiran 2.1. Berfoto Bersama Supervisor dan Staff Divisi Distribusi.....L-4

Lampiran 2.2. Kegiatan Selama PenelitianL-4

Lampiran 2.3. Lingkungan Sekitar PerusahaanL-5

Lampiran 2.4. Produk yang Dihasilkan.....L-5

LAMPIRAN 3 : CODINGAN DI CPLEX SOLVER

Lampiran 3.1. Codingan di .Mod CPLEX Solver.....L-6



ABSTRAK

Setiap perusahaan yang memproduksi suatu barang memerlukan sistem distribusi yang efisien untuk mendistribusikannya. Berdasarkan hasil observasi langsung di KJUB Puspetasari, proses pengiriman sepenuhnya diserahkan kepada masing-masing driver tanpa arahan terkait urutan pengiriman yang harus diikuti. Praktik ini menimbulkan potensi inefisiensi. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan model matematika *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) dalam permasalahan armada kendaraan yang memiliki jenis dan kapasitas berbeda, yang dikenal sebagai *Heterogeneous Fleet Capacitated Vehicle Routing Problem* (HFCVRP), dengan bantuan perangkat lunak *CPLEX Solver*. Model ini dikembangkan dengan tujuan untuk meminimalkan total jarak tempuh armada kendaraan yang berbeda dalam proses distribusi produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rute usulan untuk armada 1(1) mengalami penghematan sebesar 3,38%, dengan total jarak berkurang dari 529,7 km menjadi 511,8 km. Armada 1(2) menunjukkan penghematan 2,40%, dari 516,4 km menjadi 504 km. Armada 1(3) menunjukkan penghematan 6,15%, dari 518,4 km menjadi 486,5 km. Sementara itu, armada 1(4) tidak mengalami perubahan total jarak tempuh, menandakan rute *existing* sudah optimal. Armada 1(5) menunjukkan penghematan jarak tempuh sebesar berkurang 2,36%, dari 465,5 km menjadi 454,5 km dan armada 2 menunjukkan penghematan 1,72% dengan jarak tempuh berkurang dari 465,3 km menjadi 457,3 km. Dengan total penghematan dari keseluruhan armada sebesar 81,2 km dan rata-rata untuk semua armada sebesar 2,67%. Secara keseluruhan, hasil ini membuktikan bahwa usulan rute berhasil menurunkan jarak tempuh serta meningkatkan efisiensi dalam proses distribusi dan berpotensi menurunkan biaya logistik dalam jangka panjang.

Kata kunci: MILP, HFCVRP, *CPLEX Solver*, penghematan, jarak tempuh.

ABSTRACT

Every company that produces goods needs an efficient distribution system to distribute them. Based on direct observation at KJUB Puspetasari, the delivery process is completely left to each driver without direction regarding the order of delivery that must be followed. This practice creates potential inefficiencies. Therefore, this study develops a mathematical model of Mixed Integer Linear Programming (MILP) in a vehicle fleet problem that has different types and capacities, known as Heterogeneous Fleet Capacitated Vehicle Routing Problem (HFCVRP), with the help of CPLEX Solver software. The model was developed with the objective to minimize the total distance of different vehicle fleets in the product distribution process. The results showed that the proposed route for fleet 1(1) experienced savings of 3,38%, with the total distance reduced from 529,7 km to 511,8 km. Fleet 1(2) showed savings of 2,40%, from 516,4 km to 504 km. Fleet 1(3) showed savings of 6,15%, from 518,4 km to 486,5 km. Meanwhile, fleet 1(4) experienced no change in total distance, indicating that the existing route was optimal. Fleet 1(5) showed savings of 2,36%, from 465,5 km to 454,5 km and fleet 2 shows a saving of 1,72% with a reduced distance from 465,3 km to 457,3 km. With a total savings from the entire fleet of 81,2 km and an average for all fleets of 2,67%. Overall, these results prove that the proposed route successfully reduces the distance traveled and increases efficiency in the distribution process and has the potential to reduce logistics costs in the long run.

Keyword: MILP, HFCVRP, CPLEX Solver, savings, travel distance.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Setiap perusahaan yang memproduksi suatu barang memerlukan sistem distribusi yang efisien untuk mendistribusikannya. Distribusi yang efisien memungkinkan produk sampai ke konsumen tepat waktu dengan biaya minimal, sekaligus menjaga kualitas tetap terjaga. Melalui sistem distribusi yang baik, perusahaan dapat mengelola pengambilan maupun pengiriman barang secara efektif untuk memenuhi kebutuhan pelanggan yang tersebar di berbagai lokasi (Saraswati *et al.*, 2017). Namun dalam praktiknya, tantangan distribusi sering muncul, seperti pemilihan rute yang optimal, alokasi kendaraan yang sesuai, serta penyesuaian kapasitas muatan terhadap permintaan. Tak terkecuali tantangan tersebut juga dihadapi oleh KJUB Puspetasari, sebuah koperasi yang memproduksi pakan ternak.

KJUB Puspetasari yang berlokasi di Jalan Stasiun Ceper No.1, Mondokan, Klepu, Kecamatan Ceper, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah, merupakan koperasi yang memproduksi pakan ternak sapi dengan merek Nutrifeed. Produk ini didistribusikan ke berbagai pelanggan menggunakan armada dengan dua jenis yang berbeda. Berdasarkan hasil observasi langsung, proses pengiriman ke beberapa pelanggan selama ini belum menerapkan metode yang terstruktur atau optimal dalam menentukan rute pengiriman. Setiap *driver* hanya diberikan daftar tujuan pengiriman oleh kepala divisi, tanpa arahan terkait urutan pengiriman yang harus diikuti. Keputusan terkait rute perjalanan sepenuhnya diserahkan kepada masing-masing *driver*. Praktik ini menimbulkan potensi inefisiensi, seperti penggunaan rute

yang lebih panjang dibandingkan rute optimal, yang pada akhirnya dapat menyebabkan pemborosan waktu dan sumber daya operasional. Kondisi ini dapat berdampak pada efektivitas pengiriman serta biaya distribusi secara keseluruhan.

Permasalahan ini dapat diselesaikan melalui pendekatan *operational research* (OR), khususnya dengan menerapkan metode *vehicle routing problem* (VRP), untuk menghasilkan rute pengiriman yang lebih efisien dan terstruktur. Penelitian ini mengkategorikan permasalahan yang dihadapi sebagai *Heterogeneous Fleet Capacitated Vehicle Routing Problem* (HFCVRP) yang akan diselesaikan menggunakan algoritma *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) dan termasuk dalam metode *exact*. Pendekatan MILP dipilih karena kompleksitas data yang relatif sederhana, memungkinkan solusi optimal dapat diperoleh dengan efisien, sekaligus memberikan akurasi yang tinggi dibandingkan metode *approximate* (Angresti *et al.*, 2019).

Namun, pendekatan dengan metode *approximate* juga dapat menjadi alternatif untuk masalah optimasi yang lebih kompleks. Metode ini memiliki keunggulan pada kecepatan pencarian solusi meskipun hasilnya mungkin tidak sepenuhnya optimal, tetapi cukup memadai dan dapat diperoleh dalam waktu yang relatif singkat (Angresti *et al.*, 2019). Berdasarkan data observasi, kompleksitas data yang relatif sederhana, pendekatan *exact* sudah memadai untuk penelitian ini karena dapat menghasilkan solusi optimal yang relevan dengan kondisi distribusi KJUB Puspetasari.

Dalam penelitian ini, penyelesaian masalah optimasi dilakukan dengan bantuan *software solver* CPLEX. *Software* tersebut akan digunakan untuk membangun model matematisnya dan tujuan penggunaannya adalah merancang

perencanaan rute distribusi pakan ternak yang optimal berdasarkan hasil perhitungan data. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan efisiensi distribusi.

1.2. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, maka terdapat pertanyaan penelitian sebagai berikut:

- a. Seperti apakah model MILP yang sesuai untuk mengoptimalkan jarak rute distribusi dalam permasalahan HFCVRP?
- b. Rute distribusi manakah yang paling optimal untuk diterapkan dalam sistem distribusi KJUB Puspetasari?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai antara lain:

- a. Mengembangkan model MILP untuk penghematan jarak rute distribusi yang sesuai dengan permasalahan HFCVRP.
- b. Menentukan rute yang optimal dalam distribusi di KJUB Puspetasari.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian yang dilakukan antara lain:

- a. Dapat mengidentifikasi tingkat keoptimalan rute distribusi pada KJUB Puspetasari.
- b. Dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk pemilihan rute distribusi produk yang optimal bagi KJUB Puspetasari di masa yang akan datang.
- c. Dapat menjadi bahan referensi untuk peneliti selanjutnya mengenai perancangan distribusi rute kendaraan dengan menggunakan CPLEX Solver.

1.5. Batasan Masalah

Untuk menghindari pelebaran ruang lingkup yang dibahas, batasan masalah dibuat dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Penelitian ini hanya akan berfokus pada *Vehicle Routing Problem* untuk rute distribusi semua wilayah.
- b. Data jarak tempuh diperoleh dari Google Maps sebagai sumber utama.
- c. Matriks jarak simetris, artinya jarak i ke $j = j$ ke i .
- d. Data yang digunakan merupakan data KJUB Puspetasari pada 6 – 10 Januari 2025.

1.6. Sistematika Penelitian

Dalam penyusunan hasil penelitian ini, laporan disusun secara sistematis menjadi lima bab utama. BAB I merupakan pendahuluan yang mencakup pembahasan mengenai latar belakang, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan. Selanjutnya, BAB II berisi tinjauan pustaka yang mencakup penelitian terdahulu dan landasan teori yang relevan. Kemudian, BAB III membahas metode penelitian, meliputi penjelasan mengenai objek penelitian, metode pengumpulan data, validitas, variabel penelitian, model analisis, dan diagram alir penelitian. Selanjutnya, BAB IV berisi pengumpulan data, model matematika yang dikembangkan, implementasi model, hasil penelitian, dan implikasi manajerial. Terakhir, BAB V berisi kesimpulan dan saran penelitian selanjutnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Model MILP yang dikembangkan dalam penelitian ini disesuaikan dengan karakteristik permasalahan HFCVRP di KJUB Puspetasari. Tujuan utama dari model ini adalah meminimalkan total jarak tempuh armada distribusi, dengan tetap memperhatikan berbagai kendala seperti kapasitas kendaraan dan keberagaman jenis armada. Model dirancang untuk menghasilkan rute distribusi yang optimal dengan memastikan pemanfaatan kapasitas kendaraan secara maksimal, serta tetap memenuhi batasan yang ada. Dengan pendekatan ini, model MILP diharapkan mampu memberikan solusi yang efisien dan aplikatif terhadap permasalahan distribusi di lapangan.
- b. Rute distribusi optimal diperoleh melalui pengolahan data menggunakan model HFCVRP yang diselesaikan dengan MILP menggunakan CPLEX Solver. Pada 6 Januari 2025, armada 1(1) mengalami penghematan sebesar 10,27% dengan rute usulan 1-2-3-4-1. Armada 1(2) juga mengalami penghematan sebesar 3,44% dengan rute 1-8-7-6-5-1. Dan untuk armada 2 mengalami penghematan sebesar 5,19% dengan rute 1-15-17-16-1. Sedangkan armada lainnya sudah optimal pada rute *existing*. Pada 7 Januari 2025, armada 1(1) berhasil menghemat jarak hingga 3,26% dengan rute 1-19-20-18-21-1, sementara 1(3) mendapatkan penghematan tertinggi sebesar 14,81% dengan rute 1-24-25-26-1. Dan untuk armada 1(5) mengalami penghematan sebesar

2,11% dengan rute 1-31-32-30-1. Pada 8 Januari 2025, sebagian besar rute tidak mengalami perubahan, kecuali armada 2 yang mengalami penghematan sebesar 2,69% dengan rute 1-44-46-45-1. Pada 9 Januari 2025, hanya armada 1(3) yang mengalami sedikit penghematan jarak sebesar 0,25% dengan rute 1-52-53-54-1, sedangkan rute lainnya sudah optimal pada rute *existing*. Pada 10 Januari 2025, armada 1(2) dan 1(3) mengalami penghematan sebesar 7,17% dan 9,35% dengan rute 1-63-62-64-1 dan 1-67-66-65-1.

5.2. Saran Penelitian Selanjutnya

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yang disarankan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian selanjutnya dapat untuk mengembangkan tampilan antarmuka berbasis web atau aplikasi sederhana guna mempermudah implementasi dan pengoperasian model oleh perusahaan atau pengguna.
- b. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan analisis konsumsi bahan bakar selama proses pendistribusian, guna membandingkan efisiensi sebelum dan sesudah penerapan metode MILP.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, I., Ardiansyah, M. N., Giri, P., & Kusuma, A. (2021). Perancangan Rute Pengiriman Menggunakan Model Integer Linear Programming Untuk Meminimasi Tingkat Keterlambatan Pengiriman Dan Biaya Transportasi (Studi Kasus: PT. Pos Logistik Indonesia) Designing Delivery Route Using Integer Linear Programming Model To Minimize Delay Of Shipping And Transportation Costs (Case Study: PT. Pos Logistics Indonesia). *Agustus*, 8(4), 4028.
- Alacsel, S. (2024). Penerapan Sistem Informasi Manajemen pada PT. *Jurnal Mahasiswa Humanis*, 4(1), 122–131. <https://doi.org/10.37481/jmh.v4i1.719>
- Anand, R., Aggarwal, D., & Kumar, V. (2017). A comparative analysis of optimization solvers. *Journal of Statistics and Management Systems*, 20(4), 623–635. <https://doi.org/10.1080/09720510.2017.1395182>
- Angeline, Iryanto, & Tarigan, G. (2014). Penerapan Metode Branch And Bound Dalam Menentukan Jumlah Produksi Optimum Pada CV. XYZ. *Saintia Matematika*, 2(2), 137–145.
- Angresti, N. D., Djunaidy, A., & Muklason, A. (2019a). *Hyper-heuristics untuk Penyelesaian Masalah Optimasi Lintas Domain dengan Seleksi Heuristik berdasarkan Variable Neighborhood Search* (Vol. 5, Issue 1). <https://doi.org/10.23917/khif.v5i1.7567>
- Angresti, N. D., Djunaidy, A., & Muklason, A. (2019b). *Hyper-heuristics untuk Penyelesaian Masalah Optimasi Lintas Domain dengan Seleksi Heuristik berdasarkan Variable Neighborhood Search* (Vol. 5, Issue 1). <https://doi.org/10.23917/khif.v5i1.7567>
- Ardiati, S., Hartinah, S., & Basukiyatno. (2024). Aplikasi Google Maps untuk Meningkatkan Motivasi Peserta Didik Pada Pelajaran Geografi SMA. *Journal of Education Research*, 5(3), 4137–4144. <https://doi.org/10.37985/jer.v5i3.1537>
- Barletta, C., Garn, W., Turner, C., & Fallah, S. (2023). Hybrid fleet capacitated vehicle routing problem with flexible Monte–Carlo Tree search. *International Journal of Systems Science: Operations and Logistics*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23302674.2022.2102265>
- Brilliane, C. S., Yanuar Ridwan, A., & Aurachman, R. (2019). Designing Route Distribution Using Two Phase Tabu Search On Heterogenous Fleet Vehicle Routing Problem With Time Window In PT. XYZ To Minimize Travel Distance. In *International Journal of Innovation in Enterprise System* (Vol. 3, Issue 01). <https://ijies.telkomuniversity.ac.id/index.php/IJIES/article/view/28>
- Euchi, J. (2011a). *Metaheuristic approaches to solve some variants of the Heterogenous Fixed Fleet Vehicle Routing Problem* (Doctoral dissertation, Universite du Havre).

- Euchi, J. (2011b). *Metaheuristic approaches to solve some variants of the Heterogenous Fixed Fleet Vehicle Routing Problem (Doctoral dissertation, Universite du Havre)*.
- Banianoro, T. H., & Wibowo, R. S. (2024). Dinamic Economic Dispatch (DED) Berbasis Mixed Integer Linear Programming (MILP) Dengan Basis Mempertimbangkan Pembangkit EBT Pada Kelistrikan Pulau Sumbawa Dynamic Economic Dispatch (DED) Based On Mixed Integer Linear Programming (MILP) Considering EBT Generating On Sumbawa Island Electricity. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 7(3).
- IBM. (1987). *IBM ILOG CPLEX Optimization Studio CPLEX User's Manual*.
- Kamal, D. M., Nafisah, L., Shodiq, M., & Khannan, A. (2020). Analisis Penentuan Rute Distribusi Dengan Pendekatan Vehicle Routing Problem Mempertimbangkan Time Windows Dan Permintaan Untuk Meminimasi Biaya Transportasi (Studi kasus di CV. TWIN SETIA, Yogyakarta).
- Kasanah, Y. U., Qisthani, N. N., & Munang, A. (2022). Solving the Capacitated Vehicle Routing Problem with Heterogeneous Fleet Using Heuristic Algorithm in Poultry Distribution. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 21(1), 104–112. <https://doi.org/10.23917/jiti.v21i1.17430>
- Lima, C. M. R. R., Goldbarg, M. C., & Goldbarg, E. F. G. (2004). A Memetic Algorithm for the Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem. *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, 18, 171–176. <https://doi.org/10.1016/j.endm.2004.06.027>
- Nahda, A. (2024). Penerapan Integer Linear Programming Dan Analisis Sensivitas Pada Optimalisasi Produk Usaha Kue Putu Asli M*R. In *Jurnal Ilmiah Matematika* (Vol. 12). <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v12n1.p181-187>
- Onut, S., Kamber, M. R., & Altay, G. (2014). A heterogeneous fleet vehicle routing model for solving the LPG distribution problem: A case study. *Journal of Physics: Conference Series*, 490(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/490/1/012043>
- Prasetyo, W., & Tamyiz, M. (2017). Vehicle Routing Problem Dengan Aplikasi Metode Nearest Neihbor. In *Journal of Research and Technology* (Vol. 3, Issue 2). <https://doi.org/10.55732/jrt.v3i2.263>
- Purnomo, C., Dekanawati, V., Astriawati, N., & Syahputra, G. (2022). Analisis Simulasi Distribusi Logistik Menggunakan Metode Transportasi. *Saintara : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim*, 6(2). <https://doi.org/10.52475/saintara.v6i2.161>
- Raza, E., Sabaruddin, L. O., & Komala, A. L. (2020). Manfaat dan Dampak Digitalisasi Logistik di Era Industri 4.0. In *Jurnal Logistik Indonesia* (Vol. 4, Issue 1). <https://doi.org/10.31334/logistik.v4i1.873>
- Saraswati, R., Sutopo, W., & Hisjam, M. (2017). Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem Dengan Mennggunakan Algoritma Sweep Untuk Penentuan

- Rute Distribusi Koran : Studi Kasus. *Jurnal Manajemen Pemasaran*, 11(02), 41–44. [https://doi.org/10.9744/pemasaran.11.2.41–44](https://doi.org/10.9744/pemasaran.11.2.41-44)
- Sari, G., Heryanto, R., & Santoso, S. (2020). Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Model Integer Linear Programming dengan Metode Branch and Bound. *Go-Integratif: Jurnal Teknik Sistem Dan Industri*, 1(01), 69–79. <https://doi.org/10.35261/gijtsi.v1i01.4265>
- Setiawan, F., Masruroh, N. A., & Pramuditha, Z. I. (2019). On Modelling and Solving Heterogeneous Vehicle Routing Problem with Multi-Trips and Multi-Products. *Jurnal Teknik Industri*, 21(2), 91–104. <https://doi.org/10.9744/jti.21.2.91-104>
- Singhtaun, C., & Piyapornthana, H. (2022). A Mathematical Model And Solution Approach For A Heterogenous Fleet Open Vehicle Routing Problem. *International Journal of GEOMATE*, 22(90), 17–23. <https://doi.org/10.21660/2022.90.7673>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*.
- Sulistiyono, E. S. (2022). Model Rute Perjalanan Minimal Dengan Menggunakan Vehicle Routing Problem Pada PT X. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 4(2), 293–299. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v4i2.497>
- Supriyanti, D., Sari, R., Geysaka Amir, N., AMIK Raharja, D., Raharja Jurusan Teknik Informatika, S., & Jendral Sudirman No, J. (2018). *Google Map Untuk Kepentingan Transportasi Berbasis Aplikasi* (Vol. 4, Issue 1). <https://doi.org/10.33050/sensi.v4i1.715>
- Windyatri, H., & Rayendra, R. (2023). Optimasi Rute Pengiriman BBM dengan Heterogeneous Vehicle Routing Problem With Multi-Trips. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(3), 1100–1109. <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i3.2720>