

Optimasi *Vehicle Routing Problem With Multiple Trips and Intermediate Facility (VRPMTIF)* Menggunakan Metode *Nearest Neighbour (NN)* dan A^*

(Studi Kasus : Pengangkutan Sampah di Klaten)

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Matematika



Diajukan oleh:

ADE NOVIANTI HIDAYAH

13610008

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2018



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

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 : Ade Novianti Hidayah

NIM : 13610008

Judul Skripsi : *Optimasi Vehicle Routing Problem With Multiple Trips and Intermediate Facility (VRPMTIF) Menggunakan Metode Nearest Neighbour (NN) dan A**

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang matematika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 27 Agustus 2018

Pembimbing

Dr. Muhammad Wakhid Musthofa, M.Si.

NIP. 19800402 200501 1 003



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : B-1728/Un.02/DST/PP.05.3/09/2018

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Optimasi *Vehicle Routing Problem With Multiple Trips and Intermediate Facility (VRPMTIF)* Menggunakan Metode *Nearest Neighbour (NN)* dan *A**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Ade Novianti Hidayah

NIM : 13610008

Telah dimunaqasyahkan pada : 3 September 2018

Nilai Munaqasyah : A -

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

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Dr. Muhammad Wakhid Musthofa, M.Si
NIP. 19800402 200501 1 003

Penguji I

Malahayati, M.Sc
NIP.19840412 201101 2 010

Penguji II

Pipit Pratiwi Rahayu, M.Sc
NIP.19861208 201503 2 006

Yogyakarta, 17 September 2018

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Dr. Muktiyanto, M.Si

NIP. 19691212 200003 1 001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ade Novianti Hidayah

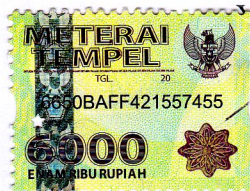
NIM : 13610008

Program Studi : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggungjawab penulis.

Yogyakarta, 27 Agustus 2018



Yang menyatakan

Ade Novianti Hidayah

Karya sederhana ini penulis persembahkan untuk:

Orangtua serta Keluarga

Keluarga Besar Matematika 2013

Almamater UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

BLH Kabupaten Klaten

DPU dan PR Kabupaten Klaten



“ Berfikirlah Apa Yang Telah Saya Berikan Dan Lakukan, Bukan Apa Yang
Saya Dapatkan”

(Ade Novianti H.)

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi
pula kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu. Allah mengetahui
sedangkamu tidak mengetahui”

(Q.S. Al-Baqarah: 216)





DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMBANG	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Tinjauan Pustaka.....	5

1.7 Metode Penelitian	8
1.8 Sistematika Penilaian	8
II DASAR TEORI.....	10
2.1 Sistem Pengangkutan Sampah	10
2.1.1 Pengertian Sampah	10
2.1.2 Pewadahan Sampah	10
2.2 Optimasi	11
2.2.1 Macam-macam Persoalan Optimasi.....	12
2.2.2 Permasalahan Rute Terpendek.....	12
2.2.3 Penyelesaian Masalah Optimasi.....	14
2.3 Teori Graf.....	15
2.3.1 Pengertian Graf	15
2.3.2 Jenis Graf	16
2.3.3 Definisi Sub Graf	17
2.3.4 Konsep Keterhubungan Graf	21
2.3.5 Graf Eulerian dan Graf Hamiltonan.....	24
2.4 <i>Vehicle Routing Problem (VRP)</i>	24
2.4.1 Komponen-Komponen VRP	31
III PEMBAHASAN	33
3.1 <i>Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Intermediate Facility.</i>	33
3.1.1 Komponen-Komponen VRPMTIF	35
3.1.2 Model Permasalahan VRPMTIF	36
3.2 Metode <i>Nearest Neighbour</i>	41
3.2.1 Diagram Alir <i>Nearest Neighbour</i>	43

3.3 Metode A*	45
3.3.1 Langkah-Langkah Metode A*	46
3.3.2 Diagram Alir Metode A*	50
IV STUDI KASUS	51
4.1 Data penelitian	51
4.2 Deskripsi Masalah.....	52
4.3 Formulasi Masalah.....	54
4.4 Model Permasalahan Rute Pengangkutan Sampah.....	56
4.5 Pembentukan Rute Menggunakan Metode <i>Nearest Neighbour</i>	61
4.6 Pembentukan Rute Menggunakan Metode A*	72
4.7 Perbandingan Rute Antara Metode <i>Nearest Neighbour</i> dan A*	86
4.7.1 Perbandingan Volume Optimal yang Diangkut	88
4.7.2 Perbandingan Jarak dan Waktu Tempuh	90
V PENUTUP	86
5.1 Kesimpulan.....	86
5.2 Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN.....	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rute dari Graf G.....	13
Tabel 2.2 Perbedaan Lintasan, Siklus, Dan Siklus Sederhana	21
Tabel 2.3 Kategori Masalah VRP.....	25
Tabel 2.4 Parameter VRP.....	27
Tabel 2.5 Contoh graf G dan Subgraf G	18
Tabel 3.1 Parameter yang Digunakan dalam VRPMTIF	36
Tabel 3.2. Indeks Model Matematis VRPMTIF	37
Tabel 4.1 Penotasian TPS di Sektor Jatinom	54
Tabel 4.2 Parameter model matematis VRPMTIF di sektor Jatinom.....	60
Tabel 4.3 Indeks yang digunakan pada model matematis VRPMTIF	60
Tabel 4.4 Jarak Antar Titik Rute Pengangkutan Sampah	72
Tabel 4.5 Rute Baru Menggunakan Metode <i>Nearest Neighbour</i>	83
Tabel 4.6 Rute Baru Menggunakan Metode A^*	83
Tabel 4.7 Perbandingan Jarak dan Waktu Tempuh	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Graf G.....	13
Gambar 2.2 Contoh Graf G.....	15
Gambar 2.3 Contoh Graf Sederhana	16
Gambar 2.4 Sisi Ganda dan Loop	17
Gambar 2.5. Contoh Graf G dan Subgraf G'	18
Gambar 2.6 Graf Terhubung dan Tidak Terhubung	19
Gambar 2.7. Contoh <i>Walk</i>	20
Gambar 2.8 Graf Tidak Berarah	21
Gambar 2.9 Graf Hamilton dan Graf Euler.....	22
Gambar 3.1 Ilustrasi VRPMTIF dengan 4 <i>trip</i> dalam 1 rute	31
Gambar 3.2 Diagram Alir Metode <i>Nearest Neighbour</i>	45
Gambar 3.3 Proses pencarian jalur terpendek pada metode A*.....	46
Gambar 3.4 Diagram Alir Metode A*.....	50
Gambar 4.1 <i>Dump</i> Truk dengan Kapasitas 7 m3	53
Gambar 4.2 Representasi Graf Pelayanan Sampah di Sektor Jatinom.....	74

DAFTAR LAMBANG

V	= himpunan sisi yang menyatakan depot dan <i>intermediate facility</i> ,
C	= Himpunan Tempat Pembuangan Sementara (TPS)
E	= Himpunan rusuk berarah yang menghubungkan antar sisi.
K	= Himpunan rute dengan kapasitas yang identik
Q	= Total permintaan dalam satu rute,
$T_{i,j}$	= Waktu perjalanan dari konsumen i ke j
$X_{i,j,k}^t$	= Perjalanan dari i ke j pada trip t dan rute k
$Y_{i,k}^t$	= Muatan pada i yang diangkut pada trip t dan rute k
t	= himpunan banyaknya <i>trip</i>
c_i	= waktu/biaya perjalanan dari TPS i ke j
v	= kecepatan rata-rata truk
d_i	= kapasitas sampah pada TPS i
Q_{maks}	= kapasitas maksimal dalam satu rute
T_{maks}	= waktu maksimal yang disediakan untuk melakukan rute perjalanan,
CT	= total waktu penyelesaian rute
i	= Indeks tempat awal
j	= Indeks tempat tujuan
k	= Indeks rute
t	= Indeks trip
$g(i)$	= total jarak yang didapat dari verteks awal ke verteks sekarang(halangan)
$h(i)$	= perkiraan jarak dari verteks sekarang ke verteks tujuan.
$f(i)$	= Ini adalah perkiraan jalur terpendek sementara.

Optimasi *Vehicle Routing Problem With Multiple Trips and Intermediate Facility* (VRPMTIF) Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* (NN) dan *A (Studi Kasus: Rute Pengangkutan Sampah di Kota Klaten)**

INTISARI

Vehicle routing problem (VRP) merupakan masalah penentuan rute kendaraan yang memegang peranan penting dalam dunia industri yaitu pada masalah manajemen logistik dan transportasi. Terdapat berbagai model VRP yang berkembang, salah satunya yaitu *Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Intermediate Facility* (VRPMTIF) yang dibahas pada penelitian ini dengan mengambil permasalahan optimasi rute pengangkutan sampah di Sektor Jatinom Kota Klaten. Penelitian ini membandingkan Metode *Nearest Neighbour* dan Metode *A** dalam proses pembentukan rute. Berdasarkan jumlah rute, kedua metode menghasilkan tiga trip dalam satu rute dan mengangkut 18 m³ dari 14 TPS. Berdasarkan efektivitas jarak dan waktu yang ditempuh, rute pada Metode *Nearest Neighbour* menghasilkan total jarak tempuh dan waktu kunjungan yang paling minimal dibandingkan dengan Metode *A**. Dimana rute dengan Metode *Nearest Neighbour* menempuh perjalanan sejauh 111,84 km, dengan waktu tempuh selama 275,76 menit, sedangkan rute pada Metode *A** menempuh perjalanan sejauh 123,65 km dan waktu tempuh 293,475 menit. Hasil tersebut membuktikan bahwa, rute yang dibentuk menggunakan Metode *Nearest Neighbour* lebih efektif 11,81 km dan waktu yang diperlukan juga lebih efektif 17,715 menit.

Kata kunci : *Nearest Neighbour* (NN) dan *A**, *Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Intermediate Facility* (VRPMTIF), Rute.

***Vehicle Routing Optimization Problem With Multiple Trips and Intermediate Facility (VRPMTIF) Using Nearest Neighbor (NN) and A * Methods
(Case Study: Garbage Transport Route in Klaten City)***

ABSTRACT

Vehicle routing problem (VRP) is a matter of determining vehicle routes that play an important role in the industrial world, namely the problem of logistics and transportation management. There are various VRP models that are developing, one of which is the Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Intermediate Facility (VRPMTIF) which is discussed in this study by taking the problem of optimization of waste transport routes in the Jatinom Sector in Klaten City. This study compares the Nearest Neighbor Method and Method A * in the process of forming a route. Based on the number of routes, both methods produce three trips in one route and carry 18 m³ of 14 polling stations. Based on the effectiveness of distance and time taken, the route in the Nearest Neighbor Method produces the least total distance and visit time compared to Method A *. Where the route with Nearest Neighboring method traveled 111.84 km, with a travel time of 275.76 minutes, while the route on Method A * traveled as far as 123.65 km and travel time was 293.475 minutes. These results prove that, the route formed using the Nearest Neighbor Method is more effective 11.81 km and the time needed is also more effective 17.715 minutes.

Keyword: *Nearest Neighbour (NN) and A*, Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Intermediate Facility (VRPMTIF), Route.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan hal yang telah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari. Semakin banyak penduduk pada suatu wilayah ditambah lagi dengan jumlah barang yang dikonsumsi, turut menyumbang kapasitas sampah pada lingkungan tersebut. Oleh sebab itu haruslah diimbangi dengan pengelolaan sampah dari masing-masing daerah. Menurut Hadiwiyoto (1983:23), pengelolaan sampah ialah usaha untuk mengatur atau mengelola sampah dari proses pengumpulan, pemisahan, pemindahan, pengangkutan, sampai pengolahan dan pembuangan akhir. Menurut Tim Penulis Penebar Swadaya (2008:6) sampah adalah suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari sumber hasil aktivitas manusia maupun alam yang belum memiliki nilai ekonomis.

Upaya pengelolaan sampah antara lain dengan disediakannya sarana dan prasarana, seperti disediakannya Tempat Pembuangan Sementara (TPS), Tempat Pembuangan Akhir (TPA), pengolahan daur ulang sampah dan sumber daya manusia yang turut menjaga kebersihan lingkungan. Oleh sebab itu dibentuklah Badan Pemerintah Daerah yang salah satu fungsinya menangani pengelolaan sampah dan kebersihan lingkungan yang disebut Badan Lingkungan Hidup (BLH). Salah satu tugas BLH adalah menjaga kebersihan dengan mengangkut sampah-sampah yang terkumpul di tempat pengumpulan sampah untuk

selanjutnya dibuang ke TPA. BLH menyediakan tempat pengumpul sampah yakni berupa depo, TPS dan landasan *container*.

Rute kendaraan dalam pengangkutan sampah diawali dan diakhiri di depot. Sebelum kendaraan kembali ke depot, sampah harus dibuang ke TPA selaku fasilitas antara (*intermediate facility*) (Angelelli, 2002). *Intermediate facility* merupakan tempat dimana kendaraan dapat mengangkut (*loading*) atau membongkar (*unloading*) muatan. Penentuan rute kendaraan pengangkut sampah diawali dengan kendaraan meninggalkan depot dalam kondisi kosong (belum diberi muatan) menuju ke beberapa TPS untuk mengangkut sampah. Saat muatan pada kendaraan telah mencapai batas maksimal, kendaraan akan menuju ke *intermediate facility* untuk *unloading* kemudian kendaraan mulai melakukan pengangkutan kembali, hingga batas waktu yang ditetapkan berakhir. Dimulainya kendaraan untuk melakukan pengangkutan kembali sebelum batas waktu yang ditetapkan berakhir disebut *multiple trips*. *Multiple trips* berarti bahwa setiap kendaraan dapat keluar dan masuk depot lebih dari satu kali selama periode perencanaan (Lisye, dkk, 2009).

Permasalahan pengangkutan atau pendistribusian dengan mempertimbangkan rute, jenis kendaraan, dan masalah penjadwalan kendaraan dikenal dengan *Vehicle Routing Problem* (VRP). VRP mempunyai beberapa tujuan, antara lain meminimalkan jarak tempuh kendaraan, jumlah kendaraan, dan tujuan lain sesuai dengan karakteristik permasalahan (Lisye, dkk, 2009). Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk menyelesaikan VRP pada kasus ini adalah Metode *Nearest Neighbour* dan Metode *A**. Menurut Laporte (1983),

Metode *Nearest Neighbour* memiliki kelebihan dalam penentuan jarak yang dihasilkan. Chairul (2014) mendefinisikan Metode *Nearest Neighbour* sebagai metode untuk memecahkan masalah dengan cara mempertimbangkan jarak yang terdekat.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti terinspirasi untuk mengkaji sistem pengangkutan sampah dengan harapan dapat lebih optimal dan efisien. Penelitian yang diambil yaitu untuk meminimalkan waktu dan jarak dalam rute pengangkutan sampah dengan pendekatan *Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Intermediate Facility* (VRPMTIF) dalam studi kasus optimasi rute pengangkutan sampah di Klaten. Proses perancangan rute alternatif menggunakan pendekatan dan perhitungan dengan Metode *Nearest Neighbour* (NN) dan Metode *A**. Hal ini diharapkan mampu meminimalisir waktu pengangkutan sehingga akan meminimalkan biaya operasional pengangkutan sampah dan mempercepat pengosongan TPS di wilayah Klaten.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana langkah-langkah Metode *Nearest Neighbour* (NN) dan Metode *A** dalam menyelesaikan masalah VRPMTIF?
2. Bagaimanakah penerapan VRPMTIF pada rute pengangkutan sampah di Kota Klaten dengan kedua metode tersebut?

3. Metode manakah yang lebih optimal dalam menyelesaikan masalah VRPMTIF pada rute pengangkutan sampah di Klaten?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menjelaskan langkah-langkah Metode *Nearest Neighbour (NN)* dan Metode *A** untuk menyelesaikan masalah VRPMTIF.
2. Menjelaskan penerapan VRPMTIF dalam rute pengangkutan sampah di Kota Klaten dengan metode tersebut.
3. Mengetahui rute yang optimal dalam masalah VRPMTIF pada optimasi pengangkutan sampah di Klaten.

1.4 Batasan Masalah

Untuk mengarahkan agar penelitian yang dikaji lebih mendetail dan sesuai dengan judul serta tujuan penulisan tugas akhir ini, maka diperlukan pembatasan masalah yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Tempat pengumpul sampah yang digunakan sebagai sampel penelitian adalah tempat pengumpul sampah yang tersebar di sektor Jatinom Kota Klaten.
2. Kendaraan yang digunakan adalah truk milik Bidang Kebersihan Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Klaten.

3. Penelitian rute ini menggunakan kendaraan dengan jenis yang sama, serta kondisi armada dianggap sama dalam segi kapasitas angkut.
4. Kecepatan rata-rata truk dianggap konstan.
5. Dalam kondisi lalu lintas, waktu dianggap linier terhadap jarak dan tidak terjadi kemacetan.

1.5 Manfaat Penelitian

Apabila dilihat dari manfaatnya, diharapkan penelitian ini dapat membantu:

1. Bagi Mahasiswa, khususnya akan membuat mahasiswa lebih peduli terhadap lingkungan dan menambah wawasan serta untuk mengetahui langkah penentuan rute kendaraan dengan menggunakan Metode *Nearest Neighbour* dan Metode *A** dalam menyelesaikan model *Vehicle Routing Problem* (VRP).
2. Bagi Pemerintah Kota, khususnya Bidang Kebersihan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Klaten adalah sebagai alternatif solusi mengenai penentuan rute kendaraan pengangkut sampah di Kota Klaten.

1.6 Tinjauan Pustaka

Skripsi yang berjudul “Aplikasi Metode *A** untuk Menyelesaikan *Traveling Salesman Problem* (TSP)” yang ditulis Abraham Mudji Rizki Mahasiswa Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta pada tahun 2015. Dalam penelitiannya menentukan rute perjalanan wisata Kota Yogyakarta menggunakan Metode *A**.

Skripsi yang berjudul “Optimalisasi Rute Pengangkutan Sampah di Kabupaten Sleman Menggunakan Metode *Saving Matrix*” yang ditulis Anggun Yunitasari Mahasiswa Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta pada tahun 2014. Dalam penelitiannya menerapkan Metode *Saving Matrix* untuk mengoptimalkan rute pengangkutan sampah di Kabupaten Sleman.

Skripsi yang berjudul “Analisis Sistem Pengangkutan Sampah Kota Makassar dengan Metode Penyelesaian *Vehicle Routing Problem* (VRP)” yang ditulis Joseph Christian S, Mahasiswa Program Studi Teknik Industri Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar pada tahun 2011. Dalam penelitiannya mengoptimalkan proses pengangkutan sampah yang optimal dan efisien menggunakan Metode *Saving*.

Skripsi yang berjudul “Sistem Pengantaran Makanan dengan Pendayagunaan *Vehicle* Menggunakan *Geographical Information System* (Gis) dan Metode *A Star* (A^*)” yang ditulis Elita Sari Lubis, Mahasiswa Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara pada tahun 2015. Dalam penelitiannya mengetahui jarak terpendek dan pelacakan pergerakan kendaraan pengantar makanan menggunakan *Geographical Information System* (Gis) dan Metode A^* .

Identitas Peneliti	Judul Penelitian	Keterangan
Abraham Mudji Rizki	Aplikasi Metode A^* untuk Menyelesaikan Traveling	Menentukan rute perjalanan wisata Kota Yogyakarta

	Salesman Problem (TSP)	menggunakan Metode A*
Anggun Yunitasari	Optimalisasi Rute Pengangkutan Sampah di Kabupaten Sleman Menggunakan Metode <i>Saving Matrix</i>	Menerapkan Metode <i>saving matrix</i> untuk mengoptimalkan rute pengangkutan sampah di Kabupaten Sleman.
Joseph Christian S	Analisis Sistem Pengangkutan Sampah Kota Makassar dengan Metode Penyelesaian <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP)	Mengoptimalkan proses pengangkutan sampah menggunakan Metode <i>Saving</i> .
Elita Sari Lubis	Sistem Pengantaran Makanan dengan Pendayagunaan <i>Vehicle Geographical Information System (Gis)</i> dan Metode <i>A Star (A*)</i>	Mengetahui jarak terpendek dan pelacakan pergerakan kendaraan pengantar makanan menggunakan <i>Geographical Information System (Gis)</i> dan Metode A*.
Ade Novianti Hidayah	Optimasi <i>Vehicle Routing Problem With Multiple Trips and Intermediate Facility</i> (VRPMTIF) Menggunakan Metode <i>Nearest Neighbour (NN)</i> dan A*	Membandingkan Metode <i>Nearest Neighbour</i> dan A* pada permasalahan VRPMTIF di Kota Klaten

1.7 Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian deskriptif kualitatif, yaitu penelitian yang menggambarkan kondisi sekarang atau kondisi lampau yang lebih menekankan pada aspek pemahaman yang mendalam terhadap suatu masalah. Selain itu, penelitian ini juga termasuk penelitian implementatif, yaitu penelitian yang menggambarkan permasalahan di kehidupan sehari-hari dan menekankan aspek penyelesaian terhadap suatu masalah. Proses penelitian ini tidak ada manipulasi data atau perubahan variabel bebas, tetapi sesuai dengan kondisi apa adanya. Hasil ini hanya bisa diterapkan sesuai dengan tempat penelitian yang dilakukan.

Objek penelitian adalah optimasi (*Vehicle Routing Problem With Multiple Trips and Intermediate Facility*) VRRPMTIF menggunakan Metode *Nearest Neighbour (NN)* dan *A** (Studi Kasus: Rute Pengangkutan Sampah di Kota Klaten). Data yang digunakan adalah data jenis dan jumlah truk, volume angkut, letak koordinat TPS dan TPA. Penelitian ini berbasis observasi di DPU dan PR Kota Klaten serta studi literatur menggunakan buku, skripsi, jurnal, dan referensi lainnya sebagai tambahan teori untuk menyelesaikan kasus.

1.8 Sistematika penulisan

Penulisan skripsi ini dibagi menjadi beberapa bab yang terdiri dari sub bab yang berhubungan dengan kajian yang dibahas dengan sistematika penulisannya sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Manfaat Penelitian, Tinjauan Pustaka, Metode Penelitian dan Sistematika Penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini memaparkan tentang teori yang membahas sistem pengangkutan sampah, Optimasi, Graf, dan *Vehicle Routing Problem* (VRP) sebagai referensi bab berikutnya.

BAB III PEMBAHASAN.

Bab ini memaparkan tentang, *Vehicle Routing Problem With Multiple Trips and Intermediate Facility* (VRPMTIF), dan langkah-langkah Metode *Nearest Neighbour (NN)* dan A^* .

BAB IV STUDI KASUS

Bab ini memaparkan tentang implementasi VRPMTIF pada rute pengangkutan sampah di Kota Klaten, pengolahan data menggunakan Metode *Nearest Neighbour (NN)* dan A^* , serta perbandingan kedua metode yang digunakan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi Kesimpulan dan Saran dari pokok bab-bab sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

BAB V

PENUTUP

Pada bab ini akan diberikan kesimpulan dan saran-saran yang dapat diambil berdasarkan materi-materi yang telah dibahas pada bab sebelumnya.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil penulis adalah:

1. Proses perhitungan menggunakan Metode *Nearest Neighbour* pada *Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Intermediate Facility* (VRPMTIF) ada beberapa langkah. Langkah pertama menetapkan permintaan/muatan dalam kendaraan lokasi awal pada depot (0). Langkah kedua memilih konsumen tujuan yang paling dekat dengan lokasi awal, kemudian menghitung permintaan/muatan kendaraan hingga didapat kapasitas maksimal kendaraan (Q_{maks}). Langkah berikutnya menghitung waktu penyelesaian rute (CT) hingga membentuk konsumen yang terpilih sebagai lokasi awal, kemudian ulangi langkah ke dua. Kendaraan menuju *intermediate facility* (X) untuk mengisi atau membongkar muatan. Bentuk *trip* baru ($t = t + 1$) dengan X sebagai lokasi awal, kemudian ulangi langkah 1. Jika Semua konsumen telah terpilih, maka pencarian rute selesai.

2. Proses penghitungan menggunakan Metode A^* pada *Vehicle Routing Problem with Multiple Trips and Intermediate Facility* (VRPMTIF) ada beberapa langkah. Langkah pertama menempatkan S pada *starting point* lalu memasukkan seluruh jalur yang bertetangga dan tidak memiliki halangan dengan S ke dalam *open list*. Selanjutnya mencari nilai $f(i)$ terkecil dari jalur dalam *open list* dan memindahkan S ke jalur yang memiliki nilai $f(i)$ terkecil. Jalur sebelum S disimpan sebagai *parent* dari S dan dimasukkan dalam *closed list*. Jika terdapat jalur lain yang bertetangga dengan S (yang sudah berpindah) namun belum termasuk dalam *open list*, maka masukkan jalur tersebut ke dalam *open list*. Membandingkan nilai $f(i)$ yang ada dengan nilai $f(i)$ sebelumnya (pada langkah pertama, tidak memerlukan perbandingan nilai $f(i)$). Jika nilai $f(i)$ sebelumnya lebih kecil, maka S kembali ke posisi awal. Melakukan langkah tersebut secara berulang hingga terdapat solusi atau tidak ada lagi jalur lain yang berada dalam *open list*.
3. Pada kasus rute pengangkutan sampah di Kota Klaten diperoleh solusi optimal dengan Metode *Nearest Neighbour*. Jarak terpendek yang diperoleh menggunakan hitungan manual adalah 111,84 Km, yang ditempuh selama 275,76 menit. Berdasarkan total jarak tempuh tersebut, rute yang dihasilkan menggunakan Metode *Nearest Neighbour* lebih efektif 11,81 Km dari Rute A^* dan waktu yang diperlukan lebih efektif

17,715 menit. Berikut rute optimal dari Metode *Nearest Neighbour* dalam pengangkutan sampah di sektor Jatinom Kota Klaten.

- a. Depot – SMP 2 Jatinom – SMP 1 Jatinom – SMA 1 Jatinom – Pasar Gabus – Pasar Sapi – TPA Troketon dengan waktu 85,275 menit dan jarak 28,85 Km.
- b. TPA Troketon – Perum. Karanganom – SMP 1 Karanganom – SMA 1 Karanganom – SMP 4 Karanganom – Pasar Karangan – Pasar Jeblok – TPA Troketon dengan waktu 88,41 menit dan jarak 30,94 Km.
- c. TPA Troketon – Puskes. Majegan – PLN Tulung – Pasar Gringging – TPA Troketon – Depot dengan waktu 102,075 menit dan jarak 52,05 Km.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Bagi peneliti selanjutnya agar dibuat program untuk metode ini supaya saat lebih banyak titik dan data lebih besar dapat lebih cepat proses perhitungannya.
2. Supaya dapat melakukan perhitungan pada bidang lain atau membandingkan dengan metode yang lain dalam menyelesaikan masalah VRP, sehingga diperoleh kelebihan dan kekurangan antar metode dan mengetahui metode mana yang lebih efektif.

Daftar Pustaka

- Abraham Mudji Rizki, 2015. "Aplikasi Metode A* Untuk Menyelesaikan Traveling Salesman Problem (TSP)". Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Angelelli, And Speranza. 2002. "*The Periodic Vehicle Routing Problem With Intermediate Facilities*". *European Journal Of Operational Research*, Vol. 137, Pp. 233–247.
- Aries, T. M. 2013. "Perancangan Aplikasi Perbandingan Algoritma *Tabu Search* dengan Algoritma A* pada Jalur Terpendek (Studi Kasus Medan-Sibolga)". *Pelita Informatika Budi Darma*, Vol. 05, No. 01.
- Chairul A., Dkk. 2014. "Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Roti Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* dan Metode *Sequential Insertion*". *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, Vol. 01, No. 04
- Edgar G. 1998. "*Discrete Mathematics With Graph Theory*". Prentice Hall, Inc. New Jersey.
- Elita Sari Lubis, 2015. "Analisis Sistem Pengangkutan Sampah Kota Makassar dengan Metode Penyelesaian *Vehicle Routing Problem* (VRP)". Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara.
- Fatharani, A., Dkk. 2013. "Penentuan Rute Kendaraan Pengangkut Sampah dengan Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* (Studi Kasus Kebersihan Kota Bandung)". *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, Vol. 01, No. 01

Joseph C. S, 2011. “Analisis Sistem Pengangkutan Sampah Kota Makassar Dengan Metode Penyelesaian *Vehicle Routing Problem* (Vrp)”, Program Studi Teknik Industri Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

Kenneth H. Rosen. 2012.”*Discrete Mathematics and Its Application Sevent Edition*”. New York: McGraw-Hill

Laporte G. & Nobert Y. 1983. *A Branch and Bound Algorithm For The Capacitated Vehicle Routing Problem*. *Operations Research Spektrum* 5: 77-85.

Lisye F., Dkk. 2009. “Penentuan Rute Truk Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah di Bandung”. *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 11, Pp. 51-60

Marhaenro, B., dkk 2010. ”Optimasi Rute Perjalanan Ambulance Menggunakan Algoritma A-Star ”. *Jurnal Teknik Elektro*.

Munir, R. 2009. *Matematika Diskrit*, Edisi 3, Informatika, Bandung.

Rian Putra. A. 2014. “Efektivitas Metode Sequential Insertion dan Metode Nearest Neighbour dalam Penentuan Rute Kendaraan Pengangkut Sampah di Kota Yogyakarta”. Program Studi Matematika Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta.

Toth, P., & Vigo, D. 2002. “*The Vehicle Routing Problem*”. Bologna: Universitas Boston

Lampiran 1 Data Profil Kebersihan Kabupaten Klaten Tahun 2016

Luas Wilayah Kabupaten Klaten	: 655,56 Km ²
Jumlah Penduduk Tahun 2015	: 1,480,271 Jiwa
Jumlah Produksi Sampah/Hari	: 2.5 Ltr/Orang/Hr
Jumlah Volume Sampah Terangkut/Hari	: 162 M ³
Jumlah Armada	
• Truk Sampah (Dumpr Truk)	: 16 bh
• Truk Arm Roll	: 2 bh
• Pick Up	: 9 bh
• Kendaraan Roda Tiga	: 11 bh
• Bachoe Loeder	: 2 Unit
• Bachoe Exavator	: 1 Unit
• Truk Tinja	: 1 bh
Jumlah Instalasi Pengeloahan Limbag Tinja (IPLT)	: 1 bh
Jumlah Transfere Depo	: 0 bh
Jumlah TPS	: 207 bh
Jumlah Kontainer Sampah	: 17 bh
Jumlah TPS dann Kontainer	: 224 bh

Lampiran 2 Jalur Pengangkutan Sampah Kota Klaten

1. **Pasar Pagi** : Pasar Klaten, Unwida, Perum. Klaten Kencana
2. **Pasar Sore** : Pasar Srago, TPS Gergunung, Srago Cilik, Mondrian, Taman Gergunung.
3. **Tegalyoso** : TPS Tegalyoso, TPS Merbung, Sumberejjo, Pengkol I, Gudang, TPS Danguran, Perum. Puri Utama, Pengkol 2, Spk (Poltekkes Kemenkes Surakarta)
4. **Tonggalan** : TPS Tonggalan (Kali Glogok)
5. **Gayamprit** : Perum Kota Baru, Perum Merapi, Pasar Gayamprit, Jetis
6. **PMI** : TPS Rusunawa, Panti Semedi
7. **Sungkur** : TPS Sungkur
8. **RSI** : RSI, Gedung RSI, Perum RSI, Griya Prima, Jetis, Krajan, Siderejo, Belangwetan, Gading Wetan,
9. **Prambanan** : TPS Tlogo, Pasar Taji, Pasar Manisrenggo
10. **Jatinom** : MBS Kampus 1, MBS Kampus 2, SMA Karanganom, Perum Tiara Adi, SMP 4 Karanganom, Pasar Ngupit, Pasar Mranggen, SMP 2 Jatinom, Pasar Gabus, SMA 1 Jatinom, SMP 1 Jatinom, Pasar Sapi, Puskesmas Tulung, PLN Tulung 1, Pasar Gringging.
11. **Delanggu** : Pasar Delanggu, TPS Gatak, Perum Cbi, Ceraken, Pasar Serenan
12. **Pedan I** : TPS Jombor 1, TPS Jombor 2, TPS Jombor 3, TPS Jombor 4, TPS Jombor 5, TPS Jombor 6, TPS Jombor 7, Perum Klepu, TPS Besole, Mondokan 1, Mondokan 2, Ngeseng, Pasar Klepu, Ceper.
13. **Pedan II** : TPS Mojayan

Lampiran 3 Data Lokasi TPS Pelayanan Sampah Kabupaten Klaten

No	Sektor	Jml TPS	Titik Lokasi
1	Klaten	78	Klaten Selatan
			Tengah
			Utara
2	Prambanan	14	Gantiwarno
			Prambanan
3	Pedan	66	Wedi
			Bayat
			Cawas
			Trucuk
			Kalikotes
			Kebonarum
4	Delanggu	35	Juwiring
			Wonosari
			Delanggu
5	Jatinom	14	Jatinom
			Tulung
			Karanganom
Total			207 TPS

Lampiran 4 Matriks Jarak Antar Depo, Tps Dan Tpa

Ke/ Dari	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	X
0	0	9.1	9.4	9.2	8.8	8.8	7.1	9.9	10	10	11	18	14	14	12	15
1	8.5	0	1.8	1.4	1.1	1	8.6	4.9	5.3	6.6	5.5	3.6	7.9	7.6	5.8	11
2	8.8	1.8	0	2	1.6	3.9	9.4	5.5	5.9	7.2	6.1	5.4	10	9.1	8	11
3	8.6	1.4	2	0	0.35	0.45	7.7	3.5	3.9	5.2	4.1	4.6	8.1	7.1	6	11
4	8.3	1.1	1.6	0.35	0	0.09	7.5	3.8	4.2	5.6	4.5	5.6	8.4	7.5	6.4	11
5	8.2	1	3.9	0.45	0.09	0	7.5	3.9	4.3	5.6	4.6	4.5	8.5	7.6	4.2	11
6	8.2	8.6	9.4	7.2	7.5	7.5	0	4.9	5.3	4	5	10	9.5	8.5	7.5	18
7	11	4.9	5.5	3.5	3.8	3.9	4.9	0	1.3	3	1.5	6.6	4.8	3.9	2.8	15
8	12	5.3	5.9	3.9	4.2	4.3	5.3	1.3	0	1.2	0.35	6.5	5.9	4.9	4	15
9	12	6.6	7.2	5.2	5.6	5.6	4	3	1.2	0	1.1	7.5	6.9	5.9	4.7	17
10	12	5.5	6.1	4.1	4.5	4.6	5	1.5	0.35	1.1	0	6.6	5.9	5	3.9	15
11	19	3.6	5.4	4.6	5.6	4.5	10	5.5	6.5	7.5	6.6	0	5	4	5.2	15
12	16	7.9	10	8.1	8.4	8.5	9.5	4.8	5.9	6.9	5.9	5	0	0.95	2	20
13	15	7.6	9.1	7.1	7.5	7.6	8.5	3.9	4.9	5.9	5	4	0.95	0	1.1	18
14	14	5.8	8	6	6.4	4.2	7.5	2.8	4	4.7	3.9	5.2	2	1.1	0	15
X	15	11	11	11	11	11	18	15	15	17	15	15	20	18	15	0

Keterangan:

Angka 0 menyatakan Depo

Angka 1,2,....,14 menyatakan Tempat Pembuangan Sementara (TPS)

Lambang X menyatakan Tempat Pembuangan Akhir (TPA)



Lampiran 6 Tabel Perhitungan Menggunakan Metode *Nearest Neighbour*

Trip Pertama Rute Pertama

No	Rute	Q	Jarak	T	ST	CT
1	0-6-X-0	1	40,1	60,15	6	66,15
2	0-6-9-X-0	2	43,1	64,65	12	76,65
3	0-6-9-10-X-0	4	42,2	63,3	24	87,3
4	0-6-9-10-8-X-0	6	42,55	63,825	36	99,825
5	0-6-9-10-8-7-X-0	7	43,85	65,775	42	107,775

Trip kedua Rute Pertama

No		Q	Jarak	T	ST	CT
1	X-2-X-0	2	37	55,5	12	67,5
2	X-2-5-X-0	3	40,5	60,75	18	78,75
3	X-2-5-4-X-0	4	40,59	60,885	24	84,885
4	X-2-5-4-3-X-0	5	40,94	61,41	30	91,41
5	X-2-5-4-3-1-X-0	6	42,34	63,51	36	99,51
6	X-2-5-4-3-1-11-X-0	7	45,94	68,91	42	110,91

Trip Ketiga Rute Pertama

No		Q	Jarak	T	ST	CT
1	X-14-X-0	2	45	67,5	12	79,5
2	X-14-13-X-0	3	49,1	73,65	18	91,65
3	X-14-13-12-X-0	4	52,05	78,075	24	102,075



Pembentukan Trip Ke dua Rute Pertama

trip	Notasi	jarak	Q
1	1	11,2	1
2	6	18	1

trip	Notasi	jarak	Q
1	1-11	14,8	2
2	6	18	1

trip	Notasi	jarak	Q
1	1-11-12	18,8	3
2	6	18	1

trip	Notasi	jarak	Q
1	1-11-12	18,8	3
2	6-9	23,3	2

trip	Notasi	jarak	Q
1	1-11-12-13	19,75	4
2	6-9	23,3	2

trip	Notasi	jarak	Q
1	1-11-12-13-14	20,85	6
2	6-9	23,3	2

trip	Notasi	jarak	Q
1	1-11-12-13-14-8	25,15	7
2	6-9	23,3	2

trip	Notasi	jarak	Q
1	1-11-12-13-14-8	25,15	7
2	6-9-10	24,2	3

trip	Notasi	jarak	Q
1	1-11-12-13-14-8	25,15	7
2	6-9-10-8	24,6	4

trip	Notasi	jarak	Q
1	1-11-12-13-14-8	25,15	7
2	6-9-10-8-14	28,9	6

trip	Notasi	jarak	Q
1	1-11-12-13-14-8-X	40,15	7
2	6-9-10-8-14	28,9	6

trip	Notasi	jarak	Q
1	1-11-12-13-14-8-X	40,15	7
2	6-9-10-8-14-13	30	7

trip	Notasi	jarak	Q
1	1-11-12-13-14-8-X	40,15	7
2	6-9-10-8-14-13-X	50	7

