

OPTIMASI RUTE PENGIRIMAN BARANG DENGAN METODE DBSCAN DAN CLARKE-WRIGHT SAVING HEURISTIC

KHADIJA SAKINAH KUSUMADILA



**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Optimasi Rute Pengiriman Barang dengan Metode DBSCAN dan Clarke-Wright *Saving Heuristic*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Desember 2024

Khadija Sakinah Kusumadila
G5401201032

Hak Cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

KHADIJA SAKINAH KUSUMADILA. Optimasi Rute Pengiriman Barang dengan Metode DBSCAN dan Clarke-Wright *Saving Heuristic*. Dibimbing oleh PRAPTO TRI SUPRIYO dan BIB PARUHUM SILALAH.

Setelah pandemik Covid-19 berakhir, kecenderungan berbelanja daring meningkat pada masyarakat Indonesia. Tingginya biaya distribusi, yaitu sekitar 10-20% dari total biaya suatu produk membuat biaya yang dibebankan kepada konsumen meningkat. Salah satu upaya menarik pelanggan dengan mengurangi beban biaya yang ditanggung konsumen dapat dilakukan dengan optimasi rute distribusi. Dalam penelitian ini dilakukan optimasi rute untuk meminimalkan jarak total distribusi berkendala kapasitas dengan metode Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN) dalam pengelompokkan data, dan Clarke-Wright *Saving Heuristic* dalam penentuan rute. Selain itu, dilakukan juga perutean dengan pendekatan eksak yaitu Interrupted Mixed-Integer Linear Programming (MILP) yang dihitung dengan bantuan solver Gurobi di Python 3. Hasil memperlihatkan bahwa walaupun metode pendekatan eksak menghasilkan solusi yang lebih optimum, proses perhitungannya memerlukan waktu yang sangat lama, sehingga metode DBSCAN dan Clarke-Wright *Saving Heuristic* menawarkan solusi yang lebih cepat dan cukup mendekati optimum.

Kata kunci: Clarke-Wright *saving*, DBSCAN, Distribusi, MILP

ABSTRACT

KHADIJA SAKINAH KUSUMADILA. Optimizing Freight Routes Using DBSCAN and Clarke-Wright *Saving Heuristic* Method. Supervised by PRAPTO TRI SUPRIYO and BIB PARUHUM SILALAH.

After the Covid-19 pandemic ended, the tendency to shop online increased among Indonesians. High distribution costs, which are approximately 10-20% of the total cost of a product, increase the costs charged to consumers. One effort to attract customers by reducing the cost burden borne by them can be accomplished by optimizing the distribution routes. In this research, route optimization was carried out to minimize the total distribution distance under capacity constraints using the Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise (DBSCAN) method in grouping data and the Clarke-Wright *Saving Heuristic* method for determining routes. Routing was also carried out using an exact approach, namely Interrupted Mixed-Integer Linear Programming (MILP), which was calculated using the Gurobi solver in Python 3. The results show that although the exact approach method produces a more optimal solution, the calculation process takes a very long time. Therefore, the DBSCAN and Clarke-Wright *Saving Heuristic* methods offer solutions that are faster and quite close to the optimum.

Keywords: Clarke-Wright *saving*, DBSCAN, Distribution, MILP



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

OPTIMASI RUTE PENGIRIMAN BARANG DENGAN METODE DBSCAN DAN CLARKE-WRIGHT SAVING HEURISTIC

KHADIJA SAKINAH KUSUMADILA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika pada
Program Studi Matematika

**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji pada Ujian Skripsi:
Elis Khatizah, S.Si., M.Si., Ph.D.



IPB University
— Bogor Indonesia —

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi : Optimasi Rute Pengiriman Barang dengan Metode DBSCAN dan
Clarke-Wright *Saving Heuristic*

Nama : Khadija Sakinah Kusumadila

NIM : G5401201032

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Drs. Prapto Tri Supriyo, M.Kom.

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Bib Paruhum Silalahi, M.Kom.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Matematika:

Prof. Dr. Ir. Endar Hasafah Nugrahani, MS.

NIP. 196312281989032001

Tanggal Ujian: 20 November 2024

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2023 sampai bulan Mei 2024 ialah riset operasi, dengan judul “Optimasi Rute Pengiriman Barang dengan Metode DBSCAN dan Clarke-Wright *Saving Heuristic*”. Proses penyusunan karya ilmiah ini melibatkan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat kekuatan, kesehatan, dan petunjuk selama pengerjaan karya ilmiah ini hingga penulis dapat menyelesaikannya hingga akhir,
2. keluarga penulis yang selalu memberikan doa, dukungan dan motivasi kepada penulis selama ini,
3. Bapak Drs. Prapto Tri Supriyo, M.Kom. dan Bapak Prof. Dr. Ir. Bib Paruhum Silalahi, M.Kom. selaku dosen pembimbing serta Ibu Elis Khatizah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen penguji yang selalu memberikan saran, ilmu, kritik dan bimbingan yang memotivasi dan membantu dalam menyelesaikan karya ilmiah ini,
4. seluruh dosen Departemen Matematika yang telah memberikan ilmu yang berharga kepada penulis selama masa perkuliahan,
5. Anggra, yang selalu setia menemani dan memberikan dukungan selama di Departemen Matematika, serta seluruh teman-teman Departemen Matematika khususnya angkatan 57 yang sudah baik dan selalu berbagi ilmu kepada penulis,
6. Norma dan Wina yang selalu menjadi teman belajar, curhat, motivator, dan menemani hari penulis,
7. Kak Pavi, Kak Riani, Kak Jia, Kak Yoyo, Kak Eno, Yeseul, Jeon Ssaem, dan Kook Ssaem, yang selalu memberikan tawa, menemani penulis, dan memberikan pengajaran kepada penulis di luar waktu perkuliahan,
8. seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan karya ilmiah ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Desember 2024

Khadija Sakinah Kusumadila

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP)	3
2.2 <i>Integer Linear Programming</i> (ILP)	3
2.3 <i>Capacitated Vehicle Routing Problem</i> (CVRP)	4
2.4 <i>Branch and Bound</i>	5
2.5 <i>Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise</i> (DBSCAN)	6
2.6 Metode Elbow dan <i>Density-Based Clustering Validation</i> (DBCV)	7
2.7 <i>Clarke-Wright Saving Heuristic</i>	7
III METODE	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Deskripsi Masalah	11
4.2 Penentuan Parameter DBSCAN	11
4.3 Implementasi DBSCAN	13
4.4 Penentuan Rute dengan Metode <i>Clarke-Wright Saving Heuristic</i>	14
4.5 Penentuan Rute dengan Metode Pendekatan Eksak (<i>Interrupted Mixed-Integer Linear Programming</i>)	29
V SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	35
RIWAYAT HIDUP	48



DAFTAR TABEL

1	Hasil DBSCAN	13
2	Matriks <i>saving</i> klaster 2 pada iterasi pertama	15
3	Matriks <i>saving</i> klaster 2 pada iterasi kedua	15
4	Matriks <i>saving</i> klaster 7 pada iterasi pertama	16
5	Matriks <i>saving</i> klaster 7 pada iterasi kedua	16
6	Matriks <i>saving</i> klaster 7 pada iterasi ketiga	16
7	Matriks <i>saving</i> penggabungan rute iterasi pertama	17
8	Matriks <i>saving</i> penggabungan rute iterasi kedua	18
9	Matriks <i>saving</i> penggabungan rute iterasi ketiga	19
10	Matriks <i>saving</i> penggabungan rute iterasi keempat	19
11	Matriks <i>saving</i> kombinasi 1 iterasi pertama	20
12	Matriks <i>saving</i> kombinasi 1 iterasi kedua	20
13	Matriks <i>saving</i> kombinasi 1 iterasi ketiga	21
14	Matriks <i>saving</i> kombinasi 1 iterasi keempat dan kelima	21
15	Matriks <i>saving</i> kombinasi 1 iterasi keenam hingga terakhir	22
16	Hasil rute kombinasi 1	23
17	Matriks <i>saving</i> kombinasi 2 iterasi pertama	24
18	Matriks <i>saving</i> kombinasi 2 iterasi kedua	24
19	Matriks <i>saving</i> kombinasi 2 iterasi ketiga dan keempat	25
20	Matriks <i>saving</i> kombinasi 2 iterasi kelima	25
21	Matriks <i>saving</i> kombinasi 2 iterasi keenam hingga terakhir	26
22	Hasil rute kombinasi 2	27
23	Hasil rute <i>interrupted</i> MILP	30

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir metode penelitian	10
2	Grafik metode elbow untuk menentukan epsilon	12
3	Grafik nilai DBCV terhadap nilai minPts	12
4	Scatter plot hasil DBSCAN	14
5	Ilustrasi hasil rute kombinasi 1	23
6	Ilustrasi hasil rute kombinasi 2	28
7	Ilustrasi hasil rute <i>interrupted</i> MILP	30

DAFTAR LAMPIRAN

1	Data permintaan pelanggan	35
2	Matriks jarak	36
3	Matriks <i>saving</i>	37
4	Hasil perutean metode <i>interrupted</i> MILP dengan Python 3	38
5	Kode perhitungan metode Elbow untuk menentukan nilai ϵ	40
6	Kode perhitungan DBCV untuk menentukan nilai minPts	42
7	Kode clustering dengan metode DBSCAN	44
8	Kode perutean dengan metode branch and bound pada <i>interrupted</i> MILP	46