

**PENYELESAIAN *CAPACITATED VEHICLE ROUTING*
PROBLEM WITH TIME WINDOWS MENGGUNAKAN *SWEEP*
ALGORITHM CLUSTERING DAN *GENETIC ALGORITHM***

ELLYCIA CATHLEEN ANGELICA



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



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.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows* menggunakan *Sweep Algorithm Clustering* dan *Genetic Algorithm*” 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, Juli 2026

Ellycia Cathleen Angelica
G5401221043

ABSTRAK

ELLYCIA CATHLEEN ANGELICA. Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows* menggunakan *Sweep Algorithm Clustering* dan *Genetic Algorithm*. Dibimbing oleh BIB PARUHUM SILALAH dan HIDAYATUL MAYYANI.

Permasalahan distribusi paket pada perusahaan ekspedisi umumnya terjadi karena keterlambatan pengiriman dan ketidakefisienan rute pengiriman. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute distribusi yang optimal dengan meminimalkan total waktu tempuh kendaraan serta memenuhi kendala kapasitas dan *time windows* pelanggan. Dengan pendekatan dua tahap, yaitu *clustering* menggunakan *Sweep Algorithm* (SA) untuk mengelompokkan pelanggan berdasarkan kedekatan geografis, dan *Genetic Algorithm* (GA) untuk menentukan urutan kunjungan pelanggan dalam setiap *cluster*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SA dan GA mampu menghasilkan pembagian wilayah pelanggan yang terstruktur serta rute distribusi yang lebih efisien dari segi waktu tempuh. Selain itu, seluruh rute yang dihasilkan tetap memenuhi kendala kapasitas kendaraan dan *time windows* pelayanan. Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi metode SA dan GA menjadi solusi efektif dalam mengoptimalkan sistem distribusi pada permasalahan *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows*.

Kata kunci: *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows, Genetic Algorithm, Linear Programming, metaheuristik, Sweep Algorithm*

ABSTRACT

ELLYCIA CATHLEEN ANGELICA. Solving *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows* with *Sweep Algorithm Clustering* and *Genetic Algorithm*. Supervised by BIB PARUHUM SILALAH and HIDAYATUL MAYYANI.

The package distribution problem in courier companies is commonly associated with delivery delays and inefficient routing. This study aims to determine optimal distribution routes by minimizing the total transportation time while satisfying vehicle capacity constraints and customer time windows. A two-stage approach is employed, consisting of clustering using the *Sweep Algorithm* (SA) to group customers based on geographical proximity, and the *Genetic Algorithm* (GA) to determine the sequence of customer visits within each cluster. The results show that SA and GA are capable of generating well-structured customer groupings and more efficient distribution routes in terms of travel time. In addition, all generated routes satisfy vehicle capacity constraints and customer time window requirements. The findings indicate that the combination of SA and GA provides an effective solution for optimizing distribution systems in the *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows*.

Keywords: *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows, Genetic Algorithm, Linear Programming, metaheuristic, Sweep Algorithm*



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 2026¹
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.

**PENYELESAIAN *CAPACITATED VEHICLE ROUTING*
PROBLEM WITH TIME WINDOWS MENGGUNAKAN *SWEEP*
ALGORITHM CLUSTERING DAN *GENETIC ALGORITHM***

ELLYCIA CATHLEEN ANGELICA

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

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji pada Ujian Skripsi:
Drs. Prpto Tri Supriyo, M.Kom.



Judul Skripsi : *Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows menggunakan Sweep Algorithm Clustering dan Genetic Algorithm*

Nama : Ellycia Cathleen Angelica

NIM : G5401221043

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

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

Pembimbing 2:

Hidayatul Mayyani, S.Si., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math.

NIP 197902272005011001

Tanggal Ujian: 11 Juni 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2025 sampai bulan Juni 2026 ini ialah Riset Operasi, dengan judul “Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows* menggunakan *Sweep Algorithm Clustering* dan *Genetic Algorithm*”. Proses dalam menyusun karya ilmiah ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis berterima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Mama tercinta, Ibu Maria Linda Sitanggung, serta saudara dan keponakan penulis, yaitu Kakak Efita, Abang Antonio, Kakak Tasya, Abang David, dan Amos Imanuel, atas doa, dukungan, serta motivasi yang senantiasa diberikan kepada penulis,
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Bib Paruhum Silalahi, M. Kom. selaku dosen pembimbing I, dan Ibu Hidayatul Mayyani, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II, atas ilmu dan waktunya yang begitu berharga dalam membimbing penulis hingga tugas akhir ini selesai,
3. Bapak Drs. Prapto Tri Supriyo, M.Kom. selaku dosen penguji, yang telah memberikan saran dalam penyelesaian tugas akhir ini,
4. Seluruh dosen, staf, tenaga pendidik, dan seluruh civitas akademika Matematika IPB University yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan bantuan selama masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir,
5. Adinda, Jessica, Zefania atas dukungan, perhatian, dan kebersamaan yang diberikan kepada penulis selama menyusun tugas akhir,
6. Teman-teman penulis di kelompok MBL yaitu Azizah, Chintya, Gigi, Muthia, Ferdy, Taufik, Harley, Gailan atas dukungan dan kebersamaan yang diberikan selama perkuliahan hingga saat ini,
7. Teman-teman penulis selama perkuliahan yaitu Ani, Carol, Luat, Ciwi Hibank Caca dan Bertha, atas dukungan serta inspirasi yang diberikan kepada penulis,
8. Teman-teman penulis di kelompok Gurlz dan Calim yaitu Hilda, Ina, Kamila, Karyssa, Rasya, Tristan, Bella, Adhiya, Aisyah yang selalu kebersamai penulis,
9. Rekan-rekan Matematika 59 yang telah menjadi teman seperjuangan penulis selama di IPB University
10. Seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan doa, yang tidak bisa dituliskan oleh penulis

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

Bogor, Juli 2026

Ellycia Cathleen Angelica

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	X
DAFTAR GAMBAR	X
DAFTAR LAMPIRAN	XI
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Riset Operasi dan Optimasi	3
2.2 <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP)	4
2.3 <i>Capacitated Vehicle Routing Problem</i> (CVRP)	6
2.4 <i>Vehicle Routing Problem with Time Windows</i> (VRPTW)	6
2.5 <i>Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows</i> (CVRPTW)	7
2.6 <i>Service Level Agreement</i> (SLA)	10
2.7 <i>Sweep Algorithm</i> (SA)	10
2.8 <i>Genetic Algorithm</i> (SA)	12
2.9 <i>Linear Programming</i> (LP)	17
III METODE	18
3.1 Alat dan Bahan	18
3.2 Prosedur Kerja	18
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Deskripsi Masalah dan Formulasi Model	20
4.2 Hasil SA <i>Clustering</i>	23
4.3 Perhitungan Dasar GA	27
4.4 Hasil GA dan MILP	37
4.5 Perbandingan GA dan MILP	48
V SIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Simpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	53
RIWAYAT HIDUP	59



DAFTAR TABEL

1	Data permintaan dan koordinat pelanggan	23
2	Data pelanggan berdasarkan urutan sudut polar	25
3	Hasil akhir pembentukan klaster pelanggan	26
4	Data waktu tempuh antar <i>node</i> pelanggan klaster 9	30
5	Data permintaan & <i>time windows</i> pelanggan klaster 9	30
6	Data populasi awal iterasi 1	31
7	Kromosom induk hasil <i>roulette wheel selection</i> pada iterasi 1	32
8	Kromosom anak hasil <i>ordered crossover</i> pada iterasi 1	33
9	Kromosom anak hasil <i>Repiprocal exchange mutation</i> pada iterasi 1	34
10	Data populasi akhir pada iterasi 1	34
11	Data populasi awal iterasi 2	34
12	Kromosom induk hasil <i>roulette wheel selection</i> pada iterasi 2	35
13	Kromosom anak hasil <i>ordered crossover</i> pada iterasi 2	35
14	Data populasi akhir pada iterasi 2	36
15	Uji coba penentuan parameter	38
16	Hasil implementasi GA klaster 1	38
17	Hasil implementasi MILP klaster 1	38
18	Hasil implementasi GA klaster 2	39
19	Hasil implementasi MILP klaster 2	40
20	Hasil implementasi GA klaster 3	40
21	Hasil implementasi MILP klaster 3	41
22	Hasil implementasi GA klaster 4	41
23	Hasil implementasi MILP klaster 4	42
24	Hasil implementasi GA pada klaster 5	42
25	Hasil implementasi MILP klaster 5	43
26	Hasil implementasi GA pada klaster 6	44
27	Hasil implementasi MILP klaster 6	44
28	Hasil implementasi GA pada klaster 7	45
29	Hasil implementasi MILP klaster 7	45
30	Hasil implementasi GA pada klaster 8	46
31	Hasil implementasi MILP klaster 8	46
32	Hasil implementasi GA pada klaster 9	47
33	Hasil implementasi MILP klaster 9	47
34	Perbandingan GA dan MILP	49

DAFTAR GAMBAR

1	Ilustrasi VRP	4
2	Ilustrasi <i>subtour</i>	6
3	Ilustrasi CVRPTW	7
4	Alur <i>Clustering</i> dengan <i>Sweep Algorithm</i>	12
5	Alur <i>Genetic Algorithm</i>	16
6	Diagram alur metode penelitian	19

7	<i>Output</i> koordinat kartesius pelanggan dan depot	24
8	Hasil kluster pelanggan dengan <i>Sweep Algorithm</i>	26
9	Ilustrasi kromosom salah satu kluster 9	30
10	Visualisasi urutan rute kendaraan	37
11	Visualisasi rute GA dan MILP kluster 1	39
12	Visualisasi rute GA dan MILP kluster 2	40
13	Visualisasi rute GA dan MILP kluster 3	41
14	Visualisasi rute GA dan MILP kluster 4	42
15	Visualisasi rute GA dan MILP kluster 5	43
16	Visualisasi rute GA dan MILP kluster 6	44
17	Visualisasi rute GA dan MILP kluster 7	45
18	Visualisasi rute GA dan MILP kluster 8	46
19	Visualisasi rute GA dan MILP kluster 9	47
20	Visualisasi rute GA dan MILP kluster 10	48

DAFTAR LAMPIRAN

1	Data Pelanggan dan Sudut Polar <i>Sweep Algorithm</i>	54
2	Hasil pengujian MILP pada seluruh kluster dan	57
3	Tautan sintaks seluruh metode dan data pelanggan	58

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.