



Optimasi CVRP pada Industri *Automotive Spare Parts* dengan  
Membandingkan Metode *Sweep Algorithm* & PSO

TESIS

Alvina Putri Utami

55319110009

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

FAKULTAS TEKNIK  
MAGISTER TEKNIK INDUSTRI  
UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

TAHUN 2022



Optimasi CVRP pada Industri *Automotive Spare Parts* dengan  
Membandingkan Metode *Sweep Algorithm* & PSO

**TESIS**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Pascasarjana  
pada Program Magister Teknik Industri

Alvina Putri Utami

55319110009

FAKULTAS TEKNIK  
MAGISTER TEKNIK INDUSTRI  
UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

TAHUN 2022

## HALAMAN PENGESAHAN TESIS

Judul : Optimasi CVRP pada Industri *Automotive Spare Parts*  
dengan Membandingkan Metode *Sweep Algorithm* & PSO

Nama : Alvina Putri Utami

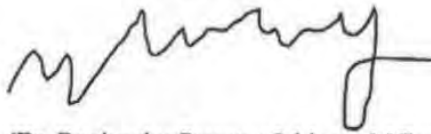
NIM : 55319110009

Tanggal : 21 Januari 2022

---

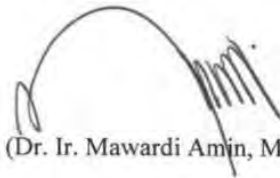
Mengesahkan

Pembimbing



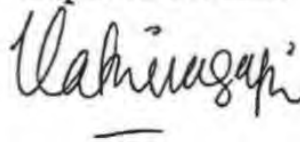
(Dr. Bonivastus Prasetya Ichiarto, M.Eng)

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T.)

Ketua Program Studi  
Magister Teknik Industri



(Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

## **PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK***

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh:

Nama : Alvina Putri Utami

NIM : 55319110009

Program Studi : Magister Teknik Industri

Dengan judul

**“SWEEP ALGORITHM IN CVRP TO OPTIMIZE DELIVERY  
AUTOMOTIVE SPARE PART”**

Telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 22 Oktober 2021 didapatkan nilai presentase sebesar 18%.

Jakarta, 22 Oktober 2021

Administrator Turnitin



**Arie Pangudi, A. Md**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan karya dalam tesis ini dengan informasi :

Judul : Optimasi CVRP pada Industri *Automotive Spareparts* dengan Membandingkan Metode *Sweep Algorithm & PSO*  
Nama : Alvina Putri Utami  
NIM : 55319110009  
Program : Pascasarjana-Program Magister Teknik Industri  
Tanggal : 12 Januari 2022

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian dan hasil karya tulis saya sendiri dengan dibawah arahan pembimbing yang telah ditetapkan oleh surat keputusan dari ketua program studi magister teknik industri Universitas Mercu Buana Jakarta.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister (S2) pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data serta hasil dari pengolahan data dan informasi dalam tesis ini, telah dinyatakan dengan jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 12 Januari 2022



(Alvina Putri Utami)

## **PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS**

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di perpustakaan Universitas Mercu Buana, Kampus Menteng dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HAKI yang berlaku di Universitas Mercu Buana. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Direktur Program Pascasarjana UMB.



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah katsiraa puji dan syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan karunia serta anugerah khasana keilmuan sehingga tesis dalam penelitian dapat diselesaikan dengan baik dan benar. Dengan judul penelitian “Optimasi CVRP pada Industri *Automotive Spare Parts* dengan Membandingkan Metode *Sweep Algorithm & PSO*“. Adapun tujuan dari penulisan tesis ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat dan kelengkapan untuk memperoleh dan menyelesaikan studi di program Pasca Sarjana Magister Teknik Industri di Universitas Mercu Buana Jakarta, serta dengan harapan penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam keilmuan teknik industri serta bagi tempat dilaksanakannya penelitian ini. Tentunya dalam penyelesaian tulisan tesis dan penelitian ini penulis dan peneliti mendapatkan banyak sekali dukungan serta bantuan dalam penyelesaiannya baik bantuan dan dukungan moril, materi, data dan informasi serta arahan untuk mencapai tulisan yang sesuai kaidah ilmiah. Beberapa pihak tersebut diantaranya adalah :

1. Prof. Dr. Ngadino Surip, M., selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Ir. Mawardi Amin, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana yang telah memberikan arahan, bimbingan dan motivasi dalam penyusunan tesis ini.
3. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT., selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Mercu Buana yang telah memberikan bimbingan, arahan dan ilmu yang bermanfaat dalam penyelesaian penelitian ini.
4. Dr. Eng. Bonivasius Ichtiarto., S.si., M. Eng., yang telah membantu dari awal penyusunan proposal, seminar hasil hingga sidang tesis, sehingga tulisan ini bisa diselesaikan.
5. Seluruh dosen dalam program studi Magister teknik industri Universitas Mercu Buana Jakarta yang telah memberikan ilmu yang berguna selama dalam proses belajar serta penulisan tesis ini.
6. Bapak Mayor CBA Tri Haryadi, Ibu Nur Faizah, serta adik Serda Ibnu Rifqi Fauzi yang selalu memberikan dukungan moril, materil, doa restu selaku keluarga di setiap langkah dan proses pembelajaran.
7. M. Handi Laksana, ST dan Farras Mauza Laksana, suami dan anak yang selalu menjadi penyemangat serta memberikan dorongan maupun doa selama menempuh pendidikan dan penyelesaian tugas akhir.
8. Rekan sejawat seperjuangan dalam Program Studi Magister teknik industri Universitas Mercu Buana Jakarta, terutama kampus Menteng angkatan 25.

9. Serta PT Wijaya Karya Industri dan Konstruksi yang telah membantu baik dalam pengumpulan data, informasi serta bantuan moril dan dukungan kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir magister teknik industri.

Penelitian ini sudah dibuat dengan sungguh-sungguh untuk mengikuti kaidah-kaidah penelitian ilmiah sebagaimana telah diatur dalam buku pedoman yang merupakan kebijakan Kepala Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana. Bagaimanapun keterbatasan kemampuan teknis maupun metodologis, tentu masih terdapat kekurangan. Semoga semua pihak dapat membantu dalam penyempurnaannya.



Jakarta, 12 Januari 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alvina Putri Utami', with a long horizontal stroke extending to the right.

(Alvina Putri Utami)

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



## ABSTRAK

Penelitian ini difokuskan pada pemecahan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*. *Travelling Salesman Problem (TSP)* digeneralisasikan. Kedua masalah tersebut sangat berkaitan, dan menyelesaikannya adalah kunci untuk menyelesaikan banyak masalah pengoptimalan dan aplikasi dalam kehidupan nyata, khususnya di bidang distribusi *Automotive Spare Parts* memiliki 120 *customer* yang dilakukan optimasi untuk memaksimalkan kapasitas kendaraan yang dimiliki yaitu 10 buah kendaraan jenis *colt diesel 6*. Algoritma *Sweep* dan PSO yang disajikan dalam penelitian ini bertumpu pada prinsip perbedaan algoritma heuristik dan metaheuristik, dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas distribusi dalam mendistribusikan produk dengan cepat dan aman serta mengoptimalkan biaya distribusi. Untuk menguji keefektifan algoritma diatas, hasil penelitian telah dievaluasi dengan hasil CVRP terstandarisasi, disamping membandingkan hasil dengan yang diperoleh penelitian lain. Hasil dari perbandingan tersebut membuktikan bahwa performansi algoritma yang diusulkan dalam hal mencari solusi optimal lebih baik dibandingkan hasil sebelum dilakukan perbaikan dilapangan dalam mencari solusi optimal dengan perhitungan *Sweep* dan PSO menggunakan *Matlab Software* menghasilkan partikel *swarm* sebanyak 1000 dan iterasi sebanyak 100 kali dengan hasil yang diperoleh yaitu 9 *cluster* dengan perbaikan jarak total dari metode *Sweep* sebesar 253.8347 km dan metode PSO dengan jarak total sebesar 138.766 km. Serta *cost benefit* atau penghematan biaya untuk metode *Sweep* dengan biaya total penggunaan Rp 17.709.503 dengan efisiensi biaya sebesar 4,47% atau Rp 90.496,58 sedangkan metode PSO dengan biaya total penggunaan sebesar Rp 17.657.776,08 dengan efisiensi biaya sebesar 7,08% atau Rp 142.223,92 dalam sehari perjalanan. Dari hasil tersebut menunjukkan hasil yang signifikan metode PSO lebih baik hasilnya dalam pengoptimalan dalam distribusi.

Kata Kunci: *Capacitated Vehicle Routing Problem, Sweep Algorithm, PSO, Otomotive Distribution.*

## **ABSTRACT**

*This research focused on solving capacitated vehicle routing problem (CVRP). Travelling Salesman Problem (TSP) is generalized. Both problems are very related, and solving them is the key to solving many optimization and application problems in real life, especially in the field of distribution on automotive manufacture spare parts have 120 customers who are done optimization to maximize the capacity of vehicles owned that is 10 colt diesel 6 type vehicles. Sweep and PSO algorithms presented in this study rest on the principle of differences in heuristic and metaheuristic algorithms, with the aim of improving the quality of distribution in distributing products quickly and safely and optimizing distribution costs. To test the effectiveness of the above algorithms, the results of the study have been evaluated with standardized CVRP results, in addition to comparing the results with those obtained by other studies. The results of the comparison prove that the performance of the proposed algorithm in terms of finding optimal solutions is better than the results before the improvement in the field in finding the optimal solution with the calculation of Sweep and PSO using Matlab Software produces swarm particles as much as 1000 and iterations as much as 100 times with the results obtained that is 9 clusters with a total distance improvement of sweep method of 253.8347 km and PSO method with a total distance of 138.766 km. As well as cost benefits or cost savings for sweep method with total usage cost of Rp 17,709,503 with cost efficiency of 4.47% or Rp 90,496.58 while PSO method with total usage cost of Rp 17,657,776.08 with cost efficiency of 7.08% or Rp 142,223.92 in a day trip. From these results showed significant results PSO method better results in optimization in distribution.*

*Keywords: Capacity Vehicle Routing Problem, Sweep Algorithm, PSO, Sparepart Automotive Distribution.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL TESIS .....	i
PENGESAHAN TESIS .....	ii
PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i> .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK .....	viii
<i>ABSTARCT</i> .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMBANG .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	7
1.4 Asumsi dan Pembatasan Masalah.....	7
1.4.1 Asumsi Masalah.....	7
1.4.2 Batasan Masalah .....	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Kajian Teori.....	9
2.1.1 Permasalahan Optimasi.....	9
2.1.2 Definisi Distribusi.....	10
2.1.3 Definisi Transportasi.....	12
2.1.4 Pembahasan Teori <i>Graf</i> .....	13

2.1.5 <i>An Overview of Vehicle Routing Problem (VRP)</i> .....	14
2.1.6 <i>Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)</i> .....	17
2.1.7 Metode Penyelesaian CVRP .....	21
2.1.8 Pendekatan Metode CVRP .....	23
2.1.8.1 Metode <i>Sweep Algorithm</i> .....	23
2.1.8.2 Metode <i>Particle Swarm Optimization (PSO)</i> .....	25
2.2 Kajian Penelitian Terdahulu .....	33
2.3 Kerangka Pemikiran.....	38
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>39</b>
3.1 Jenis dan Desain Penelitian .....	39
3.2 Data dan Informasi.....	39
3.3 Teknik Pengumpulan Data .....	40
3.4 Populasi dan Sampel .....	41
3.5 Teknik Analisis Data.....	43
3.6 Langkah-Langkah Penelitian.....	49
<b>BAB IV HASIL PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS</b> .....	<b>50</b>
4.1 Data Objek Penelitian .....	50
4.2 Kondisi di Lapangan .....	52
4.3 Sarana dan Prasarana Distribusi .....	53
4.4 Pembahasan .....	54
4.4.1 Model Matematika Untuk Optimasi Distribusi Seacara Umum.....	54
4.4.2 Model Matematika Dalam Studi Kasus .....	56
4.4.3 Hasil Analisis Data .....	58
<b>BAB V PEMBAHASAN</b> .....	<b>67</b>
5.1 Temuan Utama.....	67
5.1.1 Perhitungan Kapasitas <i>Cluster</i> .....	67

5.1.2 Optimasi Jarak Menggunakan <i>Matlab</i> .....	70
5.1.2.1 Optimasi Jarak Menggunakan Metode <i>Sweep Algorithm</i> .....	70
5.1.2.2 Optimasi Jarak Menggunakan Metode PSO .....	71
5.1.3 Perbandingan Optimasi Biaya .....	73
5.2 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya .....	75
5.3 Implikasi Industri.....	76
5.4 Keterbatasan Penelitian .....	77
5.5 <i>Sensitivity Analysis</i> .....	78
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	79
6.1 Kesimpulan.....	79
6.2 Saran Penelitian Lanjutan.....	80
DAFTAR PUSTAKA .....	81
LAMPIRAN A .....	87
LAMPIRAN B.....	89
LAMPIRAN C.....	90
LAMPIRAN D .....	92
LAMPIRAN E.....	101

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

## DAFTAR GAMBAR

BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Penjualan Sepeda Motor Domestik (Tahun) .....	1
1.2 Penjualan Sepeda Motor <i>Domestic</i> (Tahun 2020) .....	2
1.3 Penjualan Sepeda Motor <i>Domestic</i> (Tahun 2021) .....	2
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	9
2.1 Visualisasi Perubahan Posisi Populasi Saat Mencari Posisi Terbaik.....	29
2.2 Ilustrasi Perubahan Kecepatan.....	30
2.3 Ilustrasi Perubahan Posisi.....	30
2.4 Kerangka Pemikiran.....	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	39
3.1 Diagram Alir Modifikasi Algoritma PSO .....	47
3.2 Langkah – Langkah Penelitian .....	49
BAB IV HASIL PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS .....	50
4.1 Produk <i>Auomotive Appliances</i> PT Wikon.....	51
4.2 Grafik Biaya Distribusi <i>Sparepart Manufacturing Industry</i> .....	53
4.3 <i>Scatter Plot Diagram</i> .....	58
4.4 Data Koordinat.....	59
4.5 Rute Distribusi Metode <i>Sweep Algorithm</i> .....	65
4.6 Rute Distribusi Metode PSO .....	66
BAB V Pembahasan .....	67
5.1 Alur Distribusi Sebelum Optimasi.....	69
5.2 Alur Distribusi Sesudah Optimasi .....	69
5.3 <i>Output Software Matlab Cluster 1</i> .....	71
5.4 <i>Output Software Matlab Cluster 2</i> .....	71
5.5 <i>Output Software Matlab Cluster 3</i> .....	71
5.6 <i>Output Software Matlab Cluster 4</i> .....	71
5.7 <i>Output Software Matlab Cluster 5</i> .....	71

5.8 <i>Output Software Matlab Cluster 6</i> .....	72
5.9 <i>Output Software Matlab Cluster 7</i> .....	72
5.10 <i>Output Software Matlab Cluster 8</i> .....	72
5.11 <i>Output Software Matlab Cluster 9</i> .....	72
5.12 <i>Biaya Distribusi Tahun 2021 (Perhari)</i> .....	73



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR TABEL

BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Rata-Rata Persentase Kinerja Distribusi di Kawasan Industri .....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	9
2.1 Pemetaan Hasil Penelitian Pendahulu .....	33
2.2 Pemetaan Hasil Penelitian Pendahulu (Lanjutan).....	34
2.3 Pemetaan Hasil Penelitian Pendahulu (Lanjutan).....	35
2.4 Pemetaan Hasil Penelitian Pendahulu (Lanjutan).....	36
2.5 <i>State of The Art</i> .....	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	39
3.1 Data dan Informasi Penelitian .....	40
3.2 Data Presentase Perusahaan Industri <i>Automotive Sparepart</i> Indonesia .....	42
BAB IV HASIL PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS .....	50
4.1 Sarana dan Prasarana Distribusi .....	53
4.2 Data Koordinat Kartesius dan Koordinat Polar .....	60
4.2 Sudut Polar dan <i>Clustering</i> .....	61
4.4 Total Jarak Rute Metode <i>Sweep Algorithm</i> .....	64
4.5 Total Jarak Rute Metode PSO .....	65
4.6 Perbandingan Hasil Kedua Metode .....	66
BAB V PEMBAHASAN .....	67
5.1 Pembentukan <i>Cluster</i> .....	67
5.2 Total Jarak Metode <i>Sweep Algorithm</i> .....	70
5.3 Perbandingan Biaya Realisasi Awal dan Akhir.....	73
5.4 Perbandingan Penelitian Terdahulu .....	75



## DAFTAR LAMBANG

$k \in K$	: $k$ anggota $K$ .
$Q \subset V$	: $Q$ himpunan bagian ( <i>subset</i> ) $V$ .
$N$	: Himpunan semua asli.
$Z$	: Himpunan semua bilangan bulat.
$R$	: Himpunan semua bilangan <i>real</i> .
$\sum_{i=1}^N X_i$	: Penjumlahan $x_1 + x_2 + \cdots + x_n$ .
$Q \neq \emptyset$	: $Q$ tidak sama dengan himpunan kosong.
$\leq$	: Kurang dari sama dengan.



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA