

**PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI *TISSUE* DALAM VRPTW  
MENGUNAKAN ALGORITMA *SWEEP* DAN *MIXED INTEGER*  
*LINEAR PROGRAMMING***

**SKRIPSI**  
**TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**SAVIONITA DEVI INDRIYANA**  
**NIM. 135060701111113**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**MALANG**  
**2018**



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus atas rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Penentuan Rute Distribusi *Tissue* Dalam VRPTW Menggunakan Algoritma *Sweep* dan *Mixed Integer Linear Programming*”** dengan baik dan tepat waktu.

Skripsi ini disusun sebagai bagian dari proses memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Setelah melewati berbagai tahapan, skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan, semangat, motivasi, dan dorongan dari berbagai pihak. Penulis sepatutnya menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga tersayang, khususnya Papa Eddy Sudarno dan Mama Ni Komang Sri Indayani yang telah memberikan dukungan berupa fisik dan materi, doa yang tidak pernah putus, kesabaran, serta kasih sayang sehingga penulis dapat terus termotivasi untuk menyelesaikan skripsi, serta Samuel Pandu, Abisha Rakasiwi, dan Carla Carolina yang selalu memberikan semangat, canda tawa, kasih sayang serta dukungan yang tiada henti untuk penulis.
2. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya dan Dosen Pembimbing Akademik atas dukungan dan motivasi.
3. Ibu Yeni Sumantri, S.Si., MT., Ph.D., sebagai Dosen Pembimbing I atas kesabaran dalam membimbing penulis, memberikan arahan, masukan, motivasi, serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak Ihwan Hamdala, ST., MT., sebagai Dosen Pembimbing II atas kesabaran dalam membimbing penulis, memberikan arahan, masukan, motivasi, serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT., Bapak Arif Rahman, ST., MT., Bapak Angga Akbar Fanani, ST., MT. Selaku dosen pengamat seminar proposal, seminar hasil, dan dosen yang membantu program Lingo, atas saran dan ilmu yang diberikan.
6. Bapak dan Ibu Dosen, serta karyawan Jurusan Teknik Industri yang telah membagi ilmu akademik maupun non-akademik dan berbagai pengalaman hidup selama dalam dunia perkuliahan.
7. Ibu Linda sebagai pembimbing lapangan yang sangat baik dan sabar selama penulis melakukan observasi langsung di PT. Graha Kerindo Utama, serta seluruh rekan-rekan Perusahaan atas bantuan informasi yang diberikan kepada penulis.

8. Sahabat yang selalu menemani dan memberi dukungan Bhaskara Vito Tarigan.
9. Sahabat tersayang dan tercinta Donna Adella Kurnia, Dini Ariszabeth, Nadhia Elsa Fina, Puji Annisa, Aprillis Nindy, Rio Tama.
10. Sahabat kos dari jaman maba Jane, Rafida, Ayundha, Anisa, Rinawaty, Retty, Sonia, Opi, Chana, Acha yang selalu mendampingi, memberi motivasi, dan hiburan.
11. Sahabat dari jaman awal masuk TI Putri, Ainun, Ima, Elma, Neni, Sasa, Chika, Inas, Fifi, Baby, Cindhy, dan kelas G lainnya sebagai sahabat yang selalu menemani dan memberi semangat hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
12. Sahabat di Bali Kartika Herdiyani, Sukma Bintang, Shabrina Lubis, Shanti Iswari, Pertiwi Rahayu yang selalu mengingatkan penulis.
13. Seluruh keluarga angkatan 2013 Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya atas kebersamaan, semangat, doa, dan kerjasama selama ini.
14. Mbak Uz yang selalu memberi bantuan mengedit format setiap deadline pengumpulan.
15. Seluruh pihak untuk bantuannya yang tidak dapat disebut satu-persatu dan yang sangat berperan dalam penyusunan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini mungkin belum sempurna karena keterbatasan ilmu dari penulis dan kendala-kendala yang terjadi selama pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan tulisan di waktu yang akan datang. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk penelitian dan pengembangan yang lebih lanjut.

Malang, Januari 2018

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>RINGKASAN</b> .....	xiii
<b>SUMMARY</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	5
1.3 Rumusan Masalah .....	6
1.4 Tujuan Masalah .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
1.6 Batasan Masalah .....	6
1.7 Asumsi Masalah .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Penelitian Terdahulu .....	7
2.2 <i>Supply Chain Management</i> .....	10
2.3 Manajemen Logistik .....	10
2.3.1 Manajemen Transportasi dan Distribusi .....	11
2.3.2 Strategi Distribusi .....	12
2.3.2 Moda Transportasi .....	13
2.4 <i>Routing dan Scheduling</i> dalam Transportasi .....	14
2.4.1 Penyusunan Rute Kendaraan .....	15
2.4.2 Penentuan Rute .....	16
2.5 <i>Cluster First Route Second</i> .....	17
2.6 Algoritma <i>Sweep</i> .....	18
2.7 <i>Travelling Salesman Problem (TSP)</i> .....	19
2.8 <i>Vehicle Routing Problem (VRP)</i> .....	20
2.9 Metode Penyelesaian VRP .....	20
2.10 Klasifikasi Varian VRP .....	22
2.10.1 <i>Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW)</i> .....	23

2.10.2 Model Matematis VRPTW .....	25
2.11 <i>Mixed Integer Linear Programming</i> .....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	29
3.1 Jenis Penelitian .....	29
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	29
3.3 Objek Penelitian.....	29
3.4 Langkah-Langkah Penelitian .....	29
3.4.1 Tahapan Pendahuluan.....	30
3.4.2 Pengumpulan Data.....	31
3.4.3 Pengolahan Data .....	31
3.4.4 Tahap Analisa dan Pembahasan .....	32
3.4.5 Tahap Kesimpulan dan Saran .....	32
3.5 Diagram Alir Penelitian .....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	35
4.1 Sejarah Umum Perusahaan .....	35
4.2 Visi dan Misi Perusahaan .....	35
4.3 Logo Perusahaan.....	36
4.4 Struktur Organisasi Perusahaan .....	36
4.5 Sistem Distribusi Eksisting PT. Graha Kerindo Utama.....	37
4.6 Pengumpulan Data.....	38
4.6.1 Data Lokasi & Jarak <i>Retailer</i> .....	38
4.6.2 Data Waktu Tempuh.....	40
4.6.3 Data <i>Time Windows</i> .....	41
4.6.4 Data Kapasitas Angkut Kendaraan.....	43
4.6.5 Data Permintaan <i>Retailer</i> .....	44
4.6.6 Data Rute Distribusi Awal.....	44
4.6.7 Biaya Distribusi Produk <i>Tissue</i> .....	46
4.6.8 Perhitungan Biaya Awal Distribusi .....	46
4.7 Pengolahan Data .....	47
4.7.1 Penyelesaian Model <i>Vehicle Routing Problem with Time windows</i> Menggunakan Algoritma <i>Sweep</i> .....	47
4.7.2 Penentuan Rute Masing-Masing <i>Cluster</i> dengan <i>Mixed Integer Linear</i> <i>Programming</i> .....	53

4.7.2.1 Formulasi Model Matematika <i>Vehicle Routing Problem with Time windows</i> .....	54
4.7.2.2 Pengolahan Data Menggunakan <i>Mixed Integer Linear Programming</i> .....	55
4.7.2.3 <i>Output</i> Lingo 11 .....	56
4.7.2.4 Perhitungan Biaya Distribusi Rute Usulan .....	59
4.7.3 Rute Usulan Distribusi Produk Tissue .....	60
4.7.4 Analisis dan Pembahasan .....	60
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	67
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran.....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	69
<b>LAMPIRAN</b> .....	71

Halaman ini sengaja dikosongkan



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Permintaan Bulan Januari 2017 PT. Graha Kerindo Utama .....	2
Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu .....	9
Tabel 4.1	Data Lokasi & Jarak Retailer.....	38
Tabel 4.2	Data Waktu Buka dan Tutup pada <i>Distribution Centre</i> dan <i>Retailer</i> .....	41
Tabel 4.3	Data <i>Time Windows Distribution Centre</i> dan <i>Retailer</i> .....	42
Tabel 4.4	Data Kapasitas Angkut Kendaraan .....	43
Tabel 4.5	Data Permintaan <i>Retailer</i> Harian.....	44
Tabel 4.6	Data Rute Distribusi Awal Perusahaan .....	45
Tabel 4.7	Data Biaya Distribusi Produk <i>Tissue</i> per Hari.....	46
Tabel 4.8	Perhitungan Biaya Distribusi Awal .....	47
Tabel 4.9	Titik <i>Universal Transverse Mercator</i> (UTM) .....	48
Tabel 4.10	Titik Koordinat <i>Retailer</i> .....	49
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan Sudut Polar Pada <i>Retailer</i> .....	50
Tabel 4.12	Urutan Sudut Polar <i>Distribution Centre</i> dan <i>Retailer</i> .....	51
Tabel 4.13	<i>Clustering</i> Berdasarkan Urutan Sudut Polar.....	52
Tabel 4.14	Hasil <i>Output</i> Lingo 11.0 .....	56
Tabel 4.15	Biaya Distribusi Rute Usulan .....	59
Tabel 4.16	Rute Distribusi Usulan Produk <i>Tissue</i> .....	60
Tabel 4.17	Perbandingan Rute Distribusi Awalan dan Rute Usulan Produk <i>Tissue</i> .....	61
Tabel 4.18	Perbandingan Rute Eksisting PT. Graha Kerindo Utama.....	62
Tabel 4.19	Perbandingan Rute Usulan dengan Pengolahan Data.....	63

Halaman ini sengaja dikosongkan

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Penentuan jarak Tempuh PT. Graha Kerindo Utama .....	4
Gambar 2.1	Solusi permasalahan VRP .....	22
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian .....	33
Gambar 4.1	Logo perusahaan .....	36
Gambar 4.2	Struktur organisasi perusahaan .....	36
Gambar 4.3	Sistem distribusi perusahaan.....	38
Gambar 4.4	Contoh penggunaan untuk jarak dari <i>distribution centre</i> ke <i>retailer</i> .....	40
Gambar 4.5	Koordinat kartesius titik <i>retailer</i> .....	49
Gambar 4.5	Solver Status <i>Cluster</i> 1.....	56
Gambar 4.7	<i>Cluster</i> 1.....	57
Gambar 4.8	<i>Cluster</i> 2.....	58
Gambar 4.9	<i>Cluster</i> 3.....	59
Gambar 4.10	<i>Cluster</i> 4.....	59
Gambar 4.11	Rata-rata kecepatan kendaraan .....	65

Halaman ini sengaja dikosongkan

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Matriks Jarak Tempuh 1 .....	71
Lampiran 1	Data Matriks Jarak Tempuh 2 .....	72
Lampiran 1	Data Matriks Jarak Tempuh 3.....	73
Lampiran 1	Data Matriks Jarak Tempuh 4.....	74
Lampiran 2	Data Matriks Waktu Tempuh 1.....	75
Lampiran 2	Data Matriks Waktu Tempuh 2.....	76
Lampiran 2	Data Matriks Waktu Tempuh 3.....	77
Lampiran 2	Data Matriks Waktu Tempuh 4.....	78
Lampiran 3	Input Data Lingo 11.0 dari <i>Cluster</i> 1 hingga <i>Cluster</i> 4 .....	79
Lampiran 4	Hasil <i>Output</i> Lingo 11.0 dari <i>Cluster</i> 1 hingga <i>Cluster</i> 4.....	86
Lampiran 5	Rekap Data Permintaan Produk Tissue Januari 2017 .....	124

Halaman ini sengaja dikosongkan

## RINGKASAN

**Savionita Devi Indriyana**, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2018, Penentuan Rute Distribusi *Tissue* dalam VRPTW Menggunakan Algoritma *Sweep* dan *Mixed Integer Linear Programming* (Studi Kasus: PT. Graha Kerindo Utama), Dosen Pembimbing: Yeni Sumantri dan Ihwan Hamdala

PT. Graha Kerindo Utama Denpasar merupakan salah satu kantor cabang yang membawahi pendistribusian produk *tissue* dengan permintaan dari berbagai *retailer* di wilayah Bali. Dalam melakukan proses distribusi terdapat batasan waktu pada *retailer* dengan memperhatikan jam buka atau tutup (08.00-16.00) *retailer* dapat dilayani. Saat ini dalam menentukan rute distribusi, perusahaan belum dapat merencanakan secara optimal karena tidak mempertimbangkan aspek jarak antar daerah, waktu tempuh, dan biaya distribusi. Hal ini menyebabkan pembagian rute dengan cara tersebut belum mampu memberikan hasil rute yang ditempuh kendaraan saat ini merupakan rute yang optimal. Dengan adanya penentuan rute distribusi ini diharapkan perjalanan armada transportasi menjadi terarah sehingga dapat mengurangi jarak tempuh serta waktu tempuh dan meminimalkan biaya transportasi.

Permasalahan distribusi pada PT. Graha Kerindo Utama Denpasar dapat diselesaikan dengan menggunakan Algoritma *Sweep* dan *Mixed Integer Linear Programming*. Jumlah *retailer* dalam penelitian ini tersebar di beberapa wilayah di Bali sebanyak 40 *retailer*. Kemudian dilakukan *clustering* menggunakan Algoritma *Sweep* berdasarkan urutan sudut polar dari keadaan titik geografis antar wilayah, lalu dilanjutkan penyelesaian permasalahan TSP pada masing-masing *cluster* dengan metode eksak *Mixed Integer Linear Programming* (MILP). Pada *mixed integer linear programming* ditentukan formulasi matematis yaitu meliputi variabel keputusan, fungsi tujuan, dan fungsi kendala. Fungsi tujuan dalam model ini adalah meminimasi jarak tempuh kendaraan. Fungsi kendala dalam model ini sebanyak 12 fungsi meliputi jalur distribusi, waktu pelayanan, dan *time windows*. Variabel keputusan menentukan terjadinya rute optimal. Formulasi matematis yang telah dirumuskan diselesaikan dengan menggunakan software LINGO 11.0. Jarak dan rute yang didapatkan dari hasil pengolahan data tersebut dibandingkan dengan jarak dan rute *existing*.

Berdasarkan analisis dan perbandingan model *existing* dengan model *mixed integer linear programming*, jarak tempuh kendaraan dapat diperpendek sebesar 198.85 km atau 25.4%. Waktu tempuh perjalanan dapat dipercepat selama 298.27 menit atau 25.4%. Biaya distribusi dapat dikurangi sebesar Rp. 888.827 atau 46.4% dalam satu hari pendistribusian. MILP memberikan perbaikan rute dalam *cluster-cluster* yang terbentuk dalam empat *cluster*. Dimana pada *cluster* 1 terdapat 11 *retailer*, *cluster* 2 terdapat 11 *retailer*, *cluster* 3 terdapat 10 *cluster*, dan *cluster* 4 terdapat 9 *retailer*. Setiap *cluster* dilayani oleh satu kendaraan untuk melakukan pendistribusian produk *tissue*.

**Kata Kunci:** *Algoritma Sweep*, *Mixed Integer Linear Programming*, Penentuan Rute Distribusi

Halaman ini sengaja dikosongkan



## SUMMARY

**Savionita Devi Indriyana**, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering Universitas Brawijaya, in January 2018, *Determination of Tissue Distribution Routes in VRPTW Using Sweep Algorithms and Mixed Integer Linear Programming (Case Study: PT. Graha Kerindo Utama Denpasar)*, Supervisors: Yeni Sumantri and Ihwan Hamdala.

PT. Graha Kerindo Utama Denpasar is one of the branch office that includes the distribution of tissue products with demand response from various retailers in the region of Bali. In operation of distribution, there is a limit of time frame on retailers with such an attention to working hours (08.00-16.00) the retailer can be served. Currently in determining distribution routes, the company has not been able to optimally plan because it does not consider the aspects of distance between the regions, travel time, and the cost of distribution. This causes to the division of the route that the vehicle currently has been taken is the optimal route. With the determination of this distribution route, will be expected that it would be reduces the mileage, travel time and minimize transportation costs.

The distribution problems at PT. Graha Kerindo Utama Denpasar can be solved by using Sweep Algorithm and Mixed Integer Linear Programming (MILP). The number of retailers in this research is distributed in some areas in Bali as many as 40 retailers. Then do the clustering using Sweep Algorithm based on the sequence of the polar angle from a geographical between regions, then followed the settlement of the problem of TSP on each cluster with the exact method, Mixed Integer Linear Programming . In MILP determined the mathematical formulation that includes decision variables, objection function, and constraint function. The objection function is to minimize the mileage of the vehicle. The constraint function in this model as many as 16 functions include distribution lines, time service, and time windows. The decision variables determine the occurrence of optimum routes. Mathematical formulations that have been formulated, solved by using LINGO 11.0 software. The result of distance and route is obtained from the data processing compared to the existing route and distance.

Based on the analysis and comparison of the existing model with mixed integer linear programming model, mileage of vehicle can be shortened by 198.85 km or 25.4%. Travel time can be accelerated during 298.27 minutes or 25.4%. Distribution costs can be reduced by Rp. 888,827 or 46.4% in one day of distribution. Mixed linear integer programming provides fixed route improvement in clusters-clusters that formed in four clusters. Where in cluster 1 there are 11 retailers, cluster 2 there are 11 retailers, cluster 3 there are 10 clusters, and cluster 4 there are 9 retailers. Each cluster is served by one vehicle to do the distribution of tissue products.

**Keywords:** Mixed Integer Linear Programming, Sweep Algorithm, The Determination of Distribution Route

Halaman ini sengaja dikosongkan