

**PENYUSUNAN ALGORITMA *ROUTING FIRST
PACKING SECOND* UNTUK MENYELESAIKAN
MASALAH DISTRIBUSI *FORWARD* DAN *REVERSE*
LOGISTIC KONTAINER SATU PINTU**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh :

Nama : Stephen Sanjaya Budi
NPM : 2014610045



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2018**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Stephen Sanjaya Budi
NPM : 2014610045
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : PENYUSUNAN ALGORITMA *ROUTING*
FIRST PACKING SECOND UNTUK
MENYELESAIKAN MASALAH DISTRIBUSI
FORWARD DAN REVERSE LOGISTIC
KONTAINER SATU PINTU

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, Juli 2018

Ketua Program Studi Teknik Industri

(Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., MIM)

Pembimbing Pertama

(Paulina Kus Ariningsih, S.T., M.Sc.)

Pembimbing Kedua

(Titi Iswari, S.T., M.Sc., M.B.A.)



Pernyataan Tidak Mencontek atau Melakukan Tindakan Plagiat

Saya, yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Stephen Sanjaya Budi

NPM : 2014610045

dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan judul :

**" Penyusunan Algoritma *Routing First Packing Second* Untuk
Menyelesaikan Masalah Distribusi *Forward Dan Reverse Logistic* Kontainer
Satu Pintu "**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya.

Bandung, 20 Juni 2018

Stephen Sanjaya Budi

NPM : 2014610045

ABSTRAK

Forward dan *reverse logistic* merupakan salah satu sistem yang terdapat di dalam *supply chain*. Dalam sistem tersebut terdapat beberapa permasalahan yang terjadi seperti bagaimana cara mendistribusikan barang kepada pelanggan. Permasalahan pendistribusian barang tersebut dapat disebut pula sebagai *vehicle routing problem* (VRP). Jenis VRP untuk permasalahan pada sistem distribusi *forward* dan *reverse logistic* disebut pula sebagai *vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery* (VRPSPD). Selain permasalahan distribusi, terdapat pula permasalahan dalam hal *packing* barang di dalam truk, terutama dalam kondisi kontainer yang memiliki satu pintu. Dalam kondisi tersebut didapatkan bahwa terdapat masalah pada saat proses memasukan barang ke dalam truk. Apabila barang yang diambil dari suatu pelanggan menutupi barang-barang lain yang akan diberikan kepada pelanggan selanjutnya, hal tersebut mengakibatkan barang yang telah dimasukan perlu diturunkan terlebih dahulu. Kejadian tersebut mengakibatkan meningkatnya potensi kerusakan barang akibat terlalu sering dipindahkan. Oleh karena itu akan dirancang sebuah algoritma yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

Proses perancangan dilakukan dengan membuat algoritma *routing first packing second* (R1P2) yang dapat digunakan untuk menghitung biaya dari hasil penentuan rute dan jumlah perpindahan yang terjadi disaat melakukan proses bongkar muat barang yang ada di dalam truk. Solusi *routing* diselesaikan dengan metode *exact* yaitu metode *branch and cut* sedangkan solusi *packing* akan dicari dengan menggunakan GA. Algoritma yang dirancang telah terverifikasi dan tervalidasi, selanjutnya dilakukan implementasi dengan menggunakan parameter algoritma yang telah ditentukan.

Berdasarkan hasil pengolahan data tersebut, telah didapatkan sebuah algoritma yang dapat mencari solusi dari *routing* dan *packing* secara *sequential*. Algoritma yang dirancang berhasil menemukan solusi dengan total perpindahan barang dengan rata-rata sebesar 2,67. Terdapat lima parameter yang digunakan dalam menyelesaikan GA. Nilai parameter yang dapat menghasilkan solusi terbaik adalah dengan menggunakan jumlah kromosom sebesar 500, jumlah replikasi sebesar 100, *mutation rate* sebesar 1, *elitism proportion* sebesar 0,25, dan *crossover rate* sebesar 1.

ABSTRACT

Forward and reverse logistic are one of the system that included in a supply chain. In that system there is some problem that can happen such as on how to distribute item to the customer. The distribution problem can be called as a vehicle routing problem (VRP). Type of VRP for forward and reverse logistic distribution system can be called as vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery (VRPSPD). Other than distribution problem, there is another problem in how to pack item in the truck, especially when the container only has one door. In that condition, it's been founded that there's a problem in the process for loading the item to the truck. If picked up items from some customer blocking the items for the next customer, the picked up item need to be unloaded first before unloading the item that has to be delivered to that customer. That situation can increase the probability of broken items because over handling the item. An algorithm is created to solve those problems.

The algorithm design process is done by creating routing first packing second algorithm which can be used to calculate the cost from choosing the route and the moving count for each item when the loading and unloading process happen. Routing solution is solved by using branch and cut method and packing solution is solved by using genetic algorithm. Designed algorithm has been verified and validated, implementation is done by using algorithm parameter that has been chosen using design of experiment.

Based on the processed data, has been created an algorithm that can find the solution of routing and packing problem in a sequential way. The algorithm that has been created can find the packing solution with the sum of moving count mean is 2,67. Five parameter is used to solve the genetic algorithm. Value of each parameter that can give best response is with using number of chromosome value is 500, number of iteration value is 100, mutation rate value is 1, elitism proportion value is 0,25, and crossover rate value is 1.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga laporan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Laporan dengan judul “Penyusunan Algoritma *Routing First Packing Second* Untuk Menyelesaikan Masalah Distribusi *Forward Dan Reverse Logistic* Kontainer Satu Pintu” disusun sebagai salah satu syarat kelulusan pada program studi Teknik Industri di Universitas Katolik Parahyangan.

Proses penyusunan laporan ini memiliki berbagai rintangan dan kesulitan dari berbagai hal. Dalam menyelesaikan laporan ini penulis mendapatkan dampingan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga laporan ini dapat diselesaikan. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Paulina Kus Ariningsih, S.T., M.Sc. dan ibu Titi Iswari, S.T., M.Sc., M.B.A. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan berbagai masukan, bimbingan, arahan, dan waktu dalam proses pengerjaan laporan skripsi ini.
2. Bapak Fransiscus Rian Pratikto, S.T., M.T., MIE. dan bapak Fran Setiawan, S.T., M.T. Selaku dosen penguji pada sidang skripsi yang telah memberikan kritik dan saran yang bermanfaat guna menyempurnakan laporan yang telah dibuat ini.
3. Orang tua penulis atas segala dukungan yang telah diberikan baik berupa hal material maupun non-material, dalam bentuk doa dan dukungan moral.
4. Kakak-kakak yang telah memberikan dukungan moral dan material dalam proses pengerjaan laporan skripsi.
5. Sahabat-sahabat penulis yaitu Parlin, Jessica, Aldo, Tata, Nana, Wulan, Rena yang telah memberikan dukungan moral yang sangat banyak dan semangat yang telah disalurkan.
6. Husni, Ferdi, Icha, Reza, Monika, Arkan, Tika, dan Andre sebagai teman seperjuangan dalam mengerjakan laporan skripsi dan atas dukungan yang telah diberikan selama proses pengerjaan laporan.

7. Sahabat-sahabat penulis dari kelas D angkatan 2014 yang telah memberikan dukungan moral dan bantuan yang sangat banyak selama masa kuliah di Unpar.
8. Teman-teman asisten pemrograman komputer tahun ajaran 2016-2017 dan 2017-2018 serta teman-teman asisten praktikum simulasi sistem tahun ajaran 2017-2018 yang telah memberikan banyak pengalaman kerja bersama selama di Unpar.
9. Pihak-pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penelitian dan penyusunan laporan skripsi

Dalam proses penulisan laporan skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat beberapa kesalahan yang luput dari proses pengerjaan. Oleh karena itu penulis berharap mendapatkan kritik dan saran yang membangun untuk dapat memperbaiki laporan skripsi yang telah disusun ini ataupun untuk penelitian-penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

Bandung, 20 Juni 2018

Stephen Sanjaya Budi

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Identifikasi Masalah	I-3
I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian	I-6
I.4 Tujuan Penelitian.....	I-7
I.5 Manfaat Penelitian.....	I-7
I.6 Metodologi Penelitian	I-8
I.7 Sistematika Penulisan	I-10

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 <i>Forward dan Reverse Logistic</i>	II-1
II.2 <i>Algoritma Packing First Routing Second</i>	II-2
II.3 <i>Vehicle Routing Problem with Simultaneous Delivery and Pickup</i>	II-3
II.4 <i>Metode Branch-and-Cut</i>	II-5
II.5 <i>Loading Problem</i>	II-7
II.6 <i>Genetic Algorithm</i>	II-10
II.7 <i>One Factor at a Time</i>	II-12
II.8 <i>Design of Experiment</i>	II-13

BAB III PENYUSUNAN ALGORITMA

III.1 Perancangan Algoritma R1P2	III-1
III.1.1 Notasi Algoritma	III-1

III.1.2	Algoritma Utama	III-4
III.1.3	Algoritma <i>Routing</i> (Algoritma A)	III-5
III.1.4	Algoritma <i>Packing</i> (Algoritma B)	III-7
III.1.5	Algoritma Pembuatan Matriks Solusi Kosong (Algoritma B-1).....	III-8
III.1.6	Algoritma Mengurutkan y (Algoritma B-2).....	III-9
III.1.7	Algoritma <i>Loading</i> Barang <i>Delivery</i> pada Kendaraan (Algoritma B-3)	III-11
III.1.8	Algoritma <i>Unloading</i> Barang <i>Delivery</i> dan <i>Loading</i> Barang <i>Pickup</i> pada Kendaraan untuk Pelanggan (Algoritma B-4).....	III-13
III.1.9	Algoritma <i>Unloading</i> Barang Penghalang, <i>Unloading</i> <i>Delivery</i> , dan Perhitungan Biaya (Algoritma B-4-1)	III-15
III.1.10	Algoritma <i>Loading</i> Barang <i>Pickup</i> (Algoritma B-4-2)	III-18
III.1.11	Algoritma Perhitungan Perbedaan Biaya (B-4-3).....	III-20
III.2	Verifikasi dan Validasi Program CPLEX.....	III-26
III.3	Verifikasi dan Validasi Algoritma R1P2	III-28
III.4	Verifikasi dan Validasi Program Algoritma <i>Packing</i>	III-28
III.5	<i>Encoding</i> dan <i>Decoding</i> untuk Perancangan Modifikasi Algoritma <i>Packing</i> dengan <i>Genetic Algorithm</i>	III-29
III.6	Perancangan Modifikasi Algoritma <i>Packing</i> dengan <i>Genetic</i> <i>Algorithm</i>	III-30
III.6.1	Notasi Modifikasi Algoritma <i>Packing</i> dengan GA.....	III-30
III.6.2	Algoritma Utama Modifikasi Algoritma <i>Packing</i> dengan GA	III-32
III.6.3	Modifikasi Algoritma <i>Packing</i> dengan GA.....	III-32
III.6.4	Algoritma Inisialisasi Populasi	III-35
III.6.5	Algoritma <i>Selection</i>	III-36
III.6.6	Algoritma <i>Crossover</i>	III-39
III.6.7	Algoritma <i>Mutation</i>	III-42
III.6.8	Algoritma Perhitungan <i>Fitness</i> dan <i>Best Solution</i>	III-45
III.7	Verifikasi dan Validasi Modifikasi Algoritma <i>Packing</i> GA	III-46
III.8	Verifikasi dan Validasi Program Modifikasi Algoritma <i>Packing</i> GA	III-46

BAB IV IMPLEMENTASI ALGORITMA

IV.1 Implementasi Program CPLEX	IV-1
IV.2 Implementasi Algoritma <i>Packing</i>	IV-4
IV.3 Penentuan Nilai Parameter Modifikasi Algoritma <i>Packing</i> GA	IV-6
IV.4 Implementasi Modifikasi Algoritma <i>Packing</i> GA.....	IV-11

BAB V ANALISIS

V.1 Analisis Perancangan Algoritma R1P2	V-1
V.2 Analisis <i>Encoding</i> dan <i>Decoding</i>	V-2
V.3 Analisis Parameter Algoritma GA	V-3
V.3.1 Analisis Parameter Jumlah Kromosom.....	V-3
V.3.2 Analisis Parameter Jumlah Iterasi	V-4
V.3.3 Analisis Parameter Jumlah <i>Mutation Rate</i>	V-4
V.3.4 Analisis Parameter Jumlah <i>Elitism Proportion</i>	V-5
V.3.5 Analisis Parameter Jumlah <i>Crossover Rate</i>	V-6
V.3.6 Analisis Pengaruh Interaksi Antara Parameter	V-6
V.4 Kelebihan dan Kekurangan Hasil Rancangan Algoritma.....	V-7

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan.....	V-1
V.2 Saran.....	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel III.1	Notasi Algoritma <i>Routing</i>	III-1
Tabel III.2	Notasi Algoritma <i>Packing</i>	III-2
Tabel III.3	Matriks Jarak Kasus Sederhana VRPSPD.....	III-27
Tabel III.4	Jumlah Barang <i>Delivery</i> dan Barang <i>Pickup</i> Setiap Pelanggan ...	III-27
Tabel III.5	Solusi VRPSPD	III-27
Tabel III.6	Membangkitkan Bilangan Acak.....	III-29
Tabel III.7	Hasil Pengurutan Bilangan Acak	III-30
Tabel III.8	Notasi Modifikasi Algoritma <i>Packing</i> dengan GA	III-30
Tabel IV.1	Jumlah Barang <i>Delivery</i> dan <i>Pickup</i> Setiap Pelanggan	IV-1
Tabel IV.2	Solusi Data Set VRPSPD CPLEX.....	IV-2
Tabel IV.3	Solusi Rute untuk Setiap Kendaraan	IV-3
Tabel IV.4	Solusi Algoritma <i>Packing</i> Setiap Kendaraan.....	IV-4
Tabel IV.5	Penentuan <i>Level</i> untuk Analisis OFAT Parameter Modifikasi Algoritma <i>Packing</i> dengan GA.....	IV-6
Tabel IV.6	Hasil Analisis OFAT Parameter Modifikasi Algoritma <i>Packing</i> GA.....	IV-7
Tabel IV.7	Hasil Uji ANOVA Parameter Modifikasi Algoritma <i>Packing</i> GA	IV-7
Tabel IV.8	Rekapitulasi Parameter yang Berpengaruh Terhadap Respon	IV-9
Tabel IV.9	Nilai Parameter.....	IV-11
Tabel IV.10	Hasil Implementasi Modifikasi Algoritma <i>Packing</i> dengan GA Serta Persentase Perbedaan dengan Algoritma <i>Packing</i>	IV-12

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Contoh Truk Satu Pintu.....	I-2
Gambar I.2	Metode Penelitian	I-8
Gambar II.1	Ilustrasi Sistem <i>Forward</i> dan <i>Reverse Logistics</i>	II-1
Gambar II.2	<i>Pseudo Code</i> Algoritma <i>Packing First Routing Second</i>	II-2
Gambar II.3	<i>Pseudo Code</i> GA	II-11
Gambar III.1	<i>Flowchart</i> Algoritma Utama	III-5
Gambar III.2	<i>Flowchart</i> Algoritma <i>Routing</i>	III-6
Gambar III.3	<i>Flowchart</i> Algoritma <i>Packing</i>	III-8
Gambar III.4	<i>Flowchart</i> Algoritma Pembuatan Matriks Solusi Kosong	III-9
Gambar III.5	<i>Flowchart</i> Algoritma Mengurutkan Y	III-10
Gambar III.6	<i>Flowchart</i> Algoritma <i>Loading</i> Barang <i>Delivery</i> pada Kendaraan	III-12
Gambar III.7	<i>Flowchart</i> Penyesuaian Algoritma <i>Unloading</i> Barang <i>Delivery</i> dan <i>Loading</i> Barang <i>Pickup</i> pada Kendaraan untuk Pelanggan.....	III-14
Gambar III.8	<i>Flowchart</i> Algoritma <i>Unloading</i> Barang Penghalang, <i>Unloading Delivery</i> , dan Perhitungan Biaya	III-16
Gambar III.9	<i>Flowchart</i> Algoritma <i>Loading</i> Barang <i>Pickup</i>	III-19
Gambar III.10	<i>Flowchart</i> Algoritma Perhitungan Perbedaan Biaya	III-23
Gambar III.11	Solusi Program Algoritma <i>Packing</i>	III-28
Gambar III.12	<i>Flowchart</i> Algoritma Utama	III-32
Gambar III.13	<i>Flowchart</i> Modifikasi Algoritma <i>Packing</i> dengan GA	III-34
Gambar III.14	<i>Flowchart</i> Algoritma Inisialisasi Populasi	III-35
Gambar III.15	<i>Flowchart</i> Algoritma <i>Selection</i>	III-37
Gambar III.16	<i>Flowchart</i> Algoritma <i>Crossover</i>	III-41
Gambar III.17	<i>Flowchart</i> Algoritma <i>Mutation</i>	III-43
Gambar III.18	<i>Flowchart</i> Algoritma Perhitungan <i>Fitness</i>	III-45
Gambar III.19	Hasil Implementasi Modifikasi Algoritma <i>Packing</i> dengan GA.....	III-47
Gambar IV.1	<i>Interaction Plot</i> antara Jumlah Kromosom, Jumlah	

	Interaksi, <i>Mutation Rate</i> , dan <i>Crossover Rate</i>	IV-10
Gambar IV.2 (a.)	<i>interaction plot</i> antara jumlah kromosom, <i>elitism proportion</i> , <i>mutation rate</i>	IV-11
Gambar IV.2 (b.)	<i>interaction plot</i> antara jumlah kromosom, <i>elitism proportion</i> , <i>crossover rate</i>	IV-11

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Program CPLEX
- Lampiran B Verifikasi dan Validasi Algoritma R1P2
- Lampiran C Verifikasi dan Validasi Modifikasi Algoritma *Packing* dengan GA
- Lampiran D Jarak Antar Pelanggan
- Lampiran E Program Algoritma *Packing*
- Lampiran F Hasil *Running Desain of Experiment*
- Lampiran G Program Modifikasi Algoritma *Packing* dengan GA

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang masalah penelitian hingga sistematika penulisan. Latar belakang masalah menunjukkan alasan penelitian ini dilakukan. Identifikasi dan perumusan masalah berisikan penjelasan mengenai masalah yang ada dan juga rumusan masalah yang akan diselesaikan. Batasan dan asumsi penelitian menjelaskan batasan dan asumsi yang ditentukan untuk memfokuskan masalah yang ada. Sistematika penulisan menjelaskan bagaimana kerangka laporan penelitian akan ditulis.

I.1 Latar Belakang Masalah

Pada masa sekarang, industri memiliki perkembangan yang pesat. Menurut Menteri Perindustrian Airlangga Hartanto, dalam *website* Bisnis Tempo (7 November 2017), pertumbuhan industri meningkat pada kuartal III/2017. Hal tersebut juga menandakan pelaku industri sudah mulai optimis untuk membangun pabrik di Indonesia. Salah satu faktor yang berperan dalam perkembangan industri adalah *supply chain*.

Menurut Lu (2011), *supply chain* didefinisikan sebagai sebuah kumpulan perusahaan yang saling terhubung yang menambahkan nilai dalam alur perubahan *input* hingga produk akhir yang dibutuhkan pelanggan. Dalam *supply chain* terdapat sistem *forward* dan *reverse logistic*. *Forward logistic* merupakan suatu kegiatan dimana suatu *supplier* akan mengirimkan bahan baku ataupun produk menuju ke pelanggan sedangkan *reverse logistic* merupakan aliran balik dari kegiatan tersebut. Govindan dan Soleimani (2017) menyatakan bahwa, jika kegiatan tersebut dilakukan bersamaan, sistem *forward* dan *reverse logistic* dapat disebut pula sebagai sistem *closed-loop supply chains*.

Permasalahan yang ditemukan dalam sistem *forward* dan *reverse logistic* di antaranya adalah permasalahan mengenai pendistribusian. Masalah tersebut salah satunya merupakan permasalahan *vehicle routing problem* (VRP). Menurut Pollaris, Braekers, Caris, Janssens, dan Limbourg (2014) permasalahan VRP merupakan permasalahan mengenai bagaimana cara suatu *supplier* untuk dapat

mengirimkan barangnya menuju beberapa pelanggan dengan beberapa batasan yang berbeda-beda tergantung dari permasalahan yang dialami oleh perusahaan.

Menurut Montané dan Galvão (2002) permasalahan dalam distribusi dan sistem *forward and reverse logistic* dapat diselesaikan dengan menjadikannya permasalahan *vehicle routing problem with simultaneous pick-up and delivery* (VRP-SPD). Permasalahan tersebut telah diselesaikan tanpa mempertimbangkan posisi barang di dalam kendaraan. Pada negara Indonesia sendiri, tidak semua perusahaan mampu untuk membeli truk yang dapat dibuka di berbagai sisi, terutama untuk truk berkapasitas kecil hingga sedang. Kebanyakan truk yang digunakan oleh perusahaan di Indonesia merupakan truk yang hanya dapat dibuka pada satu sisi yaitu sisi belakang. Gambar I.1 merupakan contoh truk yang hanya memiliki satu pintu pada bagian kontainernya.



Gambar I.1 Contoh Truk Satu Pintu

(Sumber: <http://www.hidayatfatahillah.com/wp-content/uploads/2015/11/sewa-mobil-box.jpg>)

Kondisi jumlah pintu yang hanya terdapat satu tersebut dapat mengakibatkan permasalahan dalam sistem *forward and reverse logistic*. Salah satu permasalahan yang timbul adalah ketika *supplier* mengirimkan barang menuju pelanggannya dan pelanggan tersebut juga langsung memberikan barang balik untuk dikembalikan pada *supplier*, barang-barang yang dikembalikan tersebut dapat menutup jalan keluar untuk barang akan dikirimkan ke pelanggan selanjutnya. Hal tersebut mengakibatkan *supplier* perlu untuk mengeluarkan kembali barang tersebut dari truk sebelum memberikan barang kepada pelanggan selanjutnya. Dengan timbulnya barang yang perlu diangkut keluar-masuk kedalam truk, hal tersebut dapat menimbulkan cacat pada barang yang akan dikembalikan. Hal tersebut tidak akan menjadi masalah jika pintu truk dapat dibuka dari berbagai

sisi. Sebagai contoh, pada suatu pengamatan yang dilakukan oleh Adventia (2016) pada sebuah perusahaan perabotan memiliki keadaan yang sama dengan permasalahan tersebut. Pekerja tidak memperhatikan urutan proses dalam melakukan *loading* dan *unloading* barang sehingga hal tersebut mengakibatkan sulitnya mencari barang di dalam kendaraan dan timbulnya kerusakan pada produk karena beberapa pekerja menginjak produk pada proses bongkar muat barang.

Salah satu contoh penerapan permasalahan dalam sistem *forward and reverse logistic* juga terdapat pada distribusi air minum dalam kemasan galon serta tabung gas. Pada proses distribusi produk tersebut, kendaraan akan melakukan pengiriman dengan menggunakan truk ke beberapa titik pengantaran. Ketika kendaraan berangkat dari depot awal, truk akan terisi penuh oleh galon air yang terisi, kemudian truk akan mengirimkan galon tersebut kepada retailer. Ketika truk sampai ke retailer, pekerja akan menurunkan sejumlah galon air terisi dan menerima galon air kosong dengan jumlah yang sama. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan galon air yang terisi di belakangnya dapat tertutup oleh galon air yang kosong sehingga perlu dilakukan proses *unloading* galon kosong terlebih dahulu sebelum mengeluarkan galon air yang terisi. Akibatnya terdapat kemungkinan galon menjadi rusak atau cacat dan juga waktu proses menjadi lebih lama. Oleh karena permasalahan-permasalahan tersebut maka dibutuhkan suatu solusi yang dapat mengurangi frekuensi keluar masuk suatu barang dalam sistem *forward* dan *reverse logistic*.

I.2 Identifikasi Masalah

Saat ini sudah banyak perusahaan yang menggunakan sistem *forward and reverse logistic* untuk mengambil kembali barang yang telah diterima oleh pelanggan. Salah satu permasalahan pada sistem *forward and reverse logistic* terjadi ketika perusahaan yang menerapkannya, menggunakan truk yang hanya memiliki satu pintu. Hal itu dapat mengakibatkan sulitnya proses peletakan barang di dalam truk untuk dapat diakses dengan mudah oleh pekerja. Jika barang yang dikembalikan oleh pelanggan menutupi barang yang akan dikirimkan ke pelanggan selanjutnya, barang yang baru saja di masukan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu sebelum memberikan barang pada pelanggan selanjutnya. Dengan meningkatnya frekuensi keluar masuk barang, hal tersebut dapat mengakibatkan

tingginya kemungkinan barang yang dikembalikan bertambah cacatnya. Permasalahan serupa terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Adventia (2016). Perusahaan perabotan mengalami masalah dengan barang yang menjadi cacat akibat pekerja yang tidak memperhatikan proses bongkar muat barang.

Permasalahan banyaknya frekuensi keluar masuk barang dapat diselesaikan dengan menggunakan algoritma. Dalam hal ini terdapat dua permasalahan yang perlu untuk diselesaikan. Permasalahan tersebut antara lain adalah cara untuk meletakkan barang di dalam truk dan juga rute serta kapasitas dari truk tersebut. Sampai saat ini belum ditemukan penelitian yang membahas masalah sejenis yaitu masalah *forward and reverse logistic* dengan batasan tipe truk satu pintu. Adapun permasalahan serupa dapat dilihat pada permasalahan distribusi kontainer pada kapal kargo. Permasalahan tersebut memiliki persamaan pada proses bongkar muat kontainer. Ketika kapal kargo telah sampai pada tujuannya, kapal tersebut akan mengeluarkan beberapa kontainer yang ada pada kapal kemudian memasukkan beberapa kontainer baru ke dalam kapal. Kontainer baru tersebut akan menutupi kontainer yang ada di bawahnya. Jika kontainer tidak disusun dengan baik, maka kontainer yang seharusnya diturunkan pada pemberhentian selanjutnya dapat tertutup oleh kontainer yang baru tersebut. Namun permasalahan distribusi kontainer pada kapal kargo tersebut bukan merupakan permasalahan *forward and reverse logistic* melainkan permasalahan *forward logistic* sehingga metode penyelesaian yang digunakan belum tentu dapat digunakan pada permasalahan *forward and reverse logistic*.

Dalam jurnal yang disusun oleh Pollaris et al. (2014), dikatakan bahwa terdapat lima jenis batasan *loading* yang dimiliki oleh *vehicle routing problem* (VRP). Salah satu batasan tersebut adalah *positioning constraint* untuk *cargo-related constraints*. Dalam batasan tersebut, dijelaskan bahwa peletakan barang dalam kendaraan harus dispesifikasi kembali mengenai batasan absolut dan relatifnya. Menurut Pollaris et al. (2014), batasan absolut akan membatasi area dalam kendaraan, dimana barang tidak dapat diletakan sedangkan batasan relatif akan membatasi peletakan barang relatif dengan barang lainnya. Pollaris et al. (2014) juga menyatakan bahwa dalam kondisi banyaknya tempat pemberhentian, dibutuhkan *sequence-based loading*. Pollaris et al. (2014) mengatakan, *Sequence-based loading* merupakan kombinasi antara batasan relatif dan batasan absolut. Hal tersebut dilakukan untuk memastikan bahwa barang akan disusun

sedemikian rupa sehingga tidak akan menghalangi barang yang akan keluar pertama kali. Namun hal tersebut akan menjadi masalah baru ketika terdapat barang baru yang masuk ketika barang pertama telah dikirimkan. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *hybrid algorithm* seperti *packing first routing second* (P1R2) oleh Bortfeldt dan Homberger (2013). Menurut Bortfeldt dan Homberger (2013), proses pengepakan dan transportasi merupakan proses yang dapat menunjukkan tingkat ketergantungan yang tinggi. Oleh karena itu, sangat penting untuk kedua proses tersebut harus dapat diselesaikan seefisien mungkin dengan kualitas terbaik. Namun dalam penyelesaiannya, metode P1R2 yang digunakan oleh Bortfeldt dan Homberger (2013) tidak memperhitungkan batasan mengenai barang yang akan dimasukkan kembali ke dalam truk untuk sistem distribusi *forward and reverse logistic*. Metode P1R2 digunakan oleh Bortfeldt dan Homberger (2013) dengan alasan bahwa keselamatan barang menjadi prioritas utama dibandingkan biaya *routing*. Oleh karena itu akan dilakukan modifikasi terhadap metode P1R2.

Modifikasi yang dilakukan terhadap metode P1R2 dilakukan dengan mengubah tahapan penyelesaian masalah, yaitu dengan melakukan *routing* terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan *packing*. Permasalahan *routing* akan diselesaikan dengan menjadikan masalah tersebut menjadi VRP-SDP dengan menggunakan metode pendekatan *branch-and-cut* oleh Rieck dan Zimmermann (2013). Penyelesaian masalah *routing* dengan menggunakan VRP-SDP dilakukan karena masalah *routing* yang akan diselesaikan sesuai dengan gambaran masalah VRP-SDP yang diteliti oleh Rieck dan Zimmermann (2013). Metode pendekatan *branch-and-cut* Rieck dan Zimmermann (2013) yang digunakan terhadap set data Gehring dan Homberger menghasilkan waktu proses komputasi yang baik untuk digunakan pada aplikasi nyata. Ukuran performansi yang digunakan adalah total biaya yang perlu dikeluarkan. Performansi dari metode yang digunakan oleh Rieck dan Zimmermann (2013) juga lebih baik dibandingkan dengan penelitian serupa yang dilakukan oleh Chen dan Wu pada tahun 2006 dan Dethloff pada tahun 2001. Permasalahan *packing* akan diselesaikan dengan menggunakan sebuah algoritma *packing* yang dapat mencari sebuah solusi tunggal posisi dan jumlah perpindahan berdasarkan rute yang telah didapatkan. Kemudian algoritma tersebut dimodifikasi dengan menggunakan *genetic algorithm* (GA) untuk dapat mencari solusi lain yang mungkin lebih optimum jika

dibandingkan dengan menggunakan algoritma *packing* saja. GA dipilih karena GA merupakan salah satu algoritma yang paling tua dan dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai tipe permasalahan yang ada. Menurut Bajpai dan Kumar (2010), GA merupakan salah satu algoritma terbaik untuk menyelesaikan suatu masalah dikarenakan konstruksi yang umum dan bekerja dengan baik di area pencarian manapun. Menurut Bhattacharjya (2013), dalam GA terdapat beberapa parameter yang digunakan yaitu jumlah populasi, jumlah iterasi sebagai *stopping criteria*, mutasi, *elitism*, dan *croosover*. Parameter tersebut dapat mempengaruhi performansi dari algoritma yang dirancang. Oleh karena itu perlu diketahui parameter-parameter apa saja yang mempengaruhi algoritma yang dimodifikasi dengan GA. Proses *routing* dilakukan terlebih dahulu dengan tujuan bahwa proses *routing* menjadi prioritas utama untuk di minimalisi. Proses *packing* akan disesuaikan dengan rute yang diperoleh dari proses *routing*. Hal tersebut dilakukan karena *reverse logistic* pada umumnya dilakukan untuk mengambil barang-barang cacat yang perlu diperbaiki.

Berdasarkan uraian tersebut akan disusun beberapa rumusan masalah untuk diselesaikan dengan penelitian ini. Rumusan masalah tersebut antara lain adalah:

1. Bagaimana rangkaian algoritma *Routing First Packing Second* yang digunakan untuk menyelesaikan masalah distribusi sistem *forward and reverse logistic* dengan batasan tipe truk satu pintu?
2. Parameter apa saja yang berpengaruh terhadap algoritma *packing* yang telah dimodifikasi dengan menggunakan GA untuk menyelesaikan masalah distribusi sistem *forward and reverse logistic* dengan batasan tipe truk satu pintu?
3. Bagaimana performansi dari rangkaian algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan masalah distribusi *forward and reverse logistic* dengan batasan tipe truk satu pintu?

I.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan memiliki batasan dan asumsi untuk permasalahan. Hal tersebut dilakukan untuk memfokuskan masalah yang akan diteliti. Batasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan terhadap permasalahan *forward and reverse logistic* tipe truk satu pintu dengan ukuran panjang sebesar enam meter, lebar 2,2 meter dan tinggi 2,3 meter.
2. Set data yang digunakan untuk permasalahan *routing* menggunakan set data Rieck dan Zimmermann (2013)
3. Proses simulasi dilakukan dengan menggunakan spesifikasi komputer sebagai berikut, *operating system* Windows 10 Pro 64-bit, *processor* Intel Core i&-8550U, RAM sebesar 8192MB, *Graphic Card* AMD Radeon 520 dengan memori total sebanyak 6068 MB.
Ada pula asumsi untuk permasalahan ini adalah:
 1. Permasalahan *loading* akan menggunakan batasan ruangan tiga dimensi.
 2. Bentuk barang yang akan dimuat berbentuk kotak dengan ukuran panjang , lebar , tinggi dengan tingkat kepentingan barang adalah sama.
 3. Terdapat separator di dalam kontainer yang digunakan untuk menyeimbangkan barang.

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah:

1. Mengetahui rangkaian algoritma yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah *forward and reverse logistic* dengan batasan tipe truk satu pintu.
2. Mengetahui parameter apa saja yang berpengaruh terhadap algoritma *packing* yang dimodifikasi dengan menggunakan GA untuk menyelesaikan masalah sistem *forward and reverse logistic* dengan batasan tipe truk satu pintu.
3. Mengetahui ukuran performansi dari rangkaian algoritma yang digunakan untuk menyelesaikan masalah *forward and reverse logistic* dengan batasan tipe truk satu pintu.

I.5 Manfaat Penelitian

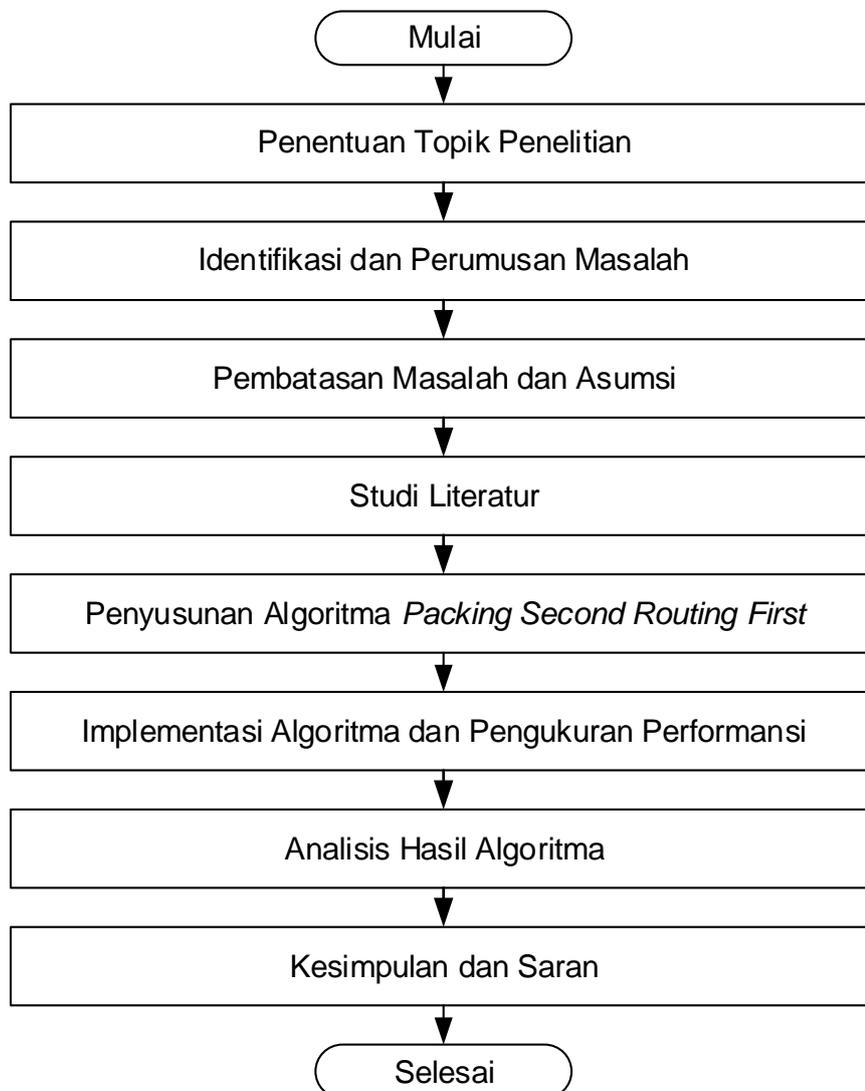
Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan adalah:

1. Mendapatkan rangkaian algoritma yang dapat digunakan untuk meningkatkan performansi *reverse logistic*

2. Mengembangkan kemampuan untuk bisa mengidentifikasi masalah, menganalisis dan menyelesaikan masalah.
3. Mengembangkan penelitian sehingga dapat memberikan referensi untuk penelitian sejenis selanjutnya.

I.6 Metodologi Penelitian

Subbab ini akan menjelaskan mengenai langkah-langkah penelitian. Terdapat 12 langkah penelitian yang dimulai dari penentuan topik penelitian, identifikasi dan perumusan masalah, hingga kepada kesimpulan dan sarang. Diagram alir untuk metode penelitian dapat dilihat pada Gambar I.2.



Gambar I.2 Metode Penelitian

1. Penentuan Topik Penelitian
Topik penelitian ditentukan berdasarkan permasalahan yang ada pada sistem *forward and reverse logistic* di Indonesia.
2. Identifikasi dan Perumusan Masalah
Identifikasi dilakukan untuk mengetahui permasalahan apa yang terjadi dalam sistem *forward* dan *reverse logistic*. Selain itu juga akan dijelaskan mengenai cara penyelesaian permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini. Berdasarkan identifikasi masalah tersebut dapat diketahui rumusan masalah yang akan diselesaikan.
3. Pembatasan Masalah dan Asumsi
Pembatasan masalah dan asumsi penelitian dilakukan untuk dapat memfokuskan penelitian pada masalah yang akan diselesaikan.
4. Studi Literatur
Studi literatur dilakukan untuk mengetahui landasan teori yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini.
5. Penyusunan Algoritma *Routing First Packing Second*
Penyusunan algoritma *routing* akan dilakukan dengan menjadikan masalah *routing* sebagai masalah VRP-SDP. Algoritma yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah algoritma *branch-and-cut* yang dikembangkan oleh Rieck dan Zimmermann (2013). Selanjutnya akan dilakukan verifikasi dan validasi dengan membandingkan hasil dari algoritma *routing* yang telah dibuat dengan hasil dari algoritma lain yang telah menyelesaikan masalah yang sama. Kemudian penyusunan algoritma *packing* akan dilakukan dengan menjadikan masalah *loading* dalam bentuk tiga dimensi. Batasan yang digunakan pada algoritma yang akan disusun adalah hasil yang didapatkan dari algoritma *routing* serta kapasitas kendaraan. Selanjutnya verifikasi dan validasi algoritma *loading* dilakukan dengan melakukan simulasi dari algoritma tersebut. Simulasi dilakukan untuk mengetahui apakah algoritma yang dibuat dapat diimplementasikan pada kendaraan.
6. Implementasi Algoritma dan Pengukuran Performansi

Implementasi algoritma dilakukan untuk mengetahui apakah algoritma yang telah disusun dapat menyelesaikan permasalahan *forward* dan *reverse logistic* dengan batasan tipe truk satu pintu. Selain itu, implementasi juga dilakukan untuk mengetahui parameter-parameter yang berpengaruh dalam algoritma serta performansinya.

7. Analisis Hasil Algoritma

Dilakukan analisis terhadap langkah-langkah penyusunan algoritma dan hasil dari algoritma yang telah disusun. Selain itu juga akan dilakukan analisis terhadap parameter-parameter yang digunakan dalam algoritma R1P2.

8. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan diberikan kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah yang telah dibuat berdasarkan penelitian yang telah dilakukan. Selanjutnya akan diberikan saran-saran yang dapat mendukung penelitian selanjutnya.

I.7 Sistematika Penulisan

Pada subbab ini akan dijelaskan sistematika penulisan pada penelitian skripsi penyusunan algoritma *routing first packing second* untuk menyelesaikan masalah distribusi *forward* dan *reverse logistic* kontainer satu pintu. Berikut ini merupakan sistematika penulisan.

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan terdiri dari latar belakang masalah, identifikasi dan rumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi kerja penelitian, dan sistematika penulisan. Pada bab ini dijelaskan mengenai alasan penelitian ini dilakukan dan penentuan tujuan penelitian ini dilakukan. Selain itu juga terdapat metodologi penelitian yang akan menjelaskan bagaimana penelitian ini dilaksanakan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi teori-teori yang digunakan untuk melaksanakan penelitian. Teori tersebut dapat berupa metode yang digunakan, ataupun pengertian mengenai beberapa dasar penelitian ini dilakukan.

BAB III PERANCANGAN ALGORITMA

Pada bab perancangan algoritma akan dijelaskan mengenai algoritma *routing first packing second* yang digunakan untuk menyelesaikan masalah. Permasalahan *routing* akan diselesaikan dengan menggunakan metode *exact branch and cut* sedangkan permasalahan *packing* akan diselesaikan dengan menggunakan algoritma *packing* yang dimodifikasi dengan *genetic algorithm*. Selain itu juga akan dilakukan proses verifikasi dan validasi terhadap algoritma yang telah dirancang.

BAB IV IMPLEMENTASI ALGORITMA

Pada bab implementasi algoritma dilakukan proses verifikasi dan validasi program yang akan digunakan untuk menyelesaikan algoritma yang telah dirancang. Selain itu juga dilakukan proses penentuan parameter untuk diterapkan terhadap *genetic algorithm*.

BAB V ANALISIS

Pada bab ini akan dijelaskan analisis mengenai proses perancangan algoritma. Analisis juga akan diberikan terhadap proses implementasi algoritma. Terakhir akan dilakukan analisis terhadap kelebihan dan kekurangan algoritma.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil dari penelitian yang telah dilakukan. Hasil penelitian ini akan menjawab tujuan penelitian yang telah dirumuskan pada subbab I.4. Selain kesimpulan, akan dibahas pula mengenai saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya.