

**PENERAPAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM*
UNTUK EFISIENSI BIAYA DAN WAKTU PADA
PROSES PENGANGKUTAN BARANG DI PT PATRIA
MARITIME PERKASA**

SKRIPSI



Oleh :

Syah Fery Zaki Sumbara

160410016

**PRODI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
TAHUN 2020**

**PENERAPAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM* UNTUK
EFISIENSI BIAYA DAN WAKTU PADA PROSES
PENGANGKUTAN BARANG DI PT PATRIA
MARITIME PERKASA**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana**



**Oleh :
Syah Fery Zaki Sumbara
160410016**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
TAHUN 2020**

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tanga dibawah ini saya:

Nama : Syah Fery Zaki Sumbara

NPM/NIP : 160410016

Fakutas : Teknik dan Komputer

Program Studi : Teknik Industri

Menyatakan bahwa “**Skripsi**” yang saya buat dengan judul

**“PENERAPAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM* UNTUK EFISIENSI
BIAYA DAN WAKTU PADA PROSES PENGANGKUTAN BARANG DI
PT PATRIA MARITIME PERKASA”**

Adalah hasil karya sendiri dan bukan “duplikasi” dari karya orang lain. Sepengetahuan saya, didalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip didalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia naskah skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari orang lain.

Batam, 17 Februari 2020

Syah Fery Zaki Sumbara

160410016

**PENERAPAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM* UNTUK EFISIENSI
BIAYA DAN WAKTU PADA PROSES PENGANGKUTAN BARANG DI
PT PATRIA MARITIME PERKASA**

SKRIPSI
Untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana

Oleh
Syah Fery Zaki Sumbara
160410016

Telah disetujui oleh Pembimbing pada tanggal
seperti tertera di bawah ini

Batam, 17 Februari 2020

Ganda Sirait, S.Si., M.Si.
Pembimbing

ABSTRAK

Di era perkembangan industri ini perusahaan-perusahaan pembuat kapal gencar untuk selalu berinovasi agar kapal dapat selesai tepat waktu dan semakin berkualitas. Inovasi yang gencar dilakukan oleh perusahaan pembuat kapal saat ini yaitu salah satunya tentang efisiensi waktu dan biaya dalam pembuatan kapal salah satunya adalah pada proses pendistribusian barang menggunakan alat angkut. PT Patria Maritim Perkasa dalam mendistribusikan material untuk pembuatan tongkang menggunakan alat angkut *Wheel Loader* dengan kapasitas 10 ton. Banyaknya material serta proses distribusi perusahaan masih menggunakan cara pengiriman konvensional yaitu pengiriman secara langsung mengakibatkan pergerakan untuk pendistribusian barang ke tongkang menjadi tidak efisien. Permasalahan ini dikategorikan kedalam *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan solusi rute distribusi. Pendekatan dengan metode *saving matrix* yaitu untuk membuat rute distribusi alat angkut-angkut baru yang lebih optimum. Dari penerapan metode *saving matrix* didapatkan rute distribusi baru yaitu G-T2-T3-T4-T7-G dan G-T5-T6-T1-G. Setelah penerapan rute baru diperoleh data pembandingan sebelum dan sesudah, dimana jarak tempuh distribusi lama sebesar 27,82 km penurunan menjadi sebesar 16,85 km diperoleh penghematan sebesar 39,43%. Sedangkan untuk waktu distribusi semula 11,88 jam menurun menjadi 5,44 jam diperoleh penghematan sebesar 54,2%. Adanya penurunan jarak dan waktu distribusi mengakibatkan biaya distribusi menjadi rendah. Biaya semula dalam satu hari adalah sebesar Rp. 3.003.980 turun menjadi Rp. 1.470.110 diperoleh penghematan sebesar 51,06% atau sama dengan Rp. 1.533.870. maka dalam satu bulan biaya distribusi dapat dihemat sebesar Rp. 38.346.750.

Kata kunci : Distribusi, *Vehicle Routing Problem* (VRP), *Saving Matrix*

ABSTRACT

In this era of industrial development shipbuilding companies are incessant to always innovate so that ships can be finished on time and of higher quality. Innovations that are intensively carried out by shipbuilding companies today, one of which is about the efficiency of time and cost in shipbuilding, one of which is in the process of distributing goods using a lifting equipment. PT Patria Maritim Perkasa in distributing materials for the manufacture of barges using a Wheel Loader lifting equipment with a capacity of 10 tons. The number of materials and the company's distribution process still uses conventional shipping methods, namely direct shipping which causes the movement of goods to barge to be inefficient. These problems are categorized into Vehicle Routing Problems (VRP) with distribution route solutions. The approach to saving matrix method is to create a more optimum new lifting and distribution route. From the application of the saving matrix method, a new distribution route is obtained, namely G-T2-T3-T4-T7-G and G-T5-T6-T1-G. After the application of the new route, the comparative data obtained before and after, where the old distribution distance of 27,82 km decreased to 16,85 km obtained savings of 39,43%. Whereas for the initial distribution time of 11.88 hours decreased to 5.44 hours obtained savings of 54,2%. A decrease in distribution distance and time results in lower distribution costs. Initial cost in one day is Rp. 3,003,980 dropped to Rp. 1,470.110 obtained savings of 51.06% or equal to Rp. 1,533.870. then in one month distribution costs can be saved as much as Rp. 38.346.750.

Keywords : *Distribution, Vehicle Routing Problem (VRP), Saving Matrix*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “Penerapan *Vehicle Routing Problem* Untuk Efisiensi Biaya dan Waktu Pada Proses Pengangkutan Barang di Pt Patria Maritime Perkasa”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri Universitas Putera Batam.

Skripsi ini disusun agar dapat menambah wawasan dan pemahaman pembaca untuk mengetahui tentang suatu penerapan *vehicle routing problem* yaitu salah satunya metode *Saving Matrix* untuk optimasi waktu dan biaya pada proses pengangkutan barang di perusahaan PT. Patria Maritim Perkasa. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama penyelesaian Skripsi ini. Ucapan terima kasih, penyusun sampaikan kepada yang terhormat :

1. Ibu Dr. Nur Elfi Husda, S.Com., M.SI, selaku Rektor Universitas Putera Batam.
2. Dekan Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Putera Batam.
3. Bapak Welly Sugianto S.T, M.M, selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam.
4. Bapak Ganda Sirait, S.Si., M.SI selaku dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan segala masukan dan bimbingan dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi.
5. Ibu Anggia Arista, S.Si., M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam.
6. Dosen dan Staff Universitas Putera Batam.
7. Kedua orang tua dan Seluruh Keluarga, yang tidak henti-hentinya selalu mendoakan dan memberikan dorongan moril maupun materil.
8. Bapak Khoirul Hadi selaku *General Manager* PT. Patria Maritim Perkasa.
9. Bapak Zuhariansyah selaku kepala *Dept Facility* yang telah memberikan izin penelitian.

10. Seluruh Staff dan karyawan PT. Patria Maritim Perkasa.
11. Teman-teman Teknik Industri angkatan 2016 juga seluruh keluarga besar Teknik Industri Universitas Putera Batam. Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi ini.
12. Serta masih banyak pihak yang tak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna dan tak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pihak manapun guna perbaikan karya selanjutnya. Semoga Skripsi ini bermanfaat bagi kalangan Civitas Akademika dan PT. Patria Maritim Perkasa.

Batam, 17 Februari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN JUDUL	
SURAT PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR RUMUS	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat penelitian	5
1.6.1 Manfaat secara teoritis.....	5
1.6.2 Manfaat secara praktis	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Teori Dasar	6
2.1.1 <i>Supply Chain Management</i>	6
2.1.2 Efisiensi	6
2.1.3 Distribusi	7
2.1.4 Transportasi	9
2.1.5 <i>Material Handling Equipment</i>	10
2.1.6 <i>Wheel Loader</i>	11
2.1.7 <i>Vehicle Routing Problem (VRP)</i>	12

2.1.8	Jenis – jenis VRP.....	14
2.1.9	<i>Metode Saving Matrix</i>	15
2.1.10	<i>Metode Nearest Neighbor</i>	17
2.2	Penelitian Terdahulu.....	18
2.3	Kerangka Berfikir.....	22
BAB III METODE PENELITIAN		23
3.1	Desain Penelitian	23
3.2	Variabel Penelitian	24
3.3	Populasi dan Sampel	24
3.3.1	Populasi	24
3.3.2	Sampel	24
3.4	Teknik Pengumpulan Data	24
3.4.1	Data primer.....	24
3.4.2	Data sekunder	25
3.5	Metode Analisis Data	25
3.6	Lokasi Penelitian	28
3.7	Jadwal Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Profil Perusahaan.....	30
4.2	Hasil Penelitian.....	31
4.2.1	Uji kecukupan Data.....	33
4.2.2	Penentuan Jarak, Waktu dan Biaya Sebelum Menggunakan <i>Metode Saving Matrix</i>	334
4.2.3	Jarak, Waktu dan Biaya Setelah Menggunakan <i>Metode Saving Matrix</i> 411	
4.2.4	Perbandingan Jarak dan Waktu sebelum dan setelah menggunakan <i>Metode Saving Matrix</i>	554
4.1	Pembahasan	566
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		588
5.1	Kesimpulan.....	588
5.2	Saran	599

DAFTAR PUSTAKA

Lampiran 1. Pendukung Penelitian

Lampiran 2. Iterasi *Saving Matrix*

Lampiran 3. Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 4. Surat Keterangan Penelitian

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. Error! No text of specified style in document. <i>Wheel Loader</i>	12
Gambar 2.2 Kerangka Berfikir	22
Gambar 3.1 Desain Penelitian	23
Gambar 4.1 Struktur Organisasi	30
Gambar 4.2 Layout Area Fabrikasi Tongkang	31

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	18
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	29
Tabel 4.1 Data material pembuatan satu tongkang	32
Tabel 4.2 Jarak Gudang ke Kapal Tongkang	34
Tabel 4.3 Perhitungan jarak gudang ke kapal	35
Tabel 4.4 Data waktu <i>Loading</i> (detik)	35
Tabel 4.5 Waktu Perjalanan	37
Tabel 4.6 Waktu Distribusi	38
Tabel 4.7 Hasil perhitungan waktu total distribusi	38
Tabel 4.8 Data Gaji Karyawan	39
Tabel 4.9 Biaya Variabel (<i>variable cost</i>)	40
Tabel 4.10 Metriks jarak	44
Tabel 4.11 Matriks penghematan	45
Tabel 4.12 Urutan Nilai <i>Saving</i>	45
Tabel 4.13 Pengalokasian Rute	47
Tabel 4.14 Metriks Jarak Node T2,T3,T4,T7	47
Tabel 4.15 Metriks Jarak Node T5,T6,T1	48
Tabel 4.16 Rute berdasarkan metode <i>nearest neighbor</i>	49
Tabel 4.17 Rute alat angkut area tongkang	49
Tabel 4.18 Perbandingan jarak,waktu dan biaya distribusi	55

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Waktu Siklus Pengiriman	10
Rumus 2.2 <i>Saving Matrix</i>	16
Rumus 3.1 Rumus jumlah data teoritis	25
Rumus 3.2 Waktu distribusi	26
Rumus 3.3 Waktu <i>loading</i>	26
Rumus 3.4 Waktu Perjalanan	27
Rumus 3.5 <i>Saving matrix</i>	27
Rumus 3.6 Efisiensi	28

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia yang merupakan negara dengan lautan yang luas, alat transportasi laut sangat banyak diperlukan untuk kelancaran sistem, baik dari segi logistik maupun penumpang. Galangan kapal merupakan salah satu industri yang berperan penting dalam pembangunan infrasktruktur transportasi air Indonesia yaitu dengan membuat kapal. Di era perkembangan industri ini perusahaan-perusahaan pembuat kapal gencar untuk selalu berinovasi agar kapal dapat selesai tepat waktu dan semakin berkualitas. Inovasi yang gencar dilakukan oleh perusahaan pembuat kapal saat ini yaitu salah satunya tentang efisiensi waktu dan biaya dalam pembuatan kapal.

Efisiensi adalah tingkat kehematan dalam memanfaatkan sumber daya yang ada dalam rangka mencapai tujuan yang diinginkan. Efisiensi itu sendiri terbagi menjadi dua, yaitu efisiensi waktu dan efisiensi biaya. Efisiensi waktu adalah tingkat kehematan dalam hal waktu saat pelaksanaan hingga kapan proyek itu dinyatakan selesai. Sedangkan efisiensi biaya merupakan tingkat kehematan dan pengorbanan ekonomi yang dilakukan demi tercapai tujuan yang telah ditetapkan (Sugiarto, 2013). Efisiensi waktu dan biaya terhadap aktivitas operasional yaitu tingkat kehematan waktu dan biaya yang diperlukan untuk mendukung kelancaran proses produksi. Salah satunya adalah pada proses pendistribusian barang menggunakan alat angkut.

Distribusi merupakan proses memindahkan atau pengangkatan barang dari satu tempat ke tempat yang lain dalam jarak yang sudah ditentukan. Proses distribusi yang tepat sangat berperan penting dalam keberhasilan perusahaan. Dalam pembuatan kapal sebagian besar proses pengangkatan menggunakan alat bantu karena ukuran dan berat material yang tidak memungkinkan dilakukan pengangkatan secara manual. Terdapat banyak aktivitas pengangkatan dalam proses pembuatan kapal karena proses pembuatan kapal yang mengharuskan material dan peralatan untuk diantar ke lokasi produk dibuat. Galangan kapal yang membuat kapal di kota Batam salah satunya yaitu PT Patria Maritim Perkasa.

PT Patria Maritim Perkasa merupakan perusahaan anak cabang dari perusahaan Astra international yang pertama kali bergerak dalam industri perkapalan. PT. Patria Maritim Perkasa yang sudah berdiri sejak 2012 sampai sekarang ini sudah memproduksi beberapa jenis kapal seperti *barge* atau tongkang, *tugboat*, kapal ikan, *oil barge* dan kapal bank yang ditempatkan pada pulau Nusa Tenggara Timur. Tongkang merupakan produk yang paling banyak di produksi untuk saat ini. aktivitas operasional untuk mengangkat barang dalam pembuatan kapal perusahaan ini menggunakan alat angkat angkut *Wheel Loader* dan *forklift*.

Wheel Loader dan *forklift* merupakan alat bantu atau unit mesin yang digunakan untuk proses pemindahan barang dari gudang maupun dari tempat persiapan bahan untuk didistribusikan ke lokasi fabrikasi kapal. PT. Patria Maritim Perkasa mempunyai armada *Wheel Loader* sebanyak 2 unit berkapasitas 10 ton. Sedangkan untuk unit *forklift* mempunyai sebanyak 2 unit dengan kapasitas 10 ton

dan 3 ton. Unit *Wheel Loader* beroperasi untuk area fabrikasi sedangkan *forklift* tidak beroperasi untuk lokasi fabrikasi melainkan untuk di area gudang. *Wheel Loader* dan *forklift* pada perusahaan ini ditentukan batas angkut barang yaitu 70 persen dari kapasitas angkut untuk keamanan operator, material dan alat angkut itu sendiri.

Pengiriman barang yang berat seperti material plat untuk pembuatan *bottom* dan *chain* dari gudang menuju tempat fabrikasi dirasa sangat lambat karena perusahaan masih menggunakan cara pengiriman konvensional yaitu pengiriman secara langsung berdasarkan permintaan pada hari itu. Oleh karena itu hal ini mengakibatkan pendistribusian barang ke kapal tongkang menjadi tidak efisien, dimana untuk pendistribusian 553,5 ton material *bottom* dan *chain* membutuhkan waktu selama 297 jam selama schedule 25 hari kerja dan dapat dilihat dari semakin panjangnya jarak tempuh rute distribusi alat karena harus bolak-balik ke gudang sebesar 695,5 km selama schedule 25 hari kerja. Permintaan barang dalam waktu yang hampir bersamaan tidak diimbangi dengan kapasitas alat angkut yang bisa memuat 7 ton dan jumlah armada alat angkat-angkut sebanyak 2 unit *wheel loader*, juga belum adanya rute distribusi yang jelas mengakibatkan lini fabrikasi harus menunggu cukup lama barang datang dari pendistribusian ke titik fabrikasi yang lain karena antrian pengangkatan yang lama dan operator hanya menjalankan sesuai permintaan *subcontractor*.

Vehicle Routing Problem (VRP) berkaitan dengan penentuan rute operasional untuk permasalahan pendistribusian barang, material atau produk yang melibatkan lebih dari satu alat angkut dengan kapasitas tertentu untuk

melayani sejumlah pelanggan dengan permintaannya masing-masing . (Prasetyo et al., 2017). Banyak metode yang bisa digunakan dalam penyelesaian masalah VRP salah satunya adalah metode *Saving Metrix*. Pada metode *Saving Metrix* menentukan penugasan kendaraan yang tepat dan rute yang terbaik dilalui kendaraan, Dari permasalahan itu peneliti menggambil judul pelitian penerapan *Vehicle Routing problem* untuk efisiensi biaya dan waktu pada proses pengangkutan barang di PT. Patria Maritim Perkasa.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang permasalahan dapat diidentifikasi banyaknya kebutuhan pengangkutan karena meningkatnya proyek bangunan kapal dituntut agar tetap menjaga biaya operasional tetap rendah. Namun dengan metode pengangkutan yang masih konvensional, proses pengangkutan barang memiliki banyak kelemahan diantaranya adalah,

1. Jarak dan waktu pengiriman barang yang cenderung lama kurang optimal karena proses distribusi konvensional yaitu secara langsung berdasarkan permintaan *subcontractor* di hari itu.
2. Dengan kondisi tersebut konsumsi bahan bakar akan meningkat karena pergerakan alat yang tidak efisien.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penerapan *vehicle routing problem*

1. Penelitian dilakukan pada proyek tongkang pada proses fabrikasi *bottom* dan *chain panel*.
2. Penelitian menggunakan *metode saving matrix*.

1.4 Rumusan Masalah

1. Bagaimana menyelesaikan *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan menggunakan metode *saving matrix* di PT. Patria Maritim Perkasa?
2. Apakah dengan penerapan metode *saving matrix* pada *Vehicle Routing Problem* (VRP) dapat menurunkan waktu distribusi barang dan biaya operasional?

1.5 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui penyelesaian masalah *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan menggunakan metode *saving matrix* di PT. Patria Maritim Perkasa.
2. Untuk mengetahui penerapan metode *saving matrix* pada *Vehicle Routing Problem* (VRP) dapat menurunkan waktu distribusi barang dan biaya operasional.

1.6 Manfaat penelitian

1.6.1 Manfaat secara teoritis

1. Menambah wawasan pada pekerja perusahaan tentang menentukan solusi permasalahan pada rute yang efisien pada alat angkut angkut.
2. Menambah pengetahuan bagi peneliti tentang penggunaan metode VRP
3. Menjadikan referensi bagi pembaca mengenai penggunaan metode VRP

1.6.2 Manfaat secara praktis

1. Menurunkan biaya operasional pada alat angkut angkut di perusahaan.
2. Menurunkan waktu distribusi barang dari gudang ke area fabrikasi.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Teori Dasar

2.1.1 *Supply Chain Management*

Supply Chain (rantai pasok) dapat di definisikan sebagai jaringan proses yang rumit dari hubungan yang mempertahankan organisasi dengan rekan bisnisnya untuk mendapatkan sumber-sumber produksi untuk disampaikan kepada konsumen sebagai tahapan paling hilir (Primadasa, 2018).

Supply Chain Management (SCM) adalah ilmu yang mengkaji lebih mendalam tentang efisiensi dan efektifitas aliran distribusi barang, informasi yang penting dan aliran pendanaan yang terjadi secara simultan sehingga dapat menyatukan *supply chain management* dengan pihak yang terlibat (Vistasusanti & Kindangen, 2017). Didalam *Supply Chain Management* meliputi manajemen material dengan keseluruhan prosesnya, memberikan orientasi kepada tahapan proses untuk pengadaan, memproduksi, dan mendistribusikan produk kepada konsumen.

2.1.2 Efisiensi

Efisiensi dapat diartikan sebagai upaya penggunaan input yang sekecil-kecilnya untuk mendapatkan hasil yang sebesar-besarnya. Penggunaan input ini dapat dicari dengan melihat nilai tambah dari satu-satunya biaya dari input yang digunakan dengan satuan-satuan perbaikan yang dihasilkan (Aumora, Bakce, & Dewi, 2016). Efisiensi merupakan kajian tentang perbandingan antara input dan output, hal ini mengimplementasikan jika ketika rasio output-input besar maka

dinyatakan mempunyai efisiensi yang tinggi. Efisiensi terbagi menjadi dua yaitu efisiensi waktu dan efisiensi biaya.

1. Efisiensi waktu adalah tingkat kehematan dalam hal waktu dari suatu kegiatan dimulai hingga kapan proyek itu berakhir. Dengan mengefisienkan waktu pekerjaan akan selesai tepat waktu dan bisa semakin cepat.
2. Efisiensi biaya adalah tingkat kehematan terhadap modal ekonomi yang dikeluarkan guna tercapainya tujuan yang sudah ditetapkan. Efisiensi waktu akan sangat berpengaruh terhadap efisiensi biaya karena biaya operasional akan lebih sedikit jika waktu yang digunakan singkat. Peningkatan efisiensi biaya menyangkut dengan perhitungan setiap rupiah yang dikeluarkan harus diperhitungkan tingkat manfaatnya untuk perusahaan.

2.1.3 Distribusi

Distribusi merupakan suatu proses pengiriman barang dari gudang menuju *Costumer*. Saluran dalam pendistribusian harus tepat agar tercapai pengiriman dengan jumlah yang tepat dari material yang tepat, dalam kondisi yang tepat, pada tempat yang tepat dan waktu yang tepat. Distribusi sering didiskripsikan dalam satu dari pokok pemasaran (4P) yaitu *price, place, product, promotion* dengan menempatkan produk pada tempat yang seharusnya ketika pembelian. Kegiatan distribusi atau transportasi bisa dilakukan oleh perusahaan dengan membentuk bagian transportasi tersendiri atau diserahkan kepada pihak ketiga. Dalam upaya memenuhi hal tersebut, siapapun yang menjalankan manajemen distribusi dan

transportasi pada umumnya melaksanakan beberapa fungsi dasar yang terdiri dari (Sodikin, 2014):

1. Melakukan segmentasi dan menentukan target *service level*.
2. Menentukan mode transportasi yang digunakan.
3. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman.
4. Menentukan penjadwalan dan penentuan rute penelitian.
5. Memberikan pelayanan bernilai tambah.
6. Menyimpan persediaan
7. Menangani pengembalian (*return*)

Distribusi meliputi semua aspek dalam pengiriman barang kepada agen. Distribusi merupakan bagian dari *material handling*, karena perpindahan material untuk setiap titik dan setiap saat. Ada beberapa permasalahan yang sering muncul dalam distribusi berkaitan dengan optimisasi jaringan distribusi antara lain (Sudjono & Noor, 2011):

1. Titik Depot

Dalam manajemen distribusi, pasti ada istilah depot yaitu setiap tempat yang digunakan untuk menyimpan dan menyediakan barang hasil produksi. Dalam hal ini lokasi depot dapat diartikan sebagai titik depot. Kesesuaian posisi titik depot akan sangat menentukan kelancaran terhadap kegiatan distribusi barang, sehingga barang dapat sampai pada konsumen tepat pada waktunya.

2. Penentuan rute dan jadwal pengiriman

Salah satu hal yang menjadi keputusan terpenting dalam manajemen distribusi adalah penentuan jadwal serta rute pengiriman dari satu titik ke beberapa titik tujuan. Keputusan seperti ini sangat penting bagi suatu perusahaan yang mengirimkan barangnya dari satu titik ke berbagai titik yang tersebar di sebuah kota, karena sangat berpengaruh terhadap biaya pengiriman. Namun biaya bukanlah satu-satunya faktor yang perlu dipertimbangkan dalam proses distribusi. Selain itu dalam menentukan jadwal dan rute sering kali juga harus mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti kapasitas kendaraan dan batas waktu pengiriman

2.1.4 Transportasi

Manajemen transportasi adalah kegiatan yang dilaksanakan oleh bagian transportasi dalam organisasi industri atau perdagangan dan jasa lain (*manufacturing business and service*) untuk memindahkan atau mengangkut barang atau penumpang dari satu lokasi ke lokasi yang lain secara efektif dan efisien (Yuniarti & Astuti, 2013). Dalam melakukan upaya Biaya transportasi yaitu biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk mendistribusikan produk maupun material yang akan dilakukan proses berikutnya.

Biaya transportasi dibagi menjadi dua yaitu biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya berubah (*variable cost*). *Fixed cost* bisa berupa biaya administrasi, biaya sewa kendaraan, depresiasi moda transportasi, biaya gaji operator, dan lain-lain. Sedangkan untuk *variable cost* bisa berupa biaya bahan bakar, biaya maintenance, biaya kerusakan, dan lain-lain (Yuniarti & Astuti, 2013).

2.1.5 Material Handling Equipment

Material handling equipment adalah peralatan yang digunakan untuk memindahkan muatan yang berat dari satu tempat ke tempat lain dalam jarak yang tidak jauh, misalnya pada bagian-bagian atau departemen pabrik, pada tempat-tempat penumpukan bahan, lokasi konstruksi, tempat penyimpanan dan pembongkaran muatan dan sebagainya. Dalam perhitungan *material handling* terdapat salah satu variabel yang sangat penting yaitu waktu transfer atau waktu pengiriman. Waktu siklus pengiriman adalah waktu yang diperlukan operator dengan alat angkut-angkutnya untuk mendistribusikan material dengan urutan kerja yang telah ditentukan (Dwi Astuti, Puryani, & Fuji Rizky, 2016). Perhitungan waktu siklus pengiriman (T_c) dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$T_c = T_L + \frac{L_d}{V_c} + T_U + \frac{L_e}{V_e} \dots\dots\dots \text{Rumus 2.1 Waktu Siklus Pengiriman}$$

Keterangan :

T_c : waktu siklus pengiriman (menit)

T_L : waktu yang dibutuhkan untuk *loading* (menit)

T_U : waktu yang dibutuhkan untuk *unloading* (menit)

L_d : jarak yang ditempuh antara stasiun loading dan unloading (meter)

L_e : jarak yang ditempuh tanpa muatan (meter)

V_c : kecepatan saat membawa muatan (meter/menit)

V_e : kecepatan alat angkut tanpa muatan (meter/menit)

Jenis – jenis peralatan pengangkatan di kelompokkan sesuai fungsi dan kegunaan dalam proses pemindahan barang :

1. *Material Transport Equipment* (MTE): digunakan untuk memindahkan material atau barang dari satu lokasi ke lokasi yang lain yang masih dalam lingkup perusahaan. Peralatan ini digunakan agar memperbaiki aliran produksi oleh pekerja dengan usaha yang lebih sedikit dan mempercepat pendistribusian barang. Peralatan transport jenis ini antara lain : *pallet jack, gravity conveyor, gantry crane, forklift truck, crawler crane dan wheel loader*.
2. *Product Positioning Equipment* (MPE) : peralatan pengangkatan jenis ini digunakan untuk pendistribusian material atau barang pada satu lokasi, agar posisi material benar untuk pengangkatan berikutnya, *machining, transport*, atau penyimpanan. Contoh : *scissor lift table, rigid-link manipulator*, dan *industrial robot*.
3. *Unit Load Formation Equipment* (ULFE) : peralatan pengangkatan jenis ini akan menjaga barang tetap utuh dalam satu kesatuan unit barang yang dapat membuat barang tersusun rapi. Contoh: *pallet, wire bin container*, dan *rolling cart*.
4. *Storage Equipment* (SE): peralatan pengangkatan jenis ini digunakan untuk penyimpanan material dalam waktu tertentu secara ekonomis. Contoh peralatan pengangkatan jenis ini : *drive truck rack, mezzanine, automated storage and retrieval system*, dan *vertical carrousel*.

2.1.6 Wheel Loader

Wheel Loader adalah salah satu jenis alat angkat angkut yang digunakan untuk memindahkan material menggunakan lengan (*arm*) untuk mengangkat

material. *Wheel Loader* mempunyai dua *arm* yang berada didepan kabinet tempat operator. *Arm Wheel Loader* digerakkan menggunakan tenaga hidrolik untuk menaikkan dan menurunkan material dari dalam *bucket*. Pada tempat fabrikasi kapal *bucket* pada *Wheel Loader* dirubah dengan model *fork* agar bisa digunakan untuk pengangkatan material berupa plat besi.



Gambar 2.Error! No text of specified style in document. *Wheel Loader*

Sumber : PT Patria Maritim Perkasa

2.1.7 Vehicle Routing Problem (VRP)

Vehicle Routing Problem (VRP) merupakan suatu permasalahan yang berfokus pada pendistribusian barang dari depot (gudang) perusahaan kepada pelanggannya. Solusi VRP berupa rute-rute yang dapat ditempuh oleh kendaraan untuk mengantarkan seluruh permintaan pelanggan, dimana setiap rute ditempuh oleh satu kendaraan yang berawal dan berakhir di depot. (Prasetyo et al., 2017)

Vehicle Routing Problem (VRP) pertama kali diutarakan oleh Dantzig dan Ramser. VRP adalah permasalahan kompleks dari optimisasi kombinatorial, yang

merupakan gabungan dari dua permasalahan, yaitu *Travelling Salesman Problem (TSP)* dan *Bin Packing Problem (BPP)*. VRP merupakan NP-Hard, sehingga permasalahan ini sulit dipecahkan (Prasetyo et al., 2017). *Vehicle Routing Problem (VRP)* berkaitan dengan penentuan rute untuk permasalahan pendistribusian barang atau produk yang melibatkan lebih dari satu kendaraan dengan kapasitas tertentu untuk melayani sejumlah pelanggan dengan permintaannya masing-masing.

Menurut (Yuniarti & Astuti, 2013): *Vehicle Routing Problem (VRP)* merupakan permasalahan dalam sistem distribusi yang bertujuan untuk membuat suatu rute yang optimal, dengan sekelompok kendaraan yang sudah diketahui kapasitasnya, agar dapat memenuhi permintaan konsumen dengan lokasi dan jumlah permintaan yang telah diketahui. Solusi dari sebuah VRP yaitu sejumlah rute pengiriman kebutuhan agen atau pelanggan dimana berangkat dari suatu depot atau gudang menuju pelanggan lalu kembali lagi ke depot (Ruiz, Sotomendoza, Ernesto, Barbosa, & Reyes, 2019).

Secara singkat, berikut ini merupakan karakteristik dari permasalahan VRP :

1. Perjalanan kendaraan berawal dan berakhir di depot.
2. Ada sejumlah tempat yang semuanya harus dikunjungi dan dipenuhi permintaannya tepat satu kali.
3. Jika kapasitas kendaraan sudah terpakai dan tidak bisa melayani titik berikutnya, kendaraan dapat kembali ke depot untuk memenuhi kapasitas dan melayani titik berikutnya.

4. Tujuan dari permasalahan ini adalah untuk meminimumkan total jarak yang ditempuh kendaraan dengan mengatur urutan titik-titik yang harus dikunjungi beserta kapan kembalinya kendaraan untuk mengisi kapasitas kembali.

2.1.8 Jenis – jenis VRP

Klasifikasi Jenis-jenis VRP Terdapat beberapa jenis VRP yang sangat bergantung pada jumlah faktor pembatas dan tujuan yang akan dicapai. Pembatas yang paling umum digunakan yaitu jarak dan waktu. Tujuan yang ingin dicapai biasanya meminimalkan jarak tempuh, waktu maupun biaya (Sidik Kurniawan, Susanty, & Adianto, 2014).

VRP terbagi menjadi beberapa jenis, antara lain :

1. *VRP with multiple trips*

Setiap kendaraan dapat melakukan lebih dari satu rute untuk memenuhi kebutuhan agen.

2. *VRP with time windows*

Setiap agen yang dilayani oleh kendaraan memiliki waktu pelayanan.

3. *VRP with pickup and delivery*

Terdapat sejumlah barang yang perlu dipindahkan dari lokasi penjemputan tertentu ke lokasi pengiriman lainnya.

4. *Capacitated VRP*

Kendaraan yang memiliki keterbatasan daya angkut (kapasitas) barang yang harus diantarkan ke suatu tempat.

5. *VRP with Multiple Products*

Agen memiliki pesanan lebih dari satu jenis produk yang harus diantarkan.

6. *VRP with Multiple Depots*

Depot awal untuk melayani agen lebih dari satu.

7. *Periodic VRP*

Adanya perencanaan yang berlaku untuk satuan waktu tertentu.

8. *VRP with heterogeneous fleet of vehicles*

Kapasitas kendaraan antar kendaraan satu dengan kendaraan lain tidak selalu sama. Jumlah dan tipe kendaraan diketahui.

2.1.9 Metode Saving Matrix

Metode *Saving Matrix* merupakan merencanakan pengiriman yang optimal dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan pada sejumlah pusat gudang dengan tujuan untuk meminimalkan biaya distribusi (Ikfan, 2013). *Saving Matrix* yang merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menjadwalkan sejumlah terbatas kendaraan dari suatu fasilitas dan jumlah kendaraan dalam armada ini dibatasi dan mereka mempunyai kapasitas maksimum yang berlainan (Ikfan, 2013).

Metode *Saving Matrix* terdiri dari beberapa langkah. Menurut (Suparjo, 2017) langkah-langkah dalam metode *saving matrix* adalah sebagai berikut:

1. Menentukan Matriks Jarak

Pada penentuan matriks jarak ini, data jarak antara perusahaan dengan lokasi dan lokasi ke lokasi lainnya sangat diperlukan. Setelah mengetahui koordinat dari masing-masing lokasi. Akan tetapi jika jarak antar kedua koordinat sudah diketahui, maka perhitungan menggunakan rumus tidak digunakan lagi dan menggunakan jarak yang sudah ada.

2. Menentukan Matriks Penghematan (*Saving Matrix*)

Setelah mengetahui jarak keseluruhan yaitu jarak antara pabrik dengan lokasi dan lokasi dengan lokasi yang lainnya, maka dalam langkah ini diasumsikan bahwa setiap lokasi akan dilewati oleh satu truk secara eksklusif. Artinya akan ada beberapa rute yang berbeda yang akan dilewati untuk tujuan masing-masing. Dengan demikian akan ada penghematan apabila ada penggabungan rute yang dinilai satu arah dengan rute yang lainnya. Untuk mencari matriks penghematan dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$S(x, y) = j(0, x) + j(0, y) - j(x, y) \dots \dots \dots \text{Rumus 2.2 Saving matrix}$$

Keterangan :

$S(x,y)$ = Merupakan penghematan jarak dari penggabungan jarak x dengan y.

$J(x)$ = Jarak x

$J(y)$ = Jarak y

$J(x,y)$ = Jarak x ke jarak y

3. Pengalokasian Kendaraan dan Rute berdasarkan Lokasi

Setelah matriks penghematan diketahui, maka langkah selanjutnya adalah pengalokasian lokasi ke rute atau kendaraan. Artinya dalam langkah ini akan ditentukan rute pengiriman baru berdasarkan atas penggabungan rute pada langkah kedua di atas. Hasilnya adalah pengiriman lokasi 1 dan lokasi 2 akan dilakukan dengan menggunakan 1 rute.

4. Pengurutan Lokasi Tujuan Dalam Suatu Rute

Langkah ini menentukan urutan kunjungan. Ada beberapa metode dalam menentukan urutan kunjungan, yaitu *metode nearest neighbor*. Metode ini menentukan kunjungan dengan mengutamakan lokasi yang jaraknya paling dekat dengan lokasi yang dikunjungi terakhir.

5. Penjadwalan Produksi

Manfaat penjadwalan salah satunya adalah agar dalam pengiriman barang dapat sesuai dengan waktu dan porsi yang telah ditentukan. Penjadwalan juga mempunyai tujuan. Tujuan dalam penjadwalan adalah agar dalam pengiriman barang dilakukan secara berurutan sesuai dengan jadwal yang dibuat. Jadwal tersebut berupa catatan waktu yang dituangkan menjadi satu kalender yang sangat dibutuhkan oleh para pelaksana. Beberapa hasil dari penjadwalan salah satunya adalah pengiriman sesuai rute yang telah tersedia didalam tabel hasil pengelompokan sehingga pengiriman tidak melebihi kapasitas dalam mengirim.

2.1.10 Metode Nearest Neighbor

Metode *nearest neighbor* merupakan metode yang digunakan untuk memecahkan masalah pemilihan rute dengan cara mencari jarak terpendek untuk menempuh lokasi pengiriman (Sari, Dhoruri, & Eminugroho, 2013). Langkah-langkah metode *nearest neighbor* adalah sebagai berikut:

1. Berawal dari depot, kemudian mencari pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terdekat dari depot sebagai lokasi pertama.

2. Bergerak ke pelanggan lain yang memiliki jarak terdekat dari pelanggan yang terpilih sebelumnya dan jumlah pengiriman tidak melebihi kapasitas kendaraan.
 - a. Apabila ada pelanggan yang terpilih sebagai pelanggan berikutnya dan terdapat sisa kapasitas kendaraan, kembali ke langkah (2).
 - b. Bila kendaraan tidak memiliki sisa kapasitas, kembali ke langkah (1).
 - c. Bila tidak ada lokasi yang terpilih karena jumlah pengiriman melebihi kapasitas kendaraan, maka kembali ke langkah (1). Dimulai lagi dari depot dan mengunjungi pelanggan yang belum dikunjungi yang memiliki jarak terdekat.
3. Bila semua pelanggan telah dikunjungi tepat satu kali maka algoritma berakhir.

2.2 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

1	Nama Peneliti dan tahun Penelitian :	Suparjo (2017)
	Judul Penelitian :	Metode <i>Saving Matrix</i> Sebagai Metode Alternative Untuk Efisiensi Biaya Distribusi
	Hasil Penelitian :	1. Jumlah rute distribusi turun dari 20 rute awal menjadi 10 rute. 2. Penghematan jarak sebesar 42.47% dari jarak awal 3890 km menjadi 2238 km. 3. Penghematan biaya sebesar 44.07% dari biaya awal senilai Rp.

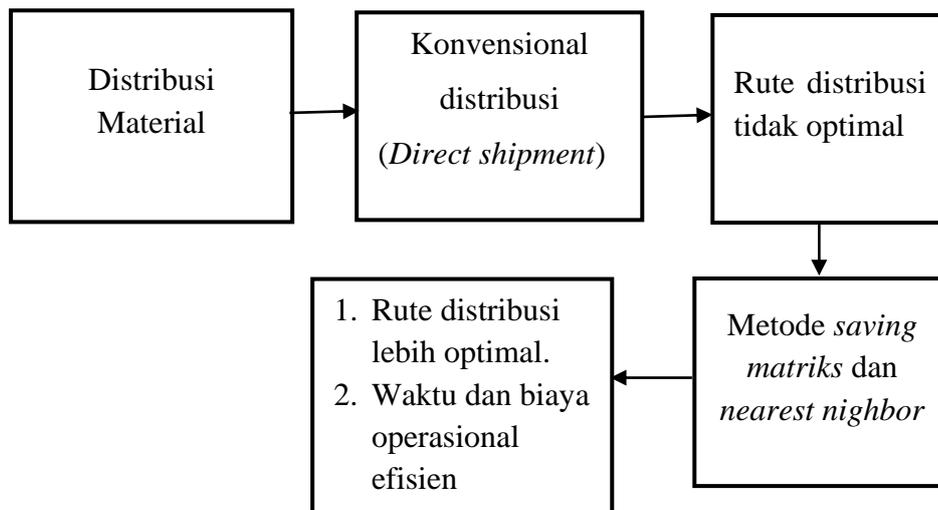
		22.952.267 turun menjadi Rp. 12.835.830
2	Nama Peneliti dan tahun penelitian :	Rahmi Yuniarti dan Murti Astuti (2013)
	Judul Penelitian :	Penerapan metode <i>saving matrix</i> dalam penjadwalan dan penentuan rute distribusi premium di SPBU malang.
	Hasil Penelitian :	<ol style="list-style-type: none"> 1. Distribusi premium pada awalnya 22 rute menjadi 16 rute dalam 3 tahap. 2. Memperpendek jarak tempuh dari awalnya 261 km menjadi 259.6 km dengan penghematan biaya transportasi sebesar Rp. 1.506.500. 3. Penggunaan truk tangki pada awalnya adalah 11 truk tangki menjadi 6 truk tangki.
3	Nama Peneliti dan tahun penelitian :	Noer Ikfan dan Ilyas Masudin (2013)
	Judul Penelitian :	Penentuan rute transportasi terpendek untuk meminimalkan penggunaan biaya menggunakan metode <i>saving matrix</i> .
	Hasil Penelitian :	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sebelumnya belum terdapat rute kemudian terbentuk 4 rute baru. 2. Jarak awal distribusi sebesar 945,6 km menurun menjadi 769,7 km terdapat penghematan 19,60% . 3. Total biaya awal dalam satu periode Rp. 5.882.771 setelah menggunakan metode <i>saving matrix</i> dapat diturunkan menjadi Rp. 5.239.003

		perperiode.
4	Nama Peneliti dan tahun penelitian :	Herry Sujono dan Syamsudin Noor (2011)
	Judul Penelitian :	<i>Supply Chain Management</i> Pada Proses Manajemen Distribusi Dan Transportasi Untuk Meminimasi Waktu Dan Biaya Pengiriman.
	Hasil Penelitian :	Hasil waktu awal sebesar 343 jam dengan total biaya sebesar Rp. 26.349.400,-. Setelah penerapan <i>saving matrix</i> terjadi penurunan waktu menjadi 39 jam. penghematan untuk waktu sebesar 88,62 %. Penurunan biaya menjadi Rp.17.183.886,-. Penghematan biaya sebesar 34%
5	Nama Peneliti dan tahun penelitian :	Imam Sodikin (2014)
	Judul Penelitian :	Penentuan Rute Distribusi Produk Yang Optimal Dengan Memperhatikan Faktor Kecepatan Guna Meningkatkan Efisiensi Penggunaan BBM
	Hasil Penelitian :	<ol style="list-style-type: none"> 1. Total jarak awal pada keseluruhan rute adalah 2.146 km setelah penerapan <i>seving matrix</i> terjadi pernghematan sebesar 52,82% dengan jarak akhir sebesar 1012,4 km. 2. Biaya bahan bakar awal adalah Rp. 1.547.274,- terjadi penghematan sebesar 53,43% dengan biaya akhir

		sebesar Rp. 720.765,-.
6	Nama Peneliti dan tahun penelitian :	Waluyo Prasetyo dan Muchammad Tamyiz (2017)
	Judul Penelitian :	<i>Vehicle Routing Problem Dengan Aplikasi Metode Nearest Neighbor.</i>
	Hasil Penelitian :	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penghematan jarak sejauh 538,2 Km atau sebesar 26,59% 2. Waktu pendistribusian produk dapat direduksi selama 9,37 jam atau sebesar 19,07% 3. Total biaya pendistribusian diperoleh penghematan sebesar Rp. 676.500 atau 25,71%.
7	Nama Peneliti dan tahun penelitian :	Lingling Du dan Ruhan He (2012)
	Judul Penelitian :	<i>Combining Nearest Neighbor Search with Tabu Search for Large-Scale Vehicle Routing Problem</i>
	Hasil Penelitian :	Gambar 6-10 adalah rute yang dibangun menggunakan <i>NNS + INTRA- & CROSS-EXCHANGE</i> untuk kelima area. Rute baru ini memperoleh hasil yang baik dalam penerapannya berupa pengurangan total jarak pada rute.
8	Nama Peneliti dan tahun penelitian :	Efrain Ruiz, Valeria Soto-Mendoza, Alvaro Ernesto Ruiz Barbosa, Ricardo Reyes (2019)
	Judul Penelitian :	<i>Solving the open vehicle routing problem with capacity and distance constraints with a biased random key</i>

		<i>genetic algorithm</i>
	Hasil Penelitian :	<ol style="list-style-type: none"> 1. Percobaan pertama grup C algoritma mencapai solusi optimal sebanyak 11 dari 14 sampel 2. Percobaan kedua grup O algoritma hanya dapat mengoptimalkan 2 dari delapan sampel 3. Percobaan ketiga grup K algoritma dapat mengoptimalkan seluruh sampel

2.3 Kerangka Berfikir

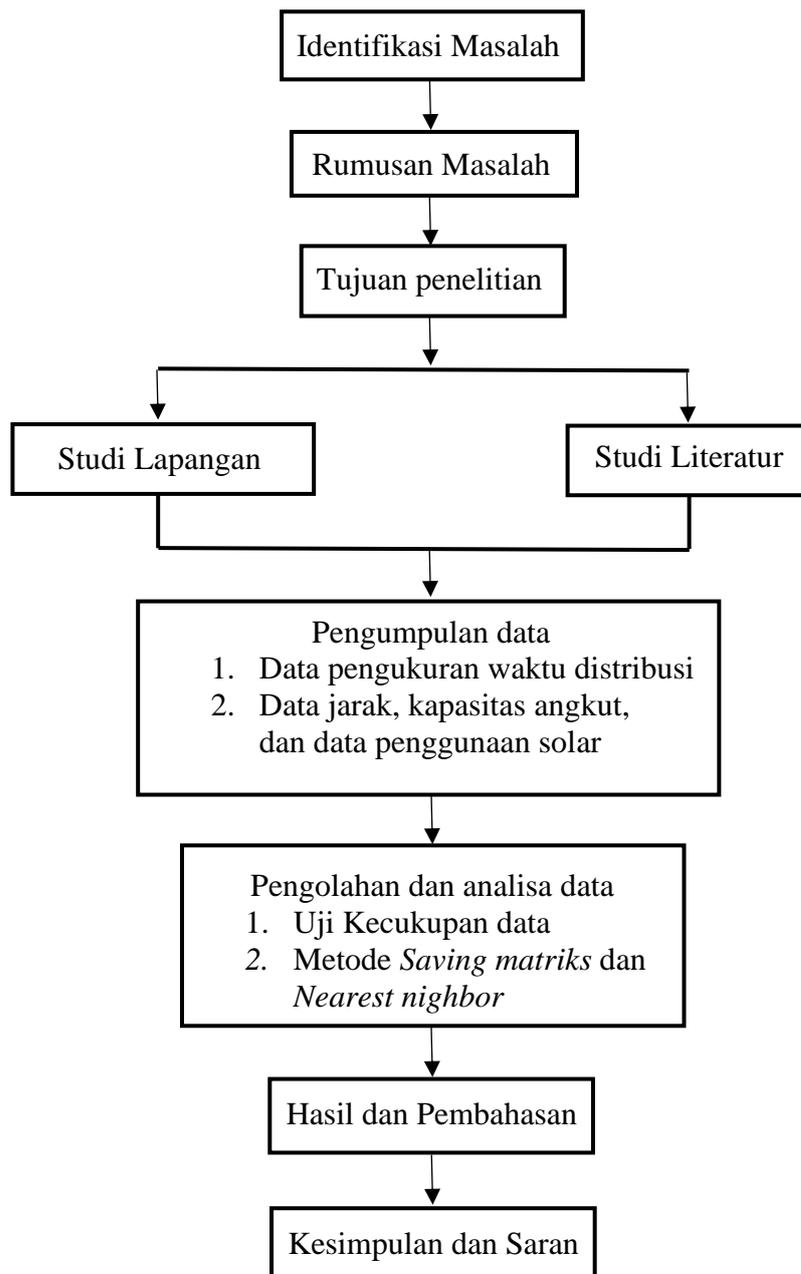


Gambar 2.2 Kerangka Berfikir

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian



Gambar 3.2 Desain Penelitian

3.2 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri atas dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dari penelitian ini adalah rute dari alat angkut dalam mengirim material dari gudang persiapan bahan. Sedangkan, variabel terikat dari penelitian ini adalah optimasi waktu dan biaya operasional alat angkut.

3.3 Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi

Pada penelitian ini populasi yang digunakan adalah seluruh waktu pengangkutan material atau barang yang didistribusi dalam pembuatan tujuh unit kapal tongkang di PT. Patria Maritim Perkasa.

3.3.2 Sampel

Sampel dalam penelitian ini diambil dengan teknik *purposive sampling* karena sampel yang akan diambil untuk dilakukan penelitian sudah ditentukan kriterianya oleh peneliti, dimana sampel yang diambil adalah waktu pengangkutan material plat yaitu pada fabrikasi *Bottom* dan *Chain* tongkang. Kriteria ini merupakan tahapan fabrikasi kapal tongkang yang pertama, apabila terjadi keterlambatan akan sangat berpengaruh pada tahapan fabrikasi lainnya.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

3.4.1 Data primer

1. Wawancara

Pengumpulan data dengan cara tanya jawab dengan atasan *facility*, *material control* dan Operator alat angkut *wheel loader* di

perusahaan, sehubungan dengan obyek yang diteliti dan data-data lain yang dibutuhkan.

2. Observasi

Pengumpulan data dengan melakukan pengamatan secara langsung pada obyek penelitian meliputi : waktu pengangkatan, data jarak dari gudang ke kapal dan jarak antar kapal.

3.4.2 Data sekunder

1. Data jumlah material plat pada fabrikasi tongkang satu kali proyek.
2. Data konsumsi bahan bakar alat angkat-angkut.

3.5 Metode Analisis Data

Data-data yang sudah terkumpul selanjutnya dilakukan analisa sesuai dengan kebutuhan penelitian. Adapun metode analisa data yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data untuk memastikan bahwa data pengamatan yang diambil sudah memenuhi secara kriteria secara obyektif. Analisis ini mengacu pada konsep statistik, diantaranya derajat ketelitian dan tingkat keyakinan. Adapun rumus yang digunakan untuk uji kecukupan data sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{x^2} \right]^2 \dots\dots\dots \text{Rumus 3.1 Rumus jumlah data teoritis}$$

Keterangan :

- k = Tingkat keyakinan (99% = 3 dan 95%=2)
- s = Derajat ketelitian

N = Jumlah data pengamatan

N' = Jumlah data teoritis

Jika $N' \leq N$ maka data pengamatan dianggap cukup dan memenuhi, namun sebaliknya jika $N' > N$ maka data pengamatan dianggap tidak cukup atau tidak memenuhi, maka harus dilakukan penambahan data kembali.

2. Waktu Distribusi

Waktu distribusi yaitu waktu yang diperlukan alat dari pergerakan awal alat angkat-angkut untuk membawa material sampai ke lokasi dan sampai kembali lagi untuk memulai tahapan berikutnya. Adapun rumus dari waktu distribusi pada alat angkat-angkut *wheel loader*, sebagai berikut :

$$T_C = T_L + T_T + T_S \dots \dots \dots \text{Rumus 3.2 Waktu distribusi}$$

Keterangan :

T_C : waktu distribusi (menit)

T_L : waktu yang dibutuhkan untuk *loading* (muat, putar dan letak) (menit)

T_T : waktu perjalanan (menit)

T_S : waktu pelayanan (menit)

a) Waktu *Loading* (muat, putar dan letak)

Waktu *loading* adalah waktu yang dihabiskan oleh alat angkat-angkut *wheel loader* dalam memuat , berputar dan meletakkan material pada lokasi pengiriman. Adapun rumus dari waktu *loading* yaitu sebagai berikut :

$$T_L = T_m + T_p + T_l \dots \dots \dots \text{Rumus 3.3 Waktu loading}$$

Keterangan :

T_L = Waktu *loading* (menit)

T_m = Waktu muat (menit)

T_p = Waktu putar (menit)

T_1 = Waktu letak (menit)

b. Waktu Perjalanan (T_T)

Waktu perjalanan yaitu waktu yang ditempuh oleh kendaraan pada saat perjalanan dalam mendistribusikan barang yang di pengaruhi oleh kecepatan dari kendaraan tersebut. Adapun rumus dari waktu perjalanan yaitu sebagai berikut :

$$T_T = \frac{2(L_d)}{v} \dots\dots\dots \text{Rumus 3.4 Waktu Perjalanan}$$

Keterangan :

T_T = Waktu perjalanan

L_d = Jarak tempuh

V = Kecepatan rata-rata

3. *Saving matriks*

Metode yang digunakan untuk pengolahan data jarak yaitu *saving matrix*.

Dalam hal ini peneliti melakukan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Penentuan metriks jarak

Pada tahapan ini dilakukan penyusunan metriks jarak dengan menggunakan jarak lokasi dari gudang persiapan bahan ke kapal dan jarak dari antar kapal.

2. Membuat *saving matrix* jarak.

Pada tahapan ini hasil dari penjusunan matriks jarak yang berupa tabel dilakukan perhitungan *saving matrix* yang merupakan penghematan metrik dengan menggabungkan jarak dua lokasi ke dalam satu rute. Adapun rumus untuk memperoleh *saving matrix* sebagai berikut :

$$S(x, y) = j(0, x) + j(0, y) - j(x, y) \dots\dots\dots \text{Rumus 3.5 Saving matrix}$$

Keterangan :

$S(x,y)$ = Merupakan penghematan jarak dari penggabungan jarak x dengan y.

$J(x)$ = Jarak x

$J(y)$ = Jarak y

$J(x,y)$ = Jarak x ke jarak y

3. Penentuan Rute Terbaik

Pada tahap ini dilakukan penentuan rute terbaik dengan mengurutkan konsumen kedalam rute yang sudah terbentuk dengan menerapkan *metode nearest neighbor* kemudian dilakukan perhitungan kembali biaya total sesudah mengaplikasikan metode *saving matrix*.

4. Efisiensi

Efisiensi adalah tolak ukur seberapa besar penghematan dari suatu improvement yang sudah dilakukan. Adapun rumus dari efisiensi yaitu seperti berikut :

$$E_f = \left(\frac{X_0 - X_1}{X_0} \right) \times 100\% \dots\dots\dots \text{Rumus 3.6 Efisiensi}$$

Keterangan :

E_f = Efisiensi

X_0 = Jarak, waktu dan biaya sebelum

X_1 = Jarak, waktu dan biaya sesudah

3.6 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di PT Patria Maritim Perkasa, yang beralamatkan Kav. 20 Dapur 12 Sei Lekop Sagulung, Batam.

