



**Model Rute Transportasi *Milkrun* Dari Pengadaan Komponen Pada  
Pabrik Kendaraan Bermotor Dan Analisa Kelayakan Investasi  
Pengadaan Armada Pengangkutan. (Studi Kasus PT ISI)**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Fuad Gary Rahadian**

**0906603606**

**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA**

**2011**

## ABSTRAK

Nama : Fuad Gary Rahadian

Program Studi : Teknik Industri

Judul : Model Rute Transportasi *Milkrun* Dari Pengadaan Komponen Pada Pabrik Kendaraan Bermotor Dan Analisa Kelayakan Investasi Pengadaan Armada Pengangkutan. (Studi Kasus PT ISI)

Semakin ketatnya persaingan antar perusahaan otomotif di Indonesia membuat sistem transportasi pengadaan bahan baku pada perusahaan manufaktur dari pemasok ke pabrik produksi dituntut untuk menjadi sangat efektif dan efisien.

Salah satu penyebabnya adalah karena alokasi biaya transportasi sebesar  $\frac{1}{3}$ - $\frac{2}{3}$  dari biaya logistik. Penelitian ini bertujuan untuk member gambaran model sistem *milkrun* jika diterapkan pada PT ISI, Keuntungannya dari sistem ini ialah meminimalkan jarak tempuh truk yang mengambil komponen dari pemasok sehingga nantinya diperoleh rute dan penggunaan jumlah truk yang optimal pada perusahaan untuk menangani masalah pengangkutan komponen. Penyelesaian rute dihasilkan dengan menggunakan metode algoritma *Tabu Search* dan bantuan program *MATLAB*. Keunggulan *Tabu Search* adalah keunikan struktur memori fleksibelnya dan factor ketetangaan, dapat diaplikasikan dalam berbagai masalah, cepat dalam mencapai tujuan, dan dapat menemukan solusi yang mendekati optimal. Dengan menggunakan metode ini sistem transportasi dapat dioptimalkan sehingga biaya logistik dapat diminimalkan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah penurunan jarak tempuh 394 km atau sebesar 30%

Kata kunci :

Otomotif, Sistem *Milkrun*, Algoritma *Tabu Search*, *MATLAB*

## ABSTRACT

Name : Fuad Gary Rahadian

Program Studi : Teknik Industri

Judul : Routes Transport Model of Milkrun Procurement From Vehicle Motor Parts Factory and Feasibility Analysis Investment of Fleet Transportation Procurement. (Case Study of PT ISI)

Increasingly intense competition among automotive companies in Indonesia making the transportation system of components procurement at the manufacturing company from a supplier to the production plant is required to be highly effective and efficient. One reason is because the allocation of transportation costs  $\frac{1}{3}$ - $\frac{2}{3}$  from logistic cost. This study aims to member overview milkrun system model when applied to the PT ISI, The advantage of this system is to minimize the mileage of the truck that takes the components from suppliers so that later acquired routes and use the optimal number of trucks on the company to deal with the transport component. Completion routes generated using Tabu Search algorithm method and MATLAB program assistance. Excellence of Tabu Search is a unique memory structure flexibility and neighborhood factors, can be applied in a variety of problems, faster in achieving objectives, and can find a near optimal solution. By using this method of transportation systems can be optimized so that the logistics costs can be minimized. Results obtained from this study is the decrease in mileage 394 km or by 30% and decrease of transportation cost by 43%

Keywords:

*Automotive, Milkrun System, Tabu Search Algoritm, MATLAB*

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,

dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah  
saya nyatakan dengan benar.

Nama : Fuad Gary Rahadian

NPM : 0906603606

Tanda Tangan :



Tanggal : 28 Desember 2011

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi ini diajukan oleh :

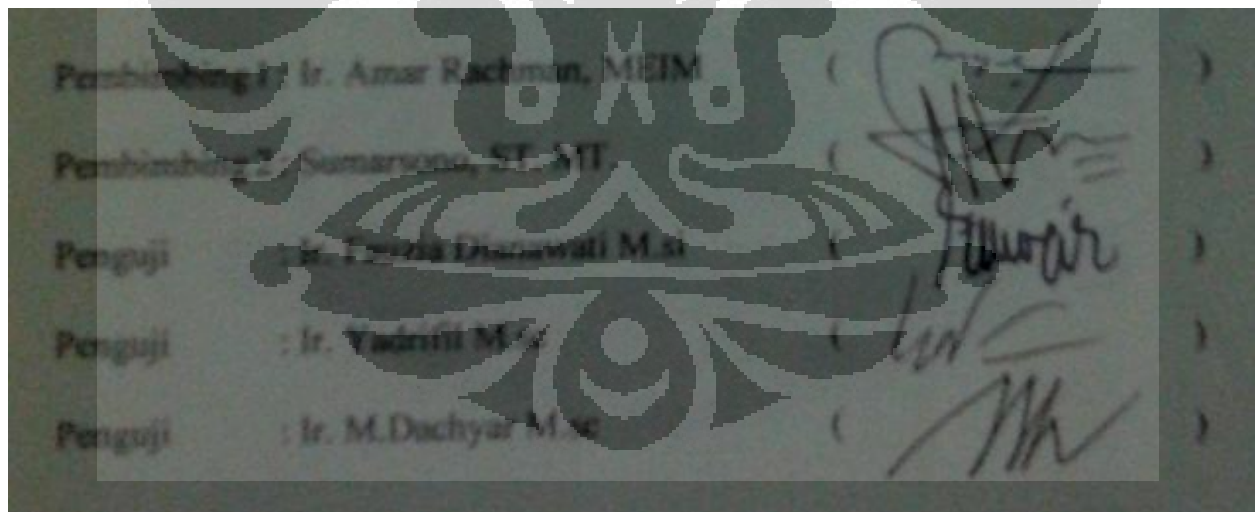
Nama : Fuad Gary Rahadian  
NPM : 0906603606

Program Studi : Teknik Industri

Judul Skripsi : Model Rute Transportasi *Milkrun* Dari Pengadaan Komponen Pada Pabrik Kendaraan Bermotor Dan Analisa Kelayakan Investasi Pengadaan Armada Pengangkutan. (Studi Kasus PT ISI)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana S1 pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

### DEWAN PENGUJI



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 28 Desember 2011

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, Yang Maha Pemurah lagi Maha Pengasih karena atas berkat dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Departemen Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr.Ir. Teuku Yuri M. Zagloel, MengSC, sebagai ketua Departemen Teknik Industri yang telah memberikan kesempatan pada penyusunan penelitian ini
2. Ir. Amar Rachman, MEIM, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran tidak hanya untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini, namun juga mendengarkan segala keluh kesah penulis serta sangat banyak memberi masukan, waktu, tenaga dan pikiran dan membantu penulis dan berperan selayaknya pembimbing bagi penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Sumarsono, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran tidak hanya untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini, namun juga mendengarkan segala keluh kesah penulis.
4. Seluruh dosen Departemen Teknik Industri: Ibu Erlinda, Ibu Isti, Pak Ahmad, Pak Omar, Pak Boy, Ibu Ana, Pak Yadrifil, Ibu Dhini, Pak Bintang, Pak Dachyar, Pak Djoko, Pak Rahmat, yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan pelajaran hidup kepada penulis.
5. Ibu Elvira, Bapak Amin, dan seluruh pihak yang telah sangat banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang diperlukan penulis.
6. Kedua Orang tua dan keluarga yang selalu menyayangi dan mendoakan tanpa henti, memberikan perhatian, motivasi, masukan dan inspirasi

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN  
AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fuad Gary Rahadian  
NPM : 0906603606  
Program Studi : Teknik Industri  
Departemen : Teknik Industri  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Model Rute Transportasi *Milkrun* Dari Pengadaan Komponen Pada Pabrik Kendaraan Bermotor Dan Analisa Kelayakan Investasi Pengadaan Armada Pengangkutan (Studi Kasus PT ISI)”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia / format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilih Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : Desember 2011

Yang menyatakan



(Fuad Gary Rahadian)

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERSETUJUAN</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG PERMASALAHAN.....	1
1.2 DIAGRAM KETERKAITAN PERMASALAHAN.....	4
1.3 PERUMUSAN PERMASALAHAN .....	5
1.4 TUJUAN PENELITIAN .....	5
1.5 RUANG LINGKUP MASALAH .....	5
1.6 METODOLOGI PENELITIAN .....	7
1.7 SISTEMATIKA PENULISAN .....	9
<b>BAB II DASAR TEORI</b> .....	<b>13</b>
2.1 Sistem Produksi Toyota .....	13
2.1.1 Just In Time .....	14
2.1.2 Sistem Kanban.....	15
2.1.3 <i>Cycle Issue</i> .....	17
2.2 Sistem	
<i>Milkrun</i> .....	18
2.3 <i>Vehicle Routing Problem</i> .....	20
2.4 <i>Vehicle Routing and Schedulling</i> .....	22
2.5 Metode penyelesaian <i>Vehicle Routing Problem</i> .....	23



2.6	<i>Tabu Search Meta-Heuristik</i> .....	24
2.6.1	Pengertian Umum.....	24
2.6.2	Penggunaan Memori.....	25
2.6.3	<i>Tabu Search</i> pada <i>VRP</i> .....	26
2.6.4	Prosedur Umum <i>TS-VRP</i> .....	26
<b>BAB III PENGUMPULAN DATA</b> .....		<b>29</b>
3.1.	Profil Perusahaan.....	29
3.1.1	Struktur Organisasi dan Fungsi.....	29
3.2	Sistem Pengiriman Komponen.....	33
3.3	Pengumpulan Data.....	36
3.3.1	Data Pemasok.....	36
3.3.2	Volume Pesanan.....	38
3.3.3	Waktu.....	39
3.3.3.1	Jam Kerja Perusahaan dan Pemasok.....	39
3.3.3.2	Waktu <i>Loading</i> dan <i>Unloading</i> .....	39
3.3.4	Jarak.....	40
3.3.5	Armada Pengiriman.....	41
3.3.6	Biaya Kendaraan dan Operasional.....	44
<b>BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS</b> .....		<b>46</b>
4.1	Volume.....	46
4.1.1	<i>Cycle Issues</i> .....	46
4.2.1	Volume Pengangkutan.....	48
4.2	Penyusunan Algoritma.....	49
4.3	Penyelesaian <i>VRP</i> .....	51
4.3.1	Pengerjaan Solusi Awal.....	51
4.3.1.1	Input.....	51

4.3.1.2	Langkah Pengerjaan.....	52
4.3.1.3	Output.....	52
4.3.2	Pengolahan Solusi Akhir.....	54
4.3.2.1	<i>Matlab</i> Menggunakan Algoritma <i>Tabu Search</i> .....	54
4.3.2.2	Verifikasi dan Validasi Program.....	55
4.3.2.3	Tahap Pengerjaan Algoritma.....	58
4.3.2.3	Output.....	59
4.4	Analisis.....	60
4.4.1	Analisis Rute <i>Milkrun</i> .....	60
4.4.2	Analisis Metode pada Program.....	62
4.4.3	Analisis Perhitungan Biaya .....	62
4.4.3.1	Kontrak per bulan.....	63
4.4.3.2	Investasi Truk.....	63
4.4.4	Biaya Transportasi Sistem Pengangkutan Lama .....	65
4.4.5	Penghematan Biaya.....	67
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN.....</b>	<b>71</b>
	<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>72</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

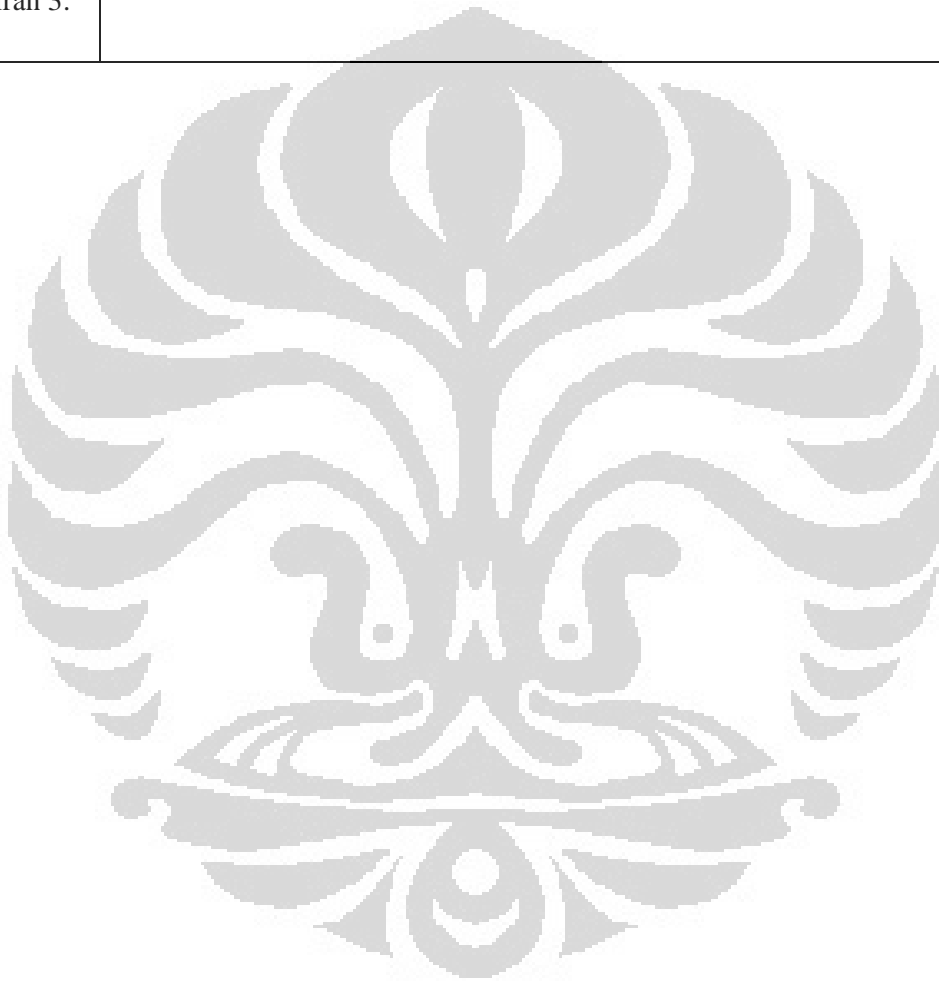
Nomor Gambar		halaman
Gambar 1.1	Sistem Pengangkutan konvensional.....	3
Gambar 1.2	Sistem <i>Milkrun</i> .....	4
Gambar 1.3	Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	6
Gambar 1.4	<i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	10
Gambar 2.1	<i>Gantt</i> Macam Kanban.....	16
Gambar 2.2	Sistem Pengangkutan.....	19
Gambar 2.3	<i>Flowchart</i> pengerjaan <i>Tabu Search</i> pada <i>VRP</i> .....	28
Gambar 3.1	Struktur Organisasi PT Suzuki Indomobil Motor.....	32
Gambar 3.2	Ilustrasi persebaran pemasok .....	34
Gambar 3.3	Kegiatan <i>Unloading</i> .....	40
Gambar 3.4	Armada Pengangkut Komponen.....	42
Gambar 3.5	Ilustrasi Penataan Komponen Dalam Truk .....	43
Gambar 3.6	<i>Packaging skid/Trolley</i> .....	43
Gambar 4.1	<i>Flowchart</i> solusi awal .....	53
Gambar 4.2	Algoritma TS Program.....	56
Gambar 4.3	<i>Annual Cash Flow</i> Investasi Truk.....	65

## DAFTAR TABEL

Nomor Tabel		halaman
Tabel 3.1	Daftar Pemasok .....	37
Tabel 3.2	Daftar Volume pesanan Per Pemasok.....	38
Tabel 4.1	Data trolley per pemasok .....	47
Tabel 4.2	Data volume dan cycle issues pada sistem lama.....	49
Tabel 4.3	Data volume dan cycle issues pada sistem baru .....	49
Tabel 4.4	Solusi awal.....	54
Tabel 4.5	Matriks jarak titik dan volume/hari untuk verifikasi .....	57
Tabel 4.6	Output (solusi akhir) rute <i>milkrun</i> dengan algoritma TS.....	59
Tabel 4.7	Jadwal armada truk pengangkut .....	62
Tabel 4.8	Waktu perjalanan tiap armada .....	62
Tabel 4.9	Biaya Transportasi Sistem Pengangkutan lama .....	67
Tabel 4.10	Perkiraan pnghematan biaya yang didapat .....	68
Tabel 4.11	Analisis rate pengembalian.....	68
Tabel 4.12	Trial biaya investasi terhadap IRR .....	69
Tabel 4.13	Trial kenaikan total biaya sistem baru terhadap IRR .....	70

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1:	Tabel Matriks Jarak
Lampiran 2:	<i>Script M-File</i> Program
Lampiran 3:	



## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang Permasalahan**

Perkembangan pasar otomotif di Indonesia sangat berkembang, khususnya dalam 10 tahun belakangan ini, industri manufaktur otomotif semakin kompetitif. Industri mobil dalam negeri mencapai prestasi puncak pada tahun 2008. Menurut data yang didapatkan dari tahun 2010 Gaikindo (Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia), Indonesia mencapai angka penjualan tertinggi dalam sejarah industri otomotif nasional yaitu sebesar 607.151 unit. Jumlah tersebut meningkat 40% dari tahun 2007 yang hanya 434.473 unit. Pada akhir 2010 terjadi lagi angka penjualan tertinggi dalam jumlah penjualan kendaraan roda empat, yang mencapai 764.710 unit. ([www.indonesiamotorshow.com](http://www.indonesiamotorshow.com))

Hantaman krisis global belakangan ini memberikan dampak pada kinerja industri tersebut. Untuk dapat bertahan dalam persaingan di dunia industri dan dapat melalui krisis global, setiap perusahaan berlomba untuk mengembangkan produk dan manajemen perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan serta meningkatkan efektifitas dan efisiensi operasional guna mendapatkan keuntungan yang tinggi dan penekanan biaya seminimal mungkin tanpa mengurangi kualitas.

Sebagai perusahaan manufaktur, maka sistem pengadaan dan pengiriman bahan baku dari pemasok ke pabrik produksi dituntut untuk menjadi sangat efektif dan efisien. Semakin efektif dan efisien sistem maka secara langsung akan memperlancar jalur produksi dan proses-proses selanjutnya sehingga tidak akan terjadi kekurangan bahan baku, keterlambatan, bahkan berhentinya produksi. Sistem pengadaan dan

pengiriman bahan baku yang efektif dan efisien juga akan mengurangi harga pokok produksi dan juga akan meningkatkan laba perusahaan.

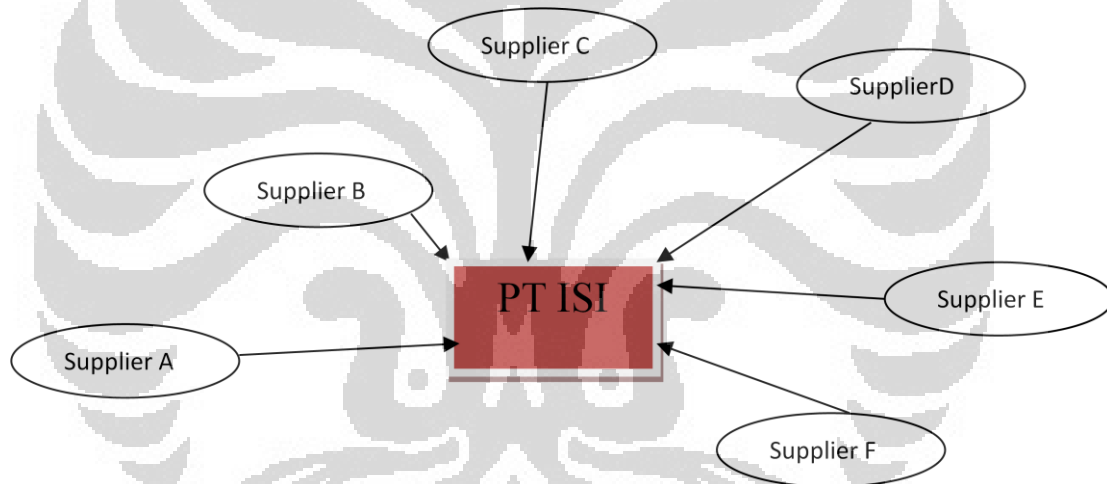
Biaya transportasi berkisar antara sepertiga hingga dua pertiga total biaya logistic (Ballou, 2004), maka peningkatan efisiensi dalam utilisasi transportasi secara maksimal dan faktor personal sangat berpengaruh mengurangi pengeluaran biaya. Salah satu hal yang dapat dilakukan dan berpengaruh signifikan terhadap penurunan biaya transportasi adalah menentukan rute yang optimal, di mana hal tersebut merupakan area dari *Vehicle Routing Problems* (VRP). Pengertian dari VRP yaitu bagaimana merancang  $m$  set rute kendaraan dengan biaya terkecil dimana tiap kendaraan berawal dan berakhir di depot, setiap konsumen hanya dilayani sekali oleh sebuah kendaraan, serta total permintaan yang dibawa tidak melebihi kapasitas kendaraan. (*Society of Industrial and Applied Mathematic*, 2001)

PT Indomobil Suzuki International (PT ISI) merupakan salah satu perusahaan dengan kapasitas produksi terbesar di Indonesia. Dengan begitu maka sebaiknya perusahaan memiliki sistem yang optimal sehingga dapat memberikan keuntungann maksimal dan tetap mendapatkan tempat tersendiri di masyarakat.

Salah satu faktor yang menunjang agar sebuah perusahaan dapat selalu menjadi yang terdepan adalah adanya sistem yang optimal, di mana sistem tersebut dapat meminimalkan biaya yang harus dikeluarkan dan memperoleh profit yang maksimal. Salah satunya yaitu sistem pengangkutan komponen, yang digolongkan pada VRP (*Vehicle Routing Problems*), Sistem pengangkutan ini sangat erat hubungannya dari biaya transportasi sehingga perlu dipertimbangkan untuk menyusun rute pengangkutan yang lebih efektif dan efisien. Perlu ditingkatkan lagi dari

sistem yang lama dipakai atau konvensional terlihat pada (gambar 1.1). Maka, berikutnya dikenal sistem *Milk Run*.

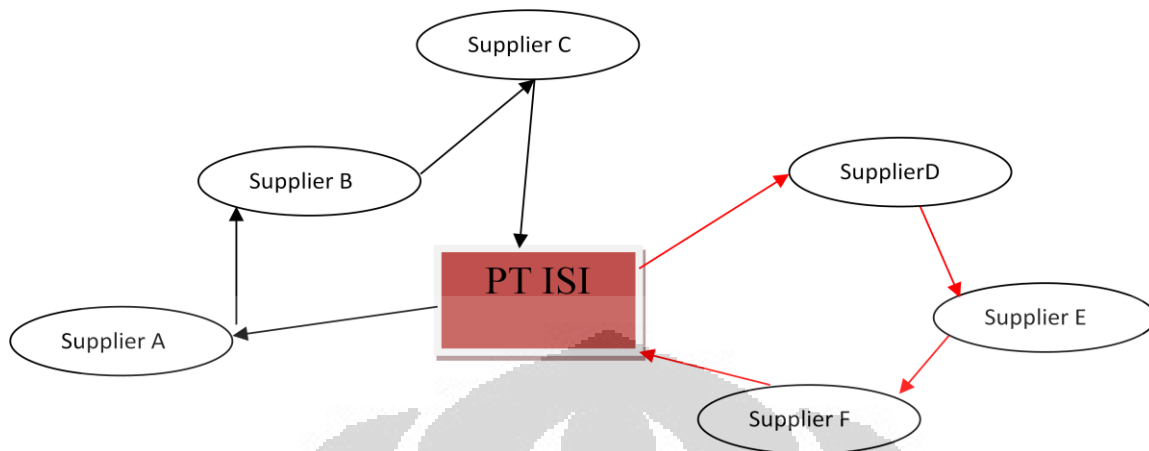
Sistem *Milk Run* adalah sistem pengangkutan di mana nantinya PT. ISI sendirilah yang akan mengambil bahan baku dari pemasok. Sistem ini terinspirasi dari rute perjalanan tukang susu, armada akan mengambil bahan baku secara berurutan dari satu pemasok ke pemasok lain lalu kembali ke pabrik (gambar 1.2).



**Gambar 1.1** Sistem Pengangkutan Konvensional

Dengan sistem ini biaya transportasi akan lebih rendah dengan berkurangnya jarak tempuh dan jumlah kendaraan, sehingga harga bahan baku yang juga di dalamnya mencakup biaya transportasi dapat ditekan seminimal mungkin. Untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal dari sistem yang telah ada di perusahaan saat ini, maka sistem pengadaan *milk run* akan diterapkan kepada seluruh pemasok.





**Gambar 1.2** Sistem *Milk run*

Untuk mendapatkan gambaran sampai sejauh mana sistem yang baru bersifat lebih efisien, maka akan dilakukan perbandingan antara sistem yang lama dengan sistem baru. Perbandingan ini akan dilakukan dengan membandingkan total jarak tempuh rute masing-masing sistem pengangkutan. Rasio perbandingan inilah yang akan menjadi parameter kelayakan sistem baru.

### 1.2 Diagram Keterkaitan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat dibuat diagram keterkaitan masalah yang menampilkan permasalahan secara visual dan sistematis. Diagram keterkaitan masalah dari dilakukannya penelitian ini adalah seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.3 berikut.

### 1.3 Perumusan Permasalahan

Seiring dengan semakin mendesaknya kebutuhan akan peningkatan efisiensi sistem logistik, PT. ISI membutuhkan suatu sistem pengangkutan baru yang lebih efektif guna meminimalkan biaya pengangkutan bahan baku dari pemasok ke pabrik produksi PT. ISI Untuk mendapatkan biaya minimal tersebut maka akan dikembangkan sistem transportasi *milk run* di mana bahan baku diambil secara berurutan oleh PT. ISI dari pemasok guna menunjang efisiensi sistem logistik di PT. ISI.

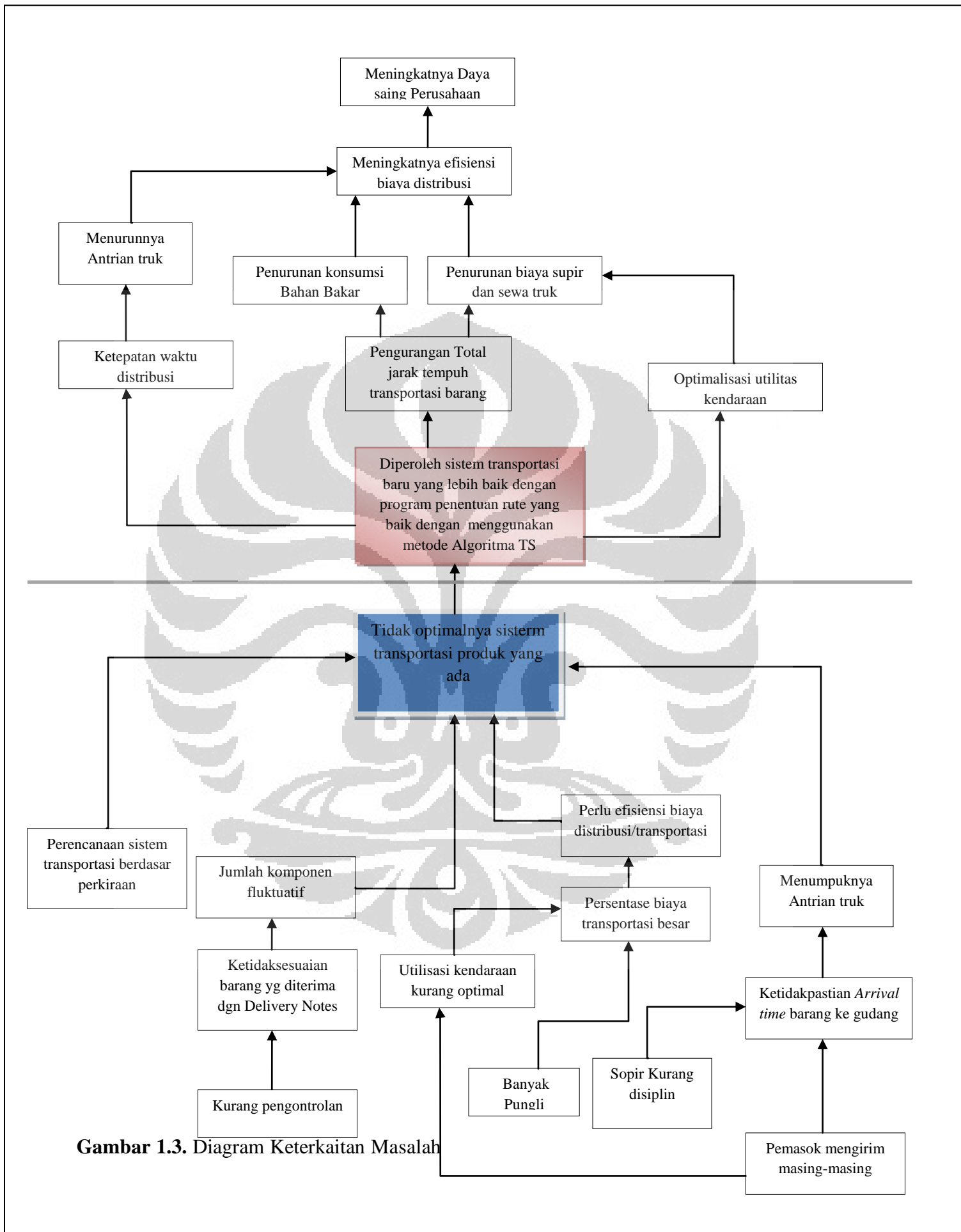
### 1.4 Tujuan Penelitian

Dari permasalahan yang telah dijelaskan di atas, tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh rute sistem transportasi *milk run* dengan menggunakan metode algoritma *Tabu Search* untuk mendapatkan biaya pengangkutan bahan baku yang paling minimal guna menunjang efisiensi sistem logistik di PT. ISI.

### 1.5 Ruang Lingkup Permasalahan

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang spesifik dan terarah sehingga akan diperoleh sesuai dengan tujuan pelaksanaannya, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Analisa penelitian dilakukan dari sudut pandang sistem transportasi dalam pengadaan komponen.
2. Penelitian dilakukan hanya untuk pemasok lokal dengan beberapa hal yang dijadikan pertimbangan dan pemasok yang dijadikan obyek penelitian ditetapkan oleh PT. ISI berdasarkan kebijakan yang berlaku.
3. Dalam pemetaan jarak, keadaan sirkuit diabaikan.



Gambar 1.3. Diagram Keterkaitan Masalah

4. Tidak memperhatikan penyimpangan yang terjadi di lapangan sehingga ketidakteraturan yang terjadi merupakan toleransi dari PT. ISI dalam pelaksanaan di lapangan.
5. Biaya operasional pengiriman aktual oleh pemasok diasumsikan dengan biaya sewa armada dengan tarif berdasarkan jarak dan waktu tempuh armada.
6. Dalam analisis perhitungan biaya, hanya dilakukan perhitungan sederhana, tidak memperhitungkan pajak kendaraan, biaya pungli, dan lainnya.
7. Pola kerja, yaitu periode kerja dan istirahat, berdasarkan pada pola yang ditentukan oleh pihak PT. ISI, pemasok dan penyewaan armada.
8. Asumsi yang dilakukan disesuaikan dengan peraturan yang terdapat di PT. ISI.

### **1.6 Metodologi Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam skripsi ini secara sistematis adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi permasalahan yang terjadi pada perusahaan  
Adapun permasalahan yang teridentifikasi pada perusahaan adalah sistem transportasi pengangkutan barang/produk dari pemasok ke gudang *assembly plant* perusahaan.
2. Penentuan landasan teori melalui berbagai studi literatur  
Setelah mengetahui permasalahan yang ada, maka tahap selanjutnya adalah menentukan landasan teori yang berhubungan dengan topik penelitian ini sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian. Literatur utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Vehicle Routing Problem*, *Kanban* dan Algoritma *Tabu search*.

### 3. Menentukan tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh rute dari sistem *milk run* yang akan dipakai dalam pengambilan komponen dari pemasok untuk mendapatkan biaya pengangkutan bahan baku yang paling minimal guna menunjang efisiensi sistem logistik di perusahaan.

### 4. Mengidentifikasi dan mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian.

Dalam melakukan penelitian ini, data yang dibutuhkan merupakan data alamat dan nama pemasok, data jarak dari pemasok ke perusahaan, data waktu operasional dan jumlah volume pesanan tiap pemasok. Untuk data alat transportasi, data yang dibutuhkan adalah: kapasitas, dan waktu operasional kendaraan. Dari jarak pemasok tersebut maka akan dicari kombinasi yang optimal dari jarak antar pemasok dan jarak dari gudang ke tiap-tiap pemasok.

### 5. Melakukan pengolahan data

Pada tahapan ini, dilakukan pengolahan dari data yang diperoleh. Pengolahan data ini dilakukan dengan 2 tahap yaitu pertama, pengolahan data kasar yang meliputi proses pencatatan alamat, jarak, serta pemetaan sederhana dari masing-masing pemasok terhadap pemasok lain dan perusahaan, lalu penghitungan volume produk yang digunakan, optimalisasi dari mutan armada kemudian penentuan rute dan pengaturan jadwal dengan menggunakan algoritma *Tabu Search* dengan menggunakan perangkat lunak *MATLAB*.

6. Melakukan *review* terhadap hasil yang diperoleh (analisa).

*Review* dilakukan untuk mengetahui apakah rute tersebut layak diaplikasikan ke lapangan. *Review* dilakukan dengan cara observasi ke lapangan dan konsultasi dengan perusahaan terkait. Jika rute tidak dapat dilaksanakan maka dilakukan perbaikan-perbaikan agar rute menjadi layak.

7. Menetapkan program yang digunakan

Program yang telah dibuat dan diverifikasi dengan menggunakan *MATLAB* untuk mendapatkan suatu pola yang terstruktur mengenai jarak tempuh yang optimal untuk rute pengambilan barang.

8. Kesimpulan

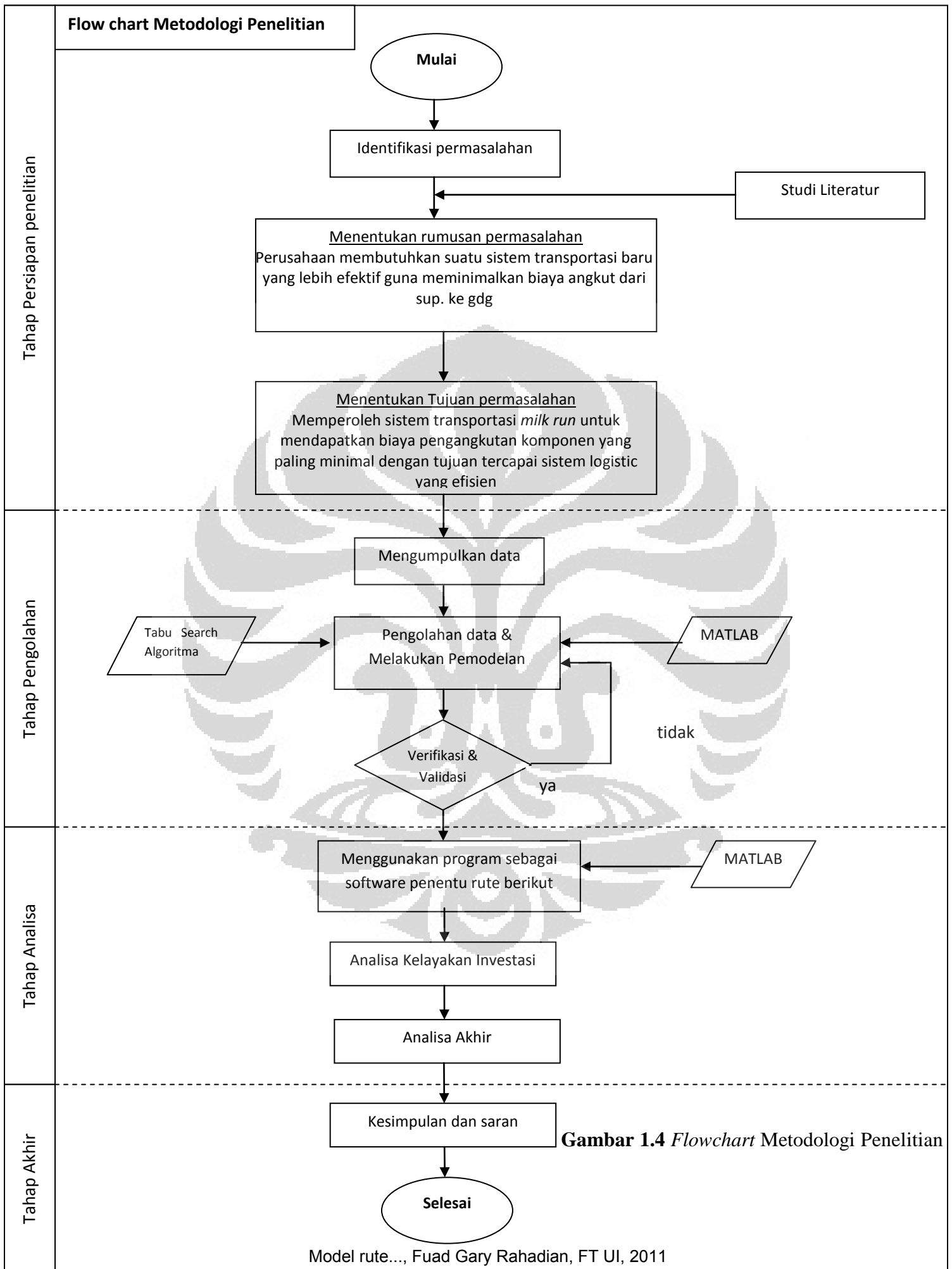
Dalam tahapan ini akan dihasilkan kesimpulan mengenai keseluruhan penelitian. Kesimpulan dari penelitian ini merupakan ringkasan dari hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan sebelumnya.

Secara lebih detail, metode penelitian pada skripsi ini dapat dilihat pada

Gambar 1.4.

### 1.7 Sistematika Penulisan

Pembahasan dalam penulisan laporan penelitian ini dibagi menjadi lima bab yang saling terkait dan berkesinambungan. Berikut akan diuraikan sistem penulisannya.



**Gambar 1.4** Flowchart Metodologi Penelitian

Bab pertama merupakan pendahuluan. Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang dari dilakukannya penelitian. Oleh karena itu, isi utama dari bab ini adalah latar belakang permasalahan, tujuan penelitian, dan metodologi penelitian. Selain itu, pada bab ini dicantumkan juga diagram keterkaitan masalah untuk memberikan gambaran secara sistematis dari dilakukannya penelitian ini dan diagram alir metodologi penelitian yang menjelaskan mengenai langkah-langkah umum dari pelaksanaan penelitian.

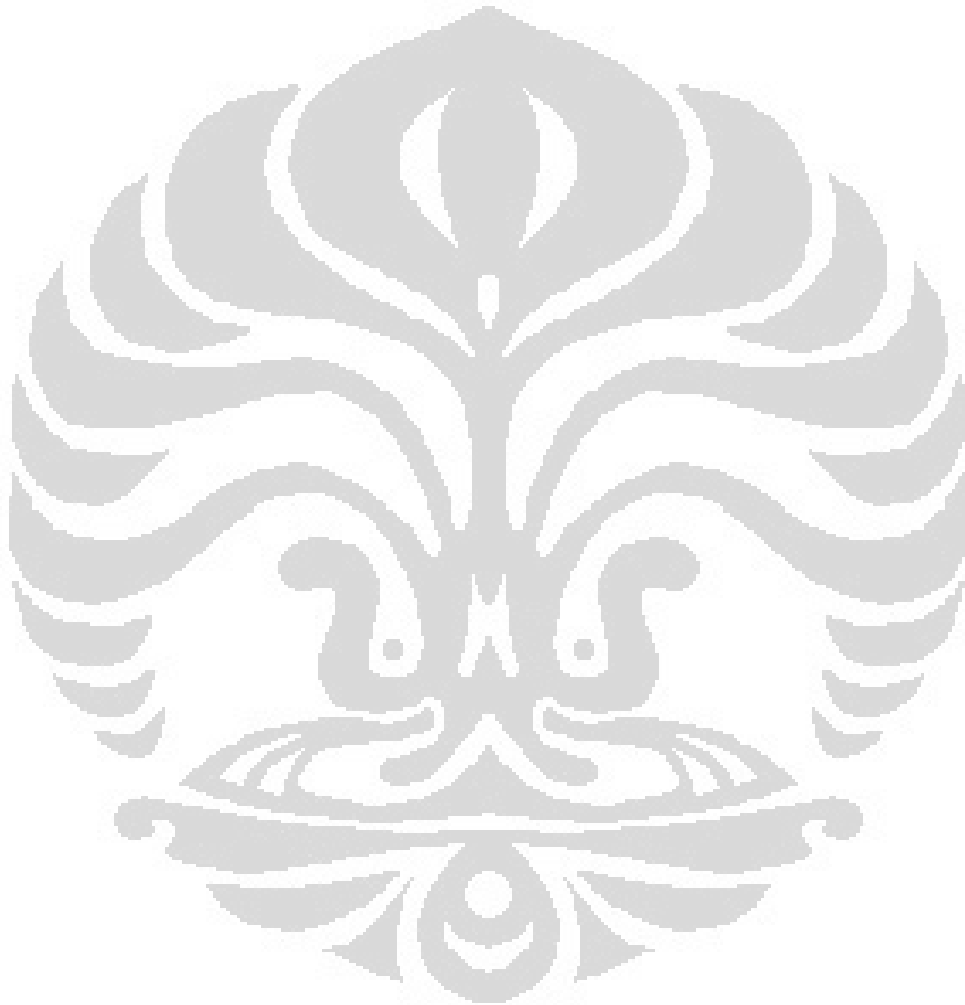
Bab kedua yang berisikan dasar teori dijelaskan mengenai landasan- landasan teori yang berkaitan dari dilakukannya penelitian ini. Pada bab ini berisikan mengenai teori-teori yang berkaitan dengan *Vehicle Routing Problem*, metode kanban, sistem *milkrun* dan metode optimasi yang dikhususkan pada Algoritma *Tabu search (TS)*

Bab ketiga yang berisikan pengumpulan data dijelaskan secara singkat profil perusahaan dan data yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem *milk run* yang antara lain berupa spesifikasi komponen, *box* yang digunakan, armada, jarak, koordinat dan karakteristik rute, *volume* kanban pemasok.. Data-data tersebut diperoleh melalui studi lapangan, studi literatur, dan wawancara dengan staf ahli perusahaan.

Bab keempat yang merupakan pengolahan data dan analisis. Pada bab ini proses pengolahan data yang telah dikumpulkan baik secara kasar maupun lewat pemograman. Pengolahan data mendapatkan rute, volume hingga perhitungan ringkas tentang investasi yang harus dilakukan perusahaan. Selain itu ditampilkan analisis hasil yang diperoleh. Analisa juga dilakukan dengan membandingkan total jarak yang ditempuh dengan sistem *milk run* dengan total jarak dengan sistem yang lama dan biaya transportasinya. Dengan begitu dapat ditentukan rute mana saja yang dapat dijadikan usulan dalam penerapan sistem *milk run* untuk pengambilan bahan baku dari pemasok.



Bab kelima yang merupakan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan merupakan ringkasan dari pembahasan pada bab sebelumnya.



## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Sistem Produksi Toyota

Sistem Produksi Toyota (SPT) adalah suatu metode pembuatan produk dengan menghilangkan elemen yang tidak perlu dalam produksi, yaitu *muda* (pemborosan), *mura* (ketidakteraturan), dan *muri* (pembebanan yang melebihi kemampuan) guna mengurangi biaya produksi dan meningkatkan laba. (Yasuhiro Monden, 1995)

Tujuan SPT adalah membuat mobil dengan kualitas yang lebih baik, lebih murah dan untuk keperluan pelanggan atau masyarakat luas. Untuk mencapai tujuan tersebut perlu adanya aktifitas yang sifatnya menyeluruh di dalam perusahaan, yaitu dengan konsep untuk menghilangkan pemborosan (*muda*) secara menyeluruh, mencari cara pembuatan barang yang bersifat rasional dan melakukan pengembangan teknik produksi yang lebih efisien dan efektif. Berikut adalah target dari Sistem Produksi Toyota:

1. Hanya membuat barang yang dapat dijual
2. Membuat mobil dengan kualitas baik
3. Membuat barang dengan biaya yang lebih murah

Persyaratan awal dari produksi *Just in Time* dalam Sistem Produksi Toyota adalah *me-level*-kan jumlah dan jenis barang yang bermacam-macam atau meratakan jumlah kanban secara kontinyu yang disebut dengan *heijunka*. Produksi *heijunka* adalah metode yang efisien dalam menghilangkan *muda*, *mura* dan *muri* yang banyak timbul di dalam produksi yang terdiri dari berbagai macam proses. Jika variasi jumlah dan jenisnya kecil, maka menjadi sedikit *muda*-nya, tetapi sebaliknya jika variasinya besar, maka kemampuan

untuk menangani hal tersebut (perlengkapan, material, dan orang) akan menjadi lebih sulit sehingga timbul kesalahan dan akan menyebabkan peningkatan biaya. Melalui penerapan *heijunka*, perusahaan dapat memproduksi beberapa jenis mobil dalam waktu bersamaan.

### 2.1.1 *Just in Time*

Just in Time adalah satu pendekatan yang berusaha menghilangkan semua pemborosan, sesuatu yang tidak menambah nilai, di dalam kegiatan produksi dengan memproduksi berdasarkan atas jumlah barang yang benar-benar diperlukan secara tepat waktu pada saat dibutuhkan. (Bunawan, 2005)

Sistem JIT dikembangkan pada Toyota Motor Company di Jepang. Meskipun, Schonberger (1982) mengindikasikan bahwa JIT mungkin sudah ada 20 tahun lalu pada industri galangan kapal Jepang, namun penerapan JIT modern dipopulerkan pada pertengahan dekade 1970-an pada Toyota oleh Mr. Taiichi Ohno, seorang wakil direktur utama, serta beberapa teman sejawatnya. Konsep JIT kemudian secara nyata ditransfer pertama kali ke Amerika Serikat sekitar tahun 1980 pada Kawasaki's Lincoln, pabrik Nebraska. Sejak itu, banyak dari perusahaan-perusahaan dalam industri mobil dan elektronik.

Akar sistem JIT mungkin bisa ditelusuri ke lingkungan Jepang. Karena kurangnya ruang dan kurangnya sumber daya alam, orang Jepang telah mengembangkan suatu sikap untuk tidak boros. Mereka memandang barang sisa dan pengerjaan ulang sebagai pemborosan dan karena itu berjuang untuk mendapatkan mutu yang sempurna. Mereka juga percaya bahwa penyimpanan sediaan merupakan pemborosan ruang dan mengikat hal-hal yang bernilai. Sesuatu yang tidak menyumbang nilai bagi produk dianggap sebagai pemborosan. Sebaliknya perusahaan-perusahaan AS, dengan tersedianya ruang yang luas dan paska bahan baku yang berlimpah, tidak memandang pemborosan dengan cara demikian. Akibatnya, sudah menjadi hakikat apabila filosofi JIT

berkembang di Jepang.

### Tujuan Sistem JIT

Adapun tujuan dari system produksiJIT yaitu sebagai berikut :

- Mengintegrasikan dan mengoptimumkan setiap langkah dalam
- Proses manufacturing.
- Menghasilkan produk berkualitas sesuai dengan kebutuhan
- Menurunkan produk hanya berdasarkan permintaan
- Mengembangkan fleksibilitas manufacturing
- Mempertahankan komitmen tinggi untuk bekerja sama dengan pemasok dan pelanggan

#### 2.1.2 Sistem Kanban

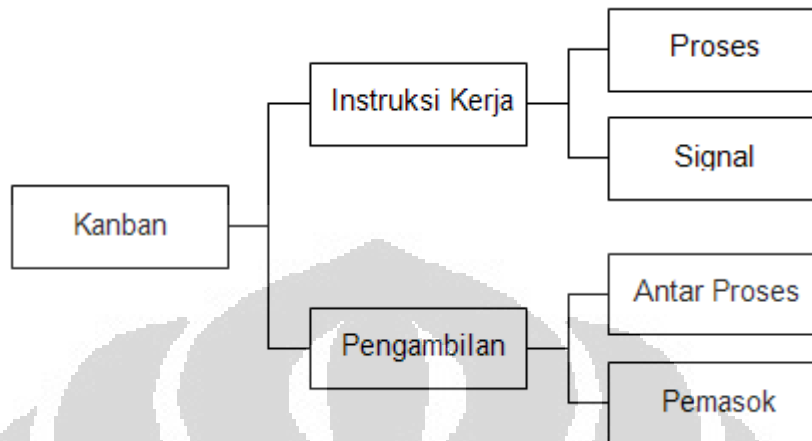
Kanban adalah alat kontrol untuk mewujudkan produksi yang JIT.

Berikut adalah peranan *kanban*.

1. Sebagai petunjuk produksi dan pengangkutan
2. Sebagai alat kontrol visual
  - mencegah produksi berlebihan
  - peringatan keterlambatan proses
3. Alat untuk proses perbaikan (*kaizen*)

*Kanban* terdiri dari dua jenis (Gambar 2.1), yaitu:

1. *Kanban* penarikan/instruksi kerja , *kanban* jenis ini memperlihatkan jumlah barang yang perlu diambil/ditarik oleh proses berikutnya dari proses sebelumnya.
2. *Kanban* pengambilan/ pemesanan produksi, *Kanban* ini memperlihatkan jumlah yang harus dihasilkan oleh proses sebelumnya.



**Gambar 2.1** Macam Kanban

Ciri-ciri sistem kanban adalah:

1. Proses berikut hanya mengambil barang yang dibutuhkan dengan jumlah dan waktu sesuai dengan kebutuhan.
2. Proses sebelumnya hanya memproduksi sejumlah barang yang telah diambil oleh proses berikutnya.

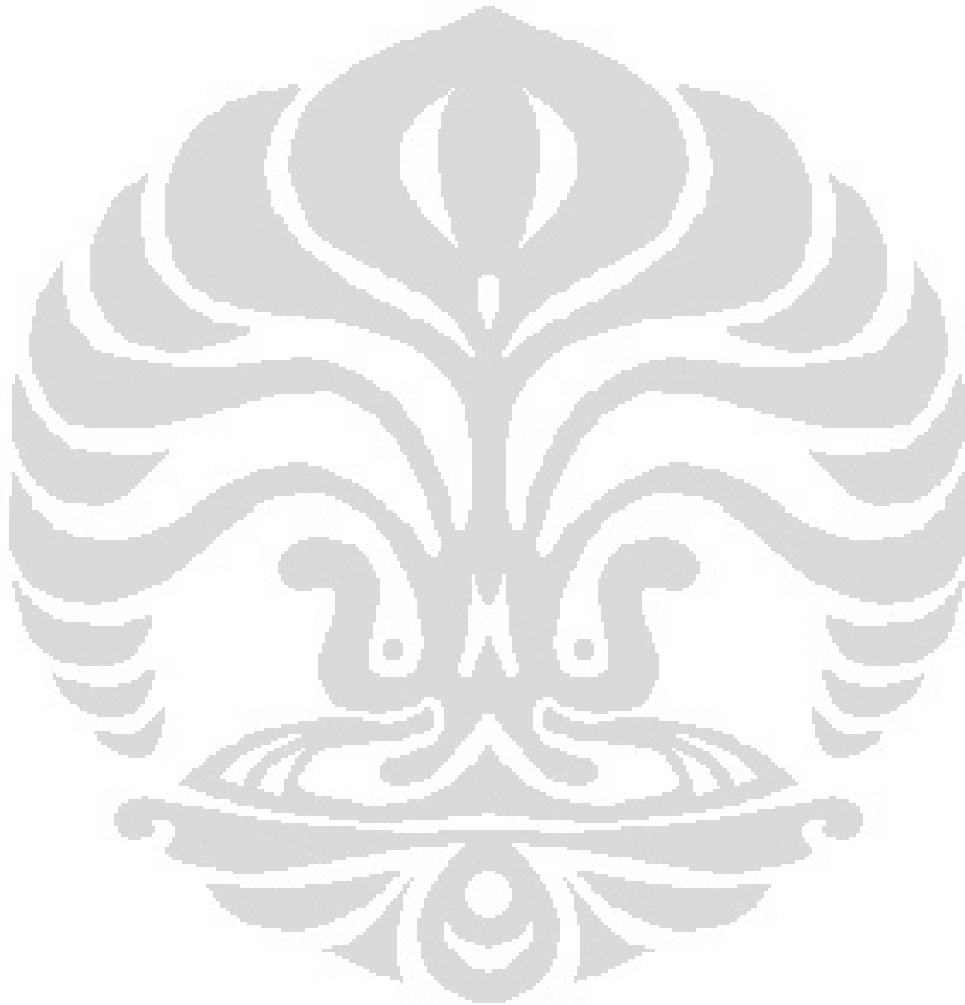
Pola dasar pengelolaan kanban adalah sebagai berikut:

1. Mengurangi sebanyak mungkin prosedur dalam penjualan.
2. Mengganti hanya barang yang terjual (penyederhanaan penyediaan).
3. Pengendalian langsung di tempat.
4. Memahami pola dan kecenderungan konsumen.

Untuk menghitung jumlah total kanban yang diperlukan oleh setiap jenis komponen digunakan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{\text{permintaan harian komponen}}{\text{kapasitas kotak (lot size)}} \times \left\{ X \times \left( \frac{1+Z}{Y} \right) \right\} + \text{safety stock} \quad (2.1)$$

dengan :



$n$  = jumlah kanban yang dibutuhkan  
 $X$  = selang waktu yang digunakan (hari)  
 $Y$  = jumlah pengiriman setiap selang waktu  $X$   
 $Z$  = *lead time* pengiriman pesanan (kedatangan)

di mana,

$$Safety\ stock = \alpha \times \frac{\text{permintaan harian komponen}}{\text{kapasitas kotak (lot size)}} \quad (2.2)$$

Dengan  $\alpha$  adalah koefisien *safety stock*. Sehingga,

$$n = \frac{\text{permintaan harian komponen}}{\text{kapasitas kotak (lot size)}} \times \left\{ X \times \left( \frac{1+Z}{Y} \right) \right\} + \alpha \times \frac{\text{permintaan harian komponen}}{\text{kapasitas kotak (lot size)}} \quad (2.3)$$

Koefisien *safety stock* ( $\alpha$ ) merupakan koefisien yang membandingkan antara jumlah jam yang dapat dipenuhi oleh *safety stock* dengan jumlah jam kerja total.

### 2.1.3 Cycle Issue

*Cycle issue* merupakan frekuensi pengiriman barang oleh pemasok.

Pengertiannya,

$X$  = Jumlah hari dalam pengiriman  
 $Y$  = Pengiriman dalam jumlah hari pengiriman  
 $Z$  = Interval dalam pengiriman setelah waktu permintaan

Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam menentukan *cycle issue* adalah:

- a) Jarak pemasok
- b) Karakteristik dan varian komponen yang dipasok
- c) Jumlah pesanan per hari

d) Kapasitas truk

## 2.2 Sistem *Milkrun*

Sistem *milkrun procurement* adalah sistem pengangkutan/pengambilan komponen dari sejumlah pemasok dengan menggunakan satu kendaraan dan pada waktu yang bersamaan, dan kotak kosong dikirimkan kembali kepada pemasok (Lisa Froechlich, 1999).

Sistem pengangkutan ini diterapkan pertama kali pada tahun 1995. Penamaan sistem ini berasal dari sistem tradisional dalam penjualan susu di negara-negara Barat, dimana si penjual susu berjalan dari satu pintu pelanggan ke pintu yang lain dengan membawa “*dray*” sesuai rute yang telah ditentukan untuk mengantarkan susu dan membawa kembali botol yang sudah kosong. Sistem ini telah diterapkan pada berbagai macam industri dan perusahaan manufaktur otomotif (Du T; Wang F K; Lu P., 2007)

Hal-hal yang melatarbelakangi pengembangan sistem *milkrun* adalah tingginya biaya transportasi, rendahnya efisiensi kendaraan, tanggung jawab dan disiplin pemasok dan atau supir yang rendah, serta sulitnya pengontrolan pengiriman oleh pembeli. Kurangnya disiplin supir diindikasikan dengan keterlambatan kedatangan. Pelaksanaan sistem *milkrun* dapat menentukan rute, jadwal (waktu), jenis dan jumlah komponen yang akan dikirim oleh beberapa truk dari para pemasok dengan asumsi bahwa seluruh truk harus mengembalikan palet kosong ke pusat permintaan pesanan (pabrik/perusahaan) (T. Amini, M. Jafari, S.J. Sadjadi, 2007)

Keuntungan konsep *milkrun* adalah:

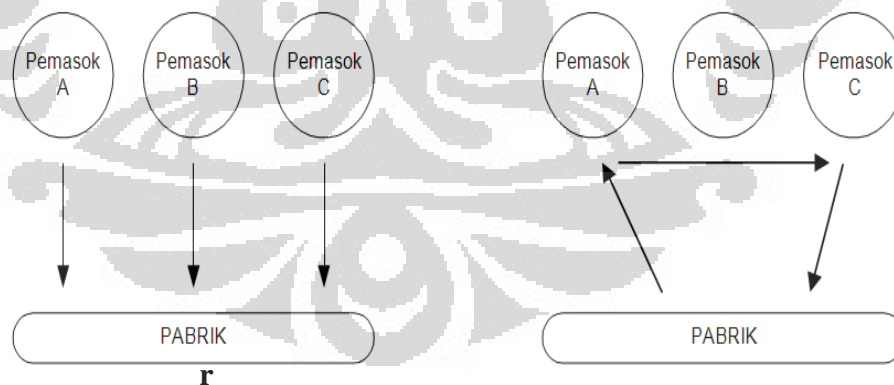
- memperpendek jarak tempuh rute peralanan
- meningkatkan efisiensi muatan kendaraan



- mengurangi jumlah kendaraan yang digunakan
- penjadwalan yang lebih efisien
- secara signifikan mengurangi pembuangan emisi dan penggunaan energi.

Sedangkan hambatannya adalah:

- Skid dan kotak milik pemasok seringkali tertukar dengan milik pemasok – pemasok lain.
- Bila pemasok belum siap untuk diambil komponennya, maka pemasok harus mengirimkan sendiri komponen tersebut.
- Berkurangnya fungsi truk dan supir di sisi pemasok.



## 2.2. Sistem Pengangkutan

Gambar 2.2 (a) menggambarkan sistem pengangkutan yang konvensional, dimana masing-masing pemasok mengantarkan bahan baku ke pabrik, sedangkan gambar 2.2 (b) menggambarkan sistem *milkrun*,

dimana pengangkutan bahan baku dari sejumlah pemasok hanya dilakukan oleh satu kendaraan menuju ke pabrik.

### **2.3 Vehicle Routing Problem**

Logistik mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap biaya dan keputusan suatu perusahaan, logistik juga berpengaruh untuk menghasilkan level pelayanan kepada konsumen yang berbeda-beda. Tujuan akhir manajemen logistik adalah mendapatkan sejumlah barang atau jasa yang tepat pada tempat dan waktu yang tepat, serta kondisi yang diinginkan dengan memberikan kontribusi terbesar bagi perusahaan.

Untuk mencapai tujuan akhir manajemen logistik, diperlukanlah suatu sistem distribusi produk yang :

- Memastikan bahwa produk yang tersedia pada waktu dan jumlah yang tepat sesuai permintaan konsumen
- Memiliki kualitas yang terjamin
- Memperhatikan tingkat keselamatan dalam pendistribusiannya.

Suatu perusahaan harus dapat mengoptimalkan sistem distribusinya agar dapat bersaing dengan perusahaan sejenis lainnya. Salah satu caranya adalah dengan pengoptimalan transportasi. Salah satu permasalahan dalam transportasi adalah *Vehicle Routing Problems (VRP)* yaitu merancang  $m$  set rute kendaraan dengan biaya rendah dimana tiap kendaraan berawal dan berakhir di depot, setiap konsumen hanya dilayani sekali oleh sebuah kendaraan, serta total permintaan yang dibawa tidak melebihi kapasitas kendaraan. Transportasi ini memberikan kontribusi biaya  $1/3$  sampai  $2/3$  dari total biaya distribusi.

Vehicle routing problems (VRP), pertama kali dikenalkan oleh Dantzig dan Ramser pada tahun 1959. VRP ini memegang peranan penting pada manajemen distribusi dan telah menjadi salah satu permasalahan dalam

optimalisasi kombinasi yang dipelajari secara luas. VRP merupakan manajemen distribusi barang yang memperhatikan pelayanan, periode waktu tertentu, sekelompok konsumen dengan sejumlah kendaraan yang berlokasi pada satu atau lebih depot yang dijalankan oleh sekelompok pengemudi, menggunakan *road network* yang sesuai. Solusi dari sebuah VRP yaitu menentukan sejumlah rute, yang masing-masing dilayani oleh suatu kendaraan yang berasal dan berakhir pada depotnya, sehingga kebutuhan pelanggan terpenuhi, semua permasalahan operasional terselesaikan dan biaya transportasi secara umum diminimalkan.

Karakteristik konsumen dalam VRP:

- Menempatkan *road graph* dimana konsumen berada
- Adanya *demand* dalam berbagai tipe dan harus diantarkan ke tempat konsumen
- Terdapat periode waktu (*time window*) dimana konsumen dapat dilayani
- Waktu yang dibutuhkan untuk mengantarkan barang ke lokasi konsumen (*loading time*), hal tersebut dapat berhubungan dengan jenis kendaraan
- Sekelompok kendaraan tersedia digunakan untuk melayani konsumen

Terdapat empat tujuan umum VRP (Toth and Vigo, 2002)

, yaitu :

- Meminimalkan biaya transportasi global, terkait dengan jarak dan biaya tetap yang berhubungan dengan kendaraan
- Meminimalkan jumlah kendaraan (atau pengemudi) yang dibutuhkan untuk melayani semua konsumen
- Menyeimbangkan rute, untuk waktu perjalanan dan muatan kendaraan
- Meminimalkan penalti akibat *service* yang kurang memuaskan dari konsumen

Menurut Toth dan Vigo (2002) ditemukan variasi permasalahan utama VRP yaitu:

- Setiap kendaraan memiliki kapasitas yang terbatas (*Capacitated VRPCVRP*)
- Setiap konsumen harus dikirim barang dalam waktu tertentu (*VRP with time windows-VRPTW*)
- Vendor menggunakan banyak depot untuk mengirim konsumen (*Multiple Depot VRP – MDVRP*)
- Konsumen dapat mengembalikan barang-barang kembali ke depot (*VRP with pick up and delivering – VRPPD*)
- Konsumen dilayani dengan menggunakan kendaraan yang berbedabeda (*Split Delivery VRP – SDVRP*)
- Beberapa besaran (seperti jumlah konsumen, jumlah permintaan, waktu melayani dan waktu perjalanan)
- Pengiriman dilakukan dalam periode waktu tertentu (*Periodic VRPPVRP*)

## 2.4 Vehicle Routing and Scheduling

*Vehicle routing and scheduling* merupakan perluasan dari *vehicle routing problem*. Beberapa batasan yang realistis yang termasuk didalamnya adalah sebagai berikut (R Ballou, Ronald H, 2004):

1. Dalam setiap titik pemberhentian, ada sejumlah volume yang diambil dan dikirim.
2. Beragam kendaraan kemungkinan digunakan, disebabkan karena beragam batasan kapasitas pengangkutan.
3. Maksimum total waktu kerja operator kendaraan untuk melakukan pengiriman sebelum periode istirahat selama kurang lebih 8 jam.
4. Titik pemberhentian (konsumen) hanya memperbolehkan pengiriman dan/atau pengambilan produk pada waktu tertentu (disebut : *time windows*).
5. Pengambilan hanya boleh dilakukan setelah dilakukan pengiriman.

6. Operator kendaraan diperbolehkan istirahat atau makan siang pada waktu tertentu.

Beberapa batasan diatas menambah kompleksitas masalah *routing* ini dan mempersulit kita dalam pemilihan solusi yang paling optimal. Solusi yang paling optimal dapat diperoleh dengan cara menerapkan beberapa panduan untuk menghasilkan *routing* dan *scheduling* yang baik atau beberapa prosedur *logical heuristic* dengan pertimbangan kendaraan memulai perjalanan dari pabrik (depot), menuju ke beberapa titik pemberhentian (stop) untuk melakukan pengiriman, dan kembali ke pabrik (depot) pada hari yang sama.

### 2.5 Metode Penyelesaian *Vehicle Routing Problems*

Permasalahan untuk mendapatkan hasil solusi yang optimal dari pemecahan VRP (*Vehicle Routing Problems*) menjadi bertambah jika terdapat penambahan kendala (*constraint*) pada kasus yang harus diselesaikan. Kendalakendala tersebut antara lain batasan waktu (*time window*), jenis kendaraan angkut yang berbeda-beda kapasitas angkutnya, total waktu maksimum operator kendaraan melakukan pengiriman, hambatan-hambatan yang di perjalanan, waktu istirahat operator kendaraan ketika melakukan pengiriman dan lain sebagainya.

Pada dasarnya terdapat 3 macam penyelesaian VRP:

#### a. Solusi eksak

Pada solusi eksak dilakukan pendekatan dengan menghitung setiap solusi yang mungkin sampai satu terbaik dapat diperoleh. *Branch and bound* dan *branch and cut* merupakan contoh dari penyelesaian eksak.

#### b. Heuristik

Metode Heuristik memberikan suatu cara untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang lebih sulit dan dengan kualitas dan waktu penyelesaian yang lebih cepat daripada solusi eksak. Contoh metode heuristik antara lain: *Saving Based*, *Matching Based*, *Multiroute improvement heuristic*, dll.

Dari banyak pendekatan untuk memecahkan masalah VRP terdapat dua metode yang paling umum digunakan yaitu *sweep method* dan *savings method*.

### c. Metaheuristik

Algoritma heuristik modern atau yang lebih dikenal dengan metaheuristik memecahkan masalah dengan melakukan perbaikan mulai dengan satu atau lebih solusi awal. Solusi awal ini bisa dihasilkan secara acak, bisa pula dihasilkan berdasarkan heuristik. Kualitas solusi yang dihasilkan dari metode ini jauh lebih baik daripada yang didapat heuristik klasik. Contoh metaheuristik adalah *genetic algorithm*, *simulated annealing*, *tabu search*, *ant colony system*, *differential evolution* dsb.

## 2.6 Tabu Search Meta-Heuristic

### 2.6.1. Pengertian Umum

Kata tabu atau *taboo* berasal dari bahasa Tongan yaitu salah satu bahasa Polynesia yang digunakan oleh penduduk pribumi dari pulau Tonga untuk mengungkapkan sesuatu yang tidak boleh disentuh karena merupakan sesuatu yang keramat (Glover; Fred ;Laguna, 1997), . Menurut kamus Webster juga berarti “ sebuah larangan yang diturunkan secara sosial sebagai mekanisme protektif ”atau sesuatu yang dilarang sebab mengandung resiko. Resiko yang dihindari dalam hal ini adalah hal yang kontra produktif.

Lebih rinci lagi, tabu search berdasarkan premis yang bersifat *problem solving* atau memecahkan masalah, untuk dikualifikasikan cerdas, harus menyertakan *adaptive memory* dan *responsive exploration*. Fitur *adaptive memory* dan *responsive exploration* dalam TS membuat implementasi prosedur yang dapat melakukan pencarian berbagai solusi secara ekonomis dan efektif. Karena pilihan-pilihan lokal dipandu dengan informasi yang dikumpulkan selama pencarian tabu search sangat berbeda dibandingkan dengan pola tanpa memori (*memoriless*) yang sangat bergantung pada proses semi acak yang mengimplementasikan sebuah

bentuk sampling. Contoh dari metode tanpa memori adalah *heuristic greedy*, dan pendekatan *annealing* dan *genetic* terinspirasi oleh metafor fisika dan biologi. *Adaptive memory* juga berbeda dengan desain memori yang kaku pada algoritma *branch and bound*.

### 2.6.2. Penggunaan Memori

Struktur memori dlm tabu search beroperasi atas referensi empat dimensi utama yaitu referensi *frequency*, *quality*, dan *influence*. Dimensi *quality* mengacu pada kemampuan untuk membedakan kelebihan dari solusi-solusi yang dikunjungi selama pencarian. Pada konteks tersebut, memori dapat digunakan untuk mengidentifikasi elemen-elemen yang umum tentang solusi yang baik atau tentang jalan yang membawa kepada solusi tersebut. Pada prakteknya, *quality* menjadi landasan untuk pembelajaran berbasis intensif, dimana penghargaan diberikan untuk meningkatkan tindakan yang menghasilkan solusi yang baik, dan *penalti* diberikan untuk menghindari tindakan-tindakan yang menyebabkan solusi yang buruk.

Memori yang digunakan dalam tabu search bersifat eksplisit dan juga atributif. Memori eksplisit merekam seluruh solusi, terutama terdiri dari solusi penting yang dikunjungi selama pencarian. Suatu perluasan dari memori ini merekam solusi penting yang sangat atraktif namun merupakan solusi tetangga yang belum tereksplorasi. Sebagai alternatif, tabu search menggunakan memori atributif untuk tujuan sebagai panduan. Jenis memori ini merekam informasi tentang atribut-atribut solusi yang mengalami perubahan dalam proses perpindahan dari satu solusi ke solusi yang lain. Sebagai contoh, dalam suatu grafik atau jaringan, atribut dapat terdiri dari *nodes* atau arah yang ditambahkan, dihilangkan atau direposisi dengan mekanisme perpindahan.

### 2.6.3. *Tabu Search pada VRP*

*Tabu search* adalah salah satu metode yang tergabung dalam satu kelas yang disebut *meta-heuristic* (Osman IH, (1995)),. Metode *Tabu search* ini terbukti sukses dalam memecahkan permasalahan kombinatorial terkait dengan masalah optimasi. Dasar dari TS *meta-heuristic* adalah dengan menggunakan strategi pengawalan yang agresif untuk memotong prosedur pencarian lokal untuk membawa keluar eksplorasi dari himpunan solusi dalam rangka menghindari keterjebakan dalam *local optima*. Ketika *local optima* ditemui, strategi agresif bergerak ke solusi terbaik di setiap tetangga walaupun mungkin akan mengakibatkan penurunan dalam nilai tujuan. Untuk menghindari pencarian ke tempat yang baru saja diperoleh, TS menggunakan struktur memori untuk menyimpan atribut dari solusi yang diterima yang baru saja ditemui dalam *tabu list*. Atribut yang disimpan dalam *tabu list* disebut *tabu-active*, dan solusi-solusi yang memiliki elemen *tabu active* dikatakan sebagai *tabu*. Sebuah atribut tetap *tabu active* selama durasi  $tt$ , dikenal sebagai *tabu tenure* sebelum ini dibuat tidak *tabu active*. Algoritma TS melanjutkan pencariannya sampai iterasi tertentu atau maksimal sebelum ini diakhiri.

TS *meta-heuristic* membutuhkan :

- Solusi awal
- Mekanisme pembentukan solusi tetangga
- Data management structure
- Set komponen untuk algoritma TS

### 2.6.4. *Prosedur umum TS- VRP*

1. Menentukan solusi awal

- Solusi awal



- Tentukan  $S_{best} = S$ ,  $C_{itr} = 0$  (*current iteration counter*)

## 2. Inisialisasi *Tabu search*

- Tentukan skema tabu tenure serta nilai untuk tiap parameternya.
- Tentukan jumlah total iterasi  $T_{itr}$ , dan  $B_{itr} = 0$  (*best iteration counter*)

## 3. Lakukan iterasi

- Lakukan *move* untuk membuat solusi tetangga, dan pilih solusi  $S'$  terbaik yang diizinkan dari daftar kandidat.
- Tentukan solusi saat ini (*current solution*)  $S$  menjadi  $S'$ ,  $C_{itr} = C_{itr} + 1$

## 4. Perbaharui skema *tabu search*

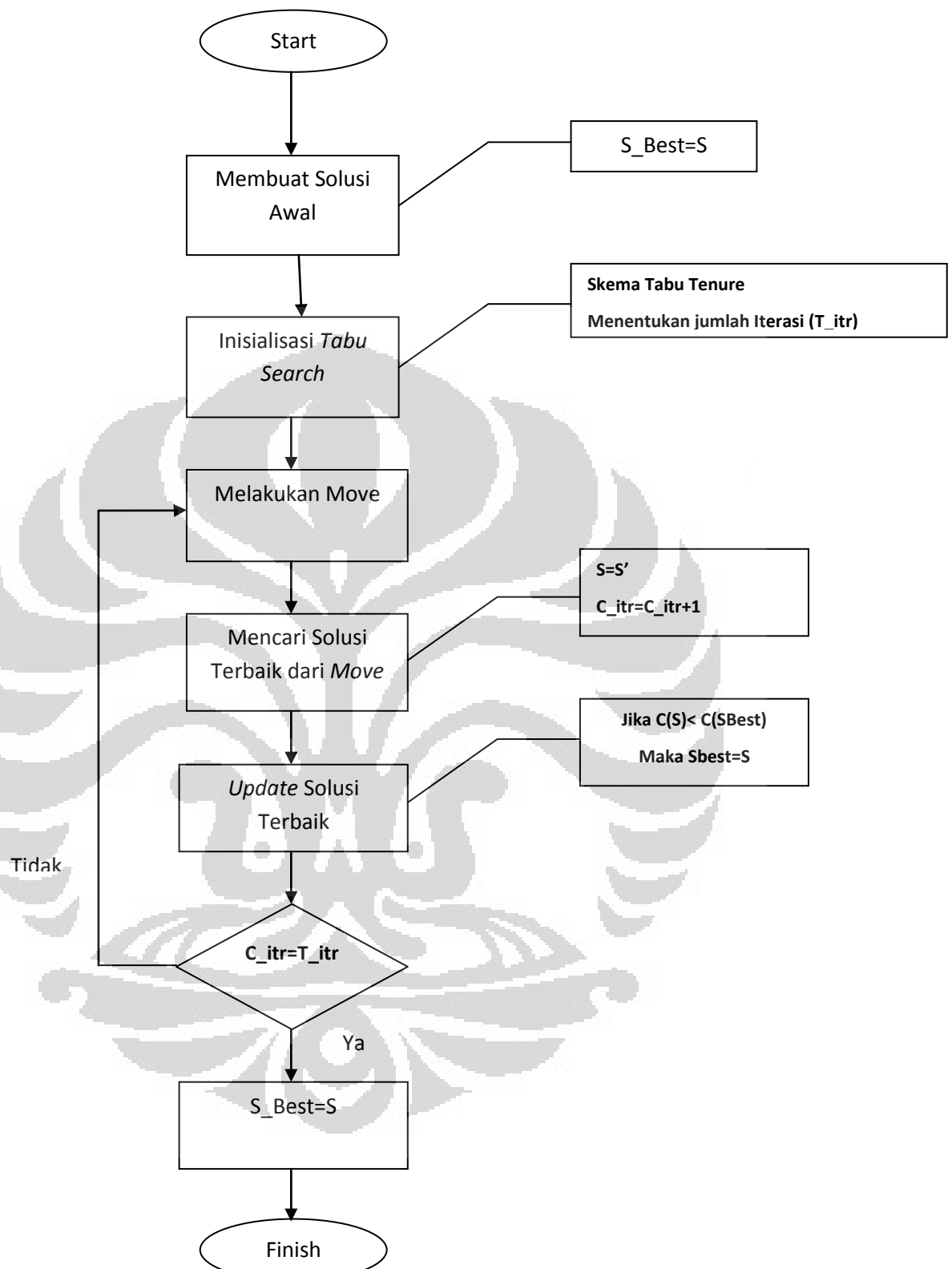
- Perbaharui daftar dalam *tabu list*
- Perbaharui komponen skema *tabu tenure* jika diperlukan

## 5. Perbaharui solusi baru

- Jika  $C(S) < C(S_{best})$ , maka tentukan  $S_{best} = S$  dan  $B_{itr} = C_{itr}$

## 6. Penghentian

- Jika  $C_{itr} = T_{itr}$  maka , pencarian dihentikan, laporkan  $S_{best}$  dan  $B_{itr}$ , jika tidak kembali ke langkah 3



**Gambar.2.3.** Flowchart pengerjaan *Tabu Search* pada VRP

## **BAB 3**

### **PROFIL PERUSAHAAN DAN PENGUMPULAN DATA**

#### **3.1 Profil Perusahaan**

PT. Suzuki Indomobil Motor merupakan sebuah perusahaan Penanaman Modal Asing (PMA) yang berdiri dengan kekuatan 5 (Lima) buah perusahaan. Perusahaan tersebut adalah sebagai berikut :

1. PT. Indohero Steel & Engineering Co.
2. PT. Indomobil Utama.
3. PT. Suzuki Indonesia Manufacturing.
4. PT. Suzuki Engine Industry.
5. PT. First Chemical Industry.

Lima perusahaan tersebut bergabung (*Merger*) dengan persetujuan dari Presiden Republik Indonesia melalui surat pemberitahuan tentang persetujuan Presiden dari Ketua Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPN) nomor 05 / I / PMA / 90 tertanggal 1 Januari 1990, dan diperingati sebagai tanggal berdirinya PT. Suzuki indomobil motor, yang bergerak dalam bidang usaha Industri Komponen dan Perakitan kendaraan bermotor Merk SUZUKI roda dua (Sepeda Motor) dan roda empat (Mobil).

Lokasi kantor pusat PT. Suzuki Indomobil Motor berada di Wisma Indomobil di Jalan. MT. Haryono, Kav. 8, Jakarta Timur. Kantor Pusat ini didukung oleh 314 karyawan, sedangkan untuk lokasi pabriknya tersebar di beberapa tempat, antara lain di Pulogadung, Cakung, dan di Tambun.

##### **3.1.1 Struktur Organisasi dan Fungsi**

Dalam suatu perusahaan, pembentukan suatu organisasi sangat diperlukan dalam usaha untuk menjaga kelancaran dan mencapai tujuan Perusahaan dan

mempunyai ciri-ciri yaitu merupakan gabungan dari sekelompok orang dimana terdapat hubungan kerja yang harmonis antara sekelompok orang tersebut dan terdapat pembagian kerja untuk masing-masing orang demi tercapainya tujuan bersama yang ingin dicapai oleh kelompok orang tersebut.

Didalam organisasi ini, sekelompok orang-orang tersebut harus mempunyai tujuan yang sama demi membentuk suatu perusahaan yang baik. Adapun ciri atribut organisasi dapat diperinci sebagai berikut :

- a. Organisasi adalah lembaga sosial yang terdiri dari sekumpulan orang dengan berbagai pola interaksi yang ditetapkan.
- b. Organisasi dikembangkan untuk mencapai tujuan-tujuan tertentu. Oleh karena itu organisasi adalah kreasi sosial yang memerlukan aturan dan koordinasi.

Struktur Organisasi adalah kerangka kerja untuk menunjukkan pembagian kerja dan mengkoordinasi aktivitas anggota suatu organisasi. Struktur Organisasi ini dapat berbeda dalam setiap organisasi, karena adanya strategi dan lingkungan sekitar yang berbeda serta tergantung dari kebutuhan masing-masing perusahaan. Struktur organisasi dibentuk dengan maksud agar setiap anggota organisasi dapat bekerja secara efektif dan efisien. Unsur-unsur dasar dari organisasi adalah :

- a. Adanya dua orang atau lebih
- b. Adanya pengaturan hubungan
- c. Adanya maksud untuk kerja sama
- d. Adanya tujuan yang hendak dicapai
- e. Adanya pembagian peranan untuk mencapai suatu tujuan tertentu secara bersama-sama.

Pembagian kerja merupakan hal yang sangat diperlukan dan akan menghasilkan departemen-departemen dengan *job description* dari masing-masing departemen sampai unit-unit terkecil dalam organisasi. Hierarki merupakan pola berjenjang dalam struktur organisasi. Koordinasi adalah interaksi aktivitas bagian-

bagian terpisah dari sebuah organisasi untuk mencapai sasaran organisasi.

Pada PT. ISI ini secara global, menggunakan jenis struktur organisasi garis (*line organization*). Pada organisasi ini mempunyai bentuk menyamping. (gambar 3.1)

Secara ringkas dapat disebutkan tugas dan wewenang dari setiap susunan struktur organisasi sebagai berikut :

a. *Board of Directors*

Bertugas untuk mengawasi jalannya perusahaan yang dilakukan oleh presiden direktur dan wakil direktur.

b. *President & Vice President*

Bertugas untuk menyusun kebijakan dan strategi perusahaan agar mencapai misinya yang tidak bertentangan dengan strategi perusahaan utama yaitu *Suzuki Motor Company-Japan*.

c. *Administration Division*

Divisi dipimpin oleh seorang *managing director* yang bertanggung jawab kepada presiden direktur, tugas dan tanggung jawab utamanya adalah sebagai pendukung kegiatan divisi lainnya yaitu *marketing* dan *production*, yang mengatur dari mulai kebutuhan sumber daya manusia, pengelolaan keuangan perusahaan, internal audit, subsidiaries dan jugamenangani kebutuhan dan perkembangan teknologi informasi perusahaan yang memiliki tujuan, agar dapat mempercepat proses kinerja perusahaan.

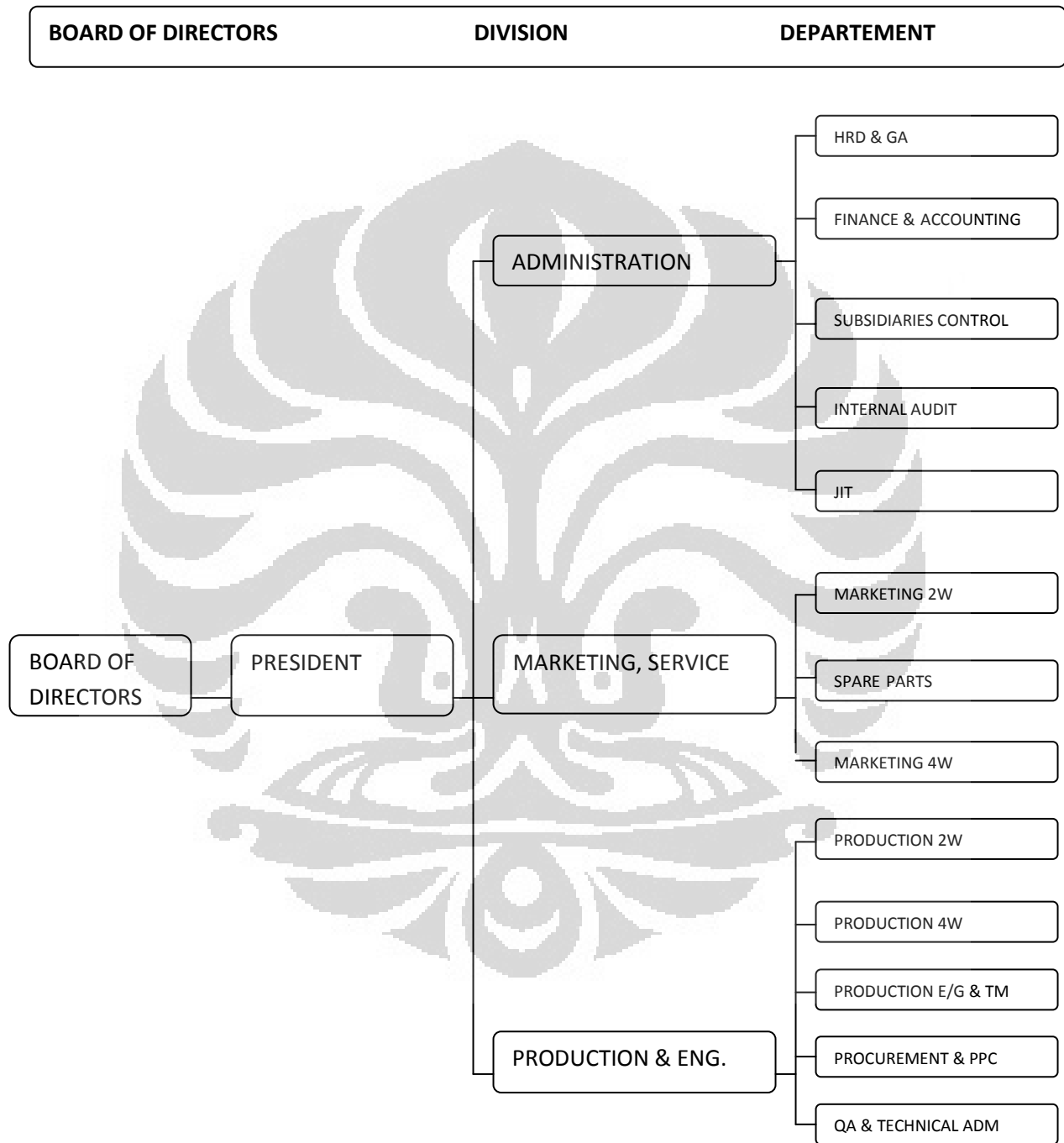
d. *Marketing Division*

Divisi pemasaran dipimpin oleh seorang *managing director* yang bertanggung jawab kepada presiden direktur, tugas dan tanggung jawab utamanya adalah menghasilkan laba bagi perusahaan, dari produk yang dibuat oleh perusahaan.

e. *Production Division*

Divisi produksi dipimpin oleh seorang *managing director* yang bertanggung jawab kepada presiden direktur, tugas dan tanggung jawab utamanya adalah

BOARD OF DIRECTOR & DIRECTORATE HEAD LEVEL



Gambar 3.1 Struktur Organisasi PT. Suzuki indomobil motor

mengelola pabrik atau proses produksi yang efisien sehingga menghasilkan suatu produk yang terbaik bagi perusahaan.

f. *HRD*

Secara garis besar HRD adalah bagian yang mengurus semua hal tentang karyawannya.

g. *Finance & Accounting*

Bagian ini mempunyai tugas dan wewenang dalam hal urusan keuangan. Dimana bagian inilah yang mengatur semua keuangan baik pemasukan maupun pengeluaran.

h. *Production & Engineering*

Pada bagian ini mempunyai tugas dan wewenang dalam hal jalannya kegiatan produksi. Untuk *engineering* mempunyai tugas dan wewenang dalam hal perencanaan dan pengorganisasian pemeliharaan alat yang dibutuhkan untuk mendukung jalannya proses produksi, melaporkan hal-hal yang menjadi kendala reparasi kepada *Plant Manager* untuk mendapat keputusan pemecahannya.

### 3.2 Sistem Pengiriman Komponen

Pengiriman komponen pada perusahaan selama ini yaitu pengiriman komponen secara *direct supply*. Konsep *milkrun* adalah salah satu metode pengiriman komponen dari pemasok ke perusahaan dalam kegiatan eksternal logistik. Pada konsep ini, komponen yang seharusnya dikirimkan secara langsung oleh pemasok ke perusahaan, tidak lagi dikirimkan secara langsung, namun dijemput oleh perusahaan ke pemasok-pemasok yang bersangkutan. Pemasok yang dipilih adalah pemasok yang volume ( $m^3$ ) pengirimannya relatif kecil dan berlokasi pada suatu area tertentu.

Penerapan konsep ini dapat mengurangi biaya transportasi yang dikeluarkan dan menurunkan frekuensi kedatangan truk pemasok ke

perusahaan yang saat ini dapat mencapai lebih dari 200 kali kedatangan. Dengan demikian, hal ini akan menghemat tempat parkir truk di perusahaan.

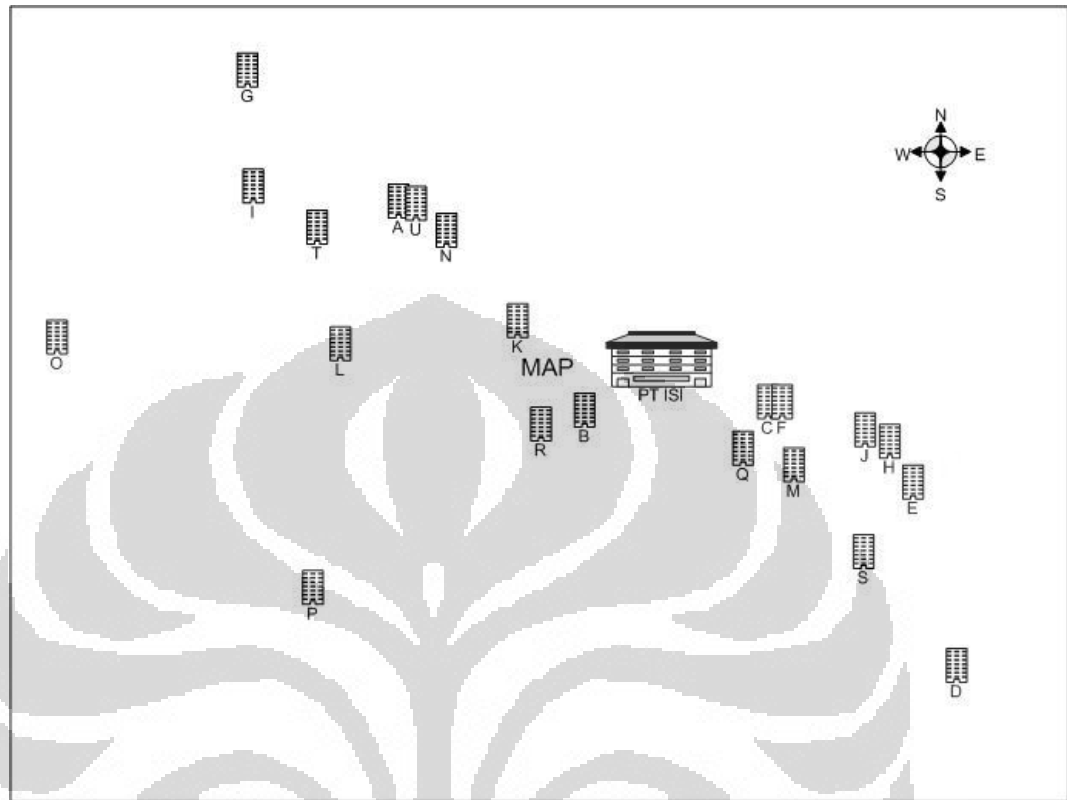
Pemasok domestik yang menyuplai bahan baku dan komponen ke PT. ISI, khususnya pada pabrik perakitan dan pabrik pengelasan mobil di Tambun, berjumlah lebih dari 50 pemasok. Sifat pemesanan dan *cycle issue* kepada pemasok pun berbeda-beda. Ada yang menggunakan *kanban* dan dengan menggunakan jadwal. Pada penelitian ini, pemasok yang menjadi obyek analisa adalah pemasok yang dipesan melalui sistem *kanban*. Dengan melakukan beberapa seleksi terhadap pemasok melalui beberapa kriteria.

Kriteria yang diberikan untuk menentukan pemasok yang layak diberlakukan pengiriman komponen secara *milkrun* adalah:

1. Komponen yang dipasok, dikirim dalam kotak, *pallet*, atau rak yang memungkinkan untuk ditumpuk.
2. Jarak pemasok yang terlalu jauh, misal Bandung atau Surabaya, tidak dapat dilayani secara *milkrun*. Begitu pula untuk jarak pemasok yang terlalu dekat, komponen pasokan dapat dikirim hanya dengan menggunakan *forklift*.
3. *Order volume* dan *order frequency* yang sangat tinggi tidak dapat dilakukan pengiriman komponen dengan cara *milkrun*.
4. Pemasok yang diambil dibatasi untuk produksi jenis mobil.

Dari kriteria tersebut, diperoleh pemasok-pemasok yang akan dianalisa se- lanjutnya sebanyak 22 pemasok. Perhatikan Gambar 3.2 yang merupakan ilustrasi gambar lokasi pemasok.





**Gambar 3.2 Ilustrasi persebaran pemasok**

Kedua puluh dua pemasok yang akan dianalisa berlokasi di daerah Jabotabek Berdasarkan gambar tersebut, akan di tentukan rute *milkrun* yang paling baik, sehingga dapat meminimalisasi jarak dan waktu pengangkutan.

Sebelum penerapan konsep *milkrun*, seluruh pengiriman komponen dilakukan secara langsung oleh masing-masing pemasok. Dengan penerapan konsep *milkrun*, pemasok tidak perlu lagi mengirimkan komponennya sendiri, sehingga antrian truk pengangkut pada perusahaan dapat dikurangi atau tidak perlu terjadi lagi.

### 3.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari perusahaan selama periode September 2011. Berikut ini adalah data-data yang dibutuhkan untuk menerapkan konsep *milkrun*:

- Daftar nama-nama pemasok dan lokasinya.
- Daftar *trolley* komponen yang dikirimkan dari pemasok ke perusahaan.
- Tipe dan ukuran truk yang digunakan pemasok untuk mengirimkan komponen pesanan.
- Daftar jumlah/volume kebutuhan komponen setiap harinya dari pemasok.
- Spesifikasi truk yang akan digunakan untuk pengiriman
- Jumlah hari kerja dari *receiving area* pabrik (area penerimaan komponen).
- Jarak dan waktu tempuh truk dari pemasok sampai perusahaan.
- Data pendukung lainnya seperti biaya bahan bakar truk, jumlah *manpower*, *loading* dan *unloading time*.

Data tersebut yang selanjutnya akan diolah sehingga dihasilkan data-data yang diinginkan seperti:

1. Efisiensi pengiriman dan efisiensi truk
2. Volume pengiriman per hari (*trolley* atau m<sup>3</sup>), dll.
3. Jumlah truk yang diperlukan
4. Jarak tempuh armada pengangkutan (truk) yang paling minimum

#### 3.3.1 Data Pemasok

Terdapat dua puluh dua pemasok yang berlokasi di wilayah Jakarta, Bogor, Tangerang, Bekasi dan sekitarnya. Berikut alamat lokasi dari pemasok dapat dilihat pada tabel 3.1

tabel 3.1 Data Pemasok

Supplier	Lokasi	Area
DSTR	JL Gaya Motor I no:6 Sunter II Tanjung Priok, Jakarta 14330	Jakarta
IVDO	Jl Toyo Giri I,Tambun, BEKASI 17510	Bekasi
SGS	Kawasan Industri MM2100, Cikarang Barat, Bekasi 17520 Jawa Barat - Indonesia	Bekasi
SIWS	Kawasan Industri Kota Bukit Indah, Blok D - II No 27 - 29 Desa Dangdeur, Kec. Campaka Purwakarta, West Java	Purwakarta
ING	Jl Industri Slt VI-A Kawasan Industri Jababeka Tahap II Bl GG/7-B,, Cibitung BEKASI 17520	Bekasi
MTB	Plot NN-12, MM-2100, Cikarang Barat, Bekasi, Indonesia.	Bekasi
YSL	Jl. Pembangunan No. 60 Desa Batu Jaya, Batu Ceper, Tangerang, Banten	Tangerang
SBC	Jl Mangga Dua Raya Ruko Mangga Dua Plaza Bl B/5,Mangga Dua Selatan,Sawah Besar JAKARTA 10730	Jakarta
MTM	Jl. Jababeka XI Blok H-3 No.12 Cikarang- Bekasi	Bekasi
HL	Jl Bouraq 35,Bati Jaya,Batu Ceper TANGERANG 15121	Tangerang
TMT	Jl. Jababeka VI Blok I 6 N, Cikarang - Bekasi	Bekasi
CSK	Jl. Raya Bekasi KM. 23, Cakung. City, JAKARTA, 13910	Jakarta
IRC	Wisma Hayam Wuruk lt. 7. Jalan Hayam Wuruk no. 8, Jakarta 10120 Indonesia	Jakarta
KYB	Jl. Block II-4 , MM 2100 Industrial Town Cikarang Barat – Bekasi 17520	Bekasi
IGP	Jl. Pegangsaan Dua Km 1.6 Kelapa Gading, Jakarta 14250 INDONESIA	Jakarta
INO	Jl. Agarindo Km. 6 Desa Sukamantri, Pasar Kemis, Tangerang , Banten	Tangerang
IDK	Jln. Raya Jakarta-Bogor km 47, Cibinong - Bogor	Bogor
JVC	Jl Akses Tol Cibitung 82,, Cibitung BEKASI	Bekasi
MTD	Jl . Raya Narogong Km. 12,5 Bantar Gebang Bekasi	Bekasi
SAN	Hyundai Industrial Estate Block C-4 No. 10, Jl . Inti II, Lemahabang,Bekasi 17550 Jawa Barat,Indonesia	Bekasi
GMT	Jl. Kapuk Kamal Raya No.23. Jakarta 14470	Jakarta
GSB	Jl . Laksamana muda Yos Sudarso Sunter I Jakarta Utara 14350.	Jakarta

### 3.3.2 Volume Pemesanan

Data volume permintaan yang dianalisa berdasarkan pada *component part list (CPL) order* dan *Master List of Kanban* bulan Agustus-September 2011 . Dari data tersebut dapat diperoleh jumlah kebutuhan data volume pengiriman per hari tiap pemasok dan data jumlah trolley yang dikirimkan.

**Tabel 3.2** Daftar Volume pesanan Per Pemasok

supplier	trolley	cycle issues	trolley/cycle
DSTR	10	2	5
IVDO	1	1	1
SGS	54	2	27
SIWS	2	2	1
ING	4	1	4
MTB	1	1	1
YSL	10	2	5
SBC	1	1	1
MTM	28	1	28
HL	4	2	2
TMT	1	1	1
CSK	9	1	9
IRC	3	1	3
KYB	3	1	3
IGP	21	3	7
INO	5	1	5
IDK	1	1	1
JVC	1	1	1
MTD	28	4	7
SAN	8	2	4
GMT	1	1	1
GSB	7	1	7

### 3.3.3 Waktu

Waktu merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan rute. Data waktu yang merupakan bagian dari waktu rute adalah waktu perjalanan, Waktu proses *loading* dan *unloading* baik di gudang pemasok maupun di area penerimaan PT. ISI. Waktu rute harus berada dalam waktu kerja ISI maupun waktu kerja pemasok.

#### 3.3.3.1 Jam Kerja Perusahaan dan Pemasok

Waktu kerja perusahaan dibagi menjadi dua shift, yaitu shift pagi dan shift malam bergantung jumlah produksi.

Berikut adalah rincian waktunya,

*Shift pagi* : 07:30 – 16.00      istirahat : 11:45 –12:30

*Shift malam* : 21:00 – 05:30      istirahat : 00:00 – 00:30

Waktu kerja operator adalah 1 *shift*, yaitu 8 jam per hari. Waktu kerja di selain waktu kerja tersebut di atas merupakan waktu lembur. Namun untuk umumnya hanya diambil satu *shift*. Oleh karena sifat pengiriman yang JIT, maka jam kerja pemasok mengikuti jam kerja PT. ISI.

#### 3.3.3.2 Waktu *loading* dan *unloading*

Waktu *loading* dan *unloading* adalah waktu yang diperlukan untuk *handling* barang. Proses ini dilakukan baik di gudang pemasok maupun di pabrik PT ISI. Proses *handling* barang di gudang pemasok adalah menurunkan kotak kosong yang dibawa dari PT ISI dan menaikkan kotak berisi komponen ke atas truk untuk dibawa kembali ke

PT ISI. Jumlah kotak kosong yang diturunkan dan jumlah kotak berisi komponen yang dinaikkan ke dalam truk berjumlah sama, hal ini disebabkan karena pola permintaan *per-cycle* yang merata (*heijunka part's ordering*). Dengan begitu luas dan volume ruang yang dibutuhkan setiap pemasoknya adalah sama baik sebelum maupun sesudah proses *loading* dan *unloading* dan di gudang pemasok.

Waktu *loading* dan *unloading* ditetapkan dengan menggunakan perhitungan lamanya waktu penggunaan *forklift*. Untuk waktu *loading* dan *unloading* di PT ISI berkisar antara 30-45 menit. Namun dalam hal ini diasumsikan 30 menit. Karena sebagian besarnya memerlukan range waktu 25-30 menit.



**Gambar 3.3** Kegiatan *Unloading*

#### 3.3.4 Jarak

Data jarak yang dikumpulkan adalah jarak antara pabrik perakitan dengan masing-masing pemasok dan jarak antara pemasok. Pengambilan data jarak ini dilakukan dengan menggunakan bantuan peta digital, dan data sekunder yang diperoleh dari sumber. Peta digital yang digunakan

merupakan aplikasi yang dikeluarkan oleh Google, yaitu Google Maps ([www.maps.google.com](http://www.maps.google.com)). Dengan salah satu *tool*-nya yaitu *distance measurement tool* yang dapat digunakan untuk mengukur jarak antara dua titik yang berada di peta dan hasilnya cukup akurat. Pengukuran jarak ini dilakukan dengan menandai lokasi-lokasi yang akan dicari jaraknya, kemudian mengaktifkan aplikasi *route based on fastest time*. Pemilihan aplikasi ini dengan pertimbangan bahwa *fastest time* dipilih berdasarkan pemilihan rute yang melewati jalan tol, dimana armada pengangkutan pasti akan melewati jalan tol.

Pemilihan jalan yang menghubungkan dua titik tertentu dilakukan dengan pertimbangan waktu tempuh tercepat dan juga kondisi atau karakteristik jalan serta tingkat kemacetan. Kemudian, diasumsikan jarak tempuh dari titik A ke titik B sama dengan jarak tempuh dari titik B ke titik A, sehingga matriks jarak yang dihasilkan akan simetris. (Lampiran 1)

Matriks jarak dan waktu antara pabrik ke masing-masing supplier dapat dilihat pada bagian lampiran. Untuk kecepatan truk dalam melakukan perjalanan diasumsikan sama dan diambil dari pertimbangan di google maps serta kecepatan rata-rata truk angkut yang ada sekitar 30-35 km/jam.

### 3.3.5 Armada Pengiriman

Armada pengiriman yang digunakan pada sistem *direct supply* bermacam-macam, tergantung pada masing-masing pemasok, namun untuk sistem milkrun yang akan dipakai, armada atau kendaraan disesuaikan dan disetarakan dengan kebutuhan dari volume pengangkutan. Armada yang ada diklasifikasikan menjadi 3 kelas, diantaranya:

**Kijang**

Panjang	=	1,80 m
Lebar	=	1,75 m
Tinggi	=	1,75 m
Volume	=	5,512 m <sup>3</sup>

**Dyna**

Panjang	=	4,48 m
Lebar	=	2,00 m
Tinggi	=	1,88 m
Volume	=	16,845 m <sup>3</sup>

**Hino**

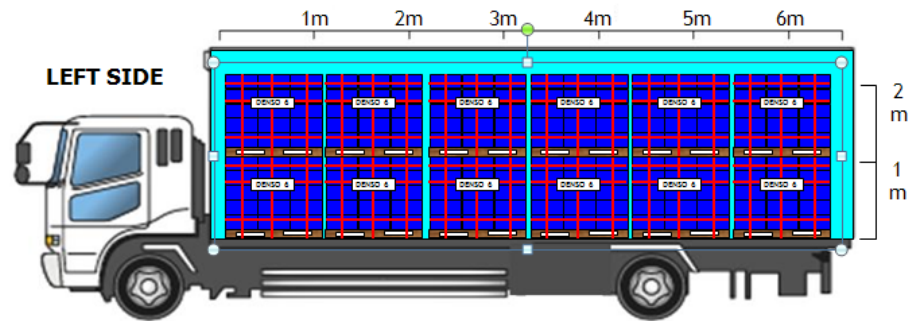
Panjang	=	6,70
Lebar	=	2,25
Tinggi	=	2,36
Volume	=	35,577 m <sup>3</sup>



**Gambar 3.4** Armada Pengangkut Komponen

Berikut merupakan ilustrasi dari kapasitas dan penataan muatan pada truk.





**Gambar 3.5** Ilustrasi Penataan Komponen Dalam Truk



(a)

(b)

**Gambar 3.6** *Packaging skid / trolley*

Hal terpenting dari efisiensi ruang pada truk ialah penyusunan dan *packaging* skid harus sesuai aturan supaya dalam penataan di dalam truk dapat efektif. Gambar 3.6 (b) menunjukkan *packaging* skid yang salah karena penataan tidak rata, sehingga skid sudah tidak dapat diberi tumpukan lagi di atasnya. Gambar 3.6 (a) adalah contoh *packaging* skid yang benar. Permukaannya rata sehingga dapat diberi tumpukan dan sesuai aturan.

Kapasitas muatan kendaraan dinyatakan dalam satuan  $m^3$  dan dikonversikan dalam skid/*trolley* karena pengiriman produk dilakukan dengan menggunakan wadah berupa skid. Skid memiliki ukuran dimensi yang sama, yaitu  $1 \times 1 \times 1$  m.

### 3.3.6 Biaya Kendaraan dan Operasional

Biaya sewa untuk masing-masing jenis kendaraan dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu sewa per perjalanan atau dengan sewa perbulan (kontrak). Berikut adalah tingkat harga yang dikenakan untuk penyewaan truk ataupun untuk kelas kijang yang diperoleh dari hasil *survey* ke beberapa perusahaan penyewaan truk.

Hino : $\geq 50$ km	= Rp. 500.000
50 - 100 km	= Rp. 600.000
100 km $\leq$	= Rp. 700.000
Dyna : $\geq 70$ km	= Rp. 400.000
70 km $\leq$	= Rp. 450.000
Kijang :	= Rp. 300.000

Untuk penyewaan secara kontrak perbulannya, dibagi lagi menjadi dua jenis penyewaan yaitu, penyewaan kontralk perbulan biaya operator dan *maintenance*. ditanggung oleh penyewa atau biaya operator ditanggung oleh rental truk.

Biaya operator ditanggung oleh pabrik :

Kelas Hino	= Rp. 17.000.000 / bulan
Kelas Dyna	= Rp. 10.00.000 / bulan
Kelas Kijang	= Rp. 7.500.000 / bulan

Biaya operator ditanggung oleh penyewa :

Kelas Hino	= Rp. 20.000.000 / bulan
Kelas Dyna	= Rp. 15.000.000 / bulan
Kelas Kijang	= Rp. 10.000.000 /bulan

Untuk pembelian truk, harga untuk truk Hino adalah Rp. 450.000.000/truk

Berdasarkan data dari PT. ISI, biaya operasional truk terdiri dari tiga komponen biaya, yaitu biaya bahan bakar, biaya pemeliharaan dan biaya operator, dengan perincian :

Biaya bahan bakar

- penggunaan / km = 0.375 l/km
- harga bahan bakar = Rp.4500 /l

Biaya pemeliharaan

- biaya pemeliharaan /tahun = Rp. 1.500.000/tahun

Biaya Operator

- jam kerja regular/hari = 8 jam/hari
- hari kerja regular/bulan = 20 hari
- bulan kerja regular/tahun = 12 bulan/tahun
- biaya operator/jam = Rp. 15.000/jam
- biaya lembur/jam = Rp. 50.00/jam

## BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS

### 4.1 Volume

Pada sistem *milkrun* ini kendaraan pada setiap rutanya melakukan proses pengiriman dan pengangkutan. Pengiriman yang dilakukan adalah pengiriman kotak kosong dari pengangkutan sebelumnya, dan pengangkutan yang dilakukan adalah pengangkutan komponen yang telah dipesan melalui *kanban*. Oleh karena pemesanan bersifat *heijunka*, di mana jumlah *kanban* pemasok setiap *cycle*-nya relatif sama, maka volume kotak kosong yang dikirim sama dengan volume komponen pesanan yang diangkut. Volume tiap pengiriman nantinya juga akan digambarkan dalam bentuk *trolley* karena dalam penyusunan didalam truk, akan ditumpuk dalam satuan jumlah *trolley*. Untuk kapasitas truk, satu truk maksimal dapat memuat 24 *trolley*. Berikut data table dan *trolley* dari tiap pemasok. Tabel 4.1 adalah data *trolley* per pemasok.

#### 4.1.1 Cycle Issue

Beberapa pemasok akan mengalami perubahan *cycle issue*. Hal ini disebabkan karena pengambilan komponen dilakukan bersama-sama ke beberapa pemasok yang memiliki *cycle issue* berbeda-beda, sehingga harus dilakukan penyesuaian *cycle issue*. Banyak faktor yang mempengaruhi penentuan *cycle issue* ini. Dalam menentukan *cycle issue* yang digunakan pada rute ini, sesuai dengan batasan masalah yang ada, hanya dilihat dari sisi kendala transportasinya, seperti kendala volume, dan kendala *stack ability*-nya.

**Tabel 4.1** Data trolley per pemasok

supplier	trolley
DSTR	10
IVDO	1
SGS	54
SIWS	2
ING	4
MTB	1
YSL	10
SBC	1
MTM	28
HL	4
TMT	1
CSK	9
IRC	3
KYB	3
IGP	21
INO	5
IDK	1
JVC	1
MTD	28
SAN	8
GMT	1
GSB	7

Perubahan *cycle issue* ini dilakukan berdasarkan pada volume pengiriman per hari masing-masing pemasok dan kapasitas truk. *Cycle issue* masing-masing pemasok ditentukan dengan melihat pada *cycle issue* berapakah, volume pengiriman per *cycle* nya tidak melebihi kapasitas truk. Sebagai contoh, volume pesanan per hari kepada pemasok DSTR tidak melebihi kapasitas truk, dengan begitu *cycle issue* pemasok DSTR adalah satu kali pengiriman per harinya. Sedangkan untuk pemasok MTM atau SGS, volume per harinya jauh lebih besar dibandingkan kapasitas

truk, sehingga *cycle issue*-nya tidak memungkinkan untuk dijadikan satu kali pengiriman per hari. Jumlah *trolley* per pengiriman tidak melebihi kapasitas truk apabila dilakukan pengiriman sebanyak dua kali sehari, sehingga *cycle issue* pemasok MTM adalah dua kali pengiriman per harinya.

Selain dengan perhitungan tersebut, perubahan *cycle issue* juga mempertimbangkan faktor jarak pemasok, karakteristik komponen dan kebijakan perusahaan terkait. Hal ini menyebabkan terdapat pemasok yang apabila dengan *cycle issue* dua kali pengiriman per hari, volumenya sudah dapat memenuhi kapasitas truk, tetapi karena mempertimbangkan faktor-faktor lainnya, *cycle issue* pemasok tersebut menjadi tiga kali pengiriman per hari.

#### 4.1.2 Volume Pengangkutan/Pengiriman

Volume pengiriman/pengangkutan setiap siklusnya ditentukan dengan membagi jumlah *trolley* per hari dengan *cycle issue*. Karena rata-rata jumlah *cycle issues* rata-rata satu kali pengiriman, maka volume per *cycle* dari tiap pemasok sama dengan jumlah volume per hari yang dikirim. Namun, pada MTM, MTD dan SGS yang memiliki perbedaan karena *cycle issues* dan volumenya telah disesuaikan dengan kapasitas angkut truk. Misal pada MTM volume per hari adalah 28 *trolley* dan menjadi 2 *cycle issues*, maka pembagian rata pada tiap *cycle* sehingga volume per *cycle*nya 14 *trolley*.

Tabel 4.2 menjabarkan volume per *cycle* setiap pemasok untuk masing-masing *cycle issue* pada sistem lama. Sedangkan Tabel 4.3 merupakan ringkasan yang berisi perubahan *cycle issue* dan volume per *cycle* setiap pemasok.

Tabel 4.2 dan 4.3 Data volume dan cycle issues pada sistem lama dan baru

supplier	trolley	cyc lama	trolley/cycle	supplier	trolley	cyc baru	trolley/cycle
DSTR	10	2	5	DSTR	10	1	10
IVDO	1	1	1	IVDO	1	1	1
SGS	54	2	27	SGS	54	3	18
SIWS	2	2	1	SIWS	2	1	2
ING	4	1	4	ING	4	1	4
MTB	1	1	1	MTB	1	1	1
YSL	10	2	5	YSL	10	1	10
SBC	1	1	1	SBC	1	1	1
MTM	28	1	28	MTM	28	2	14
HL	4	2	2	HL	4	1	4
TMT	1	1	1	TMT	1	1	1
CSK	9	1	9	CSK	9	1	9
IRC	3	1	3	IRC	3	1	3
KYB	3	1	3	KYB	3	1	3
IGP	21	3	7	IGP	21	1	21
INO	5	1	5	INO	5	1	5
IDK	1	1	1	IDK	1	1	1
JVC	1	1	1	JVC	1	1	1
MTD	28	4	7	MTD	28	2	14
SAN	8	2	4	SAN	8	1	8
GMT	1	1	1	GMT	1	1	1
GSB	7	1	7	GSB	7	1	7

#### 4.2 Penyusunan Algoritma

Penyelesaian kasus penentuan rute *milkrun* dilakukan menggunakan algoritma *Tabu search*. Untuk penulisan algoritma tersebut dilakukan menggunakan program *MATLAB* dan *Microsoft Office Excel 2007*. *Microsoft Office Excel 2007* merupakan salah satu produk *Microsoft* untuk membuat aplikasi *spreadsheet* yang terkenal dengan kemudahan dan keandalannya. Berbagai fasilitas disediakan untuk melakukan pengembangan aplikasi.

Beberapa alasan mengapa digunakan *MATLAB* dan *Ms. Excel* adalah sebagai berikut:

1. *Microsoft Office*, terutama *Ms. Excel* sudah banyak diketahui dan digunakan, terutama pada perusahaan. Hal ini membuat proses pembuatan aplikasi oleh *programmer* maupun pemakaian aplikasi penjadwalan oleh *user* akan lebih mudah dan cepat dimengerti.
2. Dalam penyusunan data menggunakan banyak tabel. Untuk itu, program *Excel* sangat membantu dalam membuat Tabel.
3. Program *Excel* bisa di integrasikan sebagai input program lain, *MATLAB* salah satunya
4. *MATLAB* merupakan program standar yang biasa dipakai dalam pengolahan data yang bersifat matematis maupun terapan.
5. *MATLAB* mudah dipelajari karena tidak perlu mempelajari bahasa sintaks yang membingungkan.

Agar tujuan penelitian ini tercapai yaitu mengoptimasikan jarak tempuh kendaraan dalam pengambilan komponen dengan sistem *milkrun*, maka ditentukan fungsi objektif untuk meminimalkan jarak tempuh total dari semua kendaraan (truk) sebagai berikut:

$$\text{Min } Z = \sum_i \sum_j \sum_k a_{ij} x_{ijk} \quad \forall i, k ; i \neq k \quad (4.1)$$

Dengan  $\alpha_{ij}$ =jarak dari titik *i* ke *j*

$x_{ij}^0$  tidak terhubung  
 $x_{ij}^1$  titik *ij* terhubung oleh truk *k*



Fungsi integer di atas menunjukkan terhubungkan atau tidaknya titik I dan j oleh truk k pada periode t. Nilai 0 menunjukkan tidak terhubungkan titik i dan j, sedangkan nilai 1 menunjukkan bahwa titik i dan titik j terhubungkan oleh truk k. Dengan :

$$i=0,1,\dots,30; \quad j=1,2,\dots,30; \quad k= \text{infinite};$$

Terdapat beberapa kendala yang tidak dapat dilanggar dalam pencarian solusi optimal pada penelitian ini, yaitu:

- Truk yang masuk titik i akan keluar lagi dari titik i

$$\sum_j x_{jik} \leq \sum_j x_{ijk} \quad \forall i, k; i \neq j \quad (4.2)$$

- Jumlah muatan truk k pada periode t tidak melebihi kapasitas angkutnya

$$\sum_i \sum_j b_{ij} x_{ijk} \leq K \quad \forall k \quad (4.3)$$

Dengan  $b_i$  = muatan truk,  $K$  = kapasitas angkut truk  $24 \text{ m}^3$

- Terdapat  $C_i$  cycle issue

$$\sum_j \sum_k x_{ijk} = C_i \quad \forall i; i \neq 0 \quad (4.4)$$

### 4.3 Penyelesaian VRP

#### 4.3.1. Pengerjaan Solusi Awal

##### 4.3.1.1. Input

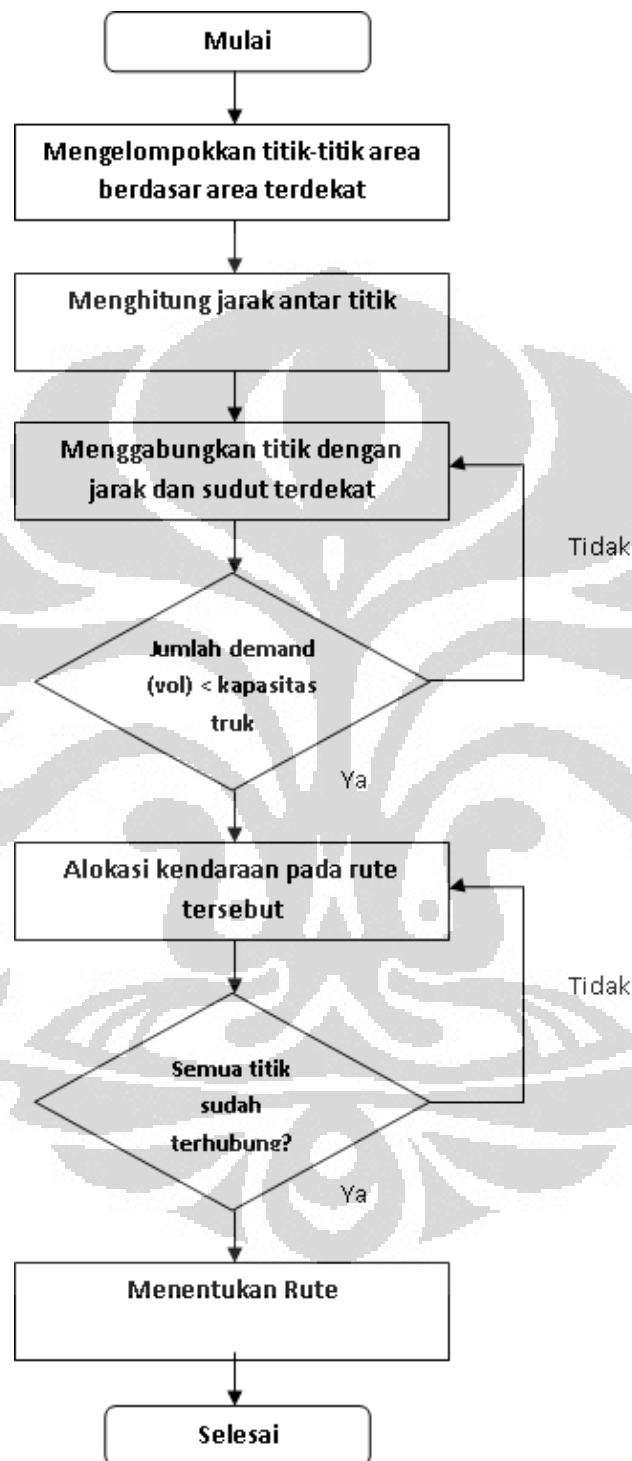
Input data yang diperlukan untuk pengolahan data awal untuk solusi awal ini adalah jadwal pengiriman, lokasi pemasok dan PT ISI, jarak antar PT ISI dan tiap pemasok, kapasitas dan jumlah truk.

#### 4.3.1.2. Langkah Pengerjaan

Gambar 4.1 adalah diagram alir langkah pengerjaan solusi awal solusi awal dilakukan dengan cara manual. Langkah pengerjaan solusi awal ini bertujuan untuk memperoleh rute pengiriman awal berdasarkan jadwal pengiriman yang sebelumnya sudah disusun. Kemudian nantinya solusi awal ini juga akan menjadi input dari program matlab yang kemudian akan di optimasi dengan metode TS yang terinstal pada program tersebut. Langkah awal dimulai dengan mengelompokkan titik-titik terdekat dari pemasok (masing-masing titik dikodekan dalam angka 1-23), hal ini dilakukan untuk meminimalkan jarak tempuh dari truk. Lalu dari kelompok-kelompok tersebut dihitung jarak antar titik (pemasok dan PT ISI), kemudian dihubungkan titik-titik tersebut namun harus diperhatikan volume yang akan diangkut dari tiap-tiap pemasok, dibatasi agar demand total yang diangkut tidak melebihi dari kapasitas angkut truk yaitu  $24 \text{ m}^3$ . Bila telah mendekati kapasitas maksimal, maka titik tersebut berhenti terhubung dengan titik berikutnya, lalu dialokasikan kendaraan untuk. Setelah itu di lakukan pengecekan semua titik, apakah sudah terhubung. Jika sudah, maka dilakukan penjadwalan untuk menentukan trip rute mana yang dilalui truk.

#### 4.3.1.3. Output

Setelah semua selesai maka didapatkan gambaran solusi awal yang ditampilkan pada table 4.5. Hasil dari tahap pengerjaan awal ini berupa rute distribusi awal yang menjadi solusi awal bagi tahap pengerjaan selanjutnya yaitu menggunakan algoritma *tabu search*. Rute distribusi tersebut berupa trip-trip yang ada dalam setiap harinya.. Tabel 4.4 berikut adalah output rute pada solusi awal.



**Gambar 4.1** *Flowchart* solusi awal

**Tabel 4.4** Solusi awal

trip,titik	1	2	3	4	5	trolley	jarak	Waktu(menit)
1	1	16	15	1		23	69,5	229
2	1	4	14	22	1	22	113,8	317,6
3	1	4	11	18	1	23	172,2	434,4
4	1	4	6	12	1	23	38,1	166,2
5	1	10	17	7	1	20	172,4	434,8
6	1	10	23	19	1	22	114,8	319,6
7	1	20	21	9	1	23	128,1	346,2
8	1	20	13	3	1	24	47,4	184,8
9	1	8	2	5	1	23	251,4	592,8
total						203	1107,7	3025,4

Angka–angka yang ada dalam urutan masing-masing trip adalah kode pemasok. Output rute di atas menghasilkan jarak 1107,7 km. Nilai bisa saja lebih kecil bila setelah pengolahan data dioptimasi dengan program matlab algoritma *tabu search*.

#### 4.3.2. Pengolahan Solusi Akhir

##### 4.3.2.1. Program *Matlab* Menggunakan Algoritma *Tabu Search*

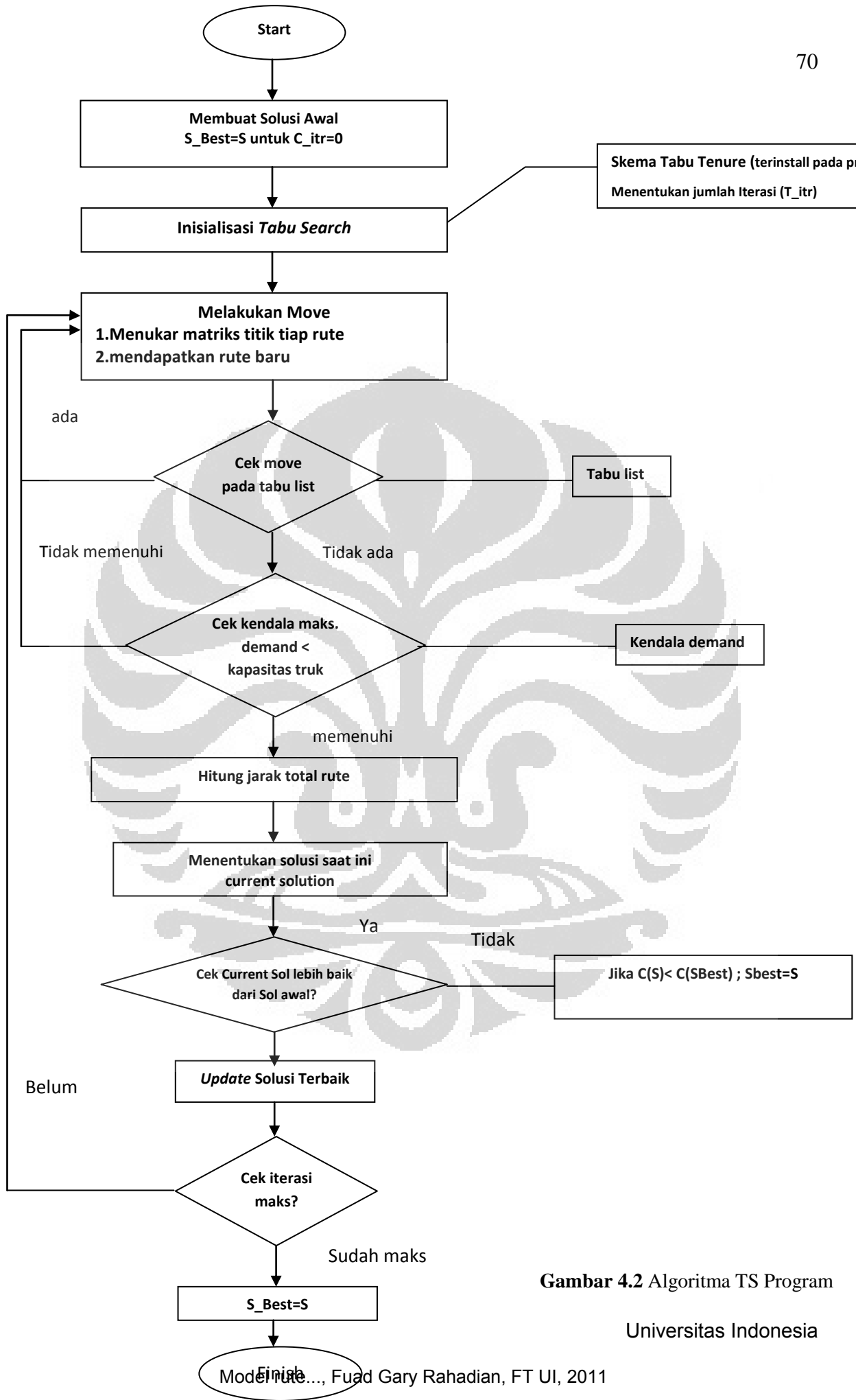
Untuk melakukan pengolahan data lebih lanjut terhadap solusi awal yang sudah didapat, dibuatlah program dengan menggunakan software *Matlab* dengan menerapkan algoritma *tabu search*. Data-data yang diperlukan untuk membuat program ini sama dengan solusi awal yang dilakukan melalui cara manual antara lain adalah data volume tiap pengiriman, matrik jarak, cycle issues dan data pemasok. Data tersebut dimasukkan dalam bentuk data yang telah diolah (*Microsoft excel*). Pada setiap proses pengerjaan atau *run* program, data yang perlu dimasukkan adalah data rute pengiriman solusi awal yang akan dioptimalkan. Untuk melakukan *run program*, data rute yang dibutuhkan adalah

rute trip dari beberapa titik, seperti tampak pada solusi awal. Selanjutnya data rute pengiriman yang dimasukkan pada proses *run* program ini akan diolah sesuai dengan tahap algoritma *tabu search* yang secara skematis terlihat pada gambar 4.2. Prosedur pemilihan atribut perpindahan artinya konsumen mana saja yang dipindah akan dilakukan oleh program secara acak. Tiap jarak titik ke titik dianggap matriks, yang nantinya dilakukan permutasi-permutasi untuk menukar posisi-posisi matriks, sehingga semua kemungkinan perpindahan terjadi. Atau dengan kata lain, pada program *matlab* ini sudah dibuat agar iterasi yang terjadi maksimal tanpa harus memasukkan nominalnya, sedangkan iterasi tersebut diambil dari jumlah kemungkinan perpindahan (permutasi) dari matriks yang disusun *programmer*. Secara umum sistem kerja dari program ini dibuat menyerupai Tabu Search yang mengenal *tabu list*, *move (add or delete)*, dan kriteria aspirasi. Namun karena proses *run program* memuat semua kemungkinan yang terjadi dari perubahan posisi matrik (iterasi maksimal), maka saat menjalankan program ini membutuhkan waktu yang cukup lama, tergantung jumlah data input yang dimasukkan. Adapun output dari program berupa rute masing-masing trip (tampilan seperti solusi awal), namun terjadi beberapa perubahan urutan rute, tergantung dari optimasi yang dilakukan oleh program tersebut.

#### 4.3.2.2. Verifikasi dan Validasi Program

Sebelum menggunakan program untuk mengolah data solusi awal, perlu dilakukan verifikasi dan validasi terhadap program Tujuannya untuk memverifikasi apakah program sudah berjalan sesuai aturan dan membandingkan hasil pengerjaan program dengan pengerjaan secara manual.

Data yang digunakan ialah data pemasok dengan kode 1-7, yang meliputi dari PT ISI dengan 6 pemasoknya (DSTR, IVDO, SGS, SIWS, ING, MTB dan YSL). Tabel 4.5 mengabarkan matriks jarak ke 7 titik.



Gambar 4.2 Algoritma TS Program

**Tabel 4.5** Matriks jarak titik dan volume/hari untuk verifikasi

	1	2	3	4	5	6	vendor	kode	vol/hari	cycle issue
1	0	33,2	4,7	6,7	69,8	22,6	Indomobil	1	0	1
2	33,20	0	33,6	42	97,9	50,7	DSTR	2	9,235097	1
3	4,7	33,6	0	12,6	68,5	21,3	IVDO	3	9,185182	1
4	6,7	42	12,6	0	60,1	12,8	SGS	4	6,44487	1
5	69,8	97,9	68,5	60,1	0	57,4	SIWS	5	0,03974	1
6	22,6	50,7	21,3	12,8	57,4	0	ING	6	3,651742	1
7	6,5	42	9	4,2	60,2	13,5	MTB	7	0,902866	1

Verifikasi adalah tahap mengolah data dengan *me-run program*, dan validasi adalah tahap membandingkan hasil run program dan pengerjaan manual. Berikut adalah langkah pengerjaan sederhana terhadap pertukaran posisi rute trip secara manual:

1. Pembagian menjadi dua trip masing-masing 3 titik pemasok
  - Trip 1 = 1-2-4-7-1-0-0 jarak=85,9 km
  - Trip 2 = 1-6-3-5-1-0-0 jarak=182,2km
2. Dilakukan beberapa iterasi
  - Iterasi 1 trip 1 =1-4-7-2-1 jarak=86,1 km dan trip 2 =1-6-3-5-1 jarak=153,2km
  - Iterasi 2 trip 1=1-4-2-7-1 jarak=97,2 km dan trip 2 = 1-5-3-6-1 jarak=153,2km
  - Iterasi 3 trip 1 =1-4-7-6-1 jarak=47 km dan trip 2 = 1-2-3-5-1 jarak=205,1km
  - Iterasi 4 trip 1 =1-4-7-6-3-1 jarak=50,4 dan trip 2 = 1-2-5-1-0 jarak=200,9km
  - Setelah dilakukan beberapa iterasi berulang didapat beberapa solusi terkini yang lebih baik dari solusi awal, misal solusi iterasi terbaik saat ini jarak trip 1=85,9km dan trip 2=153,2 total jarak trip=239,1km.

- Perhitungan dilakukan lagi hingga didapat solusi akhir terbaik dengan total jarak 223 km, dengan trip 1=1-4-7-6-5-1 jarak 151,6km dan trip 2=1-3-2-1 jarak 75km. dan hasil ini sama dengan kalkulasi saat *run* program, sehingga program bisa dikatakan terverifikasi.

#### 4.3.2.3. Tahap Pengerjaan Algoritma

Pada tahap awal, program akan meminta input berupa rute pengiriman hari apa yang akan diselesaikan. Setelah rute pengiriman dimasukkan, program akan mengakses *database* dan mengambil data yang sesuai dengan apa yang dimasukkan sebagai input. Data jarak rute pengiriman yang dimasukkan diperoleh dari perhitungan jarak antara PT ISI ke pemasok dan jarak antar pemasok. Jarak dari solusi awal ini dijadikan sebagai solusi terbaik saat ini yang nantinya akan diganti jika ditemu kan jarak yang lebih pendek. Namun tanpa melebihi kapasitas angkut dari truk yaitu 24 km<sup>3</sup>.

Berikutnya tahapan inisialisasi yaitu menentukan jumlah iterasi dan penggunaan *tabu tenure*. Jumlah iterasi yang digunakan bergantung pada jumlah data yang diproses. Sedangkan dalam penelitian ini, skema *tabu tenure* yang digunakan adalah *fix tabu tenure*, artinya selama iterasi maksimal *tabu tenure* adalah tetap.(instalasi program *matlab*).

Kemudian program akan memilih secara beraturan dua rute untuk dilakukan kombinasi antara titik di dua rute tersebut. Kombinasi ini melibatkan proses yang dinamakan sebagai *move* (diibaratkan sebagai permutasi pada matriks). Dalam hal ini diasumsikan bahwa satu *move* sama dengan satu iterasi. Di setiap iterasi, dilakukan pengecekan apakah atribut *move* yang digunakan masuk dalam *tabu list* atau tidak. Jika ada, maka *move* tersebut tidak boleh melanjutkan proses selanjutnya, sedangkan jika *move* yang digunakan tidak terdapat dalam daftar tabu, maka solusi yang dihasilkan harus dicek mengenai kapasitas permintaannya sesuai dengan kapasitas angkut truk atau tidak. Jika tidak



memenuhi, maka *move* tersebut tidak dapat melanjutkan ke proses selanjutnya, namun jika memenuhi, maka solusi tersebut bisa menjadi solusi yang dipilih.

Jika solusi yang dipilih tersebut memiliki jarak yang lebih baik daripada solusi terbaik pada iterasi saat ini, maka solusi tersebut menjadi solusi terbaik yang baru dan akan menjadi solusi saat ini yang akan diproses pada iterasi-iterasi selanjutnya. Atribut *move* tersebut akan terekam dalam tabu list, sehingga untuk iterasi berikutnya *move* tersebut tidak dilakukan.

#### 4.3.2.4. Output

Output hasil pengolahan data dengan program matlab mengikuti metode algoritma *tabu search* adalah urutan konsumen baru pada masing-masing rute dengan total jarak tempuh yang lebih optimal daripada total jarak tempuh solusi awal. Tabel di bawah adalah gambaran solusi akhir atau dari output rute *milkrun* dengan algoritma TS.

**Tabel 4.6** Output (solusi akhir) rute *milkrun* dengan algoritma TS

trip,titik	1	2	3	4	5	trolley	Jarak	Waktu (menit)
1	1	7	4	1		19	17,4	124,8
2	1	15	8	2	1	23	135,3	360,6
3	1	19	4	11	1	23	121,1	332,2
4	1	13	20	3	1	24	33,2	156,4
5	1	4	17	22	1	24	140,6	371,2
6	1	20	14	23	1	24	80,3	250,6
7	1	18	9	16	1	23	129,7	349,4
8	1	10	6	12	1	19	38,4	166,8
9	1	10	21	5	1	24	153	396
Total						203	849	2508

Dari hasil pengolahan data melalui program Matlab didapat jarak 849 km, meliputi sembilan trip perjalanan.

#### 4.4. ANALISIS

Analisis adalah tahap membandingkan sistem yang diterapkan sekarang oleh PT.ISI dengan sistem baru yang diusulkan.

##### 4.4.1. Analisis Usulan Rute *Milkrun*

Secara umum, rute *milkrun* yang dihasilkan dengan algoritma *Tabu search* ini lebih baik dibandingkan dengan rute pada sistem lama yang digunakan oleh pihak perusahaan saat ini. Dengan asumsi, jarak yang ditempuh adalah jumlah cycle issues lama dikali dengan jarak antara pemasok dengan PT ISI, maka pada sistem yang lama, jarak tempuh yang harus dilalui 1173 km. Jarak tersebut hanya terhitung satu arah dari pemasok menuju PT ISI, meliputi minimal 22 kendaraan jika satu truk setiap satu kedatangan pemasok. Maka dapat dibayangkan akan banyaknya antrian truk untuk bongkar muat di PT ISI, Sedangkan pada sistem baru terdapat sembilan trip yang akan mengangkut semua volume part dari pemasok, yaitu:

- Trip 1 = PT ISI-MTB-SGS-PT ISI dengan jarak tempuh 17,4 km
- Trip 2 = PT ISI-KYB-YSL-DSTR-PT ISI dengan jarak tempuh 135,3 km
- Trip 3 = PT ISI-JVC-SGS-HL-PT ISI dengan jarak tempuh 121,1 km
- Trip 4 = PT ISI-CSK-MTD-IVDO-PT ISI dengan jarak tempuh 33,2 km
- Trip 5 = PT ISI-SGS-INO-GMT-PT ISI dengan jarak tempuh 140,6 km
- Trip 6 = PT ISI-MTD-IRC-GSB-PT ISI dengan jarak tempuh 80,3 km
- Trip 7 = PT ISI-IDK-SBC-IGP-PT ISI dengan jarak tempuh 129,7 km

- Trip 8 = PT ISI-MTM-ING-TMT-PT ISI dengan jarak tempuh 38,4 km
- Trip 9 = PT ISI-MTM-SAN-SIWS-PT ISI dengan jarak tempuh 153 km

Kapasitas angkut masing-masing trip juga bisa dibilang hampir maksimal untuk setiap perjalanan mencakup 70-90 %. Jika waktu tempuh truk diasumsikan sama, rata-rata 30 km/jam dan waktu *unloading* 30 menit. Maka untuk penjadwalan armada dapat digunakan 5 truk dengan pembatasan waktu lembur kerja maksimal 3 jam, seperti dapat dilihat pada table berikut.

**Table 4.7** Jadwal armada truk pengangkut

Trip	Jarak	Waktu (menit)	waktu (jam)	truk	jika lembur 3 jam
1	17,4	124,8	2,080	1	1
2	135,3	360,6	6,010	2	2
3	121,1	332,2	5,537	3	3
4	33,2	156,4	2,607	4	4
5	140,6	371,2	6,187	5	5
6	80,3	250,6	4,177	6	3
7	129,7	349,4	5,823	7	4
8	38,4	166,8	2,780	8	2
9	153	396	6,600	9	1
Total	849	2508	41,800		

**Tabel 4.8** Waktu perjalanan tiap armada

armada	waktu trip	ket
truk 1	8,68	lembur 2 jam
truk 2	8,79	lembur 2 jam
truk 3	9,71	lembur 3 jam
truk 4	8,43	lembur 2 jam
truk 5	6,19	tidak lembur
total	41,8	9 jam lembur

Dengan total jarak 849 km sehingga terjadi penghematan jarak tempuh 324 km atau 30 % dibandingkan sistem *direct supply* yang dipakai sekarang. Sehingga dengan sistem pengangkutan yang diusulkan ini dapat mengurangi jarak tempuh, serta tumpukan antrian truk yang sebelumnya terjadi di PT ISI.

#### 4.4.2. Analisis Metode pada Program

Hasil penerapan metode *tabu search* dalam penyelesaian masalah VRP bergantung pada pemilihan *tabu tenure* atau seberapa panjang iterasi untuk suatu *move* beratribut tabu atau tidak boleh digunakan. *Tabu tenure* juga menunjukkan berapa panjang *tabu list*. Dalam penelitian ini digunakan *skema fixed tabu tenure* karena sederhana dan memudahkan dalam pengolahan data. *Skema fixed tabu tenure* berarti bahwa tingkat lama atribut tabu yang tetap sepanjang algoritma *tabu search* digunakan. Waktu yang dibutuhkan untuk mengolah data pada penelitian ini dengan menggunakan algoritma *tabu search* dan perangkat lunak *matlab* adalah 10-30 menit. Hal ini dikarenakan harus ada penyesuaian data pada input yang berbentuk *file excel* dengan program *matlab* sendiri, kembali kepada keahlian pemakai dan pengolah data. Selain itu bisa juga dikarenakan bahasa pemrograman yang digunakan sehingga ada kemungkinan untuk diperbaiki.

#### 4.4.3. Analisis Perhitungan Biaya

Usulan rute-rute *milkrun* dan penjadwalan truk yang telah dijelaskan sudah menunjukkan kelayakan dan efisiensi yang cukup tinggi dibandingkan dengan sistem lama. Hal ini ditunjukkan dengan pengurangan jumlah jarak tempuh truk yang cukup signifikan. Dengan sistem lama, jarak yang ditempuh truk dari kedua puluh dua pemasok menuju ke PT. ISI lalu kembali lagi ke pemasok adalah sebanyak 1173 km, sedangkan dengan sistem *milkrun* ini, jarak tempuh total truk adalah 849 km. Penghematan jarak tempuh mencapai 324 km. Pengurangan

jarak tempuh tersebut cukup besar untuk membuktikan bahwa sistem *milkrun procurement* lebih efisien. Karena jarak tempuh akan linear dengan biaya. Penghematan biaya oleh sistem ini akan diperoleh dengan usulan cara pengadaan truk terbaik yang memberikan penghematan biaya terbesar. Alternatif pengadaan truk tersebut adalah:

- Kontrak truk per bulan
- Investasi truk

Truk yang digunakan untuk pelaksanaan sistem *milkrun* ini adalah truk untuk semua rute yang dihasilkan.

#### 4.4.3.1 Kontrak Per bulan

Alternatif pertama adalah mengadakan kendaraan dengan cara kontrak truk per bulan. Biaya kontrak truk Hino adalah Rp. 25.000.000 per bulan. Biaya ini sudah termasuk biaya supir dan biaya pemeliharaan truk. Biaya bahan bakar ditanggung oleh pihak penyewa.

Bahan bakar yang digunakan untuk kendaraan truk ini adalah solar. Satu perjalanan dapat ditempuh dengan 0.4 liter solar, dengan harga solar per liternya adalah Rp. 4500,00. Biaya bahan bakar untuk keseluruhan rute per hari Rp1.528.200,00 atau per tahun adalah Rp366.768.000,00

$$\begin{aligned} \text{Biaya Trasportasi} &= (\text{Kontrak/bln} \times \text{Jumlah truk} \times 12 \text{ bulan}) + \text{B. Solar} \\ &= \text{Rp } 1.866.768.000,00 \end{aligned}$$

#### 4.4.3.2 Investasi Truk

Alternatif kedua adalah melakukan investasi dengan membeli truk. Terdapat tiga komponen biaya yang menjadi bagian dalam perhitungan biaya alternatif ini, yaitu :

- biaya operasional
- harga beli truk (*initial cost*)
- harga jual kembali (*salvage value*).

Biaya operasional mencakup biaya bahan bakar, biaya operator baik biaya reguler maupun biaya lembur, dan biaya pemeliharaan. Biaya bahan bakar telah dijelaskan sebelumnya, di mana diperoleh biaya bahan bakar per tahun adalah Rp366.768.000,00

Biaya operator terdiri dari dua jenis biaya, yaitu biaya reguler dan biaya lembur. Jam kerja reguler operator adalah 8 jam setiap harinya, dengan 20 hari kerja per bulan dan 12 bulan per tahun. Biaya operator adalah Rp. 25.000,00 per jam. Jumlah operator truk yang dibutuhkan adalah 10 orang untuk 9 trip yang akan ditempuh dengan 5 truk masing-masing membutuhkan 2 orang operator. Dengan begitu biaya operator reguler adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Biaya operator reguler} &= (8 \text{ jam} \times 20 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan}) \times \text{Rp. } 25.000 \times 10 \text{ orang} \\ &= \text{Rp } 480.000.000,00 / \text{tahun} \end{aligned}$$

Sedangkan biaya lembur per hari berdasarkan pada jumlah jam lembur. Jumlah jam lembur untuk seluruh rute ini adalah 3 jam. Biaya lembur per jamnya adalah Rp. 50.000, dengan 4 truk yang melakukan 2 trip sehingga biaya lembur operator adalah:

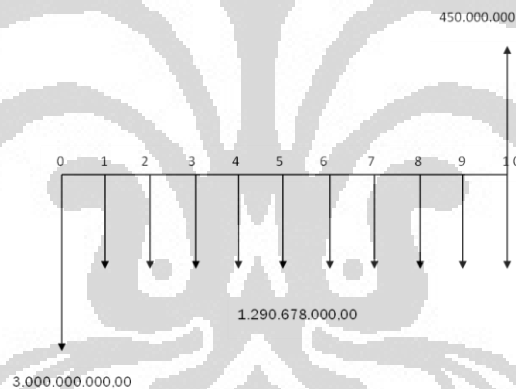
$$\begin{aligned} \text{Biaya lembur operator} &= (3 \text{ jam} \times 20 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan} \times \text{Rp. } 75.000 \times 2 \text{ orang}) + \\ &\quad (2 \text{ jam} \times 20 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan} \times \text{Rp. } 75.000 \times 6 \text{ orang}) \\ &= \text{Rp } 324.000.000,00 / \text{tahun} \end{aligned}$$

Dengan begitu biaya operator total adalah Rp. 804.000.000,00

Biaya pemeliharaan truk per bulannya adalah Rp. 2.000.000 untuk tiap truk. Berarti biaya pemeliharaan 5 buah truk selama satu tahun adalah Rp 120.000.000.

Dari ketiga komponen biaya di atas diperoleh total biaya operasional kelima buah truk sistem *milkrun* per tahunnya adalah Rp.1.290.678.000,00

Harga beli masing-masing truk Hino adalah Rp. 600.000.000, berarti *initial cost* pembelian truk adalah Rp. 3.000.000.000. Setelah 10 tahun, harga jual-kembali semua truk setelah 10 tahun. Rp 450.000.000,00. Bunga pertahun diasumsikan 10%, maka didapat biaya pertahunnya sebesar Rp 1.750.768.756,95



**Gambar 4.2 Annual Cash Flow Investasi Truk**

#### 4.4.4 Biaya Transportasi Sistem Pengangkutan Lama

Biaya sewa per perjalanan untuk suatu rute diasumsikan sebagai biaya operasional transportasi rute. Dengan begitu, biaya transportasi sistem pengangkutan lama dapat diperoleh dengan menghitung biaya sewa per perjalanan untuk masing-masing pemasok.

Kedua puluh dua pemasok mengirim komponen ke PT ISI dengan

menggunakan jenis yang berbeda-beda, yaitu yang termasuk dalam kelas Kijang, Dyna dan kelas Hino. Biaya sewa kendaraan kelas kijang adalah Rp. 300.000 per perjalanan, sedangkan kelas Dyna adalah Rp.400.000 untuk jarak tempuh di bawah 70 km dan Rp. 450.000 untuk jarak tempuh di atas 70 km dan untuk kelas Hino Rp 500.000 untuk jarak tempuh dibawah 50 km. Jenis kendaraan yang digunakan untuk menentukan tarif sewa sebagai biaya operasional perjalanan bukanlah jenis kendaraan yang digunakan oleh pemasok di kondisi aktual. Hal ini disebabkan karena ada beberapa pemasok yang dalam kondisi aktualnya sekarang ini tidak hanya mengantarkan komponen ke PT.ISI saja. Dengan begitu tarif sewa yang dikenakan untuk jenis kendaran aktual tidak mewakili biaya pengiriman yang dikenakan kepada PT. ISI. Jenis kendaraan yang digunakan dilihat dari volume pengiriman per *cycle*-nya. Jenis kendaraan yang dapat memenuhi volume tersebutlah yang dijadikan dasar tarif sewa kendaraan.

Selain jarak dan jenis kendaraan yang digunakan, *cycle issue* pengiriman pemasok juga mempengaruhi biaya transportasinya. Tabel 4.10 menjabarkan biaya transportasi sistem pengangkutan lama setiap harinya.

Biaya Transportasi per harinya adalah Rp. 19.400.000,00. Dengan 20 hari kerja dalam satu bulan dan 12 bulan dalam satu tahun, maka biaya transportasi sistem pengangkutan lama adalah Rp 3.100.500.000,00 per tahun.

Bila sistem lama diubah dengan menggunakan *cycle issues* baru maka biaya transportasi sistem per tahun adalah Rp 2.517.500.000,00



#### 4.4.5 Penghematan Biaya

Untuk mengetahui besar penghematan biaya transportasi oleh sistem *milkrun* ini, maka dihitung selisih biaya transportasi antara sistem lama dengan sistem baru untuk masing-masing alternative, juga dihitung bila sistem lama dengan cycle issues yang baru dibandingkan sistem baru (Tabel 4.9).

**Tabel 4.9** Biaya Transportasi Sistem Pengangkutan Lama

Supplier	trolley/cycle	cycle iss	jarak	Kendaraan	Cost/rate	cost/day	cost/year
DSTR	5	2	33,2	Dyna	400.000,00	800.000,00	212.000.000,00
IVDO	1	1	8,3	Kijang	300.000,00	300.000,00	79.500.000,00
SGS	54	2	32,2	Kijang	300.000,00	600.000,00	159.000.000,00
SIWS	1	2	45,9	Kijang	300.000,00	600.000,00	159.000.000,00
ING	4	1	52,7	Kijang	300.000,00	300.000,00	79.500.000,00
MTB	1	1	4,7	Kijang	300.000,00	300.000,00	79.500.000,00
YSL	5	2	22,6	Dyna	400.000,00	800.000,00	212.000.000,00
SBC	1	1	24,8	Kijang	300.000,00	300.000,00	79.500.000,00
MTM	14	1	30,2	Kijang	300.000,00	600.000,00	159.000.000,00
HL	2	2	72	Kijang	300.000,00	600.000,00	159.000.000,00
TMT	1	1	7,6	Kijang	300.000,00	300.000,00	79.500.000,00
CSK	9	1	16	Dyna	400.000,00	400.000,00	106.000.000,00
IRC	3	1	8,3	Kijang	300.000,00	300.000,00	79.500.000,00
KYB	3	1	11,6	Kijang	300.000,00	300.000,00	79.500.000,00
IGP	7	3	6,5	Dyna	400.000,00	1.200.000,00	318.000.000,00
INO	5	1	23	Dyna	400.000,00	400.000,00	106.000.000,00
IDK	1	1	6,7	Kijang	300.000,00	300.000,00	79.500.000,00
JVC	1	1	47	Kijang	300.000,00	300.000,00	79.500.000,00
MTD	7	4	69,8	Dyna	400.000,00	800.000,00	212.000.000,00
SAN	4	2	13,9	Kijang	300.000,00	600.000,00	159.000.000,00
GMT	1	1	52,6	Kijang	300.000,00	1.200.000,00	318.000.000,00
GSB	7	1	41,6	Dyna	400.000,00	400.000,00	106.000.000,00
						11.700.000,00	3.100.500.000,00

Selain diperoleh penghematan biaya dengan dilakukannya sistem *milkrun procurement* ini, diperoleh juga usulan pengadaan truk terbaik untuk mendukung pelaksanaan sistem ini. Usulan pengadaan truk terbaik adalah alternatif yang memberikan penghematan biaya terbesar, yaitu alternatif

investasi truk dengan penghematan biaya sebesar mencapai Rp 1.349.731.243,05 per tahun atau sekitar 43%. Dengan biaya transportasi sistem lama sebesar Rp 3.100.500.000,00 per tahun.

**Tabel 4.10** Perkiraan penghematan yang didapat

Penghematan biaya			
Alternatif 1 (kontrak per tahun)		Alternatif 2 (investasi)	
Sistem lama	3.100.500.000,00	Sistem lama	3.100.500.000,00
Sistem baru	1.866.768.000,00	Sistem baru	1.669.396.059,51
selisih	1.233.732.000,00	selisih	1.431.103.940,49
Persentase	39,79%	Persentase	46,16%

Sedangkan bila kita bandingkan investasi dengan sistem lama namun cycle issues yang berlaku baru, penghematan yang bisa didapat mencapai 34%.

Bila kita lakukan investasi pengadaan truk maka, akan dihemat biaya sebesar Rp 1.349.731.243,05, penghematan ini diasumsikan tetap atau sama tiap tahun. Dengan perkiraan usia truk yang dibeli 10 tahun dan asumsi MARR dan bunga per tahun 10%.

**Tabel 4.11** Analisis rate pengembalian

Year	Amount	Year	NPV
0	Rp (3.000.000.000,00)	0	Rp 686.958.845,30
1	Rp 1.349.731.243,05	1	Rp 468.911.187,93
2	Rp 1.349.731.243,05	2	Rp 273.229.367,90
3	Rp 1.349.731.243,05	3	Rp 96.888.346,43
4	Rp 1.349.731.243,05	4	Rp (62.649.615,71)
5	Rp 1.349.731.243,05	5	Rp (207.523.907,85)
6	Rp 1.349.731.243,05	6	Rp (339.546.634,90)
7	Rp 1.349.731.243,05	7	Rp (460.259.689,18)
8	Rp 1.349.731.243,05	8	Rp (570.980.814,57)
9	Rp 1.349.731.243,05	9	Rp (672.840.967,06)
10	Rp 1.799.731.243,05	10	Rp (766.814.759,00)

IRR= 44%

Dengan keterangan tersebut dan menggunakan program *Microsoft Excel*, didapatkan IRR sebesar 44%. Dan didapat *payback periode* di tahun ke-4. Dengan nilai NPV ditahun terakhir sebesar Rp 766.814.759,00.

Dilakukan Analisis kepekaan terhadap IRR yang akan dibandingkan terhadap MARR, dengan memainkan salah satu variable biaya investasi awal atau total biaya sistem baru. Pertama, menaikkan nilai biaya investasi awal hingga suatu titik dimana nilai IRR sangat mendekati MARR, sehingga dianggap titik tersebut merupakan titik maksimal dimana keadaan tersebut merupakan keadaan batas investasi tersebut layak. Nilai IRR masing-masing kemungkinan kenaikan *initial cost* dihitung. Seperti yang dilihat pada table 4.12.

**Tabel 4.12** Trial biaya investasi terhadap IRR

biaya investasi awal naik	IRR
20%	40%
40%	36%
50%	30%
60%	28%
80%	25%
100%	22%
120%	19%
140%	16%
170%	14%
180%	11%
190%	10%
200%	9%

Karena nilai MARR 10%, maka batas layak investasi ialah keadaan bila terjadi kenaikan biaya beli truk sebesar 180%. Bila harga beli truk masing-masing melebihi Rp 1.680.000.000,00, keadaan tersebut dapat dikatakan investasi tidak lagi layak.

Kemungkinan kedua yang dilakukan analisis kepekaan ialah jika biaya total dari sistem baru naik, sehingga menurunkan penghematan yang mungkin

terjadi. Seperti pada table 4.13.

**Tabel 4.13** Trial kenaikan total biaya sistem baru terhadap IRR

Total Cost sistem baru awal =		1.750.768.756,95			
if cost up, rev. down	Penghematan per tahun		Perubahan Penghematan		IRR
10% up	Rp	1.174.654.367,35	Rp	1.925.845.632,65	38%
15% up	Rp	1.087.115.929,51	Rp	2.013.384.070,49	35%
20% up	Rp	999.577.491,66	Rp	2.100.922.508,34	31%
25% up	Rp	912.039.053,81	Rp	2.188.460.946,19	28%
30% up	Rp	824.500.615,96	Rp	2.275.999.384,04	25%
35% up	Rp	736.962.178,12	Rp	2.363.537.821,88	22%
40% up	Rp	649.423.740,27	Rp	2.451.076.259,73	18%
45% up	Rp	561.885.302,42	Rp	2.538.614.697,58	14%
50% up	Rp	474.346.864,57	Rp	2.626.153.135,43	11%
55% up	Rp	386.808.426,73	Rp	2.713.691.573,27	7%

Jika terjadi kenaikan keseluruhan biaya kalkulasi pada sistem baru yang direncanakan hingga nilai 50%, maka keadaan tersebut merupakan batas maksimal dari kelayakan. Bila melebihi batas tersebut maka investasi dikatakan tidak layak

## BAB V

### KESIMPULAN

- Berdasarkan penelitian diperoleh model penjadwalan dan penentuan rute transportasi *milkrun* dari pengadaan komponen pada pabrik kendaraan bermotor (PT ISI) dan gambaran kelayakan investasi pengadaan armada pengangkutannya. Terdapat penurunan jarak dengan sistem *milkrun procurement* ini adalah sebesar 324 km atau 30 % dari jarak tempuh sistem pengangkutan awal dengan jarak tempuh total per hari sistem *milkrun* adalah 849 km, sedangkan jarak tempuh awal adalah 1173 km.
- Dengan sistem *milkrun* ini diperoleh 9 trip perjalanan, yang membutuhkan 5 truk dengan kapasitas angkut 24 m<sup>3</sup> dan tiap truk akan melauhi 2 trip/hari, dengan utilisasi dari pengangkutan tiap trip 70-90% bila melakukan investasi dan lembur. Serta perkiraan waktu lembur yang dibutuhkan sekitar 2 atau 3 jam.
- Jika dilakukan investasi terhadap armada pengangkutan sistem *milkrun* akan dihemat Rp.1.349.731.243,05 dari biaya transportasi sistem lama Rp 3.100.500.000,00 per tahun menjadi Rp 1.750.768.756,95 atau sekitar 43%. Bila kontrak dengan pihak ketiga, didapat biaya Rp 1.866.768.000,00 sehingga biaya yang dihemat 1.233.732.000,00 atau sebesar 40%, dengan alternatif investasi diperoleh IRR sebesar 44% dan *payback periode* pada tahun ke-4.
- Hasil analisa kepekaan terhadap salah satu variable antara *initial cost* dan *total annual cost*, investasi layak bila terjadi kenaikan *initial cost* maksimal sebesar 180%, atau kenaikan *total annual cost* sebesar 50%

## DAFTAR REFERENSI

- Ballou, R.H. (2004). *Business logistics management* (5<sup>th</sup> edition). New Jersey: Prentice-Hall Inc
- Cordeau, Jean Francois dan Gilbert Laporte, 2002, “Tabu Search Heuristics for The Static Multi Vehicle Dial –a-Ride Problem”, *Transportation Research*, bag. B 37, hal. 579- 594
- Diaz, Berbane Dorronsoro, 2002, What is VRP?, [www.http//.neo.lcc.uma.es](http://www.http//.neo.lcc.uma.es)
- Du T, Wang F K, & Lu P. (2007). *A Real Time Vehicle Dispatching System for Consolidating Milkruns*. *Transportation Research Part E* 43:565-577
- Froehlich, Lisa. (1999). *Milkruns. Denso Production Control Supplier Manual Policies and Guidelines* (<http://www.densocorp-na-dmmi.com>)
- Glover, Fred dan Manual Laguna, 1997, Tabu Search, [www.geocities.com/francorbusetti/laguna.pdf](http://www.geocities.com/francorbusetti/laguna.pdf), (last updated January 6, 2002)
- Lee, Tzong-Ru dan Ji-Hwa Ueng., 1999, “A Study of Vehicle Routing Problem with Load-Balancing”, *International Journal of Physical Distribution and Logistics management*, vol. 29, no. 10, hal.646-658
- Monden, Yasuhiro. (1995). *Sistem Produksi Toyota*. Buku ke-2. Jakarta: Pustaka Binamen Pressindo

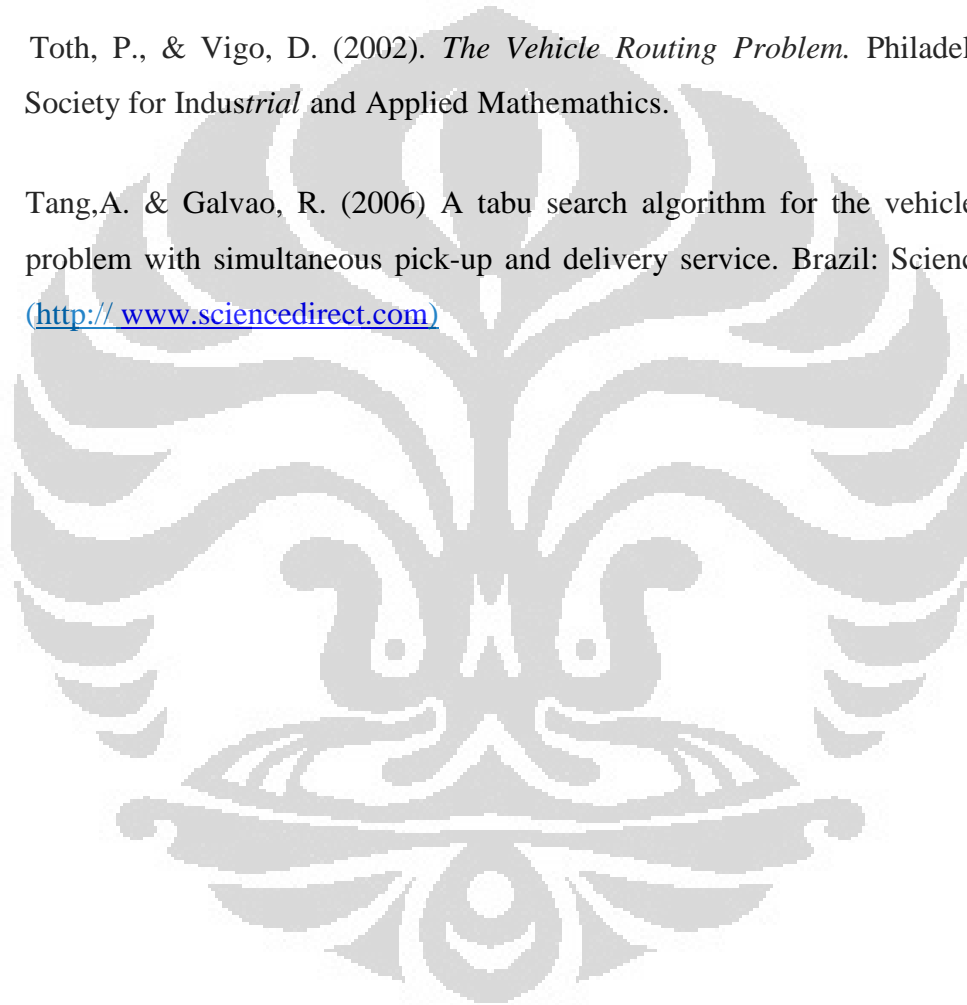
Rachman, Amar; Mustatafa, Najwa; Dhini, Arian. (2008).

Vehicle Routing Problem with DE algorithm to minimize cost. Indonesia: ASOR

Toth, P., & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.

Tang,A. & Galvao, R. (2006) A tabu search algorithm for the vehicle routing problem with simultaneous pick-up and delivery service. Brazil: Science direct.

[http:// www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



Tabel Matriks Jarak

Dari \ Ke	Indomobil	DSTR	IVDO	SGS	SIWS	ING	MTB	YSL	SBC	MTM	HL	TMT	CSK	IRC	KYB	IGP	INO	IDK	JVC	MTD	SAN	GMT	GSB	arah jam dr pt
Indomobil		33,2	4,7	6,7	70	22,6	6,5	52,6	41,6	16	53	14	8,3	30	12	25	72	47	7,6	8,3	23	45,9	32,2	
DSTR	33,2		33,6	42	98	50,7	42	31,1	9,4	51	34	51	15	14	44	7,7	58	46	40,3	33,4	55	21,5	2,6	11
IVDO	4,7	33,6		12,6	69	21,3	9	50,8	39,8	21	51	22	21	27	15	23	60,9	45	10,9	6,3	21,6	45,3	30,4	/7
SGS	6,7	42	12,6		60	12,8	4,2	58,2	48,1	13	58	14	28	34	3,8	30	68,3	53	2,5	18,5	13,2	52,8	37,8	/4
SIWS	69,8	97,9	68,5	60,1		57,4	60,2	116	56,7	57	116	58	85	92	63	88	136	110	60,6	76,2	57,8	110	72,4	5
ING	22,6	50,7	21,3	12,8	57		13,5	69,1	58,1	3,8	69	4,7	39	45	11	41	79,2	64	13,8	29,4	7,9	63,6	48,7	4
MTB	6,5	42	9	4,2	60	13,5		59,1	48,1	9,5	59	8,9	29	35	6,4	31	69,2	54	1,5	16,4	13,4	53,6	38,7	/4
YSL	52,6	31,1	50,8	58,2	116	69,1	59,1		24,9	66	3,4	67	44	27	59	42	9,3	62	55,6	48,7	66,3	12,6	37,5	10
SBC	41,6	9,4	39,8	48,1	57	58,1	48,1	24,9		50	26	51	19	9,5	43	12	38,7	46	39,6	32,7	50,4	14,1	8,8	11
MTM	16	50,5	21,1	12,7	57	3,8	9,5	65,8	49,8		71	2,4	40	46	9	43	80,7	65	9,2	30,9	9,4	65,1	50,2	/4
HL	52,7	33,6	50,9	58,3	116	69,2	59,2	3,4	26,3	71		65	46	26	58	44	12,6	60	54	47,1	64,8	11,1	39,5	10
TMT	13,9	51,4	22	13,6	58	4,7	8,9	66,7	50,7	2,4	65		35	41	10	37	75,3	60	7,5	21,1	9,3	59,7	44,8	/4
CSK	8,3	15,4	20,5	27,9	85	38,6	28,7	44,4	18,6	40	46	35		16	31	7,9	64,9	49	27,3	13,9	38,1	34,5	13	10
IRC	30,2	13,6	26,5	33,9	92	44,8	34,8	27,2	9,5	46	26	41	16		63	17	42,9	39	32,8	25,8	43,5	27,3	14	9
KYB	11,6	44,1	14,7	3,8	63	11	6,4	59,4	43,4	9	58	10	31	63		33	71	55	5,2	21,2	13,2	55,4	40,5	5
IGP	24,8	7,7	22,9	30,4	88	41,3	31,3	41,9	12,2	43	44	37	7,9	17	33		58,1	46	28,6	21,7	39,3	26,7	4,7	11
INO	72	58	60,9	68,3	136	79,2	69,2	9,3	38,7	81	13	75	65	43	71	58		76	69,3	62,4	80,1	19,7	44,7	9
IDK	47	46,3	45,2	52,6	110	63,5	53,5	61,7	45,7	65	60	60	49	39	55	46	75,5		53,1	38,1	63,9	57,9	42,9	7
JVC	7,6	40,3	10,9	2,5	61	13,8	1,5	55,6	39,6	9,2	54	7,5	27	33	5,2	29	69,3	53		15,9	15,6	55,9	41	4
MTD	8,3	33,4	6,3	18,5	76	29,4	16,4	48,7	32,7	31	47	21	14	26	21	22	62,4	38	15,9		27,8	44,8	29,9	/8
SAN	23	55	21,6	13,2	58	7,9	13,4	66,3	50,4	9,4	65	9,3	38	44	13	39	80,1	64	15,6	27,8		62,4	47,4	5
GMT	45,9	21,5	45,3	52,8	110	63,6	53,6	12,6	14,1	65	11	60	35	27	55	27	19,7	58	55,9	44,8	62,4		27,1	10
GSB	32,2	2,6	30,4	37,8	72	48,7	38,7	37,5	8,8	50	40	45	13	14	41	4,7	44,7	43	41	29,9	47,4	27,1		11