

# **Sistem Pendukung Keputusan Optimasi Biaya Dan Rute Pengiriman Barang Dengan Multimoda Menggunakan Algoritma Kruskal Dalam Optimasi Single Moda**

**Lady Silk M**

Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara, Politeknik Penerbangan Surabaya  
Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236  
Email : ladsilkmoonlight@ymail.com

## **ABSTRAK**

*Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar didunia dengan lebih dari 17 ribu pulau. Untuk Negara yang terdiri dari kepulauan dan lautan ini dibutuhkan sistem angkutan antar moda, yang menghubungkan antar pulau yang tersebar, demi menciptakan sistem transportasi yang aman, efektif dan efisien. Pengiriman barang merupakan salah satu proses logistik yang utama, sehingga penting untuk dikaji lebih dalam. Dalam proses pengiriman barang, dibutuhkan suatu sistem yang dapat memberi gambaran tentang waktu dan biaya angkutan multimoda yang paling efektif dan efisien. Pada penelitian ini, dibangun Sistem Informasi yang dapat membantu user dalam mengambil keputusan untuk mengoptimalkan waktu dan biaya pengiriman barang, sehingga dapat menunjukkan segala kemungkinan multimoda yang dapat digunakan dalam proses pengiriman barang. Sistem Multimoda yang diterapkan yaitu angkutan dari pabrik menuju ke pangkal jalur utama pertama pada suatu kota asal (stasiun kereta api, kargo pesawat udara, kargo pelabuhan kapal laut) menuju lokasi tujuan/transit. Dan angkutan dari jalur utama pada kota tujuan/transit menuju gudang, atau menuju jalur utama selanjutnya. Pada sistem informasi ini, hal yang dipertimbangkan adalah biaya dan waktu perjalanannya dari 4 moda, yaitu Darat, Laut, Udara dan Kereta Api, dengan mempertimbangkan segala kemungkinan multimoda yang dapat digunakan. Sistem ini juga dapat menghitung untuk lokasi tujuan yang hanya dapat dilalui moda tertentu saja. Pada perhitungan single moda, digunakan Algoritma Kruskal dalam perhitungan rute terpendek.*

**Kata Kunci** : Sistem Informasi, Transportasi, Multimoda, Algoritma Kruskal.

## **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar sedunia dengan lebih dari 17 ribu pulau didalamnya yang harus terhubung dengan baik melalui sistem transportasi yang baik pula. Dengan kondisi Indonesia yang terdiri dari kepulauan dan lautan, maka moda transportasi terbaik adalah angkutan multimoda. Sehingga kebutuhan angkutan antar moda pun akan saling melengkapi untuk menciptakan sistem transportasi yang ideal demi menciptakan sistem transportasi yang aman, efektif dan efisien.

Sistem transportasi yang baik merupakan wujud dari sistem logistik yang baik pula. Namun, dari data survei Logistic Performance Index oleh Bank Dunia melalui website <http://lpsurvey.worldbank.org/> terlihat bahwa kinerja logistik Nasional Indonesia berada diperingkat 53 dari 160 Negara yang disurvei. Posisi ini jauh dibawah Negara tetangga seperti Singapura, Malaysia dan Thailand. Walaupun demikian, sejak survei dilakukan kali pertama, posisi ini semakin tahun semakin meningkat, dan bukan hal mustahil jika sistem logistik Indonesia akan dapat lebih baik dari Negara ASEAN lainnya.

Dari arti pentingnya sistem angkutan multimoda dan Sistem Logistik Indonesia yang terus berkembang, terutama dalam pengiriman barang, maka dibutuhkan suatu sistem yang dapat

memberi gambaran tentang waktu dan biaya angkutan multimoda yang paling efektif dan efisien. Sehingga sistem tersebut dapat membantu dalam mengambil keputusan pelaku distribusi. Algoritma kruskal merupakan salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk mencari lintasan dalam menentukan banyaknya lintasan yang dapat dilalui, serta menentukan lintasan terpendeknya. Pada penelitian ini, digunakan Algoritma kruskal dalam membangun sistem pendukung keputusan optimasi biaya dan rute pengiriman barang.

## PEMBAHASAN

### Multimoda

Angkutan multimoda dalam Peraturan Pemerintah No 8 Tahun 2011 tentang Angkutan Multimoda, didefinisikan sebagai, “*Angkutan Multimoda adalah angkutan barang dengan menggunakan paling sedikit 2 (dua) moda angkutan yang berbeda atas dasar 1 (satu) kontrak sebagai dokumen angkutan multimoda dari satu tempat diterimanya barang oleh badan usaha angkutan multimoda ke suatu tempat yang ditentukan untuk penyerahan barang kepada penerima barang angkutan multimoda.*” Angkutan multimoda perlu digunakan sebagai pengiriman untuk menghemat biaya perjalanan.

### Logistik

Logistik dalam blueprint Penataan Dan Pengembangan Sektor Logistik Indonesia (2008) didefinisikan sebagai penyediaan suatu barang yang dibutuhkan yang pengadaannya dapat dilakukan langsung oleh pihak yang membutuhkan atau dilakukan oleh pihak lain.

### Algoritma Kruskal

Algoritma Kruskal merupakan salah satu algoritma untuk menentukan lintasan terpendek. Pada algoritma kruskal, sisi graf diurut terlebih dahulu berdasarkan bobotnya dari yang terkecil hingga terbesar, dan penambahan sisi yang dipilih tidak boleh membentuk *sirkuit (siklus)*.

Langkah – langkah algoritma kruskal :

(Asumsi: sisi-sisi dari graf sudah diurut menaik berdasarkan bobotnya, dari bobot kecil ke bobot besar)

$T$  masih kosong

Pilih sisi  $(u,v)$  dengan bobot minimum yang tidak membentuk sirkuit di  $T$ . Tambahkan  $(u,v)$  ke dalam  $T$ .

ulangi langkah dua sebanyak  $n-1$  kali.

Dalam notasi pseude-code, algoritma kruskal sebagai berikut:

```

Procedure kruskal ( input G: graf,output T: pohon)
{ Membentuk pohon dengan merentang minimum T dari graf terhubung G.
  Masukan: graf berbobot terhubung G =(V,E), yang mana |V|=n
  Keluaran: pohon minimum T=(V,E')
}
Deklarasi
  I, q, u, v : integer
Algoritma
  {Asumsi: sisi-sisi dari graf sudah diurut menaik berdasarkan
  bobotnya, dari bobot kecil ke bobot besar}
  T ← {}
  While jumlah sisi T < n-1 do
    Pilih sisi (u,v) dari E yang bobotnya terkecil
    If (u,v) tidak membentuk siklus di T then
      T = T ∪ {(u,v)}
    endif
  endfor

```

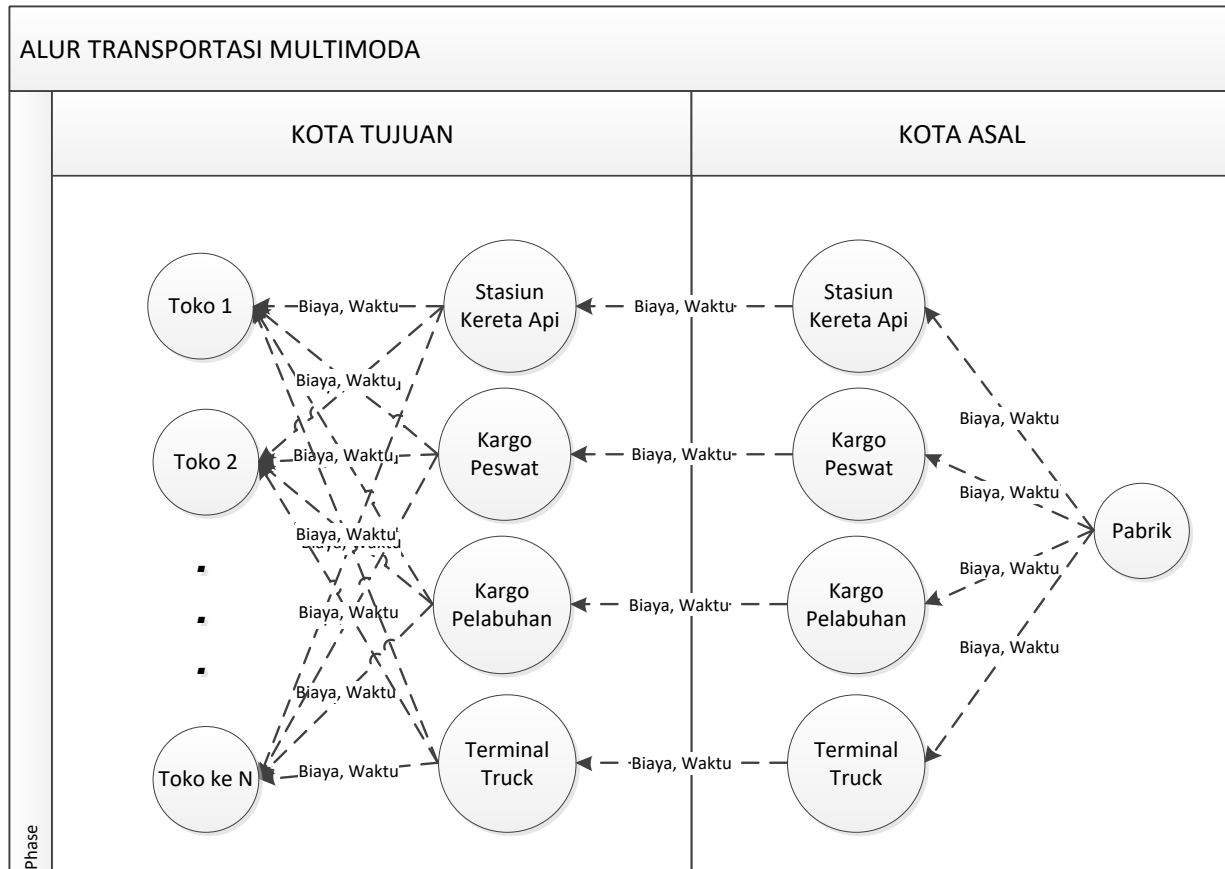
## Alur Transportasi Multimoda Pengiriman Barang

Berikut adalah diagram alur angkutan transportasi multimoda dari pabrik di kota asal menuju kota tujuan untuk didistribusikan ke semua toko dengan 1 Jalur Utama. Angkutan multimoda digunakan Dari kota asal ke kota tujuan. Sedangkan angkutan satu moda digunakan untuk distribusi dalam kota atau luar kota.

*Tabel 1 Moda Transportasi Dari Pabrik ke Toko*

PABRIK KE TERMINAL/STASIUN/KARGO DENGAN TRUCK	JALUR UTAMA ANTAR KOTA	TERMINAL/STASIUN/KARGO KE GUDANG DENGAN TRUCK	DISTRIBUSI ANTAR TOKO
DARAT	LAUT	DARAT	DARAT
	UDARA		
	KERETA API		
	DARAT		

Dalam kasus ini dimisalkan kesatuan gambaran lokasi dan rute adalah Graf, dimana tempat singgah atau perpindahan moda, kota atau toko yang dikunjungi, adalah Simpul dari Graf, dan jarak serta biaya adalah himpunan sisi dari Graf, maka gambar dari Graf dapat dimisalkan sebagai berikut:



*Gambar 1 Graf Antar Titik Pengambilan Barang*

Namun jika distribusi terjadi antara tempat asal dan tujuan melewati lebih dari 1 jalur utama, maka tabel moda transportasi dapat menjadi seperti berikut.

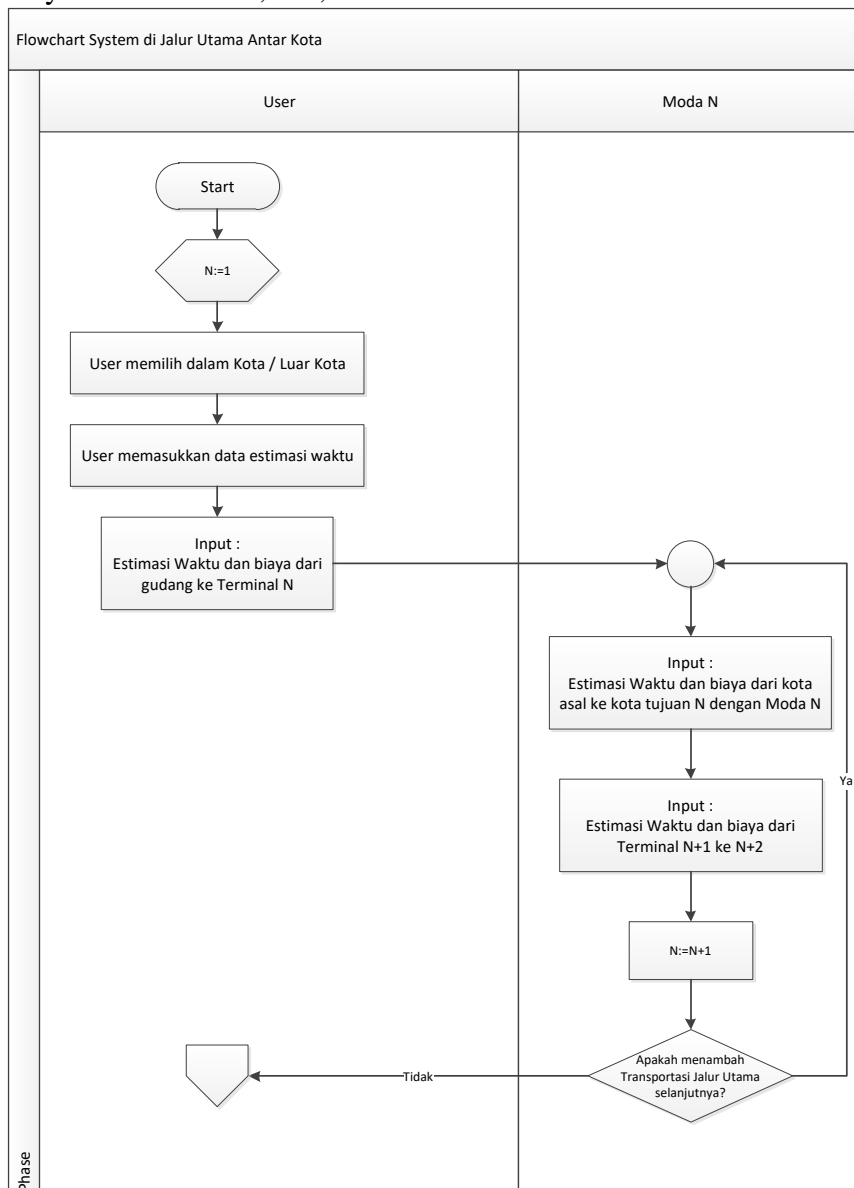
**Tabel 2 Moda dengan Jalur Utama lebih dari 1**

PABRIK KE TERMINAL 1 DENGAN TRUCK	JALUR UTAMA 1 ANTAR KOTA	TERMINAL 2 KE TERMINAL 3	JALUR UTAMA 2 ANTAR KOTA	TERMINAL 4 KE TERMINAL 5	JALUR UTAMA 3 ANTAR KOTA	TERMINAL 4 KE TERMINAL 5	DISTRIBUSI ANTAR TOKO
DARAT	LAUT	DARAT	LAUT	DARAT	LAUT	DARAT	DARAT
	UDARA		UDARA				
	KERETA API		KERETA API				
	DARAT		DARAT				

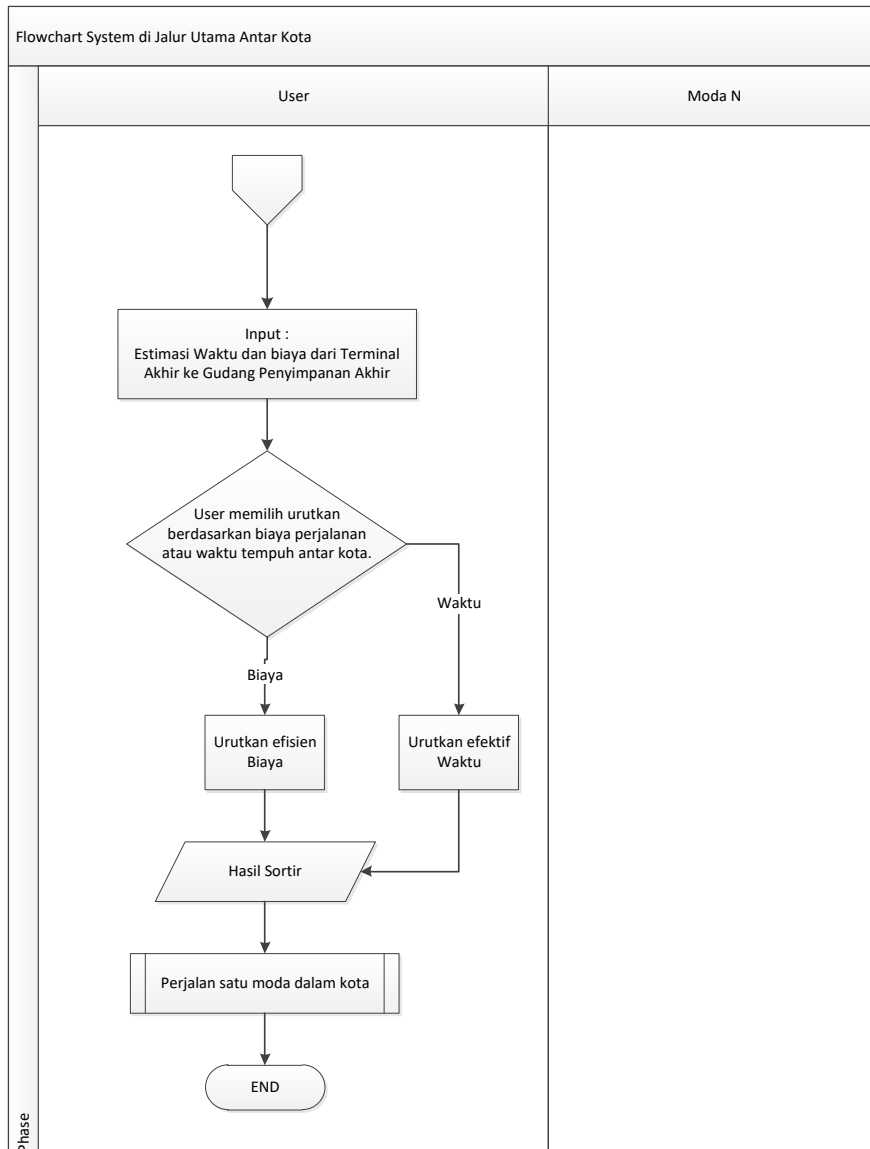
Terminal merupakan Terminal Truck, Stasiun Kereta Api, Kargo Pesawat Udara atau Kapal Laut.

### Flowchart System

Flowchart system merupakan gambar alur penentuan moda untuk distribusi antar kota dalam atau luar pulau, dari gudang pada kota asal menuju gudang pada kota tujuan. Pada jalur utama ini, moda yang digunakan dapat lebih dari 1 moda di lebih dari 1 jalur utama. Moda yang akan dipertimbangkan yaitu moda darat, laut, udara dan kereta.



**Gambar Flowchart Jalur Utama**



**Gambar Flowchart Jalur Utama**

**Implementasi System dan Analisa**

Berikut disimulasikan perhitungan perjalanan pengiriman barang seberat 5000 Kg dari Surabaya ke Jakarta. Perjalanan dari Surabaya ke Jakarta hanya ditempuh dengan 1 jalur utama. Perjalanan ini dapat ditempuh menggunakan moda darat, laut, udara, atau kereta api. Setiap moda memiliki biaya jasa pengiriman berbeda-beda. Nilai masukan/inputan user dapat berupa nilai estimasi.

Keterangan :

- Nilai Inputan
- Nilai Input / Tetapan dari Inisialisasi
- Nilai Hasil Perhitungan / Pengolahan data lainnya.

Kota Asal : Surabaya  
 Kota Tujuan : Banyuwangi

Daya Angkut 1 Truk	:	1000	kg
Biaya Angkut Truk /10 km	:	Rp 20,000	
Berat Barang	:	5000	kg

### Perjalanan dari Pabrik Ke Terminal 1

Diasumsikan perjalanan pengiriman barang dari pabrik ke kargo dengan moda transportasi darat ke pangkalan masing-masing Terminal, yaitu dapat berupa terminal Truck, Dermaga Pelabuhan Kapal Laut, Bandar Udara atau Stasiun Kereta Api. Berikut simulasi perhitungannya:

No	Moda	PABRIK – TERMINAL 1			
		Jarak Pabrik ke Kargo (km)	Biaya Perjalanan (Rp) Per Truck	Jumlah Truck Angkut	Lama Perjalanan (Menit)
1	Darat	10	100,000	5	40
2	Laut	15	100,000	5	60
3	Udara	20	100,000	5	120
4	Kereta Api	10	100,000	5	40

### Perjalanan Jalur Utama 1

Diasumsikan perjalanan pengiriman barang di jalur utama antar Kota dapat menggunakan moda Darat, Laut, Udara atau Kereta Api. Penetapan biaya jasa pengiriman kargo yaitu per Kilogram. Berikut simulasi perhitungannya:

No	Moda	JALUR UTAMA	
		Biaya Kargo Per Kg	Lama Perjalanan (Jam)
1	Darat	1,000	72
2	Laut	3,000	72
3	Udara	9,000	48
4	Kereta Api	2,000	72

### Perjalanan dari Terminal 2 ke Terminal 3

Diasumsikan perjalanan pengiriman barang di jalur utama antar Kota dapat menggunakan moda Darat, Laut, Udara atau Kereta Api. Penetapan biaya jasa pengiriman kargo yaitu per Kilogram. Berikut simulasi perhitungannya:

No	Moda	TERMINAL 2 - TERMINAL 3		
		Biaya Perjalanan (Rp) Per Truck	Jumlah Truck Angkut	Lama Perjalanan (Menit)
1	Darat	100,000	5	50

2	Laut	100,000	5	70
3	Udara	100,000	5	130
4	Kereta Api	100,000	5	50

### Perjalanan Jalur Utama 2

Diasumsikan perjalanan pengiriman barang di jalur utama antar Kota dapat menggunakan moda Darat, Laut, Udara atau Kereta Api. Penetapan biaya jasa pengiriman kargo yaitu per Kilogram. Berikut simulasi perhitungannya:

No	Moda	JALUR UTAMA 2	
		Biaya Kargo Per Kg	Lama Perjalanan (Jam)
1	Darat	1,500	9
2	Laut	3,000	10
3	Udara	9,000	3
4	Kereta Api	2,000	9

### Perjalanan dari Kargo Ke Pabrik

Diasumsikan perjalanan pengiriman barang dari kargo ke gudang penyimpanan barang menggunakan moda transportasi darat. Berikut simulasi perhitungannya:

No	Moda	TERMINAL 4 - GUDANG			
		Jarak Kargo ke Gudang (km)	Biaya Perjalanan (Rp) Per Truck	Jumlah Truck Angkut	Lama Perjalanan (Menit)
1	Darat	15	100,000	5	50
2	Laut	20	100,000	5	150
3	Udara	30	100,000	5	300
4	Kereta Api	15	100,000	5	50

### Hasil

Berikut hasil perhitungan biaya dan lama perjalanan di Jalur Utama pengiriman antar kota.

No	Moda	Total Biaya Perjalanan (Rp)	Total Lama Perjalanan (Jam)
1	Darat	4,500,000	83.33
2	Laut	7,500,000	86.67
3	Udara	19,500,000	60.17
4	Kereta Api	5,500,000	83.33

Hasil Sortir Total biaya perjalanan terendah pengiriman barang:

1. Moda Kereta Api
2. Moda Laut
3. Moda Darat
4. Moda Udara

Dan Hasil Sortir Total waktu terpendek perjalanan pengiriman barang:

1. Moda Udara
2. Moda Kereta Api
3. Moda Darat
4. Moda Laut

Sehingga dapat disimpulkan bahwa Moda Kereta Api merupakan Moda paling efektif yang dapat digunakan untuk pengiriman dari Kota Surabaya ke Kota Jakarta. Untuk perhitungan Kota lain dapat disimulasikan dengan cara yang sama.

## **KESIMPULAN**

Kesimpulan yang diperoleh dari studi kasus ini adalah sebagai berikut:

1. Transportasi multimoda yang dapat diterapkan adalah perjalanan pengiriman barang pada jalur utama, yaitu pengiriman barang dari pabrik di kota asal menuju kota tujuan untuk didistribusikan ke semua toko.
2. Sedangkan optimasi menggunakan Algoritma Kruskal digunakan untuk angkutan satu moda dalam pendistribusian barang dalam kota atau luar kota.
3. Pada optimasi angkutan multimoda, hal yang dipertimbangkan adalah biaya dan waktu perjalanannya dari 4 moda, yaitu Darat, Laut, Udara dan Kereta Api.
4. Jumlah kota tujuan yang menggunakan multimoda ditetapkan 1 kota tujuan.
5. Pada distribusi antar toko dalam/luar kota yang menggunakan satu moda, jumlah toko yang akan menjadi tujuan, bersifat dinamis sesuai masukan user.
6. Pada optimasi angkutan satu moda, hal yang dipertimbangkan adalah rute terdekat agar dapat mengunjungi setiap toko tepat satu kali.
7. Sistem optimasi ini, dapat digunakan oleh semua jenis pengiriman barang yang bersifat tertutup dan tidak mudah basi.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Hamilton, Sir William Rowan. *Encyclopedia Britannica*. Diakses tanggal 8 Juni 2014.
- Munir, Rinaldi. *Matematika Diskrit Revisi Kelima*. Bandung : INFORMATIKA. 2012.
- Kruskal, J. B. *On the shortest spanning subtree of a graph and the traveling salesman problem". Proceedings of the American Mathematical Society* 7. 1956.