

**VARIABLE RELATIONSHIPS ESTIMATION OF CARGO TRANSPORTATION NETWORK  
SYSTEM TO THE NUMBER OF INTERNAL REGIONAL CARGO MODE  
(CASE STUDY OF ROAD NETWORK SYSTEM IN CENTRAL JAVA PROVINCE)**

**ESTIMASI HUBUNGAN VARIABEL SISTEM JARINGAN  
TRANSPORTASI ANGKUTAN BARANG JALAN RAYA TERHADAP JUMLAH MODA ANGKUTAN  
BARANG INTERNAL REGIONAL  
(STUDI KASUS SISTEM JARINGAN JALAN NASIONAL DI PROPINSI JAWA TENGAH)**

**Juang Akbardin**

Teknik Sipil Universitas Pendidikan Indonesia Jl. Setiabudi No.207 Bandung Email : [akbardien@yahoo.co.id](mailto:akbardien@yahoo.co.id)

**ABSTRACT**

The transportation network system of highway freight is one of main network distribution of freight movement. Infrastructure condition of highway transportation, the main subject of highway hardness has an important role to that continual flow distribution. Freight behaviour that make maximum capacity and carry away more freight to the highway transportation mode is the one of cause destroyed road because of overloading. The interaction between highway transportation network system to that serviced mode is the demand and supply interaction in the defined transportation infrastructure. That relation is defined on indicator and parameter that built by an influence variable each other from that interaction shape. Representation of estimation from transportation network system are traffic volume, road capacity, road saturation degree and road level of services condition. Freight systems are based on sum characteristic of vehicle, company profile owner status and private owner status, become important factors to determine occurred how interaction between that variable. Data distribution from each variable is studied how that data are match to variable characteristic that is defined base on stocastic and empiris approach. Relation model is estimated by Structural Equation Model to determine the contribution of each variable that built by the other variable base on indicator and parameter that is based from data distribution of each variable.

**Keywords** : Transportation network, Freight Vehicle , Regional Internal

**ABSTRAK**

Sistem jaringan transportasi barang jalan raya merupakan salah satu jaringan distribusi utama pergerakan barang. Kondisi infrastruktur transportasi jalan raya terutama perkerasan jalan raya mempunyai peranan penting untuk kelancaran aliran distribusi tersebut. Perilaku pengangkutan barang yang memaksimalkan kapasitas dan berkenderungan mengangkut lebih pada moda transportasi jalan raya salah satu menyebabkan kerusakan jalan akibat *overloading*. Interaksi antara sistem jaringan transportasi jalan raya dengan moda yang dilayani tersebut merupakan interaksi penawaran dan permintaan dalam infrastruktur transportasi yang didefinisikan. Hubungan tersebut didefinisikan berdasarkan perilaku parameter dan indikator yang dibentuk oleh masing – masing variabel yang mempengaruhi dari bentuk interaksi tersebut. Representasi estimasi dari sistem jaringan transportasi antara lain volume lalu lintas, kapasitas jalan, derajat kejenuhan jalan dan kondisi kinerja jalan. Sistem angkutan barang didasarkan pada karakteristik jumlah armada, status kepemilikan perusahaan dan status kepemilikan pribadi menjadi faktor penting dalam menentukan bagaimana interaksi yang terjadi antara variabel tersebut. Distribusi data dari masing – masing variabel ditinjau bagaimana perilaku data tersebut sesuai dengan karakteristik variabel yang didefinisikan berdasarkan pendekatan empiris dan stokastik. Model hubungan diestimasi dengan *Struktural Equation Model* untuk menentukan kontribusi masing - masing variabel yang dibentuk dengan variabel yang lain berdasarkan parameter dan indikator yang didasarkan dari distribusi data masing – masing variabel.

**Kata – kata Kunci** : Jaringan Transportasi, Angkutan Barang, Internal Regional

## PENDAHULUAN

Provinsi Jawa Tengah yang merupakan daerah perlintasan jalur distribusi besar pulau Jawa dari timur ke barat atau sebaliknya, mempunyai peranan yang memungkinkan untuk mengambil peranan lebih atau memanfaatkan proses distribusi makro tersebut untuk meningkatkan potensi daerah Jawa Tengah dalam menciptakan pemerataan distribusi permintaan kebutuhan di wilayah provinsi Jawa Tengah. Perdagangan antar daerah yang merupakan subyek dasar untuk menuju konsolidasi ekonomi daerah yang dalam konteks desentralisasi yang dikembangkan dalam pemerintahan. Perilaku pengangkutan barang moda transportasi darat Berdasarkan data kendaraan ditimbang menunjukkan bahwa 60% lebih kendaraan mengangkut lebih dari kapasitas daya angkutnya.

Kondisi infrastruktur jalan mengalami kondisi kritis akibat kurangnya dana rehabilitasi dan pemeliharaan, buruknya kualitas konstruksi jalan dan diperparah oleh pelanggaran kelebihan muatan. Pada tahun 2000 sekitar 49% jaringan jalan dalam kondisi rusak ringan dan berat, termasuk sekitar 8.600 km jalan nasional dan jalan propinsi serta 134.400 km jalan kabupaten. Pada tahun 2001, karena tidak cukupnya anggaran pemeliharaan, kerusakan jalan meningkat hingga 57%, termasuk jalan strategis Pantai Utara Jawa (Pantura) dan Jalan Lintas Timur Sumatera. Konstruksi jalan yang rusak sebelum umur ekonominya habis menyebabkan kerugian sosial dan ekonomi yang besar bagi masyarakat (Bappenas, 2003).

### Perumusan Masalah

1. Bagaimana bentuk hubungan sistem jaringan transportasi jalan raya dengan kondisi jumlah angkutan barang
2. Bagaimana perilaku model hubungan tersebut ditinjau dari karakteristik parameter dan indikatornya dibentuk

### Tujuan Penelitian

1. Mengetahui variabel pembentuk hubungan sistem jaringan jalan dengan moda angkutan barang
2. Mengetahui bentuk hubungan sistem jaringan transportasi jalan dengan moda angkutan barang
3. Mengetahui dimensi interaksi hubungan sistem jaringan transportasi angkutan barang jalan raya

### Batasan Masalah

Penelitian bersifat diskriptif terhadap wilayah studi ditinjau dari distribusi fungsi dari data yang tinjau dengan menggunakan parameter dan indikator pembentuk. Data Sistem Jaringan jalan yang ditinjau merupakan Jaringan Jalan Nasional di Provinsi Jawa

Tengah dan moda angkutan barang jumlah angkutan barang di masing-masing kabupaten dengan kondisi maksimum. Analisis indikator dengan menggunakan *Struktural Equation Model (SEM)* dengan Probabilitas Maksimum.

### Permintaan Transportasi Barang

Permintaan angkutan barang aplikasi dan teori mungkin kurang luas dibandingkan dengan permintaan transportasi penumpang. Hal ini karena kurang perhatian serius antara kebijakan komoditas dengan dengan sistem perencanaan sehingga semakin lama semakin meleset dalam perkembangannya (Kanafani Adib, 1983).

Permintaan angkutan barang merupakan turunan (*derived*) dari permintaan komoditas – komoditas yang dikonsumsi baik yang tidak atau terpisah dengan tempat komoditas tersebut di produksi. Hubungan *input – output* proses komoditas tersebut dalam fungsi permintaan transportasi ditentukan dengan karakteristik sifat produksi, konsumsi dan marketing. Aliran sistem aktivitas komoditas barang merupakan fungsi yang tergantung dengan *supply – demand*.

### Pendekatan analisis kebutuhan transportasi barang : (Kanafani Adib, 1983)

#### 1. Tinjauan Mikro ekonomi :

Pendekatan ini mendasarkan atau melihat perusahaan-perusahaan sebagai pengguna jasa transportasi yang potensial sebagai unit dasar keputusan dari analisis. Dalam pendekatan ini kebutuhan transportasi barang diturunkan berdasarkan pertimbangan bahwa transportasi sebagai suatu masukan bagi proses produksi atau pemasaran dari perusahaan-perusahaan tersebut. Transportasi direpresentasikan sebagai ongkos, tetapi sistem jaringan transportasi tidak secara eksplisit ditampilkan.

#### 2. Tinjauan Interaksi Spasial

Pendekatan ini melihat daerah / zona-zona yang memiliki surplus dan defisit komoditi tertentu, terletak di berbagai titik yang terdistribusi dalam ruang . Pergerakan barang dipopulasikan akan terjadi dari titik-titik surplus men-*supply* kebutuhan ke titik-titik defisit. Dalam pendekatan ini sistem transportasi secara eksplisit ditampilkan dalam suatu jaringan .

#### 3. Tinjauan Makro Ekonomi

Pendekatan makro ekonomi menganalisis hubungan antar sektor ekonomi yang ada, yang biasanya menggunakan model *input-output*. Dalam hal transportasi dilihat sebagai salah satu sektor, memungkinkan untuk menganalisis kebutuhan transportasi dari sektor-sektor lain dan kemudian diterjemahkan kedalam arus lalu lintas

barang. Dalam pendekatan ini jaringan transportasi tidak secara eksplisit ditampilkan.

**Struktural Equation Model (SEM)**

SEM mempunyai kemampuan untuk membuat model konstruk-konstruk sebagai variabel laten atau variabel – variabel yang tidak diukur secara langsung, tetapi diestimasi dalam model dari variabel-variabel yang diukur yang diasumsikan mempunyai hubungan dengan variabel tersebut – variabel latent. Dengan demikian hal ini memungkinkan pembuat model secara eksplisit dapat mengetahui ketidak-reliabilitas suatu pengukuran dalam model yang mana teori mengijinkan relasi – relasi struktural antara variabel-variabel laten yang secara tepat dibuat suatu model. Aplikasi utama *Structural Equation Modeling* meliputi:

1. Model sebab akibat (*causal modeling*,) atau disebut juga analisis jalur (*path analysis*), yang menyusun hipotesa hubungan-hubungan sebab akibat (*causal relationships*) diantara variabel - variabel dan menguji model-model sebab akibat (*causal models*) dengan menggunakan sistem persamaan linier. Model-model sebab akibat dapat mencakup variabel-variabel manifest (indikator), variabel-variabel laten atau keduanya.
2. Analisis faktor penegeasan (*confirmatory factor analysis*), suatu teknik kelanjutan dari analisis faktor dimana dilakukan pengujian hipotesis – hipotesis struktur *factor loadings* dan interkorelasinya.
3. Analisis faktor urutan kedua (*second order factor analysis*), suatu variasi dari teknik analisis faktor dimana matriks korelasi dari faktor-faktor tertentu ( *common factors*) dilakukan analisis pada faktornya sendiri untuk membuat faktor-faktor urutan kedua.
4. Model-model regresi (*regression models*), suatu teknik lanjutan dari analisis regresi linear dimana

bobot regresi dibatasi agar menjadi sama satu dengan lainnya, atau dilakukan spesifikasi pada nilai-nilai numeriknya.

5. Model-model struktur *covariance* (*covariance structure models*), yang mana model tersebut menghipotesakan bahwa *matrix covariance* mempunyai bentuk tertentu.

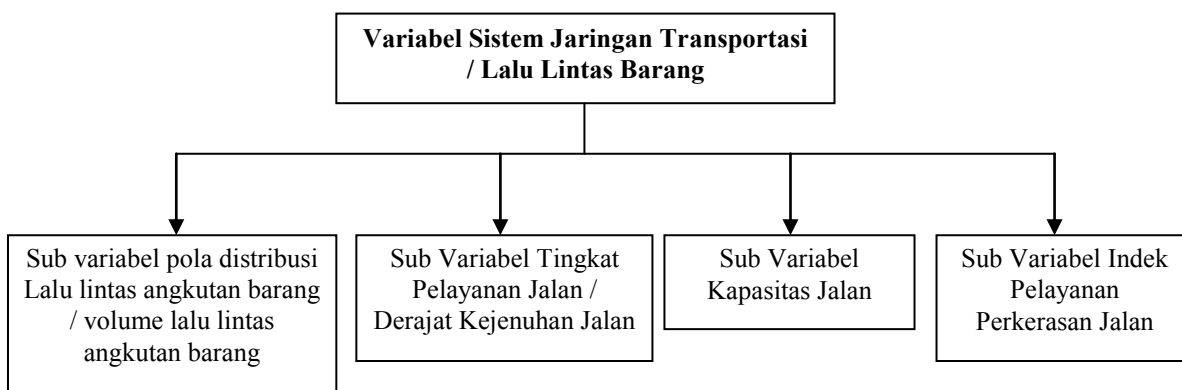
**Evaluasi Model**

PLS tidak mengasumsikan distribusi tertentu untuk mengestimasi parameter, maka teknik parametrik untuk menguji signifikansi parameter tidak diperlukan (Chin, 1998). Model Pengukuran dengan indikator refleksif dievaluasi dengan *convergent* dan diskriminan validitas dari indikatornya dan *composite reability* untuk *block indicator*. Model struktural dievaluasi dengan menggunakan *R-square* untuk *construct dependen*. Untuk menilai model dengan PLS dimulai dengan melihat *R-square* untuk setiap variabel laten dependen.(chin, 1998).

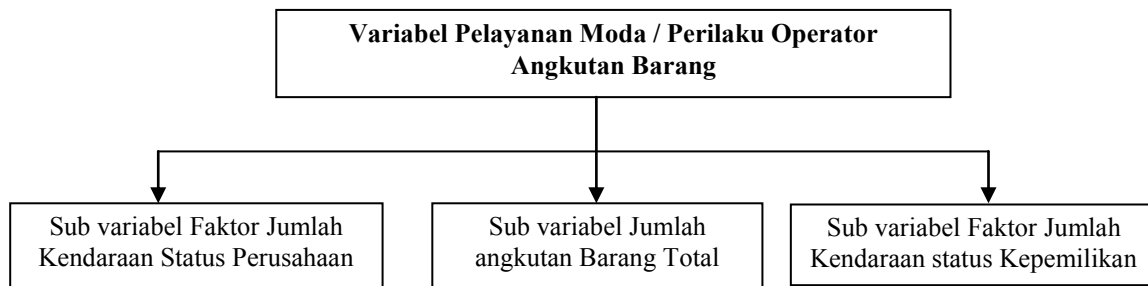
**METODOLOGI**

**Rancangan Variabel Perilaku Jaringan Sistem Sosio Ekonomi**

Sub Model yang pertama adalah merupakan suatu gabungan variabel-variabel terkait dengan perilaku jaringan sistem yang merupakan kondisi eksisting dari karakteristik *supply* dan *demand* yang membentuk atau sebagai faktor penarik dari proses terjadinya sistem distribusi barang yang ada di Provinsi Jawa Tengah. Variabel yang dibentuk didasarkan dari proses estimasi yang terukur baik melalui survey kuesioner maupun data sekunder yang merupakan pembentuk variabel tersebut. Proses tersebut didefinisikan dalam variabel operasional yang dibentuk pada bagan dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Sub Model Variabel Sistem Jaringan Transportasi



Gambar.2. Diagram Variabel Perilaku Operator Angkutan Barang

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Struktur Variabel Sub Model Sistem Jaringan Transportasi

#### Sub Model Sistem Jaringan Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas yang dimaksud merupakan volume lalu lintas yang berada pada suatu ruas jalan yang menghubungkan antar kota yang didefinisikan sebagai *Node*. Hubungan antar kota yang terjadi kadang kalanya tidak langsung terhubung oleh satu ruas jalan atau *link* sehingga pada pendekatan variabel volume lalu lintas adalah:

$$V_{ij} = q \cdot link_{ij} \quad (1)$$

dengan :

$V_{ij}$  = Total Volume Lalu Lintas dari i ke j

$q$  = Volume lalu lintas yang terjadi

$link_{ij}$  = *link* atau rute dari i ke j

#### Sub Model Sistem Jaringan Kapasitas Jalan

Pada variabel kapasitas jalan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah berdasarkan kapasitas dasar pada standart perencanaan kapasitas jalan yang di peruntukkan untuk kapasitas jalan nasional dan jalan provinsi yang menghubungkan kota atau kabupaten pada lokasi penelitian. Pendekatan tersebut merupakan pendekatan data statis. Penentuan parameter dan indikator berdasarkan karakteristik kapasitas jalan Indonesia berdasarkan MKJI 1997 adalah:

$$C = C_0 \cdot FC_w \cdot FC_{sp} \cdot FC_{sf} \cdot FC_{cs} \quad (2)$$

dengan :

$C$  = Kapasitas

$C_0$  = Kapasitas dasar (smp/jam)

$FC_w$  = Faktor Penyesuaian lebar jalur lalu lintas

$FC_{sp}$  = Faktor Penyesuaian pemisah arah

$FC_{sf}$  = Faktor Penyesuaian hambatan samping

$FC_{cs}$  = Faktor Penyesuaian ukuran kota

#### Sub Model Sistem Jaringan Derajat Kejenuhan Jalan (DS)

Variabel derajat kejenuhan yang didefinisikan adalah merupakan pendekatan dari ratio volume dan kapasitas jalan. Derajat kejenuhan yang dimaksud disini merupakan representasi dari volume dan kapasitas jalan dengan Persamaan berikut :

$$DS = Q / C \quad (3)$$

dengan :

$DS$  = Derajat Kejenuhan

$Q$  = Arus Lalu Lintas Total

$C$  = Kapasitas

#### Sub Model Kondisi Kerataan Jalan berdasarkan Nilai IRI

Variabel kerataan struktural jalan didasarkan pada Nilai *IRI* (*International Roughness Index*) dan *SDI* (*Struktural Distress Index*). Pendekatan analisis yang dilakukan berdasarkan nilai empiris pada obyek penelitian jaringan jalan nasional dengan kriteria besaran yang didefinisikan seperti pada Tabel 1.

#### Hubungan Karakteristik Sub Model Sistem Jaringan Transportasi

Diskripsi persamaan matematis pada sub model sistem jaringan dapat dijelaskan pada persamaan dan diagram interaksi berikut ini.

$$G(y) = y_{21} + y_{22} + y_{23} + y_{24} \quad (4)$$

dengan :

$Y_2 = G(y)$  = Fungsi Pelayanan Sistem Jaringan

$y_{21}$  = Volume lalu lintas (V)

$y_{22}$  = Kapasitas Jalan (C)

$y_{23}$  = Derajat Kejenuhan (Ds)

$y_{24}$  = Nilai *IRI* Jalan / kerataan Jalan

Model Struktur hubungan interaksi tersebut di gambarkan pada persamaan matematis sebagai berikut :

$$g(y) = y_{21} + y_{22} + y_{23} + y_{24} \quad (5)$$

**Model Pelayanan Moda berdasarkan jumlah armada**

Fungsi pelayanan moda yang didefinisikan dalam sub model pelayanan moda dimaksud adalah jumlah kuantitatif dari armada yang ada dalam suatu daerah asal dan tujuan pada penelitian yang dimaksud. Pendekatan yang didefinisikan adalah suatu kondisi keberadaan nilai kapasitas angkut yang dapat dilayani oleh moda tersebut dalam pergerakan barang komoditas yang terjadi pada wilayah tersebut. Parameter dan indikator ditentukan berdasarkan nilai empiris yang diasumsikan sebagai bentuk pelayanan.

**Model Pelayanan Moda berdasarkan status kepemilikan pribadi**

Pelayanan moda yang didefinisikan sebagai moda pribadi mempunyai suatu kontribusi perilaku yang dapat mempengaruhi kondisi fungsi pelayanan moda itu sendiri maupun kontribusinya dalam mempengaruhi sistem struktur model secara

menyeluruh. Pendekatan yang didefinisikan pada pelayanan moda dari kepemilikan pribadi di dasarkan pada tingkat persentase jumlah moda kepemilikan pribadi pada daerah asal dan tujuan pada penelitian ini dengan pendekatan matematis berikut :

$$m_{pd} = (\dots) \times 100\% \quad (6)$$

dengan :

- $m_{od}$  = Tingkat prosentase kepemilikan kendaraan pribadi
- $Md$  = Jumlah kepemilikan armada pada kabupaten kota/sebagai node
- $M_{pd}$  = Jumlah kepemilikan armada pada daerah dengan status kepemilikan pribadi

Tabel. 1. Kondisi Kerataan Jalan

IRI (m/km)	LHR pada lalu lintas 2 jalur (kend)							
	0	50	100	200	300	1000	3000	>10000
$0 \leq IRI < 3$	B	B	B	B	B	B	B	B
$3 \leq IRI < 3,5$	B	B	B	B	B	B	B	S
$3,5 \leq IRI < 4$	B	B	B	B	B	B	S	S
$4 \leq IRI < 6$	B	B	B	B	B	S	S	S
$6 \leq IRI < 8$	B	B	B	B	S	S	S	R
$8 \leq IRI < 10$	B	B	B	S	S	S	R	R
$10 \leq IRI < 12$	B	B	S	S	S	R	R	RB
$12 \leq IRI < 16$	B	S	S	S	R	R	RB	RB
$16 \leq IRI < 20$	S	R	R	R	R	RB	RB	RB
$20 \leq IRI < 25$	R	R	R	R	RB	RB	RB	RB
$IRI \geq 25$	RB	RB	RB	RB	RB	RB	RB	RB

Sumber : Ditjen Binamarga, 2006 dalam Mulyono 2007

Keterangan : B = Baik ; S = Sedang ; R = Rusak ringan RB = Rusak Berat

**Model Pelayanan Moda berdasarkan status kepemilikan perusahaan**

Pelayanan moda yang didefinisikan sebagai moda milik perusahaan mempunyai suatu kontribusi perilaku yang dapat mempengaruhi kondisi fungsi pelayanan moda itu sendiri maupun kontribusinya dalam mempengaruhi sistem struktur model secara menyeluruh. Pendekatan yang didefinisikan pada pelayanan moda dari kepemilikan perusahaan di dasarkan pada tingkat persentase jumlah moda kepemilikan perusahaan pada daerah asal dan tujuan pada penelitian ini dengan pendekatan matematis berikut :

$$m_{or} = (Md : M_{pr}) \times 100\% \quad (7)$$

dengan :

- $m_{or}$  = Tingkat prosentase kepemilikan kendaraan perusahaan
- $Md$  = Jumlah kepemilikan armada pada kabupaten kota/sebagai node
- $M_{pr}$  = Jumlah kepemilikan armada pada daerah dengan status kepemilikan perusahaan

**Hubungan Karakteristik Sub Model Pelayanan Moda**

Hubungan karakteristik sub model Pelayanan Moda dapat dirumuskan dalam suatu persamaan 8 berikut dan diagram interaksi dijelaskan pada Gambar 3.

$$h_z = \alpha_0 + b_{z21} + b_{z22} + b_{z23} \quad (8)$$

dengan:

- $Y_2 h(z)$  = Pelayanan Moda
- $b_{z_{21}}$  = Jumlah armada pada kabupaten atau kota
- $b_{z_{22}}$  = Jumlah armada dengan status kepemilikan pribadi
- $b_{z_{23}}$  = Jumlah armada dengan status kepemilikan perusahaan

**Pembentukan Model Operasional Interaksi Hubungan dan Dimensi Struktur Model**

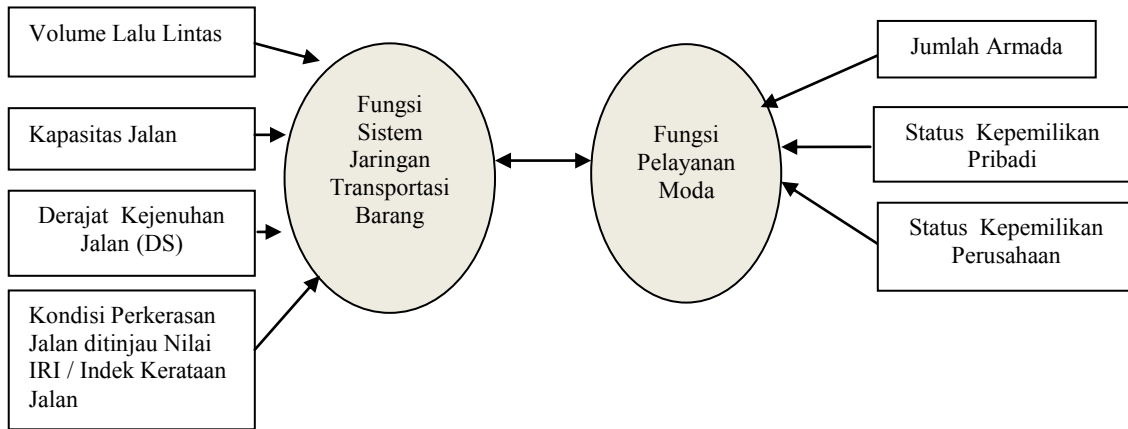
Pembentukan Model operasional interaksi hubungan struktur model merupakan pendefinisian fungsi objective atau fungsi Tujuan untuk mendiskripsikan interaksi variabel yang saling mempengaruhi dan nilai besaran pengaruhnya baik terhadap masing - masing variabel maupunterhadap fungsi utama. Dalam operasional fungsi tujuan yang

dimaksud dalam sistem struktur model data dari variabel fungsi tujuan yang lain akan dilakukan secara deskret sehingga bentuk fungsi tujuan model jaringan sistem dapat didefinisikan sebagai berikut ditunjukkan pada gambar 3.

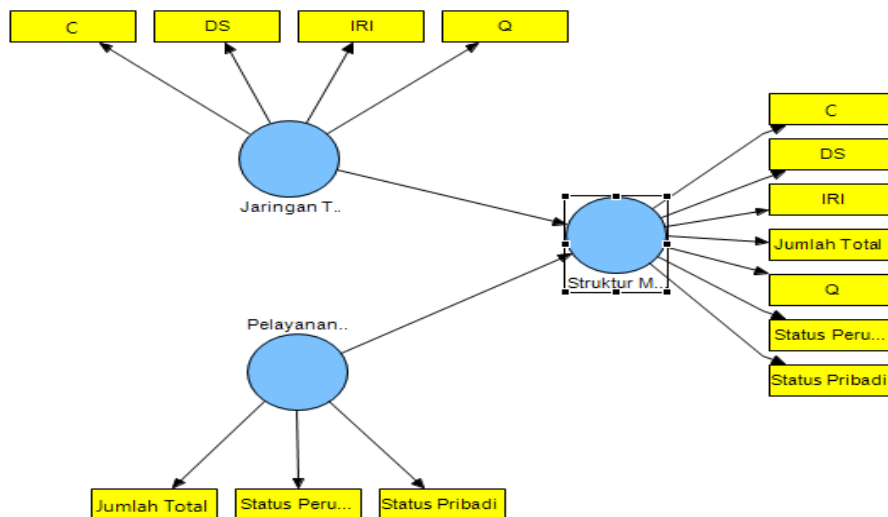
$$f(x) = \dots + \dots + \dots + \dots + \dots + \dots + \dots \quad (9)$$

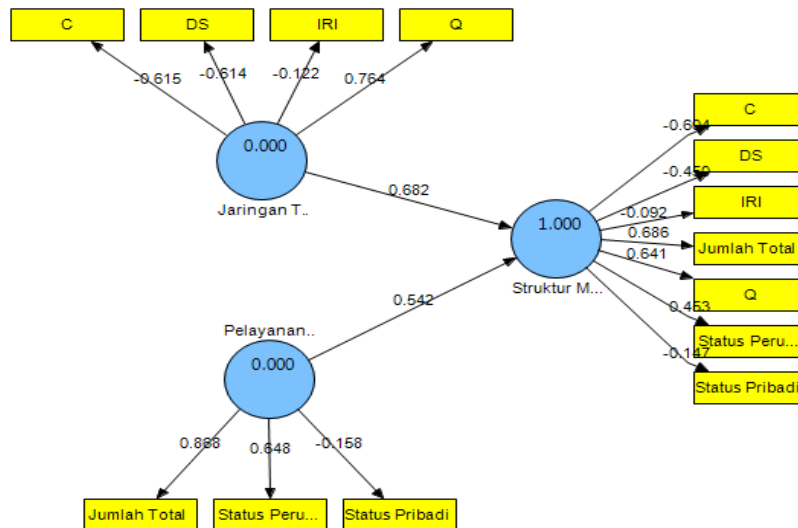
Sehingga :

- $x_1$  = variabel Volume Lalu Lintas (Q)
- $x_5$  = variabel kepemilikan pribadi
- $x_2$  = variabel Kapasitas Jalan (C)
- $x_6$  = variabel kepemilikan perusahaan
- $x_3$  = variabel Derajat Kejenuhan Jalan (DS)
- $x_2$  = variabel Kapasitas Jalan (C)
- $x_4$  = variabel kondisi perkerasan jalan/kerataan jalan



Gambar.3. Hubungan karakteristik sub Model Sistem Jaringan Transportasi Barang





Gambar.5. Dimensi Struktur Model dengan *Struktural Equation Model*

### Model Pengukuran atau *Outer Model*

Dari hasil Analisis diatas maka didapatkan persamaan outer model sebagai berikut :

Fungsi Sistem Jaringan Transportasi :

$$Y_1 = 0,764x_1 - 0,615 x_2 - 0,614x_3 - 0,122x_4 + \delta$$

Fungsi Pelayanan Moda:

$$Y_2 = - 0,158 x_5 + 0,648 x_6 + 0,888x_7 + \delta$$

### Model Struktural atau *Inner Model*

Dengan hasil *path coefisients* fungsi sistem jaringan transportasi terhadap fungsi *objective* = 0,682. Fungsi pelayanan moda terhadap fungsi *objective* = 0,542. Dengan demikian representasi hubungan antara definisi model yang dibangun berdasarkan fungsi tujuan yang akan dibentuk yaitu,  $Z = 0,764x_1 - 0,615 x_2 - 0,614x_3 - 0,122x_4 - 0,158 x_5 + 0,648 x_6 + 0,888x_7 + \delta$

### Evaluasi Model.

Dengan mengetahui hasil *path coefisients* dari fungsi sistem jaringan transportasi dan fungsi pelayanan moda mempunyai tingkat pengaruh yang cukup substantif pada model tersebut yaitu dengan

nilai R-square ( $R^2$ ) yang mempunyai nilai diatas 0.5. Dari pembentukan struktur model dengan variabel dan parameter yang sangat kompleks dapat dikonfirmasi hubungan tersebut dengan indikator yang dihasilkannya. Sehingga fungsi tujuan yang dibentuk dapat di definisikan sesuai dengan perilaku variabel dan parameter pembentuknya. Dengan demikian fungsi tujuan tersebut dapat dioptimalisasi sesuai dengan kebutuhan terhadap model tersebut.

### KESIMPULAN

1. Sistem Jaringan Transportasi mempunyai kontribusi besar untuk membentuk suatu kebutuhan armada yang angkutan barang yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik suatu jaringan transportasi berdasarkan sektor basis yang dominan
2. Estimasi variabel hubungan dengan menggunakan *Struktural Equation Model* (SEM) berdasarkan pada indikator dan parameter variabel yang didefinisikan.
3. Variabel pembentuk dari hubungan interaksi tersebut didasarkan pada perilaku distribusi data.

### DAFTAR PUSTAKA

- Chin, W.W. (1998). *Partial Least Squares-Graph*. User's Guide Vol. 3.0 Soft Modeling Inc.
- Ferdinand, Agusty. (2002). *Struktural Equation Model dalam Managemen*, Semarang – FE Universitas Diponegoro
- Kanafani, Adib (1983). *Transportation Demand Analysis*, Mc Graw Hill, USA.
- Lakshmanan, T.R. dan Anderson, W.P. (2002). *Transportation Infrastructure, Freight Services Sector And Economic Growth*. A white paper prepared for US. Department of Transportation Federal Highway Administration.

- Nielsen, O.A. (2004). *A Stochastic Multimodal Freight Transport Assignment Model With Random Coefisients*, Proc. World Conference on Transport Research Society (WCTRS) D02 paper 1431 Istambul.
- Sivakumar, A. and Bhat, C (2002). *Fractional Split – Distribution Model of Statewide Comodity Flow Analysis*, Transportation Research record, 1790, pp.80-88
- Tamin,Ofyar Z. (2000). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, penerbit ITB, Bandung.