

TESIS

**STUDI PEMANFAATAN MODA ANGKUTAN KERETA API
UNTUK MENGANGKUT SEMEN TONASA DI KORIDOR
MAKASSAR – PARE PARE, SULAWESI SELATAN**

**STUDY OF ANALYSIS OF THE TRANSPORT MODE CHOICE
FOR THE TONASA CEMENT DISTRIBUTION BETWEEN
TRUCKS AND TRAINS IN THE MAKASSAR – PARE PARE
CORRIDOR**

M YANI

D012 181 026



PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

TESIS

STUDI PEMANFAATAN MODA ANGKUTAN KERETA API UNTUK MENGANGKUT SEMEN TONASA DI KORIDOR MAKASSAR – PARE PARE, SULAWESI SELATAN

Disusun dan diajukan oleh :

M YANI

Nomor Pokok D012181026

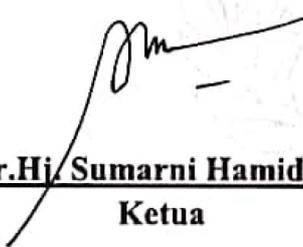
telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

pada tanggal 28 Juli 2021

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasehat,


Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly., MT

Ketua


Dr. Ir. Hermanto Dwiatmoko., Ms. Tr

Sekretaris


Ketua Program Studi
S2 Teknik Sipil
Dr. Eng. H. Rita Irmawaty, ST., MT


Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M Yani

Nomor : D012181026

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan hasil tesis ini hasil karya orang lain maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, Juli 2021

Yang menyatakan



M Yani

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT atas Izin-Nya sehingga penulisan hasil penelitian dengan judul ***“Studi Pemanfaatan Moda Angkutan KA untuk Mengangkut Semen Tonasa di Koridor Makassar – Pare Pare, Sulawesi Selatan”*** dapat terselesaikan. Tak lupa pula penulis haturkan shalawat dan salam atas junjungan Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi sekalian umat dalam segala aspek kehidupan, sehingga menjadi motivasi penulis dalam menuntut ilmu di Universitas Hasanuddin.

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang begitu besar kepada Ibu **Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly., MT** dan Bapak **Dr. Ir. Hermanto Dwiatmoko.,Ms.Tr** selaku ketua dan sekretaris komisi penasehat yang telah banyak memberikan waktu, gagasan dan pengetahuan serta dorongan semangat dan motivasi kepada penulis.

Ucapan terima kasih pula diucapkan kepada Bapak **Dr.Ir, Syafruddin Rauf.,MT**, Bapak **Dr.Eng.Ir. Muhammad Isran Ramli.,ST.,MT** dan Bapak **Dr. Ir. H. Mubassirang Pasra.,MT** selaku dosen penguji yang telah memberi banyak masukan dan saran pada saat ujian seminar. Terima kasih pula penulis sampaikan kepada Ibu **Dr. Eng. Rita Irmawaty.,ST.,MT** selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, Ketua Departemen Teknik Sipil Universitas

Hasanuddin dan rekan-rekan mahasiswa Pascasarjana Program Studi Teknik Sipil Konsentrasi Sistem Transportasi angkatan 2018.

Dengan keterbatasan pengalaman, ilmu maupun pustaka yang ditinjau, penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan dan pengembangan lanjut agar benar-benar bermanfaat, oleh karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tesis ini. Semoga tesis ini dapat bermanfaat dan digunakan untuk pengembangan wawasan serta peningkatan ilmu pengetahuan bagi kita semua. Amin.

Gowa, Juli 2021

M. YANI

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	8
1.3. Tujuan Penelitian.....	8
1.4. Lingkup dan Batasan Masalah.....	9
1.5. Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1. Saluran Distribusi Barang	10
2.2. Karakteristik Transportasi Barang.....	12
1. Karakteristik Moda Kereta Api.....	14
2. Pola Operasi Kereta Api.....	15
3. Kecepatan Kereta api.....	19
4. Karakteristik Moda Jalan Raya.....	20

2.3.	Indikator Kinerja Angkutan Barang	21
2.4.	Atribut Pelayanan Sistem Transportasi.....	22
2.5.	Keunggulan Antar Moda Transportasi Barang.....	23
2.6.	Keunggulan Komparatif Moda Kereta Api pada Aspek Lingkungan	27
2.7.	Manfaat Pembangunan Jalur Kereta Api Trans-Sulawesi ..	31
2.8.	Biaya Transportasi.....	33
2.9.	Konsep Pemilihan Moda	34
2.10.	Model Pemilihan Moda Angkutan Barang.....	36
2.11.	Variabel Penentu Pemilihan Moda Angkutan Barang	36
2.12.	<i>Generalized Cost</i>	38
2.13.	Metode <i>Stated Preference</i>	40
2.14.	<i>SEM-PLS</i>	44
2.15.	Model Pemilihan Diskret	50
2.16.	Penelitian Terdahulu yang relevan	54
2.17.	Kerangka Pemikiran Penelitian.....	57
BAB III METODE PELAKSANAAN PENELITIAN		59
3.1.	Lokasi Penelitian.....	59
3.2.	Metode Pengumpulan Data	60
3.3.	Metode Analisis	60
3.4.	Hasil dan Pembahasan.....	65
3.5.	Kesimpulan dan Saran	67
3.6.	Alur Metode Penelitian.....	67

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	70
4.1. Karakteristik Pengangkutan Semen Tonasa Koridor Makassar-Pare Pare.....	70
4.1.1. Kapasitas Produksi PT Semen Tonasa.....	70
4.1.2. Profil Perusahaan dan Kapasitas Pengiriman Distributor Semen Tonasa	72
4.2. Biaya Transportasi Pengangkutan Semen Tonasa Koridor Makassar-Pare Pare	78
4.2.1. Perbandingan Biaya menggunakan kargo KA di Jawa.....	79
4.2.2. Jarak Angkut Menggunakan Kargo KA dari Pabrik Semen Tonasa.....	80
4.3. Perpindahan Moda Pengangkutan Angkutan Semen	84
4.3.1. Hasil Survei <i>Stated Preference</i> terhadap <i>Supplier</i> Logistik.....	85
4.3.2. Analisis SEM-PLS	102
4.3.3. Analisis <i>Regresi Logit Biner</i>	122
4.3.4. Analisis Pemilihan Moda	124
4.4. Resume Hasil Penelitian.....	128
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	130
5.1. Kesimpulan	130
5.2. Saran	131
DAFTAR PUSTAKA.....	xvi
LAMPIRAN.....	xviii

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Prakiraan perjalanan penumpang dan barang menggunakan moda kereta api Tahun 2030	3
2.	Matriks asal tujuan penumpang Pulau Sulawesi Tahun 2030	4
3.	Matriks asal tujuan perjalanan barang Pulau Sulawesi Tahun 2030	4
4.	Perencanaan angkutan barang koridor Makassar – Pare Pare	5
5.	Kelas jalan rel dan komponennya	19
6.	Atribut pelayanan sistem transportasi	22
7.	Rekomendasi moda angkutan barang jarak dekat dan jarak sedang dalam Pulau di Indonesia	26
8.	Rekomendasi moda angkutan barang jarak jauh di dalam Pulau di Indonesia	26
9.	Produksi semen kantong Semen Tonasa	71
10.	Kuota pengiriman perusahaan mitra PT Semen Tonasa	72
11.	Besaran komoditas per hari setiap perusahaan	73
12.	Kapasitas truk perusahaan mitra PT. Semen Tonasa	73
13.	Area distribusi Semen Tonasa koridor Makassar – Pare Pare	77
14.	Jarak dan biaya logistik distribusi dari pabrik PT Semen Tonasa	78
15.	Besaran biaya transportasi pengangkutan Semen Tonasa menggunakan truk koridor Makassar – Parepare	79

16.	Besaran biaya transportasi pengangkutan Semen Tonasa menggunakan KA koridor Makassar – Parepare (skenario <i>stated preference</i>)	79
17.	Nama dan letak stasiun di koridor Makassar – Pare Pare	82
18.	Jarak stasiun di koridor Makassar – Pare Pare	83
19.	Jarak antara stasiun Tonasa – Pare Pare di koridor Makassar – Pare Pare	84
20.	Jarak antara stasiun Tonasa – Makassar New port di koridor Makassar – Pare Pare	84
21.	Hasil survei <i>stated preference</i> terhadap supplier logistik	92
22.	Variabel bebas dalam <i>stated preference</i> survei	92
23.	Persepsi responden	95
24.	Alasan pemilihan moda angkutan	96
25.	<i>Analisis outer loading</i>	103
26.	Nilai <i>VIF outer model</i>	105
27.	Nilai reliabilitas konstrukstur	105
28.	Nilai validitas diskriminan	106
29.	Nilai loading indikator	108
30.	Nilai koefisien jalur	110
31.	Nilai pengaruh variabel laten endogen (Potensi) terhadap eksogen (Biaya)	111
32.	Nilai pengaruh variabel laten endogen (Potensi) terhadap eksoge (Waktu)	112
33.	Nilai pengaruh variabel laten endogen (Biaya, Potensi & Waktu) terhadap eksogen (Minat)	113

34.	Nilai pengaruh tidak langsung	114
35.	Nilai total pengaruh	115
36.	<i>R-Square</i>	117
37.	<i>f Square</i>	117
38.	<i>Q Square</i>	118
39.	<i>Fit Summary</i>	119
40.	RMS Theta	119
41.	Hasil pengujian hipotesi (<i>t tabel</i> = 1,703)	120
42.	Distribusi <i>student-t</i> ¹	121
43.	Pengelompokan variabel dummy	122
44.	Hasil analisis <i>Regresi Logit Biner</i>	123
45.	Resume Analisis Utilitas dan Probabilitas	126

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	<i>Desire line</i> perjalanan penumpang dan barang menggunakan moda kereta api di Pulau Sulawesi Tahun 2030	5
2.	Jaringan jalur kereta api koridor Makassar – Pare Pare	6
3.	Skema saluran distribusi	11
4.	Ilustrasi distribusi	11
5.	Grafik biaya transportasi sebagai fungsi jarak	14
6.	Hubungan jumlah kereta api dengan waktu perjalanan di jalur tunggal	19
7.	Keunggulan komparatif antar moda	24
8.	Contoh diagram jalur	46
9.	Skema diagram jalur notasi SEM	47
10.	Contoh diagram pengaruh	49
11.	Kerangka pemikiran penelitian	58
12.	Peta jaringan pemasaran Semen Tonasa	59
13.	Peta jaringan jalur kereta api	60
14.	Skema operasional <i>SEM - PLS</i>	64
15.	Alur metode penelitian	69
16.	Rencana stasiun pelayanan bongkar muatan semen	81
17.	Distribusi pindah ke kargo kereta api seluruh perusahaan	86
18.	Distribusi pindah ke kargo kereta api per perusahaan	88
19.	Distribusi pindah ke kargo kereta api bila lebih	89

	cepat 1 – 2 jam Sama dengan truk	
20.	Distribusi pindah ke kargo kereta api bila sama dengan truk lebih lama maksimal 1 jam	90
21.	Distribusi pindah ke kargo kereta api bila lebih lama maksimal 1 jam Lebih lama maksimal 2-3 jam	90
22.	Distribusi pindah ke kargo kereta api bila lebih lama maksimal 2-3 jam Lebih lama maksimal 12 jam	91
23.	Distribusi pindah ke kargo kereta api bila lebih lama maksimal 12 jam Lebih lama maksimal 24 jam	91
24.	Distribusi pindah ke kargo kereta api bila lama maksimal 24 jam	93
25.	Faktor alasan pemilihan	97
26.	Diagram jalur	101
27.	Hasil <i>outer model</i>	102
28.	Hasil nilai t_{hitung} dari <i>loading factor</i>	109
29.	Hasil nilai $p\ value$ dari <i>loading factor</i>	109

ABSTRAK

M. YANI. *Studi Pemanfaatan Moda Angkutan Kereta Api Untuk Mengangkut Semen Tonasa Di Koridor Makassar – Pare Pare, Sulawesi Selatan* (dibimbing oleh. **Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly., MT** dan **Dr. Ir. Hermanto Dwiatmoko., Ms.Tr**)

Pembangunan jalur KA tahap pertama sepanjang 145 km koridor Makassar-Pare Pare akan melewati beberapa pelabuhan sehingga membuat simpul baru jaringan transportasi multimoda. Mencermati hal tersebut, penelitian dilakukan untuk mengetahui manfaat moda angkutan KA dengan melihat kemungkinan perpindahan moda angkutan Semen Tonasa dari moda truk ke KA. Pengumpulan data primer dilakukan melalui kuisisioner dengan teknik *stated preference* (SP) untuk mengetahui karakteristik distribusi dan biaya angkutan semen menggunakan truk yang berasal dari pabrik Semen Tonasa serta berapa persen kemungkinan perusahaan distributor semen beralih menggunakan moda KA. Analisis SP didahului dengan melakukan analisis atas hasil survei dan analisis menggunakan *SEMPLS* yang bertujuan mengetahui hipotesis diterima atau ditolak, kemudian analisis dilanjutkan menggunakan *binary logit model* dengan bantuan *regresi-linear*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perusahaan distributor tertarik untuk beralih menggunakan moda KA sebesar 77% dengan alasan potensial untuk dibukanya pusat distribusi baru. *SEMPLS* menemukan bahwa hipotesis keterhubungan antara Potensi, Biaya, Waktu dan Minat pindah moda diterima dan memenuhi. Dalam persamaan model *binary-logit* disimpulkan bahwa variabel bebas yaitu waktu perjalanan kereta api dan biaya angkut kereta api memiliki nilai yang signifikan dengan ***P-value*** dibawah **0,05**, hal ini menunjukkan bahwa kedua variabel bebas memiliki pengaruh terhadap keputusan dalam menggunakan sarana kereta api. Variabel waktu memiliki nilai estimasi (**β**) **negatif (-0.783)** yang berarti bila waktu pengangkutan barang dengan menggunakan kereta api lebih cepat daripada menggunakan truk, maka perusahaan penyuplai Semen Tonasa akan lebih memilih moda kereta api. Variabel biaya angkut dengan nilai estimasi (**β**) **negatif (-0.004)** berarti bila biaya angkut barang dengan menggunakan kereta api lebih murah dari biaya angkut truk, maka perusahaan penyuplai Semen Tonasa akan cenderung lebih memilih moda kereta api. Probabilitas/peluang moda KA terpilih berkisar 99 persen jika perbedaan waktu KA dan truk mencapai 2 jam, dan biaya perjalanan moda KA 20 persen lebih murah dari truk.

Kata Kunci: jalur KA koridor Makassar – Pare Pare, angkutan Semen Tonasa, *stated preference*, *SEMPLS*, *binary logit model*.

ABSTRACT

M. YANI. *Study Of The Benefits Of The Railway Mode Of Transportation To Transport Tonasa Cement In Makassar-Parepare Corridor, South Sulawesi* (supervised by **Dr. Ir. Hj. Sumarni Hamid Aly., MT** and **Dr. Ir. Hermanto Dwiatmoko.,Ms.Tr**)

*The first phase of the 145 km Makassar-Parepare corridor railways construction will pass through several ports, creating a new node for the multimodal transportation network. Therefore, the study was conducted to determine the benefits of the railway mode of transportation by looking at the possibility of transferring the Tonasa cement transportation mode from truck to train mode. Primary data was collected through a questionnaire with a technique of stated preference (SP) to determine the characteristics of distribution and costs of transporting cement using trucks originating from the Semen Tonasa factory and what percentage of the probability that cement distributor companies would switch to using the train mode. The SP analysis was preceded by an analysis of the survey results and analysis using SEMPLS which aims to determine whether the hypothesis was accepted or rejected, then the analysis was continued using a binary logit model with the help of linear regression. The results showed that distributor companies were interested in switching to using the train mode by 77% with potential reasons for the opening of a new distribution center. SEMPLS found that the hypothesis of linkage between Potential, Cost, Time and Interest in switching modes was accepted and fulfilled. In the model equation binary-logit, it is concluded that the independent variables, namely train travel time and rail transportation costs, have a significant value with a **P-value** below **0.05**, this indicates that the two independent variables have an influence on decisions in using train facilities. The time variable has an estimation value **negative (β) (-0.783)** which means that if the time of transporting goods by train is faster than using a truck, the Semen Tonasa supply company will prefer the train mode. The variable cost of transportation with an estimated value of (**β) negative (-0.004)** means that if the cost of transporting goods by train is cheaper than the cost of transporting trucks, the Semen Tonasa supply company will tend to prefer the train mode. The probability of a selected mode if the time difference between train and truck is 2 hours, and the travel cost of train mode is 20% cheaper than truck, then the probability of a mode is close to 99%.*

Keywords: Makassar – Pare Pare corridor, Tonasa cement transports, stated preference, SEMPLS, binary logit model

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Makassar dan Kota Pare Pare merupakan dua kota besar di Provinsi Sulawesi Selatan yang telah berkembang sebagai pusat pertumbuhan dan pergerakan ekonomi di bidang industri dan perdagangan di bagian timur Indonesia pada umumnya dan di Pulau Sulawesi pada khususnya.

Pergerakan angkutan barang sepanjang koridor Makassar – Pare Pare relatif padat termasuk didalamnya pergerakan angkutan hasil produksi pabrik Semen Tonasa, terutama yang melalui jalur darat. Hal tersebut menyebabkan tingginya beban jalan poros koridor Makassar – Pare Pare yang pada akhirnya akan menimbulkan kerusakan jalan, kemacetan, meningkatnya polusi udara, inefisiensi penggunaan BBM, biaya pemeliharaan dan perawatan jalan serta meningkatnya resiko terjadinya kecelakaan lalu lintas.

Hambatan perjalanan transportasi merupakan salah satu ancaman kegagalan dalam distribusi barang dan keselamatan transportasi dalam perjalanan darat dari dan menuju Makassar – Pare Pare. Selain karena kesalahan pengemudi, rambu-rambu lalu lintas yang kurang bekerja secara optimal, pengaruh cuaca juga bisa menjadi faktor hambatan perjalanan.

Akibat dari semua itu tentunya adalah biaya tinggi pada transportasi darat tersebut. Menurut pernyataan dari Lukman Hakim, Kepala LIPI, biaya logistik di Indonesia adalah yang tertinggi di antara negara-negara di kawasan Asia Tenggara, yaitu berkisar antara 25 persen – 30 persen dari Produk Domestik Bruto.

Saat ini, mobilisasi muatan barang dari Makassar menuju Pare Pare ataupun sebaliknya dilayani oleh dua jenis moda transportasi yaitu angkutan laut dan darat. Namun, mayoritas pengangkutan muatan barang di koridor Makassar – Pare Pare dilayani oleh angkutan moda truk. Seperti telah dipaparkan di awal, dari fakta ini muncul wacana untuk mengalihkan moda transportasi yang sebelumnya sebahagian besar diangkut oleh moda truk menjadi menggunakan jasa angkutan moda kereta api.

Rencana Induk Perkeretaapian Nasional sebagai dokumen perencanaan mempunyai kedudukan strategis dalam tata aturan perencanaan perkeretaapian nasional. Secara hirarki dokumen Rencana Induk Perkeretaapian Nasional ini merupakan turunan dari Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian dan Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian. Oleh sebab itu Rencana Induk Perkeretaapian Nasional ini merupakan dasar dan pedoman yang memayungi seluruh kebijakan dalam

penyelenggaraan perkeretaapian nasional. Dalam konteks sistem transportasi nasional, Rencana Induk Perkeretaapian Nasional merupakan dokumen yang tidak terpisahkan dengan Rencana Induk moda transportasi lainnya serta dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional.

Penetapan Rencana Induk Perkeretaapian Nasional dimaksudkan untuk memberikan arahan tentang rencana pengembangan perkeretaapian nasional sampai tahun 2030. Sedangkan tujuan dari Rencana Induk Perkeretaapian Nasional adalah sebagai landasan hukum atau dasar dalam pelaksanaan kebijakan, strategi dan program pembangunan perkeretaapian nasional serta menjadi rujukan dalam pengembangan perkeretaapian provinsi dan kabupaten/kota pada saat ini dan masa depan.

Target angkutan yang tercantum dalam Rencana Induk Perkeretaapian Nasional Tahun 2011 – 2030 di Pulau Sulawesi pada tahun 2030 sebesar 15.5 juta orang per tahun dan barang sebesar 27 juta ton per tahun, seperti dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Prakiraan Perjalanan Penumpang dan Barang Menggunakan Moda Kereta Api Tahun 2030

Pulau	Perjalanan Penumpang (orang/tahun)	Perjalanan Barang (ton/tahun)
Jawa	858.500.000	534.000.000
Sumatera	48.000.000	403.000.000
Kalimantan	6.000.000	25.000.000
Sulawesi	15.500.000	27.000.000

Lanjutan Tabel 1

Papua	1.500.000	6.500.000
Total	929.500.000	995.500.000

Sumber: Rencana Induk Perkeretaapian Nasional

Tabel 2. Matriks Asal Tujuan Penumpang Pulau Sulawesi Tahun 2030

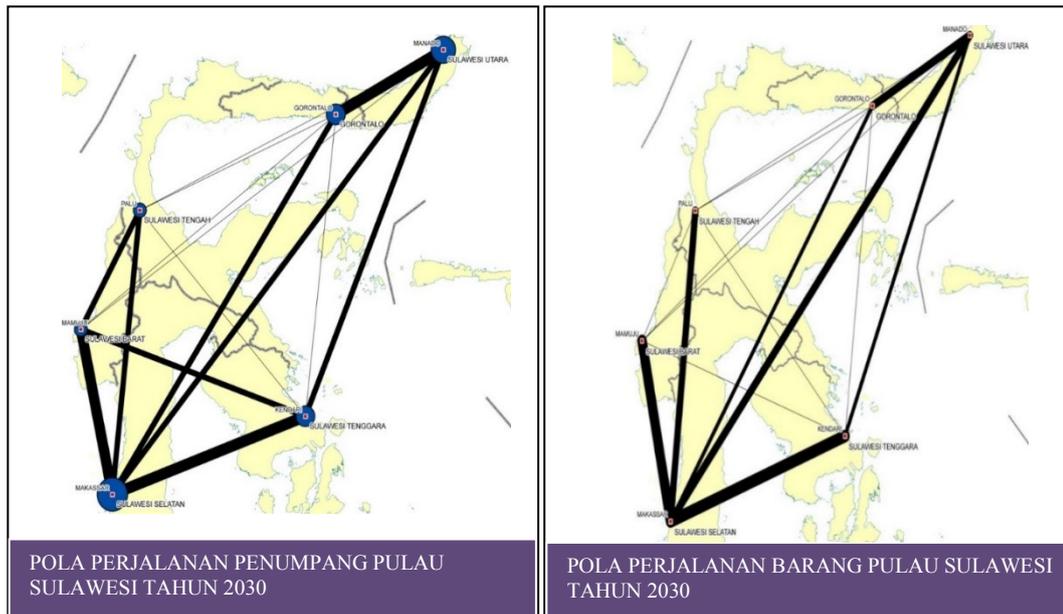
	Gorontalo	Sulawesi Barat	Sulawesi Selatan	Sulawesi Tengah	Sulawesi Tenggara	Sulawesi Utara	
Gorontalo	184.000	2.000	4.000	8.000	8.000	680.000	886.000
Sulawesi Barat	37.000	93.000	357.000	144.000	77.000	88.000	796.000
Sulawesi Selatan	352.000	1.385.000	5.294.000	377.000	1.141.000	922.000	9.471.000
Sulawesi Tengah	73.000	62.000	42.000	95.000	51.000	41.000	364.000
Sulawesi Tenggara	58.000	26.000	98.000	40.000	676.000	213.000	1.111.000
Sulawesi Utara	601.000	4.000	10.000	4.000	25.000	2.228.000	2.872.000
	1.305.000	1.572.000	5.805.000	668.000	1.978.000	4.172.000	15.500.000

Sumber : Rencana Induk Perkeretaapian Nasional

Tabel 3. Matriks Asal Tujuan Perjalanan Barang Pulau Sulawesi Tahun 2030

	Gorontalo	Sulawesi Barat	Sulawesi Selatan	Sulawesi Tengah	Sulawesi Tenggara	Sulawesi Utara	
Gorontalo	0	61.000	339.000	101.000	158.000	1.736.000	2.395.000
Sulawesi Barat	27.000	0	2.286.000	97.000	129.000	42.000	2.581.000
Sulawesi Selatan	435.000	4.309.000	0	1.373.000	4.195.000	2.031.000	12.343.000
Sulawesi Tengah	102.000	215.000	1.108.000	0	211.000	69.000	1.705.000
Sulawesi Tenggara	65.000	164.000	2.113.000	90.000	0	225.000	2.657.000
Sulawesi Utara	2.306.000	127.000	2.159.000	92.000	635.000	0	5.319.000
	2.935.000	4.876.000	8.005.000	1.753.000	5.328.000	4.103.000	27.000.000

Sumber : Rencana Induk Perkeretaapian Nasional



Gambar 1. *Desire line* Perjalanan Penumpang dan Barang Menggunakan Moda Kereta Api di Pulau Sulawesi Tahun 2030
Sumber : Rencana Induk Perkeretaapian Nasional

Dokumen Akhir Prastudi Kelayakan Proyek KPBK Kereta Api Makassar – Pare Pare tahun 2018, bahwa perencanaan angkutan barang pada tahun 2030 sebesar 9 juta ton per tahun, seperti terlihat dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Perencanaan Angkutan Barang Koridor Makassar – Pare Pare

TAHUN	PERKIRAAN VOLUME BARANG (Ton)			
	Harian		Tahunan (365 Hari)	
	Segmen B-C-D-F	Ultimate	Segmen B-C-D-F	Ultimate
	Mandai-Palanro	Makassar-Parepare	Mandai-Palanro	Makassar-Parepare
2020	5.116	20.464	1.867.158	7.468.632
2025	5.376	21.504	1.962.331	7.849.324
2030	6.201	24.804	2.263.910	9.055.640
2040	6.519	26.076	2.379.435	9.517.740

Sumber: Dokumen *Final Business Case* Proyek KPBK KA Makassar-Pare Pare, 2018

Dengan berbagai alasan untuk meningkatkan perekonomian dan pemerataan pembangunan infrastruktur serta memberikan layanan moda transportasi yang lebih nyaman dan aman, Pemerintah telah dan sedang membangun jalur kereta api Trans Sulawesi yang dimulai dari koridor Makassar–Pare Pare.



Gambar 2. Jaringan Jalur Kereta Api Koridor Makassar – Pare Pare

Pembangunan jalur kereta api koridor Makassar – Pare Pare sepanjang 140 km, saat ini dalam proses pelaksanaan dan keseluruhan hasil pembangunan akan dioperasikan pada tahun 2030. Tahapan pembangunan jalur kereta api lintas Makassar – Pare Pare pada tahun 2019 sudah menyelesaikan antara Barru – Pare Pare sepanjang 40 km dan rencana akan dioperasikan pada tahun 2022, saat ini tahapan pembangunan terus dilaksanakan termasuk jalur ke pabrik semen tonasa dengan target operasi dari dan ke pabrik Semen Tonasa pada tahun 2023.

Adanya pembangunan jalur kereta api tersebut, akan menjadi alternatif baru dalam pemilihan moda untuk melakukan

pengangkutan barang dari Makassar menuju Pare Pare dan sebaliknya. Pemilihan moda truk banyak dipilih oleh perusahaan jasa pengiriman ekspedisi dikarenakan beberapa kelebihan salah satunya adalah tidak terikat oleh waktu dimana pengiriman dapat dilakukan kapan saja apabila kuota pengiriman telah tercapai. Sedangkan moda kereta api memiliki beberapa kelebihan dibandingkan moda truk, beberapa kelebihan moda kereta api adalah kapasitas angkut yang besar, waktu perjalanan yang relatif cepat, bebas pungutan liar dan keamanan serta keselamatan barang lebih terjamin.

Beberapa faktor tersebut, pada penelitian ini dimaksudkan untuk melihat seberapa besar manfaat pembangunan jalur kereta api koridor tersebut terhadap peralihan pemilihan moda transportasi dari moda truk ke moda kereta api yang dilakukan oleh pelaku angkutan semen khususnya Semen Tonasa. Penelitian pemanfaatan moda angkutan kereta api untuk mengangkut Semen Tonasa koridor Makassar – Pare Pare diharapkan akan menjadi suatu permodelan untuk mengetahui perilaku pengguna jasa pengiriman barang khususnya Semen Tonasa koridor Makassar – Pare Pare dalam memilih moda antara truk dan kereta api. Dari model ini dapat diketahui faktor apa saja yang menjadi pertimbangan oleh pengguna jasa angkutan barang dalam memilih moda. Hasil pemodelan ini nantinya dapat menjadi bahan

pertimbangan arah kebijakan transportasi angkutan barang untuk memanfaatkan moda angkutan kereta api dalam distribusi Semen Tonasa khususnya di Sulawesi Selatan koridor Makassar – Pare Pare.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang diambil adalah :

1. Bagaimana karakteristik pengangkutan Semen Tonasa di koridor Makassar – Pare Pare saat ini ?
2. Bagaimana besaran biaya transportasi pengangkutan Semen Tonasa di koridor Makassar – Pare Pare ?
3. Bagaimana kemungkinan pemilihan moda kereta api sebagai angkutan Semen Tonasa di koridor Makassar – Pare Pare ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis karakteristik pengangkutan Semen Tonasa di koridor Makassar – Pare Pare saat ini.
2. Menganalisis besaran biaya transportasi pengangkutan Semen Tonasa di koridor Makassar – Pare Pare.
3. Menganalisis kemungkinan pemilihan moda kereta api sebagai angkutan Semen Tonasa di koridor Makassar – Pare Pare.

1.4. Lingkup dan Batasan Penelitian

Penelitian agar berjalan dengan efektif, terencana, terukur dan tepat sasaran, pelaksanaannya sebagai berikut.

1. Obyek adalah produksi semen kantong pabrik Semen Tonasa,
2. Area distribusi Semen Tonasa di koridor Makassar – Pare Pare,
3. Responden adalah perusahaan distribusi Semen Tonasa,
4. Data sekunder sebagai pendukung analisis menggunakan mekanisme operasional kereta api yang sudah, untuk ini diambil angkutan semen dengan kargo kereta di Pulau Jawa,
5. Pengolahan data menggunakan analisis model *State Preference*, Pemilihan Diskrit, *Regresi Linear Logit Binomial* menggunakan *SPSS* dan analisis hipotesis menggunakan *SEM-PLS*.

5.1. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi informasi dan materi bahasan lebih lanjut sehubungan dengan pemanfaatan moda kereta api untuk distribusi Semen Tonasa di koridor Makassar – Pare Pare.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Saluran Distribusi Barang

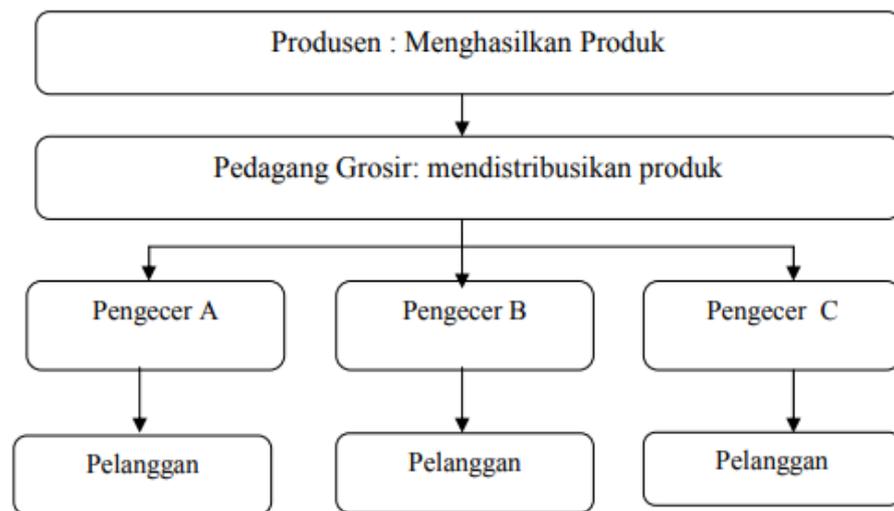
Distribusi menurut KBBI, adalah penyaluran (pembagian, pengiriman) kepada beberapa orang atau kebeberapa tempat; pembagian barang keperluan sehari-hari (terutama dalam masa darurat) oleh pemerintah kepada pegawai negeri, penduduk, dan sebagainya.

Philip Kotler (1991), saluran distribusi adalah sebagai himpunan perusahaan dan perorangan yang mengambil alih hak, atau membantu dalam mengalihkan hak atas barang atau jasa tersebut berpindah dari produsen ke konsumen.

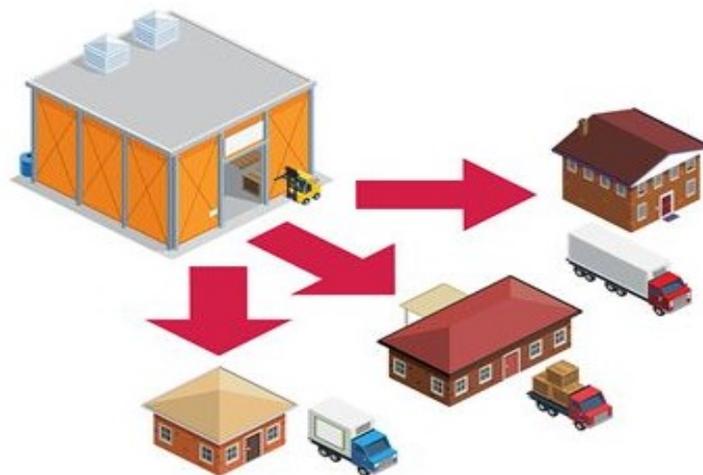
Fungsi dan peranan saluran distribusi sebagai salah satu aspek kegiatan pemasaran perusahaan didalam usaha mendistribusikan barang atau jasa dari titik produsen ke konsumen akhir, merupakan kegiatan sangat penting. Kegiatan-kegiatan pemasaran yang berkaitan dengan produk, penetapan harga dan promosi, yang dilakukan belum dapat dikatakan sebagai usaha terpadu kalau tidak dilengkapi dengan kegiatan distribusi.

Saluran distribusi memiliki elemen yang berperan dalam proses distribusi yaitu perantara. Perantara yang dimaksud adalah pengecer (pedagang yang menjual barang produksi produsen

langsung ke pemakai akhir (*end user*)), pedagang grosir (pedagang yang menjual barang hasil produksi) atau pedagang besar (pedagang yang menjual barang hasil produksi produsen dengan kapasitas besar (*whole seller*)).



Gambar 3. Skema saluran distribusi



Gambar 4. Ilustrasi distribusi

Sumber: Jurnal manajemen, bahan kuliah manajemen, 2010

2.2. Karakteristik Transportasi Barang

Tamin (1997) dalam Marliana (2009) menyatakan pola perjalanan barang sangat dipengaruhi oleh aktifitas produk dan konsumsi, yang terutama pada sebaran pola tata guna lahan permukiman (konsumsi) serta industri dan pertanian (produksi). Selain itu pola perjalanan barang sangat dipengaruhi pola rantai distribusi yang menghubungkan pusat produksi ke daerah konsumsi.

Selain itu, karakteristik transportasi barang juga meliputi waktu (*time*), *capability*, aksesibilitas, reliabilitas dan keamanan (*security*). Waktu transit dikaitkan dengan biaya penyediaan layanan transportasi dan biaya pengangkutan serta kemampuan penyedia layanan jasa transportasi. Kemampuan penyedia layanan jasa transportasi terkait dengan karakteristik fisik dari angkutan barang itu sendiri seperti ukuran, berat, temperatur dan peralatan *handling*, dan permintaan pasar seperti monitoring lokasi dan *timely delivery*.

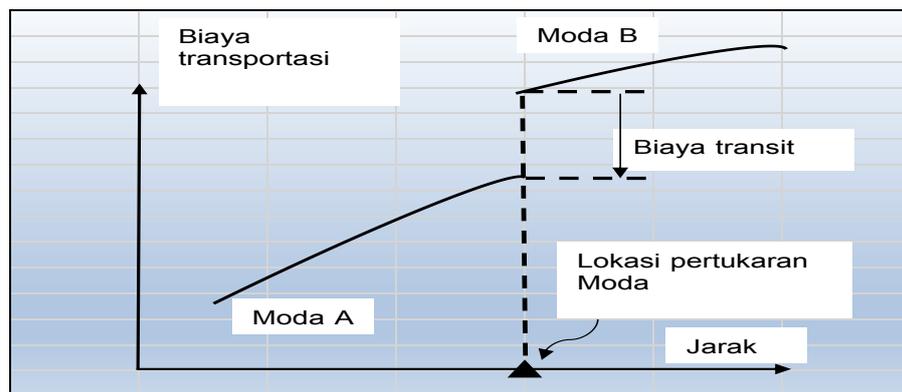
Aksesibilitas dapat digambarkan sebagai koneksitas antara *origin* dan *destination* dengan menggunakan moda tertentu. Sebagai contoh, sebagian besar perusahaan pengangkut barang hanya memiliki akses langsung ke jalan raya, tetapi tidak untuk menggunakan jalur KA, angkutan laut ataupun udara, sehingga diperlukan transfer intermoda yang berdampak pada penambahan

biaya dan waktu transit. Keamanan dimaksudkan pada kemampuan dari penyedia jasa pengangkut barang mengantarkan barang sesuai kondisi yang diharapkan, terjadinya kehilangan dan kerusakan barang dapat menambah biaya pengangkutan.

Tamin (2000), waktu tempuh adalah salah satu faktor yang paling utama harus sangat diperhatikan dalam transportasi. Hal ini diilustrasikan dalam Gambar 5 Grafik biaya transportasi sebagai fungsi jarak.

Waktu tempuh juga merupakan daya tarik utama dalam pemilihan moda yang akan digunakan oleh suatu perjalanan (manusia ataupun barang). Jelas, bertambahnya waktu tempuh pada suatu moda akan menurunkan jumlah penggunaan moda tersebut dan dengan sendirinya pula menurunkan tingkat pendapatannya. Akibat yang lebih jauh lagi adalah akan berkurangnya kepercayaan masyarakat akan kemampuan moda tersebut sehingga jika terdapat alternatif moda lainnya yang lebih baik, masyarakat konsumen akan lebih senang beralih dan memilih moda lain tersebut. Untuk perjalanan yang memerlukan beberapa moda transportasi, faktor lainnya yang lebih menentukan (selain waktu tempuh) adalah biaya transit (biaya perpindahan barang atau penumpang). Menekan biaya transportasi, baik untuk pergerakan penumpang maupun barang dalam sistem transportasi antarmoda terpadu, hal ini yang perlu diperhatikan adalah usaha penghematan

biaya transit dari suatu moda ke moda lainnya. Untuk itu perlu dibangun fasilitas sarana dan prasarana di tempat perpindahan barang dan/atau penumpang agar dapat berlangsung dengan cepat, aman, murah, dan nyaman sehingga biaya dapat ditekan sekecil mungkin.



Gambar 5. Grafik biaya transportasi sebagai fungsi jarak

1. Karakteristik Moda Kereta Api

Dalam UU No.23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian, yang dimaksud dengan Kereta Api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalur kereta api yang terkait dengan perjalanan.

Rangkaian kereta api pada dasarnya terdiri dari dua unit pokok, yakni unit tenaga penggerak (lokomotif) dan unit pengangkut (gerbong). Pada umumnya satu susunan kereta api terdiri atas satu lokomotif dan beberapa gerbong. Hanya terkadang diperlukan dua buah lokomotif sebagai tenaga penarik dan

pendorong. Ada tiga macam unit pengangkut, yaitu gerbong penumpang, (dirancang khusus untuk penumpang dan barang bawaan sekedarnya), gerbong barang (dirancang khusus untuk mengangkut barang dan macamnya tergantung pada jenis barang yang diangkut, seperti barang padat, cair, hewan, dll), dan gerbong makan (khusus untuk melayani kebutuhan makan minum penumpang, biasanya juga digunakan sebagai dapur). Kereta Api sebagai salah satu moda transportasi yang memiliki karakteristik dan keunggulan khusus terutama dalam kemampuannya untuk mengangkut, baik penumpang maupun barang secara massal, hemat energi dan hemat dalam penggunaan ruang, mempunyai faktor keamanan yang tinggi dan tingkat pencemaran yang rendah. Karakteristik dan keunggulan tersebut perlu dimanfaatkan dalam upaya mengembangkan sistem transportasi secara terpadu.

2. Pola Operasi Kereta Api

Rencana Induk Perkeretaapian Nasional (2011), pola operasi adalah suatu kegiatan terpadu dari seluruh usaha penggerak sejumlah sarana angkutan melalui jalan rel yang diatur berdasarkan pola grafik perjalanan kereta api (GAPEKA) sebagai hasil masukan perencanaan, penganggaran, penjadwalan pelaksanaan operasi dan informasi. Terkait operasi kereta api dapat diuraikan sebagai berikut.

a. Pola operasi kereta api

- 1) Pada jalur tunggal, agar memungkinkan kereta api dapat bersilang dan menyusul secara bersamaan, maka emplasemen / stasiun harus mempunyai minimum 3 (tiga) jalur.
 - 2) Panjang jalur kereta api di emplasemen paling sedikit tidak kurang dari rangkaian kereta api terpanjang yang lewat di lintas itu.
 - 3) Letak jalur terusan (jalur raya/lurus) sedapat mungkin jangan dekat dengan gedung stasiun.
 - 4) Di emplasemen/stasiun dimana selalu terjadi persilangan KA, jika pada jalur belok harus dilengkapi dengan jalur lurus.
- b. Persyaratan untuk Pengamanan Perjalanan Kereta Api.
- 1) Jarak antar stasiun dapat diperpendek sejalan dengan pertumbuhan dan kebutuhan operasi kereta api.
 - 2) Kendali operasi perjalanan kereta api dilakukan oleh petugas stasiun operasi (bukan petugas stasiun angkutan) yang terkoordinasi dari Kantor Kendali Operasi Terpusat (PPKA Pusat).
 - 3) Pengoperasian wesel dan sinyal untuk mengatur lalu lintas perjalanan kereta api diatur dengan system elektrik, sehingga pelayanan dapat lebih mudah dan cepat.

- 4) Telekomunikasi antar stasiun dan antara stasiun dengan PPKA Pusat, baik yang berkaitan dengan perangkat persinyalan maupun yang digunakan untuk keperluan lainnya.
- 5) Perangkat persinyalan yang digunakan harus memiliki kinerja dengan kecepatan proses *handling* yang tinggi, faktor manusia sejauh mungkin dibatasi.

c. Persyaratan untuk Fasilitas Operasi Kereta Api.

- 1) Fasilitas untuk angkutan barang.

Berdasarkan prediksi angkutan barang, di jalur rel yang direncanakan koridor Makassar – Pare Pare ini lebih cenderung berupa barang curah (dalam jumlah besar), maka akan dibangun emplasemen khusus untuk angkutan barang di stasiun Ramang Ramang dan Tonasa.

- 2) Fasilitas untuk operasi perjalanan kereta api pada awal operasi kereta api yang direncanakan ini, fasilitas ruangan yang diperlukan untuk pengendalian operasi perjalanan kereta api relatif semua sama besar untuk semua stasiun. Kantor kendali operasi terpusat (PPKA Pusat), fasilitas pendukung operasi kereta api, depo lokomotif akan dibangun di Mandai, dengan mempertimbangkan sebagai stasiun awal dan area perawatan lokomotif dan kereta-kereta.

d. Frekuensi Perjalanan Kereta Api.

Perbandingan terbalik antara lama waktu pengamatan terhadap interval antara perjalanan kereta api pada satu titik/area lokasi disebut frekuensi perjalanan.

$$F = \frac{60}{H} \quad (1)$$

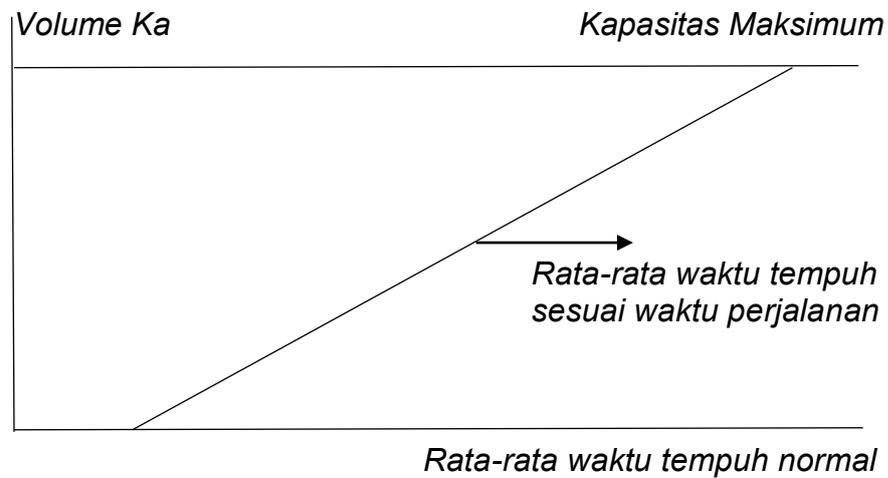
Dimana:

F = Jumlah kereta api yang melewati suatu petak jalan/blok per satuan waktu tertentu (ka/waktu, umumnya ka per hari)

n = Jumlah kereta api yang melewati petak jalan/blok dalam periode waktu T (umumnya 60 menit atau 1 jam)

H = Interval atau selang waktu antara saat di mana bagian depan kereta api melalui suatu titik (umumnya stasiun) sampai dengan saat bagian depan kereta api berikutnya melalui titik yang sama (menit per ka).

e. Hubungan jumlah kereta api dengan waktu perjalanan di jalur tunggal



Gambar 6. Hubungan jumlah kereta api dengan waktu perjalanan di jalur tunggal

3. Kecepatan Kereta api

Penetapan kecepatan kereta api ditentukan oleh kapasitas prasarana terpasang (disain). Dalam realisasinya, kecepatan kereta api ditentukan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi, seperti rencana perjalanan (pola operasi), ketersediaan sarana yang dioperasikan (spesifikasi sarana) dan kapasitas lintas. Tabel 5 berikut memperlihatkan kelas jalan rel dan komponennya.

Tabel 5. Kelas Jalan Rel dan Komponennya

Kelas Jalan	Daya Angkut Lintas (ton/tahun)	V maks (km/jam)	P maks gandar (ton)	Tipe Rel	Jenis Bantalan		Tebal Balas Atas (cm)	Lebar Bahu Balas (cm)
					Jarak antar sumbu bantalan (cm)	Jenis Penambat		
I	$> 20 \cdot 10^6$	160	22,5	R.60	Beton / 60	Elastis Ganda	30	60
II	$10 \cdot 10^6 - 20 \cdot 10^6$	140	22,5	R.60	Beton / 60	Elastis Ganda	30	60
III	$5 \cdot 10 \cdot 10^6 - 10 \cdot 10^6$	120	22,5	R.60/R.54	Beton / 60	Elastis Ganda	30	60
IV	$< 5 \cdot 10^6$	100	22,5	R.60/R.54	Beton / 60	Elastis Ganda	30	60

Sumber: PerMenhub. No.60 / 2012.

4. Karakteristik Moda Jalan Raya

Dalam UU No.22 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan pada pasal 160, yang dimaksud dengan angkutan barang umum adalah angkutan barang pada umumnya, yaitu barang yang tidak berbahaya dan tidak memerlukan sarana khusus. Pengangkutan barang umum tersebut harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a) Prasarana jalan yang dilalui memenuhi ketentuan kelas jalan,
- b) Tersedia pusat distribusi logistik dan/atau tempat untuk memuat dan membongkar barang, dan
- c) Menggunakan mobil barang.

Angkutan semen termasuk dalam angkutan barang umum, dalam pengangkutan dengan menggunakan kendaraan barang tersebut harus memenuhi ketentuan Jumlah Berat yang diperbolehkan (JBB) dan Jumlah Berat yang diijinkan (JBI) sehingga dapat beroperasi dan melintasi ruas-ruas jalan yang telah ditentukan. JBB adalah berat maksimum kendaraan bermotor beserta muatannya yang diperbolehkan menurut rancangannya, sedangkan JBI adalah berat maksimum kendaraan bermotor berikut muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui.

Moda Jalan memiliki keunggulan utama jika dibandingkan moda jalur KA, yaitu kemampuan *door-to-door service* ataupun melakukan penetrasi ke pusat kota.

2.3. Indikator Kinerja Angkutan Barang

Hal yang paling utama dapat dilihat dalam mengidentifikasi kinerja angkutan barang adalah indikator kinerja (Hensher dan Brewer, 2001). Secara lebih detail, indikator kinerja angkutan barang tersebut antara lain sebagai berikut.

- a) peningkatan keandalan dikaitkan dengan lalu lintas dan kemacetan lalu-lintas,
- b) peningkatan keselamatan,
- c) penurunan waktu hantar (*delivery time*),
- d) peningkatan penggunaan kendaraan,
- e) penurunan biaya transportasi angkutan barang melalui *logistic chain* dengan peningkatan produktifitas,
- f) penurunan biaya eksternal (polusi, emisi gas buang, kualitas udara),
- g) keseragaman regulasi antar wilayah,
- h) peningkatan efisiensi dalam segala aspek input,
- i) penurunan konsumsi energi (BBM).

2.4. Atribut Pelayanan Sistem Transportasi

Atribut pelayanan merupakan atribut dari sistem transportasi yang akan mempengaruhi keputusan konsumen, seperti kapan, kemana, untuk apa dengan moda apa dengan rute yang mana, melakukan pergerakan atau perjalanan. Konsumen yang berbeda akan mempertimbangkan atribut pelayanan yang berbeda pula yang mencerminkan perbedaan dalam karakteristik sosial ekonomi dan preferensi. Dalam kenyataan, konsumen tidak mempertimbangkan semua atribut pelayanan yang ada pada suatu jenis pelayanan tertentu, akan tetapi hanya mengidentifikasi beberapa variabel pelayanan yang dianggap paling besar pengaruhnya terhadap preferensinya. Manheim (1979) dalam Marlina (2009) memberikan beberapa contoh atribut untuk pelayanan jasa transportasi pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Atribut Pelayanan Sistem Transportasi

No	Atribut	Variabel
1	Waktu	Total waktu tempuh, Ketepatan waktu, Waktu transfer dan waktu tunggu, serta Frekuensi perjalanan
2	Biaya	Biaya transportasi langsung (tarif, tol, biaya BBM dan parkir), Biaya operasional (bongkar, pasang, pemeliharaan, bengkel), Biaya tak langsung (asuransi)
3	Keselamatan dan keamanan	Kemungkinan terjadinya kerusakan barang saat bongkar – muat, Kemungkinan terjadinya kecelakaan Perasaan aman

4	Kenyamanan	Jarak perjalanan Jumlah pertukaran moda yang harus dilakukan, Kenyamanan truk (suhu, kualitas pengendalian, kebersihan) Kenyamanan psikologis Pelayanan pra dan purna pergerakan
5	Pelayanan ekspedisi	Asuransi kerugian Hak pengiriman kembali

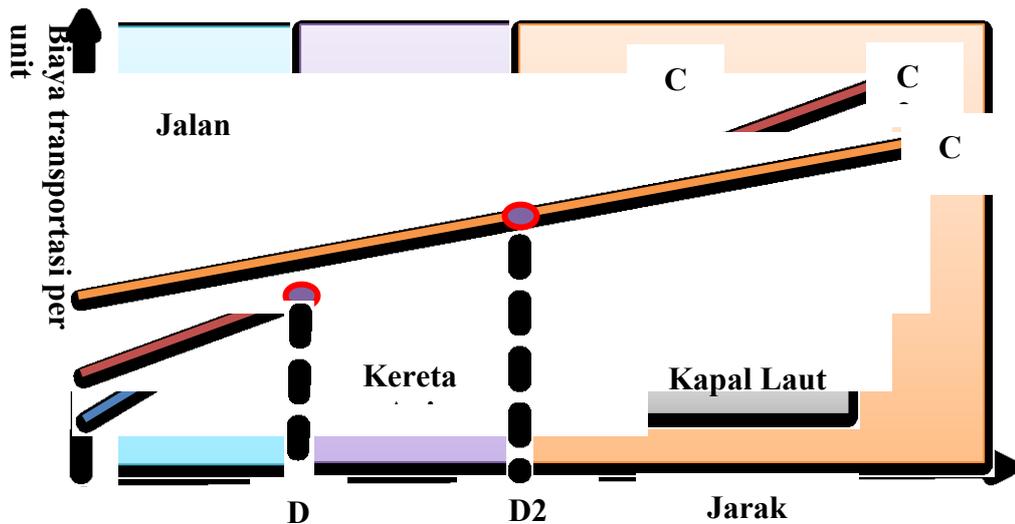
2.5. Keunggulan Antar Moda Transportasi Barang

Menurut Hermanto (2017), pada dasarnya, fokus kebijakan pemerintah dalam angkutan barang dan penumpang adalah untuk mengoptimalkan peran setiap moda transportasi dalam usaha untuk meminimalkan biaya dan eksternalitas dari proses transportasi angkutan barang dan penumpang. Kebijakan tersebut dilakukan melalui integrasi dari sejumlah moda transportasi sesuai dengan keunggulan komparatifnya masing-masing. Sudah sering diteliti bahwa terdapat korelasi yang kuat antara biaya transportasi (**C**), jarak perjalanan (**D**), dan jenis moda transportasi (jalan, kereta api, dan kapal laut) dalam angkutan barang sebagaimana disampaikan pada Gambar 7.

Secara generik moda transportasi jalan sangat kompetitif pada jarak pendek, moda transportasi kereta api unggul pada jarak menengah, dan moda transportasi laut akan dominan pada jarak jauh. Selain itu, tipe barang/penumpang juga sangat menentukan

pemilihan moda. Hasil penelitian *Rodrigue and Comtois* (2004) menunjukkan bahwa:

- a. Moda transportasi jalan biasanya lebih murah jika digunakan untuk angkutan yang jaraknya relatif pendek, yakni kurang dari 500 km,
- b. Moda transportasi kereta api lebih kompetitif pada jarak menengah antara 500 - 1.500 km,
- c. Selebihnya untuk jarak lebih dari 1.500 km moda transportasi laut akan lebih unggul.



Gambar. 7 Keunggulan Komparatif Antar Moda

Sumber: Rodrigue and Comtois, 2006 dalam Hermanto (2017)

Sementara itu, Kementerian Perhubungan dalam pedoman penyusunan Tatanan Transportasi Wilayah (Tatrawil) membagi rentang efisiensi angkutan barang pada jarak angkut dan pemilihan moda ke dalam kelompok-kelompok sebagai berikut.

- a. Jarak pendek: lebih kecil 300 km, moda jalan raya lebih efisien,

- b. Jarak menengah: 300 s.d 800 km, kereta api lebih efisien, dan
- c. Jarak jauh: lebih besar 800 km, transportasi laut lebih efisien.

Pada Tabel 7 dan Tabel 8 diperlihatkan rekomendasi hasil studi Balitbang Kemenhub mengenai pembagian peran antara moda transportasi untuk angkutan barang di Indonesia. Terlihat bahwa untuk angkutan barang dan penumpang, moda rel (kereta api) sangat kompetitif baik untuk jarak pendek, jarak menengah, maupun jarak jauh. Ini sangat terkait dengan sifat barang yang diangkut cenderung berskala besar dan tanpa kemasan, di mana proses bongkar muatnya membutuhkan metoda yang sederhana (biasanya dicurahkan/*dropped* ataupun dituangkan/*poured*), sehingga efisiensinya dalam skala besar lebih menguntungkan menggunakan moda angkutan massal, yakni kereta api.

Tabel 7. Rekomendasi Moda Angkutan Barang Jarak Dekat dan Jarak Sedang Dalam Pulau di Indonesia

	Moda Jalan	Moda Kereta Api	Moda Udara
Pergerakan Barang Jarak Pendek			
Pos dan barang dengan beban kecil	+++	+	+
Barang segar	+++	+	+++
Container kecil	+++	+++	+
Container besar	++	++++	+
Barang curah	+	++++	+

Pergerakan Barang Jarak Menengah			
Pos dan barang dengan beban kecil	++	+++	+++
Barang segar	+++	++	++++
Container kecil	+++	+++	++++
Container besar	+++	+++	+
Container besar	+++	++++	+
Barang curah	+	++++	+

Keterangan: ++++ Sangat dipilih +++ dipilih ++ kurang dipilih + tidak dipilih

Sumber: Balitbang Dephub (2004) dalam Hermanto (2017)

Tabel 8. Rekomendasi Moda Angkutan Barang Jarak Jauh di Dalam Pulau di Indonesia

	Moda Jalan	Moda Kereta Api	Moda Udara	Moda Laut*
Pergerakan Barang Jarak Jauh				
Pos dan barang dengan beban kecil	+	+++	++++	+
Barang segar	+	+	++++	+
Container kecil	++	++++	+	+++
Container besar	+	++++	+	+++
Barang curah	+	++++	+	+++

Keterangan: ++++ Sangat dipilih +++ dipilih ++ kurang dipilih + tidak dipilih

*Untuk pergerakan barang antarpulau direkomendasikan menggunakan moda laut.

Sumber: Balitbang Dephub (2004) dalam Hermanto (2017)

2.6. Keunggulan Komparatif Moda Kereta Api pada Aspek Lingkungan

Pencemaran udara di Indonesia merupakan masalah yang cukup serius dalam beberapa tahun terakhir terutama yang dirasakan di beberapa kota-kota besar. Hal tersebut ditandai dengan menurunnya kualitas udara ke tingkat yang cukup memprihatinkan sehingga telah mengakibatkan gangguan kesehatan bagi manusia maupun kehidupan lainnya di samping kerusakan harta benda. Menurunnya kualitas udara tersebut terjadi dengan adanya berbagai bahan pencemar udara yang melampaui baku mutu ambien di berbagai tempat. Dari beberapa penelitian telah dilakukan oleh JICA tahun 1995 dan ADB tahun 2002 kendaraan bermotor merupakan kontributor terbesar pencemaran udara di kota-kota besar di Indonesia. Emisi gas buang kendaraan seperti HC, CO, NO_x dan PM merupakan polutan-polutan dominan yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Dengan meningkatnya polutan-polutan di udara akan meningkatkan pula biaya kesehatan yang dikeluarkan oleh masyarakat. Data dari Kementerian Lingkungan Hidup menyebutkan, polusi udara dari kendaraan bermotor bensin (*spark ignition engine*) menyumbang 70 persen karbonmonoksida (CO), 100 persen plumbum (Pb), 60 persen hidrokarbon (HC), dan 60 persen oksida nitrogen (NO_x). Bahkan, beberapa daerah yang tinggi kepadatan lalu lintasnya

menunjukkan bahan pencemar seperti Pb, Ozon, dan CO telah melampaui ambang batas yang ditetapkan dalam PP nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.

Pengukuran kualitas udara oleh Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) Tahun 2002 menunjukkan, kualitas udara enam kota, yaitu Jakarta, Surabaya, Bandung, Medan, Jambi, dan Pekanbaru dalam kategori baik hanya terjadi 22-62 hari dalam setahun. Kecuali Jambi dan Pekanbaru, buruknya kondisi udara di kota tersebut lebih disebabkan oleh pencemaran yang bersumber dari kendaraan bermotor. Dalam ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara) disebutkan kategori baik jika tingkat kualitas udara tidak memberikan efek buruk bagi kesehatan manusia serta tidak berpengaruh pada tumbuhan dan nilai estetika bangunan. Sebaliknya, kondisi udara disebut tidak sehat hingga sangat tidak sehat bila kualitas udara di suatu kota secara umum dapat merugikan kesehatan serius pada penduduk setempat.

ISPU disusun KLH berdasarkan data unsur gas pencemar yang diukur, antara lain debu berukuran 10 mikron dan ozon permukaan, CO, sulfur dioksida (SO₂), dan nitrogen dioksida (NO₂). Berbeda dengan Jakarta yang menghadapi pencemaran dominan ozon dan produk primernya HC dan NO_x, Surabaya, kota besar kedua di Indonesia, bermasalah dengan pencemar debu atau partikel. Balai Teknik dan Kesehatan Lingkungan Surabaya

melaporkan, kadar debu di kota ini tahun 1999 saja sudah 37 kali lipat di atas ambang batas debu yang ditetapkan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO). Keadaan tersebut berdampak pada tingginya penyakit infeksi saluran pernapasan atas (ISPA). Dari seluruh kasus penyakit anak di Surabaya, ISPA ditemukan lebih dari 50 persen. Semua ozon dapat menimbulkan gangguan pernapasan, kanker, menurunkan tingkat kecerdasan, hingga mengakibatkan kematian. Partikel halus yang dilepaskan kendaraan diesel (*compression ignition engine*), misalnya, akan mengendap lebih lama dalam paru-paru dan menjadi faktor pemicu timbulnya kanker. Supaya gas-gas beracun itu tidak menelan lebih banyak korban, berbagai upaya dilakukan di banyak negara. Salah satunya dengan menerapkan teknologi otomotif modern yang menghasilkan emisi gas buang pada tingkat minimal. Untuk mendorong dikembangkannya teknologi kendaraan bermotor ramah lingkungan oleh industri otomotif di dunia, diperkenalkan standar *Euro* tahun 1991. Salah satu upaya untuk mengendalikan emisi gas buang kendaraan bermotor maka Kementerian Lingkungan Hidup telah mengeluarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 141 Tahun 2003 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru dan Kendaraan Bermotor yang sedang diproduksi yang mengacu pada standar *EURO 2*. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup ini yang mulai

diberlakukan pada tahun 2005 untuk kendaraan tipe baru dan pada tahun 2007 untuk kendaraan yang sedang diproduksi. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup ini merupakan titik awal untuk negara kita, mengikuti proses harmonisasi standar di dunia yang semakin mengarah pada konsep *Environmentally Friendly Vehicle*. Tujuan utama ditetapkannya Keputusan Menteri Lingkungan Hidup 141/2003 di samping untuk menciptakan kendaraan bermotor yang ramah lingkungan yang masuk ke Indonesia adalah untuk memacu industri kendaraan bermotor di Indonesia agar tidak semakin tertinggal di dunia internasional akan persaingan untuk menciptakan kendaraan yang sesuai standar-standar internasional. Dengan telah ditetapkannya Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 141 Tahun 2003, maka Indonesia semakin memiliki posisi yang jelas dalam proses harmonisasi standar emisi di dunia internasional dan komitmen untuk menciptakan kualitas udara yang lebih baik bagi generasi yang akan datang. Keuntungan bagi industri kendaraan bermotor di Asean telah mengadopsi standar *EURO 2* pada tahun 2001 dan keuntungan lain adalah masuknya kendaraan tipe baru di Indonesia dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Pada gilirannya penggunaan lokomotif untuk operasional kereta api di Sulawesi Selatan akan memenuhi standar emisi gas buang yang telah ditetapkan.

2.7. Manfaat Pembangunan Jalur Kereta Api Trans-Sulawesi

Menurut Hermanto (2017), dengan pembangunan jalur kereta api di Pulau Sulawesi, maka kereta api diharapkan dapat lebih berperan dalam mengangkut penumpang dan barang, karena waktu tempuh yang lebih cepat. Beberapa manfaat baik langsung maupun tidak langsung, sebagai berikut.

1. Mempersingkat waktu perjalanan penumpang karena kecepatan operasional kereta api adalah 150 km per jam jauh lebih tinggi daripada kendaraan bermotor.
2. Dapat mengangkat barang dalam jumlah yang cukup besar. Sebagai pembandingan antara lain KA Babaranjang (Batubara Rangkaian Panjang) di Sumatera bagian Selatan dengan 1 (satu) rangkaian kereta api dapat menarik 60 gerbong kali 50 ton atau setara dengan 3.000 ton, hal ini setara dengan 300 truk kapasitas 10 ton per truk. Dengan kondisi ini akan mengurangi kepadatan jalan dan kerusakan jalan akibat beban truk dengan tonase yang berat. Spesifikasi jalur kereta api di Pulau Sulawesi menggunakan lebar jalan rel 1.435 mm dengan beban gandar 22 ton, maka kapasitas angkut akan lebih besar.
3. Mencegah jatuhnya korban jiwa sia-sia dalam kecelakaan lalu lintas (Lakalantas). Kereta api berjalan di rel sendiri, sehingga tingkat keamanan dan keselamatannya lebih tinggi dibandingkan moda transportasi jalan lainnya.

4. Mengurangi terjadinya kecelakaan karena berpindahnya beban angkutan dari jalan raya ke kereta api, maka lalu lintas di jalan akan berkurang dan menjadi relative lebih aman dan selamat.
5. Efisiensi dalam penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM), terlebih kereta api dapat menggunakan energi sekunder, misalnya dengan elektrifikasi menjadi Kereta Rel Listrik (KRL).
6. Ramah Lingkungan, *Go Green*. Moda angkutan darat selain kereta api cukup besar berperan terhadap polusi yang membahayakan bagi kelangsungan kehidupan makhluk hidup dan kelestarian alam, kereta api tidak.
7. Menghemat lahan dalam konstruksi infrastruktur dibandingkan transportasi jalan. Membangun jalan raya minimal membutuhkan 2.75 meter, minimal 2 jalur, belum termasuk drainase. Pembangunan jalan tol dengan lebar 75 meter, sedangkan jalur ganda kereta api hanya membutuhkan lebar 40-50 meter.
8. Dengan adanya jalur kereta api diharapkan dapat menjadi pemicu tumbuhnya sektor-sektor lain karena kemudahan pengangkutan orang dan barang, mobilitas masyarakat diharapkan meningkat sehingga secara tidak langsung nantinya sektor perekonomian di daerah juga akan mengangkat perekonomian.

9. Pembangunan Trans-Sulawesi juga akan menghubungkan pelabuhan/ bandara dengan daerah belakang (*hinterland*) sehingga kereta api dapat berperan lebih optimal untuk pengangkutan barang ekspor/ impor.

2.8. Biaya Transportasi

Prasetyo & Hadi (2013), untuk menghitung perbandingan biaya pengiriman dengan moda truk dengan moda kereta api petikemas, dihitung dengan cara:

Biaya moda truk	= Biaya stuffing di PST + biaya trucking + biaya stripping di lokasi penerima/gudang/ pelabuhan
Biaya moda KA	= Biaya stuffing di PST + biaya trucking ke stasiun + biaya container handling/Lift On + biaya kereta api stasiun ke stasiun + container handling/ lift off + biaya trucking dari stasiun + biaya stripping di lokasi penerima/gudang/pelabuhan

Purnoto (2016), dalam perhitungan biaya moda truk dan moda kereta api perlu dikaji adanya perbedaan konsumsi bahan bakar dari kedua moda tersebut. Bahan bakar truk dan kereta api adalah solar tetapi truk menggunakan bahan bakar solar yang disubsidi pemerintah sedangkan kereta api menggunakan solar non subsidi. Konsumsi bahan bakar jenis truk peti kemas adalah 1 liter per 3 km atau 0.333 liter per km, sedangkan konsumsi bahan bakar kereta api adalah 5 liter per km.

2.9. Konsep Pemilihan Moda

Ada beberapa perencanaan yang telah berkembang sampai saat ini untuk pemilihan moda. Perencanaan yang paling populer adalah “Model Perencanaan Transportasi Empat Tahap”. Model perencanaan ini merupakan gabungan dari beberapa seri submodel yang masing-masing harus dilakukan secara terpisah dan berurutan. Submodel tersebut adalah:

1. Bangkitan dan tarikan pergerakan,
2. Sebaran pergerakan,
3. Pemilihan moda,
4. Pemilihan rute.

Kusbiantoro (1987), keterkaitan yang terjalin dalam sistem transportasi pada sebuah wilayah salah satunya adalah terjadinya timbal balik antara sistem aktivitas, sistem jaringan, dan juga sistem pergerakan serta pengaruh pola penggunaan lahan, kondisi lingkungan sekitar wilayah, dan bahkan lingkungan di luar wilayah pun mempengaruhi kinerja sistem transportasi.

Ballou (2007), dalam pengambilan keputusan mengenai aspek transportasi dalam logistik, terdapat 3 hal yang perlu diperhatikan, yaitu: kecepatan waktu pelayanan, biaya transportasi, konsistensi dari sistem transportasi dalam melaksanakan pengangkutan atau pengiriman barang.

Kamaluddin (2003), efisiensi biaya tiap moda transportasi

juga bergantung pada permasalahan-permasalahan sebagai berikut: jumlah berat atau volume barang yang diangkut, keadaan macam dan sifat barang yang diangkut, tingkat perkembangan dari setiap macam moda transportasi, segi koordinasi dari sistem pengangkutan di negara atau daerah yang bersangkutan serta keadaan geografis dari daerah berlangsungnya transportasi yang bersangkutan.

Nasution (2004), permintaan dan pemilihan pemakai jasa angkutan (*users*) akan jenis jasa transportasi sangat ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu: sifat-sifat dari muatan, biaya transportasi, tarif transportasi, pendapatan pemakai/pengguna jasa, kecepatan angkutan dan kualitas pelayanan.

Manheim (1979), atribut pelayanan moda dapat dibagi dalam empat garis besar, yaitu waktu, biaya, faktor keamanan, serta *comfort* and *conviniency* atau tingkat kenyamanan yang diperoleh pelaku perjalanan.

Undang-Undang Republik Indonesia tentang Perkeretaapian (2007), prasarana perkeretaapian umum dan khusus meliputi:

- b. Jalur kereta api,
- c. Stasiun Kereta Api (dilengkapi fasilitas keselamatan, keamanan, bongkar muat barang dan fasilitas umum seperti parkir kendaraan, gudang),
- d. Fasilitas Operasi Kereta Api.

2.10. Model Pemilihan Moda Angkutan Barang

Tamin (2000), model pemilihan moda bertujuan untuk mengetahui proporsi yang akan menggunakan setiap moda transportasi. Proses ini dilakukan dengan maksud untuk mengkalibrasi model pemilihan moda pada tahun dasar dengan mengetahui peubah bebas (atribut) yang mempengaruhi pemilihan moda tersebut. Setelah dilakukan proses kalibrasi, model dapat digunakan untuk meramalkan pemilihan moda dengan menggunakan nilai peubah bebas (atribut) untuk masa mendatang.

Ortuzar & Willumsen (1997), dalam pemilihan moda transportasi, kita dapat mendesain model pemilihan moda. Menurutnya, ada beberapa model transportasi yang relevan dengan pemilihan moda yaitu:

1. Model Umum (*general Modelling Issues*)
 - a. Teori dan data
 - b. Spesifikasi model
 - c. Kalibrasi
2. Model Agregat dan Disagregat (*Agregat and Disagregat Modelling*)
3. *Cross-section* dan *Times Series*
4. *Revealed Preference* dan *Stated Preference*

2.11. Variabel Penentu Pemilihan Moda Angkutan Barang

Variabel yang berpengaruh di dalam menentukan pemilihan

moda transportasi barang menurut Ortuzar dan Willumsen (1994), sebagai berikut:

1. Karakteristik pelayanan transportasi seperti biaya pengiriman, waktu pengiriman, keandalan, tingkat kerusakan dan kehilangan, jumlah kiriman minimum dan sebagainya
2. Karakteristik barang yang diangkut seperti jenis komoditi, rasio volume terhadap berat, rasio nilai barang terhadap berat, kemudahan rusak, sistem inventarisasi dan kepemilikan barang,
3. Karakteristik pasar seperti harga relatif, ukuran perusahaan penerima barang, ketersediaan fasilitas bongkar muat, infrastruktur umum dan sebagainya,
4. Karakteristik pengirim barang atau pabrik seperti tingkat produksi, lokasi pabrik, infrastruktur yang tersedia, kebijakan penyimpanan barang dan sebagainya.

Pada penelitian ini, yang dipilih sebagai subjek adalah distribusi angkutan semen, karakteristik yang akan digunakan hanyalah berkaitan dengan karakteristik pelayanan transportasi yaitu biaya pengiriman, waktu pengiriman serta biaya keseluruhan (*generalized cost*) yang merupakan kombinasi keduanya. Selanjutnya, akan dikombinasikan dengan teknik *Stated Preference* dikarenakan moda angkutan kereta api direncanakan beroperasi pada tahun 2023. Sehingga dengan perbandingan biaya antara

moda angkutan truk dan kereta api, pemilik perusahaan logistik semen dapat memberikan pilihan seberapa besar permintaan distribusi semen yang akan menggunakan moda angkutan kereta api.

2.12. *Generalized Cost*

Keputusan pengirim untuk melakukan pengiriman dipengaruhi oleh biaya perjalanan, waktu perjalanan serta sistem pelayanan jalan yang diberikan, sehingga biaya transportasi tidak semata bergantung pada biaya uang yang dikeluarkan, tetapi juga pada biaya oportunitas yang akan dilibatkan. Menurut Sherman (1967) dalam Button (1967) memberikan persamaan *generalized cost* sebagai berikut.

$$C_{Gr} = C_{km} \times L + (T_t + T_r) \times V_t \times F_c + P \times L \quad (2)$$

Dimana

C_{Gr} = *generalized cost* pada transportasi jalan (Rp/ton)

C_{km} = biaya per ton per km

L = jarak dalam (km)

T_t = waktu perjalanan (jam)

T_r = waktu istirahat bagi pengemudi truk (jam)

V_t = nilai waktu (Rp/jam-ton)

F_c = faktor penyesuain dalam pengemudi memilih beberapa

rute yang tersedia

P = biaya tol (Rp/ton-km)

Button (1993) menjelaskan bahwa biaya gabungan transportasi (*generalized cost*) dinyatakan sebagai nilai uang yang menggambarkan gabungan dari berbagai biaya yang membentuk kesempatan (*opportunity*) dari perjalanan tersebut. *Generalized cost* merupakan biaya langsung transportasi yang sangat dipengaruhi oleh biaya-biaya yang terkait dengan perilaku pengguna jalan di dalam ruang lalu lintas yang dilaluinya. Biaya gabungan transportasi merupakan fungsi dari variasi waktu, uang dan biaya lain dari perjalanan. Permintaan perjalanan dinyatakan sebagai fungsi variabel tunggal [$Q_d = F(G)$].

Generalized cost dibentuk sebagai kombinasi linear antara biaya waktu dan nilai uang sebagai fungsi jarak untuk analisis waktu dan komponen uang dibagi menjadi beberapa elemen seperti waktu berjalan kaki, waktu menunggu, waktu di dalam kendaraan, dll. Secara umum *generalized cost* dirumuskan seperti pada persamaan

$$G = \sum_i M_i + \sum_j T_j \quad (3)$$

Dimana

G : *generalized cost* atau biaya gabungan transportasi,

M_i : nilai biaya perjalanan kondisi aktual seperti tarif dan BBM

T_j : biaya-biaya waktu (waktu menunggu dalam kendaraan)

Ortuzar dan Willumsen (2001), menyatakan bahwa biaya gabungan perjalanan dihitung berdasarkan kombinasi antara biaya yang dikeluarkan dan biaya waktu perjalanan lainnya. Persamaan untuk menentukan biaya gabungan dari suatu perjalanan dirumuskan sebagai berikut

$$C_{ij}^m = VOT (TT_{ij}^m) + TC_{ij}^m + CP_{ij}^m \quad (4)$$

Dimana

C_{ij}^m : total biaya gabungan perjalanan dan VOT adalah nilai waktu

TT_{ij}^m : total biaya waktu tempuh perjalanan dengan moda m dari i ke j

TC_{ij}^m : total biaya operasi kendaraan dengan moda m dari i ke j

CP_{ij}^m : total biaya polusi dengan moda m dari i ke j

2.13. Metode *Stated Preference*

Ortuzar dan Willumsen (1997), metode *Stated Preference* (SP) merupakan tehnik pengumpulan data yang digunakan sebagai media evaluasi dan peramalam (*forecasting*) dalam perencanaan angkutan umum yang sifatnya baru.

Dengan teknik ini, peneliti dapat melakukan eksperimen terhadap berbagai alternatif pilihan yang ditawarkan dalam

penyediaan layanan transportasi. Penggunaan SP didesain untuk menilai preferensi penumpang terhadap atribut yang tidak dapat diukur dengan riset transportasi konvensional seperti kenyamanan perjalanan. Hal ini menjadikan teknik ini lebih memenuhi kebutuhan yang diperlukan, dengan adanya kebebasan dalam melakukan desain *quasi experiment* terhadap berbagai situasi perjalanan yang diharapkan dan dihadapi oleh penumpang.

Pearmain dan Kroes (1990), pertanyaan yang diajukan dalam SP lebih menitikberatkan pada pilihan jawaban responden terhadap suatu set situasi perjalanan imajiner apabila benar-benar ada dalam realitanya. Formulasi pertanyaan tersebut menjadi kontrol penuh peneliti dalam menentukan faktor yang dapat dimasukkan dalam situasi perjalanan imajiner seperti biaya, waktu perjalanan, frekuensi perjalanan, kenyamanan, dan fasilitas pelayanan lainnya. Jawaban responden terhadap pilihan situasi perjalanan biasanya dinyatakan dalam ranking, rating atau pilihan.

Kelebihan penggunaan SP terletak pada sampel yang dibutuhkan tidak terlalu banyak karena seorang responden dapat memberikan jawaban atas berbagai macam situasi perjalanan. Untuk menghindari penyimpangan, peneliti harus membuat desain kuesioner yang lugas dan tidak memiliki poli-interpolasi.

Ortuzar dan Willumsen (1997), menjelaskan dalam pelaksanaan SP, perlu memperhatikan beberapa hal sebagai

berikut:

1. Identifikasi atribut kunci dari masing-masing pilihan, dimana semua atribut faktor yang penting harus digunakan dan masuk akal/realistis,
2. Bentuk formulir survei harus mudah dimengerti dan berada dalam konteks pengalaman sehingga responden dapat memberikan pilihan jawaban,
3. Sampel harus menjamin data yang diperoleh dapat representatif mewakili populasi yang diambil,
4. Pengambilan tindakan yang tepat dalam pelaksanaan survei termasuk pengawasan terhadap jaminan kualitas.

Desain kuisisioner dalam SP harus disusun sedemikian rupa sehingga dapat mengkombinasikan semua tingkatan faktor yang tercakup dan tidak berkorelasi terhadap masing-masing pilihan. Dengan demikian, keseluruhan jumlah pilihan situasi perjalanan menjadikan responden nyaman untuk menilai alternatif pilihan dalam jumlah yang terbatas. Sebuah alternatif yang ditawarkan biasanya mewakili suatu kondisi hipotetik yang telah ditetapkan.

Dalam menentukan kombinasi semua atribut variabel dengan tingkatannya dalam satu set pilihan alternatif yang ditawarkan pada prinsipnya harus mengikuti metode yang disebut *factorial design*. Suatu desain yang berisi deskripsi dari semua pilihan alternatif yang mungkin tersaji atau *full factorial design*,

diperoleh berdasarkan kombinasi pilihan alternatif sebanyak $L^{M \times N}$, dimana L merupakan level dari masing-masing atribut variabel, M merupakan jumlah atribut variabel, dan N merupakan banyaknya pilihan moda yang ditawarkan. Sebagai contoh, apabila ditawarkan pilihan penggunaan 2 moda transportasi dengan 3 atribut variabel dan 2 level, maka diperoleh $2^{3 \times 2} = 64$ kombinasi pilihan alternatif.

Pearmain dan Kroes (1990), menjelaskan bahwa analisis yang digunakan dalam mengolah data SP, antara lain:

1. Analisis regresi; penggunaan analisis regresi berganda (*multiple regression*) diterapkan dengan penyederhanaan asumsi untuk menganalisis data ranking dan data rating.
2. Model pilihan diskret (*discrete choice model*); analisis model probabilitas yang mana nilai dari masing-masing pilihan responden berkaitan dengan pilihan lain dalam satu set alternatif yang ditawarkan, bentuk umum dari model ini adalah fungsi logit dan probit.
3. *Monotmic analysis of variances*; analisis yang digunakan dalam mengolah data ranking untuk menetapkan bobot relatif masing-masing atribut yang diteliti. Hasil pembobotan digunakan untuk memprediksi perilaku perjalanan di masa mendatang.

Dalam penggunaan Metode *Stated Preference*, analisis regresi untuk pilihan rating pengolahan data dilakukan untuk

mendapatkan hubungan kuantitatif antara sekumpulan atribut dan respon individu. Hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk persamaan linier;

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 \dots + b_nX_n \quad (5)$$

dimana:

Y = respon individu

X₁, X₂, X₃,... X_n = atribut

b₀ = konstanta

b₁, b₂, b₃,... b_n = koefisien parameter model

2.14. SEM-PLS

Structural Equation Modeling (SEM) merupakan teknik analisis multivariat yang dikembangkan untuk menutupi keterbatasan yang dimiliki oleh model-model seperti analisis regresi, *path analysis* (analisis jalur), dan *confirmatory factor analysis* (analisis faktor konfirmatori) (Hox dan Bechger, 1998).

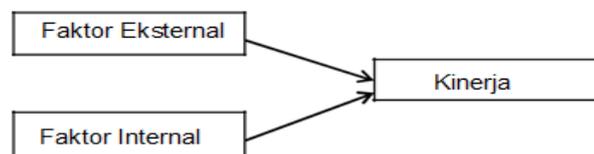
SEM merupakan teknik statistik yang digunakan untuk membangun dan menguji model statistik yang umumnya dalam bentuk model hubungan kausalitas dan merupakan teknik perpaduan (*hybrid*) yang menggabungkan aspek dari analisis regresi, *path analysis* (analisis jalur), dan *confirmatory factor analysis* (analisis faktor konfirmatori).

Beberapa istilah umum yang berkaitan dengan *SEM* Hair et al. (1995):

1. Variabel atau konstruk laten merupakan variabel-variabel yang tidak diobservasi (*unobserved variables*). Pengertian konstruk adalah semacam konsep yang membuat peneliti mendefinisikan ketentuan konseptual, namun tidak secara langsung (bersifat laten), melainkan diukur berdasarkan perkiraan atas indikator-indikator terukur tertentu. Dengan demikian, konstruk merupakan suatu proses atau kejadian dari suatu amatan yang diformulasikan dalam bentuk konseptual dan memerlukan indikator untuk memperjelasnya.
2. Variabel-variabel yang diobservasi (*observed variable*), terkadang disebut sebagai variabel manifes (manifest variables) atau variabel referensi (*reference variables*).
3. Variabel Eksogen, Variabel Endogen dan Variabel Error.
 - a. Variabel eksogen adalah variabel penyebab atau variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel lainnya. Variabel eksogen memberikan efek kepada variabel lainnya. Dalam diagram jalur, variabel eksogen secara eksplisit ditandai sebagai variabel dimana tidak ada panah tunggal yang menuju ke arahnya.
 - b. Variabel endogen adalah variabel yang dijelaskan oleh variabel eksogen. Variabel endogen adalah efek dari variabel eksogen. Dalam diagram jalur, variabel endogen

secara eksplisit ditandai oleh kepala panah yang menuju ke arahnya.

- c. Variabel error didefinisikan sebagai kumpulan variabel-variabel eksogen lainnya yang tidak dimasukkan dalam model yang dimungkinkan masih memiliki pengaruh terhadap variabel endogen.
4. Diagram jalur adalah sebuah diagram yang menggambarkan hubungan kausal antar variabel. Pembangunan diagram jalur dimaksudkan untuk memvisualisasikan keseluruhan alur hubungan antara variabel. Sebagai contoh, diberikan diagram jalur dari pengaruh Internal dan Eksternal (variabel eksogen) terhadap Kinerja (variabel endogen).



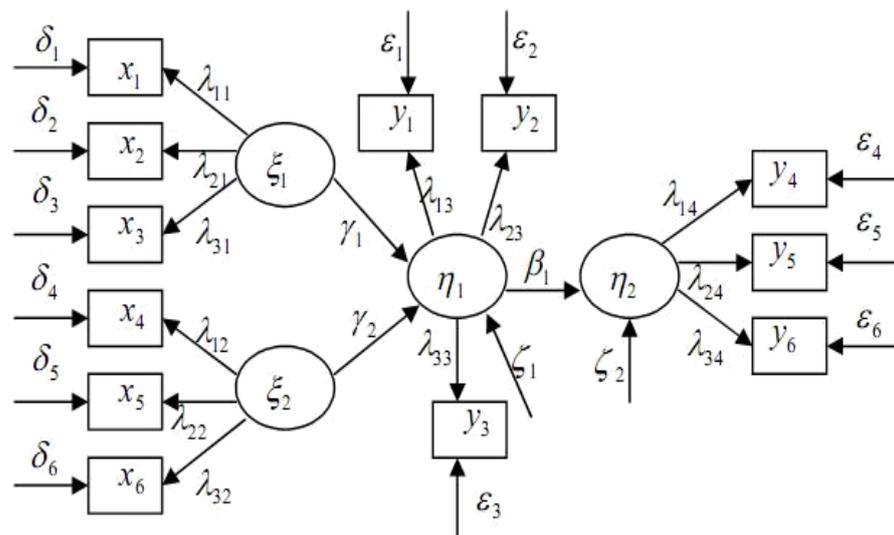
Gambar 8. Contoh Diagram Jalur

Tanda anak panah (\rightarrow) menunjukkan pengaruh antara konstruk laten eksogen terhadap konstruk laten endogen.

5. Koefisien struktur atau jalur adalah suatu koefisien regresi terstandarisasi (*standardized*) yang menunjukkan besarnya pengaruh dari suatu variabel eksogen terhadap variabel endogen dalam diagram jalur. Koefisien jalur disebut juga *standardized solution*. *Standardized solution* yang

menghubungkan antara konstruk laten dan variabel indikatornya disebut sebagai *loading factor*.

Secara umum, analisis *SEM* menggunakan beberapa notasi atau simbol yang masing-masing memiliki makna tersendiri. Untuk mengenalkan notasi-notasi yang sering digunakan dalam *SEM*, berikut ini dijelaskan melalui diagram jalur sebagai berikut.



Gambar 9. Skema diagram jalur notasi *SEM*

Keterangan:

(KSI) : konstruk/variabel laten eksogen.

(ETA) : konstruk/variabel laten endogen.

(GAMMA) : *hubungan langsung variabel eksogen terhadap variabel endogen.*

(BETA) : *hubungan langsung variabel endogen terhadap variabel endogen.*

(LAMBDA): *hubungan langsung variabel eksogen ataupun endogen terhadap indikatornya*

- (PHI) : kovarian/korelasi antara variabel eksogen
- (DELTA) : *measurement error* (kesalahan pengukuran) dari indikator variabel eksogen
- (EPSILON) : *measurement error* dari indikator variabel endogen
- (ZETA) : kesalahan dalam persamaan, yaitu antara variabel eksogen/endogen dan variabel endogen
- (PSI) : kovarian di antara struktural residu
- (THETA-DELTA) : matriks kovarian simetris di antara kesalahan pengukuran pada indikator-indikator dari variabel eksogen
- (THETA-EPSILON) : matriks kovarian simetris di antara kesalahan pengukuran pada indikator-indikator dari variabel endogen.

6. Persamaan Matematis dalam SEM

Secara umum ada dua persamaan matematis dalam SEM, yakni persamaan pengukuran (*measurement model*) dan persamaan struktural (*structural model*). Melalui Gambar 9 di atas akan diilustrasikan kedua persamaan tersebut:

a. Persamaan model struktural

$$\begin{aligned}\eta_1 &= \gamma_1 \xi_1 + \gamma_2 \xi_2 + \zeta_1 \\ \eta_2 &= \beta_1 \eta_1 + \zeta_2\end{aligned}\tag{6}$$

b. Persamaan model pengukuran variabel eksogen

$$\begin{aligned}y_1 &= \lambda_{13} \eta_1 + \varepsilon_1 \\ y_2 &= \lambda_{23} \eta_1 + \varepsilon_2 \\ y_3 &= \lambda_{33} \eta_1 + \varepsilon_3\end{aligned}\tag{7}$$

$$y_4 = \lambda_{14} \eta_2 + \varepsilon_4$$

$$y_5 = \lambda_{24} \eta_2 + \varepsilon_5$$

$$y_6 = \lambda_{34} \eta_2 + \varepsilon_6$$

c. Persamaan model pengukuran variabel endogen

$$x_1 = \lambda_{11} \xi_1 + \delta_1$$

$$x_2 = \lambda_{21} \xi_1 + \delta_2$$

$$x_3 = \lambda_{31} \xi_1 + \delta_3$$

$$x_4 = \lambda_{12} \xi_1 + \delta_4$$

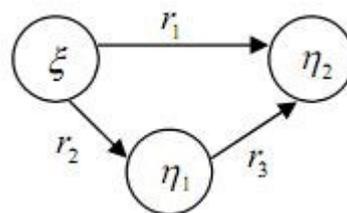
$$x_5 = \lambda_{22} \xi_1 + \delta_5$$

$$x_6 = \lambda_{32} \xi_1 + \delta_6$$

(8)

7. Efek Dekomposisi (Pengaruh Total dan Pengaruh Tak Langsung), terjadi berdasarkan pembentukan diagram jalur yang dibangun berdasarkan teori. Pengaruh antara konstruk laten dibagi berdasarkan kompleksitas hubungan variabel, yaitu:

- pengaruh langsung (*direct effects*)
- pengaruh tak langsung (*indirect effects*)
- pengaruh total (*total effects*)



Gambar 10. Contoh diagram pengaruh

Pengaruh variabel eksogen (r_1) terhadap variabel endogen kedua (r_2), adalah sebagai berikut.

- a. pengaruh langsung terhadap $r_2 = r_1$
- b. pengaruh tak langsung terhadap $r_2 =$ pengaruh langsung terhadap $r_1 \times$ pengaruh langsung r_1 terhadap $r_2 = r_2 \times r_3$
- c. pengaruh total terhadap $r_2 =$ pengaruh langsung terhadap $r_2 +$ pengaruh tak langsung terhadap $r_2 = r_1 + (r_2 \times r_3)$

2.15. Model Pemilihan Diskret

Secara sadar dan atau tidak sadar, manusia selalu mengambil keputusan dengan membandingkan alternatif dan memilih sebuah tindakan yang biasa disebut hasil pilihan (*choice outcome*). Banyak situasi yang menyediakan lebih dari satu pilihan, contohnya pergi kemana dan menggunakan kendaraan apa untuk sampai di tempat tujuan. Situasi ini menimbulkan kebutuhan akan pemahaman konsep tentang identifikasi penaruh dari perilaku seseorang dalam memilih. Hal ini juga biasa disebut preferensi yaitu pilihan seseorang akan suatu alternatif dibandingkan alternatif lainnya. Kebutuhan akan pemahaman preferensi ini sering digunakan dalam permasalahan Pemilihan Diskret.

Tamin (2000), pemilihan Diskret merupakan suatu metode yang memodelkan pilihan dari berbagai alternatif yang tersedia, contohnya seperti memilih suatu moda transportasi. Berbeda dengan analisis regresi yang menganalisa “berapa besar”, *discrete*

choice mengarah untuk menganalisa “yang mana”. Secara umum, model pilihan diskret menyatakan peluang setiap individu memilih suatu pilihan yang merupakan fungsi sosial ekonomi dan daya tarik pilihan tersebut. Untuk menyatakan daya tarik suatu alternatif maka digunakan konsep utilitas yang didefinisikan sebagai sesuatu yang dimaksimalkan oleh setiap individu dalam memilih suatu pilihan.

Dalam suatu pilihan diskret, variabel tidak bebasnya berbentuk kategori dan diwakili oleh skala data nominal mulai dari 0 sampai $i-1$ (i merupakan jumlah pilihan atau alternatif). Suatu penelitian tentang *choice analysis* dengan *regresi linier* biasa tidak akan sesuai dengan hasil yang diharapkan karena nantinya variabel tidak bebasnya menghasilkan nilai yang lebih besar atau sama dengan nilai i sehingga interpretasinya akan menjadi sulit. Selain itu, dalam kasus ini akan terjadi pelanggaran normalitas dan *heteroskedastisitas* pada data. Sebagai langkah untuk mengatasi keterbatasan *regresi linier* biasa maka dalam mengolah data *discrete choice* digunakan *regresi logit* atau *regresi probit*, dengan peubah respon yang diamati adalah peubah kategori baik nominal ataupun ordinal.

Menurut Santoso (2006), persamaan antara model *probit* dan *logit* adalah kedua model tersebut menghasilkan *probabilitas* antara 0-1 yang sifatnya non-linear terhadap variabel independen dan sama-sama menggunakan *maximum likelihood* untuk

menghitung koefisien. Penggunaan model *logit* didasarkan pada fungsi logistik kumulatif (F) sementara model *probit* didasarkan pada fungsi normal kumulatif (Φ). Kedua model *regresi* tersebut dapat saling menggantikan satu dengan yang lain untuk menganalisis peubah respon biner sehingga sering hanya digunakan salah satu model tanpa mempertimbangkan model yang lain yang mungkin akan menghasilkan model yang lebih sesuai.

Dari kedua model yang dapat digunakan untuk mengolah data *discrete choice*, model *Binary Logit* atau *Logit Binomial* yang akan dipilih karena hanya ada 2 (dua) pilihan moda yakni angkutan truk dan kereta api. Selain itu model dapat diestimasi dengan analisis *regresi* sehingga lebih mudah pengerjaannya dengan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* maupun *SPSS*.

Misalnya perusahaan mempunyai pilihan antara menggunakan moda angkutan barang kereta api atau menggunakan moda truk. Jika probabilitas menggunakan kereta api adalah P_{KA} , maka probabilitas truk adalah $P_{TB} = 1 - P_{KA}$. Jika P_{KA} dinyatakan sebagai kombinasi linier antara peubah bebas (atribut pemilihan moda), maka dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut.

$$P_{KA} = b_0 + b_1(\Delta X_1) + b_2(\Delta X_2) \dots + b_n(\Delta X_n) \quad (9)$$

dimana :

P_{KA} = probabilitas pengguna kereta api barang

- b_0 = konstanta
 b_1, b_2, b_n = koefisien parameter model
 $\Delta X_1, \Delta X_2, \dots, \Delta X_n$ = variabel penjelas (perbedaan atribut antara kereta api dengan truk barang)

Sekarang dipertimbangkan rasio natural antara P_{KA} meningkat dari nol ke satu, maka $\ln \frac{P_{KA}}{1-P_{KA}}$ meningkat dari negatif ke positif tak hingga. Karena P_{KA} dan $\ln \frac{P_{KA}}{1-P_{KA}}$ tersebut merupakan kombinasi linier dari peubah bebas, maka selanjutnya dapat ditulis sebagai persamaan utilitas pemilihan moda:

$$\ln \frac{P_{KA}}{1-P_{KA}} = (U_{KA} - U_{TB}) \quad (10)$$

Sehingga persamaan (10) dapat ditulis sebagai berikut:

$$(U_{KA} - U_{TB}) = b_0 + b_1(\Delta X_1) + b_2(\Delta X_2) + \dots + b_n(\Delta X_n) \quad (11)$$

$$\ln \frac{P_{KA}}{1-P_{KA}} = b_0 + b_1(\Delta X_1) + b_2(\Delta X_2) + \dots + b_n(\Delta X_n) \quad (12)$$

Pada studi perilaku peralihan moda angkutan barang yang diamati adalah kereta api dengan truk, maka persamaan dapat dinyatakan:

$$P_{KA} = \frac{e^{U_{KA}}}{e^{U_{KA}} + e^{U_{TB}}} = \frac{e^{(U_{KA} - U_{TB})}}{1 + e^{(U_{KA} - U_{TB})}} \quad (13)$$

$$P_{TB} = 1 - P_{KA} = \frac{1}{1 + e^{(U_{KA} - U_{TB})}} \quad (14)$$

dimana:

P_{KA} = probabilitas pengguna kereta api barang

P_{TB} = probabilitas pengguna truk barang

U_{KA} = fungsi utilitas moda kereta api barang

U_{TB} = fungsi utilitas moda truk barang

Model *logit-binomial* ini nantinya akan digunakan untuk mengetahui probabilitas perpindahan angkutan Semen Tonasa dari truk ke moda angkutan kereta api untuk koridor Makassar-Pare Pare.

2.16. Penelitian terdahulu yang relevan

Terpilih beberapa penelitian yang berhubungan dengan karakteristik moda angkutan barang, biaya dan manfaat serta pemilihan moda angkutan barang antara truk dan kereta api.

Danar K; Harsya A;. Harnen S; dan A. Wicaksono (2016) dalam penelitian Model Pemilihan Moda Antara KA dan Truk untuk Pengiriman barang Koridor Surabaya – Jakarta, variabel Angkutan barang untuk Pemilihan Moda antara kereta api dan truk menggunakan model *stated preference*, bahwa karakteristik sosial ekonomi dan pengiriman barang terpilih menggunakan angkutan KA karena letak stasiun dekat dan mudah ditempuh. Pemilihan moda angkutan pengiriman lebih dipengaruhi oleh frekuensi keberangkatan truk atau ka, Biaya pengiriman dipengaruhi oleh pelayanan, tepat waktu, cepat dan cepat dan keamanan barang terjamin.

Ardyah EP; dan Firmanto H, (2013) dalam Analisis Pemindahan Moda Angkutan barang di Jalan raya Pantura Pulau Jawa (studi

kasus; Koridor Surabaya – Jakarta), variabel Multi moda, kereta api peti kemas, kapal peti kemas ditemukan Karakteristik moda angkutan dan tarif masing-masing moda – truk general cargo, truk peti kemas, kereta api peti kemas dan kapal peti kemas. Beban publik yang ditimbulkan akibat kegiatan pengangkutan barang; beban polusi dan beban kecelakaan. Analisis biaya, potensi muatan, biaya subsidi dan jarak, terekomendasi pengembangan moda angkutan kereta api peti kemas sebagai moda transportasi alternative guna mengurangi beban jalan dan kepadatan jalur pantura.

Andi Hadid SND; M Ruslin A; dan Rahayu K (2018) dalam penelitian Model Pemilihan Moda antara Kereta Api dan Bus Rute Makassar – Pare Pare dengan Menggunakan Metode *Stated Preference* Bus, Kereta Api, Pemilihan Moda bahwa perpindahan moda transportasi dari bus ke ka apabila Harga tiket ka sama dengan harga tiket bus, Waktu tempuh ka sama dengan waktu tempuh bus, Frekuensi keberangkatan ka kurang dari 3 x keberangkatan bus.

Beni A; dan Medis SS. (2012) dalam Analisa Probabilitas Perpindahan Moda Transportasi dari Bus ke Kereta Api rute Medan – Kota Pinang, Menggunakan Metode *Stated Preference* Pemilihan Moda, *Logit Binomial*, Analisa sensitivitas diperoleh Bahwa atribut biaya perjalanan akan diperoleh probabilitas

pemilihan kereta api lebih besar jika selisih biaya sebesar 30 persen, Bahwa perubahan atribut waktu tunggu, akan diperoleh probabilitas pemilihan kereta api lebih besar jika selisih waktu tunggu kecil 30 menit, Bahwa atribut selisih waktu tempuh diperoleh probabilitas pemilihan kereta api jika selisih waktu lebih cepat 60 menit.

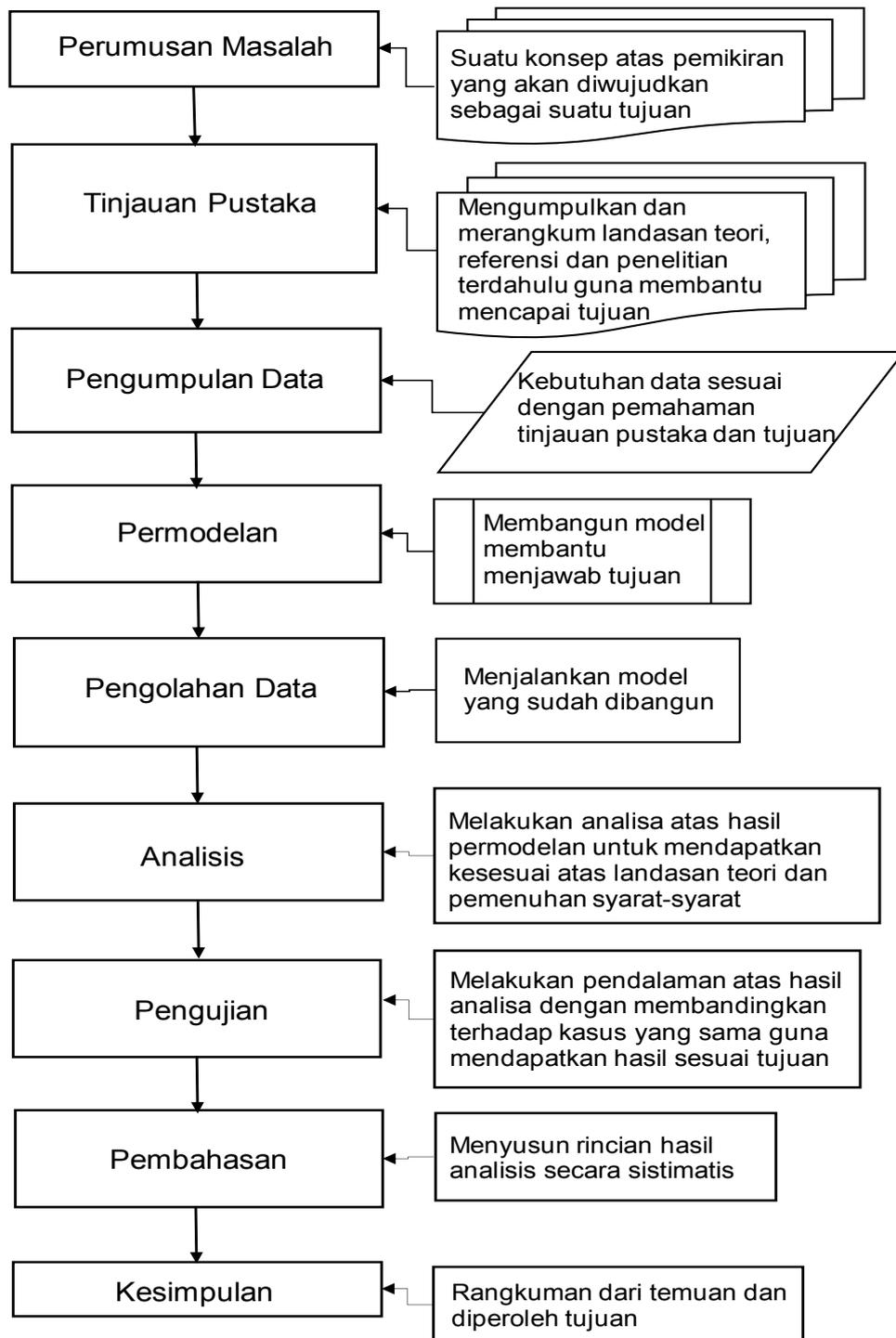
Lia Ursula; Rahdriawan M (2017) dalam jurnal Pemanfaatan Angkutan Darat pada Distribusi Barang dari Kawasan Industri Wijaya Kusuma Semarang Multi moda, truk, kereta api peti kemas dan kapal cargo, ditemukan bahwa Karakteristik moda angkutan dan tarif masing-masing moda – truck general cargo, truk peti kemas, kereta api peti kemas dan kapal cargo. Beban publik yang ditimbulkan akibat kegiatan pengangkutan barang; beban polusi dan beban kecelakaan. Analisis biaya, potensi muatan, biaya subsidi dan jarak, terekomendasi pemanfaatan pembangunan jalur ganda kereta api peti kemas alternatif meningkatkan kapasitas angkutan dan mengurangi beban jalan dan kepadatan jalur pantura.

Sampurno, Saphadi (2017) dalam tesis berjudul Analisis Rantai Distribusi Semen di koridor selatan jawa (studi kasus: PT. Holcim Indonesia Tbk, plant cilacap), dengan variabel ; Waktu, biaya, polusi, generalized cost, efisiensi. Metode dilakukan dengan cara mengukur kinerja distribusi semen melalui volume pengiriman per

hari dengan memperhitungkan waktu distribusi, biaya distribusi, tingkat kerusakan barang, nilai waktu, biaya polusi serta *generalized cost*. Ditemukan tingkat efektifitas dan efisiensi penggunaan moda untuk distribusi semen ditinjau melalui prosedur pengoperasian kendaraan, penggunaan sarana, waktu tempuh perjalanan, biaya distribusi, waktu distribusi serta biaya polusi.

2.17. Kerangka Pemikiran Penelitian

Kerangka pemikiran merupakan model konsep tentang bagaimana sebuah teori berhubungan langsung dengan faktor yang diidentifikasi sebagai sesuatu masalah yang penting. Dalam penelitian ini, kerangka pemikiran penelitian pemanfaatan moda angkutan kereta api untuk mengangkut Semen Tonasa dituangkan dalam bentuk bagan alir berikut.



Gambar 11. Kerangka Pemikiran Penelitian