

TESIS

**STUDI KAPASITAS DAYA ANGKUT MATERIAL DENGAN
KERETA API TERHADAP ANGKUTAN BARANG/MATERIAL
KORIDOR MAKASSAR PARE**

***ANALYSIS STUDY OF THE CHARACTERISTIC OF
MAKASSAR PARE-PARE RAILROAD MATERIAL CARRYING
CAPACITY***



DIDIK WIDIYANTORO

D012181062

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

TESIS

STUDI DAYA ANGKUT MATERIAL DENGAN KERETA API TERHADAP ANGKUTAN BARANG/MATERIAL KORIDOR MAKASSAR – PARE PARE

Disusun dan diajukan oleh :

DIDIK WIDIYANTORO

Nomor Pokok D012181062

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

pada tanggal 27 Agustus 2021

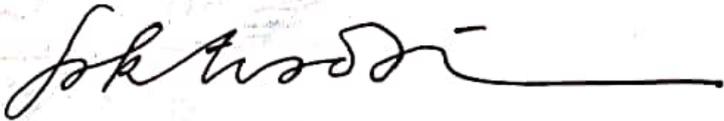
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasehat,


Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, ST., MT

Ketua


Prof. Ir. Sakti A. Adji Adisasmitha, MSi, M. Eng. Sc., Ph.D

Sekretaris



Dr. Eng. Hj. Rita Irmawaty, ST., MT



Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Didik Widiyantoro

Nomor : D012181062

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, September 2021

Yang menyatakan

A 10,000 Rupiah postage stamp with a Garuda emblem and a handwritten signature over it. The stamp includes the text '10000', 'METERAL TEMPEK', and the serial number '45B8AJX442248872'.

Didik Widiyantoro

PRAKATA

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT atas Izin-Nya sehingga penulisan hasil penelitian dengan judul **“Studi Kapasitas Daya Dukung Jalur Kereta Apu Dengan Jalan Poros Makassar-Parepare”** 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. Eng. Ir. Muralia Hustim., ST.,MT** dan Bapak **Prof. Ir. Sakti Adji Adisasmitha.,M.si.,M.Eng.Sc.,Ph.D**, 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 dihaturkan kepada Bapak **Prof.Dr. Eng. Ir. Muh. Isran Ramli.,ST., MT**, Bapak **Dr. Ir. H. Mubassirang Pasra., MT** dan Ibu **Dr. Eng. Rita Irmawaty.,ST.,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, September 2021

DIDIK WIDIYANTORO

DAFTAR ISI

TESIS.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
ABSTRAK.....	x
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Batasan Masalah	5
E. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Kapasitas Jalur Kereta Api	7
B. Angkutan Kereta Api	8
C. Sifat dan Karakteristik Angkutan Kereta Api.....	9
D. Frekuensi Perjalanan.....	11
E. Headway dan Keselamatan Perjalanan Kereta Api.....	11
F. Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA)	12
G. Stam Formasi	13
H. Pembagian Kecepatan Kereta Api.....	13
I. Daya Angkut Lintas Kereta Api.....	14
J. Konsep Pemilihan Moda	15

K. Model Pemilihan Moda.....	16
L. Metode <i>Stated Preference</i>	17
M. Pengimputan data <i>format Conditional logit</i> model	17
N. Metode Penarikan Sampel.....	17
O. Perangkat Lunak STATA	18
BAB III.....	19
METODE PELAKSANAAN PENELITIAN	19
A. Lokasi Dan Waktu Penelitian	19
B. Metode Penelitian	20
C. Persiapan Penelitian	23
D. Kerangka Alir Penelitian.....	27
BAB IV.....	28
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
A. Karakteristik Responden Pengguna Daya Angkut Kereta Api dan Mobil Truk.....	28
B. Analisis Karakteristik Responden Berdasarkan Pilihan Moda Pengguna Daya Angkut Kereta Api dan Mobil Truk.....	29
C. Model Preferensi Pemilihan Moda Antara Mobil Truk dan Kereta Api Pada Pelabuhan Garongkong.....	36
BAB V.....	44
KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
A. KESIMPULAN	44
B. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	xii

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kecepatan Maksimum yang Diijinkan di Indonesia	13
Tabel 2. Lebar jalan rel 1067 mm	15
Tabel 3. Karakteristik Individu responden	28
Tabel 4. Validasi Model Daya Angkut Material Kereta Api Pada Pelabuhan Garongkong Berdasarkan Berat Barang <25 KG	38
Tabel 5. Validasi Model Daya Angkut Material Kereta Api Pada Pelabuhan Garongkong Berdasarkan Berat Barang >25 KG	39
Tabel 6. Validasi Model Daya Angkut Material Kereta Api Pada Pelabuhan Garongkong Berdasarkan Berat Barang Elektronik	40
Tabel 7. Validasi Model Daya Angkut Material Kereta Api Pada Pelabuhan Garongkong Berdasarkan Berat Barang Non Elektronik	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kondisi eksisting Pelabuhan garongkong	19
Gambar 2. Jalur Trans Sulawesi	20
Gambar 3. Jalur Kereta Api Makassar Pare	20
Gambar 4. Kerangka kerja penelitian	27
Gambar 5. Distribusi responden berdasarkan karakteristik usia responden terhadap pilihan moda daya angkut material	30
Gambar 6. Distribusi responden berdasarkan karakteristik asal dan tujuan terhadap pilihan moda daya angkut material	31
Gambar 7. Distribusi responden berdasarkan karakteristik jenis barang yang dikirim terhadap pilihan moda daya angkut material	31
Gambar 8. Distribusi responden berdasarkan karakteristik jumlah barang yang di kirim terhadap pilihan moda daya angkut material	32
Gambar 9. Distribusi responden berdasarkan karakteristik frekuensi pengiriman barang terhadap pilihan moda daya angkut material	33
Gambar 10. Distribusi responden berdasarkan alasan memilih jasa pengiriman barang terhadap pilihan moda daya angkut material	34
Gambar 11. Distribusi responden berdasarkan waktu tempuh perjalanan jasa pengiriman barang terhadap pilihan moda daya angkut material	35
Gambar 12. Distribusi responden berdasarkan jarak tempuh perjalanan jasa pengiriman barang terhadap pilihan moda daya angkut material	35
Gambar 13. Distribusi responden berdasarkan pemilihan moda pengiriman barang terhadap pilihan moda daya angkut material	36

ABSTRAK

Didik Widiyantoro *Studi Kapasitas Daya Angkut Material Dengan Kereta Api Terhadap Angkutan Barang/Material Koridor Makassar Pare* (dibimbing oleh **Dr.Eng.Ir. Muralia Hustim.,ST.,MT** dan **Prof.Ir.Sakti A. Adjisasmita.,Ms.M.Eng.Sc.,PhD**)

Komitmen pemerintah untuk melakukan pembangunan infrastruktur skala besar ditambah dengan terus meningkatnya kebutuhan masyarakat akan tempat tinggal, bisa menjadikan Indonesia salah satu pasar konstruksi terbesar di dunia akan membuat kebutuhan pasar semen dalam negeri diperkirakan akan terus meningkat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik daya dukung material KA Makassar Pare-pare daya dukung dari pelabuhan Garongkong ke Pabrik Semen Bosowa. Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif dengan menyebarkan kuesioner kepada responden secara pribadi. Hasil yang diperoleh adalah karakteristik berdasarkan waktu tempuh responden yang memiliki frekuensi terbanyak dengan waktu tempuh 2-3 jam dan >5 jam dengan persentase 34,12%. Kemudian berdasarkan karakteristik responden pengiriman barang memiliki frekuensi pengiriman paling banyak meliputi jenis barang batu kapur, jumlah barang yang dikirim 13 ton, dan frekuensi pengiriman barang 4 sampai 5 kali serta pemilihan moda pengiriman barang. material/barang yang paling sering diangkut dengan menggunakan truk.

Kata Kunci: Pelabuhan Garongkong, Pabrik Semen Bosowa, Waktu tempuh, Kereta Api, Truk

ABSTRACT

Didik Widiyantoro *Analysis Study of the Characteristics of Makassar Pare-Pare Railroad Material Carrying Capacity From the Garongkong Port to the PT. Bosowa Cement Maros*(supervised by **Dr.Eng.Ir. Muralia Hustim.,ST.,MT** and **Prof.Ir.Sakti A. Adjisasma.,Ms.M.Eng.Sc.,PhD**)

Government's commitment to undertake large-scale infrastructure development coupled with the continued increase in community needs for shelter, it could make Indonesia one of the largest construction markets in the world would make the domestic cement market needs are expected to continue to increase. The purpose of this research was to analyze the carrying characteristics of the Makassar Pare-pare railroad material carrying capacity from the port of Garongkong to the Bosowa Cement Plant. The method used was a descriptive analysis by distributing questionnaires to respondents personally. The results obtained are characteristics based on respondents' travel time that has the most frequency with a travel time of 2-3 hours and > 5 hours with a percentage of 34.12%. Then the characteristics based on respondents to the delivery of goods have the most frequency include in the type of limestone goods, the number of goods sent 13 tons, and the frequency of delivery of goods 4 to 5 times and the selection of modes of delivery of materials/goods have the most frequency was transported by using trucks.

Keywords: *Garongkong Port, Bosowa Cement Plant, Travel time, Railroaad, Trucks*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sebagai pusat pertumbuhan dan pergerakan ekonomi di bidang industri dan perdagangan di Indonesia pada umumnya, dan di Trans Sulawesi pada khususnya, pergerakan angkutan barang sepanjang koridor Makassar Pare sangat padat termasuk pergerakan angkutan barang, angkutan material dengan Dump truck terutama yang melalui jalur darat.

Untuk saat ini jalur darat koridor Makassar Pare-pare dilayani oleh moda Kapal dan truk. Namun dari segi kuantitas pengiriman barang ekspedisi dan material-material lain masih didominasi oleh angkutan truk. Dimana hal ini menyebabkan tingginya beban jalan Trans Sulawesi yang pada akhirnya akan menimbulkan kerusakan jalan, kemacetan, serta dampak lain seperti meningkatnya polusi udara, inefisiensi penggunaan BBM dan meningkatnya resiko terjadinya kecelakaan lalu lintas. Pemilihan moda truk banyak dipilih oleh perusahaan jasa pengiriman dikarenakan beberapa kelebihanannya salah satunya adalah tidak terikat oleh waktu dimana pengiriman dapat dilakukan kapan saja apabila kuota pengiriman telah tercapai.

Industri semen telah menjadi salah satu tulang punggung perekonomian Indonesia. Komitmen pemerintah untuk melakukan pembangunan infrastruktur berskala besar ditambah dengan terus

meningkatnya kebutuhan masyarakat akan tempat tinggal, dapat menjadikan Indonesia sebagai salah satu pasar konstruksi terbesar di dunia sehingga kebutuhan pasar semen dalam negeri diperkirakan akan terus mengalami peningkatan. Untuk menjaga agar dapat memenuhi permintaan yang tinggi akan semen selama puluhan tahun ke depan, Grup Bosowa Semen telah melaksanakan aktivitas usaha secara terpadu. Bosowa Semen melakukan penambangan bahan baku, produksi semen, hingga penyediaan logistik, jaringan distribusi, serta ready mix untuk memenuhi kebutuhan pasar di seluruh Indonesia.

Saat ini, produksi dan pemasaran semen adalah bisnis utama Bosowa. Dengan kapasitas produksi semen yang mencapai 7.2 juta ton per tahun, Grup Bosowa Semen merupakan grup semen terbesar keempat di Indonesia dan satu-satunya perusahaan semen swasta nasional di Indonesia. Grup Bosowa Semen terpusat di Indonesia Timur, kawasan yang mengalami pertumbuhan paling cepat di Indonesia. Pabrik yang terletak di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan, ini merupakan pabrik utama Bosowa Semen. Pabrik ini merupakan pabrik semen terintegrasi dan berada di lokasi tempat penambangan batu kapur yang merupakan bahan baku utama pembuatan semen sehingga memudahkan pengambilan bahan baku. Pabrik Maros juga memproduksi clinker sendiri dengan kapasitas 4 juta ton per tahun dan semen dengan kapasitas produksi 4.2 juta ton per tahun.

Bermanfaatnya Pelabuhan Garongkong, dirasakan juga oleh pihak PT . Semen Bosowa Maros yang mempunyai pabrik di Maros. Selama ini pengiriman semen dan penyediaan bahan bakunya melalui Pelabuhan Makassar yang jaraknya hanya 40 Km. Namun karena kapal-kapal yang digunakan berukuran besar, dan kepadatan di Pelabuhan Makassar sangat tinggi, maka kapal yang akan masuk di Pelabuhan Makassar harus menunggu lama. Tapi dengan beroperasinya Pelabuhan Garongkong ini, meski jaraknya mencapai 70 km dari lokasi pabrik, akan sangat membantu mempercepat proses pengapalan barang kami,” ungkap Presdir Bosowa Corporation.

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. Sebagai contoh untuk pengiriman general cargo rute SurabayaJakarta PP, PT.KAI menyediakan KA Parcel dan KA ONS (Over Night Service). Dalam satu rangkaian KA ONS terdiri dari 1 lokomotif penarik, 8 kereta khusus bagasi barang jenis B dan 1 kereta khusus bagasi barang yang dilengkapi dengan pembangkit listrik jenis BP, dimana kapasitas angkut satu kereta khusus bagasi adalah 20 ton. Sehingga kapasitas angkut maksimum dalam satu kali perjalanan adalah 160 ton. Namun kereta api terkendala oleh masalah frekuensi keberangkatan yang sangat terbatas.

Beberapa faktor tersebut dapat menjadi suatu permodelan yang dapat dilakukan untuk mengetahui perilaku pengguna jasa pengiriman koridor Makassar Pare-pare dalam memilih moda antara kereta api dan truk. 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 koridor Makassar Pare-pare.

Berdasarkan uraian tersebut maka Penulis tertarik untuk mengkaji tentang studi kapasitas daya dukung jalur kereta api dengan jalan poros Makassar-ParePare.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian maka rumusan masalah penelitian dapat disyaratkan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik daya angkut material dengan kereta api terhadap angkutan barang/material koridor Makassar Pare-pare rute Pelabuhan Garongkong menuju Pabrik PT. Bosowa Maros?
2. Bagaimana model pemilihan moda antara kereta api barang dan truk barang berdasarkan persepsi dari calon pengguna jasa pengiriman barang yang menggunakan jasa angkutan truk dan kereta api barang koridor Makassar Pare-pare rute Pelabuhan Garongkong menuju Pabrik PT. Bosowa Maros?

C. Tujuan Penelitian

Untuk menjawab rumusan masalah penelitian tersebut di atas, maka Peneliti mempunyai tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik daya angkut material dengan kereta api terhadap angkutan barang/material koridor Makassar Pare-pare rute Pelabuhan Garongkong menuju Pabrik PT. Bosowa Maros.
2. Menganalisis model pemilihan moda antara kereta api barang dan truk barang berdasarkan persepsi dari calon pengguna jasa pengiriman barang yang menggunakan jasa angkutan truk dan kereta api barang koridor Makassar Pare-pare rute Pelabuhan Garongkong menuju Pabrik PT. Bosowa Maros.

D. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan meliputi:

1. Lokasi penelitian dilakukan pada kawasan Makassar Pare-pare rute Pelabuhan Garongkong menuju Pabrik PT. Bosowa Maros.
2. Pengambilan sampel hanya pada pelaku distributor material dan barang driver angkutan truck beserta beberapa masyarakat pengguna jalan Trans Sulawesi rute Pelabuhan Garongkong menuju Pabrik PT. Bosowa Maros.
3. Analisis yang digunakan adalah metode conditional logit

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan dapat menjadi pedoman bagi industri-industri dalam mendistribusikan barang ke berbagai daerah-daerah sekitar Trans Sulawesi.
2. Sebagai acuan kepada Dinas terkait dalam pemeliharaan jalan Trans Sulawesi khususnya Makassar Pare-Pare rute Pelabuhan Garongkong menuju Pabrik PT. Bosowa Maros.
3. Diharapkan dapat mempercepat pembangunan dan meningkatkan perekonomian suatu daerah karena distribusi yang efektif.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kapasitas Jalur Kereta Api

Kapasitas jalur kereta api dapat diartikan sebagai kemampuan maksimum suatu jalur kereta api untuk dapat menampung sejumlah perjalanan kereta api dalam waktu 24 jam atau dalam periode waktu tertentu. Selain itu dikenal istilah kapasitas stasiun yaitu kemampuan maksimum suatu stasiun untuk dapat menampung sejumlah perjalanan kereta api dalam waktu 24 jam atau dalam periode waktu tertentu (Kementerian Perhubungan, 2011).

Secara umum, kapasitas didefinisikan sebagai kemampuan mengalirkan kendaraan dalam satuan waktu, namun untuk kapasitas jalan rel lebih sulit di definisikan mengingat kapasitas jalan rel dipengaruhi oleh infrastruktur, penjadwalan dan ketersediaan sarana (Kaas dalam Landex, 2008). International Union of Railways (UIC 2004) menyatakan kapasitas adalah jumlah slot dalam satuan waktu tertentu dengan mempertimbangkan keragaman tiap-tiap slot atau pengembangan lalu lintas yang telah direncanakan dan asumsi kebutuhan waktu perawatan jalur kereta api (pada suatu simpul, jalur atau bagian dari jaringan jalur tertentu) sesuai dengan orientasi pasar. UIC 2014 juga mendefinisikan ulang bahwa kapasitas jalan rel tidak tertentu namun kapasitas jalan rel dipengaruhi oleh penggunaan atas jalan rel dimaksud.

Definisi kapasitas menurut Supriyadi (2008) adalah kemampuan suatu lintas jalan kereta api untuk menampung operasi perjalanna kereta api dalam periode atau kurun waktu 1440 menit (24jam) yang dapat dilaksanakan di lintas yang bersangkutan.

B. Angkutan Kereta Api

Angkutan transportasi darat hingga saat ini dikembangkan dalam 2 jenis moda angkutan, yaitu moda angkutan jalan raya dan moda angkutan jalan rel/kereta api.

Perkeretaapian adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api. (UU No.23, 2007)

Perkeretaapian merupakan angkutan yang ramah lingkungan, dengan emisi gas buang kecil dan pengembangan teknologi kereta berbasis energi listrik, memungkinkan sebagai moda angkutan yang mampu menjawab masalah lingkungan hidup manusia di masa yang akan datang. Dapat dipergunakan sebagai pelayanan aktifitas khusus, karena daya angkut besar, dan memiliki jalur sendiri, sehingga perjalanan suatu aktifitas khusus dilaksanakan tanpa banyak memberi dampak sosial.

Kereta api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya, yang akan ataupun sedang bergerak di jalan rel yang terkait dengan perjalanan kereta api. (UU No.23, 2007).

Angkutan kereta api adalah kegiatan pemindahan orang dan atau barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kereta api. (Keputusan Menteri Perhubungan tentang Jalur Kereta Api No.52, 2000).

C. Sifat dan Karakteristik Angkutan Kereta Api

Kereta api dapat dibedakan menurut sifatnya masing-masing, berikut ini adalah jenis-jenis kereta api yang dibedakan dari sifatnya antara lain :

1. Kereta api biasa, adalah kereta api yang perjalanannya tertulis di dalam grafik perjalanan kereta api, tertulis dalam daftar waktu dan berjalan setiap hari yang ditentukan dalam grafik dan dalam daftar waktu.
2. Kereta api fakultatif, adalah kereta api yang perjalanannya tidak tertulis di dalam grafik perjalanan kereta api dan tertulis dalam daftar waktu tetapi hanya dijalankan apabila dibutuhkan.
3. Kereta api luar biasa, adalah kereta api yang perjalanannya tidak tertulis di dalam grafik perjalanan kereta api dan tidak tertulis di dalam daftar waktu tetapi ditetapkan menurut keperluan.

Moda angkutan kereta api memiliki keunggulan dan kelemahan dalam melakukan fungsinya sebagai salah satu moda angkutan untuk barang dan atau orang. Adapun keuntungan angkutan kereta api dapat dijelaskan, antara lain :

1. Moda angkutan jalan rel adalah tipe moda angkutan yang memungkinkan jangkauan pelayanan orang /barang dalam jarak

pendek, sedang dan jauh dengan kapasitas yang besar (angkutan masal).

2. Energi yang digunakan relatif kecil, bahkan dengan dikembangkan tenaga penggerak baterai dari sumber listrik yang memungkinkan penggunaan hemat energi.
3. Keandalan waktu yang cukup tinggi sehingga kecepatan lebih relatif konstan dan keselamatan perjalanan akan lebih baik dibandingkan moda lain, karena mempunyai jalur (track) dan fasilitas terminal tersendiri.
4. Biaya total variabel (biaya operasional) perhitungan perhari cukup tinggi, namun biaya variabel dalam per ton tiap km sangat rendah (karena kapasitas angkut cukup besar) dibandingkan dari perkembangan moda.

Di dalam keuntungan, kereta api juga memiliki kerugian antara lain :

1. Memerlukan fasilitas dan infrastruktur khusus yang tidak bisa digunakan oleh moda angkutan lain, sebagai konsekuensinya perlu penyediaan alat angkut yang khusus (gerbong dan lokomotif).
2. Investasi yang dikeluarkan cukup tinggi karena kereta api memerlukan perlakuan khusus dalam proses perawatan.
3. Pelayanan jasa orang/barang hanya terbatas pada jalurnya (tidak *door to door*).
4. Bila ada hambatan (kecelakaan) pada jalur tersebut, maka tidak dapat segera dialihkan ke jalur lainnya.

D. Frekuensi Perjalanan

Frekuensi perjalanan adalah jumlah perjalanan sebenarnya yang telah melewati jalur tertentu. Banyaknya frekuensi yang terjadi dalam satu jalur dapat kita lihat pada Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA).

Frekuensi keberangkatan rangkaian kereta api bergantung pada tingkat kedatangan dari penumpang ataupun barang yang diangkut. Semakin tinggi tingkat kedatangan maka frekuensi keberangkatan juga akan semakin tinggi. Frekuensi perjalanan kereta api dapat dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Frekuensi rendah ialah maksimum 2 kereta api tiap jam.
2. Frekuensi sedang ialah maksimum 3 – 5 kereta api tiap jam.
3. Frekuensi tinggi ialah maksimum 6 atau lebih kereta api tiap jam

E. Headway dan Keselamatan Perjalanan Kereta Api

Keselamatan merupakan faktor utama dalam perjalanan kereta api. Prinsip keselamatan perjalanan kereta api adalah dengan membagi suatu ruas jalan rel menjadi beberapa blok yang dibatasi oleh sinyal. Tiap blok hanya boleh ditempati oleh satu kereta pada suatu selang waktu tertentu. Sebelum kereta api memasuki suatu blok sinyal, lampu maupun *semaphore* menunjukkan keadaan blok yang dimasuki.

Satuan headway adalah menit per kereta api (menit/KA). Headway minimum dalam suatu jarak dalam suatu petak jalan/blok dapat dihitung dengan cara simulasi pada diagram waktu-ruang atau grafik berdasarkan data sarana dan prasarana di lapangan.

F. Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA)

Gapeka merupakan daftar perjalanan kereta api dalam bentuk grafis. Jadwal antara satu dengan jadwal kereta lainnya tidak dapat berdiri sendiri karena sangat erat kaitannya dengan jadwal perjalanan lainnya, terutama pada sepur tunggal dimana kereta yang satu hampir pasti harus berpotongan dengan jadwal kereta lainnya.

Pada jaringan sepur ganda juga terdapat kaitan antara perjalanan kereta dengan kereta lainnya, karena yang berjalan lebih lambat akan disusul oleh kereta yang lebih cepat di stasiun. Sehingga cara terbaik dalam merencanakan perjalanan kereta api adalah dengan menggambarkan garis perjalanan kereta pada sebuah grafik dua dimensi, dengan demikian dapat diketahui tempat persilangan antara perjalanan kereta.

Bentuk Gapeka adalah berupa suatu grafik 2 dimensi yang terdiri dari waktu sebagai sumbu X dan tempat pemberhentian sebagai sumbu Y. Dalam Gapeka, perjalanan dari suatu rangkaian kereta api dimodelkan sebagai garis linier dengan kemiringan tertentu dan bentuk tertentu untuk setiap perjalanan kereta api.

Kemiringan ini dipengaruhi oleh kecepatan dari suatu perjalanan kereta api, semakin besar sudut kemiringan yang dibentuk menunjukkan bahwa kecepatan kereta api semakin tinggi.

G. Stam Formasi

Stam formasi kereta merupakan susunan rangkaian kereta api yang telah disusun untuk melayani jalur tertentu. Untuk hal-hal tertentu seperti adanya penumpang yang lebih banyak maka perlu adanya penambahan jumlah kereta dalam rangkaian. Tetapi juga rangkaian menjadi lebih pendek karena adanya kereta yang rusak. Penentuan stam formasi ini sangat penting untuk jadwal perjalanan kereta api.

H. Pembagian Kecepatan Kereta Api

Dalam transportasi kereta dikenal ada beberapa kecepatan, yaitu seperti berikut :

1. Kecepatan maksimum, yaitu kecepatan tertinggi yang diijinkan dalam suatu operasi rangkaian kereta api pada suatu lintasan tertentu. Kecepatan maksimum ini dapat digunakan untuk mengejar keterlambatan yang terjadi karena gangguan-gangguan di perjalanan.

Tabel 1. Kecepatan Maksimum yang Diiijinkan di Indonesia

Kelas Jalan	Kecepatan (km/jam)
I	120
II	110
III	100
IV	90
V	80

Sumber : *Perencanaan Konstruksi Jalan Rel, 1986*

2. Kecepatan operasi, adalah kecepatan rerata kereta api pada petak jalan tertentu. Kecepatan operasi ini bergantung pada kondisi jalan rel dan kereta/kendaraan rel yang beroperasi diatas jalan rel yang dimaksud.
3. Kecepatan komersil, merupakan kecepatan rata-rata kereta api sebagai hasil pembagian jarak tempuh dengan waktu tempuh.

I. Daya Angkut Lintas Kereta Api

Daya angkut lintas adalah jumlah angkutan anggapan yang melewati suatu lintas dalam jangka waktu satu tahun. Daya angkut lintas mencerminkan jenis serta jumlah total dan kecepatan kereta api yang lewat dilintasan bersangkutan, dengan satuan ton/tahun

Menurut buku Perencanaan Perkeretaapian karangan Soedjono Kramadibrata, Peningkatan daya angkut pada lintas utama meliputi, yaitu :

1. Peningkatan dan perluasan prasarana, memperkecil jumlah tikungan atau memperbesar radius lengkungan.
2. Peningkatan metode operasi.
3. Penambahan dan mempertinggi frekuensi untuk mampu mempertinggi kapasitas angkutnya.

Tonase angkut lintas banyak tergantung dari :

1. Kapasitas lintas.
2. Besar tekanan gandar yang mampu dipikul.
3. Banyaknya rangkaian.
4. Jumlah gandar setiap satuan lokomotif, kereta dan gerbong.

Pada satu operasi tertentu, tonase angkut lintas tersebut dapat ditingkatkan dengan menaikkan kapasitas lintasnya. Daya angkut lintas dan keadaan serta karakteristik tanah pada satu lingkup lintas sangat menentukan teknologi sarana dan prasarana yang perlu direncanakan dan diterapkan pada sistem operasi tersebut.

Menurut *Permen no. PM 60 tahun 2012 tentang persyaratan teknis jalan KA*, Klasifikasi kelas jalan rel dapat dilihat pada table di bawah.

Tabel 2. Lebar jalan rel 1067 mm

Kelas Jalan	Kapasitas Angkut Lintas (10⁶ ton/tahun)	Kecepatan Maksimum (km/jam)	Beban Gandar Maksimum (ton)	Tipe Rel
I	>20	120	18	R.60/R.54
II	10-20	110	18	R.54/R.50
III	5-10	100	18	R.54/R.50/R.42
IV	2,5-5	90	18	R.54/R.50/R.42
V	≤2,5	80	18	R.42

Sumber : Permen no. PM 60 tahun 2012

J. Konsep Pemilihan Moda

Ada beberapa perencanaan yang telah berkembang sampai saat ini, 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

K. Model Pemilihan Moda

Model pemilihan moda bertujuan untuk mengetahui proporsi yang akan menggunakan setiap moda transportasi (Tamin, 2000). 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.

Dalam pemilihan moda transportasi, kita dapat mendesain model pemilihan moda. Menurut Ortuzar & Willumsen (1997) 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*

L. Metode *Stated Preference*

Metode Stated Preference merupakan pendekatan untuk mengetahui bagaimana preferensi responden jika dihadapkan pada berbagai situasi hipotesis. Preferensi respon dapat dikuantifikasikan dengan cara sebagai berikut (*Ortuzar & Willumsen, 1997*) :

M. Pengimputan data *format Conditional logit model*.

Conditional logit model merupakan model yang digunakan untuk data ini karena model ini bisa *me-running* sekaligus Atribut dan Karakteristik responden, sehingga hanya satu kali set data bisa menghasilkan signifikansi untuk atribut dan karakteristik responden, Pengimputan data format *Conditional Logit model* dilakukan dengan memanjang kebawah, contoh misalnya jika alternative yang ditinjau sejumlah 2 alternatif, maka setiap responden masing masing memiliki 2 data dengan menuliskan angka 1 untuk alternative yang dipilih dan angka 0 untuk yang tidak dipilih.

N. Metode Penarikan Sampel

Untuk menghitung secara matematis besarnya sampel dari suatu populasi yang terdapat pada suatu kawasan dapat digunakan rumus Slovin sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Dimana :

n = Prakiraan besar sampel

N = Prakiraan besar populasi

e = Batas toleransi kesalahan (error tolerance)

O. Perangkat Lunak STATA

STATA adalah salah satu perangkat lunak computer untuk mengolah dan menganalisis data (Anonim, 2008). *STATA* merupakan program statistik dengan fungsi statistik dan ekonometrik yang relatif lengkap dibandingkan *software* statistik lainnya. Selain dapat digunakan untuk data yang panel dan *times series*, *STATA* mampu mengolah data dengan jumlah variabel yang cukup banyak atau dengan jumlah observasi yang besar, seperti data sensus penduduk. *STATA* juga mampu mengolah data yang membutuhkan tingkat akurasi tinggi, seperti analisis ekonometrik. Kelebihan *STATA* selain kemampuan analisisnya adalah tersedia *online help* untuk mencari keterangan tentang syntax yang dibutuhkan untuk sebuah analisis ekonometrik, oleh karena itu perintah pada *STATA* dapat ditambah sesuai dengan penemuan perintah terbaru.

Salah satu kelemahan *STATA* (yang dirasakan oleh pemula) dibandingkan dengan *SPSS* dalam pengolahan data adalah perintah atau *command*-nya harus diketik dan dijalankan satu per satu, dibandingkan dengan *SPSS* yang perintahnya tinggal mengklik menunya saja.