

**PERENCANAAN JARINGAN DAN SIMPUL KERETA API
KOMUTER MAMMINASATA
(PENDEKATAN GEOSPASIAL PERGERAKAN
TRANSPORTASI PERKOTAAN)**

*THE PLANNING OF THE NETWORK AND NODE OF
MAMMINASATA COMMUTER TRAIN
(URBAN TRANSPORT MOVEMENT GEOSPATIAL
APPROACHES)*

WINDRA PRIATNA HUMANG



PROGRAM PASCASARJANA

**UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2012**

**PERENCANAAN JARINGAN DAN SIMPUL KERETA
API
KOMUTER MAMMINASATA
(PENDEKATAN GEOSPASIAL PERGERAKAN TRANSPORTASI
PERKOTAAN)**

*THE PLANNING OF THE NETWORK AND NODE OF
MAMMINASATA COMMUTER TRAIN
(URBAN TRANSPORT MOVEMENT GEOSPATIAL
APPROACHES)*

WINDRA PRIATNA HUMANG



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2012
PERENCANAAN JARINGAN DAN SIMPUL KERETA
API KOMUTER MAMMINASATA
(PENDEKATAN GEOSPASIAL PERGERAKAN
TRANSPORTASI PERKOTAAN)**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar

Magister

Program Studi
Teknik Perencanaan Transportasi

Disusun dan diajukan oleh:

WINDRA PRIATNA HUMANG

Kepada

**PROGRAM MAGISTER TRANSPORTASI
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2012**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN JARINGAN DAN SIMPUL KERETA
API KOMUTER MAMMINASATA
(PENDEKATAN GEOSPASIAL PERGERAKAN
TRANSPORTASSI PERKOTAAN)**

Disusun dan diajukan oleh :

**WINDRA PRIATNA HUMANG
P2900210008**

Menyetujui
Komisi Penasihat,

**Prof. Dr. -Ing. M. Yamin
Jinca, MStr
Ketua**

**Prof. Dr. Ir. H. M. Ramli Rahim,
M.Eng
Anggota**

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Perencanaan Transportasi

Prof. Dr.-Ing M Yamin Jinca, MStr
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Windra Priatna Humang

Nomor Mahasiswa : P2900210008

Program Studi : Teknik Perencanaan
Transportasi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Maret 2012

Yang menyatakan,

Windra Priatna Humang

PRAKATA

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas terselesaikannya tesis dengan judul **”Perencanaan Jaringan dan Simpul Kereta Api Komuter Mamminasata (Pendekatan Geospasial Pergerakan Transportasi Perkotaan)”**.

Penulis menyadari bahwa tesis ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang besar kepada:

1. Prof. Dr.dr. Idrus A. Paturusi, Sp.B, Sp.BO selaku Rektor Universitas Hasanuddin Makassar.
2. Prof. Dr. Ir. Mursalim, M.Sc selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.
3. Prof. Dr. Ing. M. Yamin Jinca, MSTr selaku Ketua Program Studi Transportasi Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar, sekaligus Ketua Penasehat yang banyak membantu serta memberikan saran-saran dan bimbingan sehingga tesis ini dapat diselesaikan.
4. Prof. Dr. Ir. H. M. Ramli Rahim, M.Eng selaku anggota komisi penasehat dengan penuh kesabaran memberikan dorongan, bimbingan dan masukan yang sangat berarti bagi penulis .

5. Prof. Dr. Ir. Shirly Wunas, DEA, Prof. Dr. Ir. Abrar Saleng, SH.,MH dan Dr. Ir. Ria Wikantari, M.Arch selaku tim penguji yang telah banyak memberikan masukan dan saran yang sangat berarti untuk penyempurnaan tesis ini.
6. Seluruh Dosen pengajar Program Magister Teknik Perencanaan Transportasi Unhas yang telah membimbing dan memberikan bekal berupa penambahan wawasan serta ilmu pengetahuan.
7. Ayahanda Humang, SPd., M.MPd. dan Ibunda Ratnah SPd., M.MPd atas segala kasih sayang dan dukungan moril maupun materil selama ini. Ini adalah persembahan kecil yang kedua dari anakmu. Saudaraku Reski Ihsan Humang dan Fadhilah Nur Ihsani Humang atas dukungannya. Seluruh keluarga tercinta Budiman, SE dan Dra. A. Hayati Bate. serta Ambo Rappe, SE, MSi dan Dra. A. Marlina Bate, atas bantuan dorongan dan masukan selama ini.
8. Kepada kanda dan sahabat, Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Perencanaan Transportasi Universitas Hasanuddin Angkatan 2010 Kelas Reguler dan Puspitek PU yang bersama-sama telah melewati masa kuliah dikampus tercinta.
9. Sahabat dan kawan seperjuangan "*Lakalaka Studio*" Zulqadri 'Ai' Ansar, Gafar Lakatupa, Rimba 'Jack' Arief, Aryanto 'Bintang', Syamsul Fajar, Ahmad 'Ase' Setiawan.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan secara tertulis dan telah membantu terlaksananya penyusunan tesis.

Menyadari tesis ini masih jauh dari sempurna dan banyak kekurangan, maka dengan tangan terbuka penulis menerima segala kritikan dan saran demi kesempurnaan tesis ini, dan semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Makassar, Maret 2012

Windra Priatna Humang

ABSTRAK

Windra Priatna Humang. *Perencanaan Jaringan dan Simpul Kereta Api Komuter Mamminasata, Pendekatan Geospasial Pergerakan Transportasi Perkotaan.* (dibimbing oleh **M. Yamin Jinca** dan **M. Ramli Rahim**)

Tujuan dari perencanaan ini adalah menentukan jalur/rute dan simpul kereta api komuter Mamminasata.

Analisis yang digunakan untuk menentukan jaringan dan simpul kereta api komuter Mamminasata antara lain (1) Analisis pertumbuhan penduduk dan perkembangan wilayah Mamminasata, (2) analisis pergerakan penduduk, (3) Analisis kesesuaian lahan untuk jalur kereta api komuter, (4) Analisis *proximity*, dengan *feeder*, (5) Analisis spasial untuk menentukan simpul potensial dan (6) Analisis Hierarki Proses untuk menentukan simpul utama.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada 4 rute yang harus dirancang, yaitu Rute I (*Loop Line*), Rute II Maros-Makassar, Rute III Takalar-Gowa-Makassar, Rute IV Takalar-Makassar. Simpul potensial yang didapatkan sebanyak 15 titik yang terdiri dari 7 simpul utama yaitu Turikale, Kampus Unhas, Pelabuhan Soekarno Hatta, Mariso, Mallengkeri, Patalasssang, dan Bonto Kassi. ada 8 simpul penghubung yaitu Bandara, Sinrijala, Antang, Samata, Sungguminasa, Tanjung Bunga, Bonto Lebang dan Kalebajeng.

Kata kunci: komuter, Mamminasata, kereta api

ABSTRACT

Windra Priatna Humang. *The Planning of The Network And Node of Mamminasata Commuter Train, Urban Transport Movement Geospatial Approaches.* (Supervised by **M. Yamin Jinca** and **M. Ramli Rahim**)

The purpose of this planning is to determine the path/route and node of Mamminasata commuter train.

The analyses used in determining the network and node were: (1) the Analysis of population growth and the Mamminasata area development; (2) the analysis of the population movement; (3) the analysis of the suitability of the land for commuter rail lines; (4) the analysis of proximity, with feeder; (5) spatial analysis to determine potential nodes; and 6) the analysis of hierarchy process to determine the main node.

The analysis reveals four routes: Route I (Loop Line); Route II Maros-Makassar; Route III Takalar-Gowa-Makassar; Route IV (Takalar-Makassar). There were 15 point of potential nodes, including 7 main nodes (Turikale, Unhas campus, Soekarno-Hatta port, Mariso, Mallengkeri, Patalasssang, and Bonto Kassi), and 8 connecting notes (Airport, Sinrijala, Antang, Samata, Sungguminasa, Tanjung Bunga, Bonto Lebang and Kalebajeng).

Keywords: commuter, Mamminasata, train

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN TESIS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Permasalahan	4
C. Tujuan Perencanaan	5
D. Manfaat Perencanaan	5
E. Lingkup Perencanaan	5
F. Sistematika Penulisan	8

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

10	
A. Sistem Transportasi	
10	
B. Tata Ruang dan Transportasi	12
C. Perencanaan Transportasi	13
1. Bangkitan Pergerakan	14
2. Distribusi Pergerakan	16
3. Pemilihan Moda	17
4. Pemilihan Rute	18
D. Transportasi Kereta Api	20
1. Jalur Kereta Api, Struktur dan Jenis Jalan Rel	20
2. Stasiun	27
3. Lokomotif dan Gerbong	31
4. Karakteristik Lalu Lintas Kereta Api	32
E. Kereta Api Komuter	34
1. Ciri-ciri Pelayanan Kereta Api Komuter	34
2. Karakteristik Pengguna Kereta Komuter	35
F. <i>GIS (geographic information system)</i> dan Transportasi	38
1. <i>GIS</i> Sebagai <i>Tools</i> Dalam Studi Transportasi	38
2. <i>GIS</i> Dalam Penentuan Jaringan Kereta Api	39
G. <i>AHP</i> Dalam Menentukan Lokasi Stasiun	43
H. Penelitian Terkait	47

I. Kerangka Konsep	48
BAB III METODE PERENCANAAN	50
A. Pendekatan Perencanaan	50
B. Lokasi dan Waktu Perencanaan	51
C. Jenis, Sumber dan Teknik Pengumpulan Data	52
D. Teknik Sampling	55
E. Teknik Analisis Data	57
F. Definisi Operasional	64
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	68
A. Gambaran Umum Wilayah Perencanaan	68
1. Letak Geografis dan Kondisi Wilayah Mamminasata	68
2. Demografi	70
3. Kondisi Geomorfologi Wilayah Mamminasata	72
4. Kondisi Penggunaan Lahan	76
5. Lokasi Bangkitan dan Tarikan Pergerakan	79
6. Kondisi Jaringan Transportasi Wilayah Mamminasata	80
7. Tinjauan Pengembangan Transportasi dan Tata Ruang Wilayah Mamminasata	87
B. Penentuan Jalur Kereta Api Komuter	93
1. Analisis Pertumbuhan Penduduk dan Perkembangan Wilayah Mamminasata	93
2. Analisis Pergerakan Penduduk	101
3. Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Jalur Kereta Api	118

4. Analisis <i>Proximity</i> dengan Jaringan <i>Feeder</i>	125
5. Menentukan Jalur Kereta Api Komuter	130
C. Penentuan Lokasi Simpul/Stasiun Kereta Api Komuter	138
1. Analisis Spasial Lokasi Simpul Potensial	138
2. Analisis Hirarki Proses (AHP) Untuk Menentukan Simpul Utama Setiap Rute Kereta Api Komuter	150
BAB V PENUTUP	164
A. Kesimpulan	164
B. Saran	165
DAFTAR PUSTAKA	
166	

DAFTAR TABEL

nomor		halaman
1.	Bentuk umum dari matriks asal tujuan	17
2.	(MAT)	21
3.	Lingkup jalur kereta api	27
4.	Jenis rel menurut kelas jalan rel	27
5.	Stasiun kereta api	28
6.	Klasifikasi stasiun	40
7.	Klasifikasi kelas tanah	41
8.	Klasifikasi kelas lereng	41
9.	Nilai CP dan peringkat untuk setiap kelas	45
10.	penutupan lahan	45
11.	Matriks perbandingan berpasangan	58
12.	Definisi nilai perbandingan	59
13.	Matriks asal tujuan (MAT) pergerakan	62
14.	Kriteria faktor dan bobot variabel data GIS	70
15.	Kriteria dalam penentuan lokasi stasiun	75
16.	kereta api komuter	78
17.	Jumlah penduduk wilayah Mamminasata	79
18.	Sungai-sungai besar di wilayah	80
19.	Mamminasata	81

20.	Tata guna lahan di wilayah Mamminasata	84
21.	Jumlah fasilitas di Mamminasata	
	Kondisi jalan di wilayah Mamminasata	86
22.	Panjang jalan di Mamminasagta menurut	90
23.	klasifikasinya	95
24.	Jumlah penerbangan di Bandara Sultan	103
25.	Hasanuddin	106
26.	Tingkat kedatangan kapal dan penumpang	
	di Pelabuhan Soekarno Hatta	108
27.	Rencana jalur monorel	
	Proyeksi pertumbuhan penduduk wilayah	109
28.	Mamminasata	113
29.	Jumlah arus kendaraan yang melintasi jalur	114
30.	utama Mamminasata	133
31.	Matriks asal tujuan pergerakan orang	139
32.	berdasarkan sampel	142
33.	MAT pergerakan orang di Mamminasata	145
34.	berdasarkan populasi penduduk tahun	148
	2011	
	Proyeksi MAT pergerakan orang di	
	Mamminasata berdasarkan populasi	
	penduduk tahun 2030	
	Jumlah kendaraan yang bergerak di jalan	

utama Mamminasata

Nilai V/C ratio jalan utama Mamminasata

Karakteristik masing-masing alternatif rute

Kemudahan pencapaian simpul rute I

Kemudahan pencapaian simpul rute II

Kemudahan pencapaian simpul rute III

Kemudahan pencapaian simpul rute IV

DAFTAR GAMBAR

nomor		
halaman		
1.	Sistem transportasi	10
2.	Model dasar sistem transportasi	11
3.	Model perencanaan transportasi empat	14
4.	tahap (MPTET)	
	Ilustrasi batasan jalur kereta api (UU No. 23	24
5.	Tahun 2007 tentang perkeretaapian)	24
6.	Struktur jalan rel	49
7.	Kerangka konsep	51
8.	Peta lokasi perencanaan	56
9.	Proporsi sampel tiap wilayah	60
10.	Proses penentuan kesesuaian lahan	63
11.	kereta api	69
12.	Alur analisis	71
13.	Peta letak geografis wilayah mamminasata	72
14.	Grafik piramida jumlah penduduk	
	berdasarkan umur	76
15.	Kepadatan penduduk perkecamatan	82
16.	Curah Hujan Rata-rata Bulanan Selama 10 Tahun	85
17.	Terakhir (1998–2007)	88

18.	Angkutan umum yang beroperasi di Mamminasata	89
19.	Angkutan umum yang beroperasi di bandar	91
20.	udara	91
21.	Rencana rute jalur busway di Kota	92
22.	Makassar	96
23.	Rencana jaringan kereta api regional	97
24.	Ilustrasi jalur multi moda	98
25.	Ilustrasi simpul multi moda	
	Rencana tata ruang dan proyek usulan	100
26.	wilayah Mamminasata	111
27.	Trend perkembangan penduduk di wilayah	115
28.	Mamminasata	116
29.	Kepadatan penduduk perkecamatan tahun	117
30.	2010	117
31.	Kepadatan penduduk perkecamatan tahun	118
32.	2030	120
33.	Pola kecenderungan pertumbuhan	122
34.	penduduk Mamminasata kaitannya dengan	124
35.	pola struktur ruang	126
36.	Garis keinginan pergerakan penduduk	129
37.	wilayah Mamminasata	
	Diagram menurut lokasi tujuan perjalanan	134
38.	Diagram menurut jenis pekerjaan	137

39.	Diagram menurut tujuan perjalanan	141
40.	Diagram keinginan menggunakan angkutan	143
41.	massal	147
42.	Diagram jenis angkutan massal yang	149
43.	diinginkan	153
44.	Peta kelas land cover wilayah	154
45.	Mamminasata	155
46.	Peta kelas jenis tanah wilayah	156
47.	Mamminasata	157
48.	Peta kelas kemiringan lereng wilayah	158
49.	Mamminasata	159
50.	Peta kesesuaian lahan untuk jalur kereta	159
51.	api komuter	160
52.	<i>Analisis proximity</i> dengan jaringan <i>feeder</i>	161
53.	Peta rencana alternatif jaringan kereta api komuter	163

Mamminasata

Peta rencana jaringan kereta api komuter

Mamminasata

Lokasi simpul potensial rute I (*Loop Line*)

Lokasi simpul potensial rute Maros-

Makassar

Lokasi simpul potensial rute Takalar-Gowa-

Makassar

Lokasi simpul potensial rute Takalar-

Makassar

Skema hierarki AHP dalam menentukan simpul utama

Matriks perbandingan kriteria

Grafik *performance sensitivity* rute I

Nilai *expert* terhadap simpul rute I

Grafik *performance sensitivity* rute II

Nilai *expert* terhadap simpul rute II

Grafik *performance sensitivity* rute III

Nilai *expert* terhadap simpul rute III

Grafik *performance sensitivity* rute IV

Nilai *expert* terhadap simpul rute IV

Peta rencana simpul kereta api komuter

Mamminasata

DAFTAR LAMPIRAN

nomor
halaman

1.	Kuisisioner asal tujuan pergerakan orang di	170
2.	wilayah Mamminasata	172
	Kuisisioner pembobotan kriteria dan lokasi	
	stasiun kereta api komuter Mamminasata	

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/singkatan	Arti dan Keterangan
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
BPS	Badan Pusat Statistik
BTP	Bumi Tamalanrea Permai
CBD	Central Bisnis District
CPI	Center Point of Indonesia
dpl	Diatas permukaan laut
GIS	<i>Geography Information System</i>
GM	<i>Geometric Mean</i>
JICA	<i>Japan International Cooperation Agency</i>
KA	Kereta Api
KIWA	Kawasan Industri Gowa
KITA	Kawasan Industri Takalar
KIROS	Kawasan Industri Maros
KIMA	Kawasan Industri Makassar
KIMAMA	Kawasan Industri Makassar Maros
KTI	Kawasan Timur Indonesia
Km	Kilometer
Km ²	Kilometer per segi
Mamminasata	Makassar, Maros, Sungguminasa dan Takalar
MAT	Matriks Asal Tujuan

Lambang/singkatan	Arti dan Keterangan
MPTET	Model Perencanaan Transportasi Empo
Mentan	Tahap
MTC	Menteri Pertanian
m	<i>Makassar Trade Center</i>
m ²	Meter
mm	Meter persegi
NPTS	Milimeter
Perpres	<i>Nationwide Personal Transportation Survey</i>
PP	Peraturan Presiden
Permen	Peraturan Pemerintah
PU	Peraturan Menteri
Pemda	Pekerjaan Umum
Ranperpres	Pemerintah Daerah
RTRW	Rancangan Peraturan Presiden
Rp.	Rencana Tata Ruang Wilayah
RSU	Rupiah
Unhas	Rumah Sakit Umum
UU	Universitas Hasanuddin
%	Undang-undang Persen

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peningkatan perekonomian Indonesia yang terus berkembang memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap pertumbuhan aktifitas masyarakat pada kawasan perkotaan. Dengan adanya pertumbuhan aktifitas tersebut, akan muncul permintaan (*demand*) transportasi yang tinggi. Dimana akan terjadi suatu pergerakan manusia dan barang dalam rangka pembangunan diberbagai sektor. Disisi lain, ketersediaan sarana dan prasarana transportasi di Indonesia masih belum memadai dilihat dari kuantitas dan kualitasnya.

Secara umum permasalahan yang amat kompleks dihadapi oleh transportasi perkotaan di Indonesia selalu ditandai oleh kemacetan lalu lintas yang tidak terkendali yang merupakan *resultante* dari interaksi dan kombinasi dari banyak aspek hidup dan kehidupan suatu kota. Transportasi kota yang secara fisik terlihat dalam bentuk lalu lintas

kendaraan dan orang yang amat semrawut merupakan konsekuensi logis dari pembangunan ekonomi Indonesia dalam kaitannya dengan upaya peningkatan pertumbuhan dan percepatan kesejahteraan masyarakat.

Seperti halnya kota lain di Indonesia, Kota Metropolitan Mamminasata (Makassar, Maros, Sungguminasa dan Takalar) yang menjadi pusat dari koridor pembangunan di Sulawesi Selatan dan Kawasan Timur Indonesia (KTI) mengalami permasalahan yang transportasi yang serius. Mamminasata sebagai salah satu kota metropolitan dengan jumlah penduduk lebih dari 2,4 juta telah mengalami peningkatan pergerakan secara tidak proporsional. Pergerakan tersebut disebabkan oleh pertumbuhan kegiatan di Kota Makassar yang mengakibatkan kecenderungan masyarakat disekitarnya (Maros, Sungguminasa dan Takalar) melakukan perjalanan menuju tempat tujuan kegiatan di Makassar baik itu berupa kegiatan bekerja, sekolah, rekreasi, belanja dan lain-lain.

Disisi lain sistem transportasi di Kota Makassar dan wilayah sekitarnya yang didominasi oleh angkutan umum (pete-pete) dinilai tidak efektif dan efisien. Hal tersebut disebabkan oleh terjadi tumpang tindih trayek, kapasitas layanan jalan mendukung sistem pergerakan, kurang terjaminnya keselamatan, kenyamanan dan ketepatan waktu perjalanan, rendahnya aksesibilitas dan kurang optimalnya pelayanan angkutan umum. Sehingga jaringan jalan darat memikul sebagian besar beban pergerakan orang dan barang di seluruh wilayah Mamminasata.

Pada tahun 2009 tercatat sekitar 553.035 unit kendaraan yang beredar di Kota Makassar dan terjadi peningkatan sekitar 150.000 kendaraan pertahun. Dari angka tersebut sebesar 360.122 unit adalah kendaraan roda dua (BPS Kota Makassar). Saat ini telah terjadi penurunan tingkat pelayanan jalan dengan (V/C ratio) dari 0,36 sampai 0,83 atau kondisi yang sangat berpotensi terjadinya tundaan atau kemacetan. Dan diprediksi pada tahun 2020 tingkat pelayanan jalan akan mencapai tingkat pelayanan F dimana arah arus terhambat, macet, terjadi antrian panjang dan volume lalu lintas turun drastis.

Akibatnya umur pelayanan jalan mengalami penurunan lebih awal yang berdampak pada biaya penggunaan jalan (*Road User Costs*) meningkat secara eksponensial dari waktu ke waktu yang terutama disebabkan oleh makin lamanya waktu perjalanan, makin parahnyanya kemacetan, makin borosnya pemakaian bahan bakar kendaraan dan makin cepatnya kerusakan kendaraan. Dilain pihak ruang jalan dan kapasitas wilayah kota tidak mengalami penambahan secara signifikan. Daya dukung wilayah makin berkurang dan infrastruktur transportasi yang ada sudah tidak dapat lagi menahan beban pergerakan penduduk dan kendaraan yang ekstra padat.

Melihat kondisi tersebut, pemerintah Sulawesi Selatan berupaya mengatasi permasalahan dibidang transportasi guna meningkatkan kegiatan pergerakan orang dan barang dengan merencanakan kereta api regional yang akan menghubungkan simpul-simpul di setiap kabupaten

kota yang dilewati jalur kereta api regional termasuk kabupaten kota yang tercakup dalam wilayah Mamminasata. Selain itu, di Kota Makassar telah dilakukan beberapa perencanaan kaitannya dengan transportasi massal antara lain busway yang menghubungkan beberapa koridor di Kota Makassar dan monorail yang menghubungkan beberapa lokasi di kawasan Mamminasata. Namun perencanaan tersebut dinilai belum mampu mengakomodir secara maksimal pergerakan penduduk antar wilayah Mamminasata.

Olehnya itu guna membatasi beban koridor jaringan jalan di Mamminasata, diperlukan penggunaan moda transportasi massal yang dapat mengatasi permasalahan peningkatan pergerakan orang. Salah satu alternatif angkutan massal lain yang juga dapat dikembangkan adalah moda kereta api komuter yang nantinya diharapkan dapat terintegrasi dengan jaringan transportasi lain seperti kereta api regional, busway dan monorail. Jika dibandingkan dengan moda transportasi lain kereta api lebih efektif dari segi waktu, jumlah muatan yang lebih besar, pemakaian energi yang lebih hemat dan kebutuhan lahan yang sedikit. Sehingga, penerapan sistem transportasi kereta api diharapkan dapat menjadi solusi dalam upaya mengalihkan penggunaan moda transportasi jalan raya menjadi moda transportasi rel.

B. Rumusan Permasalahan

Dari latar belakang permasalahan yang diungkap di atas, maka yang menjadi fokus permasalahan dalam perencanaan ini adalah:

1. Bagaimana rute/jalur kereta api komuter Mamminasata?
2. Bagaimana lokasi simpul/stasiun kereta api komuter Mamminasata?

C. Tujuan Perencanaan

Adapun tujuan dari perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan rute/jalur kereta api komuter Mamminasata.
2. Menentukan lokasi simpul/stasiun kereta api komuter Mamminasata.

D. Manfaat Perencanaan

Adapun manfaat dari perencanaan ini adalah:

1. Sebagai bahan masukan bagi pemerintah khususnya instansi yang terkait sebagai penentu kebijakan dalam bidang transportasi pada wilayah Mamminasata.
2. Sebagai bahan informasi lanjutan terhadap pembahasan selanjutnya kaitannya dengan perencanaan transportasi perkotaan di wilayah Mamminasata.

E. Lingkup Perencanaan

Ruang lingkup perencanaan ini adalah:

1. Wilayah perencanaan ini mencakup keseluruhan wilayah administrasi Mamminasata sesuai Peraturan Presiden No. 55 Tahun

2011 meliputi 46 wilayah kecamatan yaitu 14 kecamatan di Kota Makassar (Kec. Mariso, Kec. Mamajang, Kec. Tamalate, Kec. Rappocini, Kec. Panakkukang, Kec. Manggala, Kec. Ujung Pandang, Kec. Makassar, Kec. Bontoala, Kec. Wajo, Kec. Ujung Tanah, Kec. Tallo, Kec. Tamalanrea dan Kec. Biringkanaya). 12 kecamatan di Kabupaten Maros (Kec. Maros Baru, Kec. Turikale, Kec. Marusu, Kec. Mandai, Kec. Moncongloe, Kec. Bontoa, Kec. Lau, Kec. Tanralili, Kec. Tompobulu, Kec. Bantimurung, Kec. Simbang, dan Kec. Cenrana). 11 kecamatan di Kabupaten Gowa (Kec. Somba Opu, Kec. Bontomarannu, Kec. Pallangga, Kec. Bajeng, Kec. Bajeng Barat, Kec. Barombong, Kec. Manuju, Kec. Pattallassang, Kec. Parangloe, Kec. Bontonompo, dan Kec. Bontonompo Selatan) serta 9 kecamatan di Kabupaten Takalar (Kec. Mangarabombang, Kec. Mappakasunggu, Kec. Sanrobone, Kec. Polombangkeng Selatan, Kec. Pattallassang, Kec. Polombangkeng Utara, Kec. Galesong Selatan, Kec. Galesong, dan Kec. Galesong Utara)

2. Analisis yang digunakan adalah

a. Analisis pertumbuhan penduduk dan perkembangan wilayah Mamminasata

Digunakan untuk mengetahui kecenderungan pertumbuhan dan kepadatan penduduk di wilayah Mamminasata sebagai potensi *demand* pergerakan komuter. Selain itu pertumbuhan penduduk tersebut dikaitkan dengan kecenderungan perkembangan wilayah Mamminasata sebagai kawasan yang tumbuh dan berkembang

sebagai pusat kegiatan. Sehingga diketahui wilayah yang potensial untuk dilalui jalur kereta api komuter dengan tetap memperhatikan pola perkembangan wilayah.

b. Analisis pergerakan penduduk

Digunakan untuk mengetahui potensi pergerakan yang terjadi diantara kawasan Mamminasata. Analisis ini didasarkan pada identifikasi *origin and destination* pergerakan penduduk yang dilakukan dengan matriks asal tujuan (MAT), mengacu pada pendekatan terhadap pendapat responden (masyarakat) dalam menghadapi berbagai pilihan alternatif kondisi.

c. Analisis kesesuaian lahan untuk jalur kereta api komuter

Digunakan untuk mengetahui kesesuaian lahan yang baik digunakan untuk jalur/rute kereta api komuter Mamminasata, dengan mempertimbangkan aspek geomorfologi wilayah berupa kondisi *land use*, topografi, hidrologi, kemiringan lereng dan kondisi tanah. Yang kemudian di analisis dengan menggunakan *software Arc GIS (Geography Information System) versi 10*.

d. Analisis *proximity* (kedekatan) dengan jaringan *feeder*.

Digunakan untuk mengetahui seberapa besar kedekatan rencana jaringan kereta api komuter dengan jaringan transportasi pengumpan (*feeder*) seperti monorail, busway dan angkutan umum (pete-pete).

Sehingga dapat ditentukan jaringan yang dapat mengakomodir perpindahan moda, ketika penduduk akan melakukan pergerakan.

e. Analisis spasial untuk menentukan simpul potensial

Digunakan untuk mengetahui potensi simpul untuk setiap rute kereta api komuter. Potensi simpul tersebut didasarkan pada potensi *demand* (kepadatan penduduk), adanya jaringan *feeder*, dan faktor jarak antara simpul dengan bangkitan (permukiman).

f. Analisis Hierarki Proses (AHP) untuk menentukan simpul utama

Analisis ini didasarkan oleh hasil analisis spasial, hasil analisis spasial yang menemukan simpul potensial kemudian akan dieliminasi untuk mengetahui lokasi simpul yang paling ideal/utama dari setiap rute yang dilalui kereta api dengan pendekatan *Analytic Hierarchy Process (AHP)* yang menggunakan software *expert choice versi 11* dengan memperhatikan jarak ideal simpul, *land use*, jaringan *feeder* dan *demand* pergerakan tiap zona yang dilalui jalur kereta api.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan ini terdiri dari beberapa bagian meliputi:

Bagian Pertama menjelaskan kondisi latar belakang dari perkembangan transportasi di wilayah Mamminasata, rumusan masalah, tujuan, manfaat, lingkup perencanaan, serta sistematika penulisan.

Bagian kedua menjabarkan tentang tinjauan pustaka yang dapat mendukung dalam melakukan analisis antara lain tentang sistem transportasi, tata ruang dan transportasi, perencanaan transportasi, transportasi kereta api, kereta api komuter serta GIS dan transportasi.

Bagian ketiga menjelaskan mengenai pendekatan perencanaan, lokasi dan waktu perencanaan, jenis, sumber dan teknik pengumpulan data, teknik sampling, teknik analisis data serta definisi operasional.

Bagian Keempat menjelaskan tentang gambaran umum serta hasil analisis yang telah didapatkan dari pembahasan yang telah dilakukan.

Bagian Kelima merupakan kesimpulan dan saran terhadap hasil perencanaan yang telah dilakukan.

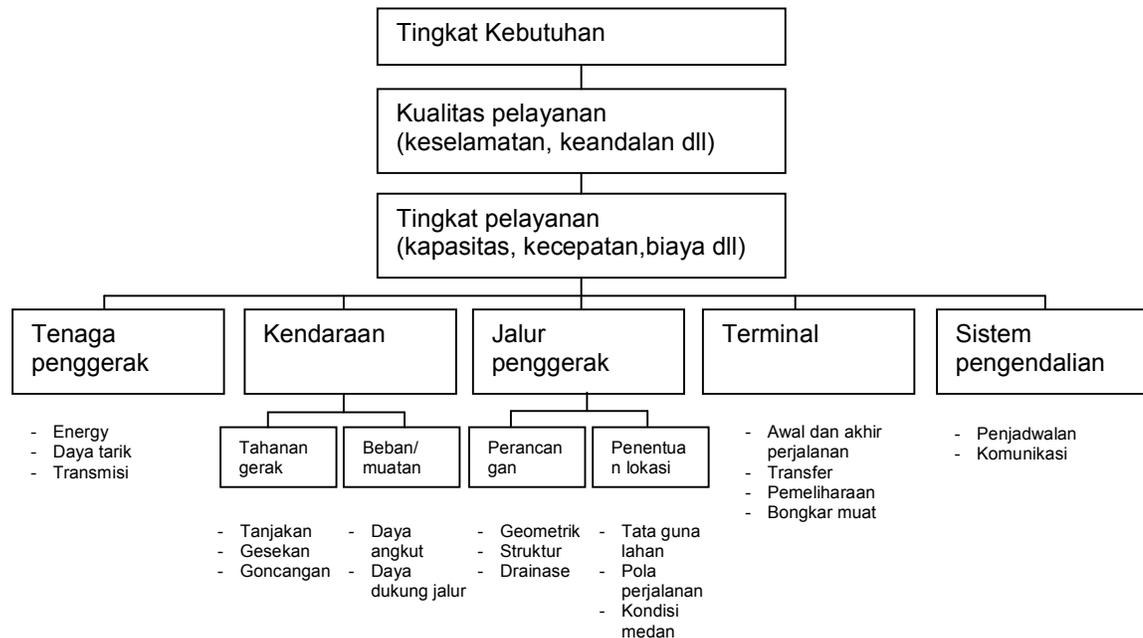
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Transportasi

Sistem transportasi terdiri atas berbagai element yang harus bekerjasama untuk menggerakkan sistem. Menurut Hay (1977) dalam Hendarto (2001), komponen pendukung sistem transportasi ini

diilustrasikan seperti pada gambar 1. Dalam hal ini terdapat 5 komponen dasar yang membentuk sistem tersebut yaitu sumber tenaga penggerak, kendaraan, jalur pergerakan, terminal dan sistem kendali operasi.

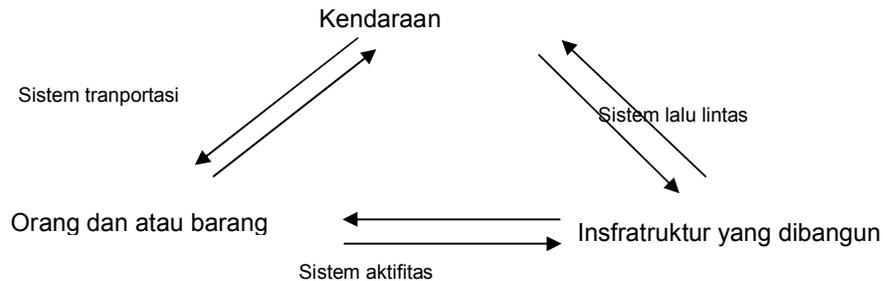


Gambar 1. Sistem Transportasi

Dengan menggabungkan beberapa komponen maka pada dasarnya pendukung sistem transportasi terbagi dalam 3 unsur yaitu sarana (sumber tenaga penggerak dan kendaraan), prasarana (jalur pergerakan dan titik simpul pergerakan/ terminal), serta sistem operasi dan pengendalian pergerakan.

Menurut Khisty dan Lall, (2003) bahwa model sederhana yang memperlihatkan interaksi antara 3 komponen utama yaitu 1). Orang atau barang yang membutuhkan transportasi, 2). Kendaraan yang digunakan

untuk mengangkut orang dan atau barang, 3). Infrastruktur yang terdiri atas macam-macam sarana seperti jalan dan terminal.



Gambar 2. Model Dasar Sistem Transportasi

Sistem aktifitas meliputi pergerakan orang dan barang antara dua atau lebih posisi ditinjau dari jaraknya terhadap infrastruktur. Sistem transportasi terdiri dari orang dan barang yang membutuhkan kendaraan untuk membawa mereka dari tempat yang satu ketempat yang lain. Setiap pergerakan adalah layanan transportasi. Dalam Sistem lalu lintas setiap pergerakan fisik aktual dari transportasi berlangsung dalam ruang dan waktu dengan mengasumsikan bahwa orang dan barang berbegak sama-sama dengan sarana transportasi (moda) disepanjang jaringan fisik.

Setiap kendaraan (atau sekelompok kendaraan yang secara fisik terhubung satu dengan yang lainnya) dapat dilihat sebagai satu unit lalu lintas, dan arus yang dihasilkan biasanya diukur sebagai jumlah kendaraan per satuan waktu pada segmen tertentu dari infrastruktur yang berarti menempati bagian tertentu dari infrastruktur tersebut dalam kurun waktu tertentu.

B. Tata Ruang Dan Transportasi

Kebijakan tata ruang sangat erat kaitannya dengan kebijakan transportasi. Ruang merupakan kegiatan yang "ditempatkan" diatas lahan kota, sedangkan transportasi merupakan sistem jaringan yang secara fisik menghubungkan satu ruang kegiatan dengan ruang kegiatan lainnya. Antara ruang kegiatan dan transportasi terjadi hubungan yang disebut siklus penggunaan ruang transportasi. Bila akses transportasi ke suatu ruang kegiatan diperbaiki, ruang kegiatan tersebut akan menjadi lebih menarik dan biasanya menjadi lebih berkembang (Tamin OZ., 2002;360).

Distribusi geografis antara tata ruang serta kapasitas dan lokasi dari fasilitas transportasi digabung bersama untuk mendapatkan volume dan pola arus lalu lintas. Volume dan arus lalu lintas pada jaringan transportasi akan mempunyai efek *feedback* atau timbal balik terhadap tata ruang yang baru dan perlunya peningkatan sarana prasarana transportasi.

Adapun keterkaitan dari kedua hal tersebut dapat digambarkan sebagai berikut (Tamin OZ., 2002):

1. Tata ruang menentukan lokasi kegiatan
2. Distribusi dalam ruang membutuhkan/menimbulkan interaksi spasial dalam sistem transportasi.
3. Distribusi prasarana dari sistem transportasi menciptakan tingkat keterhubungan spasial dari suatu lokasi.

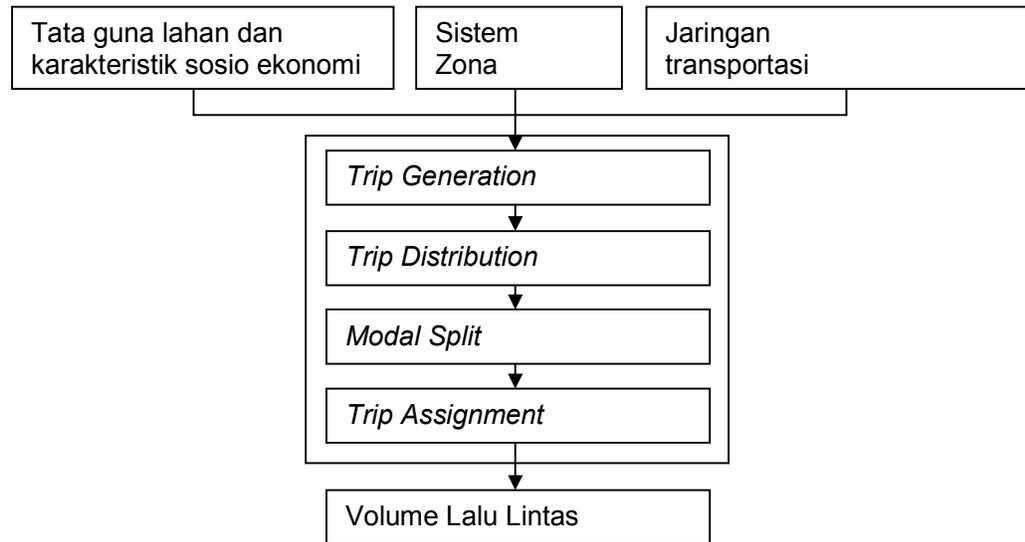
4. Distribusi aksesibilitas dalam ruang menentukan pemilihan lokasi yang menghasilkan perubahan dalam sistem ruang.

Dalam strategi pengembangan suatu bagian wilayah kota, konsep pusat pertumbuhan (sub-sub pusat kegiatan) perkotaan adalah hal penting agar konsentrasi pada bagian pusat kota tidak lagi menjadi bagian utama tujuan pergerakan. Untuk itu, pemerataan perkembangan perkotaan, pengembangan sub pusat kegiatan kota sering dilakukan dengan memberikan program peningkatan aksesibilitas antara kawasan pusat kota dengan sub pusatnya.

C. Perencanaan Transportasi

Merencanakan transportasi pada dasarnya adalah memperkirakan kebutuhan transportasi dimasa akan datang yang harus dikaitkan dengan masalah ekonomi, sosial dan lingkungan. Masalah teknis transportasi pada umumnya bertolak dari usaha menjamin bahwa sarana yang telah ada didayagunakan secara optimum dan ditujukan guna merancang dan membangun berbagai sarana baru. Sarana harus direncanakan untuk memenuhi kebutuhan lalu lintas yang sudah ada maupun yang akan ada diletakkan pada lokasi yang 'tepat' dalam daerah secara ekonomi harus dapat dipertanggungjawabkan.

Dalam perencanaan transportasi dikenal model perencanaan yang disebut model transportasi bertahap (*sequential transport demand model*) seperti yang diperlihatkan pada gambar 3. (Hendarto, 2009).



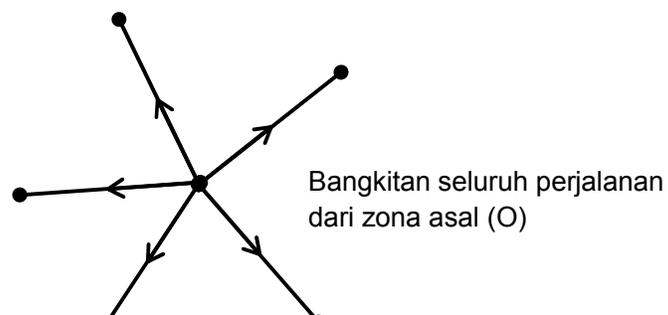
Gambar 3. Model perencanaan transportasi empat tahap (MPTET)

Model perencanaan empat tahap terdiri atas sub-sub model sebagai berikut

1. Bangkitan Pergerakan

Bangkitan perjalanan (*trip generation*) adalah suatu tahapan permodelan yang memperkirakan jumlah pergerakan yang berasal dari suatu zona/tata guna lahan dan beberapa jumlah pergerakan yang akan tertarik kepada suatu tata guna lahan atau zona. Menurut Bruton (1970) dalam Hendarto dkk (2001), faktor-faktor yang menyebabkan bangkitan perjalanan adalah

- a. Pola dan intensitas tata guna lahan dan perkembangannya
- b. Karakteristik sosio ekonomi populasi pelaku perjalanan
- c. Kondisi dan kapabilitas sistem transportasi yang tersedia.

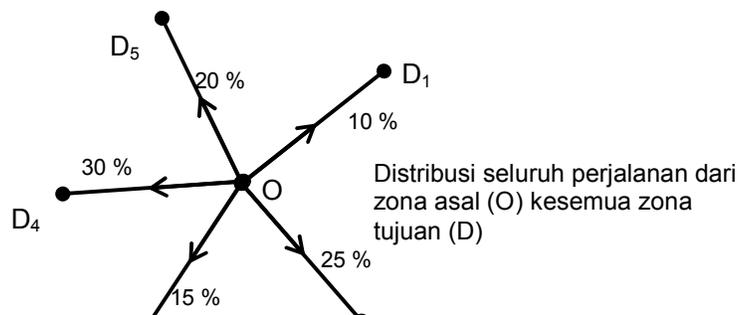


Sifat pergerakan sistem zona terdiri atas internal dan eksternal yang dikelompokkan menjadi:

- a. Pergerakan dalam zona (*intra zonal trip*) yaitu dari dan ke zona yang sama yang umumnya diabaikan (dianggap = 0)
- b. Pergerakan antar zona (*inter zonal trip*) yaitu pergerakan dari dan ke zona-zona internal.
- c. Pergerakan antar zona internal dan eksternal yaitu pergerakan ke luar/masuk wilayah studi
- d. Pergerakan antar zona eksternal yaitu pergerakan antar zona yang melewati wilayah studi yang lebih dikenal dengan *through traffic*.

2. Distribusi Pergerakan

Permodelan sebaran pergerakan dimaksudkan untuk menghitung besarnya perjalanan (orang, kendaraan, barang) diantara zona-zona asal tujuan. Dasar model sebaran pergerakan adalah bagaimana memprediksi penyebaran hasil perhitungan jumlah bangkitan dan tarikan perjalanan dari tahap sebelumnya. Hasil keluaran tahap model ini berupa Matriks Asal Tujuan (MAT) merupakan gambaran dari pola dan besarnya permintaan perjalanan.



MAT dapat digunakan untuk menggambarkan pola pergerakan didalam daerah kajian. MAT adalah matriks berdimensi dua yang setiap baris dan kolomnya menggambarkan zona asal dan tujuan di dalam daerah kajian (termasuk juga zona di luar daerah kajian), seperti terlihat pada tabel 1, sehingga setiap sel matriks berisi informasi pergerakan antar zona. Sel dari setiap baris i berisi informasi mengenai pergerakan yang berasal dari zona i tersebut ke setiap zona tujuan d , sel pada diagonal berisi informasi mengenai pergerakan intra zona ($i = d$), oleh karena itu:

T_{id} = Pergerakan dari zona asal i ke zona tujuan d

O_i = Jumlah pergerakan yang berasal dari zona asal i

D_d = Jumlah pergerakan yang menuju ke zona d

$\{T_{id}\}$ atau T = Total matriks

Tabel 1. Bentuk umum dari matriks asal tujuan (MAT)

Zona	1	2	3	...	N	O_i
1	T11	T12	T13	...	T1N	O1
2				...	T2N	O2
3				...	T3N	O3
.
.
.
N	TN1	TN2	TN3	...	TNN	ON
Dd	D1	D2	D3	...	DN	

T

Sumber: Tamin, O. Z., (2008)

3. Pemilihan Moda

Pemilihan moda bertujuan untuk mengetahui proporsi pelaku perjalanan (orang ataupun barang) yang akan menggunakan setiap moda transportasi yang ada di wilayah tersebut. Baik kendaraan pribadi, angkutan umum, maupun angkutan lainnya yang berbasis tidak beroperasi di jalan seperti kereta api, kapal laut, penyeberangan, angkutan sungai dan danau atau pesawat terbang.

Analisis penggunaan moda juga dilakukan pada analisis pembangkit perjalanan, dan yang paling lazim adalah setelah distribusi perjalanan, karena informasi tentang kemana perjalanan itu menuju akan memungkinkan hubungan penggunaan moda tersebut membandingkan alternatif pelayanan transportasi yang bersaing untuk para penggunanya. (*Khisty dan Lall., 2003*).

Tiga kategori besar faktor yang dipertimbangkan dalam penggunaan moda:

- a. Karakteristik yang melakukan perjalanan (misalnya, pendapatan keluarga, jumlah mobil yang tersedia, ukuran keluarga, densitas permukiman).
- b. Karakteristik perjalanan (misalnya, jarak perjalanan, jam berapa perjalanan itu dilakukan).

- c. Karakteristik sistem transportasinya (misalnya, waktu tumpangan, waktu yang berlebih).

4. Pemilihan Rute

Dalam proses pemilihan rute pergerakan antar dua zona untuk moda tertentu (yang didapat dari pemilihan moda) dibebankan ke rute tertentu yang terdiri atas ruas jaringan jalan tertentu (atau angkutan umum) sehingga akhirnya didapat jumlah pergerakan pada setiap ruas jalan.

Setiap pembebanan jalan/pemilihan rute disebabkan oleh beberapa faktor yang dianggap berpengaruh terhadap penentuan rute yang akan dilalui. Faktor penentunya adalah waktu tempuh, jarak dan biaya (biaya nilai waktu, biaya perjalanan dan biaya operasi kendaraan). Adapun alasan setiap pelaku perjalanan untuk memilih sebuah rute yang dapat digunakan untuk menghasilkan jenis model antara lain (Tamin, 2008):

- a. Pembebanan *all or nothing*

Pemakai jalan secara rasional akan memakai rute terpendek yang meminimumkan hambatan transportasi (jarak, waktu dan biaya). Semua lalu lintas asal tujuan menggunakan rute yang sama dengan anggapan bahwa pemakai jalan mengetahui rute tercepat tersebut. Dengan kata lain pemakai jalan mengetahui rute terpendek dan semuanya menggunakan rute tersebut dan tidak ada yang menggunakan rute lain.

b. Pembebanan banyak ruas

Diasumsikan pemakai jalan tidak mengetahui informasi yang tepat mengenai rute tercepat. Pengendara memilih rute yang dipikirkannya adalah rute tercepat, tetapi persepsi yang berbeda untuk setiap pemakai jalan akibatnya bermacam-macam rute akan dipilih antara dua zona tersebut.

c. Pembebanan berpeluang

Pemakai jalan menggunakan beberapa faktor rute dalam pemilihan rutanya dengan meminimumkan hambatan transportasi, contohnya faktor yang tidak dapat dikuantifikasi seperti rute yang aman dan rute yang panoramanya indah. Dalam hal ini pengendara memperhatikan faktor lain selain jarak, waktu dan biaya.

D. Transportasi Kereta Api

Di Indonesia, kereta rel lebih dikenal dengan kereta api. Sebutan ini muncul karena pada masa lalu bahan bakar yang digunakan adalah batu bara atau kayu yang pada saat berjalan, selain asap yang mengepul dari cerobong asap terbawa pula percikan api yang cukup banyak. Karena sudah menjadi nama, maka kereta rel disebut kereta api. Meskipun kereta api yang sekarang tidak lagi mengeluarkan api dari cerobong asapnya.

Untuk angkutan penumpang jalan rel dalam menentukan rute suatu pelayanan didasarkan pada kriteria antara lain (Hendarto, Sri dkk 2009) :

- a. ukuran pasar, diukur dengan jumlah populasi dari kota-kota yang akan dilalui rute dan total lalu lintas angkutan (apakah orang atau barang) antara dua kota pada rute tersebut.
- b. Karakteristik fisik, diukur dengan kilometer, kecepatan rata-rata kereta yang ditetapkan, waktu tempuh perjalanan, dan lalu lintas barangnya.
- c. Arus barang, diukur dengan penumpang kilometer per tahun, penumpang kilometer per kereta kilometer, dan jumlah kereta per minggu.

1. Jalur Kereta Api, Struktur dan Jenis Jalan Rel

Sesuai pasal 36 UU No.23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian disampaikan bahwa jalur kereta api meliputi ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api dan ruang pengawasan jalur kereta api selengkapnya pada tabel berikut

Tabel 2. Lingkup Jalur Kereta Api

No.	Jalur Kereta Api	Definisi
1.	Ruang Manfaat Jalur Kereta Api	<ul style="list-style-type: none"> • Ruang manfaat jalur kereta api terdiri dari jalan rel dan bidang tanah di kiri dan kanan jalan rel beserta ruang di kiri, kanan, atas, dan bawah yang digunakan untuk konstruksi jalan rel dan penempatan fasilitas operasi kereta api serta bangunan pelengkap lainnya (<i>Pasal 37 ayat 1</i>) • Jalan rel dapat berada pada permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan diatas permukaan tanah (<i>Pasal 37 ayat 2</i>) • Ruang manfaat jalur kereta api diperuntukkan bagi pengoperasian kereta api dan merupakan daerah yang tertutup untuk umum

No.	Jalur Kereta Api	Definisi
		<p data-bbox="727 321 862 346"><i>(Pasal 38)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="699 363 1344 1066">• Batas ruang manfaat jalur kereta api: <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="743 405 1344 1066">- Batas ruang manfaat jalur kereta api untuk jalan rel pada permukaan tanah diukur dari sisi terluar jalan rel beserta bidang tanah di kiri dan kanannya yang digunakan untuk konstruksi jalan rel termasuk bidang tanah untuk penempatan fasilitas operasi kereta api dan bangunan pelengkap lainnya. Batas ruang manfaat jalur kereta api untuk jalan rel pada permukaan tanah yang masuk terowongan diukur dari sisi terluar konstruksi terowongan. Batas ruang manfaat jalur kereta api untuk jalur kereta api untuk jalan rel pada permukaan tanah yang berada di jembatan diukur dari sisi terluar konstruksi jembatan <i>(Pasal 39 ayat 1,2 dan 3)</i> Yang dimaksud dengan “<i>lebar ruang manfaat jalur kereta api</i>” adalah ruang yang digunakan untuk konstruksi jalan rel dan fasilitas operasi sesuai dengan jenis jalurnya antara lain jalur tunggal, jalur ganda, jembatan dan terowongan <i>(Penjelasan Pasal 39 ayat 1)</i> <li data-bbox="743 1318 1344 1549">- Batas ruang manfaat jalur kereta api untuk jalan rel diatas permukaan tanah sebagaimana diukur dari sisi terluar dari konstruksi jalan rel atau sisi terluar yang digunakan untuk fasilitas operasi kereta api <i>(Pasal 41)</i> <li data-bbox="699 1560 1344 1665">• Penyelenggaraan prasarana perkeetaapian harus memasang tanda batas daerah manfaat jalur kereta api <i>(Pasal 47)</i>
2.	Ruang Milik Jalur Kereta Api	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="699 1675 1344 1866">• Ruang milik jalur kereta api adalah bidang tanah di kiri dan kanan ruang manfaat jalur kereta api yang digunakan untuk pengamanan konstruksi jalan rel. Ruang milik jalur kereta api di luar diluar ruang manfaat jalur kereta

No.	Jalur Kereta Api	Definisi
3.	Ruang Pengawasan Jalur Kereta Api	<p>api dapat digunakan untuk keperluan lain atas izin dari pemilik jalur dengan ketentuan tidak membahayakan konstruksi jalan rel dan fasilitas operasi kereta api (<i>Pasal 42 ayat 1 dan 2</i>). Batas ruang milik jalur kereta api merupakan ruang disisi kiri dan kanan ruang manfaat jalur kereta api yang <i>lebarnya paling rendah 6 meter (penjelasan Pasal 42 ayat 1)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Batas ruang milik jalur kereta api (<i>Pasal 42 ayat 1,2 dan 3</i>) <ul style="list-style-type: none"> - Batas ruang milik jalur kereta api untuk jalan rel yang terletak pada permukaan tanah diukur dari batas paling luar sisi kiri dan kanan ruang manfaat jalur kereta api. - Batas ruang milik jalur kereta api untuk jalan rel yang terletak dibawah permukaan tanah diukur dari batas paling luar sisi kiri dan kanan serta bagian atas dan bawah ruang manfaat jalur kereta api. - Batas ruang milik jalur kereta api untuk jalan rel yang terletak diatas permukaan tanah diukur dari batas paling luar sisi kiri dan kanan ruang manfaat jalur kereta api. • Ruang pengawasan jalur kereta api adalah bidang tanah atau bidang lain di kiri dan di kanan ruang milik jalur kereta api untuk pengamanan dan kelancaran operasi kereta api (<i>Pasal 44</i>) • Batas ruang pengawasan jalur kereta api untuk jalan rel yang terletak pada permukaan tanah diukur dari batas paling luar sisi kiri dan kanan daerah milik jalan kereta api (<i>Pasal 45</i>). Batas ruang pengawasan jalur kereta api merupakan ruang disisi kiri dan kanan ruang milik jalur kereta api yang <i>lebarnya paling rendah 9 (sembilan) meter (Penjelasan Pasal 45)</i> • Tanah yang terletak diruang milik jalur kereta api dan ruang manfaat jalur kereta api

No.	Jalur Kereta Api	Definisi
		disertifikatkan sesuai dengan peraturan perundang-undangan. Tanah di ruang pengawasan jalur kereta api dapat dimanfaatkan untuk kegiatan lain dengan ketentuan tidak membahayakan operasi kereta api. (<i>Pasal 46 ayat 1 dan 2</i>)

Sumber: UU No.23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian

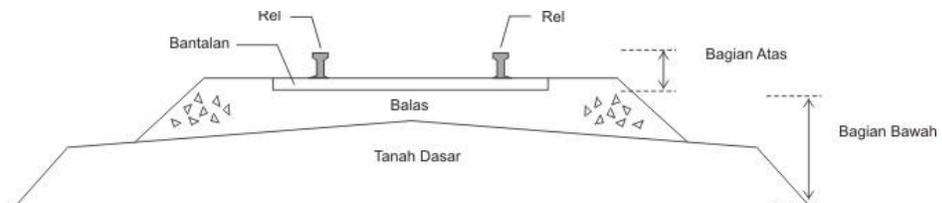
Dari tabel 2 sebelumnya diketahui bahwa batasan ruang manfaat jalur kereta api belum dijelaskan secara kuantitatif (lebar minimumnya) oleh sebab itu lebar ruang manfaat jalur kereta api disesuaikan dengan kebutuhan jalurnya apakah berupa jalur tunggal, jalur ganda, jembatan maupun terowongan.



Gambar 4. Ilustrasi Batasan Jalur Kereta Api (UU No. 23 Tahun 2007 tentang perkeretaapian)

Komponen-komponen struktur jalan rel dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu:

1. Struktur bagian atas, yaitu bagian lintasan. Terdiri atas rel, bantalan dan penambat rel.
2. Struktur bagian bawah, yaitu bagian fondasi. Terdiri atas balas dan tanah dasar.



Gambar 5. Struktur Jalan Rel

Menurut Utomo, SHT. (2009), Jalan rel dapat dikelompokkan menurut beberapa cara sesuai dengan kebutuhan dan sudut pandangnya, diantaranya ialah pengelompokkan sebagai berikut:

- a. Menurut Lebar Sepur

Lebar sepur (*Rail Gauge*) ialah jarak terpendek antara dua kepala rel, diukur dari sisi dalam kepala rel yang satu sampai sisi dalam kepala rel yang lainnya. Terdapat tiga kelompok lebar sepur antara lain:

- 1) Sepur standar (*standard gauge*), lebar sepurnya ialah 1435 mm atau 4 feet 8,5 inci.
- 2) Sepur lebar (*broad gauge*), lebar sepurnya lebih besar dari 1435 mm.
- 3) Sepur sempit (*narrow gauge*), lebar sepurnya kurang dari 1435 mm.

b. Menurut Kecepatan Maksimum yang Dijijinkan

Kecepatan (V) maksimum kereta api yang diijinkan sesuai kelas jalan rel adalah

- 1) Kelas I Kecepatan maksimum 120 km/jam
- 2) Kelas II Kecepatan maksimum 110 km/jam
- 3) Kelas III Kecepatan maksimum 100 km/jam
- 4) Kelas IV Kecepatan maksimum 90 km/jam
- 5) Kelas V Kecepatan maksimum 80 km/jam

c. Menurut Kelandaian

Pengelompokkan lintas jalan rel menurut kelandaian yang digunakan di Indonesia adalah

- 1) Lintas datar dengan kelandaian 0-10 ($^{\circ}/\infty$)
- 2) Lintas pegunungan dengan kelandaian 10-40 ($^{\circ}/\infty$)
- 3) Lintas dengan rel gerigi dengan kelandaian 40-80 ($^{\circ}/\infty$)

Sedangkan kelandaian jalan rel di emplasemen dibatasi 0-1,5 (‰).

Kelandaian ini dibatasi agar

1. Kereta api yang dalam keadaan berhenti di emplasemen tidak bergerak sendiri akibat beratnya, tiupan angin, dan dorongan-dorongan yang lain.
2. Lokomotif yang pada saat mulai berjalan memerlukan tenaga besar untuk melawan tahanan yang besar, tidak terbebani lagi dengan tenaga yang diperlukan untuk mengatasi tanjakan.

d. Menurut Jumlah Jalur

Jumlah jalur yang dimaksud adalah jumlah pada lintas bebas. Sesuai dengan jalur yang dimaksudkan diatas, pengelompokkannya adalah sebagai berikut:

- 1) Jalur tunggal (*single track*): jumlah jalur pada lintas bebas hanya satu dan digunakan untuk melayani arus kereta api dari dua arah.
- 2) Jalur ganda (*doeble track*): jumlah jalur pada lintas bebas dua buah; masing-masing jalur hanya digunakan untuk melayani arus kereta api dari satu arah saja.

Pada pengoperasian yang baik, kapasitas jalur ganda bahkan dapat mencapai lebih dari 2 kali kapasitas jalur tunggal, hal ini disebabkan karena dengan jalur ganda tidak terjadi persilangan kereta api yang berpapasan dilintas bebas.

e. Menurut Kelas Jalan Rel

Menurut kelas jalan rel dibagi 5 kelas dengan mempertimbangkan

kapasitas angkut lintas dalam ton per tahun.

Tabel 3 Jenis rel menurut kelas jalan rel

Kelas jalan rel	Kapasitas angkut lintas ($\times 10^6$) ton/tahun	Kecepatan maksimum (km/jam)	Beban gandar maksimum (ton)
I	> 20	120	18
II	10 – 20	110	18
III	5 – 10	100	18
IV	2,5 – 5	90	18
V	< 2,5	80	18

2. Stasiun

Sesuai dengan UU No.23 Tahun 2007 tentang perkeretaapian pada pasal 54-57 ditentukan fasilitas antara lain

Tabel 4. Stasiun kereta api

No.	Jalur Kereta api	Fasilitas
1.	Stasiun untuk keperluan naik turun penumpang	- Keselamatan - Keamanan - Kenyamanan - Naik turun penumpang - Penyandang cacat - Kesehatan - Fasilitas umum
2.	Stasiun untuk keperluan bongkar muat barang	- Keselamatan - Keamanan - Bongkar muat barang - Fasilitas umum

Sumber: UU No.23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian

Tipe stasiun kereta secara umum mempunyai fungsi untuk memberikan pelayanan dan pertukaran gerbong kereta dan biasanya mempunyai beberapa fasilitas pelayanan, untuk angkutan umum dan pribadi. Selain itu stasiun juga merupakan tempat bagi penumpang atau

barang untuk bertukar kereta atau moda. Jadi sebagai tempat berpindah ke jenis moda lain.

Tabel 5. Klasifikasi Stasiun

PP No. 56 Tahun 2009	Definisi
Pasal 86 ayat 1	Jenis Stasiun a. Stasiun penumpang; b. Stasiun barang; atau c. Stasiun operasi.
Pasal 86 ayat 2	Stasiun kereta api berfungsi sebagai tempat kereta api berangkat atau berhenti untuk melayani: a. Naik dan turun penumpang; b. Bongkar muat barang; dan/ atau c. Keperluan operasi kereta api.
Pasal 88 ayat 1	Stasiun penumpang terdiri atas: a. Emplasemen stasiun; dan b. Bangunan stasiun.
Pasal 99 ayat 2	Pengelompokan kelas stasiun kereta api dilakukan berdasarkan kriteria: a. Fasilitas operasi; b. Jumlah jalur; c. Fasilitas penunjang; d. Frekuensi lalulintas; e. Jumlah penumpang; dan f. Jumlah barang.

Sumber: PP No. 56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian

Kategori stasiun kereta api dibedakan atas fungsi, ukuran letak dan bentuknya yaitu

a. Stasiun Menurut Fungsi

Berdasarkan atas fungsinya stasiun dapat dibedakan atas:

- 1) Stasiun penumpang, yaitu tempat naik turunnya penumpang, memuat dan menurunkan barang yang dibawa penumpang
- 2) Stasiun barang, yaitu untuk bongkar muat barang-barang muatan

- 3) Stasiun langsir, yaitu tempat untuk menyusun rangkaian kereta api.

b. Stasiun Menurut Ukuran

Menurut ukurannya, stasiun dapat dibedakan atas:

- 1) Stasiun kecil; stasiun ini biasanya untuk pelayanan penumpang lokal, hanya untuk melayani naik turunnya penumpang saja tanpa pelayanan barang kiriman dan tanpa ada kesempatan kereta api bersilangan atau bersusulan.
- 2) Stasiun sedang; stasiun ini umumnya terdapat di kota kecil, terdapat fasilitas pelayanan angkutan penumpang jarak jauh. Stasiun sedang terdapat jalan rel yang jumlahnya relative lebih banyak dibandingkan dengan stasiun kecil
- 3) Stasiun besar; umumnya terdapat di kota besar. Semua kereta api berhenti di stasiun ini. melayani banyak kereta datang dan berangkat, sehingga diperlukan pula banyak jalan rel.

c. Stasiun Menurut Letak

Stasiun menurut letak dibagi atas empat jenis stasiun yaitu

- 1) Stasiun akhir, merupakan tempat mulai atau berakhirnya jalan rel
- 2) Stasiun antara, terletak pada jalan rel yang menerus
- 3) Stasiun pertemuan (*junction*), yaitu kombinasi dari stasiun akhir dan stasiun antara. Dapat juga dikatakan sebagai stasiun yang menghubungkan tiga jurusan.
- 4) Stasiun persilangan, terletak dipersilangan dua jalan rel.

d. Stasiun Menurut Bentuk

Terdapat empat bentuk stasiun, yaitu

- 1) Stasiun kepala atau stasiun siku-siku. Pada stasiun ini letak gedung utama siku-siku terhadap jalan rel yang berakhir di stasiun tersebut.
- 2) Stasiun sejajar. Letak gedung utama pada stasiun sejajar dengan jalan rel
- 3) Stasiun pulau. Gedung utama stasiun sejajar dengan jalan rel dan terletak diantara jalan rel.
- 4) Stasiun semenanjung. Yaitu apabila gedung utama stasiunnya terletak diantara dua jalan rel yang bertemu.

Untuk membantu dalam penentuan lokasi stasiun potensial seperangkat kriteria awal dikembangkan yang meliputi (*Beach-Los Angeles Rail Transit Project*, 1983):

- a) Jarak Antar Stasiun. Untuk mempertahankan kecepatan operasi jarak stasiun wajar minimal sekitar 2,5 mil terpisah pada pertengahan koridor.
- b) Keamanan dan Keselamatan Penumpang. Stasiun harus terletak di lokasi yang sangat terlihat oleh pengendara yang lewat.
- c) Koneksi dengan Feeder, Stasiun harus terletak pada atau dekat jalanan dengan cross-koridor layanan bus pengumpan.
- d) Potensi penumpang. Lokasi stasiun harus responsif terhadap antisipasi perkiraan lonjakan penumpang.

- e) Biaya Modal Relatif. Inklusi stasiun harus memperhitungkan biaya modal relatif per penumpang dilayani.
- f) Dampak Lalu Lintas. Stasiun harus berada di tempat di mana akses oleh kendaraan tidak akan menjadi kendala,
- g) Ketersediaan Lahan. Akuisisi lahan untuk fasilitas *park and ride* harus meminimalkan perpindahan tempat tinggal dan kawasan bisnis.
- h) Potensi Dampak Pengembangan/*Redevelopment*. Lokasi stasiun harus kompatibel dengan rencana masyarakat dan kebijakan pembangunan, dan mendorong pengembangan lahan yang berdekatan dengan stasiun.
- i) Dampak Lingkungan. Stasiun harus terletak jauh dari lingkungan yang sensitif, dan harus meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan yang berdekatan.

3. Lokomotif dan Gerbong

Kereta api pada dasarnya terdiri atas dua bagian pokok, yaitu unit tenaga penggerak yang disebut lokomotif dan unit pengangkut atau gerbong. Pada umumnya satu susunan kereta api terdiri atas satu lokomotif dan beberapa gerbong. Hanya kadang-kadang saja, apabila diperlukan digunakan dua buah lokomotif sebagai tenaga penarik dan pendorong.

Jenis unit pengangkut kereta api :

- a. Gerbong penumpang

Gerbong penumpang dirancang khusus untuk penumpang dan barang bawaan sekedarnya.

b. Gerbong barang

Gerbong barang dirancang khusus untuk mengangkut barang, dan macamnya bergantung pada jenis barang yang diangkut seperti barang cair, padat, hewan dan lain lain.

c. Gerbong makan

Gerbong makan, dirancang khusus untuk melayani kebutuhan makan dan minum para penumpang. Biasanya gerbong ini juga dipergunakan sebagai dapur.

4. Karakteristik Lalu Lintas Kereta Api

Kereta api yang bergerak pada rel dengan lintasan tertentu memiliki karakteristik yang berbeda dengan arus lalu lintas kendaraan di jalan. Pada prinsipnya besarnya arus lalu lintas kereta sangat ditentukan oleh desain geometrik jalan rel (alinemen vertikal dan horizontal), penyediaan jalur (*single* dan *double track*) dan kapabilitas sistem pengendalian (sinyal dan komunikasi).

a) Volume

Volume lalu lintas jalan rel diukur dengan satuan kereta per satuan waktu (KA/ jam atau KA/hari). Dalam hal ini volume lalu lintas kereta api selain ditentukan oleh jumlah pemberangkatan kereta api per satuan waktu, juga sangat ditentukan oleh kapasitas jalur kereta api. Kapasitas

jalur kereta api sangat dipengaruhi oleh jumlah jalur/*track* yang disediakan, jumlah persimpangan persatuan jarak, jumlah stasiun per satuan jarak serta kapabilitas dari sistem pengendalian yang ada.

b) Kecepatan

Kecepatan kereta api secara konseptual dapat dibagi menjadi 2 yaitu kecepatan selama kereta api bergerak (*running speed*) dan kecepatan kereta api sepanjang rute yang dilalui (*travel speed*). *Running speed* sangat dipengaruhi oleh kemampuan mesin dari lokomotif pembawa rangkaian dan jumlah gerbong yang dibawa. Sedangkan *travel speed* sangat dipengaruhi oleh kapasitas jalur atau jaringan jalan rel yang dilaluinya.

c) Kapasitas

Kapasitas kereta api dapat dikategorikan menjadi 2 bagian yaitu kapasitas kereta dan kapasitas jalur. Kapasitas kereta ditentukan oleh jumlah gerbong pada satu rangkaian, konfigurasi pemuatan penumpang dan barang serta tipe dan kekuatan mesin lokomotif. Sedangkan kapasitas jalur sangat ditentukan oleh kondisi geometrik jalur, kapasitas sistem pengendalian serta efisiensi sistem operasi di stasiun.

d) Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan kereta api sebagai angkutan umum ditentukan oleh 3 ukuran yaitu kapasitas, kecepatan dan *headway* antar kereta api. Ukuran *headway* sangat penting dalam menentukan tingkat pelayanan sistem angkutan kereta api terutama diperkotaan, mengingat karakteristik

penggunanya yang memiliki nilai waktu yang cukup tinggi sehingga kecepatan, ketepatan waktu dan kepastian merupakan beberapa keunggulan sistem pelayanan kereta api dibandingkan dengan pelayanan transportasi darat lainnya.

E. Kereta Api Komuter

1. Ciri-ciri Pelayanan Kereta Api Komuter

Jaringan pelayanan perkeretaapian perkotaan diselenggarakan dengan ciri-ciri pelayanan (*PP No. 72 tahun 2009 Pasal 9 tentang lalu lintas dan angkutan kereta api*):

- a) Menghubungkan beberapa stasiun di wilayah perkotaan;
- b) Melayani banyak penumpang berdiri;
- c) Memiliki sifat perjalanan ulang alik/komuter;
- d) Melayani penumpang tetap;
- e) Memiliki jarak dan/atau waktu tempuh pendek; dan
- f) Melayani kebutuhan angkutan penumpang di dalam kota dan dari daerah sub-urban menuju pusat kota atau sebaliknya.

Untuk mengefektifkan kinerja kereta api komuter, perlu diperhatikan beberapa hal, diantaranya:

- a) Pengoperasian dengan selang waktu yang pendek
- b) Peminimuman selang waktu operasi (*headway operation*) dengan mengurangi jarak antara kereta api dimuka dengan kereta api berikutnya.

- c) Penambahan jumlah gerbong dalam satu rangkaian
- d) Peningkatan keterisian kereta (*load factor*)

Keunggulan kereta api komuter adalah

- a) Memiliki kapasitas angkutan yang lebih besar dibandingkan dengan angkutan umum lainnya, misalnya bus, sehingga dapat memindahkan penumpang dalam jumlah besar dari satu tempat ketempat lain.
- b) Memiliki jalur khusus sehingga tidak mengganggu pengguna jalan lain.
- c) Waktu tempuh relatif lebih cepat dibandingkan dengan angkutan lain untuk tujuan yang sama.

Kelemahan kereta komuter adalah

- a) Daerah jangkauannya kurang luas, tidak dapat menjangkau daerah pelosok karena kereta ini hanya diperuntukan untuk menjangkau daerah-daerah tertentu saja.
- b) Jadwal kereta, penumpang harus mau menyesuaikan diri dengan jadwal yang ada dan harus menunggu dengan sabar jika kereta tersebut mengalami keterlambatan.

2. Karakteristik Pengguna Kereta Api Komuter

Karakteristik pengguna kereta komuter (Setiawan, Rudi. 2006):

- a. Tujuan perjalanan, untuk daerah perkotaan. Sebagian besar tujuan perjalanan adalah tujuan bekerja. Tujuan yang lain adalah sekolah, rekreasi, belanja dan lain-lain.

- b. Waktu perjalanan, jumlah perjalanan terbesar biasanya terjadi pada saat jam puncak (*peak hour*), yaitu pada saat jam kerja. Oleh karena itu penggunaan kendaraan pribadi maupun angkutan umum menjadi lebih bersaing selama jam puncak. Sehingga hal ini mengakibatkan jalanan menjadi padat dan pelaku perjalanan berupaya mencari moda transportasi alternatif yang bisa menghemat waktu tempuh.
- c. Lokasi Stasiun/shelter dan Arah Perjalanan, lokasi stasiun/shelter berpengaruh terhadap operasional KA Komuter; sebab penempatan yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat umum berarti pelayanan KA Komuter menjadi optimal. Sedangkan arah perjalanan berpengaruh terhadap tujuan perjalanan pengguna karena biasanya tujuan perjalanan adalah menuju ke daerah pusat bisnis (CBD).
- d. Jadwal Keberangkatan dan Kedatangan, pengaturan jadwal adalah salah satu hal penting dalam pengoperasian KA Komuter sehingga harus mampu mengakomodasi kebutuhan penggunanya. Pengaturan jadwal yang tepat bisa memberikan dampak yang positif bagi para pengguna untuk lebih memilih menggunakan kereta komuter.
- e. Tingkat Pendapatan, sangat berhubungan dengan karakteristik pengguna kereta komuter karena biasanya semakin tinggi tingkat

pendapatan seseorang semakin kecil minat mereka untuk menggunakan angkutan umum.

- f. Usia, faktor usia juga mempengaruhi karakteristik pengguna kereta komuter, karena biasanya dengan bertambahnya usia seseorang maka semakin malas menggunakan angkutan umum; terutama angkutan umum yang mengangkut dalam jumlah besar seperti KA Komuter karena pertimbangan beberapa hal, antara lain rasa tidak nyaman jika harus berdesakan dengan penumpang yang lain.
- g. Jenis Kelamin, menurut *Nationwide Personal Transportation Survey* (NPTS) 46.5% dari pengguna kereta komuter adalah wanita. Hal ini bisa disebabkan karena peran sosial seorang wanita; wanita lebih suka bekerja di rumah sebagai ibu rumah tangga, wanita cenderung mendapatkan gaji yang lebih rendah dari pada pria dan juga kebanyakan dari mereka tidak bisa mengemudi. Namun semua itu bisa berubah seiring dengan perkembangan zaman.
- h. Jenis Pekerjaan, dengan mengetahui jenis pekerjaan pengguna KA Komuter maka dapat diketahui apakah mayoritas pengguna berasal dari golongan pelajar, mahasiswa, pegawai negeri sipil, ibu rumah tangga dan lain-lain. Umumnya seseorang dengan jenis pekerjaan/jabatan yang sudah mapan cenderung untuk lebih memilih menggunakan mobil pribadi dari pada angkutan umum.

F. *Geographic Information System* dan Transportasi

1. *GIS* Sebagai *Tools* Dalam Studi Transportasi

Miller dan Shaw dalam Suryandaru mengatakan bahwa ada 2 tipe property spasial yang biasa dianalisis oleh GIS (*geographic information system*) untuk keperluan transportasi. Pertama adalah *spatial dependency*, property dari entitas yang berhubungan dengan relevansi geografis antar entitas. Kedua adalah *spatial heterogenitas*, property dari entitas yang berhubungan dengan lokasi geografis. Contoh *spatial dependency* adalah *trip distribution* antar zona analisis transportasi dan kesesuaian lahan untuk jalur moda tertentu adalah contoh *spatial heterogenitas*.

Aplikasi GIS bagi studi transportasi ada 2 macam, yaitu pengumpulan dan penstrukturan data dan memodelkan transportasi. GIS dapat menghubungkan data yang didapat dari berbagai sumber dengan fungsi *overlay*. Konsep agregasi dan disagregasi sangat berguna dalam analisis jaringan baru yang digunakan untuk menentukan jaringan/rute baru yang dianggap terpendek dan maksimum penggunaannya ditinjau dari aspek fisik spasial wilayah yang dilalui.

Salah satu contoh analisis spasial dengan menggunakan aplikasi GIS yaitu menentukan aksesibilitas transportasi dari rute terbaik yang dapat dilalui. Tujuan analisis ini adalah menilai keefektifan sistem transportasi di kawasan perkotaan. Rute angkutan umum dibuat dalam format GIS. Wilayah kota dibagi kedalam rangkaian zona heksagonal. Analisis jaringan dilakukan untuk mengestimasi waktu tempuh dari zona ke CBD dengan menggunakan transportasi umum. Hasilnya adalah

sebuah peta dimana interval waktu tempuh dibagi kedalam beberapa kelas dan diinterpretasikan dalam warna yang berbeda. Begitupun dengan analisis penentuan jaringan/ rute moda tertentu, dilakukan dengan melakukan *overlay* dari beberapa peta spasial berupa topografi, tata guna lahan, hidrologi dan lain-lain yang kemudian dilakukan klasifikasi terhadap data dari peta tersebut dan akan menghasilkan alternatif jaringan dari tingkat klasifikasi yang telah ditentukan.

2. GIS Dalam Penentuan Jaringan Kereta Api

Dalam merencanakan jaringan jalan rel, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan kaitannya dengan aspek geospasial khususnya yang nantinya akan digunakan dalam menganalisis dengan menggunakan *software ArcGIS* versi 10 antara lain:

a) Faktor Tanah

Dalam menentukan jalur kereta api, faktor tanah menjadi sangat penting bahkan dalam aspek teknis menjadi syarat utama didalam penentuan rute kereta api. Menurut Subarkah (1981) dalam Kuvaini (2008) jalur kereta api yang akan dibangun hendaknya tidak melintasi tanah gambut atau tanah-tanah yang masih labil atau peka terhadap erosi. Tubuh jalan kereta api harus merupakan tanah yang masuk klasifikasi tanah stabil dan jika tidak maka harus dilakukan perbaikan tanah. Terdapat beberapa klasifikasi tanah berdasarkan tingkat kepekaannya

terhadap erosi menurut SK Mentan No. 837/KPTS/UM/11/1980, yang dapat dijadikan acuan dalam penentuan rute kereta api.

Tabel 6. Klasifikasi Kelas Tanah

Kelas Tanah	Jenis Tanah	Kepekaan Trhdp erosi
1	- <i>Alluvial, Tanah Glei Planosol, Hidromorf Kelabu, Literia Air tanah</i>	Sangat rendah
2	- <i>Latosol</i>	Rendah
3	- <i>Brown Forest soil, Non Calcis Brown, Mediteran</i>	Sedang
4	- <i>Andosol, Laterit, Grumosol, Podsol, Podsolik</i>	Tinggi
5	- <i>Regosol, Litosol, Organosol, Renzina</i>	Sangat tinggi

Sumber: SK Mentan No. 837/KPTS/UM/11/1980

b) Faktor Slope/kemiringan lereng

Faktor slope didalam penentuan jalur kereta api berpengaruh pada biaya yang akan dikeluarkan pada saat konstruksi dilakukan. Semakin landai topografi, biaya konstruksi akan semakin murah. Oleh karena itu lahan dengan slope 0-10% menjadi prioritas dalam penentuan rute kereta api. Disamping itu slope juga berpengaruh terhadap tingkat erodibilitas tanah. Semakin curam slope, maka potensi erosi akan semakin tinggi. Oleh karena itu menurut PP No.47 tahun 1997 tentang Tata Ruang Wilayah disebutkan bahwa lahan dengan kelerengan 40% masuk kategori kawasan lindung. Sedangkan untuk jenis tanah peka terhadap erosi yaitu jenis regosol, litosol, orgosol dan renzina, kemiringan lereng diatas 15%. Menurut SK Mentan No. 837/KPTS/UM/11/1980 acuan dalam penentuan rute kereta api berupa

Tabel 7. Klasifikasi Kelas Lereng

Kelas	Kemiringan Lereng	Keterangan
1	- kemiringan 0 -8 %	<i>Datar</i>
2	- kemiringan 8 – 15 %	<i>Landai</i>
3	- kemiringan 15 – 25 %	<i>Agak curam</i>
4	- kemiringan 25 – 45 %	<i>Curam</i>
5	- kemiringan > 45 %	<i>Sangat curam</i>

Sumber: SK Mentan No. 837/KPTS/UM/11/1980

c) Faktor Tutupan Lahan (*Land cover*)

Faktor *land cover* dalam penentuan rute kereta api dikaitkan dengan seberapa besar pembukaan lahan yang dilakukan sebagai konsekuensi dibangunnya jaringan transportasi kereta api. Semakin sedikit tutupan lahan yang dilewati, maka semakin baik. Jika tutupan lahan tersebut berkaitan dengan kawasan lindung atau kawasan konservasi, maka harus dihindari sama sekali dari jalur kereta api. Menurut Asdak (2002) dalam Kuvaini (2008), kelas penutupan lahan dibagi dalam 14 kelas. Peringkat kelas didasarkan pada besarnya nilai faktor tanaman (C) dan pengelolaan lahan (P). Besaran CP mengacu pada penelitian yang dilakukan pada beberapa DAS di Indonesia. Nilai ini ditentukan berdasarkan perbandingan relatif nilai C dan P masing-masing kelas penutupan lahan dan penggunaan lahan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Nilai CP dan peringkat untuk setiap kelas penutupan lahan

No.	Kelas penutupan dan penggunaan lahan	Nilai faktor tanaman dan pengelolaan (C & P)	Nilai peringkat
1	Tambak	0	0
2	Daerah Terbangun	0	0
3	Air	0	0
4	Tidak Teridentifikasi	0	0

No.	Kelas penutupan dan penggunaan lahan	Nilai faktor tanaman dan pengelolaan (C & P)	Nilai peringkat
5	Hutan Alam	0,01	1
6	Hutan Mangrove	0,01	1
7	Hutan Tanaman	0,01	1
8	Kebun Campuran	0,02	2
9	Sawah	0,02	2
10	Belukar	0,1	10
11	Rumput/ Alang	0,1	10
12	Upland	0,363	35
13	Bareland	0,95	95
14	Tanah Timbul	0,95	95

Sumber : Asdak (2002) dalam Kuvaini (2008)

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa kelas penutupan dan penggunaan lahan dengan peringkat paling tinggi yang akan menjadi prioritas dalam penentuan rute kereta api.

d) Faktor Hidrologi

Faktor hidrologi dalam penentuan rute kereta api sangat penting kaitannya jika terpaksa rute yang akan dibuat harus melewati sungai atau badan air lainnya, maka tidak ada cara lain selain membangun jembatan diatasnya. Hal ini meskipun akan berpengaruh signifikan pencemaran air sungai/ badan air, tetapi biaya untuk pembangunan jembatan tidaklah sedikit. Bahkan dalam Permen PU No.36/PRT/1993 disebutkan bahwa sempadan sungai dengan kriteria tertentu diperbolehkan dimanfaatkan untuk pemancangan tiang atau pondasi prasarana jalan/ jembatan baik umum maupun kereta api.

Kaitannya dengan konservasi ekosistem pada sungai, danau, rawa dan badan air lainnya, hal ini diatur dalam Kepres No.32 tahun 1990

tentang pengelolaan kawasan lindung. Oleh sebab itu, keberadaan sungai, rawa, danau dan badan air harus dihindari dalam menentukan rute kereta api, mengingat biaya pembuatan yang sangat tinggi.

G. *Analytical Hierarchy Process* dalam Menentukan Lokasi Stasiun

Pemilihan lokasi stasiun kereta api komuter Mamminasata merupakan aktivitas yang kompleks, oleh karena itu diperlukan suatu metode yang tepat untuk penyelesaiannya. Salah satu metode yang digunakan untuk memilih lokasi stasiun adalah *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Metode AHP ini pertama kali dikemukakan oleh *Dr. Thomas L. Saaty* dari *Wharton School of Business* pada tahun 1970. AHP merupakan suatu metode yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan suatu masalah-masalah kompleks seperti permasalahan: perencanaan, penentuan alternatif, penyusunan prioritas, pemilihan kebijaksanaan, alokasi sumber, penentuan kebutuhan, peramalan kebutuhan, perencanaan *performance*, optimasi, dan pemecahan konflik. Suatu masalah dikatakan kompleks jika struktur permasalahan tersebut tidak jelas dan tidak tersedianya data dan informasi statistik yang akurat, sehingga input yang digunakan untuk menyelesaikan masalah ini adalah intuisi manusia. Namun intuisi ini harus datang dari orang-orang yang memahami dengan benar masalah yang ingin dipecahkan (orang yang *expert*).

Ada beberapa keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan AHP dalam memecahkan suatu persoalan yang kompleks, yaitu

1. Kesatuan
2. Kompleksitas
3. Saling Ketergantungan
4. Penyusunan Hirarki
5. Pengukuran
6. Konsistensi
7. Sintesis
8. Tawar - menawar
9. Penilaian dan Konsensus
10. Pengulangan Proses

Langkah-langkah dan prosedur dalam menyelesaikan persoalan dengan menggunakan metode AHP adalah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan permasalahan dan menentukan tujuan.
2. Membuat hirarki.

Masalah disusun dalam suatu hirarki yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan sub tujuan-sub tujuan, kriteria dan kemungkinan alternatif-alternatif pada tingkatan kriteria yang paling bawah.

3. Melakukan perbandingan berpasangan.

Perbandingan dilakukan berdasarkan "*judgment*" dari pengambil keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen

dibandingkan elemen lainnya. Matriks perbandingan dapat dilihat pada Tabel 9. Matriks ini menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap masing-masing tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya. Dimana nilai perbandingan A_i terhadap elemen A_j adalah a_{ij} . Nilai a ditentukan oleh aturan:

- a. Jika $a_{ij} = \alpha$, maka $a_{ji} = 1/\alpha$, $\alpha \neq 0$.
- b. Jika A_i mempunyai tingkat kepentingan relatif yang sama dengan A_j , maka $a_{ij} = a_{ji} = 1$.
- c. Hal yang khusus, $a_{ii} = 1$, untuk semua i .

Tabel 9. Matriks perbandingan berpasangan

C	A_1	A_2	A_3	A_n
A_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	A_{2n}
.....
A_n	a_{n1}	a_{n2}	a_{n3}	a_{nn}

Nilai perbandingan ini ditentukan oleh skala kuantitatif yang dikemukakan oleh Saaty. Skala ini dimulai dari 1 hingga 9. Perbandingan dilakukan hingga diperoleh *judgment* seluruhnya sebanyak $n \times [(n-1)/2]$ buah, dengan n adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.

Tabel 10. Definisi Nilai Perbandingan

Nilai (n)	Definisi
1	Kedua elemen sama penting
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dibanding elemen yang lain
5	Elemen yang satu lebih penting dibanding elemen yang lain
7	Elemen yang satu sangat penting dibanding elemen yang lain
9	Elemen yang satu mutlak lebih penting dibanding elemen yang lain

2,4,6,8	Nilai-nilai kompromi diantara dua nilai yang berdekatan
Kebalikan	Jika untuk aktifitas i mendapat satu angka bila dibandingkan dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya bila dibandingkan dengan i

4. Menentukan prioritas.

Penyusunan prioritas dilakukan untuk tiap elemen masalah pada tingkat hirarki. Proses ini akan menghasilkan bobot atau kontribusi kriteria terhadap pencapaian tujuan. Prioritas ditentukan oleh kriteria yang mempunyai bobot paling tinggi. Bobot yang dicari dinyatakan dalam vektor $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)$. Nilai W_n menyatakan bobot relatif kriteria A_n terhadap keseluruhan set kriteria pada sub sistem tersebut.

5. Menentukan tingkat konsistensi, pada keadaan sebenarnya akan terjadi ketidakkonsistenan dalam preferensi seseorang.

Pada dasarnya AHP dapat digunakan untuk mengolah data dari satu responden ahli. Namun demikian dalam aplikasinya penilaian kriteria alternatif dilakukan oleh beberapa ahli multidisipliner (kelompok). Bobot penilaian untuk penilaian berkelompok dinyatakan dengan menemukan rata-rata geometrik (*Geometric Mean*) dari penilaian yang diberikan oleh seluruh anggota kelompok. Nilai geometrik ini dirumuskan dengan:

$$GM = \sqrt[n]{(x_1)(x_2) \dots (x_n)}$$

Dimana:

GM = *Geometric Mean*

x_1 = Penilaian orang ke-1

x_n = Penilaian orang ke-n

n = Jumlah penilai

H. Penelitian Terkait

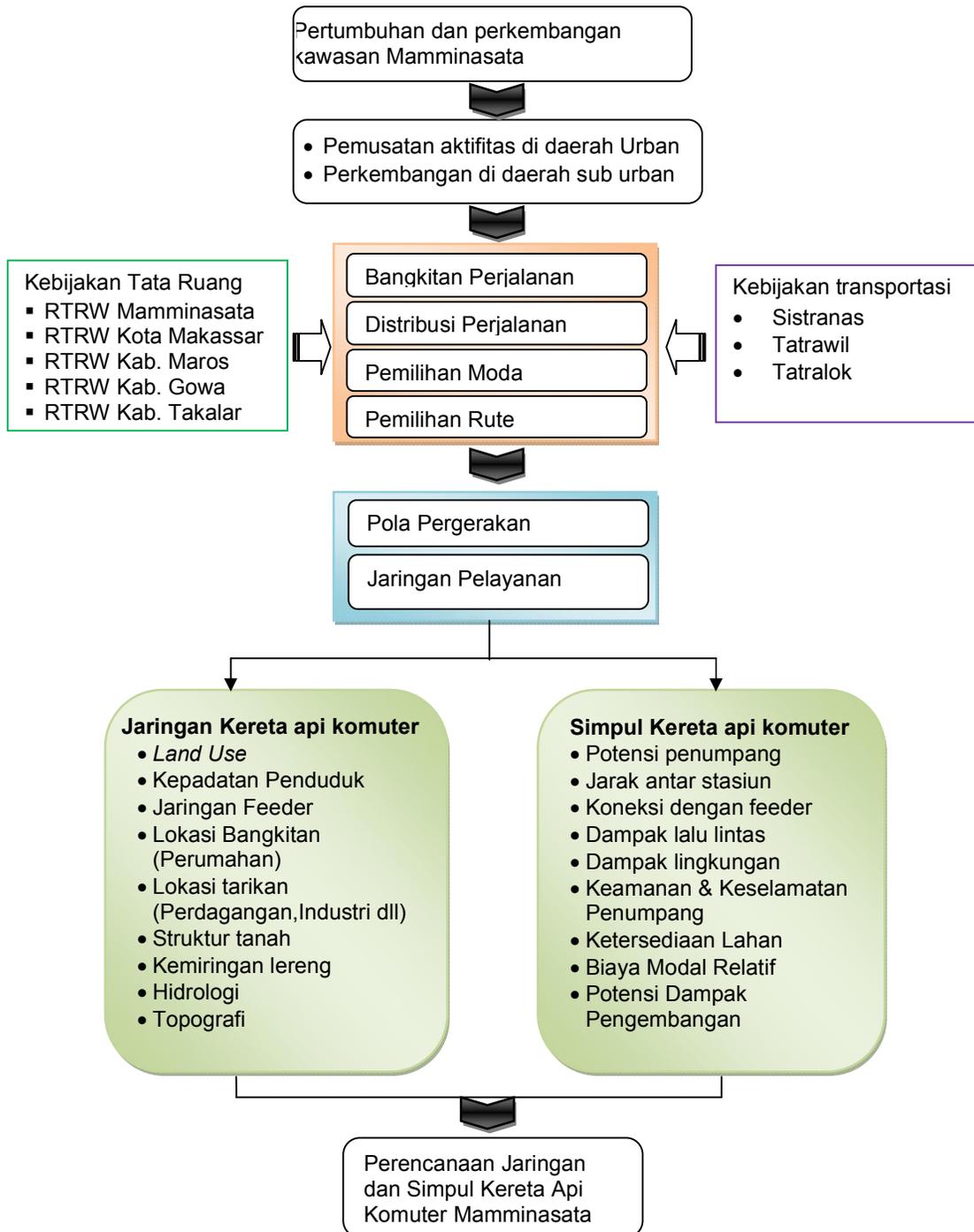
- a. Aang Kuvaini, *Kajian Penentuan Rute Kereta Api Berwawasan Lingkungan Sebagai Alat Transportasi Batubara di Provinsi Kalimantan Selatan*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan alternatif rute terbaik yang berwawasan lingkungan sebagai alat transportasi Batu Bara di Prop. Kalimantan Selatan. Analisis yang digunakan adalah analisis spasial dengan software *Arc View versi 3.2* kemudian melakukan penghitungan bobot dan skor menggunakan metode rangking dengan pendekatan *expert judgement*. Hasil yang didapatkan adalah rute kereta api terbaik pada jalur lintas timur dan barat dengan melihat tingkat nilai ekonomi dan sumber daya yang hilang.
- b. Riana Garniati R, *Preferensi masyarakat pengguna dan pengguna potensial kereta api terhadap keberadaan double tranck (studi kasus: kereta api sudirman ekspres*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan penggunaan KA Sudirman Ekspres. Analisis yang digunakan antar lain analisis *Conditional Logit, Ordinary Least Square* dan Statistik non parametrik dengan menggunakan *Wilcoxon Test*. Hasil yang didapatkan bahwa masyarakat pengguna potensial KA Sudirman Ekspres sangat

dipengaruhi oleh pendapatan dalam memutuskan berpindah atau tidaknya untuk menggunakan KA Sudirman Ekspres setelah beroperasinya *double track*.

- c. Febi Anisia Purnama Sari, *Analisis kebijakan penanganan kemacetan lalu lintas di jalan Teuku Umar kawasan Jatingaleh Semarang dengan Metode AHP*. Tujuan yang ingin dicapai adalah menentukan alternatif kebijakan dalam upaya mengurangi kemacetan di Jalan Teuku Umar Semarang. Analisis yang digunakan adalah analisis hirarki proses. Dan hasil yang didapatkan bahwa alternatif yang terbaik yang dapat digunakan dalam upaya mengurangi kemacetan di Jalan Teuku Umar adalah menyediakan angkutan umum massal berupa BRT.

I. Kerangka Konsep

Sesuai rumusan masalah maka dapat dijabarkan kerangka konseptual dalam studi perencanaan ini sebagai berikut:



Gambar 6. Kerangka Konsep