

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Feasibility Study*

Feasibility study merupakan kajian yang dilakukan dalam menentukan kelayakan dari suatu ide atau suatu proyek tertentu. Studi kelayakan [Kasmir, Jakfar, 2007] bisnis memiliki lima tujuan mengapa studi kelayakan perlu dilakukan sebelum melakukan sebuah proyek atau usaha, yaitu:

- a. Menghindari risiko kerugian;
- b. Mempermudah perencanaan;
- c. Mempermudah pelaksanaan pekerjaan;
- d. Memudahkan pengawasan; dan
- e. Memudahkan pengendalian.

2.2. Statistik

2.2.1. *Mean*

Mean atau nilai tengah merupakan satu nilai yang digunakan sebagai salah satu teknik penjelasan suatu gugusan atau kelompok data, nilai ini muncul pada pengolahan gugusan data dengan menjumlahkan semua gugusan data yang ada dan dibagi dengan jumlah data yang ada pada gugusan data tersebut.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2. 1.)$$

Dimana:

x_i = Data ke-i

n = Jumlah Data

$\bar{X}$ = Mean

2.2.2. Kuartil

Kuartil merupakan salah satu dari uji statistik yang digunakan untuk mendistribusikan sekelompok data yang telahurut kedalam 4 bagian gugus data, didalam kuartil sendiri terdapat 3 buah kuartil didalam suatu gugusan data, yaitu:

a. Kuartil 1

Kuartil 1 adalah data yang berada tepat di urutan 25% dari gugusan data, apabila melihat gambar . posisi dari kuartil 1 berada pada bagian A. Untuk mencari data kuartil 1 dapat digunakan rumus berikut

$$Q_1 = \frac{n+1}{4} \quad (2. 2.)$$

b. *Median*/Kuartil 2

Kuartil 2 atau yang lebih dikenal sebagai *Median* adalah data yang berada tepat di urutan 50% dari gugus data, apabila melihat gambar . posisi dari kuartil 1 berada pada bagian A. Untuk mencari data kuartil 1 dapat digunakan rumus berikut

$$Q_2 = \frac{n+1}{2} \quad (2. 3.)$$

c. Kuartil 3

Kuartil 3 adalah data yang berada tepat di urutan 75% dari gugusan data, apabila melihat gambar . posisi dari kuartil 3 berada pada bagian A. Untuk mencari data kuartil 3 dapat digunakan rumus berikut

$$Q_3 = \frac{3 \times (n+1)}{4} \quad (2. 4.)$$

Dimana:

n = Jumlah data

Q₁ = Kuartil 1

Q₂ = Kuartil 2 atau *Median*

Q₃ = Kuartil 3

2.2.3. Jangkauan atau *Range*

Jangkauan atau *range* adalah metode yang digunakan untuk mengetahui selisih antar data terbesar dan data terkecil dari kelompok data yang telah di kumpulkan. Data terkecil dan terbesar yang dianalisa di dalam penelitian ini adalah data dari kuartil 1 dan kuartil 3

$$R_Q = Q_3 - Q_1 \quad (2. 5.)$$

Dimana:

R_Q = Jangkauan Kuartil

2.2.4. Pagar

Analisa pagar merupakan analisa yang dilakukan untuk mengetahui batasan dari gugusan data agar data yang digunakan dalam analisa menjadi data yang valid. Dalam menganalisa data pagar dibagi atas dua data, yaitu:

a. Pagar Bawah

Pagar bawah merupakan batasan minimum data dari gugus data yang merepresentasikan keabsahan data. Yang mana pagar bawah dapat dihitung melalui persamaan 2. 6.

$$P_B = Q_1 - (1,5 \times R_Q) \quad (2. 6.)$$

b. Pagar Atas

Pagar atas merupakan batasan maksimum data dari gugus data yang merepresentasikan keabsahan data. Yang mana pagar bawah dapat dihitung melalui persamaan 2. 7.

$$P_A = Q_1 - (1,5 \times R_Q) \quad (2. 7.)$$

Dimana:

P_B = Pagar Bawah

P_A = Pagar Atas

2.3. Jalan

2.3.1. Pengertian Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air.

2.3.2. Klasifikasi Jalan

Sistem jaringan jalan di Indonesia, dapat diklasifikasikan menurut fungsi, status dan kelas jalan itu sendiri yang didasari oleh Undang – Undang No. 38 tahun 2004 tentang jalan, Peraturan Pemerintah No. 34 tahun 2006 tentang jalan dan Undang Undang No. 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan sebagai berikut:

a. Klasifikasi menurut fungsi

i. Jalan Arteri

Jalan Arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.

ii. Jalan Kolektor

Jalan Kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

iii. Jalan Lokal

Jalan Lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

iv. Jalan Lingkungan

Jalan Lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

b. Klasifikasi menurut status

i. Jalan Nasional

Jalan Nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

ii. Jalan Provinsi

Jalan Provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota

kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.

iii. Jalan Kota

Jalan Kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antarpusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antarpersil, serta menghubungkan antarpusat permukiman yang berada di dalam kota.

iv. Jalan Kabupaten

Jalan Kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk pada butir i dan butir ii, yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

v. Jalan Desa

Jalan Desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antarpermukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

c. Klasifikasi menurut kelas jalan

i. Kelas Jalan I

Yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton.

ii. Kelas Jalan II

Yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 (dua belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton.

iii. Kelas Jalan III

yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 (dua ribu seratus) milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 (sembilan ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 (tiga ribu lima ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton.

iv. Kelas Jalan Khusus

yaitu jalan arteri yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 (dua ribu lima ratus) milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 (delapan belas ribu) milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 (empat ribu dua ratus) milimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 (sepuluh) ton.

2.3.3. Geometrik Jalan

a. Topografi (Kontur)

Topografi merupakan tampilan gambaran permukaan bumi yang dapat diidentifikasi, berupa obyek alami maupun buatan. Topografi sendiri biasa dimuat didalam peta topografi yang menyajikan obyek-obyek dipermukaan bumi dengan ketinggian yang dihitung dari permukaan air laut dan digambarkan dalam bentuk garis-garis kontur, dengan setiap satu garis kontur mewakili satu ketinggian.

b. Alinyemen Horisontal

Merupakan proyeksi dari sumbu jalan pada bidang yang horisontal (denah). Alinyemen horisontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung. Pada jalan raya alinyemen terbagi atas *tangens aligment* dan *curves aligment* yang mana *tangens aligment* merupakan bagian lurus jalan pada alinyemen horisontal, sedangkan *curves aligment* merupakan bagian berkelok jalan atau sering disebut sebagai tikungan pada alinyemen horisontal.

Bagian *tangens aligment* dan *curves aligment* sendiri didasari pada peraturan Bina Marga No. 038/TBM/1997, yaitu:

1. Panjang Bagian Lurus Maksimum (*Tangens Aligment*)

Tabel 2. 1. Panjang Bagian Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	3000	2500	2000
Kolektor	2000	1750	1500

(**Sumber:** Bina Marga No.038/TBM/1997)

2. Panjang Bagian Lengkung Peralihan (*Curves Aligment*)

Untuk mengetahui panjang bagian lengkung peralihan, didasari pada tiga persamaan, yaitu:

i. Berdasarkan wktu tempuh di lengkung peralihan

$$L_s = \frac{V_r}{3,6} \times T \quad (2. 8.)$$

ii. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal

$$L_s = 0,022 \frac{V_r}{R \times C} - 2,727 \frac{V_r - e}{C} \quad (2. 9.)$$

iii. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = \frac{(e_m - e_n) \times V_r}{3,6 \times r_e} \quad (2. 10.)$$

Dimana :

V_r = Kecepatan rencana

T = Waktu tempuh di L_s , diambil 3 detik

L_s = Panjang Lengkung Peralihan

e_m = Superelevasi maksimum

e_n = Superelevasi normal (umumnya 2%)

r_e = Tingkat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan

$$r_{e \max} = 0,035 \text{ m/m/detik apabila } V_r \leq 70 \text{ km/jam}$$

$$r_{e \max} = 0,025 \text{ m/m/detik apabila } V_r \geq 80 \text{ km/jam}$$

C = Perubahan percepatan diambil 0,3 – 1,0, disarankan 0,4 m/s²

e = Superelevasi

Dengan e maksimum untuk jalan antar kota adalah sebesar 10 % yang sebagaimana telah diatur di dalam peraturan Bina Marga yang dikelompokkan kedalam 2 kategori, yaitu:

Apabila $V_r = 30$ km/jam maka e maksimum adalah sebesar 8%

Apabila $V_r > 30$ km/jam maka e maksimum adalah sebesar 10%

Tabel 2. 2. Panjang Lengkung Peralihan (Ls) & Panjang Pencapaian Superelevasi (Le)

V_R (km/jam)	Superelevasi, e									
	2		4		6		8		10	
	Ls	Le	Ls	Le	Ls	Le	Ls	Le	Ls	Le
20										
30										
40	10	20	15	25	15	25	25	30	35	40
50	15	25	20	30	20	30	30	40	40	50
60	15	30	20	35	25	40	35	50	50	60
70	20	35	25	40	30	45	40	55	60	70
80	30	55	40	60	45	70	65	90	90	120
90	30	60	40	70	50	80	70	100	100	130
100	35	65	45	80	55	90	80	110	100	145
110	40	75	50	85	60	100	90	120	110	-
120	40	80	55	90	70	110	95	135	120	-

(Sumber: Bina Marga No.038/TBM/1997)

Selain itu didalam merencanakan alinyemen horizontal ini diperlukan pula R minimum yang mana dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$R_{\min} = \frac{V_r^2}{127 \times (e_{\max} \times f)} \quad (2. 11.)$$

Dimana : V_r = Kecepatan rencana (km/jam)

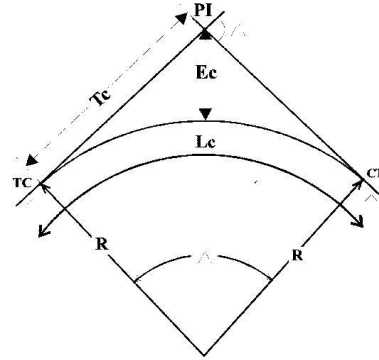
$e_{\max}$ = Elevasi maksimum (%)

f = Koefisien gesek, untuk perkerasan aspal $f = 0,14 - 0,24$

$R_{\min}$ = Jari-jari minimum (m)

Pada perancangan jalan raya, alinyemen horizontal merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan karena hal ini merupakan salah satu hal penting dalam merencanakan geometrik jalan, adapun macam-macam jenis dari alinyemen horizontal itu sendiri, antara lain:

i. *Full Circle (FC)*



Gambar 2. 1. Lengkung Full Circle
(Sumber: Bina Marga No.038/TBM/1997)

$$T_c = R \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (2.12.)$$

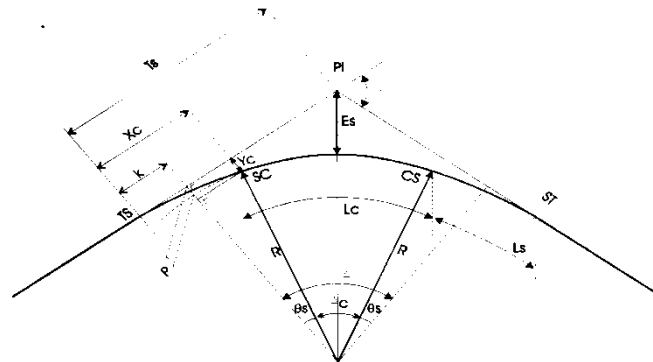
$$L_c = \frac{\Delta}{360} 2\pi R \quad (2.13.)$$

$$E_c = \frac{R}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \quad (2.14.)$$

atau

$$T_c \tan \frac{1}{4} \Delta \quad (2.15.)$$

ii. *Spiral – Circle – Spiral (SCS)*



Gambar 2. 2. Lengkung Spiral – Circle - Spiral
(Sumber: Bina Marga No.038/TBM/1997)

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R} \frac{360}{2\pi} \quad (2.16.)$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s \quad (2.17.)$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360} 2\pi R \quad (2.18.)$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6R} \quad (2.19.)$$

$$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} \quad (2.20.)$$

$$k = X_c - R \sin \theta_s \quad (2.21.)$$

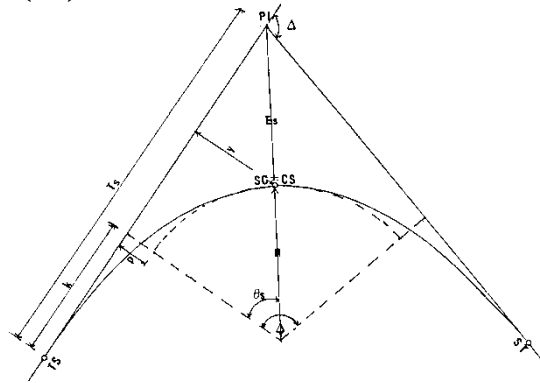
$$p = Y_c - R (1 - \cos \theta_s) \quad (2.22.)$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \quad (2.23.)$$

$$E_s = \frac{(R + p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \quad (2.24.)$$

$$L_{total} = L_c + 2L_s \quad (2.25.)$$

iii. *Spiral – Spiral (SS)*



Gambar 2. 3. Lengkung Spiral - Spiral
(Sumber: Bina Marga No.038/TBM/1997)

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad (2.26.)$$

$$\Delta_c = 0 \quad (2.27.)$$

$$L_c = 0 \quad (2.28.)$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6R} \quad (2.29.)$$

$$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} \quad (2.30.)$$

$$k = X_c - R \sin \theta_s \quad (2.31.)$$

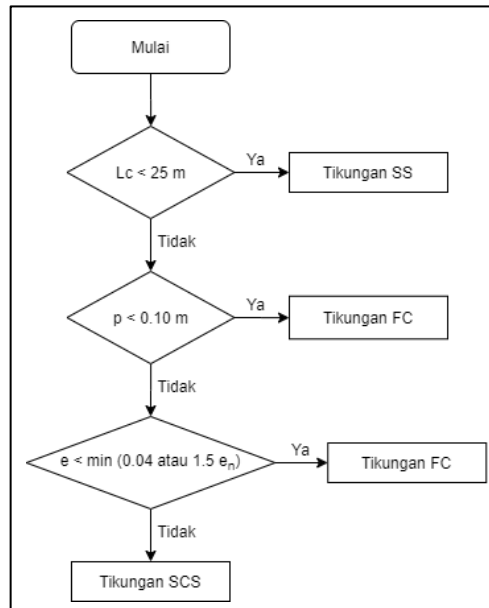
$$p = Y_c - R (1 - \cos \theta_s) \quad (2.32.)$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \quad (2.33.)$$

$$E_s = \frac{(R + p)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \quad (2.34.)$$

$$L_{total} = 2L_s \quad (2.35.)$$

Dalam memilih tikungan alinyemen horizontal, diperlukan nilai dari L_c (Panjang lengkung lingkaran), p (P check) dan juga e (Superelevasi) yang mana akan diinterpretasikan pada gambar 2.4. dibawah ini.



Gambar 2. 4. Alur Pemilihan Lengkung
(Sumber: Bina Marga No.038/TBM/1997)

c. Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perencanaan elevasi sumbu jalan pada setiap titik yang ditinjau, berupa profil memanjang. Pada perencanaan alinyemen vertikal akan ditemui kelandaian positif (tanjakan) dan kelandaian negatif (turunan), sehingga kombinasi berupa lengkung cembung dan lengkung cekung. Disamping kedua lengkung tersebut ditemui pula kelandaian datar. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh keadaan topografi yang dilalui oleh rute jalan rencana. Kondisi topografi tidak saja berpengaruh pada perencanaan alinyemen horizontal, tetapi mempengaruhi perencanaan alinyemen vertikal [Hendarsin L. Shirley, 2000].

Perancangan alinyemen vertikal terdiri dari dua syarat perancangan yaitu:

i. Perancangan Kelandaian Maksimum yang Diizinkan

Tabel 2. 3. Hubungan Kelandaian Maksimum Izin dengan V_r

V_r (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	< 40
Kelandaian Maksimum (%)	3	3	4	5	8	9	10	10

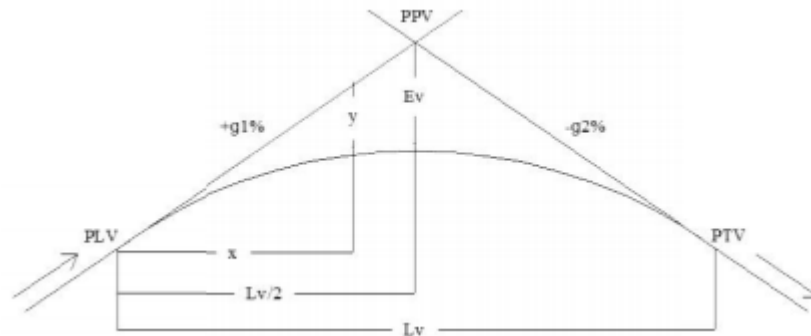
(Sumber: Bina Marga No.038/TBM/1997)

ii. Perancangan Panjang Kritis (m)

Tabel 2. 4. Hubungan Kelandaian dengan Panjang Kritis pada Kecepatan Tertentu

Kecepatan pada awal tanjakan (km/jam)	Kelandaian (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	90

(Sumber: Bina Marga No.038/TBM/1997)



Gambar 2. 5 Lengkung Vertikal
(Sumber: Bina Marga No.038/TBM/1997)

$$E_v = \frac{(g_2 - g_1) \times L_v}{200 \times L} \quad (2. 36.)$$

Dimana : E_v = Jarak vertikal antar garis kemiringan dengan lengkungan (m)

g_x = Besar kelandaian (%)

L_v = Panjang lengkungan vertikal (m)

d. *Cut and Fill*

Galian dan timbunan (*cut and fill*) merupakan salah satu bagian terpenting dalam berbagai jenis proyek sipil dan pengukuran. Banyak proyek pengukuran yang pekerjaan intinya adalah pekerjaan galian dan timbunan di lapangan dan dilakukan dalam skala besar. Pada umumnya pekerjaan galian (*cutting*) dan timbunan (*filling*) memiliki konsep yang sama dalam proses pengukuran dan perhitungannya. Didalam perencanaan jalan antar kota diusahakan agar volume galian sama dengan volume timbunan.

$$\text{Volume Galian} = p \times l \times t \quad (2. 37.)$$

2.3.4. Karakteristik Lalu Lintas

a. Klasifikasi Kendaraan

Klasifikasi kendaraan atau kelompok dari kendaraan merupakan hal mendasar yang perlu diamati untuk menentukan karakteristik dari lalu lintas di jalan raya, baik itu karakteristik arus, karakteristik kecepatan maupun karakteristik kepadatan. Mengingat lalu lintas sendiri terjadi apabila adanya pergerakan kendaraan yang berlalu lalang di jalan raya. Di Indonesia yang merupakan negara berkembang, dibutuhkanlah sistem klasifikasi jalan yang tepat, mengingat ciri lalu lintas yang terjadi secara aktual di lapangan adalah bercampurnya berbagai jenis kendaraan dalam satu ruang jalan yang sama (*mixed traffic*). Maka dari itu dibuatlah peraturan yang berisikan pembagian klasifikasi kendaraan yang dibuat oleh Bina Marga yaitu Manual Kapasitas Jalan Indonesia atau MKJI (1997). Didalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia bagian Jalan Antar Kota, kendaraan diklasifikasikan menjadi empat kelompok kendaraan yaitu kendaraan tidak bermotor, sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV) dan kendaraan berat (LV) yang mana akan di jelaskan pada tabel 2. 5.

Tabel 2. 5. Klasifikasi Kendaraan Menurut MKJI (1997)

Jalan Kota	Jalan Antar-Kota	Keterangan
Kendaraan Ringan		Kendaraan bermotor roda 4 berjarak gandar 2-3 m, meliputi kendaraan penumpang, oplet, bus mikro. <i>Pick-up</i> dan truk mikro pada system klasifikasi Bina Marga
Kendaraan Berat	Medium Heavy Vehicle	Kendaraan bermotor berjarak gandar 3,5 – 5 m, meliputi bus kecil, truk 2 gandar beroda 6 pada sistem klasifikasi Bina Marga

Jalan Kota	Jalan Antar-Kota	Keterangan
	Truk Besar	Truk 3 gandar dan truk gandeng dengan jarak gandar pertama ke gandar kedua < 3,5 m
	Bus Besar	Bus 2 atau 3 gandar berjarak antar gandar 5 - 6 m
Sepeda Motor		Sepeda motor beroda 2 atau 3, meliputi sepeda motor dan kendaraan roda 3 pada sistem klasifikasi Bina Marga
Kendaraan Tidak Bermotor		Kendaraan beroda bertenaga manusia atau hewan, termasuk sepeda becak, kereta kuda dan kereta dorong pada sistem klasifikasi Bina Marga

(**Sumber:** Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, Bina Marga)

b. Satuan Mobil Penumpang

Satuan mobil penumpang (smp) adalah ukuran yang memodelkan ruang jalan yang digunakan oleh suatu jenis kendaraan serta kemampuan manuever kendaraan tersebut. Dalam menentukan satuan mobil penumpang (smp) ini didasari pada konfigurasi lajur jalan baik jalan perkotaan maupun jalan antar kota, baik jalan dengan mendian maupun tanpa median, maupun jumlah dari lajur yang ada pada jalan tersebut. Satuan mobil penumpang sendiri merupakan faktor yang akan digunakan untuk memodelkan jumlah kendaraan yang ada di dalam ruang jalan, dengan kata lain nilai dari smp ini akan dikalikan dengan lalu lintas aktual yang terukur di lapangan. Adapun nilai dari satuan mobil penumpang untuk jalan antar kota menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) dapat dilihat pada **Tabel 2.**

6. dibawah:

$$SMP_j = emp_j \times \text{total kendaraan} \quad (2. 38.)$$

Dimana:

emp = Ekuivalensi Mobil Penumpang

SMP = Satuan Mobil Penumpang

j = Jenis Kendaraan

Tabel 2. 6. Nilai smp Jalan 2 Lajur 2 Arah Antar Kota menurut MKJI (1997)

Jenis Alinyemen	Arus LL Total 2 Arah (kendaraan/jam)	smp					
		MHV	BB	TB	SM		
					Lebar Jalur, W_c (m)		
					< 6	6 – 8	> 8
Datar	< 800	1,2	1,2	1,8	0,8	0,6	0,4
	800 - 1349	1,8	1,8	2,7	1,2	0,9	0,6
	1350 - 1899	1,5	1,6	2,5	0,9	0,7	0,5
	≥ 1900	1,3	1,5	2,5	0,9	0,7	0,5
Bukit	< 650	1,8	1,6	5,2	0,7	0,5	0,3
	650 - 1099	2,4	2,5	5,0	1,0	0,8	0,5
	1100 - 1599	2,0	2,0	4,0	0,8	0,6	0,4
	≥ 1600	1,7	1,7	3,2	0,5	0,4	0,3
Gunung	< 450	3,5	2,5	6,0	0,6	0,4	0,2
	450 - 899	3,0	3,2	5,5	0,9	0,7	0,4
	900 - 1349	2,5	2,5	5,0	0,7	0,5	0,3
	≥ 1350	1,9	2,2	4,0	0,5	0,3	0,3

(**Sumber:** Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, Bina Marga)

c. Karakteristik Arus

Merupakan salah satu hal yang terpenting dari bagian karakteristik lalu-lintas, karakteristik arus digunakan untuk memperkirakan tingkat dari arus tersebut dalam periode yang telah ditentukan berdasarkan pada tingkatan arus yang telah diketahui dari periode lain. Berbicara mengenai arus (q) dapat dikaitkan dengan variabel lain yang dapat mengekspresikan kinerja lalu-lintas yaitu *headway* (h) atau yang lebih dikenal sebagai waktu antara melintasnya bagian depan kendaraan di titik tertentu dengan melintasnya bagian depan kendaraan yang ada di belakangnya, adapun hubungan antar arus dan *mean headway* ($\bar{h}$) adalah sebagai berikut:

$$q = \frac{1}{\bar{h}} \quad (2.39.)$$

Dimana :

q = arus (kendaraan/jam)

$\bar{h}$ = *headway*

d. Karakteristik Kecepatan

Kecepatan merupakan salah satu karakter dari lalu lintas yang mana berkaitan erat dengan waktu tempuh, yang mana dari kedua aspek inilah secara fundamental dapat berfungsi untuk mengukur kinerja dari suatu sistem jalan eksisting (yang sudah ada), dan menjadi variabel kunci dari perancangan fasilitas jalan terkhususnya baik perancangan ulang maupun perancangan sarana baru.

Kecepatan adalah jarak yang ditempuh oleh suatu kendaraan per satuan waktu. Kecepatan biasanya dinyatakan dalam m/det atau km/jam. Kecepatan setempat (*spot speed*) merupakan ukuran kecepatan saat di lokasi tertentu pada suatu ruas jalan. Kecepatan rata-rata setempat dibagi menjadi dua, yang mana dalam penelitian ini hanya terfokus kepada pengolahan data *time mean speed* yaitu:

i. Kecepatan rata-rata waktu (*Time mean speed*)

Merupakan rata-rata aritmatik kecepatan kendaraan yang melintasi suatu titik selama rentang waktu tertentu. Yang mana nilainya dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$\bar{\mu}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \mu_i \quad (2.40.)$$

Dimana :

$\bar{\mu}_t$ = Kecepatan rata-rata waktu (km/jam)

N = Jumlah pengamatan

$\bar{\mu}_i$ = Kecepatan setempat ke I (km/jam)

e. Kapasitas

Kapasitas dapat diartikan sebagai kemampuan layan yang diberikan oleh jalan terhadap lalu-lintas. Menurut MKJI 1997, untuk menghitung kapasitas jalan terkhususnya jalan antar kota, dibutuhkan beberapa faktor yang menjadi variabel dari kapasitas itu sendiri yaitu:

- Kapasitas dasar jalan antar kota (Tabel 2. 7.),
- Faktor pengaruh lebar lajur pada kapasitas jalan antar kota (Tabel 2. 8.),
- Faktor pengaruh distribusi arah pada kapasitas jalan antar kota (Tabel 2. 9.),
dan

- d. Faktor pengaruh hambatan samping pada kapasitas jalan antar kota (Tabel 2. 10.)

Yang mana dari keempat faktor tersebut dapat ditentukan nilai kapasitas dari jalan dengan menggunakan persamaan 2. 41. yaitu:

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \quad (2. 41.)$$

Dimana:

C_0 = Kapasitas dasar

FC_W = Faktor pengaruh lebar lajur

FC_{SP} = Faktor pengaruh distribusi arah

FC_{SF} = Faktor pengaruh hambatan samping

Yang mana faktor-faktor tersebut telah ditetapkan oleh MKJI 1997 seperti yang telah di rangkum pada **Tabel 2. 7.**, **Tabel 2. 8.**, **Tabel 2. 9.**, dan **Tabel 2. 10.**:

Tabel 2. 7. Kapasitas Dasar Jalan Antar Kota menurut MKJI (1997)

Tipe Alinyemen	Kapasitas Dasar
	(smp/h/lajur)
2 Lajur tak bermedian	
Datar	3.100
Berbukit	3.000
Bergunung	2.900

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, Bina Marga)

Tabel 2. 8. Faktor Pengaruh Lebar Lajur pada Kapasitas Antar Kota menurut MKJI (1997)

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalin Efektif (W_e)	Faktor Pengaruh Lebar Lajur (FC_W)
	(m)	
	Total	
2 Lajur Tak Bermedian	5,00	0,69
	6,00	0,91
	7,00	1,00
	8,00	1,08
	9,00	1,15
	10,00	1,21
	11,00	1,27

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, Bina Marga)

Tabel 2. 9. Faktor Pengaruh Distribusi Arah pada Kapasitas Jalan Antar Kota menurut MKJI (1997)

SP %-%	FC _{SP}	
	2 Lajur (2/2)	4 lajur (4/2)
50 - 50	1	1
55 - 45	0,97	0,975
60 - 40	0,94	0,95
65 - 35	0,91	0,925
70 - 30	0,88	0,9

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, Bina Marga)

Tabel 2. 10. Kapasitas Dasar Jalan 2 Lajur 2 Arah Antar Kota menurut MKJI (1997)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Pengaruh Hbtn Samping (FC _{sf})			
		Efektif Lebar Bahu W _s (m)			
		< 0,5	1	1,5	>2
2/2 UD	Sangat Rendah	0,97	0,99	1,00	1,02
	Rendah	0,93	0,95	0,97	1,00
	Sedang	0,88	0,91	0,94	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,91	0,95
	Sangat Tinggi	0,80	0,83	0,88	0,93

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, Bina Marga)

f. V/C Ratio atau Derajat Kejenuhan

V/C Ratio atau Derajat Kejenuhan merupakan analisa yang digunakan untuk mengetahui kejenuhan yang terjadi pada suatu ruas jalan. Berdasarkan ketentuan yang didasari pada *Traffic Planning and Engineering, 2nd Edition Pergamon Press Oxford, 1997* menyatakan bahwa V/C Ratio atau Derajat Kejenuhan terbagi atas 6 katagori, yaitu A, B, C, D, E, dan F yang sebagaimana dijelaskan pada **Tabel 2. 11.** berikut:

Tabel 2. 11. V/C Ratio atau Derajat Kejenuhan

LOS	Rasio V/C	Karakteristik/Kondisi
A	< 0,60	1. Arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan tinggi; 2. Kepadatan lalu lintas sangat rendah dengan kecepatan yang dapat dikendalikan oleh pengemudi

LOS	Rasio V/C	Karakteristik/Kondisi berdasarkan batasan kecepatan maksimum/minimum dan kondisi fisik jalan;
		3. Pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkan tanpa atau dengan sedikit tundaan
B	0,60 - 0,70	1. Arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas; 2. Kepadatan lalu lintas rendah hambatan internal lalu lintas belum memengaruhi kecepatan; 3. Pengemudi masih punya cukup kebebasan untuk memilih kecepatannya dan lajur jalan yang digunakan;
C	0,70 - 0,80	1. Arus stabil tetapi kecepatan dan pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi 2. Kepadatan lalu lintas sedang karena hambatan internal lalu lintas meningkat 3. Pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului
D	0,80 - 0,90	1. Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus 2. Kepadatan lalu lintas sedang namun fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar 3. Pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu singkat
E	0,90 - 1,00	

LOS	Rasio V/C	Karakteristik/Kondisi
		1. Arus lebih rendah daripada tingkat pelayanan D dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sangat rendah
		2. Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi 3. Pengemudi mulai merasakan kemacetan-kemacetan durasi pendek
F	> 1,00	1. Arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang 2. Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume sama dengan kapasitas jalan serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama 3. Dalam keadaan antrian, kecepatan maupun arus turun sampai 0

(Sumber: *Traffic Planning and Engineering*, 2nd Edition Pergamon Press Oxford, 1997)

2.3.5. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti (Sukirman, 2003).

Perancangan tebal lapisan perkerasan lentur metode Binamarga terdiri dari:

- a. Nilai Daya Dukung Tanah dan CBR

Pengujian *California Bearing Ratio* atau lebih dikenal dengan pengujian CBR dilakukan untuk mendapatkan nilai dari CBR yang akan digunakan untuk merencanakan tebal perkerasan maupun lapisan tambah perkerasan. Pengujian CBR dapat dilakukan dengan secara langsung di tempat (*in place*) atau dengan mengambil sampel tanah yang akan di uji di laboratorium, untuk pengujian di laboratorium dilakukan dengan melalui dua proses pengujian internal dari sampel

tanah tersebut, yaitu pengujian kadar air (*water content test*) dan pengujian kepadatan tanah (*compact test*).

b. Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Dalam merencanakan struktur perkerasan jalan, dibutuhkan lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) untuk merancang perkerasan jalan sesuai dengan rancangan umur rencana. Namun dalam mengumpulkan data LHRT tentu memakan waktu dan biaya yang cukup besar. Maka dari itu dilakukan pendekatan melalui permodelan lintas harian rata-rata (LHR) yang dapat dikatakan cukup teliti.

Berbeda dengan lalu lintas harian rata-rata tahunan yang diambil melalui survey selama satu tahun, lalu lintas harian rata-rata adalah jumlah kendaraan dari hasil survey yang telah dilakukan di bagi dengan waktu pengamatan.

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{Waktu pengamatan}} \quad (2.42.)$$

LHR_0 = Lalu Lintas Harian Rata-Rata Awal

LHR_a = Lalu Lintas Harian Rata-Rata Akhir

c. *Cummulative Equivalent Standard Axle (CESA)*

Cummulative equivalent standard axle (CESA) merupakan nilai dari akumulasi beban sumbu standar yang disalurkan menuju konstruksi perkerasan jalan terhadap jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) selama umur rencana. Dalam menghitung CESA dibutuhkan nilai dari ESA dan beberapa faktor yaitu faktor pengali pertumbuhan lalu lintas, distribusi lajur dan distribusi arah. Yang akan dijelaskan pada persamaan berikut.

$$\text{CESA} = \text{ESA} \times 365 \times R \times D_A \times D_L \quad (2.43.)$$

$$\text{ESA} = \sum \text{Jenis Kendaraan LHRT} \times \text{VDF} \quad (2.44.)$$

Dimana:

ESA = Lintas sumbu standar ekivalen untuk 1 hari

LHRT = Lintas harian rata-rata tahunan jenis kendaraan tertentu

VDF = Faktor perusak (*vehicle damaging factor*)

CESA = Kumulatif beban sumbu standar ekivalen umur rencana

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

d. *Vehicle Damaging Factor (VDF)*

Vehicle damaging factor merupakan faktor yang menggambarkan kerusakan jalan oleh kendaraan, untuk menghitung faktor tersebut dibutuhkanlah gambaran mengenai konfigurasi sumbu kendaraan dan beban sumbu kendaraan yang ada. Dalam menghitung nilai dari faktor kerusakan jalan ini dilakukanlah perhitungan yang didasari pada tabel klasifikasi kendaraan dan nilai VDF standar dari Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M.BM/2013 yang dapat dilihat melalui **Tabel 2. 12.**

Tabel 2. 12. Klasifikasi Kendaraan Menurut Manual Desain Perkerasan

Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi Sumbu
Klasifikasi Lama	Alternatif		
1	1	Sepeda Motor	1.1
2, 3, 4	2, 3, 4	Sedan / Angkot / Pick-Up / Station Wagon	1.1
5A	5a	Bus Kecil	1.2
5B	5b	Bus Besar	1.2
6A	6.1	Truk 2 Sumbu - Cargo Ringan	1.1
6B	7.1	Truk 2 Sumbu - Cargo Sedang	1.2
7A1	9.1	Truk 3 Sumbu - Ringan	1.22
7A2	9.2	Truk 2 Sumbu - Sedang	1.22
7B	10	Truk 2 Sumbu dan Trailer Penarik 2 Sumbu	1.2 - 2.2
7C1	11	Truk 4 Sumbu - Trailer	1.2 - 2.2
7C2A	12	Truk 5 Sumbu - Trailer	1.2.2 - 2.2
7C2B	13	Truk 5 Sumbu - Trailer	1.2 - 2.2.2
7C3	14	Truk 6 Sumbu - Trailer	1.2.2 - 2.2.2

(Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan, Departemen Pekerjaan Umum, 2013)

Tabel 2. 13. Nilai VDF Standar Manual Desain Perkerasan Jalan Pulau Sumatera

Klasifikasi Kendaraan	Kelompok Sumbu	Faktor Ekuivalen Beban (VDF)			
		(ESA/Kendaraan)			
		Beban Aktual		Beban Normal	
		VDF ₄	VDF ₅	VDF ₄	VDF ₅
1	2	-	-	-	
2, 3, 4	2	-	-	-	
5A	2	1	1	1	1
5B	2	1	1	1	1
6A	2	0,55	0,5	0,55	0,5
6B	2	4,5	7,4	3,4	4,6
7A1	2	10,1	18,4	5,4	7,4
7A2	2	10,5	20	4,3	5,6
7B	2	-	-	-	-
7C1	2	15,9	29,5	7	9,6
7C2A	3	19,8	39,0	6,1	8,1
7C2B	3	20,7	42,8	6,1	8
7C3	3	24,5	51,7	6,4	8

(Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan, Departemen Pekerjaan Umum, 2013)

Berdasarkan **Tabel 2. 13.** dapat diketahui bahwasannya nilai dari VDF terbagi atas dua jenis yaitu VDF₄ dan VDF₅. Nilai VDF₄ digunakan untuk menghitung CESA₄ yang berfungsi untuk menentukan pemilihan jenis dari perkerasan, sedangkan VDF₅ digunakan untuk menghitung CESA₅ yang akan digunakan untuk menentukan tebal dari perkerasan lentur. Selain itu VDF dibagi menjadi dua yaitu beban actual dan normal. Beban Aktual bekerja pada saat perencanaan jalan, beban normal akan bekerja pada saat jalan sudah di buka.

e. Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas merupakan perhitungan estimasi nilai faktor lalu lintas yang akan terjadi selama umur rencana jalan yang didesain. Untuk menghitung faktor pengali pertumbuhan lalu lintas digunakan data – data pertumbuhan series. Namun apabila data tidak tersedia maka dapat menggunakan **Tabel 2. 14.** sebagai acuan:

Tabel 2. 14. Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%) (2015 - 2035)

Klasifikasi Jalan	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan Perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolaktor Rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan Desa	1,00	1,00	1,00	1,00

(Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan, Departemen Pekerjaan Umum, 2013)

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$R = \frac{(1 + 0,01i)^{UR} - 1}{0,01i} \quad (2. 45.)$$

Dimana:

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

i = Tingkat pertumbuhan lalu lintas tahunan

UR = Umur rencana (tahun)

f. Faktor Lajur

Faktor lajur merupakan faktor yang digunakan dalam menyesuaikan beban *equivalent standard axle* / kumulatif (ESA) pada jalan dengan dua lajur maupun lebih dalam arah yang sama. Nilai dari faktor lajur dapat diketahui melalui **Tabel 2. 15.** dibawah ini.

Tabel 2. 15. Faktor Lajur

Jumlah Lajur	Faktor Distribusi Lalu Lintas
Per Arah	(%)
1	100
2	80
3	60
4	50

(Sumber: Revisi Manual Desain Perkerasan Jalan, Departemen Pekerjaan Umum, 2017)

g. Penentuan & Pemilihan Struktur Perkerasan

Tabel 2. 16. Penentuan & Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Desain	ESA 20 Tahun (Juta)				
		(Pangkat 4 kecuali disebutkan lain)				
		0 - 0.5	0.5 - 4	4 -10	10 - 30	> 30
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat	4			2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (desa dan daerah) perkotaan	4A		1,2			
AC WC modifikasi atau SMA modeifikasi dengan CTB (pangkat 5)	3				2	
AC dengan CTB (pangkat 5)	3			2		
AC tebal > 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (pangkat 5)	3A			1,2		
AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir	3		1,2			
Burda atau Burtu dengan LPA kelas A atau bahan asli	Gambar 6	3	3			
Lapis Pindasi Soil Cement	6	1	1			
Perkerasan tanpa penutup	Gambar 6	1				

(Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan, Departemen Pekerjaan Umum, 2013)

h. Tebal Lapis Pondasi

Tabel 2. 17. Tebal Minimum Lapisan Pondasi

CBR Tanah Dasar	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Prosedur Desain Pondasi	Deskripsi Struktur Pondasi Jalan	Lalin Lajur Desain umur rencana 40 tahun (juta CESA ₅)		
				< 2	2 - 4	> 4
				Tebal min. Peningkatan Tanah Dasar (mm)		
≥ 6	SG6	A	Perbaikan tanah dasar meliputi bahan stabilisasi kapur atau timbunan pilihan (pemadatan berlapis ≤ 200 mm tebal lepas)	Tidak perlu peningkatan		
5	SG5					100
4	SG4			100	150	200
3	SG3			150	200	300
2,5	SG2,5			175	250	350
Tahan Ekspansif (<i>Potential Swell</i> > 5%)		AE		400	500	600
Perkerasan Lentur diatas tanah Lunak	SG1 Aluvial	B	Lapis penopang (<i>Capping layer</i>)	1100	1100	1200
			Lapis penopang dan geogrid	650	750	850
Tanah gambut dengan HRS atau perkerasan Burda untuk jalan kecil (nilai minimu - peraturan lain digunakan)		D	Lapis penopang berbutir	1000	1250	1500

(**Sumber:** Manual Desain Perkerasan Jalan, Departemen Pekerjaan Umum, 2013)

i. Tebal Lapis Perkerasan

Tabel 2. 18. Bagan 3: Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum dengan CTB

Ketebalan Lapis Perkerasan (mm)		Pengulangan beban sumbu desain 20 tahun terkoreksi di lajur desain	AC WC (mm)	AC BC (mm)	AC BC atau AC Base (mm)	CTB (mm)	Fondasi Agregat Kelas A (mm)
		CESA ₅					
	F1	> 10 - 30	40	60	75	150	150
	F2	> 30 - 50	40	60	100	150	150
	F3	> 50 - 100	40	60	125	150	150
	F4	> 100 - 200	50	60	160	150	150
	F5	> 200 - 500	50	60	220	150	150

(Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan, Departemen Pekerjaan Umum, 2013)

2.4. Studi Kelayakan Ekonomi

2.4.1. Perhitungan BOK

BOK atau Biaya Operasional Kendaraan adalah beban biaya yang dibebankan untuk suatu kendaraan, baik mobil penumpang, truk, bus. Didalam penelitian ini digunakan metode yang berasal dari PCI atau *Pacific Consultant International*. Didalam perhitungan BOK, terbagi atas dua katagori yaitu:

a. *Fixed Cost*

Fixed Cost merupakan biaya dasar dari kendaraan terdiri dari biaya depresiasi kendaraan, biaya awak kendaraan, asuransi, dan bunga modal. Yang mana dapat dihitung melalui persamaan 2. 46.

$$BT = B_{pi} \times B_{Ki} \times \text{Asuransi} \times \text{Bunga Modal} \quad (2. 46.)$$

Melalui persamaan 2. 46. Dibutuhkan variabel-variabel untuk menghitung biaya tetap, yang sebagaimana telah di tabelkan kedalam **Tabel 2. 19.**

Tabel 2. 19. Persamaan Menghitung Biaya Tetap BOK

No	Nama Persamaan	Mobil Penumpang	Bus	Truk
1	Penyusutan (Penyusutan/1000 km) dari harga kendaraan	$Y = 1 / (2,5 S + 125)$	$Y = 1 / (6 S + 300)$	$Y = 1 / (6 S + 300)$
2	Travelling Time Pengemudi & Kondektur (jam kerja/1000 km)	Tidak ada karena pengemudi adalah pemilik kendaraan	$Y = 1000/S$	$Y = 1000/S$
3	Asuransi (Asuransi/1000 km) dari harga kendaraan	$Y = 38 / (500 S)$	$Y = 60 / (2571,4285 S)$	$Y = 61 / (1714,2857 S)$
4	Bunga Modal (Bunga Modal/1000 km) dari harga kendaraan	$Y = 150 / (500 S)$	$Y = 150 / (2571,4285 S)$	$Y = 150 / (1714,2857 S)$

(Sumber: Pacific Consultant International)

Dimana:

BT = Biaya Tetap

Bpi = Biaya Depresiasi/Penyusutan Kendaraan

BKi = Biaya Awak Kendaraan

S = Kecepatan Rata – Rata Kedaraan

b. Running Cost

Running Cost merupakan biaya yang muncul pada saat kendaraan itu di fungsikan, yang mana terdiri dari biaya konsumsi oli, biaya pemeliharaan, biaya upah tenaga pemeliharaan, biaya konsumsi ban, dan biaya konsumsi bahan bakar. Yang mana dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2. 47.

$$BTT = BiBBMj \times BOi \times Bpi \times Bui \times Bbi \quad (2. 47.)$$

Melalui persamaan 2. 47. Dibutuhkan variabel-variabel untuk menghitung biaya tetap, yang sebagaimana telah di tabelkan kedalam **Tabel 2. 20.**

Tabel 2. 20. Persamaan Menghitung Biaya Tidak Tetap BOK

No	Nama Persamaan	Mobil Penumpang	Bus	Truk
1	Konsumsi Bahan Bakar (liter/1000 km)	$Y = 0,05693 S^2 - 6,425593 S + 269,18567$	$Y = 0,21692 S^2 - 24,15490 S + 954,78624$	$Y = 0,21557 S^2 - 24,17699 S + 947,80862$
2	Konsumsi Oli Mesin (liter/1000 km)	$Y = 0,00037 S^2 - 0,04070 S + 22,0405$	$Y = 0,00209 S^2 - 0,24413 S + 13,29445$	$Y = 0,00186 S^2 - 0,24413 S + 12,06486$
3	Pemeliharaan (pemeliharaan/1000 km)	$Y = 0,0000064 S + 0,0005567$	$Y = 0,0000332 S + 0,0020891$	$Y = 0,0000191 S + 0,00154$
4	Konsumsi Oli Mesin (liter/1000 km)	$Y = 0,00362 S + 0,36267$	$Y = 0,02311 S + 1,97733$	$Y = 0,01511 S + 1,212$
5	Ban Kendaraan (ban/1000 km)	$Y = 0,0008848 S + 0,0045333$	$Y = 0,0012356 S + 0,0065667$	$Y = 0,0015553 S + 0,0059333$

(Sumber: Pacific Consultant International)

Dimana:

BTT = Biaya Tidak Tetap

BiBBMj = Biaya Konsumsi Bahan Bakar

BOi = Biaya Konsumsi Oli

Bpi = Biaya Pemeliharaan

Bui = Biaya Upah Tenaga Pemeliharaan

BBi = Biaya Konsumsi Ban

S = Kecepatan Rata – Rata Kedaraan

2.4.2. Perhitungan Nilai Waktu

Nilai waktu merupakan salah satu komponen dari analisis ekonomi transportasi, nilai waktu akan meningkat seiring dengan lamanya penggunaan waktu dalam perjalanan. Dengan kata lain nilai waktu merupakan nilai dari waktu yang terbuang pada saat bertransportasi.

Dalam menganalisa nilai waktu dibutuhkan panjang segmen dan kecepatan, dengan persamaan 2. 48.

$$TT_{Gol\ n} = \frac{L}{V_{Gol\ n}} \quad (2. 48.)$$

$$Golongan\ 1_n = Time\ Travel \times Nilai\ Waktu \times Jumlah\ Kendaraan \times 365 \quad (2. 49.)$$

Tabel 2. 21. Nilai Waktu Minimum

No	Kab/Kota	Jasa Marga (Rupiah/jam)		
		Gol I	Gol IIa	Gol IIb
1	DKI	8200	123669	9188
2	Selain DKI	6000	9051	6723

(Sumber: Tamin, Ofyar Z., 2000)

2.4.3. Pengadaan Lahan

Pengadaan lahan atau yang lebih awam terdengar pembebasan lahan, merupakan salah satu faktor *cost* yang sangat penting bagi konstruksi, terkhususnya konstruksi jalan raya yang tentu memakan jumlah besar lahan untuk dilewati jalan tersebut. Pengadaan lahan dapat dihitung dengan melakukan perkalian sederhana antara panjang trase rencana dan lebar rencana yang akan menjadi satuan luas dengan harga dari lahan yang telah ditetapkan oleh Badan Pendapatan Daerah atau Badan Aset dan Pengelolaan Keuangan daerah setempat.

2.4.4. Penghematan Kecelakaan Lalu Lintas

Berpedoman pada Pd T-02-2005-B mengenai Perhitungann besaran biaya kecelakaan lalu lintas dengan menggunakan metoda *gross output (human capital)*.

Adapun untuk menghitung penghematan kecelakaan didasari pada data kecelakaan yang dikeluarkan oleh Direktorat lalu Lintas atau Polisi Daerah setempat.

Dalam menghitung nilai penghematan kecelakaan dilakukan proyeksi biaya kecelakaan dari biaya dasar pada tahun 2003 yang disajikan pada **Tabel 2. 22.**

Tabel 2. 22. Nilai Biaya Satuan Kecelakaan Lalu Lintas Jalan Antar Kota

Biaya Satuan Kecelakaan Lalu Lintas di Jalan Antar Kota BSKE _i (T ₀)			
2003			
No	Klasifikasi Kecelakaan	Biaya Satuan Kecelakaan	
		(Rp/Kecelakaan)	
1	Fatal	Rp	224,541,000.00
2	Berat	Rp	22,221,000.00
3	Ringan	Rp	9,847,000.00
4	Kerugian Harta Benda	Rp	8,589,000.00

(Sumber: Pd T-02-2005-B)

Melalui tabel tersebut dilakukan proyeksi nilai dari biaya satuan kecelakaan pertahunnya. Yang mana untuk menghitung proyeksi tersebut digunakan persamaan 2. 50.

$$BSKO_j (T_n) = BSKO_j (T_0) \times (1 + g)^t \quad (2. 50.)$$

Setelah dilakukan proyeksi lalu dihitunglah biaya pasti dari kecelakaan dengan menggunakan persamaan 2. 51.

$$BBKE_j (T_n) = \sum_{i=0}^k BSKO_i \times JKE_{i,j} \quad (2. 51.)$$

2.4.5. Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya merupakan analisa yang dilakukan untuk menafsirkan biaya yang akan digunakan dalam penyelesaian suatu proyek. Kajian rencana anggaran biaya dilakukan sebelum proyek berjalan. Dalam menafsirkan biaya yang akan keluar dapat dihitung dengan perkalian dasar yang dapat dilihat melalui persamaan 2. 51.

$$RAB = \text{Volume Pekerjaan} \times \text{Analisa Harga Satuan} \quad (2. 52.)$$

2.4.6. Net Present Value (NPV)

NPV atau *Net Present Value* ini mengestimasi nilai sekarang pada suatu proyek, aset ataupun investasi berdasarkan arus kas masuk yang diharapkan pada masa depan dan arus kas keluar yang disesuaikan dengan suku bunga dan harga pembelian awal. *Net Present Value* menggunakan harga pembelian awal dan nilai waktu uang (*time value of money*) untuk menghitung nilai suatu aset.

$NPV_{Expense/Income \text{ th ke-}n} = F. \text{ Diskon ke-}n \times Expense \text{ atau } Income \text{ th ke-}n$ (2. 53.)

Dimana faktor diskon dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Faktor Diskon ke-}n = \frac{1}{1 + Bunga^n} \quad (2. 54.)$$

2.4.7. Benefit Cost Ratio (BCR)

Benefit Cost Ratio merupakan salah satu metode kelayakan investasi. Pada dasarnya perhitungan metode kelayakan investasi ini lebih menekankan kepada *benefit* (manfaat) dan pengorbanan (biaya/*cost*) suatu investasi, bisa berupa usaha, atau proyek.

Dengan kata lain adalah perbandingan diantara keuntungan dan biaya, di dalam analisa *Benefit Cost Ratio* ini memungkinkan untuk terjadi tiga kemungkinan dimana apabila rasio yang dihasilkan dari perbandingan antara kumulatif *net present value* pengeluaran dan kumulatif *net present value* pemasukan menghasilkan nilai yang telah diberi syarat sebagai berikut:

Tabel 2. 23. Syarat Kelayakan

<i>Benefit Cost Ratio</i>	Kelayakan
<1	Tidak Layak
=1	Seimbang
>1	Layak

$$\text{Benefit Cost Ratio} = \frac{\text{Kumulatif NPV}_{\text{Pengeluaran/Expense}}}{\text{Kumulatif NPV}_{\text{Pemasukan/Income}}} \quad (2. 55.)$$

2.4.8. Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return merupakan salah satu komponen dari pengujian kelayakan ekonomi suatu proyek, di dalam menghitung nilai dari *Internal Rate of Return* ini sangatlah bergantung kepada nilai *Net Present Value* dari proyek ini. Inti dari permasalahan yang ada pada *Internal Rate of Return* ini merupakan sampai batas nilai suku bunga berapa kita akan mulai mengalami kerugian, maka dari itulah kita dapat menaksir kerugian tepat berada di angka suku bunga berapa. Sehingga kita dapat mengantisipasi hal tersebut agar tidak terjadi.

$$IRR = R_1 + \left(\frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2) \times (R_2 - R_1)} \right) \quad (2. 56.)$$

Dimana :

R = Nilai Suku Bunga

NPV = Nilai *Net Present Value*

X₁ = Merupakan angka pasti yang didapatkan pada hasil perhitungan secara Riil

X₂ = Angka ramalan yang digunakan untuk mencari pada suku bunga keberapa suatu proyek akan tepat mengalami kerugian

2.5. Analisa Multi Kriteria

Analisa multi kriteria merupakan metode yang digunakan untuk mengambil keputusan untuk sebuah perencanaan. Selain itu analisis multi kriteria juga menjadi acuan perencanaan proyek terkait aspek-aspek di luar kriteria ekonomi dan finansial.

Analisis ini menggunakan persepsi *stakeholders* terhadap kriteria-kriteria atau variabel-variabel yang akan dibandingkan dalam proses pengambilan keputusan.

Proses analisa multi kriteria sendiri terdiri dari:

a. Penentuan kriteria pemilihan

Penentuan kriteria pemilihan merupakan langkah pertama yang dilakukan untuk mengetahui apakah proyek tersebut akan memengaruhi aspek-aspek lain diluar aspek ekonomi dan aspek finansial yang berpatokan kepada hukum yang berlaku.

b. Penentuan skala perbandingan berpasangan

Skala perbandingan berpasangan merupakan skala yang digunakan untuk melihat nilai kepentingan dari hubungan suatu aspek dengan aspek lainnya, melalui skala inilah dapat dilihat kriteria mana yang lebih homogen dalam artian sama sehingga kriteria-kriteria tersebut dapat dengan mudah di kerucutkan menjadi satu-kesatuan kriteria.

c. Mengintepretasikan data kedalam bentuk matriks berpasangan

Mengintepretasikan data kedalam bentuk matriks berpasangan merupakan salah satu langkah awal untuk mengetahui nilai dari Eigen Vector yang akan digunakan dalam menentukan prioritas.

d. Mengkonversi data matriks menjadi data desimal

Dilakukan agar mempermudah proses perhitungan dari matriks tersebut.

e. Menghitung Eigen Vector

f. Menentukan prioritas

2.6. Studi Literatur

Beberapa penelitian yang berkaitan dan menjadi acuan pada penelitian analisa studi kelayakan pembangunan jalan lingkar dan pelebaran jalan lintas barat sumatera ruas gedong tataan, kabupaten pesawaran, adapun penelitian tersebut antara lain:

1	Judul	Analisis Multi Kriteria Sebagai Metode Pemilihan Suatu Alternatif Ruas Jalan Di Propinsi Lampung
	Peneliti (Tahun)	Rahayu Sulistyorini (2010)
	Tujuan Penelitian	Menyiapkan pilihan alternatif rute pada ruas jalan simpang Batu Putu - Gedong Tataan serta memberikan rekomendasi rute terpilih dengan dasar-dasar penentuan pemilihan yang ditinjau dari berbagai aspek sesuai metode pemilihan yang digunakan, yaitu menggunakan Analisis Multi Kriteria.

Metodologi Penelitian	1. Indikasi Jumlah alternatif lokasi yang akan dipilih. 2. Meninjau dominansi suatu pilihan terhadap pilihan lainnya, terjadi ketika kinerja suatu alternatif sama/ lebih baik untuk semua kriteria terhadap alternatif lainnya. 3. Melakukan pembobotan, dengan menggunakan <i>Matrix Pair Wise Comparison</i>. 4. Skoring kinerja tiap alternatif dengan memberikan penilaian terukur terhadap variabel kriteria secara kualitatif ataupun kuantitatif. 5. Mengalikan bobot setiap kriteria dengan skore kinerja alternatif pada kriteria tersebut. 6. Menjumlahkan nilai setiap kriteria sehingga didapat nilai total suatu alternatif. 7. Me-ranking nilai tersebut sehingga didapat prioritas alternatif.
Hasil Penelitian	1. Jalan yang menjadi fokus dari studi ini adalah Jalan Batas Kota Bandar Lampung - Gedong Tataan. Alternatif koridor terdiri dari 2, yaitu: Alternatif 1: dimulai dari Simpang Kalinangkal - Tanjung Balok melalui Sungailangka – Bogorejo - Karangsari - Sukadadi. Tata guna lahan yang dilalui koridor ini adalah Persawahan di Sampang, kaki gunung Betung, persawahan di Sampang, Bogorejo, Karang sari serta Sukadadi dan pemukiman. Alternatif 2: simpang Kalinangkal - Tanjung Balok melewati sungai langka 2 – Ponorogo – Wonosari – Sumbersari – Cilawang – Padangratu - Pamangan. Tata guna lahannya berupa semak belukar, melalui kaki gunung Betung, hutan lahan kering sekunder, perkebunan di daerah cilawang serta pemukiman didaerah Padang Ratu serta Pamangan

		2. Proses pemilihan dari alternatif – alternatif rute tersebut yang akan dianalisa adalah rute yang paling optimal, penilaian ini dilakukan menggunakan analisis multi kriteria dengan menggunakan beberapa kriteria tertentu. Dari hasil analisis ini, diperoleh bahwa alternatif terpilih adalah alternatif 1.
--	--	--

2	Judul	Analisis Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jalan Tembus Lawang – Batu
	Peneliti (Tahun)	Aryo Yudhanto W (2015)
	Tujuan Penelitian	1. Mengetahui dan menganalisa Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jalan Tembus Lawang – Batu ditinjau dari penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK). 2. Mengetahui dan menganalisa Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jalan Tembus Lawang – Batu ditinjau dari penghematan waktu perjalanan. 3. Mengetahui dan menganalisa Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jalan Tembus Lawang – Batu ditinjau dari berkurangnya tingkat kecelakaan lalu lintas di ruas Pandaan–Lawang - Singosari – Karanglo – Kota Batu.
	Metodologi Penelitian	Metode yang digunakan adalah metode with and without, sehingga dalam penelitian Analisis Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jalan Tembus Lawang – Batu ini menggunakan metode pendekatan perbandingan kondisi dengan proyek (<i>with project</i>) dan tanpa proyek (<i>without project</i>) dan atas dasar pendekatan kebijakan publik atau pendekatan <i>economic analysis</i> . Analisis yang dilakukan merupakan analisis ekonomi untuk memperoleh/ membandingkan kelayakan ekonomi dari seluruh alternatif solusi. Tinjauan aspek Jurnal Teknik Sipil Untag Surabaya 241 ekonomi merupakan analisis terhadap biaya (<i>cost</i>) dan keuntungan (<i>benefit</i>). Biaya ini

		meliputi biaya konstruksi, biaya kemacetan, biaya kecelakaan, serta biaya inefisiensi akibat adanya sistem jaringan jalan yang tidak optimum. Selanjutnya, aspek ekonomi studi kelayakan jalan ini akan digunakan suatu alat (<i>tools</i>) yang lazim dipakai dalam bidang ekonomi, yaitu IRR (<i>Internal Rate of Return</i>), NPV (<i>Nett Present Value</i>), dan BCR (<i>Benefit Cost Ratio</i>).
	Hasil Penelitian	1. Berdasarkan hasil perhitungan perkiraan keuntungan (<i>Benefit</i>) dari Pembangunan Jalan Tembus Lawang Batu dapat diketahui bahwa total keuntungan yang diperoleh hingga akhir proyek adalah sebesar Rp7.100,55 Milyar. Jumlah tersebut diperoleh dari penghematan Biaya Operasi Kendaraan (BOK) sebesar Rp3.004,11 Milyar, penghematan terhadap tundaan sebesar Rp2.967,97 Milyar dan penghematan terhadap kecelakaan sebesar Rp1.128,47 Milyar, sehingga dari segi keuntungan, rencana Pembangunan Jalan Tembus Lawang – Batu dinyatakan menguntungkan untuk dilaksanakan. 2. Dari hasil analisa kelayakan ekonomi, Pembangunan Jalan Tembus Lawang – Batu ternyata sangat menunjang perekonomian penduduk yang menghuni kawasan. Dilihat dari sisi finansial yang ditinjau dari kriteria penilaian kelayakan dengan metode Benefit Cost Ratio ($B/CR = 7,07 > 1$, <i>Nett Present Value</i> (NPV) = Rp5.363,88 milyar > 0, <i>Internal Rate of Return</i> (IRR) = 23% > 18, maka dapat diambil kesimpulan bahwa rencana Pembangunan Jalan Tembus Lawang – Batu dinyatakan layak untuk dilaksanakan.
3	Judul	Analisis Kelayakan Perencanaan Pembangunan Jalan Penghubung (<i>Missing Link</i>) Antara Desa Sikur Sampai Desa Paokmotong Kabupaten Lombok Timur

	Peneliti (Tahun)	Dessy Angga Afrianti (2018)
	Tujuan Penelitian	1. Melakukan perbandingan unjuk kinerja jaringan jalan sebelum dibangun jalan alternatif (missing link) dengan sesudah dibangun dengan indikator, antara lain : tundaan perjalanan, kecepatan, waktu 2. Melakukan analisis kelayakan teknis, statis dan lingkungan dari pembangunan jalan (missing link) di Kabupaten Lombok Timur untuk mengetahui apakah pembangunan jalan sudah layak untuk dibangun jika ditinjau dari aspek biaya serta manfaat ekonomi dengan cara membandingkan antara biaya pembangunan jalan dengan keuntungan dari segi penghematan waktu dan penghematan biaya bahan bakar. 3. Melakukan analisis pemilihan trase terbaik yang akan dipakai untuk melakukan pembangunan jalan. Serta menghitung biaya yang harus dikeluarkan Pemerintah untuk melakukan pembangunan jalan dan analisis kelayakan ekonomi.
	Metodologi Penelitian	Pengumpulan Data Data Sekunder a) Data jumlah penduduk, luas wilayah, dan pembagian wilayah administrasi Kabupaten Lombok Timur dari BPS Kabupaten Minahasa Selatan; b) Peta RTRW dan RUTRK Kabupaten Minahasa Selatan dari BAPPEDA; c) Peta jaringan jalan Kabupaten Minahasa Selatan dari Dinas Pekerjaan Umum; d) Jumlah kendaraan bermotor di Kabupaten Lombok Timur dari Satlantas POLRES Kabupaten Lombok Timur;

		Data primer dalam penelitian ini adalah data yang didapat dari pelaksanaan survey secara langsung di lapangan, yaitu : - Survey Inventarisasi ruas jalan dan simpang - Survey pencacahan lalu lintas (TC dan CTMC) - Survey pencacahan lalu lintas (TC dan CTMC)
	Hasil Penelitian	- Pada proses pembebanan dengan bantuan perangkat lunak Vissim diketahui kinerja jaringan jalan pada Kawasan Sikur - Paokmotong pada kondisi saat ini (Tahun 2016) dan pada kondisi rencana (Tahun 2021), menunjukkan bahwa dengan adanya jalan penghubung baru (missing link) pada tahun rencana mempunyai kinerja jaringan jalan yang lebih baik. - Efisiensi biaya perjalanan pertahun akibat adanya penghematan waktu perjalanan pada tahun 2036 adalah sebesar Rp. 217.314.417,00. Efisiensi biaya konsumsi bahan bakar pada tahun 2036 adalah sebesar Rp. 1.871.533.600,00 . Dan total efisiensi biaya perjalanan pada tahun 2036 adalah sebesar Rp. 2.088.848.017,00. - Jika melihat pada syarat penerimaan suatu proyek secara kelayakan ekonomi yaitu suatu proyek dapat diterima apabila memiliki $NPV > 0$, $IRR > \text{tingkat suku bunga yang berlaku}$, dan $BCR > 1$. Maka berdasarkan hasil analisis, jalan rencana tersebut dinyatakan layak dibangun karena memiliki NPV sebesar Rp.1.445.902.264, IRR lebih dari suku bunga yaitu 20,96 % dan BCR sebesar 1,