

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

Tujuan awal perencanaan transportasi ialah menafsirkan jumlah serta kebutuhan akan transportasi pada tahun yang telah direncanakan yang bertujuan untuk berbagai ketentuan pemodal perencanaan transportasi. Agar dapat mengerti dan mempunyai pemecahan terbaik dari masalah yang ada, perlu melakukan pendekatan secara sistem transportasi (Tamin: 1997)

Studi kelayakan adalah penelitian yang berkaitan dengan rencana sebuah usaha yang menilai layak tidaknya sebuah usaha untuk dibuat, tetapi juga saat dioperasikan secara terus – menerus untuk mencapai keberhasilan yang maksimal pada batasan waktu yang tidak ditetapkan. (Husein Amir: 2003)

Tujuan dilaksanakan studi kelayakan yaitu untuk menghindari pelaksanaan sebuah proyek dengan anggaran yang tinggi tetapi tidak memberikan keuntungan untuk proyek. Studi kelayakan memerlukan anggaran dalam prosesnya, tetapi anggaran yang digunakan tergolong rendah jika dibandingkan dengan akibat kegagalan proyek yang ada.

Perhitungan tentang keadaan suatu proyek dilaksanakan atas dasar kemanfaatan proyek untuk negara dan masyarakat. Terdapat aspek – aspek yang berpengaruh untuk tingkat studi kelayakan, antaranya: Jumlah anggaran, ketidakpastian proyek, dan kerumitan proyek tersebut.

2.2. Analisis Statistik

Analisis ini dipakai dalam penyelesaian data – data terkait studi kelayakan yang akan diproses dan dijadikan diagram – diagram terkait data yang ada dengan variabel – variabel yang dibutuhkan.

2.2.1. Rataan Hitung

Rataan hitung adalah nilai yang didapatkan dengan menjumlah semua data yang ada dan dibagi dengan banyaknya data tersebut.

Rumus rata-rata hitung (*Mean*):

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \quad (2.1)$$

Keterangan:

\bar{X} = Nilai rata-rata data (*Mean*)

X_n = Data ke n

2.2.2. Kuartil

Kuartil adalah uji statistik yang berfungsi untuk mengelompokkan sebuah data yang telah runtut ke dalam empat segmen gugus data, dalam kuartil terdapat tiga biji kuartil didalam suatu gugusan data, meliputi:

1. Kuartil satu

Kuartil satu ialah data yang terletak pada segmen 25 persen dari gugusan data.

Untuk mencari nilai kuartil 1 dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$Q_1 = \frac{n + 1}{4} \quad (2.2)$$

2. Kuartil dua atau *Median*

Kuartil dua sering disebut juga *Median* ialah data yang terletak pada segmen 75 persen dari gugus data. Untuk mencari kuartil dua dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$Q_2 = \frac{n + 1}{2} \quad (2.3)$$

3. Kuartil tiga

Kuartil tiga ialah data yang data yang terletak pada 75 persen dari gugusan data.

Untuk mencari kuartil tiga dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$Q_3 = \frac{3 \times (n + 1)}{4} \quad (2.4)$$

Keterangan :

n = Jumlah data

Q_1 = Kuartil satu

Q_2 = Kuartil dua atau *Median*

Q_3 = Kuartil tiga

2.2.3. Jangkauan

Analisis jangkauan berfungsi guna melihat selisih antara data tertinggi dan data terendah dari kelompok data yang didapatkan. Berikut persamaan mencari jangkauan:

$$R = R_{\max} - R_{\min} \quad (2.5)$$

Keterangan:

R_{\max} = Data terbesar yang ada di dalam kelompok data (Kuartil 3)

R_{\min} = Data terkecil yang ada di dalam kelompok data (Kuartil 1)

2.2.4. Pagar

Analisis pagar ialah berfungsi guna melihat batas gugusan data supaya data yang dilakukan dalam analisis membentuk data terabsah. Untuk menganalisis pagar terdapat dua data, yaitu:

1. Pagar Bawah

Pagar bawah adalah batas terendah dari data yang melihatkan suatu keabsahan data. Berikut persamaan mencari pagar bawah:

$$P_B = Q_1 - (1,5 \times R_Q) \quad (2.6)$$

2. Pagar Atas

Pagar atas adalah batas tertinggi dari gugus data yang melihatkan keabsahan data. Berikut persamaan mencari Pagar atas:

$$P_A = Q_3 - (1,5 \times R_Q) \quad (2.7)$$

Keterangan:

P_B = Pagar Bawah

P_A = Pagar Atas

2.3. Pengertian dan Peran Jalan

Pada UU Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004 pasal 5 ayat 2 berisikan bahwa jalan memiliki peran penting di bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan hidup, politik, pertahanan dan keamanan, serta digunakan guna kemakmuran rakyat seluas – luasnya. Infrastruktur jalan merupakan prasarana distribusi barang dan jasa yang mana hal ini menjadi akar dari kehidupan masyarakat, bangsa, dan negara, karena perannya dalam menghubungkan serta meningkatkan pergerakan manusia, sehingga hal tersebut akan mendorong kemajuan semua sarana wilayah yang ada di Indonesia

Pentingnya peran dalam sarana jalan tertuang pada PP No. 34 Tahun 2006 pada Bab II Pasal 3 ayat 2 berisikan bahwa pengadaan jalan diarahkan untuk memperkokoh kesatuan wilayah nasional sehingga menjangkau daerah terpencil. Berdasarkan isi pasal diterjemahkan bahwa pembangunan jalan bertujuan untuk melepaskan daerah pedalaman dari ketertinggalan, dan untuk memberikan peluang pergerakan manusia, barang, dan jasa untuk semakin tinggi.

Selain upaya pembangunan jalan, diperlukan juga pemeliharaan jalan secara konsisten dan berkala. Penanganan terhadap kegiatan tersebut dilakukan guna memelihara kondisi jalan agar selalu dalam kondisi baik tanpa ada kerusakan yang fatal. Keadaan jalan yang lancar sebagai tolak ukur yang dapat mempresentasikan baik atau buruk suatu operasional pada lalu lintas meliputi waktu tempuh, kecepatan, bermanuver, kenyamanan, pandangan bebas, keamanan, dan keselamatan jalan. Tidak hanya itu, perlu pengecekan drainase air di daerah sekitar tepi jalan, karena drainase merupakan bangunan air yang harus diperhatikan dalam kegiatan pembangunan jalan raya. Ketika kondisi air mengalir di atas permukaan jalan berdampak bahaya terhadap pengguna jalan raya dan struktur jalan itu sendiri. Permukaan jalan raya sebenarnya mempunyai kelandaian yang mengarah ke drainase di tepi jalan dengan tingkat kemiringan kurang lebih 2%, oleh karena itu air hujan dapat mengalir menuju drainase yang ada.

2.4. Jalan Lingkar

Jalan lingkar merupakan bagian jalan yang di bangun melingkar pada pusat keramaian di suatu daerah. Adapun maksud dan tujuan pembangunan jalan lingkar ialah guna memindahkan sebagian lalu lintas regional di daerah yang padat kendaraan sehingga tidak banyak penumpukkan lalu lintas khususnya kendaraan berat ataupun ringan yang mengganggu aktivitas di pusat keramaian disuatu daerah.

2.5. Jalan Luar Kota

Adapun jalan luar kota merupakan jalan dalam perencanaannya memiliki perbedaan dengan jalan perkotaan. Berikut hal – hal terkait jalan luar kota sebagai berikut:

2.5.1. Karakteristik Lalu Lintas Luar Kota

1. Klasifikasi Kendaraan

Klasifikasi kendaraan adalah hal dasar yang wajib dicermati untuk menetapkan ciri – ciri lalu lintas pada jalan, yakni meliputi karakteristik arus, karakteristik kecepatan, dan karakteristik kepadatan.

Di Indonesia adalah negara berkembang, membutuhkan sebuah sistem pengklasifikasian jalan yang tepat, karena dengan karakteristik lalu lintas yang terjadi secara nyata di jalan raya ialah berkumpulnya semua tipe kendaraan kedalam satu tempat yang sama pada suatu jalan atau bisa disebut *mixed traffic*. Sehingga ditetapkan aturan pembagian klasifikasi kendaraan yaitu menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia atau MKJI (1997) yang ditetapkan oleh Bina Marga dan digolongkan menjadi beberapa kelompok kendaraan. Berikut klasifikasi kendaaran menurut MKJI (1997):

- a. Kendaraan tidak bermotor meliputi: sepeda, becak, kereta dorong, kereta kuda, dan gerobak.
- b. Sepeda motor (MC) meliputi: sepeda motor beroda dua dan tiga
- c. Kendaraan ringan (LV) meliputi: *pick-up*, kendaraan penumpang, bus mikro, truk, dan oplet
- d. Kendaraan berat (HV) meliputi: bus besar, truk dua gandar beroda enam atau lebih.

2. Satuan Mobil Penumpang

Satuan mobil penumpang ialah parameter yang menggambarkan ruang jalan yang dilintasi berbagai golongan kendaraan yang memiliki keahlian manuver kendaraan. Ketika menetapkan satuan mobil penumpang (smp) harus memiliki dasar pada konfigurasi lajur jalan. Satuan mobil penumpang adalah aspek berfungsi untuk untuk menggambarkan total kendaraan yang berada di dalam ruang jalan, oleh sebab itu, perhitungan nilai dari smp dikali dengan lalu lintas aktual seperti di lapangan. Ketentuan MKJI (1997) untuk satuan mobil penumpang pada jalan luar kota di jelaskan pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Ketentuan Nilai emp untuk Jalan 2/2 Antar Kota

| 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)

Tabel 2.2 Ketentuan Nilai emp untuk Jalan 4/2 Antar Kota

| Jenis Alinyemen | Arus LL (kendaraan/jam) | | Smp | | | |
|-----------------|-------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| | Jalan Terbagi per Arah | Jalan Tak Terbagi | MHV | BB | TB | SM |
| Datar | < 1000 | < 1700 | 1,2 | 1,2 | 1,8 | 0,8 |
| | 1000 - 1799 | 1700 - 3249 | 1,8 | 1,8 | 2,7 | 1,2 |
| | 1800 - 2149 | 1250 - 3949 | 1,5 | 1,6 | 2,5 | 0,9 |
| | ≥ 2150 | ≥ 3950 | 1,3 | 1,5 | 2,5 | 0,9 |
| Bukit | < 750 | < 1350 | 1,8 | 1,6 | 5,2 | 0,7 |
| | 750 - 1399 | 1350 - 2499 | 2,4 | 2,5 | 5,0 | 1,0 |
| | 1400 - 1749 | 2500 - 3149 | 2,0 | 2,0 | 4,0 | 0,8 |
| | ≥ 1750 | ≥ 3150 | 1,7 | 1,7 | 3,2 | 0,5 |
| Gunung | < 550 | < 1000 | 3,5 | 2,5 | 6,0 | 0,6 |
| | 550 - 1099 | 1000 - 1999 | 3,0 | 3,2 | 5,5 | 0,9 |
| | 1100 - 1499 | 2000 - 2699 | 2,5 | 2,5 | 5,0 | 0,7 |
| | ≥ 1500 | ≥ 2700 | 1,9 | 2,2 | 4,0 | 0,5 |

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

Berikut persamaan yang ada untuk satuan mobil penumpang menurut MKJI (1997):

$$SMP_j = emp_j \times \text{total kendaraan} \quad (2.8)$$

Keterangan:

emp = Ekuivalensi Mobil Penumpang

SMP = Satuan Mobil Penumpang

j = Jenis Kendaraan

3. Volume Lalu Lintas

Menurut Sukirman (1994) dalam perencanaan dan manajemen serta pengoperasian jalan membutuhkan data volume lalu lintas, karena data tersebut menginformasikan mengenai total kendaraan saat melintas pada lokasi titik pemantauan selama kurun waktu tertentu.

Jumlah total kendaraan dalam satuan kendaraan/jam, dengan faktor pengoreksi perkendaraan berdasarkan ketentuan jumlah lajur, lebar lajur memiliki persamaan yaitu:

$$Q = (emp_{LV} \times LV) + (emp_{HV} \times HV) + (emp_{MC} \times MC) \quad (2.9)$$

Keterangan:

Q = Volume kendaraan bermotor (smp/jam)

emp LV = Ekuivalen mobil penumpang pada kendaraan ringan

emp HV = Ekuivalen mobil penumpang pada kendaraan berat

emp MC = Ekuivalen mobil penumpang pada sepeda motor

LV = Simbol pada kendaraan ringan

HV = Simbol pada kendaraan berat

MC = Simbol pada sepeda motor

Tabel 2.3 Keterangan Nilai emp Berdasarkan Kode jenis Kendaraan

| Kode | Jenis Kendaraan | Nilai Satuan Mobil Penumpang (smp/jam) |
|------|------------------|-------------------------------------------|
| HV | Kendaraan Berat | 1,3 |
| LV | Kendaraan Ringan | 1,0 |
| MC | Sepeda Motor | 0,40 |

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

Hasil faktor satuan mobil penumpang (P) digunakan dalam persamaan volume lalu lintas sebagai berikut:

$$Q = P \times Q_v \quad (2.10)$$

Keterangan:

Q = volume kendaraan bermotor (smp/jam),

P = Faktor satuan mobil penumpang,

Q_v = Volume kendaraan bermotor (kendaraan/jam)

4. Karakteristik Arus

Karakteristik arus adalah hal penting dari bagian ciri – ciri lalu lintas, karakteristik arus berfungsi untuk memprediksi tingkatan dari arus tersebut sesuai kurun waktu yang sudah ditetapkan yang didasari pada tingkatan arus yang sudah diketahui terhadap kurun waktu lainnya. Terkait arus (q) bisa dihubungkan oleh variabel lain sehingga bisa mempresentasikan hasil kinerja lalu lintas *headway* (h) atau sering diartikan sebagai waktu antara saat kendaraan bagian depan berada pada titik tertentu dengan melewati kendaraan bagian depan yang berada di belakangnya. Berikut persamaan pada arus:

$$q = \frac{1}{\bar{h}} \quad (2.11)$$

Keterangan :

q = arus (kendaraan/jam)

\bar{h} = *headway*

5. Karakteristik Kecepatan

Kecepatan tempuh didefinisikan sebagai kecepatan rata – rata oleh kendaraan disepanjang bagian jalan. kecepatan tempuh digunakan sebagai tolak ukur utama kinerja bagian jalan, sehingga mudah dipahami serta dilakukan pengukuran, dan merupakan bagian utama terhadap pengguna jalan dalam analisis ekonomi. Persamaan dasar untuk penentuan kecepatan adalah:

$$TT = \frac{L}{V} \quad (2.12)$$

Keterangan:

TT = Waktu tempuh rata – rata (jam)

L = Panjang segmen jalan (km)

V = kecepatan rata – rata ruang (km/jam)

6. Kapasitas

Kapasitas diartikan arus maksimum dalam persatuan jam yang melintasi pada titik di jalan dalam keadaan ada. Kapasitas dicermati dengan melakukan pengambilan data lapangan pada waktu tertentu. Kapasitas dinyatakan dalam satuan smp/jam. Ada beberapa faktor untuk penentuan variabel dari kapasitas jalan terutama jalan luar kota yaitu:

- a. Kapasitas dasar (C_0) jalan luar kota
- b. Faktor pengaruh lebar lajur (FC_W) jalan luar kota
- c. Faktor pengaruh distribusi arah (FC_{SP}) jalan luar kota
- d. Faktor pengaruh hambatan samping (FC_{SF}) jalan luar kota

Dari faktor – faktor tersebut diketahui nilai dari kapasitas jalan, dengan rumus untuk penentuan kapasitas yaitu:

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \quad (2.13)$$

Keterangan:

C = Kapasitas Sesungguhnya (smp/jam)

C_0 = Kapasitas Dasar tertentu (smp/jam)

FC_W = Faktor Penyesuaian Lebar Jalan

FC_{SP} = Faktor Penyesuaian Pemisah Arah (hanya untuk jalan tak terbagi)

FC_{SF} = Faktor Penyesuaian Hambatan Samping dan Bahu Jalan/Kerb

Berikut penyajian tabel faktor – faktor pada kapasitas telah ditetapkan oleh MKJI (1997):

Tabel 2.4 Nilai Kapasitas Dasar Berdasarkan Klasifikasi Jalan

| Tipe Jalan | Tipe Alinyemen | Kapasitas Dasar (smp/jam) | | | Catatan |
|----------------|----------------|---------------------------|-----------------|----------------------|----------------|
| | | Jalan Perkotaan | Jalan Luar Kota | Jalan Bebas Hambatan | |
| (6/2 D)/(4/2D) | Datar | 1.650 | 1.900 | 2.300 | Per lajur |
| | Bukit | - | 1.850 | 2.250 | |
| | Gunung | - | 1.800 | 2.150 | |
| (4/2 UD) | Datar | 1.500 | 1.700 | - | Per lajur |
| | Bukit | - | 1.650 | - | |
| | Gunung | - | 1.600 | - | |
| (2/2 UD) | Datar | 2.900 | 3.100 | 3.400 | Total dua arah |
| | Bukit | - | 3.000 | 3.300 | |
| | Gunung | - | 2.900 | 3.200 | |

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Berdsarkan Lebar Jalur

| Tipe Jalan | Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif (Wc) (m) | FC _w | | |
|-------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| | | Jalan Perkotaan | Jalan Luar Kota | Jalan Bebas Hambatan |
| (6/2 D) / (4/2 D) | Per lajur | | | |
| | 3,00 | 0,92 | 0,91 | - |
| | 3,25 | 0,96 | 0,96 | 0,96 |
| | 3,50 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | 3,75 | 1,04 | 1,03 | 1,03 |
| | 4,00 | - | - | - |
| (4/2 UD) | Per lajur | | | |
| | 3,00 | 0,91 | 0,91 | - |
| | 3,25 | 0,95 | 0,96 | - |
| | 3,50 | 1,00 | 1,00 | - |
| | 3,75 | 1,05 | 1,03 | - |
| | 4,00 | - | - | - |
| (2/2 UD) | Total dua arah | | | |
| | 5,0 | 0,56 | 0,69 | - |
| | 6,0 | 0,87 | 0,91 | - |
| | 6,5 | - | - | 0,96 |
| | 7,0 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | 7,5 | - | - | 1,04 |
| | 8,0 | 1,14 | 1,08 | - |
| | 9,0 | 1,25 | 1,15 | - |
| | 10,0 | 1,29 | 1,21 | - |
| 11,0 | 1,34 | 1,27 | - | |

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

Tabel 2.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisahan Arah (FC_{SP})

| Pemisahan Arah SP % - % | | 50-50 | 55-45 | 60-40 | 65-35 | 70-30 | |
|-------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| FC_{SP} | Jalan Perkotaan | (2/2) | 1,00 | 0,97 | 0,94 | 0,91 | 0,88 |
| | | (4/2) | 1,00 | 0,985 | 0,97 | 0,955 | 0,94 |
| FC_{SP} | Jalan Luar Kota | (2/2) | 1,00 | 0,97 | 0,94 | 0,91 | 0,88 |
| | | (4/2) | 1,00 | 0,975 | 0,95 | 0,925 | 0,90 |
| FC_{SP} | Jalan Bebas Hambatan | (2/2) | 1,00 | 0,97 | 0,94 | 0,91 | 0,88 |

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

Tabel 2.7 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FC_{SF})

| Tipe Jalan | Kelas Hambatan Samping | Faktor Pengaruh Hambatan Samping Luar Kota (FC_{SF}) | | | |
|-------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------|------|------|------|
| | | Efektif Lebar Bahu W_s (m) | | | |
| | | < 0,5 | 1 | 1.5 | >2 |
| 2/2 UD dan 4/2 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)

7. Tingkat Kejenuhan

Tingkat kejenuhan adalah indikator dari tingkat pelayanan jalan dan berfungsi sebagai kunci untuk menetapkan karakteristik lalu lintas pada ruas jalan dan juga persimpangan jalan. Nilai dari derajat kejenuhan dapat mengetahui masalah pada kapasitas pada segmen jalan. Berikut persamaan yang dimiliki:

$$DS = \frac{Q}{C} \quad (2.14)$$

Keterangan:

DS = Tingkat kejenuhan

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

Berdasarkan ketentuan yang didasari pada Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 Tahun 2015 mengenai aturan pelaksanaan manajemen dan rekayasa lalu lintas menyatakan bahwa Derajat Kejenuhan atau disebut juga sebagai tingkat pelayanan jalan memiliki enam kategori meliputi: kategori A, B, C, D, E, dan F. Berikut penyajian tabel kategori dari tingkat pelayanan:

Tabel 2.8 Rasio V/C atau Derajat Kejenuhan

| LOS | Rasio V/C | Karakteristik/Kondisi |
|-----|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A | < 0.60 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Arus bebas dengan volume lalu lintas rendah; 2. Kecepatan perjalanan >80 km/jam; 3. Kepadatan lalu lintas rendah; 4. Pengemudi kebebasan mempertahankan kecepatan tanpa atau dengan sedikit tundaan; |
| B | 0.60 – 0.70 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Arus stabil dengan volume lalu lintas sedang; 2. Kecepatan perjalanan >70 km/jam; 3. Kepadatan lalu lintas rendah, hambatan internal lalu lintas belum mempengaruhi kecepatan; 4. Pengemudi masih punya cukup kebebasan untuk memilih kecepataannya dan lajur jalan yang digunakan; |
| C | 0.70 – 0.80 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Arus stabil tetapi pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi; 2. Kecepatan perjalanan >60 km/jam; 3. Kepadatan lalu lintas sedang karena hambatan internal lalu lintas meningkat; 4. Pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului; |
| D | 0.80 – 0.90 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus; 2. Kecepatan perjalanan >50 km/jam; 3. Kepadatan lalu lintas sedang namun fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar; 4. Pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat; |
| E | 0.90 – 1.00 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan; 2. Kecepatan perjalanan >30 km/jam pada jalan antar kota dan kecepatan perjalanan >10 km/jam pada jalan perkotaan; 3. Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi; 4. Pengemudi mulai merasakan kemacetan – kemacetan durasi pendek; |
| F | > 1.00 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang; 2. Kecepatan perjalanan <30 km/jam; 3. Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama; 4. Dalam keadaan antrian, kecepatan maupun arus turun sampai 0; |

(Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 Tahun 2015)

2.5.3. Karakteristik Geometrik Jalan Luar Kota

1. Kontur

Kontur adalah gambar permukaan yang teridentifikasi, yaitu objek alami atau buatan. Kontur dimuat di dalam peta kontur yang terdiri objek – objek di permukaan bumi dengan ketinggian yang mana dalam perhitungannya dimulai dari permukaan air laut dan disimbolkan kedalam bentuk garis kontur, dimana tiap garis kontur menandakan suatu ketinggian.

2. Tipe Jalan

Tipe jalan berfungsi untuk mengenal ciri – ciri dan kapasitas jalan, menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997, tipe jalan memiliki 4 bagian, yakni dapat dipaparkan kedalam tabel berikut:

Tabel 2.9 Rincian Tipe Jalan

| No | Tipe Jalan | Keterangan |
|----|------------|------------------------------------|
| 1 | 2/2 UD | Jalan 2 lajur 2 arah tidak terbagi |
| 2 | 4/2 UD | Jalan 4 lajur 2 arah tidak terbagi |
| 3 | 4/2 D | Jalan 4 lajur 2 arah terbagi |
| 4 | 6/2 D | Jalan 6 lajur 2 arah terbagi |

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

3. Tipe Alinyemen

Tipe alinyemen merupakan gambaran daerah miring dari daerah yang dilewati jalan, dan ditetapkan oleh naik dan turun (m/km) serta lengkung horizontal (rad/km) sepanjang bagian jalan. Berikut ketentuan tipe alinyemen terlihat pada tabel berikut:

Tabel 2.10 Ketentuan Tipe Alinyemen

| Tipe Alinyemen | Keterangan | Lengkung Vertikal: naik + turun (m/km) | Lengkung Horizontal (rad/km) |
|----------------|------------|----------------------------------------|------------------------------|
| F | Datar | <10 (5) | <1.0 (0.25) |
| R | Bukit | 10 – 30 (25) | 1.0 – 2.5 (2.00) |
| H | Gunung | >30 (45) | >2.5 (3.50) |

(Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

Untuk perihal jalan 2/2 UD, MKJI (1997) menyediakan kecepatan arus bebas guna menyatakan alinyemen sebagai lengkung (rad/km). Berikut penjabaran alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal berikut ini:

a. Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal merupakan proyeksi dari pusat jalan pada bidang yang horizontal. Alinyemen horizontal terdapat bagian lurus (*tangens alignment*) dan bagian lengkung (*curves alignment*). Bagian *tangens alignment* dan *curves alignment* berdasarkan peraturan Bina Marga 038/TBM/1997 yakni:

1) Panjang Bagian Lurus Maksimum (*Tangens Alignment*)

Tabel 2.11 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 Alignment*)

Panjang bagian lengkung peralihan memiliki 3 persamaan yaitu:

a) Berdasarkan waktu tempuh:

$$L_s = \frac{V_r}{3,6} \times T \quad (2.15)$$

b) Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal:

$$L_s = 0,022 \times \frac{V_r}{R \times C} - 2,727 \times \frac{V_r - e}{C} \quad (2.16)$$

c) Berdasarkan derajat pencapaian perubahan kelandaian:

$$L_s = \frac{(e_m - e_n) \times V_r}{3,6 \times r_e} \quad (2.17)$$

Keterangan:

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 = Derajat pencapaian perubahan kemiringan melintang jalan

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

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

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

e = Superelevasi

Selain itu di dalam perencanaan alinyemen horizontal dibutuhkan R minimum, dihitung menggunakan rumus berikut:

$$R_{\min} = \frac{V_r^2}{127 \times (e_{\max} \times f)} \quad (2.18)$$

Keterangan:

V_r = Kecepatan rencana (km/jam)

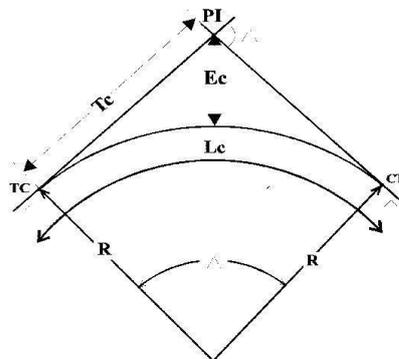
e_{\max} = Elevasi maksimum (%)

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

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

Pada perancangan geometrik jalan raya, alinyemen horizontal perlu diperhatikan. Adapun jenis tikungan dari alinyemen horizontal terbagi menjadi tiga bagian, yakni:

1) *Full Circle (FC)*



Gambar 2.1 Lengkung *Full Circle*

(Sumber: Bahan Ajar SI-3141 Perancangan Geometrik Jalan)

$$T_c = R \tan \frac{1}{2} \Delta \quad (2.19)$$

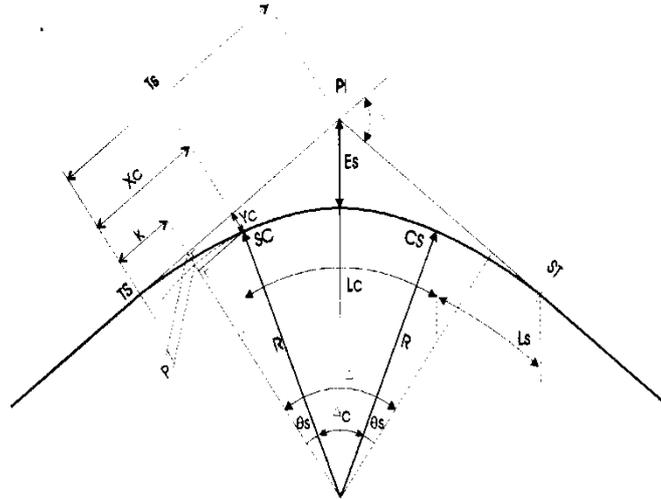
$$L_c = \frac{\Delta}{360^\circ} 2\pi R \quad (2.20)$$

$$E_c = \frac{R}{\frac{\Delta}{2}} - R \quad (2.21)$$

atau

$$T_c \tan \frac{1}{4} \Delta \quad (2.22)$$

2) *Spiral – Circle – Spiral (SCS)*



Gambar 2.2 *Lengkung Spiral – Circle - Spiral*
(Sumber: Bahan Ajar SI-3141 Perancangan Geometrik Jalan)

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R} \frac{360}{2\pi} \quad (2.23)$$

$$\Delta_c = \Delta - 2\theta_s \quad (2.24)$$

$$L_c = \frac{\Delta_c}{360} 2\pi R \quad (2.25)$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6R} \quad (2.26)$$

$$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} \quad (2.27)$$

$$k = X_c - R \sin \theta_s \quad (2.28)$$

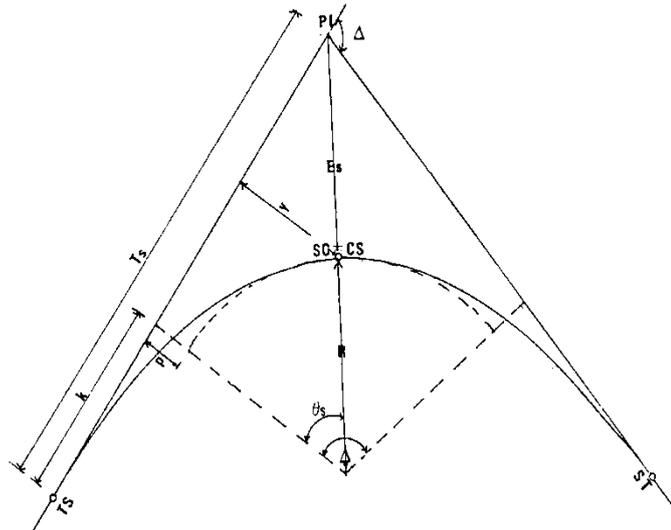
$$p = Y_c - R (1 - \cos \theta_s) \quad (2.29)$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \quad (2.30)$$

$$E_s = \frac{(R + p)}{\frac{\Delta}{2}} - R \quad (2.31)$$

$$L_{total} = L_c + 2L_s \quad (2.32)$$

3) *Spiral – Spiral (SS)*



Gambar 2.3 *Lengkung Spiral - Spiral*

(Sumber: Bahan Ajar SI-3141 Perancangan Geometrik Jalan)

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad (2.33)$$

$$\Delta_c = 0 \quad (2.34)$$

$$L_c = 0 \quad (2.35)$$

$$Y_c = \frac{L_s^2}{6R} \quad (2.36)$$

$$X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} \quad (2.37)$$

$$k = X_c - R \sin \theta_s \quad (2.38)$$

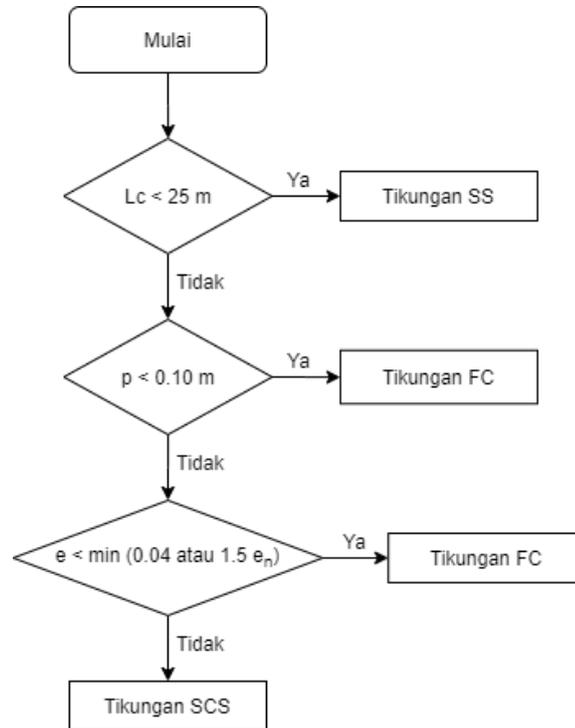
$$p = Y_c - R (1 - \cos \theta_s) \quad (2.39)$$

$$T_s = (R + p) \tan \frac{\Delta}{2} + k \quad (2.40)$$

$$E_s = \frac{(R + p)}{\frac{\Delta}{2}} - R \quad (2.41)$$

$$L_{total} = 2 L_s \quad (2.42)$$

Dalam penentuan tikungan alinyemen horizontal, dibutuhkan nilai dari L_c , p , dan e melalui proses *flowchart* berikut:



Gambar 2.4 Alur Pemilihan Lengkung
(Sumber: Bahan Ajar SI-3141 Perancangan Geometrik Jalan)

b. Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan rancangan elevasi memanjang dari sumbu jalan pada setiap titik pada kontur yang terlihat menaik dan menurun sehingga menghasilkan kombinasi bentuk lengkung dan cembung pada rancangan jalan yang ada selain itu juga terdapat kelandaian datar.

Keadaan kontur yang dilewati oleh trase jalan rencana berpengaruh pada perancangan alinyemen horizontal dan perancangan alinyemen vertikal (Hendarsin L. Shirley, 2000). Perancangan alinyemen vertikal terdapat dua syarat perancangan yaitu:

- 1) Perancangan kelandaian maksimum yang diperbolehkan

Tabel 2.12 Hubungan Kelandaian Maksimum Izin dengan V_r

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

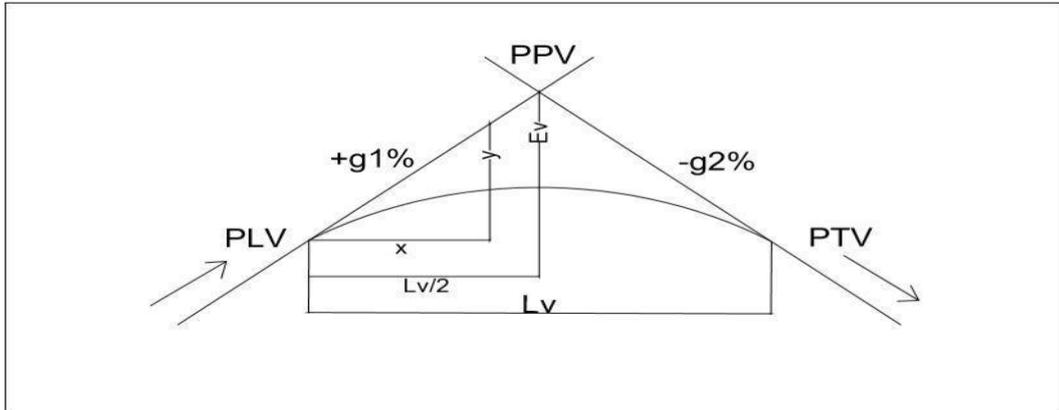
(Sumber: Bina Marga No.038/TBM/1997)

2) Perancangan Panjang Kritis (m)

Tabel 2.13 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)

$$E_v = \frac{(g_2 - g_1) \times L_v}{200 \times L} \quad (2.43)$$

Keterangan:

E_v = Jarak vertikal antara garis kemiringan dengan lengkungan (m)

g_x = Tingkat kelandaian (%)

L_v = Lengkungan vertikal (m)

L = Jari - jari minimum (m)

3. Galian dan Timbunan

Galian dan timbunan adalah hal penting di dalam proyek sipil dan pengukuran. Secara umum pekerjaan galian dan timbunan mempunyai kesamaan prinsip dengan proses pengukuran dan perhitungannya. Pada umumnya proyek pekerjaan galian dikerjakan pertama kali dan setelah itu pekerjaan timbunan. Di dalam perancangan jalan luar kota diupayakan volume pada galian mendekati sama pada volume timbunan agar tidak memakan biaya yang cukup besar. Berikut persamaan untuk volume galian dan timbunan:

$$\text{Volume Galian dan Timbunan} = p \times l \times t \quad (2.44)$$

2.5.4. Perancangan Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah komponen jalan yang diperkaras dengan lapisan konstruksi yang mana memiliki kekuatan dan ketebalan serta kestabilan dalam penyaluran beban lalu lintas yang berada diatas ke tanah dasar secara merata dengan baik. Perkerasan jalan memiliki fungsi untuk melayani kepada pengguna transportasi, maka diharapkan selama masa pelayanan dalam kurun waktu tertentu tidak mengalami kegagalan yang fatal (Sukirman, 2003).

Perencanaan tebal lapisan perkerasan lentur metode Bina Marga meliputi:

1. Uji daya dukung tanah

Uji daya dukung tanah sering disebut dengan uji CBR bertujuan untuk mengetahui nilai dari CBR. Uji CBR dapat dikerjakan secara langsung di lokasi proyek (*in place*) dan juga bisa dikerjakan di laboratorium dengan pengambilan sampel tanah. Uji laboratorium terdapat dua pengujian yaitu uji kadar air dan uji kepadatan tanah.

2. Lalu lintas harian rata – rata (LHR)

Perancangan konstruksi perkerasan jalan diperlukan nilai lalu lintas harian rata tahunan (LHRT). Pada pengumpulan data LHRT tentu memerlukan waktu dan anggaran yang tinggi, sehingga memerlukan suatu pendekatan persamaan melalui pemodelan nilai LHR. Pemodelan ini bisa akurat dan efisiensi.

Lalu lintas harian rata – rata didapatkan dari total kendaraan pada hasil survei yang sudah dilaksanakan dengan membagi waktu pengamatan. Berikut ini persamaan LHR:

$$\text{LHR} = \frac{\text{Jumlah Lalu Lintas Selama Pengamatan}}{\text{Waktu Pengamatan}} \quad (2.45)$$

Keterangan:

LHR = Lalu Lintas Harian Rata – Rata

3. Cumulative Equivalent Standard Axle (CESA)

CESA adalah hasil dari pengumpulan beban sumbu pada kendaraan secara normal yang didistribusikan ke perkerasan jalan terhadap total LHR dengan kurun waktu seumur rencana. Pada perhitungan CESA diperlukan nilai dari ESA, faktor kali pertumbuhan lalu lintas, distribusi lajur dan distribusi arah, dengan rumus yang digunakan ialah:

$$\text{CESA} = \text{ESA} \times 365 \times R \times D_A \times D_L \quad (2.46)$$

$$\text{ESA} = \sum \text{Jenis Kendaraan LHRT} \times \text{VDF} \quad (2.47)$$

Keterangan:

ESA = Lintas sumbu normal ekivalen untuk 1 hari

LHRT = Lintas harian rata – rata tahunan jenis kendaraan tertentu

VDF = Faktor rusak (*vehicle damaging factor*)

CESA = Kumulatif beban sumbu normal ekivalen umur rencana

R = Faktor kali pertumbuhan lalu lintas

4. Vehicle Damaging Factor (VDF)

VDF ialah faktor yang mendeskripsikan kerusakan jalan yang disebabkan oleh kendaraan, untuk memperhitungkan faktor VDF diperlukan deskripsi konfigurasi sumbu kendaraan. Pada perhitungan nilai VDF disasari oleh Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M.BM/2013. Berikut penyajian tabel klasifikasi kendaraan beserta konfigurasi sumbu:

Tabel 2.14 Standar Konfigurasi Sumbu Pedoman MDP 2013

| Klasifikasi Kendaraan | Uraian | Konfigurasi Sumbu |
|-----------------------|------------------------------------------|-------------------|
| 1 | Sepeda Motor | 1.1 |
| 2,3,4 | Sedan / Angkot / Pick-Up / Station Wagon | 1.1 |
| 5a | Bus Kecil | 1.2 |
| 5b | Bus Besar | 1.2 |
| 6.1 | Truk 2 Sumbu - Cargo Ringan | 1.1 |
| 6.2 | Truk 2 Sumbu - Ringan | 1.2 |
| 7.1 | Truk 2 Sumbu - Cargo Sedang | 1.2 |
| 7.2 | Truk 2 Sumbu - Sedang | 1.2 |
| 8.1 | Truk 2 Sumbu - Berat | 1.2 |
| 8.2 | Truk 2 Sumbu - Berat | 1.2 |
| 9.1 | Truk 3 Sumbu - Ringan | 1.2.2 |
| 9.2 | Truk 2 Sumbu - Sedang | 1.2.2 |
| 9.3 | Truk 3 Sumbu - Berat | 1.1.2 |
| 10 | Truk 2 Sumbu dan Trailer Penarik 2 Sumbu | 1.2 – 2.2 |
| 11 | Truk 4 Sumbu - Trailer | 1.2 – 2.2 |
| 12 | Truk 5 Sumbu - Trailer | 1.2.2 – 2.2 |
| 13 | Truk 5 Sumbu - Trailer | 1.2 – 2.2.2 |
| 14 | Truk 6 Sumbu - Trailer | 1.2.2 – 2.2.2 |

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

Tabel 2.15 Standar Nilai VDF Berdasarkan Konfigurasi Sumbu

| Konfigurasi Sumbu | Kelompok Sumbu | Faktor Ekuivalen Beban (VDF) | |
|-------------------|----------------|------------------------------|----------------------|
| | | (ESA/Kendaraan) | |
| | | VDF ₄ | VDF ₅ |
| | | Pangkat ⁴ | Pangkat ⁵ |
| 1.1 | 2 | - | - |
| 1.1 | 2 | - | - |
| 1.2 | 2 | 0,3 | 0,2 |
| 1.2 | 2 | 1,0 | 1,0 |
| 1.1 | 2 | 0,2 | 0,2 |
| 1.2 | 2 | 0,8 | 0,8 |
| 1.2 | 2 | 0,7 | 0,7 |
| 1.2 | 2 | 1,6 | 1,7 |
| 1.2 | 2 | 0,9 | 0,8 |
| 1.2 | 2 | 7,3 | 11,2 |
| 1.2.2 | 3 | 7,6 | 11,2 |
| 1.2.2 | 3 | 28,1 | 64,4 |
| 1.1.2 | 3 | 28,9 | 62,2 |
| 1.2 - 2.2 | 4 | 36,9 | 90,4 |
| 1.2 - 2.2 | 4 | 13,6 | 24,0 |
| 1.2.2 - 2.2 | 5 | 19,0 | 33,2 |
| 1.2 - 2.2.2 | 5 | 30,3 | 69,7 |
| 1.2.2 - 2.2.2 | 6 | 41,6 | 93,7 |

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

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa nilai dari VDF memiliki dua tipe yakni VDF₄ dan VDF₅. Nilai VDF₄ diperlukan dalam perhitungan CESA₄ yang berguna untuk penentuan pemilihan jenis dari perkerasan. Nilai VDF₅ diperlukan dalam perhitungan CESA₅ yang berguna untuk penentuan tebal perkerasan lentur.

5. Faktor kali Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor kali pertumbuhan lalu lintas adalah pengolahan pada tafsiran nilai faktor lalu lintas sesuai umur jalan yang direncanakan. Pada perhitungan faktor kali pertumbuhan lalu lintas diperlukan data pertumbuhan series. Apabila data tidak didapatkan maka dapat memakai tabel berikut:

Tabel 2.16 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%) (2015 - 2035)

| | Jawa | Sumatera | Kalimantan | Rata – rata Indonesia |
|----------------------|------|----------|------------|-----------------------|
| Arteri dan Perkotaan | 4.80 | 4.83 | 5.14 | 4.75 |
| Kolektor 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)

Berikut rumus pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana:

$$R = \frac{(1 + 0,01i)^{UR} - 1}{0,01i} \quad (2.48)$$

Keterangan:

R = Faktor kali pertumbuhan lalu lintas

i = Derajat pertumbuhan lalu lintas tahunan

UR = Umur rencana (tahun)

6. Faktor Lajur

Faktor lajur adalah faktor yang diperlukan dalam menyelaraskan beban kumulatif (ESA) pada beberapa lajur jalan dalam satu arah. Berikut penyajian tabel faktor lajur:

Tabel 2.17 Faktor Lajur

| Jumlah Lajur (per Arah) | Factor distribusi lalu lintas (%) |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Satu | 100 |
| Dua | 80 |
| Tiga | 60 |
| empat | 50 |

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

7. Penentuan dan Pemilihan Struktur Perkerasan

Tabel 2.18 Ketentuan dalam Pemilihan Struktur 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 tinggi | 4 | | | 2 | 2 | 2 |
| Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah | 4A | | 1.2 | | | |
| AC WC modifikasi/SMA modifikasi 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 di atas lapis pondasi berbutir | 3 | | 1.2 | | | |
| Burda atau burtu dengan LPA kelas A atau bahan asli | Gambar 6 | 3 | 3 | | | |
| Lapis pondasi Soil Cement | 6 | 1 | 1 | | | |
| Perkerasan tanpa penutup | Gambar 6 | 1 | | | | |

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

8. Tebal Lapis Pondasi

Tabel 2.19 Lapis Pondasi dengan Tebal Terminimum

| 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 TD | | |
| ≥ 6 | SG6 | A | Perbaiki 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 |
| Tanah 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 minimum peraturan lain digunakan) | | D | Lapis penopang berbutir | 1000 | 1250 | 1500 |

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

9. Tebal Lapis Perkerasan

Tabel 2.20 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) | Pondasi Agregat Kelas A (mm) |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------|------------|-------------------------|----------|------------------------------|
| | | | | | | |
| 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)

2.6. Pemodelan Transportasi

Pada penelitian ini menggunakan pemodelan pemilihan rute perjalanan (*Traffic Assignment*).

2.6.1. Trip Assignment

Trip Assignment berfungsi untuk memperkirakan pengguna jalan yang memilih banyak rute yang disediakan dan lalu lintas yang menjadi penghubung jaringan transportasi yang ada dan menetapkan sistem model keperluan akan transportasi untuk memprediksi total pergerakan yang akan digunakan pada pengguna jalan dengan kurun waktu yang ditentukan (Tamin, 2008) . Fungsi dari pemilihan rute ialah untuk menganalisis waktu tempuh pada rute yang dilewati pengguna jalan dari daerah asal ke daerah tujuan dan juga jumlah pengguna jalan yang melintasi setiap ruas jalan pada jaringan jalan yang ada. Metode yang dipakai metode SMOCK (1962). Metode SMOCK (1962) ialah langkah yang dipakai pada 2 skema trase dengan perbandingan waktu yang dapat dilakukan penghematan jika melintasi salah satu trase. Berikut persamaan yang diberikan:

$$t = t_0 \cdot \text{Exp} \left(\frac{V}{Q_s} \right) \quad (2.49)$$

Keterangan:

t_0 = Nilai waktu per satuan jarak saat *free flow*

Q_s = Kapasitas pada keadaan jenuh.

2.6.2. Prediksi Pertumbuhan Lalu Lintas

Perhitungan pertumbuhan lalu lintas berdasarkan faktor laju pertumbuhan lalu lintas dengan simbol $i\%$ yang ditetapkan oleh Dapertemen Pekerjaan Umum (MDP 2013). Berikut persamaan yang dimiliki:

$$\text{LHR}_n = \text{LHR}_0 \times (1+i)^n \quad (2.50)$$

Keterangan:

LHR_n = Lalu lintas harian rata – rata tahun ke- n

LHR_0 = Lalu lintas harian rata – rata awal tahun

i = Faktor laju pertumbuhan lalu lintas

n = Tahun ke- n

2.7. Analisis Kelayakan Ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi pada pembangunan sarana transportasi sangat diperlukan mengingat transportasi memiliki hubungan erat secara langsung dengan kepentingan masyarakat luas, dikarenakan banyak manfaat yang diperoleh dan dirasakan oleh masyarakat pada umumnya seperti:

2.7.1. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

BOK ialah beban biaya yang ditanggung oleh suatu kendaraan. Metode yang digunakan pada penelitian ini berasal dari *Pacific Consultant International* (PCI). Dalam perhitungan BOK, terdapat dua kategori yaitu:

1. Fixed Cost

Fixed Cost adalah biaya tetap dari kendaraan terdiri dari biaya depresiasi kendaraan, biaya awak kendaraan, asuransi, dan bunga modal. Berikut persamaan *fixed cost*:

$$BT = B_{pi} \times B_{Ki} \times \text{Asuransi} \times \text{Bunga Modal} \quad (2.51)$$

Keterangan:

- BT = Biaya Tetap
 B_{pi} = Biaya Depresiasi/Penyusutan Kendaraan
 B_{Ki} = Biaya Awak Kendaraan
 S = Kecepatan Rata – Rata Kendaraan

Berikut variabel yang dibutuhkan untuk menghitung biaya tetap BOK:

Tabel 2.21 Persamaan Biaya Tetap BOK

| No | Nama Persamaan | Mobil Penumpang | Bus | Truk |
|----|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------|----------------------|
| 1 | Penyusutan (Penyusutan/1000 km) dari harga kendaraan | $Y=1/(2.5S+125)$ | $Y=1/(6S+300)$ | $Y=1/(6S+300)$ |
| 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 | $Y=38/(500S)$ | $Y=60 / (2571.4285 S)$ | $Y=61/(1714.2857S)$ |
| 4 | Bunga Modal (Bunga Modal/1000 km) dari harga kendaraan | $Y=150/(500S)$ | $Y=150/(2571.4285S)$ | $Y=150/(1714.2857S)$ |

(Sumber: *Pacific Consultant International*)

2. *Running Cost*

Running Cost ialah biaya tetap dan hadir pada saat kendaraan itu difungsikan.

Berikut persamaan *running cost*:

$$BTT = BiBBMj \times BOi \times Bpi \times Bui \times Bbi \quad (2.52)$$

Keterangan:

- 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 Kendaraan

. Berikut variabel yang dibutuhkan untuk menghitung biaya tidak tetap BOK:

Tabel 2.22 Persamaan Biaya Tidak Tetap BOK

| No | Nama Persamaan | Mobil Penumpang | Bus | Truk |
|----|--------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| 1 | Konsumsi Bahan Bakar (liter/1000 km) | $Y=0.05693S^2 - 6.425593S + 269.18567$ | $Y=0.21692S^2 - 24.15490S + 954.78624$ | $Y=0.21557S^2 - 24.17699S + 947.80862$ |
| 2 | Konsumsi Oli Mesin (liter/1000 km) | $Y=0.00037S^2 - 0.04070S + 22.0405$ | $Y=0.00209S^2 - 0.24413S + 13,29445$ | $Y=0.00186S^2 - 0.24413S + 12,06486$ |
| 3 | Pemeliharaan (pemeliharaan/1000 km) | $Y=0.0000064S + 0.000567$ | $Y=0.0000332S + 0.0020891$ | $Y=0.0000191S + 0.00154$ |
| 4 | Konsumsi Oli Mesin (liter/1000 km) | $Y=0.00362S + 0.36267$ | $Y=0.02311S + 1.97733$ | $Y=0.01511S + 1.212$ |
| 5 | Ban Kendaraan (ban/1000 km) | $Y=0.0008848S + 0.0045333$ | $Y=0.0012356S + 0.0065667$ | $Y=0.0015553S + 0.0059333$ |

(Sumber: Pacific Consultant International)

2.7.2. Penghematan Nilai Waktu

Nilai waktu adalah komponen dari analisis ekonomi transportasi. Nilai waktu ialah nilai dari waktu yang terpakai pada saat bertransportasi.

Metode yang digunakan adalah metode *income approach* dan *Traffic Count*.

1. *Income Approach*

Income approach adalah salah satu dari tiga metode perhitungan pendapatan nasional. *Income approach* melakukan perhitungan dengan mentotalkan semua pendapatan yang didapatkan penduduk meliputi:

Y : penghematan biaya.

$\overline{PJ} \left(\frac{\text{Orang}}{\text{Jam}} \right)$: Jumlah rata – rata orang yang melintasi jalan berdasarkan hasil *traffic counting*.

(ΔT) (jam) : Selisih waktu perjalanan antara penggunaan jalan eksisting dengan jalan alternatif.

PDRB per kapita $\left(\frac{\text{Jam}}{\text{Orang}} \right)$: Jumlah PDRB per kapita berdasarkan PDRB kabupaten tanggamus Tahun 2019.

Secara sistematis, menurut pendekatan pendapatan dirumuskan sebagai berikut :

$$Y = \overline{PJ} \left(\frac{\text{Orang}}{\text{Jam}} \right) \times \Delta T (\text{Jam}) \times \text{PDRB Per Kapita} \left(\frac{\text{Jam}}{\text{Orang}} \right) \quad (2.53)$$

2. *Traffic Counting*

Traffic counting adalah metode pada survei lalu lintas dalam menghitung kendaraan. *Traffic counting* terdapat dua cara perhitungan yaitu manual dan mekanik.

a. Perhitungan Pengguna Jalan

$$PJ = \sum KL \times K_{\text{kendaraan}} \quad (2.54)$$

Keterangan:

PJ : Pengguna jalan $\left(\frac{\text{Orang}}{\text{Jam}} \right)$

$\sum KL$: Jumlah kendaraan yang lewat $\left(\frac{\text{Kendaraan}}{\text{Jam}} \right)$

$K_{\text{kendaraan}}$: Konstanta asumsi jumlah orang dalam kendaraan $\left(\frac{\text{Orang}}{\text{Kendaraan}} \right)$

b. Selisih Waktu (ΔT)

$$\Delta T = T_2 - T_1 \quad (2.55)$$

Keterangan:

ΔT : Selisih waktu

T_1 : Waktu tempuh perjalanan 1

T_2 : Waktu tempuh perjalanan 2

$$T = \frac{S}{V} \quad (2.56)$$

Keterangan:

T : Waktu tempuh perjalanan

S : Jarak tempuh perjalan

V : Kecepatan tempuh perjalan

Penggabungan dua metode ini dilakukan untuk mengetahui jumlah pendapatan per orang dari penduduk Kabupaten Tanggamus, sehingga dapat dihitung pendapatan per orang penduduk Kabupaten Tanggamus dalam satuan jam. Sedangkan *Traffic Counting* ini untuk mengetahui jumlah kendaraan yang lewat. Setiap kendaraan diasumsikan jumlah orang di dalamnya, lalu jumlah orang tersebut dikalikan dengan jenis moda yang menggunakan jalan, sehingga dari metode TC ini didapatkan jumlah asumsi pengguna jalan per satuan jam.

2.7.3. Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah analisis guna mentafsirkan biaya yang dipakai dalam perencanaan pada pembangunan infrastruktur. Rencana anggaran biaya digunakan saat pembangunan belum dimulai. Saat mentafsirkan biaya dapat dihitung melalui rumus berikut ini:

$$RAB = \text{Volume Pekerjaan} \times \text{Analisis Harga Satuan} \quad (2.56)$$

2.7.4. Pengadaan Lahan

Pengadaan lahan ialah aspek anggaran yang relevan pada konstruksi, terutama pembangunan jalan, dikarenakan membutuhkan total lahan yang luas untuk digunakan pembangunan jalan. Perhitungan penyediaan lahan dapat dilakukan dengan mengalikan dari panjang trase rencana dengan lebar rencana. Perkalian sederhana ini menjadi ukuran luas. Nilai jual dari lahan ditentukan oleh Badan Aset dan Pengelolaan Keuangan daerah setempat.

2.7.5. Penghematan Kecelakaan Lalu Lintas

Mengacu pada Pd T-02-2005-B terkait Perhitungan anggaran pada kecelakaan lalu lintas digunakan metode *gross output*. Data kecelakaan dikeluarkan oleh Kepolisian Resor daerah setempat.

Berikut penyajian tabel perhitungan penghematan kecelakaan digunakan perkiraan biaya kecelakaan dari biaya dasar pada tahun 2003:

Tabel 2.23 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 | Rp224.541.000,00 |
| 2 | Berat | Rp22.221.000,00 |
| 3 | Ringan | Rp9.847.000,00 |
| 4 | Kerugian Harta Benda | Rp8.589.000,00 |

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

Berdasarkan tabel di atas, dilakukan perkiraan nilai dari biaya satuan kecelakaan per tahunnya, dengan persamaan berikut ini:

$$BSKO_j(T_n) = BSKO_j(T_0) \times (1 + g)^t \quad (2.57)$$

Setelah didapatkan nilai proyeksi biaya kecelakaan, lalu dilakukan perhitungan biaya pasti dari kecelakaan dengan persamaan berikut:

$$BBKE_j(T_n) = \sum_{i=0}^K BSKO_i \times JKE_i \quad (2.58)$$

2.7.6. *Nett Present Value (NPV)*

NPV ini menafsirkan nilai terjadi saat ini pada suatu proyek berlandaskan arus kas masuk yang diinginkan pada waktu akan datang dan arus kas keluar yang diseimbangkan dengan suku bunga dan harga pembelian awal. NPV memakai harga akuisisi awal dan nilai waktu uang untuk menghitung nilai proyek dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$NPV_{Expense/Income} \text{ th ke-}n = F. \text{ Diskon ke-}n \times Expense/Income \text{ th ke-}n \quad (2.59)$$

Berikut persamaan yang dimiliki oleh faktor diskon:

$$\text{Faktor Diskon ke-}n = \frac{1}{1+Bunga^n} \quad (2.60)$$

jika NPV lebih dari 0 suatu proyek dinyatakan pantas dan jika tidak pantas apabila NPV kurang dari 0.

2.7.7. *Benefit Cost Ratio (BCR)*

BCR ialah bagian cara untuk analisis kelayakan ekonomi. Secara dasar metode kelayakan ekonomi ini lebih cenderung kepada keuntungan dan anggaran investasi pada proyek.

Maka dapat dikatakan sebagai perbandingan antara keuntungan dan anggaran, di dalam analisis BCR ini menghasikan rasio dari perbandingan antara kumulatif *net present value* pengeluaran dan pemasukan. Berikut ketentuan kelayakan BCR:

Tabel 2.24 Ketentuan Kelayakan BCR

| | |
|---------------------------|-------------|
| <i>Benefit Cost Ratio</i> | Kelayakan |
| Kurang dari satu | Tidak Layak |
| Sama dengan satu | Seimbang |
| Lebih dari satu | Layak |

$$\text{Benefit Cost Ratio} = \frac{\text{Kumulatif NPV}_{\text{Pengeluaran/Expense}}}{\text{Kumulatif NPV}_{\text{Pemasukan/Income}}} \quad (2.61)$$

2.7.8. *Internal Rate of Return (IRR)*

IRR adalah bagian dari pengujian kelayakan ekonomi, perhitungan nilai dari *Internal Rate of Return* memerlukan nilai *Net Present Value* dari proyek. IRR dapat memperkirakan kerugian berada disuku bunga berapa, maka hal ini dapat menanggulangi agar tidak terjadi kerugian. Berikut persamaan dari IRR:

$$IRR = i_1 + \left(\frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \right) \times (i_2 - i_1) \quad (2.62)$$

Keterangan:

| | |
|------------------|---------------------------------------|
| IRR | = <i>Internal Rate of Return</i> |
| i_1 | = Derajat suku bunga NPV bernilai (+) |
| i_2 | = Derajat suku bunga NPV bernilai (-) |
| NPV ₁ | = NPV bernilai positif |
| NPV ₂ | = NPV bernilai negatif |

2.8. Analisis Multi Kriteria (AMK)

Analisis multi kriteria adalah metode yang dipakai untuk memutuskan sebuah perencanaan. Analisis multi kriteria sebagai acuan dasar perencanaan proyek terkait kriteria ekonomi dan finansial.

Menurut buku tentang Panduan Penerapan Analisis Multi Kriteria yang disusun oleh Guillermo A. Mendoza dan Phil Macoun bersama Ravi Prabhu, Doddy Sukadri Herry Purnomo, Herlina Hartanto pada tahun 1999 analisis multikriteria digunakan untuk menilai kriteria serta indikator.

Rincian Prosedur Analisis Multi Kriteria (AMK) sebagai berikut:

Ada tiga tahap untuk penilaian Kriteria dan Indikator (K&I). Analisis multi kriteria digunakan sebagai alat mengambil keputusan yang dapat diterapkan lebih terperinci dalam langkah 1 sampai dengan 2.

1. Mengidentifikasi dan memilih beberapa Kriteria dan Indikator.

Terdapat dua teknik yang sederhana yaitu AMK yang digunakan untuk mencari dan memilih K&I, yang meliputi:

a. Penetapan Peringkat

Ada 2 teknik untuk menerapkan peringkat bagi satu bagian pengambilan keputusan meliputi:

1) Peringkat Reguler

Pemeringkatan reguler ialah memberi ‘peringkat’ pada setiap bagian yang berpengaruh pada proses pengambilan keputusan berdasarkan tingkat kepentingannya. Berikut penetapannya :

Tabel 2.25 Penetapan Titik Skala

| | | | | |
|----------------------------|----------------|----------------------------|---------------|----------------|
| 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| Tingkat Kepentingan Rendah | Kurang Penting | Tingkat Kepentingan Sedang | Lebih Penting | Sangat Penting |

(Sumber: Buku Panduan Menerapkan Analisis Multi Kriteria)

Menurut Tim Pakar penilaian derajat kepentingan dinilai relatif di tiap-tiap kriteria dengan memiliki prinsip kebijakan khusus. Dalam menggunakan derajat pemeringkatan pakar berpendapat sebagai berikut :

Tabel 2.26 Pemberian Peringkat Kepentingan Relatif Tiap Kriteria

| Kriteria | Peringkat | Keterangan |
|----------|-----------|------------------------------------------|
| K.1.1 | 6 | Tingkat Kepentingan Sedang |
| K.1.2 | 5 | Tingkat Kepentingan Sedang |
| K.1.3 | 5 | Tingkat Kepentingan Sedang |
| K.1.4 | 3 | Kurang Penting |
| K.1.5 | 4 | Tingkat Kepentingan Rendah sampai Sedang |
| K.1.6 | 2 | Tingkat Kepentingan Rendah sampai Sedang |

(Sumber: Buku Panduan Menerapkan Analisis Multi Kriteria)

2) Peringkat Ordinal

Pemeringkatan Ordinal ialah cara tim pakar untuk menyusun bagian keputusan berupa daftar berdasarkan derajat kepentingan. Pemeringkatan ordinal memiliki ketentuan yaitu penempatan bagian-bagian hierarki tiap derajat kepentingan, hasil tersebut dibagi menjadi bagian-bagian penilaian yang terlibat. Berikut urutan peringkat ordinal.

Tabel 2.27 Pembuatan Urutan Kriteria Peringkat Ordinal

| | |
|----------------------|-------|
| Paling Penting | K.1.1 |
| Sangat Penting | K.1.2 |
| Penting | K.1.3 |
| Tidak Penting | K.1.4 |
| Sangat Tidak Penting | K.1.5 |
| Paling Tidak Penting | K.1.6 |

(Sumber: Buku Panduan Menerapkan Analisis Multi Kriteria)

Kelebihan Peringkat Reguler:

- Memiliki kemungkinan lebih besar terjadi ‘seri’.
- Pengambilan keputusan menentukan secara terperinci mengenai ‘kualitas’ dalam masing-masing nilai tingkat kepentingan (1-9).

Kelemahan Peringkat Reguler:

- Tidak dapat menjelaskan perbedaan secara terperinci. Pengambilan keputusan berdasarkan penilaian yang sama.

Kelebihan Peringkat Ordinal:

- Sederhana dan tidak terdapat keraguan dalam penilaian ‘peringkat’ tingkat kepentingan.
- Memberikan perbedaan ‘derajat’ kepentingan dengan sangat jelas.

Kelemahan Peringkat Ordinal:

- Tidak terdapat ‘seri’ dalam peringkat yang berupa daftar tidak akan ditemukan beberapa bagian dengan derajat kepentingan yang sama, sehingga pengambilan keputusan mengharuskan untuk menyusun kembali secara urut bagian – bagian keputusan saat anggapan kelompok bagian keputusan memiliki ‘derajat kepentingan yang hampir serupa’.
- Tidak terdapat ‘kualitas’ dalam nilai tingkat kepentingan (1-9).

Peringkat Ordinal dinilai lebih akurat untuk menyusun secara terperinci dalam satu set awal. Sebagai contoh yaitu bila dalam pengambilan keputusan tim mencoba memilih 50 bagian maka satu set awal yang terdiri dari 200 bagian.

b. Penetapan Nilai

Penetapan nilai ialah suatu teknik untuk tiap pakar diminta untuk memberikan penetapan nilai bagi tiap bagian keputusan, nilai bisa berbentuk persentase, atau angka. Jika dijumlahkan, nilai untuk semua bagian harus mencapai angka 100. Berikut pemberian penetapan nilai:

Tabel 2.28 Pemberian Penetapan Nilai pada Kriteria

| Kriteria | Penetapan Nilai |
|----------|-----------------|
| K.1.1 | 25 |
| K.1.2 | 20 |
| K.1.3 | 20 |
| K.1.4 | 12 |
| K.1.5 | 15 |
| K.1.6 | 8 |

(Sumber: Buku Panduan Menerapkan Analisis Multi Kriteria)

Kelebihan pada teknik penetapan nilai ialah dalam teknik ini tersedia ukuran derajat kepentingan ordinal dan derajat kepentingan kardinal dalam masing – masing indikator. Namun penetapan peringkat hanya untuk pengukuran derajat kepentingan ordinal dan untuk membuat derajat kepentingan yang lebih akurat dalam tiap indikator tim pakar harus mempunyai akses yang cukup luas mengenai informasi yang berpengaruh. Hal tersebut tidak selalu tersedia dalam suatu penilaian K&I.

Tabel 2.29 Pengertian Tingkat Kepentingan

| Tingkat Kepentingan Ordinal: | Tingkat Kepentingan Kardinal: |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Merujuk pada urutan tingkat kepentingan dari elemen yang terlibat. Misalnya, mana yang pertama, kedua, dst. | Merujuk pada besarnya perbedaan kepentingan dua elemen. Misalnya, satu elemen mungkin tiga kali lebih penting daripada yang lainnya. |

(Sumber: Buku Panduan Menerapkan Analisis Multi Kriteria)

c. Perhitungan Bobot Relatif

Tim pakar akan memberikan suatu penilaian dalam suatu peringkat pada tiap – tiap bagian dalam keputusan, kemudian respon tersebut perlu dianalisis kembali. Analisis tersebut digunakan untuk menghitung seberapa besar bobot atau kepentingan relatif dalam tiap – tiap bagian dalam keputusan yang dinilai berdasarkan sintesis dari beberapa respon tim pakar.

Tabel 2.30 Peringkat dan Nilai Kriteria yang Relevan dengan Prinsip 2

| Kriteria | Pakar 1 | | Pakar 2 | | Pakar 3 | |
|----------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | Peringkat | Nilai | Peringkat | Nilai | Peringkat | Nilai |
| K.2.1 | 5 | 20 | 5 | 20 | 8 | 20 |
| K.2.2 | 8 | 40 | 7 | 35 | 8 | 30 |
| K.2.3 | 6 | 30 | 6 | 30 | 7 | 25 |
| K.2.4 | 4 | 10 | 4 | 15 | 6 | 15 |

(Sumber: Buku Panduan Menerapkan Analisis Multi Kriteria)

Dalam penetapan pemeringkatan ataupun menilai, jumlah nilai yang diberikan oleh tim pakar pada tiap kriteria harus di akumulasi sehingga menghasilkan nilai total pada tiap – tiap kriteria dengan dua jenis teknik yang berbeda.

Tabel 2.31 Jumlah Nilai untuk Tiap Kriteria

| Kriteria | Jumlah Peringkat | | Jumlah Nilai | |
|----------|------------------|-----------|--------------|-------|
| | Perhitungan | Peringkat | Perhitungan | Nilai |
| K.2.1 | 5+5+8 | 18 | 20+20+20 | 60 |
| K.2.2 | 8+7+8 | 23 | 40+35+30 | 105 |
| K.2.3 | 6+6+7 | 19 | 30+30+25 | 85 |
| K.2.4 | 4+4+6 | 14 | 10+15+15 | 40 |
| Total | | 74 | | 290 |

(Sumber: Buku Panduan Menerapkan Analisis Multi Kriteria)

Penetapan derajat pemeringkatan dan penetapan nilai serta bobot relatif tiap – tiap kriteria dapat dihitung menggunakan kedua jenis teknik. Bobot relatif dalam tiap – tiap kriteria dihitung dengan membagi bobot sebenarnya dengan bobot akumulatif sebenarnya dan kemudian dikali 100.

Tabel 2.32 Hasil Penghitungan Bobot Relatif untuk Teknik Penetapan Peringkat dan Penetapan Nilai

| Kriteria | Bobot Relatif | | Bobot Relatif | |
|----------|--------------------|-----------|----------------------|-------|
| | Perhitungan | Peringkat | Perhitungan | Nilai |
| K.2.1 | $18/74 \times 100$ | 24 | $60/290 \times 100$ | 21 |
| K.2.2 | $23/74 \times 100$ | 31 | $105/290 \times 100$ | 36 |
| K.2.3 | $19/74 \times 100$ | 26 | $85/290 \times 100$ | 29 |
| K.2.4 | $14/74 \times 100$ | 19 | $40/290 \times 100$ | 14 |
| Total | | 100 | | 100 |

(Sumber: Buku Panduan Menerapkan Analisis Multi Kriteria)

Untuk mengetahui bobot gabungan akhir pada tiap – tiap kriteria, dapat dihitung dengan cara bobot relatif dari hasil perhitungan peringkat ataupun nilai dihitung rata – ratanya.

Tabel 2.33 Penghitungan Bobot Gabungan untuk Tiap Kriteria

| Kriteria | Perhitungan | Bobot Gabungan |
|----------|-------------|----------------|
| K.2.1 | $(24+21)/2$ | 22 |
| K.2.2 | $(31+36)/2$ | 34 |
| K.2.3 | $(26+29)/2$ | 28 |
| K.2.4 | $(19+14)/2$ | 16 |
| Total | | 100 |

(Sumber: Buku Panduan Menerapkan Analisis Multi Kriteria)

Setelah penilaian dilakukan pada tiap – tiap kriteria, maka selanjutnya indikator dapat diketahui nilainya.

2. memberikan skor pada tiap – tiap indikator berdasarkan set yang telah dipilih. Pemberian skor menggunakan sistem yang dapat menggambarkan kondisi dalam UPH yang sedang dinilai ialah kunci untuk semua sistem evaluasi. Metode AMK digunakan sebagai awal pemberian skor agar mempersingkat set K&I yang sedang dievaluasi. Penyingkatan digunakan agar waktu dan dana yang digunakan untuk menilai K&I menjadi relevan.

Proses penilaian skor pada set K&I yang diluar pada panduan ini yang mungkin berbeda dapat disiasati dengan pemberian skor yang dinamis sehingga tetap dapat informatif sesuai dengan aturan AMK.

Tabel 2.34 Skor dan Deskripsi Umum

| Skor | Deskripsi Umum |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * | Tidak mungkin memberi skor pada waktu penilaian; mungkin karena kurangnya informasi atau tidak tersedianya sampel lapangan. Pemberian skor ditunda sampai saat berikutnya. |
| 0 | Tidak dapat diterapkan untuk Kriteria atau Indikator. |
| 1 | Kondisi kinerja sangat buruk; sangat tidak baik. |
| 2 | Kondisi kinerja buruk; mungkin normal untuk wilayah tersebut, tetapi diperlukan cukup banyak perbaikan. |
| 3 | Dapat diterima; pada atau di atas normal untuk wilayah tersebut. |
| 4 | Kondisi sangat baik; jauh di atas normal untuk wilayah tersebut, tetapi tetap memerlukan perbaikan untuk mencapai kondisi yang terbaik. |
| 5 | Kondisi yang terbaik bagi wilayah tersebut; kondisi sangat menonjol dibandingkan standar normal untuk wilayah tersebut. |

(Sumber: Buku Panduan Menerapkan Analisis Multi Kriteria)

2.9. Studi Literatur

Analisis studi kelayakan pengembangan jalan lingkar merupakan suatu langkah yang digunakan untuk menganalisis kelayakan pembangunan jalan lingkar ketika suatu daerah sudah mengalami permasalahan lalu lintas pada jalan eksisting yang ada. Berikut ini terdapat beberapa studi terdahulu terkait pembangunan jalan lingkar untuk menjadi acuan pada penelitian tugas akhir ini.

| | | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Judul | Studi Kelayakan Pembangunan Jalan Lingkar Timur Mojoesari Kabupaten Mojokerto |
| | Peneliti (Tahun) | Arief Istiyawan (2010) |
| | Tujuan Penelitian | <ol style="list-style-type: none"> 1. Menganalisa kondisi dan karakteristik jalan lingkar timur Mojoesari. 2. Berapa penghematan biaya operasional kendaraan (BOK) setelah ada jalan lingkar timur Mojoesari. 3. Menganalisa selisih nilai waktu antara ruas jalan lingkar timur Mojoesari dengan jalan eksisting. 4. menganalisa tingkat kelayakan pembangunan jalan lingkar timur Mojoesari. |
| Metodologi Penelitian | <ol style="list-style-type: none"> 1. Pendahuluan berupa latar belakang masalah, tujuan, dan lokasi studi. 2. Tinjauan Pustaka berupa menjelaskan tentang dasar teori, peraturan serta rumusan yang dipakai dalam penelitian. 3. Pengumpulan Data berupa Data Primer meliputi Faktor BOK, lalu lintas ruas jalan, lalu lintas persimpang, sedangkan Data Sekunder meliputi tata guna lahan, jumlah penduduk, PDRB dan PDRB perkapita, harga upah & material, geometrik jalan, dan nilai CBR. 4. Peramalan 10 Tahun berupa PDRB dan PDRB perkapita, jumlah penduduk, volume LHR. 5. Analisis Lalu Lintas Kondisi Jalan Eksisting Tanpa Jalan Lingkar berupa arus lalu lintas, kapasitas, derajat kejemahan, nilai waktu, dan BOK. 6. <i>Trip Assignment</i> berupa memperkirakan kendaraan yang akan melewati jalan lingkar 7. Analisis Lalu Lintas Kondisi Jalan Eksisting Setelah Jalan Lingkar berupa arus lalu lintas, kapasitas, derajat kejemahan, nilai waktu, dan BOK. | |

| | |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ol style="list-style-type: none"> 8. Analisis Jalan Lingkar Rencana berupa volume lalu lintas, kapasitas jalan rencana, kecepatan, derajat kejenuhan, kinerja jalan rencana, kinerja persimpangan jalan lingkar, nilai waktu dan BOK. 9. Perencanaan Tebal Perkerasan berupa LHR akhir umur rencana, angka ekuivalen, lintas ekuivalen permulaan, lintas ekuivalen akhir, lintas ekuivalen rencana, indeks tebal perkerasan, menentukan tebal perkerasan. 10. Analisis Ekonomi berupa BCR dan NPV. |
| <p>Hasil Penelitian</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Berdasarkan analisis KAJI tahun 2009 – 2010 pada kondisi jalan eksisting tanpa jalan lingkar menunjukkan bahwa kinerja jalan masing – masing ruas yaitu ruas jalan Pandaan – Mojosari dan Mojosari – Krian pada tahun 2009 memiliki nilai derajat kejenuhan (DS) antara 0,4 – 0,5. Dimana ruas jalan Mojosari – Krian memiliki nilai derajat kejenuhan (DS) yang paling besar yaitu sebesar 0,481 dan nilai ini mengalami kenaikan pada tahun 2020 menjadi 1,101 sebagai akibat dari bertambahnya volume lalu lintas. 2. Selisih nilai waktu total atau penghematan pada kondisi jalan eksisting dengan jalan lingkar dibandingkan dengan kondisi jalan eksisting tanpa jalan lingkar adalah sebesar Rp. 1,780,954,765.15- pada tahun 2009 dan Rp. 18,759,243,207.74- pada tahun 2020. Bila penghematan dari tahun 2009 – 2010 diakumulasikan, maka diperoleh total penghematan sebesar Rp. 80,273,504,579.84-. 3. Biaya Operasional Kendaraan (BOK) pada kondisi jalan eksisting tanpa Jalan Lingkar dari tahun 2009 – 2020 adalah sebesar Rp. 149,789,965,153.43-. |

| | | |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <p>sedangkan BOK pada kondisi jalan eksisting dengan Jalan Lingkar dari tahun 2009 – 2020 adalah sebesar Rp. 137,926,580,436.81-, Dari perbandingan total BOK tersebut, menunjukkan bahwa terdapat penghematan BOK sebesar Rp. 11,863,384,716.63-, pada kondisi jalan eksisting dengan Jalan Lingkar.</p> <p>4. Kelayakan pembangunan jalan ditinjau dari segi teknik lalu lintas menunjukkan bahwa jalan tersebut bisa dikstakan layak untuk dibangun karena nilai Derajat Kejenuhan (DS) Jalan eksisting relatif besar, yaitu antara 0.4 – 0.5 pada tahun 2009 dan nilai Derajat Kejenuhan (DS) lebih dari 0.75 untuk tahun 2014 mendatang. Nilai Derajat Kejenuhan (DS) meningkat hingga mencapai lebih dari 1,00 untuk tahun 2020. Padahal berdasarkan MKJI tahun 1997, 0.75 adalah batas maksimum dari derajat kejenuhan yang diperbolehkan untuk jalan perkotaan maupun jalan luar kota. Dengan demikian dapat kita tarik kesimpulan bahwa apabila jalan lingkar ini akan dibangun, tujuannya adalah untuk mengurangi kemacetan lalu lintas pada jalan eksisting, memberikan akses yang lebih cepat bagi pengguna jalan, dan untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi masyarakat sekitar.</p> <p>5. Kelayakan pembangunan jalan ditinjau dari segi ekonomi menunjukkan bahwa jalan lingkar layak untuk dibangun. Hal ini dapat dilihat dari hasil nilai BCR sebesar 45.837 ($BCR > 1$) dan nilai NPV sebesar Rp. 2,399,912,250,548.98- ($NPV > 0$).</p> |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | | |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Judul | Analisis Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jalan Lingkar Barat Gresik |
| | Peneliti (Tahun) | I Made Vikannanda (2017) |
| | Tujuan Penelitian | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui nilai D_j di Jalan Mayjen Sungkono – Jalan Banjarsari. 2. Menentukan trase jalan yang paling efektif dan efisien dengan menggunakan analisis multi kriteria. 3. Mengetahui kelayakan pembangunan Jalan Lingkar Barat Gresik berdasarkan aspek ekonomi. |
| | Metodologi Penelitian | <ol style="list-style-type: none"> 1. Pendahuluan berupa latar belakang masalah, tujuan, dan lokasi studi. 2. Tinjauan Pustaka berupa menjelaskan tentang dasar teori, peraturan serta rumusan yang dipakai dalam penelitian. 3. Pengumpulan Data berupa Data Primer meliputi survei <i>traffic counting</i> dan survei wawancara, sedangkan Data Sekunder meliputi trase jalan, peta topografi, jumlah penduduk, PDRB daerah Gresik, kajian lingkungan LBG. 4. Analisis kinerja lalu lintas berupa volume lalu lintas. 5. Pemilihan trase jalan lingkar (analisis multi kriteria) 6. Alternatif terpilih. 7. <i>Trip Assignment</i>. 8. Analisis nilai waktu. 9. Analisis BOK. 10. Analisis kelayakan ekonomi. 11. Hasil penelitian. |
| Hasil Penelitian | <ol style="list-style-type: none"> 1. Hasil analisis volume lalu lintas pada Jalan Mayjend Sungkono (eksisting) menunjukkan bahwa kondisi lalu lintas pada jalan eksisting sudah mulai mendekati kondisi jenuh yaitu dengan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,697. Untuk beberapa tahun kedepan volume lalu lintas pada jalan eksisting akan terus meningkat | |

| | | |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <p>sehingga menyebabkan kepadatan lalu lintas pada ruas jalan eksisting.</p> <p>2. Hasil analisis multi kriteria mendapatkan bahwa Alternatif 3 adalah alternatif terbaik sesuai dengan prinsip pemilihan menggunakan metode analisis multi kriteria dengan skor 41. Berikut kondisi kriteria alternatif 3 : • Panjang Jalan = 5439 m • Biaya Pembebasan = Rp 6.156.708.000,- • Jumlah Tikungan = Tidak ada tikungan • Konflik Lalu Lintas = Tidak ada simpang.</p> <p>3. Hasil analisis kelayakan ekonomi menyatakan bahwa Pembangunan Jalan Lingkar Barat Gresik Layak Secara Ekonomi , dengan nilai BCR sebesar 3.26 ($BCR > 1$) dan nilai NPV sebesar Rp 431,825,634,817.22 ($NPV > 0$).</p> |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|