

## **BAB III**

### **KAJIAN PUSTAKA**

Pelaksanaan penelitian ini menggunakan acuan peraturan – peraturan dan referensi dari buku maupun jurnal penelitian yang berkaitan dengan objek penelitian sehingga dalam proses penulisan skripsi tidak menyimpang dan dapat dipertanggung jawabkan. Peraturan – peraturan dan referensi buku serta jurnal penelitian yang dijadikan acuan sebagai berikut :

#### **3.1 Lalu Lintas dan Angkutan Jalan**

Pasal 1 Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan menyebutkan bahwa :

1. Lalu Lintas adalah gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas. (pasal 1 angka 2).
2. Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan adalah serangkaian simpul dan/atau ruang kegiatan yang saling terhubung untuk penyelenggaraan lalu lintas dan angkutan jalan. (pasal 1 angka 4).
3. Kendaraan adalah suatu sarana angkut di jalan yang terdiri atas kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor. (pasal 1 angka 7).
4. Kendaraan Bermotor adalah setiap Kendaraan yang digerakkan oleh peralatan mekanik berupa mesin selain Kendaraan yang berjalan di atas rel. (Pasal 1 Angka 8).
5. Kendaraan Tidak Bermotor adalah setiap Kendaraan yang digerakkan oleh tenaga manusia dan/atau hewan. (Pasal 1 Angka 9).
6. Kendaraan Bermotor Umum adalah setiap Kendaraan yang digunakan untuk angkutan barang dan/atau orang dengan dipungut bayaran. (Pasal 1 Angka 10).
7. Jalan adalah seluruh bagian Jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi Lalu Lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel. (Pasal 1 Angka 12).

Pada pasal 3 ayat 1-4 Peraturan Pemerintah Nomor 79 tahun 2013 tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan disebutkan bahwa :

1. Pemerintah dan Pemerintah Daerah wajib mengembangkan Jaringan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan untuk menghubungkan semua wilayah daratan di seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia.
2. Pengembangan Jaringan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan sesuai kebutuhan dengan berpedoman pada rencana induk Jaringan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan.
3. Rencana Induk Jaringan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) terdiri atas :
  - 1) Rencana Induk Jaringan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan Nasional
  - 2) Rencana Induk Jaringan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan Provinsi; dan
  - 3) Rencana Induk Jaringan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan Kabupaten/Kota
4. Rencana Induk Jaringan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) berlaku selama kurun waktu 20 (dua puluh) tahun dan dievaluasi secara berkala paling sedikit dalam 5 (lima) tahun.

### **3.2 Jalan**

Pada pasal 1 Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan menyebutkan bahwa :

1. Pembangunan jalan adalah kegiatan pemrograman dan penganggaran, perencanaan teknis, pelaksanaan konstruksi, serta pengoperasian dan pemeliharaan jalan. (pasal 1 angka 12).
2. Sistem jaringan jalan adalah satu kesatuan ruas jalan yang saling menghubungkan dan mengikat pusat – pusat pertumbuhan dengan wilayah yang berada dalam pengaruh pelayanannya dalam satu hubungan hierarkis. (pasal 1 angka 18).

Pada pasal 4 ayat 1-3 Peraturan Pemerintah Nomor 34 tahun 2006 tentang Jalan disebutkan bahwa :

- 1a. Penyelenggara jalan umum wajib mengusahakan agar jalan dapat digunakan sebesar-besar kemakmuran rakyat, terutama untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi nasional, dengan mengusahakan agar biaya umum perjalanan menjadi serendah-rendahnya.
- 1b. Penyelenggara jalan umum wajib mendorong ke arah terwujudnya keseimbangan antardaerah, dalam hal pertumbuhannya mempertimbangkan satuan wilayah pengembangan dan orientasi geografis pemasaran sesuai dengan struktur pengembangan wilayah tingkat nasional yang dituju.
- 1c. Penyelenggara jalan umum wajib mendukung pertumbuhan ekonomi di wilayah yang sudah berkembang agar pertumbuhannya tidak terhambat oleh kurang memadainya prasarana transportasi jalan, yang disusun dengan mempertimbangkan pelayanan kegiatan perkotaan.
2. Pada Penjelasan atas pasal 38, dijelaskan bahwa:  
Yang dimaksud dengan Kapasitas Jalan adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu penampang tertentu pada ruas jalan, satuan waktu, keadaan jalan, dan lalu lintas tertentu.
3. Pada Penjelasan atas pasal 13 ayat 2, dijelaskan bahwa:  
Yang dimaksud dengan volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu penampang tertentu pada suatu ruas jalan tertentu pada satuan waktu tertentu.

### **3.3 Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Blitar Tahun 2011 – 2013**

Pada pasal 18 ayat 4 huruf (f) Peraturan Daerah Kabupaten Blitar Nomor 5 Tahun 2013 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Blitar Tahun 2011-2031 dijelaskan bahwa :

Peningkatan jaringan jalan lingkar dengan pembangunan dan pelebaran jalan yaitu Jalan Lingkar Kanigoro Selatan meliputi ruas Sambong – Santrean – Karangsono – Gogodesa – Jatinom – Minggirsari.

### **3.4 Sistem Transportasi**

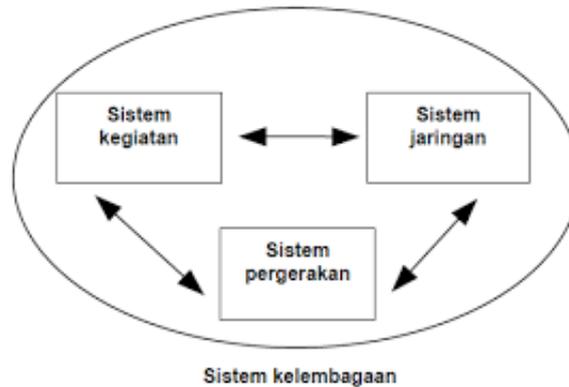
Menurut Miro (2005), mengartikan bahwa transportasi merupakan upaya pemindahan, pengangkutan, menggerakkan ataupun mengalihkan

suatu orang maupun barang dari suatu tempat ke tempat lain dengan mempertimbangkan manfaat dan tujuan tertentu menggunakan suatu alat tertentu. Transportasi memiliki dimensi seperti lokasi (asal dan tujuan), alat (sarana dan prasarana), teknologi dan tujuan ataupun manfaat tertentu. Miro menjelaskan bahwa sistem transportasi selalu berhubungan dengan dimensi - dimensi tersebut, apabila salah satu dari dimensi tersebut tidak ada maka tidak bisa dikatakan sebagai transportasi.

Menurut Salim (2000), sistem transportasi yaitu usaha untuk memindahkan barang (muatan) dan penumpang dari suatu lokasi ke lokasi lain. Sistem transportasi mempunyai dua unsur yang terpenting yaitu pemindahan/pergerakan (*movement*) dan secara nyata mengubah lokasi dari suatu barang (*comodity*) dan penumpang ke tempat lain.

Transportasi manusia maupun barang bukanlah tujuan akhir, maka dari itu permintaan akan jasa pelayanan transportasi dapat dikatakan sebagai permintaan turunan (*derived demand*). Oleh karena itu permintaan akan transportasi akan ada apabila terdapat faktor lain yang mendorongnya dan juga permintaan jasa transportasi tidak dapat berdiri sendiri, melainkan tersembunyi dibalik kepentingan lain (Morlok, 1984).

Menurut Tamin (2000), dijelaskan bahwa sistem transportasi dapat dimengerti dengan dua pendekatan yaitu sistem transportasi menyeluruh (makro) dan sistem transportasi yang lebih rinci (mikro) yang merupakan pemecahan dari hasil transportasi makro menjadi rinc yang masing – masing komponen saling berkaitan dan saling mempengaruhi. Sistem transportasi yang dimaksud terdiri dari sistem kegiatan, sistem jaringan, sistem pergerakan dan sistem kelembagaan. Untuk mempermudah pemahaman sistem transportasi makro dapat dilihat dari **Gambar III.1.**



**Gambar III. 1** Sistem Transportasi Makro.

Dasar bahwa sistem kelembagaan mencangkup sistem kegiatan, sistem jaringan dan sistem pergerakan yang saling mempengaruhi (Gambar III.1). Perubahan sistem kegiatan akan mempengaruhi sistem jaringan berupa perubahan tingkat pelayanan pada sistem pergerakan. Dan sebaliknya perubahan pada sistem jaringan akan mempengaruhi sistem kegiatan berupa peningkatan mobilitas dan aksesibilitas dari sistem pergerakan.

Ali (2020), berpendapat bahwa transportasi dibedakan menjadi 3 yaitu transportasi darat, air dan udara. Pemilihan moda transportasi ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu :

- a. Segi Pelayanan
- b. Keandalan dalam bergerak
- c. Keselamatan dalam perjalanand
- d. Biaya
- e. Jarak tempuh
- f. Kecepatan
- g. Keandalan
- h. Keperluan
- i. Fleksibilitas
- j. Tingkat Populasi
- k. Penggunaan Bahan Bakar

Menurut Setijowarno & Frazila (2001), perbedaan ciri - ciri moda transportasi dalam beberapa hal, antara lain :

- a. Kecepatan, sebagai indikator berapa lama waktu tempuh antara dua lokasi.
- b. Pelayanan, sebagai indikator kemampuan penyelenggaraan hubungan antara dua lokasi.
- c. Pengoperasian, sebagai indikator keandalan menangani masalah mengenai pengangkutan.
- d. Frekuensi, merupakan indikator jumlah pelayanan yang dapat diberikan.

### **3.5 Permodelan Transportasi**

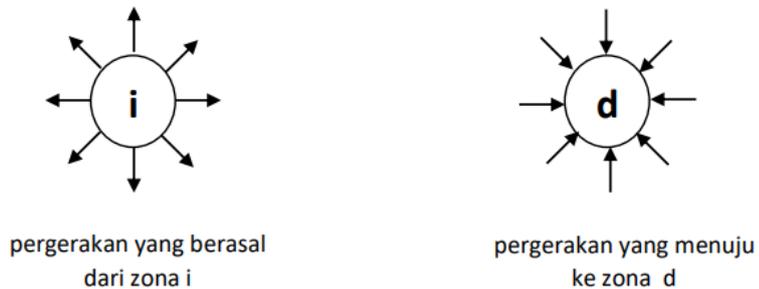
Permodelan transportasi merupakan gambaran kondisi yang sebenarnya dari sebuah sistem transportasi yang di simulasikan untuk memperkirakan kemungkinan yang akan terjadi di masa yang akan datang. Dalam permodelan transportasi simulasi di representasikan dengan 4 tahapan model, yaitu :

#### **1. Bangkitan Perjalanan (*Trip Generation*)**

Pada Tamin (2000), bangkitan merupakan banyaknya jumlah perjalanan yang dibangkitkan oleh sebuah kawasan per satuan waktu. Dalam penelitian ini akan dilakukan pembagian kawasan menjadi zona berdasarkan tata guna lahan yang akan membedakan bangkitan dan tarikan perjalanan. Dimana data – data yang didapat diperoleh dari survei wawan cara rumah tangga dan survei wawancara tepi jalan yang telah dilakukan oleh Tim Praktek Kerja Lapangan PTDI – STTD di Kabupaten Blitar 2022.

Pada tahapan ini bertujuan untuk mempelajari dan memprediksi banyaknya bangkitan perjalanan dengan mengambil referensi dari beberapa variasi hubungan antara karakteristik perjalanan dengan tata guna lahan (*Land Use*). Pada proses ini diambil data dengan berbasis zona untuk memodelkan besarnya perjalanan dari suatu wilayah baik dari bangkitan maupun tarikan, contoh yang dapat diambil seperti tata guna lahan, jumlah anggota keluarga, pekerjaan, kepemilikan

kendaraan, kepadatan penduduk, dan moda transportasi yang digunakan beserta jumlah perpindahan moda transportasi.



**Gambar III. 2** Bangkitan Perjalanan.

Tamin (1997), menyatakan dibutuhkan suatu model untuk meramalkan jumlah bangkitan perjalanan dimasa yang akan datang. Model yang sering digunakan untuk memperkirakan bangkitan perjalanan adalah :

- a. Model regresi linier

Model regresi linier merupakan model statistik untuk menggambarkan pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Regresi sederhana dengan suatu variabel dapat dirumuskan :

$$\boxed{Y = a + bX} \dots\dots\dots \text{Rumus 1}$$

*Sumber : Perencanaan dan Permodelan Transportasi*

Untuk variabel bebas lebih dari satu, dirumuskan :

$$\boxed{Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n} \dots\dots\dots \text{Rumus 2}$$

*Sumber : Perencanaan dan Permodelan Transportasi*

- Keterangan :
- Y** = variabel terikat
  - a** = konstanta
  - b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>** = koefisien regresi
  - x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>** = variabel bebas

b. Metode faktor pertumbuhan

Metode faktor pertumbuhan merupakan metode dalam menganalisis bangkitan perjalanan dimasa yang akan datang dengan mengalikan perjalanan saat ini dengan faktor pertumbuhan. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P_t = P_o ( 1 + i )^n \dots\dots\dots \text{Rumus 3}$$

Sumber : *Perencanaan dan Permodelan Transportasi*

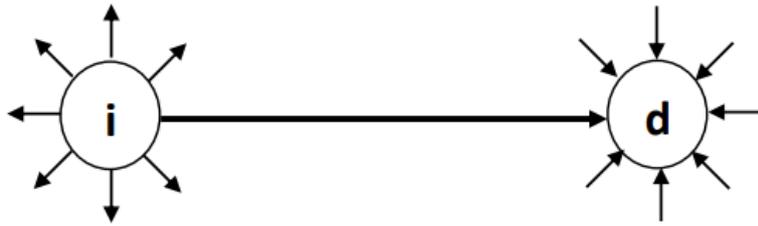
Keterangan :

- P<sub>t</sub>** = Jumlah perjalanan dimasa mendatang
- P<sub>o</sub>** = Jumlah perjalanan sekarang
- i** = Faktor pertumbuhan
- n** = Tahun Perencanaan

**2. Sebaran Perjalanan ( *Trip Distribution* )**

Distribusi perjalanan adalah tahapan proses permodelan transportasi yang berhubungan dengan jumlah sebaran perjalanan asal dan tujuan dari setiap kawasan maupun zona wilayah kajian. Menurut Tamin (2000), pola pergerakan dalam sistem transportasi dijelaskan dalam bentuk arus pergerakan yang bergerak dari daerah asal menuju daerah tujuan dalam periode waktu tertentu. Pada tahap ini melihat hubungan keterkaitan antar zona berdasarkan bangkitan dan tarikan perjalanan yang telah dilakukan pada tahap *Trip Generation*.

Dasar kerangka pemikiran pada tahap sebaran perjalanan adalah mengumpulkan data pola pergerakan orang yang akan di representasikan kedalam volume perjalanan orang antar zona (Tid) berdasarkan produksi perjalanan dari tiap zona i dan tarikan dari zona d beserta kendala perjalanan antar zona (Fid). Dimana produksi dan tarikan perjalanan didapat dari tahap bangkitan perjalanan (*Trip Generation*). Untuk kendala perjalanan antar zona (Fid) diperoleh melalui spesifikasi rencana perjalanan, bentuk kendalanya berupa jarak, waktu dan biaya perjalanan.



**Gambar III. 3** Sebaran Perjalanan antar Dua Zona.

Terdapat beberapa metode sebaran perjalanan, antara lain :

a. Metode Faktor Pertumbuhan

Metode faktor pertumbuhan terdiri dari :

- 1) Faktor Pertumbuhan Seragam,
- 2) Faktor Pertumbuhan Rata – rata,
- 3) Metode Detroit,
- 4) Metode Fratar,
- 5) Metode Furness.

b. Metode Sintesis

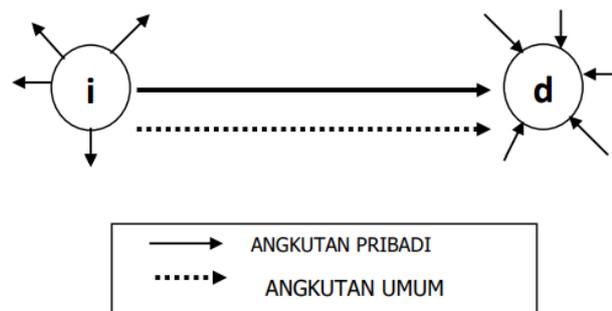
Metode ini digunakan untuk mengantisipasi kendala – kendala yang dihadapi dalam penggunaan metode faktor pertumbuhan. Metode ini mengasumsikan bahwa sebelum memprediksi pola perjalanan pada masa yang akan datang, harus terlebih dahulu mengerti faktor penyebab terjadinya pergerakan. Metode sintesis terdiri dari :

- 1) Model Gravitasi,
  - a) *The Unconstrained Gravity Model,*
  - b) *The Production Constrained Mode,*
  - c) *The Fully Constrained Gravity Model.*
- 2) Model Medan Elektrostatis,
- 3) Metode Regresi Berganda,
- 4) Model Opportunities
  - a) *Intervening Opportunities,*
  - b) *Competing Opportunities.*

Pada penelitian ini digunakan analisis distribusi perjalanan *Double Constrained Gravity Model*(DCGR) dengan faktor kendala adalah jarak.

### 3. Pemilihan Moda (*Moda Split*)

Ortúzar & Willumsen (2012), Tahap pemilihan moda berfungsi untuk menghitung dan meramalkan jumlah sebaran orang maupun barang dari daerah asal menuju daerah tujuan. Sehingga dapat diketahui proporsi penggunaan setiap moda dari model pemilihan moda. Pelaku perjalanan dapat memilih penggunaan moda seperti angkutan umum, kendaraan pribadi, sepeda motor maupun kendaraan tidak bermotor. Menurut Ortúzar & Willumsen (2012), proses analisis pemilihan moda dilakukan pada tahap yang berbeda – beda dalam proses permodelan.



**Gambar III. 4** Pemilihan Moda.

Black (1981), menyatakan bahwa dalam proses analisis pemilihan moda dilakukan pada tahap yang berbeda – beda melalui pendekatan yang bervariasi tergantung tujuan perencanaan transportasi. Terdapat beberapamodel pemilihan moda antara lain :

a. Model Jenis I

Dalam model ini perjalanan menggunakan angkutan umum dan kendaraan pribadi dihitung secara terpisah pada tahap bangkitan pergerakan, dapat diilustrasikan sebagai berikut :



**Gambar III. 5** Pemilihan Moda Model Jenis I.

b. Model Jenis II

Pada model ini proses pemisahan moda dilakukan sebelum tahap distribusi perjalanan, dapat diilustrasikan sebagai berikut :



**Gambar III. 6** Pemilihan Moda Model Jenis II.

c. Model Jenis III

Pada model ini proses pemilihan moda dilakukan pada tahap distribusi perjalanan, dapat diilustrasikan sebagai berikut :



**Gambar III. 7** Pemilihan Moda Model Jenis III.

d. Model Jenis IV

Pada model ini proses pemilihan moda dilakukan pada tahap distribusi perjalanan, dapat diilustrasikan sebagai berikut :



**Gambar III. 8** Pemilihan Moda Model Jenis IV.

Keterangan :

**G** = Bangkitan Pergerakan

**D** = Sebaran Pergerakan

**MS** = Pemilihan Moda

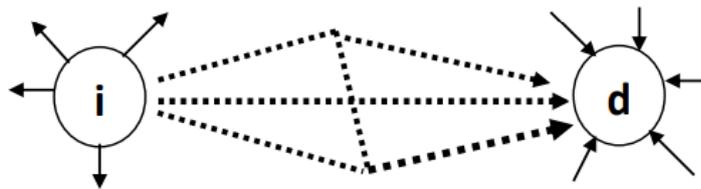
**A** = Pemilihan Rute

#### 4. **Pembebanan Perjalanan ( Trip Assignment)**

Ortúzar & Willumsen (2012), menyatakan tahapan terakhir dari permodelan transportasi adalah pembebanan perjalanan. Hasil tahapan ini untuk mengalokasikan setiap perjalanan antar zona dalam wilayah studi terhadap rute perjalanan oleh pelaku perjalanan. Menurut Tamin (1997), menyatakan bahwa dalam proses permodelan pembebanan perjalanan membutuhkan data masukan berupa matrik asal tujuan perjalanan, kapasitas jalan, dan karakteristik jaringan seperti jarak, waktu, kecepatan beserta biaya perjalanan. Bentuk

keluaran dari tahapan ini berupa arus lalu lintas tiap ruas, waktu tempuh perjalanan dan biaya perjalanan. Tujuan dari proses pembebanan adalah :

- a. Untuk mengalokasikan volume lalu lintas pada ruas – ruas jalan di dalam jaringan jalan dan persimpangan wilayah kajian.
- b. Untuk memperoleh estimasi biaya perjalanan antara asal perjalanan dan tujuan perjalanan yang digunakan pada model distribusi perjalanan dan pemilihan moda.



**Gambar III. 9** Pembebanan Perjalanan.

Pada penelitian ini akan digunakan aplikasi transportasi yaitu *PTV VISSUM* untuk memodelkan pembebanan perjalanan dengan metode analisis *Equilibrium Assignment*. Dengan asumsi bahwa beban perjalanan akan dialokasikan pada ruas – ruas jalan yang ada dan dalam keadaan tidak macet model akan mengarahkan pelaku perjalanan ke ruas jalan alternatif untuk memperkecil biaya perjalanan. Dalam proses analisis pembebanan perjalanan dengan metode *Equilibrium Assignment*, diperlukan data – data sebagai berikut :

- a. Jarak, waktu dan biaya yang diperlukan untuk melakukan perjalanan antar zona.
- b. Matrik asal tujuan dari distribusi perjalanan sekarang dan masa akan datang.
- c. Kapasitas dari jaringan angkutan dan lalu lintas yang ada.
- d. Jaringan jalan yang menghubungkan antar zona.

Rencana pembebanan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Pembebanan lalu lintas pada masa sekarang.

- b. Pembebanan lalu lintas pada masa 5 tahun mendatang tanpa adanya jalan lingkar.
- c. Pembebanan lalu lintas pada masa 5 tahun mendatang dengan adanya jalan lingkar.

### **3.6 Aksesibilitas dan Mobilitas**

Aksesibilitas merupakan kemudahan pengangkutan yang artinya pelaku perjalanan menginginkan ketersediaan sarana angkutan yang diperlukan dan tidak ada kesulitan untuk mendapatkan fasilitas transportasi yang digunakan (Adisasmita, 2012).

Suthanaya (2009), menjelaskan aksesibilitas merupakan bagian dari analisis keterkaitan kegiatan dengan sistem jaringan transportasi guna meramalkan dampak lalu lintas terhadap beberapa tata guna lahan maupun kebijakan transportasi. Aksesibilitas berkaitan dengan jarak, waktu tempuh, dan biaya perjalanan.

Menurut Black (1981), dalam Miro (2005), aksesibilitas merupakan kombinasi antara sistem tata guna lahan dengan sistem jaringan transportasi yang saling terhubung, dimana perubahan tata guna lahan yang menimbulkan kawasan – kawasan dan jarak geografis di suatu wilayah akan dihubungkan dengan sarana dan prasarana transportasi. Akan tetapi tingkat kemudahan untuk menjangkau kawasan – kawasan tersebut menjadi hal yang sangat subjektif, kualitatif dan relatif tergantung kemampuan dan kemauan orang sehingga yang mudah bagi seseorang belum tentu mudah bagi orang lain.

Variabel yang menjadi indikator tingkat kemudahan pencapaian suatu kawasan adalah jarak fisik antar kawasan (dalam kilometer) hal tersebut bukan faktor mutlak karena tergantung ketersediaan sarana dan prasarana transportasi yang menghubungkan.

Faktor lain adalah pola pengatuiran tata guna lahan suatu kawasan. Keberagaman tata ruang suatu kawasan terjadi akibat kondisi geografis suatu kawasan serta perbedaan fungsi lahan dan intensitas (kepadatan) kegiatannya.

Peramalan pola penyebaran tata guna lahan yaitu dengan mempertimbangkan fakta bahwa:

1. Intensitas (tingkat penggunaan) lahan: semakin berkurang/rendah, dengan semakin jauh jaraknya dari pusat kota.
2. Kepadatan (banyak kegiatan/jenis kegiatan): semakin berkurang/sedikit atau *homogenitas* dengan semakin jauh jarak kegiatan tersebut dari pusat kota (Miro, 2005).

**Tabel III. 1** Klasifikasi berbagai tingkat aksesibilitas secara kuantitatif.

Aktivitas Guna Lahan (Jarak) Kondisi Transportasi	Dekat	Jauh
Sangat Baik	Aksesibilitas Tinggi ( <i>High Accessibility</i> )	Aksesibilitas Rendah ( <i>Medium Accessibility</i> )
Sangat Buruk	Aksesibilitas Sedang ( <i>Medium Accessibility</i> )	Aksesibilitas Rendah ( <i>Low Accessibility</i> )

Sumber: (Black, 1981)

### 3.7 Jalan Lingkar

Menurut Aisyah et al. (2012), jalan lingkar merupakan ruas jalan yang melingkari pusat kota yang berfungsi untuk mengalihkan sebagian arus lalu lintas terusan dari pusat kota. Jalan lingkar merupakan bagian jaringan jalan dengan pola radial dan membentuk *ring radial*. Semakin besar kota semakin banyak ring yang digunakan, seperti di Jakarta memiliki Jakarta *Outer Ring Road* (JORR). Menurut jenis kelas jalannya di jalan llingkar luar termasuk jalan arteri dengan pengertian bahwa jalan arteri didesain dengan kecepatan minimum 60 km/jam dengan lebar jalan tidak kurang dari 9 m, lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lokal dan kegiatan lokal.

### 3.8 Kinerja Lalu Lintas

Tamin (1997), menyatakan bahwa kinerja lalu lintas perkotaan bisa dinilai menggunakan indikator lalu lintas yaitu untuk ruas jalan menggunakan VC Ratio dan kecepatan, sedangkan persimpangan menggunakan indikator tundaan dan kapasitas simpang.

Pada penelitian ini pengukuran kinerja lalu lintas menggunakan pedoman (Manual Kapasitas Jalan ,1997) dimana pengukuran terbagi atas kinerja ruas jalan dan kinerja pada persimpangan.

Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2013 Tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan

Pasal 23, menyatakan bahwa:

1. Setiap jalan memiliki batas kecepatan paling tinggi di tetapkan secara Nasional.
2. Batas kecepatan paling tinggi sebagaimana dimaksud pada ayat 1 meliputi:
  - a. Batas kecepatan jalan bebas hambatan
  - b. Batas kecepatan jalan antarkota
  - c. Batas kecepatan jalan pada kawasan perkotaan, dan
  - d. Batas kecepatan jalan pada kawasan permukiman.
3. Untuk jalan bebas hambatan sebagaimana dimaksud pada ayat 2 huruf a ditetapkan batas kecepatan paling rendah.
4. Batas kecepatan sebagaimana dimaksud pada ayat 2 dan ayat 3 ditetapkan:
  - a. Paling rendah 60 (enam puluh) kilometer per jam dalam kondisi arus bebas dan paling tinggi 100 (seratus) kilometer per jam untuk jalan bebas hambatan.
  - b. Paling tinggi 80 (delapan puluh) kilometer per jam untuk jalan antarkota.
  - c. Paling tinggi 50 (lima puluh) kilometer per jam untuk jalan perkotaan.
  - d. Paling tinggi 30 (tiga puluh) kilometer per jam untuk kawasan pemukiman.

#### **1. Kinerja Ruas Jalan**

Parameter yang digunakan untuk menganalisis kinerja ruas jalan adalah perbandingan volume dan kapasitas, kecepatan perjalanan dan kepadatan lalu lintas. Dari parameter tersebut kemudian digunakan

untuk mencari tingkat pelayanan (*Level of Service*). Berikut merupakan penjelasan dari parameter tersebut :

a. VC Ratio

*VC Ratio* adalah perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas jalan. Persamaan untuk *VC Ratio* adalah:

$$\boxed{VC Ratio = \frac{Volume\ lalu\ lintas}{Kapasitas\ ruas}} \dots\dots\dots \text{Rumus 4}$$

Sumber : MKJI, 1997

1) Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik kajian dalam satuan waktu tertentu. Volume yang didapat dalam satuan mobil penumpang (smp/jam). Satuan mobil penumpang merupakan satuan untuk menyamakan karakteristik jenis kendaraan seperti dimensi, kecepatan maupun kemampuan bermanuver. Satuan mobil penumpang diperoleh dari hasil kali ekivalensi mobil penumpang (emp) dengan volume kendaraan per jenis kendaraan.

**Tabel III. 2** Satuan Mobil Penumpang (smp)

Jenis Kendaraan	Nilai Satuan Mobil Penumpang (smp/jam)	
	Ruas	Simpang
Kendaraan Berat (HV)	1,2	1,3
Kendaraan Ringan (LV)	1	1
Sepeda Motor (MC)	0,25	0,4
Kendaraan Tak Bermotor (UM)	0,8	1

Sumber : MKJI, 1997

2) Kapasitas Jalan

Kapasitas merupakan arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan oleh bagian jalan dalam kondisi tertentu seperti geometri jalan, distribusi arah dan komposisi lalu lintas, faktor lingkungan.

Untuk jalan dua lajur dua arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah, apabila untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per lajur dan kapasitas ditentukan per lajur. Perhitungan kapasitas ruas berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan (MKJI), dimana persamaanya adalah :

$$C = Co \times FCw \times FCsp \times FCsf \times FCcs \dots\dots\dots \text{Rumus 5}$$

Sumber : MKJI, 1997

Untuk :

C = Kapasitas ruas jalan ( smp/jam )

Co = Kapasitas dasar(smp/jam)

FCw = Faktor penyesuaian lebar jalur

FCsp = Faktor penyesuaian pemisah arah

FCsf = Faktor hambatan samping

FCcs = Faktor penyesuaian ukuran kota

Kapasitas dasar yaitu kapasitas segmen jalan pada kondisi geometri, pola arus lalu lintas, dan faktor lingkungan yang ditentukan sebelumnya. Untuk menentukan nilai kapasitas dasar (Co), dapat dilihat pada

**Tabel III.3.**

**Tabel III. 3** Nilai Kapasitas Dasar (Co).

<b>Tipe Jalan</b>	<b>Kapasitas Dasar (smp/jam)</b>	<b>Catatan</b>
Empat-lajur terbagi (Datar)	1900	Per Lajur
Empat-lajur terbagi (Bukit)	1850	Per Lajur
Empat-lajur terbagi (Gunung)	1800	Per Lajur

<b>Tipe Jalan</b>	<b>Kapasitas Dasar (smp/jam)</b>	<b>Catatan</b>
Empat-lajur tak-terbagi (Datar)	1700	Per Lajur
Empat-lajur tak-terbagi (Bukit)	1650	Per Lajur
Empat-lajur tak-terbagi (Gunung)	1600	Per Lajur
Dua-lajur tak-terbagi (Datar)	3100	Total Dua Arah
Dua-lajur tak-terbagi (Bukit)	3000	Total Dua Arah
Dua-lajur tak-terbagi (Gunung)	2900	Total Dua Arah

Sumber : MKJI, 1997

- Faktor koreksi kapasitas akibat lebar jalan (FCw).  
Faktor koreksi FCw ditentukan berdasarkan lebar jalan efektif seperti pada **Tabel III.4**.

**Tabel III. 4** Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Lebar Jalan (FCw).

<b>No.</b>	<b>Tipe Jalan</b>	<b>Lebar jalur lalu- lintas efektif (m)</b>	<b>Fcw</b>
1	Empat lajur terbagi atau jalan satua arah	Per Lajur 3,00 3,25 3,50 3,75 4,00	0,92 0,96 1,00 1,04 1,08

No.	Tipe Jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (m)	Fcw
2	Empat lajur tak terbagi	Per Lajur	
		3,00	0,91
		3,25	0,95
		3,50	1,00
		3,75	1,05
		4,00	1,09
3	Dua lajur tak terbagi	Total Dua Arah	
		5	0,56
		6	0,87
		7	1,00
		8	1,14
		9	1,25
		10	1,29
		11	1,34

Sumber : MKJI, (1997)

- Faktor koreksi kapasitas akibat pembagian arah (FCsp).

Penentuan faktor koreksi untuk pembagian arah didasarkan pada kondisi arus lalu lintas dari kedua arah atau untuk jalan tanpa pembatas median. Untuk jalan satu arah dan/atau jalan dengan pembatas median, faktor koreksi kapasitas akibat pembagian arah adalah 1,00.

**Tabel III. 5** Faktor Koreksi Akibat Pembagian Arah (FCsp).

Split arah (%)		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	4/2 UD	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

Sumber: MKJI, (1997)

Data split arah ini didapat dari hasil proses analisis, yaitu dengan membandingkan volume arah lalu lintas

(perlajur/perarah) dengan total volume ruas jalan sebagaimana **Rumus 6** berikut :

$$\frac{\text{Volume Arah}}{\text{Volume Total}} \times 100 \dots\dots\dots \mathbf{Rumus\ 6}$$

*Sumber : MKJI, (1997)*

- Faktor penyesuaian hambatan samping (FCsf)  
 Faktor penyesuaian hambatan samping dipengaruhi oleh lebar bahu dan jarak kerb suatu ruas jalan. Lebar bahu jalan didapat dengan mengukur langsung dilapangan. Begitu juga dengan jarak kerb didapat langsung dari lapangan dengan mengukur jarak kerb ke penghalang terdekat. Adapun faktor penyesuaian hambatan samping karena bahu jalan adalah seperti pada **Tabel III.6**.

**Tabel III. 6** Faktor Penyesuaian Hambatan Samping Karena Lebar Bahu (FCsf)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif rata-rata $W_s$ (m)			
		≤ 0,5 m	1,0 m	1,5 m	≥ 2 m
4/2 D	Sangat Rendah	0,96	0,98	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1,00	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1,00
	Tinggi	0,88	0,92	0,95	0,98
	Sangat Tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
4/2 UD	Sangat Rendah	0,96	0,99	1,01	1,03
	Rendah	0,94	0,97	1,00	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1,00
	Tinggi	0,87	0,91	0,94	0,98
	Sangat Tinggi	0,80	0,86	0,90	0,95

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif rata-rata $W_s$ (m)			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	$\geq 2$ m
2/2 UD atau jalan satu arah	Sangat Rendah	0,94	0,96	0,99	1,01
	Rendah	0,92	0,94	0,97	1,00
	Sedang	0,89	0,92	0,95	0,98
	Tinggi	0,82	0,86	0,90	0,95
	Sangat Tinggi	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber : MKJI, (1997)

**Tabel III. 7** Faktor Hambatan Samping (jalan dengan kerb).

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu			
		Lebar bahu efektif rata-rata $W_s$ (m)			
		$\leq 0,5$ m	1,0 m	1,5 m	$\geq 2$ m
4/2 D	Sangat Rendah	0,95	0,97	0,99	1,01
	Rendah	0,94	0,96	0,98	1,00
	Sedang	0,91	0,93	0,95	0,98
	Tinggi	0,86	0,89	0,92	0,95
	Sangat Tinggi	0,81	0,85	0,88	0,92
4/2 UD	Sangat Rendah	0,95	0,97	0,99	1,01
	Rendah	0,93	0,95	0,97	1,00
	Sedang	0,90	0,92	0,95	0,97
	Tinggi	0,84	0,87	0,90	0,93
	Sangat Tinggi	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 UD atau jalan satu arah	Sangat Rendah	0,93	0,95	0,97	0,99
	Rendah	0,90	0,92	0,95	0,97
	Sedang	0,86	0,88	0,91	0,94
	Tinggi	0,78	0,81	0,84	0,88
	Sangat Tinggi	0,68	0,72	0,77	0,82

Sumber : MKJI, (1997)

- Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FCcs)

FCcs merupakan perhitungan untuk mengoreksi kapasitas dasar karena perbedaan ukuran kota, dapat dilihat pada **Tabel III.8**.

**Tabel III. 8** Faktor Penyesuaian untuk Ukuran Kota (FCcs).

Ukuran Kota (juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,86
0,1 – 0,5	0,90
0,5 – 1,0	0,94
1,0 – 3,0	1,00
> 3,0	1,04

Sumber : MKJI, (1997)

- b. Kecepatan Perjalanan

Dalam buku Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), Kecepatan (V) perjalanan adalah kecepatan kendaraan (km/jam atau m/s) yang dihitung dari panjang ruas jalan dibagi dengan waktu perjalanan. Persamaan yang digunakan untuk menentukan kecepatan perjalanan adalah :

$$V = \frac{L}{TT} \dots\dots\dots \text{Rumus 7}$$

Dengan :

- V = Kecepatan kendaraan (km/jam)
- L = Panjang Segmen (km)
- TT = Waktu tempuh kendaraan (jam)

- c. Kepadatan

Kepadatan (D) merupakan tingkat kepenuhan kendaraan di jalan. Kepadatan dinyatakan dalam satuan kendaraan per kilometer. Persamaan untuk kepadatan adalah :

$$D = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots \text{Rumus 8}$$

Dengan :

D = Kepadatan lalu lintas (kend/km )

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

V = Kecepatan rata - rata (km/jam)

d. Tingkat Pelayanan

Menurut Khisty & Lall (2003), tingkat pelayanan (*Level of Service*) merupakan pendapat pelaku lalu lintas mengenai ukuran kualitatif dari kondisi operasional arus lalu lintas. Adapun hal – hal yang mempengaruhi LOS seperti kecepatan, waktu tempuh, perhentian lalu lintas dan kebebasan bermanuver.

Berpedoman pada PM Nomor 96 Tahun 2015 tentang Manajemen Rekayasa Lalu Lintas, tingkat pelayanan ruas jalan pada sistem jaringan berdasarkan fungsi jalan, adalah :

- (1) Jalan arteri primer, tingkat pelayanan minimal B.
- (2) Jalan arteri sekunder, tingkat pelayanan minimal C.
- (3) Jalan kolektor primer, tingkat pelayanan minimal B.
- (4) Jalan kolektor sekunder, tingkat pelayanan minimal C.
- (5) Jalan lokal primer, tingkat pelayanan minimal C.
- (6) Jalan lokal sekunder, tingkat pelayanan minimal D.

**Tabel III. 9** Karakteristik Tingkat Pelayanan Ruas jalan

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Operasi terkait
A	Arus bebas dengan volume lalu lintas rendah
	Kecepatan perjalanan rata-rata > 80 Km/jam
	Kepadatan lalu lintas sangat rendah
	Tundaan simpang < 5 detik
B	Arus stabil dengan volume lalu lintas sedang

<b>Tingkat Pelayanan</b>	<b>Karakteristik Operasi terkait</b>
	Kecepatan perjalanan sekurang-kurangnya > 70 Km/jam
	Kepadatan lalu lintas rendah
	Tundaan simpang 5-15 detik
C	Arus stabil dengan volume lalu lintas tinggi
	Kecepatan perjalanan sekurang-kurangnya > 60 Km/jam
	Kepadatan lalu lintas sedang
D	Tundaan simpang 15-25 detik
	Arus stabil dengan volume lalu lintas tinggi
	Kecepatan perjalanan rata-rata turun s/d > 50 Km/jam
E	Kepadatan lalu lintas sedang
	Tundaan simpang 25-40 detik
	Arus tidak stabil, terhambat, dengan volume mendekati kapasitas
F	Kecepatan perjalanan rata-rata sekitar > 30 Km/jam
	Kepadatan lalu lintas tinggi
	Tundaan simpang 40-60 detik
	Arus tertahan, macet
	Kecepatan perjalanan rata-rata > 30 Km/jam
	Kepadatan lalu lintas sangat tinggi
	Tundaan simpang > 60 detik

*Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 tahun 2015*

**Tabel III. 10** Karakteristik Tingkat Pelayanan Ruas Jalan

<b>Tingkat Pelayanan</b>	<b>VC Ratio</b>	<b>Karakteristik Operasi terkait</b>
A	0,00 – 0,19	Arus lancar, volume rendah
		Kecepatan perjalanan tinggi

<b>Tingkat Pelayanan</b>	<b>VC Ratio</b>	<b>Karakteristik Operasi terkait</b>
B	0,20 – 0,44	Arus stabil dengan kecepatan terbatas
		Volume sesuai untuk luar kota
C	0,45 – 0,74	Arus masih stabil, sesuai jalan kota
		Kecepatan dipengaruhi lalu lintas
D	0,75 – 0,84	Mendekati arus tidak stabil dengan tundaan yang masih dalam toleransi
		Kecepatan perjalanan rendah
E	0,85 – 1,00	Arus tidak stabil, volume mendekati kapasitas
		Kecepatan perjalanan rendah
F	>1,00	Arus tertahan, macet
		Lalu lintas terhambat

*Sumber : Morlok, 1991*

## **2. Kinerja Persimpangan**

Komponen kinerja persimpangan menurut MKJI (1997), meliputi kapasitas simpang, derajat kejenuhan, tundaan dan antrian. Analisis yang akan digunakan meliputi jenis pengendalian dan pengukuran kinerja persimpangan.

### **a. Waktu Siklus**

Waktu siklus merupakan waktu yang diperlukan untuk suatu rangkaian nyala lampu APILL. Panjang waktu siklus pada APILL tergantung pada kondisi lalu lintas. Berikut macam waktu siklus :

(1) Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian

$$C_{ua} = \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{(1 - IFR)}$$

.....**Rumus 9**

Sumber: MKJI, 1997

Keterangan:

$C_{ua}$  = Waktu siklus sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

IFR = Jumlah FRcrit dari semua fase pada siklus

(2) Waktu Siklus Yang Disesuaikan

Waktu siklus yang disesuaikan berdasarkan waktu hijau yang diperoleh dan dibulatkan ke waktu siklus yang disarankan

$$c = \Sigma g + LTI$$

.....**Rumus 10**

Sumber: MKJI, 1997

**Tabel III. 11** Waktu Siklus Persimpangan yang Disarankan

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus yang Layak (det)
Pengaturan dua-fase	40 - 80
Pengaturan tiga-fase	50 - 100
Pengaturan empat-fase	80 - 130

Sumber: MKJI, 1997

b. Kapasitas Simpang

Kapasitas simpang merupakan arus lalu lintas maksimum yang dapat di dipertahankan oleh simpang. Berikut perhitungan

$$C = S \times \frac{g}{c}$$

.....**Rumus 11**

Sumber: MKJI, 1997

Dimana:

S = Arus Jenuh (smp/jam)

g = Waktu Hijau (detik)

c = Waktu Siklus (detik)

c. Arus Jenuh

Arus jenuh merupakan besarnya awal antrian pada suatu pendekat simpang selama kondisi yang ditentukan. Berikut perhitungan arus jenuh simpang :

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \dots\dots\dots \text{Rumus 12}$$

Sumber: MKJI, 1997

Dimana:

- $S_0$  = Arus Jenuh Dasar (smp/jam)
- $F_{CS}$  = Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
- $F_{SF}$  = Faktor Penyesuaian Hambatan Samping
- $F_G$  = Faktor Kelandaian
- $F_P$  = Faktor Parkir
- $F_{RT}$  = Faktor Penyesuaian Belok Kanan
- $F_{LT}$  = Faktor Penyesuaian Belok Kiri

d. Arus Jenuh Dasar

Pada pendekat terlindung dapat diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

$$S_0 = 600 \times W_e \dots\dots\dots \text{Rumus 13}$$

Sumber: MKJI, 1997

$W_e$  = Lebar Efektif (meter)

e. Faktor Penyesuaian Kota (Fcs)

Faktor penyesuaian kota merupakan penyesuaian terhadap jumlah penduduk yang tinggal dalam suatu daerah perkotaan.

**Tabel III. 12** Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS)

<b>Penduduk Kota (Juta Jiwa)</b>	<b>F<sub>cs</sub></b>
> 3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber: MKJI, 1997

f. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping ( $F_{SF}$ )

Faktor hambatan samping adalah kegiatan yang menyebabkan pengurangan terhadap arus jenuh di dalam pendekat. Dalam manual ini kendaraan tak bermotor tidak dianggap sebagai bagian dari arus lalu lintas tetapi sebagai unsur hambatan samping.

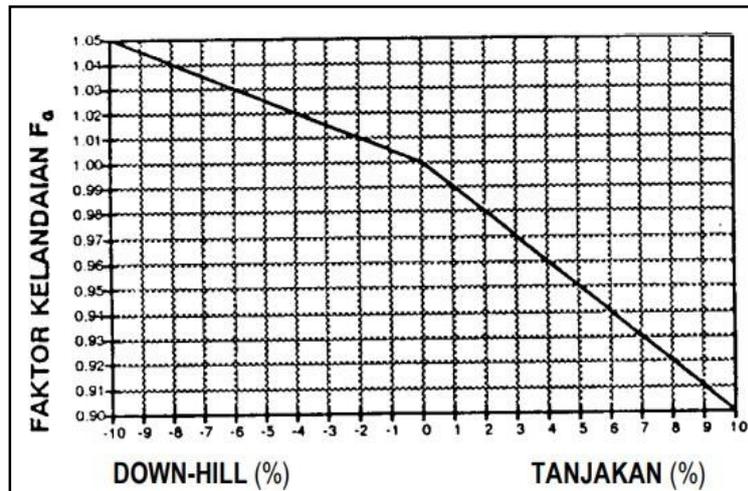
**Tabel III. 13** Faktor Penyesuaian Hambatan Samping Simpang (FSF)

Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,1	0,15	0,2	$\geq 0,25$
Komersial (COM)	Tinggi	O	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		P	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	O	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		P	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	O	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		P	0,95	0,93	0,9	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (RES)	Tinggi	O	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		P	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	O	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		P	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	O	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		P	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	Tinggi/ Sedang/ Rendah	O	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		P	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber: MKJI, 1997

g. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping ( $F_G$ )

Faktor penyesuaian kelandaian ditentukan sebagai fungsi dari kelandaian/gradient jalan.

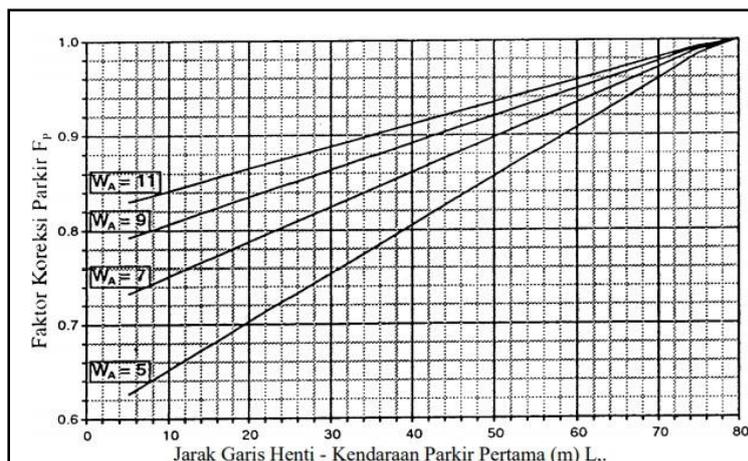


Sumber: MKJI, 1997

**Gambar III. 10** Faktor Penyesuaian Kelandaian ( $F_G$ )

h. Faktor Penyesuaian Parkir ( $F_P$ )

Faktor penyesuaian parkir ditentukan sebagai fungsi jarak dari garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama dan lebar pendekat.



Sumber: MKJI, 1997

**Gambar III. 11** Faktor Penyesuaian Parkir ( $F_P$ )

i. Faktor Penyesuaian Belok Kanan ( $F_{RT}$ )

Faktor penyesuaian belok kanan ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan. Nilai faktor penyesuaian belok kanan berlaku pada tipe pendekat terlindung, dua arah, dan

lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk yang diperoleh dari perhitungan berikut :

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26 \dots\dots\dots \text{Rumus 14}$$

Sumber: MKJI, 1997

j. Faktor Penyesuaian Belok Kiri ( $F_{LT}$ )

F aktor penyesuaian belok kiri ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kiri. Nilai faktor penyesuaian belok kiri berlaku pada tipe pendekat terlindung, dua arah, dan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk yang diperoleh dari perhitungan berikut :

$$F_{LT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,16 \dots\dots\dots \text{Rumus 15}$$

Sumber: MKJI, 1997

k. Derajat Kejenuhan

Menurut (MKJI, 1997), derajat kejenuhan merupakan perbandingan arus lalu lintas dengan kapasitas ruas yang menjadi faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang. Perhitungan derajat kejenuhan simpang tak bersinyal adalah :

$$DS = \frac{q}{c} \dots\dots\dots \text{Rumus 16}$$

Sumber: MKJI, 1997

Dimana:

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Arus total sesungguhnya (smp/jam)

C = Kapasitas sesungguhnya (smp/jam)

c. Tundaan

Tundaan (D)(detik/smp) merupakan waktu tempuh tambahan yang diperlukan kendaraan untuk lealui sebuah simpang, ditentukan dari hubungan empiris tundaan (D) dan derajat kejenuhan (DS).

(1) Tundaan Lalu Lintas

Tundaan lalu lintas (DT) merupakan waktu menunggu yang disebabkan pergerakan lalu lintas.

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{c} \dots\dots\dots \text{Rumus 17}$$

Sumber: MKJI, 1997

Dimana:

- DT = Tundaan Lalu Lintas (det/smp)
- GR = Rasio Hijau
- C = Kapasitas sesungguhnya (smp/jam)
- DS = Derajat Kejenuhan
- Q1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

(2) Tundaan Geometri (DG)

Tundaan geometri disebabkan karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang atau terhenti karena lampu merah pada APILL.

$$DG = (1 - Psv) \times P_T \times 6 + (Psv \times 4) \dots\dots\dots \text{Rumus 18}$$

Sumber: MKJI, 1997

Psv = Rasio Kendaraan terhenti pada suatu pendekat

(3) Tundaan Rata – Rata

$$D = DT + DG \dots\dots\dots \text{Rumus 19}$$

Sumber: MKJI, 1997

d. Panjang Antrian

Jumlah rata – rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) yang dihitung sebagai jumlah smp tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ2).

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots\dots\dots \text{Rumus 20}$$

Sumber: MKJI, 1997

Untuk  $DS \leq 0,5$  maka nilai  $NQ_1$  adalah 0, jika nilai  $DS > 0,5$  maka nilai  $NQ_1$  diperoleh dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right] \quad \text{Rumus 21}$$

Sumber: MKJI, 1997

Perhitungan  $NQ_2$  yaitu jumlah antrian selama fase merah sebagai berikut :

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Sumber: MKJI, 1997

Rumus 22

Tingkat pelayanan persimpangan mempertimbangkan faktor tundaan dari kapasitas persimpangan. Berikut tingkat pelayanan persimpangan :

**Tabel III. 14** Tingkat Pelayanan Persimpangan.

Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/smp)	Keterangan
A	< 5	Baik Sekali
B	5.1- 15	Baik
C	15.1- 25	Sedang
D	25.1-40	Kurang
E	40.1- 60	Buruk
F	>60	Buruk Sekali

Sumber: MKJI, 1997

### 3. Validasi

Hasil dari pembebanan model selanjutnya dibandingkan dengan data volume lalu lintas hasil survei. Untuk menilai baik atau tidaknya model jaringan yang telah dibuat perlu dilakukan validasi dengan uji statistik.

Uji statistik yang digunakan untuk menguji apakah hasil permodelan yang dihasilkan dapat diterima atau tidak adalah uji *GEH*

(Geoffrey E. Havers). Menurut (Irawan et al., 2015) dalam melakukan validasi menggunakan variabel jumlah volume arus lalu lintas, metode terbaik untuk membandingkan data *input* dan *output* simulasi adalah dengan rumus statistik *GEH*. *GEH* adalah rumus modifikasi dari *Chi – squared* dengan menggabungkan perbedaan nilai relatif dan mutlak. rikut:

Dalam pengujian menggunakan metode uji GEH, dengan ketemtuan sebagai berikut

**Tabel III. 15** Standar Perhitungan Persamaan GEH

1. GEH < 5	2. Diterima
3. 5 < GEH < 10	4. Peringatan : kemungkinan model error atau data buruk
5. GEH > 10	6. Ditolak

Sumber : (Irawan et al., 2015)

$$GEH = \sqrt{\frac{(q \text{ simulasi} - q \text{ observasi})^2}{0,5 \times (q \text{ simulasi} + q \text{ observasi})}} \dots\dots\dots \text{Rumus 23}$$

Sumber : (Irawan et al., 2015)

Keterangan :

- q simulasi = volume keluaran dari software
- q observasi = volume hasil survei

#### 4. Kinerja Jaringan Jalan

Jaringan jalan merupakan kesatuan sistem jaringan jalan primer dan sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarkis. Kinerja jaringan jalan menyangkut nilai waktu, biaya perjalanan dan kecepatan.

##### a. Nilai Waktu

Menurut Tamin (1997), nilai waktu sebagai sejumlah uang yang dikeluarkan seseorang untuk menghemat waktu perjalanan. Kehilangan waktu merupakan hal yang merugikan

bagi pelaku perjalanan baik dari segi biaya maupun waktu. Faktor penyebab kehilangan waktu perjalanan adalah kemacetan, kepadatan lalu lintas jenuh dan hambatan samping yang tinggi. Satuan kehilangan waktu tempuh dapat dinilai dengan (Rp/jam).

Biaya yang dikeluarkan untuk mendapat nilai waktu , dapat menjadi kesempatan untuk tidak menggunakan uang tersebut untuk kegiatan lain dikarenakan mendapat keuntungan untuk menghemat waktu perjalanan. Berdasarkan hal tersebut, dapat di tarik kesimpulan bahwa nilai waktu sebagai nominal maksimum yang disisihkan dari pendapatan seseorang untuk menghemat waktu perjalanan.

Penelitian ini akan digunakan metode pendapatan untuk memperoleh nilai waktu. Menurut *The Value Of Travel Time; Theory And Measurement Nils* (1979), faktor yang digunakan adalah Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) perorangan dan jumlah waktu kerja perorangan dalam setahun. Persamaannya dalam **Rumus 24**:

$$\lambda = \frac{PDRB/orang}{Waktu\ kerja\ tahunan/orang} \dots\dots\dots \text{Rumus 24}$$

Dimana :

$\lambda$  : Nilai waktu

PDRB : Pendapatan Domestik Regional Bruto

Tahap-tahap perhitungan adalah sebagai berikut :

Tahap 1 :menghitung hari kerja dalam 1tahun

Tahap 2 :menghitung jumlah pendapatan per kapita per jam dari orang bekerja.

Tahap 3 :menghitung pendapatan per kapita per jam penumpang kendaraan.

Tahap 4 :menghitung nilai waktu tertimbang.

Tahap 5 :menghitung waktu perjalanan untuk maksud bekerja dan selain bekerja.

Tahap 6 :menghitung nilai waktu perjalanan (*journey time*) per jam.

Tahap 7 :menghitung nilai waktu perjalanan (*journey time*) per tahun.

b. Biaya Perjalanan

Dalam analisis biaya perjalanan menyangkut mengenai biaya kemacetan dan konsumsi bahan bakar dari setiap kendaraan. Data yang diperlukan dalam analisis meliputi volume kendaraan pada jam puncak (smp/jam), waktu tempuh (jam), kebutuhan bahan bakar (liter) dan nilai waktu.

Untuk meningkatkan kinerja sistem jaringan terutama peningkatan tingkat pelayanan ruas jalan akan mempercepat waktu tempuh yang berakibat penghematan waktu.

(1) Metode Pendekatan Nilai Waktu Tertimbang

Pendekatan perhitungan nilai waktu tertimbang dengan metode pendapatan. Untuk mengetahui besaran kerugian biaya akibat lalu lintas. Perhitungan biaya nilai waktu tertimbang menurut (*Nils, 1979*) pada **Rumus 25** :

$$VOT = \frac{\frac{PDRB}{Kapita}}{Hari Kerja dalam 1 Tahun \times Jam Kerja Sehari \times 3600} \quad \text{..Rumus 25}$$

Dimana: VOT = *Value Of Time* (Rp/detik)

(2) Konsumsi Bahan Bakar

Kecepatan akan mempengaruhi konsumsi bahan bakar, dimana pemakaian bahan bakar pada kecepatan rendah akan lebih tinggi daripada kecepatan sedang, dan juga tinggi pada kecepatan tinggi. Pada penelitian ini perhitungan biaya konsumsi bahan bakar menggunakan hasil dari analisis perangkat lunak *PTV VISSUM*.

Hasil kajian JICA pada proyek SITRAMP 2004 menjadi pedoman untuk perhitungan konsumsi bahan bakar. Perhitungannya dapat dilihat pada **Tabel III.16**.

**Tabel III. 16** Nilai Efisiensi Bahan Bakar.

Jenis Kendaraan	Fungsi Konstanta	
PC ( <i>private car</i> )	y =	$7E-05x^2 - 0,0077x + 0,2579$
MC ( <i>motorcycle</i> )	y =	$1E-05x^2 - 0,0009x + 0,0601$
MB ( <i>medium bus</i> )	y =	$5E-05x^2 - 0,0056x + 0,1533$
S/MT ( <i>small/medium truck</i> )	y =	$5E-05x^2 - 0,0053x + 0,2771$

Sumber: (Rinaldi,2017)

**Tabel III.16** berisi efisiensi bahan bakar, dapat diketahui bahwa X adalah kecepatan rata – rata kendaraan dengan satuan konsumsi bahan bakar (liter/km) dapat dihitung menurut persamaan dari (Pusat Penelitian Material dan Energi ITB, 2000 dalam Agustina, 2003:14) :

$$FC_k = FC_s \times VMT_k \dots\dots\dots \text{Rumus 26}$$

Keterangan:

FCK = konsumsi bahan bakar per jenis moda(liter/jam)

FCS = tingkat efisiensi bahan bakar moda

VMT<sub>k</sub> = jarak perjalanan kendaraan k

c. Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Menurut (Lestari et al., 2018), biaya operasional merupakan biaya total yang dibutuhkan untuk mengoperasikan kendaraan pada kondisi lalu lintas dan jalan tertentu untuk satu jenis kendaraan per kilometer jarak tempuh (Rp/km). Biaya operasional kendaraan terdiri dari biaya tidak tetap (*variable cost* atau *running cost*) dan biaya tetap (*standing cost* atau *fixed cost*) hal tersebut bersumber dari metode *Pasific Consultant International* (PCI). Untuk perhitungan biaya operasional kendaraan perlu mengetahui harga satuan setiap komponen yang digunakan sebagai unit perhitungan biaya operasional

kendaraan. Persamaan untuk menghitung biaya operasional kendaraan terdapat pada **Rumus 27**.

$$\boxed{BOK = BTT + BT} \dots\dots\dots \text{Rumus 27}$$

dimana :

BOK = Biaya operasional kendaran (Rupiah/km).

BTT = Biaya tidak tetap (Rupiah/km).

BT = Biaya tetap (Rupiah/km).

(1) Biaya Tetap (*standing cost* atau *fixed cost*)

Menurut (Lestari et al., 2018), biaya tetap merupakan penjumlahan dari komponen yang terdiri dari biaya penyusutan, biaya awak kendaraan, biaya asuransi dan biaya bunga modal. Persamaan untuk biaya tetap dapat dilihat pada **Rumus 28**. Dan rincian biaya tetap dapat dilihat pada **Tabel III.17**

$$\boxed{BT = Bpi + Bki} \dots\dots\dots \text{Rumus 28}$$

dimana :

BT = Biaya tetap (Rupiah/km).

Bpi = Biaya depresiasi / penyusutan kendaraan (Rupiah/km).

BKi = Biaya awak kendaraan (Rupiah/km).

**Tabel III. 17** Persamaan Untuk Perhitungan Biaya Tetap

	Nama Persamaan	Mobil Penumpang	Bus	Truk
1	Penyusutan (penyusutan/1000 km) dari harga kendaraan	$Y = 1 / (2,5 V + 125)$	$Y = 1 / (6 V + 300)$	$Y = 1 / (6 V + 300)$
2	Travelling Time Pengemudi & kondektur (jam kerja/1000 km)	<i>Tidak Ada karena pengemudi adalah pemilik kendaraan</i>	$Y = 1000 / V$	$Y = 1000 / V$

3	Asuransi (asuransi/1000 km) dari harga kendaraan	$Y = 38 / (500 V)$	$Y = 60 / (2571,42857 V)$	$Y = 61 / (1714,28571 V)$
4	Bunga Modal (Bunga Modal/1000 km) dari harga kendaraan	$Y = 150 / (500 V)$	$Y = 150 / (2571,42857 V)$	$Y = 150 / (1714,28571 V)$

Sumber : (Lestari et al,2018)

(2) Biaya Tidak Tetap (*variable cost* atau *running cost*)

Menurut(Lestari et al., 2018), biaya tidak tetap (*variable cost* atau *running cost*) merupakan penjumlahan dari komponen yang terdiri dari konsumsi bahan bakar, biaya oli, biaya konsumsi suku cadang, biaya upah tenaga pemeliharaan dan biaya ban. Persamaan untuk biaya tidak tetap dinyatakan dengan **Rumus 29**. Secara detail masing-masing biaya tidak tetap dapat dilihat pada **Tabel III.18**.

$$BTT = BiBBMj + BOi + Bpi + Bui + BBi \dots\dots\dots\text{Rumus 29}$$

dimana :

- BTT = Besaran biaya tidak tetap (Rupiah/km)
- BiBBMj = Biaya konsumsi bahan bakar minyak (Rupiah/km)
- BOi = Biaya konsumsi oli (Rupiah/km)
- Bpi = Biaya Pemeliharaan (Rupiah/km)
- Bui = Biaya upah tenaga pemeliharaan (Rupiah/km)
- BBi = Biaya konsumsi ban (Rupiah/km).

**Tabel III. 18** Persamaan Untuk Perhitungan Biaya Tidak Tetap

	Nama Persamaan	Mobil Penumpang	Bus	Truk
1	Konsumsi Bahan Bakar (liter/1000km) non toll / jalan arteri	$Y = 0,05693 V^2 - 6,42593 V + 269,18567$	$Y = 0,21692 V^2 - 24,15490 V + 954,78624$	$Y = 0,21557 V^2 - 24,17699 V + 947,80862$

2	Konsumsi Oli Mesin (liter/1000 km) non toll / jalan arteri	$Y = 0,00037 V^2 - 0,04070 V + 22,0405$	$Y = 0,00209 V^2 - 0,24413 V + 13,29445$	$Y = 0,00186 V^2 - 0,22035 V + 12,06486$
3	Pemeliharaan (pemeliharaan/1000 km)	$Y = 0,0000064 V + 0,0005567$	$Y = 0,0000332 V + 0,0020891$	$Y = 0,0000191 V + 0,00154$
4	Mekanik/ Montir (jam kerja/1000 km)	$Y = 0,00362 V + 0,36267$	$Y = 0,02311 V + 1,97733$	$Y = 0,01511 V + 1,212$
5	Ban Kendaraan (ban/1000 km)	$Y = 0,0008848 V + 0,0045333$	$Y = 0,0012356 V + 0,0065667$	$Y = 0,0015553 V + 0,0059333$

Sumber : (Lestari et al,2018)

### 3.9 Emisi Gas Buang

Emisi gas buang kendaraan bermotor diukur dalam satuan gram per kendaraan per km dari perjalanan yang dipengaruhi tipe kendaraan. Kendaraan yang menggunakan bahan bakar yang berbeda akan menghasilkan kadar emisi yang berbeda juga (Muziansyah et al., 2015)

#### a. Komposisi Emisi Gas Buang

##### 1. CO (Karbon Monoksida)

Karbon Monoksida merupakan senyawa gas yang tidak berwarna dan tidak beraroma yang terjadi karena unsur C tidak mendapatkan ikatan yang cukup dengan O<sub>2</sub> artinya udara yang masuk ke silinder kurang atau pasokan bahan bakar berlebihan.

##### 2. NO (Nitrogen Oksida)

Senyawa gas yang tidak berwarna dan tidak beraroma yang terjadi akibat panas yang tinggi pada ruang bahan bakar sehingga kandungan nitrogen berubah jadi NO<sub>x</sub>.

##### 3. HC (Hidro Carbon)

Senyawa gas yang mempunyai warna hitam dan beraroma tajam, terjadi akibat proses pembakaran yang tidak sempurna dan suplai bahan bakar yang berlebihan.

##### 5. CO<sub>2</sub> (Karbon Dioksida)

Senyawa gas yang tidak berwarna dan tidak beraroma yang terjadi akibat pembakaran sempurna antara bahan bakar dan oksigen.

##### 6. SO<sub>2</sub> (Belerang Dioksida)

Senyawa ini dapat menimbulkan efek iritasi pada saluran nafas sehingga menimbulkan gejala batuk, sesak nafas dan asma.

**7. PM<sub>10</sub> (*Particulate Matter*)**

PM<sub>10</sub> adalah polutan debu yang dihasilkan dari emisi gas buang kendaraan. 50% - 60% dari partikel adalah debu. Debu ini bersifat mudah terhirup dan masuk ke paru – paru, sehingga partikel ini dikategorikan sebagai *Respirable Particulate Matter* (RPM).

**b. Beban Emisi**

Banyaknya kegiatan yang dijabarkan dengan panjang perjalanan seluruh kendaraan bermotor. Sehingga perhitungan beban emisi dari kendaraan bermotor dapat dihitung dengan **Rumus 30**.

$$E = \text{Volume Kendaraan} \times \text{VKT} \times \text{FE} \times 10^{-6} \dots\dots\dots \text{Rumus 30}$$

- Dimana :
- E : Beban Emisi (ton/tahun)
  - Volume Kendaraan : Jumlah kendaraan (kendaraan/tahun)
  - VKT : Total panjang perjalanan (km)
  - Fe : Faktor Emisi (g/km/kendaraan)

**c. Faktor Emisi**

Penentuan faktor emisi Indonesia dari Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.12 Tahun 2010 pada (Muziansyah et al., 2015) pada **Tabel III.19**.

**Tabel III. 19** Data Faktor Emisi Indonesia

Kategori	CO	HC	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
Kendaraan	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/km)	(g/kg BBM)	(g/km)
<b>Sepeda Motor</b>	14	5,9	0,29	0,24	3180	0,008

<b>Mobil</b>	40	4	2	0,01	3180	0,026
<b>Angkutan Barang</b>	2,8	0,2	3,5	0,53	3172	0,44

Sumber : (Muziansyah et al., 2015)

### 3.10 Keaslian Penelitian

Penelitian mengenai Dampak Rencana Pembangunan Jalan Lingkar Kanigoro Kabupaten Blitar Terhadap Kinerja Lalu Lintas belum pernah dilakukan daerah ini sebelumnya, namun pernah dilakukan di daerah lain. Sumber penelitian yang dijadikan bahan pembandingan dapat dilihat pada

#### Tabel III.20

**Tabel III. 20** Tabel Perbedaan Terhadap Penelitian-Penelitian Terdahulu.

NO	JUDUL PENELITIAN	PENULIS	TAHUN	METODOLOGI YANG DIGUNAKAN
1	Kajian Rencana pembangunan Jalan Lingkar Pesisir Utara Terhadap Nilai Waktu dan Tingkat Aksesibilitas di Kota Bontang	Ghalib Kartika Mahayana	2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisis nilai waktu menggunakan metode Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) perkapita.</li> <li>- Analisis aksesibilitas.</li> </ul>
2	Pengaruh Pembangunan Jalan Lingkar Utara Kabupaten Lamongan Terhadap Efisiensi Nilai Waktu dan Biaya Perjalanan	Erick Rinadi	2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peneliti tidak menganalisis tentang kinerja simpang dan ruas jalan yang dikaji dan hanya menganalisis penghematan biaya dan waktu perjalanan menggunakan metode yang ada pada proyek SITRAMP 2004 oleh Japan International Cooperation Agency (JICA).</li> </ul>
3	Kajian Manfaat Pembangunan Jalan Lingkar Kota Lhokseumawe (Studi Kasus Jalan Lingkar Kota Lhokseumawe)	Rijalul Qadri BS, M. Isya, dan Sofyan M Saleh	2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menganalisis tentang kinerja persimpangan dan ruas jalan akses yang dikaji dan hanya menganalisis penghematan Nilai Waktu dari pembangunan Jalur Lingkar dan Biaya Operasional Kendaraan yang didapat setelah</li> </ul>

NO	JUDUL PENELITIAN	PENULIS	TAHUN	METODOLOGI YANG DIGUNAKAN
				pembangunan jalan lingkaran.
4	Analisis Dampak Lalu Lintas Perencanaan Jalan Lingkaran Timur-Selatan Kota Surakarta	Annisa Dwi Fajarini	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisis kinerja ruas dan persimpangan dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia.</li> <li>- Analisis bangkitan dan tarikan perjalanan sebelum, saat, dan setelah adanya pembangunan jalan lingkaran dengan metode analisis <i>demand potential</i>.</li> </ul>
5	Kajian Pengaruh Pembangunan Jalan Lingkaran Luar Yogyakarta Terhadap Ruas Jalan Nasional Di Diy ( <i>The Influence Study Of Yogyakarta Outer Ring Road Development Plan On The National Road In DIY</i> )	Affan Gaffarudin	2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisis pengaruh kinerja lalu lintas menggunakan perangkat lunak PTV Vissum.</li> </ul>

Pada penelitian ini mempunyai perbedaan dengan penelitian sebelumnya, yaitu :

1. Menggunakan metode analisis *Income Approach* (perhitungan PDRB perkapita per tahun dan hari kerja dalam 1 tahun) serta untuk efisiensi nilai waktu dan biaya perjalanan berupa konsumsi bahan bakar minyak kendaraan.
2. Penggunaan software PTV Vissum untuk pembebanan jalan dan PTV Vissim untuk analisis kinerja jaringan pada tahun eksisting dan tahun rencana.