

## Analisis Model Hubungan Karakteristik Lalu Lintas dan Tingkat Pelayanan Jalan pada Persimpangan Tiga Tabek Gadang Pekanbaru

T. Tharbainti<sup>1</sup>, M. Soleh<sup>2</sup>, M. N. Muhajir<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293  
Email: msoleh1975@yahoo.co.id, nizam\_ys86@yahoo.com

### ABSTRAK

Penelitian ini menjelaskan tentang analisis model hubungan karakteristik lalu lintas menggunakan metode *Greenshield* pada jalan lurus dan tingkat pelayanan persimpangan serta tingkat pelayanan jalan lurus berdasarkan nilai derajat kejenuhan menggunakan metode manual kapasitas jalan Indonesia (MKJI). Penelitian dilakukan di persimpangan tiga Tabek Gadang selama satu jam pada pagi hari dan sore hari di hari Senin, Selasa, dan Rabu yang direplikasi sebanyak tiga kali. Selanjutnya, data diolah menggunakan regresi linear untuk mendapatkan model *Greenshield* dan diolah menggunakan metode MKJI untuk mendapatkan nilai  $C_{simpang}$ ,  $C_{jalan}$  dan  $DS$ . Berdasarkan hasil analisis model hubungan karakteristik lalu lintas diperoleh hubungan kecepatan ( $v$ ) dan kepadatan ( $k$ ) mengikuti fungsi linear, hubungan arus ( $q$ ) dan kepadatan ( $k$ ) serta hubungan arus ( $q$ ) dan kecepatan ( $v$ ) mengikuti fungsi kuadratik berupa hubungan parabolik. Hasil analisis tingkat pelayanan persimpangan diperoleh nilai  $DS_{simpang}$  yaitu 2.609, artinya kemampuan simpang tiga Tabek Gadang untuk melewati lalu lintas kendaraan buruk sekali. Sedangkan hasil analisis tingkat pelayanan jalan diperoleh nilai  $DS_{jalan} = 2.083$  untuk Jl. HR. Soebrantas bagian barat,  $DS_{jalan} = 2.087$  untuk Jl. HR. Soebrantas bagian timur dan  $DS_{jalan} = 0.995$  untuk Jl. SM. Amin. Artinya kemampuan Jl. HR Soebrantas bagian barat dan timur untuk melewati lalu lintas kendaraan sangat buruk dibandingkan Jl. SM. Amin.

**Kata Kunci:** Arus, derajat kejenuhan, kecepatan, kepadatan, metode Greenshield, metode MKJI.

### ABSTRACT

*This research describes the analysis relationship model characteristics of traffic used Greenshield's method on the road. After that level of services of intersection and of the straight roads by the degree of saturation (DS) used Indonesia highways capacity manual (IHCM) method. The research of find project was intersection in three Tabek Gadang during one hours on the morning and afternoon at Monday, Tuesday and Wednesday that replicated as much thrice. For next, data processed use linear regression's for getting Greenshield's model and processed use IHC's method's for getting the value  $C_{simpang}$ ,  $C_{jalan}$  and  $DS$ . Base the results of analysis relationship model characteristics of traffic obtained relationship of speed ( $v$ ) and density ( $k$ ) following linear function, relationship of flow ( $q$ ) and density ( $k$ ), and relationship flow ( $q$ ) and speed ( $v$ ) following quadratic function the form relationship of parabolic. The analysis results level of services intersection obtained value  $DS_{intersection}$  is 2.609, it means intersection ability in three Tabek Gadang to skip vehicle traffic were very so bad. While the analysis results level of services the roads obtained the value  $DS_{roads} = 2.083$  for HR. Soebrantas's street a part of west,  $DS_{roads} = 2.087$  for HR. Soebrantas's street apart of east and  $DS_{roads} = 0.995$  for SM. Amin's street. Its means HR. Soebrantas's street ability of western and eastern to skip vehicle traffic were very so bad than SM. Amin's street.*

**Keywords:** Flow, degree of saturation, speed, density, Greenshield's method, IHCM's method, intersection.

### Pendahuluan

Kelancaran arus lalu lintas di jalan raya sangat dibutuhkan disetiap wilayah, terutama di kota-kota besar. Pertambahan jumlah penduduk menyebabkan tingkat kebutuhan terhadap

penggunaan transportasi semakin meningkat. Peningkatan populasi kendaraan secara terus menerus yang tidak disertai dengan peningkatan prasarana jalan akan menyebabkan jalan menjadi macet, karena kapasitas jalan tidak bisa menampung arus lalu lintas yang ada. Hal ini juga akan mempengaruhi kondisi lalu lintas di persimpangan.

Penelitian tentang lalu lintas telah banyak dilakukan, diantaranya adalah Riski [1] melakukan tentang simulasi arus lalu lintas dengan *cellular automata* yang membahas model arus lalu lintas yang berisi kendaraan roda dua dan kendaraan roda empat. Pada penelitian ini, Riski menganalisis hubungan yang terjadi antara parameter lalu lintas. Arus lalu lintas yang dimaksud adalah arus lalu lintas satu arah pada jalan lurus. Penelitian tersebut mendapatkan hubungan yang terjadi antara parameter arus lalu lintas berdasarkan simulasi dengan menggunakan *cellular automata*. Selanjutnya, Mukhlis [10] membahas hubungan parameter arus lalu lintas berupa kecepatan, kepadatan dan volume lalu lintas menggunakan model *Greenshield*. Mukhlis mendapatkan model matematis dan menggambarkan hubungan kecepatan, kepadatan dan volume lalu lintas dengan menggunakan model *Greenshield* yang dapat digunakan untuk peramalan masa yang akan datang.

Berdasarkan penelitian Riski dan Mukhlis, penulis tertarik untuk mengimplementasikan model hubungan karakteristik lalu lintas menggunakan metode *Greenshield* pada jalan lurus satu arah dengan berisi banyak jenis kendaraan dan lokasi di ruas jalan persimpangan dengan penambahan analisis tingkat pelayanan jalan yang terdiri dari tingkat pelayanan persimpangan lampu lalu lintas dan tingkat pelayanan jalan lurus berdasarkan derajat kejenuhan menggunakan metode manual kapasitas jalan Indonesia (MKJI). Penelitian ini bertujuan mendapatkan hubungan karakteristik lalu lintas berupa arus, kecepatan, dan kepadatan menggunakan metode *Greenshield* dan mendapatkan hasil analisis tingkat pelayanan jalan yang terdiri dari tingkat pelayanan persimpangan lampu lalu lintas dan tingkat pelayanan jalan lurus berdasarkan derajat kejenuhan menggunakan metode MKJI.

### Metode dan Bahan Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literature dengan mengumpulkan berbagai informasi terhadap materi-materi dan juga penelitian lapangan untuk mendapatkan data primer. Adapun langkah-langkah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tahap pertama yaitu pengumpulan data. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Data primer

Data primer yang diambil adalah data survei lalu lintas (*traffic survey*) yang dilakukan pada jam-jam sibuk yaitu pada pagi hari dan sore hari, masing-masing dalam waktu 1 jam dengan interval waktu 10 menit. Data primer yang diambil berupa:

- (a). Data arus lalu lintas ( $q$ ) yang dilakukan pada dua tempat yaitu jalan lurus dan persimpangan.
  - 1) Survey arus ( $q$ ) di jalan lurus diukur dengan cara menghitung jumlah kendaraan yang melewati titik di ruas jalan sepanjang 100 meter.
  - 2) Survey arus ( $q$ ) di persimpangan diukur dengan cara menghitung jumlah kendaraan yang memasuki persimpangan (garis henti) berdasarkan arah pergerakan arus lalu lintas.
- (b). Data kecepatan ( $v$ ) yang diukur pada ruas jalan yang berjarak 100 meter dengan menghitung waktu tempuh kendaraan. Metode yang digunakan yaitu metode mekanis dimana kecepatan yang diukur hanya salah satu untuk setiap kendaraan.
- (c). Data aktivitas samping jalan (kegiatan atau aktivitas di samping jalan).
- (d). Data kondisi geometrik jalan (lebar jalan, pemisahan arah jalan, pembatas jalan dan waktu penyalan lampu lalu lintas).

#### 2. Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan yaitu data-data seperti demografi (jumlah penduduk).

Tahap kedua yaitu pengolahan data yang dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- (a). Data arus ( $q$ ) diolah dengan cara mengkonversikan jumlah kendaraan dalam satuan smp/jam.
- (b). Data kecepatan ( $v$ ) diolah dengan cara mengkonversikan kecepatan kendaraan dalam waktu kecepatan km/jam.
- (c). Pengolahan data untuk model *Greenshield*.

Berdasarkan data arus dan data kecepatan, dihitung data kepadatan lalu lintas ( $k$ ) dengan cara membagi setiap data arus ( $q$ ) dengan setiap data kecepatan ( $v$ ). Terapkan regresi linear sederhana terhadap data untuk mendapatkan model hubungan kecepatan ( $v$ ) dan kepadatan ( $k$ ). Berdasarkan model hubungan kecepatan ( $v$ ) dan kepadatan ( $k$ ) dapat dicari lebih lanjut

- 1) Model hubungan arus ( $q$ ) dan kepadatan ( $k$ ),
- 2) Model hubungan arus ( $q$ ) dan kecepatan ( $v$ ),
- 3) Arus maksimum ( $q_{max}$ ), kecepatan maksimum ( $v_{max}$ ) dan kepadatan maksimum ( $k_{max}$ )

- (d). Pengolaha data untuk tingkat pelayanan jalan

Berdasarkan data geometrik jalan, hitung kapasitas jalan dan kapasitas persimpangan. Berdasarkan data arus dan nilai kapasitas, hitung derajat kejenuhan ( $DS$ ).

Selanjutnya, bagian ini juga memuat beberapa teori dasar yang dapat digunakan sebagai landasan matematis untuk uraian-uraian pada bagian selanjutnya.

#### A. Arus Lalu Lintas, Kecepatan Lalu Lintas, dan Kepadatan Lalu Lintas

Arus lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik dalam interval waktu tertentu. Arus lalu lintas dirumuskan sebagai :

$$q = \frac{N}{T}$$

Kecepatan adalah jarak yang dapat ditempuh suatu kendaraan pada suatu ruas jalan per satuan waktu, biasa dinyatakan dalam satuan km/jam. Rumus untuk kecepatan dapat ditulis :

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

Kepadatan lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang jalan atau lajur. Nilai kepadatan lalu lintas dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$k = \frac{q}{v}$$

#### B. Model Hubungan Kecepatan, Kepadatan, dan Arus Lalu Lintas Menggunakan Metode *Greenshield*

Metode *Greenshield* adalah metode paling awal yang tercatat dalam usaha mengamati model hubungan karakteristik lalu lintas di jalan raya. Hasil model *Greenshield* adalah suatu pendekatan antara kecepatan dan kepadatan yang mengikuti fungsi linear. Berikut pada Tabel 1 disajikan hubungan kecepatan, kepadatan, dan arus menurut *Greenshield* dalam persamaan model matematika.

**Tabel 2.1 Rangkuman Persamaan Model *Greenshield***

Hubungan	Persamaan Model <i>Greenshield</i>
$v - k$	$v = v_f - \left( \frac{v_f}{k_j} \right) k$
$q - k$	$q = v_f k - \left( \frac{v_f}{k_j} \right) k^2$
$q - v$	$q = k_j v - \left( \frac{k_j}{v_f} \right) v^2$

$$\begin{aligned}
 k_{max} & & k_{max} &= \frac{k_j}{2} \\
 v_{max} & & v_{max} &= \frac{v_f}{2} \\
 q_{max} & & q_{max} &= \frac{k_j v_f}{4}
 \end{aligned}$$

Model arus lalu lintas yang umum digunakan untuk menentukan karakteristik seperti kecepatan dan kepadatan adalah regresi linear sederhana. Regresi merupakan suatu alat ukur yang juga di gunakan untuk mengukur ada atau tidaknya korelasi antar variabel.

$$\begin{aligned}
 y &= \beta_0 + \beta_1 x \\
 \beta_1 &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \\
 \beta_0 &= \bar{y} - \beta_1 \bar{x}
 \end{aligned}$$

### C. Persimpangan, Kapasitas Persimpangan, Kapasitas Ruas jalan, dan Derajat Kejenuhan

Menurut kamus besar Bahasa Indonesia, simpang adalah tempat berbelok atau bercabang dari jalan yang lurus. Sedangkan persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya. Menurut Tamin [11] persimpangan dapat didefinisikan sebagai suatu ruang atau tempat pertemuan antara 2 atau lebih ruas jalan yang bertemu atau bersilangan. Definisi-definisi persimpangan lain dapat di lihat pada [11].

Kapasitas persimpangan berlampu lalu lintas dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu nilai arus jenuh, waktu hijau dan waktu siklus seperti yang dinyatakan dalam persamaan

$$C_{simpang} = S \times \frac{g}{c}$$

Kapasitas ruas jalan ( $C_{jalan}$ ), berdasarkan manual kapasitas jalan Indonesia (MKJI) [3] adalah arus maksimum yang dapat dipertahankan persatuan jam yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada. Perhitungan kapasitas ruas jalan untuk jalan perkotaan dilakukan dengan menggunakan persamaan

$$C_{jalan} = C_0 \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

Derajat kejenuhan ( $DS$ ) didefinisikan sebagai rasio arus terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$DS = \frac{q_{total}}{C}$$

Nilai derajat kejenuhan yang digunakan sebagai kriteria tingkat pelayanan jalan diambil dari nilai  $DS_{max}$  (nilai  $DS$  tertinggi). Untuk nilai derajat kejenuhan yang digunakan untuk tingkat pelayanan persimpangan adalah

$$DS = \frac{\sum DS_{lengan}}{l}$$

### Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil observasi lapangan dan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Pekanbaru.

Pengambilan data observasi lapangan dilakukan di persimpangan tiga Tabek Gadang pada saat jam sibuk yaitu pada pagi hari jam 07.00-8.00 WIB dan sore hari jam 16.00-17.00 WIB. Menurut pengamatan pada jam tersebut lebih ramai oleh kendaraan yang lewat dibandingkan pada jam-jam lain. Data observasi lapangan berupa data geometrik simpang, geometrik jalan, arus lalu lintas dan kecepatan lalu lintas. Sedangkan data sekunder berupa jumlah penduduk Kota Pekanbaru didapat dari BPS Kota Pekanbaru.

#### A. Analisis Model Hubungan Karakteristik Lalu Lintas

Adapun asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Syarat batas yang digunakan dalam pemodelan ini adalah syarat batas tertutup. Hal ini berarti kendaraan tidak dapat masuk ataupun keluar ruas jalan.
2. Kendaraan yang diamati bersifat heterogen. Hal ini berarti jenis kendaraan yang diamati lebih dari satu jenis kendaraan.
3. Kendaraan yang satu dengan yang lain tidak diperkenankan saling mendahului dan tidak diperkenankan melawan arah arus lalu lintas.
4. Jalur yang dilalui kendaraan dalam kondisi normal. Hal ini berarti kondisi jalan baik, tidak ada tanjakan ataupun penurunan dan tidak ada gangguan jalan yang rusak.

Model hubungan karakteristik lalu lintas secara terperinci dapat dilihat pada Tabel 1 yang disajikan berikut.

**Tabel 1 Model Hubungan Karakteristik Lalu Lintas**

Jalan	Hubungan	Persamaan Model Greenshield
Arah A (Lalu lintas menuju Jl. HR. Soebrantas arah barat)	$v - k$	$v = 57.435 - 0.286k$
	$q - k$	$q = 57.435k - 0.286k^2$
	$q - v$	$q = 200.878v - 3.497v^2$
Arah B (Lalu lintas menuju Jl. HR. Soebrantas arah timur)	$v - k$	$v = 53.075 - 0.218k$
	$q - k$	$q = 53.075k - 0.218k^2$
	$q - v$	$q = 243.463v - 4.587v^2$
Arah C (Lalu lintas menuju arah Jl. SM. Amin)	$v - k$	$v = 46.313 - 0.209k$
	$q - k$	$q = 46.313k - 0.209k^2$
	$q - v$	$q = 221.175v - 4.776v^2$

Untuk kepadatan, kecepatan, dan arus maksimum kendaraan yang melewati jalur-jalur yang dijadikan objek penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2 Kepadatan, Kecepatan dan Arus Maksimum Lalu Lintas**

Jalan	$q_{max}$ smp/jam	$v_{max}$ km/jam	$k_{max}$ smp/km
Arah A (Lalu lintas menuju Jl. HR. Soebrantas arah barat)	2884.362	28.718	100.439
Arah B (Lalu lintas menuju Jl. HR. Soebrantas arah timur)	3228.842	26.558	121.577
Arah C (Lalu lintas menuju arah Jl. SM. Amin)	2560.835	23.157	110.588

B. Analisis Tingkat Pelayanan Persimpangan

Asumsi-asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Syarat batas yang digunakan dalam pemodelan ini adalah syarat batas tertutup. Hal ini berarti kendaraan tidak dapat masuk ataupun keluar ruas jalan.
2. Kendaraan yang diamati bersifat heterogen. Hal ini berarti jenis kendaraan yang diamati lebih dari satu jenis kendaraan.
3. Pada persimpangan tersebut tidak ada jalur putaran balik, karena kondisi ini dapat menghambat laju kendaraan keluar dari antrian yang nantinya menimbulkan perbedaan pola keberangkatan kendaraan dari dalam antrian.
4. Jalur persimpangan yang dilalui kendaraan dalam kondisi normal. Hal ini berarti kondisi jalan di persimpangan baik, tidak ada tanjakan ataupun penurunan dan tidak ada gangguan jalan yang rusak.

Tingkat pelayanan persimpangan tiga Tabek Gadang menggunakan metode MKJI dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3 Tingkat Pelayanan Persimpangan Tiga Tabek Gadang Menggunakan Metode MKJI**

	Lengan HR. Soebrantas Bagian Barat	3.257
Nama Lengan	Lengan HR. Soebrantas Bagian Timur	2.379
	Lengan SM. Amin	2.191
	$DS_{simpang}$	2.609
	Interval Rasio Volume Kapasitas ( $DS$ )	$\geq 1.00$
	Tingkat Pelayanan	F
	Keterangan	Buruk sekali

C. Analisis Tingkat Pelayanan Ruas Jalan Lurus

Asumsi-asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Syarat batas yang digunakan dalam pemodelan ini adalah syarat batas tertutup. Hal ini berarti kendaraan tidak dapat masuk ataupun keluar ruas jalan.
2. Kendaraan yang diamati bersifat heterogen. Hal ini berarti jenis kendaraan yang diamati lebih dari satu jenis kendaraan.
3. Kendaraan yang satu dengan yang lain tidak diperkenankan saling mendahului dan tidak diperkenankan melawan arah arus lalu lintas.
4. Jalur yang dilalui kendaraan dalam kondisi normal. Hal ini berarti kondisi jalan baik, tidak ada tanjakan ataupun penurunan dan tidak ada gangguan jalan yang rusak.

Untuk tingkat pelayanan ruas jalan lurus menggunakan metode MKJI disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4 Tingkat Pelayanan Ruas Jalan Lurus Menggunakan Metode MKJI**

Nama Jalan	JL. HR. Soebrantas Bagian Barat	JL. HR. Soebrantas Bagian Timur	JL. SM. Amin
$DS_{jalan}$	2.083	2.087	0.995
Interval Rasio Volume Kapasitas ( $DS$ )	$\geq 1.00$	$\geq 1.00$	0.85 – 1.00
Tingkat Pelayanan	F	F	E
Keterangan	Buruk Sekali	Buruk Sekali	Buruk

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada bagian pembahasan diperoleh bahwa kondisi jalan di Tabek Gadang sudah sangat buruk untuk menampung lalu lintas kendaraan. Untuk itu, pemerintah perlu mempertimbangkan untuk membuat jalan alternatif atau jalan layang.

## Daftar Pustaka

- [1] Abduh Riski. 2011. *Simulasi Arus Lalu Lintas dengan Cellular Automata*. Jember: FMIPA Universitas Jember.
- [2] Akcelik, R. 1999. *Fundamental Relationships for Freeway Traffic Flows*. Vermont South, Australia: Australian Road Research Board.
- [3] Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- [4] Haberman, Richard. 1998. *Mathematical Models (Mechanical Vibrations, Population Dynamics, and Traffic Flow)*. Texas: Department of Mathematics Southern Methodist University Dallas.
- [5] Hole, Woods and Massachusetts. 2011. *Transportation Research Circular (75 Years of the Fundamental Diagram for Traffic Flow Theory)*. Washington, DC: Transportation Research Board of the National Academies.
- [6] Kachroo, Pushkin and Sastry, Shankar. 2006. *Traffic Flow Theory (Mathematical Framework)*. University of California Berkeley.
- [7] Klamkin, Murray S. 1987. *Mathematical Modelling: Classroom Notes in Applied Mathematics*. Philadelphia: University City Science Center.
- [8] Mathew, Tom V. 2014. *Transportation Systems Engineering*: IIT Bombay.
- [9] May, A.D. 1990. *Traffic Flow Fundamentals*. America: Prentice-Hall.
- [10] Mukhlis. 2013. *Hubungan Kecepatan, Kepadatan dan Volume dengan Model Greenshield (Studi Kasus: Jalan Darussalam Lhokseumawe)*. Lhokseumawe: Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
- [11] Tamin, Ofyar Z. 2008. *Perencanaan, Pemodelan, dan Rekayasa Transportasi*. Bandung: Teknik Sipil ITB.
- [12] Trani, Antonio A. 2009. *Introduction to Transportation Engineering (Traffic Flow Models)*: Civil and Environmental Engineering Virginia Polytechnic Institute and State University.