

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Sebelum penelitian ini dilakukan, peneliti mencari dan mengkaji beberapa jurnal yang terkait dengan judul penelitian yang nantinya digunakan sebagai referensi dalam melaksanakan dan menganalisis hasil penelitian. Berikut beberapa contoh jurnal terkait :

Tabel 2.1 Referensi Jurnal

No	Referensi Jurnal
1	<p>Judul Studi Hubungan Antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan Pada Ruas Jalan Slamet Riyadi Samarinda.</p> <p>Peneliti Yustiana Tanti</p> <p>Tujuan Mengetahui Hubungan Antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan Pada Ruas Jalan Slamet Riyadi Samarinda dengan Menggunakan Metode Greenshield, Greenberg dan Underwood.</p> <p>Metodologi MKJI(1997)</p> <p>Kesimpulan Berdasarkan nilai determinan (R^2), untuk arah Utara model yang sesuai adalah model hubungan Underwood dengan nilai koefisien determinan (R^2) = 0,525 dan kecepatan maksimum 21,115 km/jam, kepadatan maksimum 12,460 smp/jam dan volume maksimum 263,101 smp/jam.</p> <p>Sedangkan dari arah selatan model yang sesuai adalah model hubungan Underwood dengan nilai koefisien</p>

determinan (R^2) = 0,424 untuk kecepatan maksimum 19,707 km/jam, kepadatan maksimum 14,293 smp/jam dan volume maksimum 281,679 smp/jam.

Judul Studi Analisis Hubungan Kecepatan, Volume dan Kepadatan Di Jalan Merdeka Kabupaten Garut Dengan Metode Greenshields

Peneliti Didik Sunardi, Ida Farida, Agus Ismail

Tujuan Mengetahui Hubungan Antara Kecepatan, Volume dan Kepadatan dengan Menggunakan Metode Greenshield

Metodologi MKJI (1997)

1. Hubungan antara kecepatan-kepadatan (S-D) adalah ketika kepadatan meningkat maka kecepatan akan menurun. Hubungan antara volume-kecepatan (Q-S) adalah ketika volume rendah maka kecepatan akan tinggi tetapi ketika volume mendekati batas maksimum maka kecepatan akan mendekati batas nol dikatakan dalam kondisi macet total. Hubungan antara volume-kepadatan (Q-D) adalah volume akan menjadi nol ketika kepadatan tinggi.

Kesimpulan

2. Volume maksimum (V_m) di Jalan Merdeka Kabupaten Garut pada hari Senin adalah 10.576 smp/jam, pada hari Kamis adalah 10.100 smp/jam dan pada hari Sabtu adalah 12.666 smp/jam. Sedangkan menurut MKJI volume lalu lintas untuk 2 lajur tidak terbagi dengan kondisi ideal adalah 2900 smp/jam, hasil ini menunjukkan bahwa volume maksimum di Jalan Merdeka Kabupaten Garut tidak ideal.
3. Kecepatan tempuh (U_s) di Jalan Merdeka Kabupaten
-

Garut pada hari Senin adalah 27,133 km/jam, hari Kamis adalah 27,201 km/jam dan pada hari Sabtu 22,51 km/jam. Sedangkan menurut MKJI standar kecepatan lalu lintas untuk 2 lajur tidak terbagi ideal adalah 42 km/jam, maka hasil ini menunjukkan bahwa volume maksimum di Jalan Merdeka Kabupaten Garut sudah tidak ideal.

4. Nilai Sff dan Dj pada hari Senin adalah $Sff = 27,133$ km/jam dan $Dj = 1.559,38$ smp/jam, hari Kamis adalah nilai $Sff = 27,201$ km/jam dan $Dj = 1.088,04$ smp/jam selanjutnya hari Sabtu nilai $Sff = 22,51$ km/jam dan $Dj = 2.250,86$ smp/jam.

3 **Judul** Hubungan Antara Kecepatan, Volume dan Kepadatan Lalu Lintas Ruas Jalan Siliwangi Semarang.

Peneliti Eko Nugroho Julianto

Tujuan Mengetahui Hubungan Antara Kecepatan, Volume dan Kepadatan Lalu Lintas Ruas Jalan Siliwangi Semarang dengan Menggunakan Metode Greenshield, Greenberg dan Underwood

Metodologi MKJI (1997)

- Kesimpulan**
1. Dari ketiga model tersebut dapat diketahui bahwa arus lalu lintas Jalan Siliwangi didapat hubungan paling erat antara kecepatan dan kerapatan menggunakan model Underwood dengan nilai $r = 0.879$, dengan model $U_s = 68.20 \times \exp(-D/-15.05)$, sedangkan volume tertinggi didapat dengan menggunakan model Underwood sebesar 377,705 smp/jam.
 2. Dengan $r = 0.859$ atau $D = 0.737$, berarti model sebesar 73,70% dapat dipercaya menggambarkan hubungan
-

antara kecepatan dan kerapatan, sedangkan lainnya ditentukan oleh faktor lain.

3. Hubungan antara volume dan kecepatan merupakan fungsi eksponensial.
 4. Hubungan antara volume dan kepadatan berdasarkan pada hasil analisis merupakan fungsi eksponensial.
-

B. Karakteristik Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas dibentuk oleh pengendara dan kendaraan sehingga terjalin suatu interaksi keduanya, interaksi antara kedua komponen tersebut terhadap jalan dan lingkungan. Kendaraan yang memasuki suatu arus lalu lintas tidak mungkin berjalan secara seragam karena ketidaksamaan pengemudi dalam hal ketrampilan mengemudi dan pengambilan keputusan. Bahkan dapat dikatakan bahwa tidak ada keadaan dua lalu lintas yang serupa sekalipun dalam kondisi yang setara antara jalan dan kendaraan, hal itu yang diakibatkan oleh perilaku dan kebiasaan pengemudi sangat bervariasi.

Karakteristik aliran lalu lintas yang melewati suatu jalan merupakan variasi dari lokasi dan waktu. Suatu tantangan bagi seorang *Traffic Engineer* ketika harus merencanakan dan mendesain suatu lalu lintas tidak cukup hanya memprediksi hal-hal yang bersifat eksak melainkan juga memperhitungkan perilaku manusia sebagai *road user* yang kompleks.

Secara kuantitatif untuk keperluan desain arus lintas sekalipun karakteristik sangat bervariasi, perilakunya tetap dapat diprediksi pada suatu rentang yang normal. Dengan kata lain parameter-parameter tersebut harus

bisa didefinisikan dan diukur, sehingga seorang *Traffic Engineer* akan bisa menganalisis, mengevaluasi dan merencanakan dalam batas minimal berdasarkan batasan normal parameter-parameter diatas.

Menurut MKJI 1997, *segmen* jalan perkotaan/semi perkotaan mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruh jalan, minimum pada satu sisi jalan, apakah berupa perkembangan lahan atau bukan. Jalan di atau dekat perkotaan dengan penduduk lebih dari 100.000 orang digolongkan dalam kelompok jalan perkotaan. Jalan di daerah perkotaan dengan penduduk kurang dari 100.000 orang juga digolongkan dalam kelompok jalan perkotaan jika mempunyai perkembangan samping jalan yang permanent dan menerus.

Ada beberapa tipe jalan untuk perkotaan yang digunakan dalam MKJI 1997, antara lain :

1. Jalan dua-lajur dua-arah tak terbagi (2/2 UD)
2. Jalan empat-lajur dua-arah
 - a. Tak terbagi (yaitu tanpa median) (4/2 UD)
 - b. Terbagi (yaitu dengan median) (4/2 UD)
3. Jalan enam-lajur dua-arah terbagi (6/2 D)
4. Jalan satu-arah (1-3/1).

Satuan mobil penumpang (smp) merupakan sebuah besaran yang menyatakan ekivalensi pengaruh setiap jenis kendaraan yang dibandingkan terhadap jenis kendaraan penumpang. Dengan besaran ini setiap komposisi lalu lintas dapat dinilai

Tabel 2.2 Daftar satuan mobil penumpang

No	Jenis Kendaraan	smp
1	Kendaraan ringan	1.00
2	Kendaraan berat	1.20
3	Sepeda motor	0.25
4	Kendaraan tak bermotor	0.80-1.00

Sumber : MKJI, 1997

1. Volume Arus Lalu Lintas

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melewati suatu segmen/ruas jalan selama waktu tertentu. Volume lalu lintas biasanya dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam (smp/jam) atau kendaraan/hari (smp/hari).

Menurut Sukirman (1994), volume arus lalu lintas adalah satuan pengukuran jumlah arus lalu lintas yang menunjukkan jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam dan menit).

$$Q = \frac{n}{t} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

Q = Volume (smp/jam)

n = Jumlah kendaraan (kend)

t = Waktu pengamatan (jam)

2. Kecepatan Arus Lalu Lintas

Kecepatan didefinisikan sebagai laju dari suatu pergerakan kendaraan dihitung dalam jarak per satuan waktu. Dalam pergerakan arus lalu lintas tiap kendaraan berjalan pada kecepatan yang berbeda, maka dalam arus lalu lintas tidak dikenal karakteristik kecepatan kendaraan tunggal. Jumlah rata-rata atau nilai tipikal dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik dari arus lalu lintas.

$$S = \frac{d}{t} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

S = Kecepatan (km/jam)

d = Jarak tempuh (km)

t = Waktu pengamatan (jam)

Kecepatan rata-rata dibedakan menjadi dua yaitu :

- a. *Time Mean Speed* (TMS) yaitu kecepatan rata-rata dari seluruh kendaraan yang melewati suatu titik dari jalan selama periode waktu tertentu.

$$\bar{U}_t = \frac{L}{n} \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + \frac{1}{t_3} \dots \dots \right) \dots\dots\dots (3)$$

- b. *Space Mean Speed* (SMS) yaitu kecepatan rata-rata dari seluruh kendaraan yang menempati penggalan jalan selama periode tertentu.

$$\bar{U}_s = \frac{L}{\frac{1}{n} \sum t_i} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

L = Panjang penggal jalan (m)

N = Jumlah sampel kendaraan

t_i = waktu tempuh kendaraan

3. Kerapatan Arus Lalu Lintas

Kerapatan didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang jalan atau lajur, secara umum diekspresikan dalam kendaraan per kilometer. Kerapatan sulit diukur secara langsung dilapangan, melainkan dihitung dari nilai kecepatan dan arus sebagai hubungan :

$$D = \frac{Q}{U_s} \dots \dots \dots (5)$$

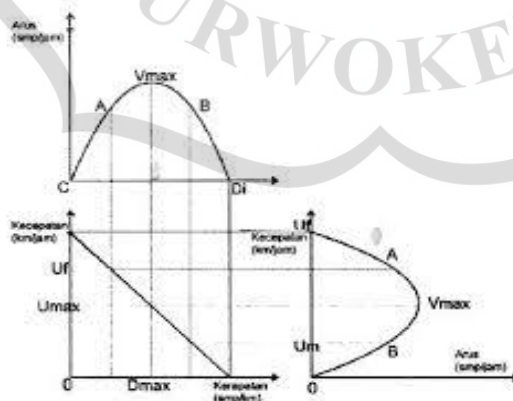
Keterangan :

D/K = Kepadatan (kend/km)

Q = volume lalu lintas (kend/jam)

U_s = Kecepatan lalu lintas rata-rata ruang (km/jam)

C. Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan



Gambar 2.1 Hubungan antara Arus, Kecepatan dan Kepadatan

Dimana :

V_m = Kapasitas/arus maksimum (smp/jam)

S_m = Kecepatan pada kondisi arus lalu lintas maksimum (km/jam)

D_m = Kepadatan pada kondisi arus lalu lintas maksimum (kend/km)

D_j = Kepadatan pada kondisi arus lalu lintas macet total (kend/km)

S_{ff}/U_f = Kecepatan pada kondisi arus lalu lintas sangat rendah (km/jam)

Dari gambar di atas memperlihatkan keterkaitan antara volume, kecepatan dan kepadatan. Dapat diterangkan sebagai berikut :

1. Hubungan volume dan kecepatan adalah dengan bertambahnya volume lalu lintas maka kecepatan akan berkurang sampai kepadatan kritis tercapai.
2. Hubungan volume dan kepadatan adalah kepadatan akan bertambah apabila volumenya juga bertambah. Pada saat tercapai volume maksimum maka kapasitas jalur jalan sudah tercapai.
3. Hubungan kecepatan dan kepadatan adalah kepadatan lalu lintas meningkat maka kecepatan akan menurun

D. Model Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan

1. Model Greenshield

Greenshield mendapatkan hasil bahwa hubungan antara **kecepatan dan kepadatan** bersifat linier, yang dinyatakan dengan persamaan :

$$U_s = U_f - \left(\frac{U_f}{D_j}\right) D \dots\dots\dots (6)$$

Dari persamaan tersebut dapat disampaikan bahwa :

U_s = Kecepatan rata-rata ruang (km/jam)

U_f = Kecepatan pada kondisi arus bebas (km/jam)

D = Kerapatan (kend/km)

D_j = Kerapatan kondisi jam (kend/km)

V = Arus lalu lintas (smp/jam)

Memperhatikan rumus diatas merupakan suatu persamaan linier, $Y = a + bX$ dimana, dianggap bahwa U_f merupakan konstanta (a) dan U_f / D_j adalah (b), sedangkan U_s dan D merupakan variabel Y dan X . Kedua konstanta tersebut dapat dinyatakan sebagai kecepatan bebas dimana pengendara dapat memacu kecepatan sesuai dengan keinginan dan puncak kepadatan dimana kendaraan tidak dapat bergerak sama sekali.

Hubungan matematis antara **volume dan kepadatan** dapat diturunkan dengan menggunakan persamaan dasar diatas, maka bisa diturunkan persamaan :

$$V = \bar{U}_f \times D - \left(\frac{\bar{U}_f}{D_j}\right) D^2 \dots\dots\dots (7)$$

Persamaan tersebut merupakan persamaan parabolik $V = f(D)$.

Hubungan antara **volume dan kecepatan** didapat dengan menggunakan persamaan dasar yaitu :

$$V = D_j \times \bar{U}_s - \left(\frac{D_j}{\bar{U}_f}\right) \bar{U}_s^2 \dots\dots\dots (8)$$

Persamaan tersebut juga merupakan persamaan parabolik $V = f(\bar{U}_s)$.

Volume maksimum (V_m) untuk model Greenshield dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V_m = D_m \times \bar{U}_m \dots\dots\dots (9)$$

Dari persamaan tersebut dapat disampaikan bahwa D_m adalah kepadatan pada saat volume maksimum dan \bar{U}_m adalah kecepatan pada saat volume maksimum.

Kepadatan saat volume maksimum (D_m) untuk model Greenshield dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$D = D_m = \left(\frac{D_j}{2}\right) \dots\dots\dots (10)$$

Kecepatan saat volume maksimum (\bar{U}_m) untuk model Greenshield dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\bar{U}_s = \bar{U}_m = \left(\frac{\bar{U}_f}{2}\right) \dots\dots\dots (11)$$

Apabila persamaan (10) dan (11) disubstitusikan pada persamaan (9), maka volume maksimum dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$V_m = D_m \times \bar{U}_m = (D_j \times \bar{U}_f) / 4 \dots\dots\dots (12)$$

2. Model Greenberg

Greenberg (Wohl and Martin, 1967; Pignataro, 1973; Salter, 1978; dan Hobbs, 1979) mengasumsikan bahwa hubungan matematis antara **kecepatan dan kepadatan** bukan merupakan fungsi linier melainkan fungsi eksponensial. Persamaan dasar model greenberg dinyatakan dengan persamaan :

$$D = C \times e^{bU_s} \dots\dots\dots (13)$$

dengan nilai c dan b merupakan nilai konstanta.

Dengan menggunakan analogi aliran fluida dia mengkombinasikan persamaan gerak dan kontinuitas untuk satu kesatuan dimensi gerak dan menurunkan persamaan :

$$\bar{U}_s = \bar{U}_m \times \ln\left(\frac{D_j}{D}\right) \dots\dots\dots (14)$$

Pada model greenberg diperlukan pengetahuan tentang parameter kecepatan optimum dan kerapatan kondisi jam. Sama dengan model greenshield, kerapatan kondisi jam sangat sulit diamati dilapangan dan estimasi terhadap kecepatan optimum lebih sulit diperkirakan dari pada kecepatan bebas rata-rata.

Estimasi kasar untuk menentukan kecepatan optimum kurang lebih setengah dari kecepatan rencana. Dengan menggunakan model ini untuk menghitung kecepatan bebas rata-rata tidak bisa dihitung. Persamaan (14) diatas dapat ditulis kedalam bentuk persamaan matematika lain yaitu :

$$\bar{U}_s = \bar{U}_m \times \ln D_j - \bar{U}_m \times \ln D \dots\dots\dots (15)$$

Melihat rumus diatas, pada dasarnya merupakan suatu persamaan linier $Y = a + bX$, dimana dianggap bahwa $\bar{U}_m \times \ln D_j$ merupakan konstanta (a) dan $-\bar{U}_m$ merupakan konstanta (b) sedangkan U_s dan $\ln D$ merupakan variabel Y dan X.

Hubungan antara **volume dan kepadatan** didapat dari mensubstitusikan persamaan $U_s = V / D$ dengan persamaan (14) sehingga diperoleh :

$$V = \bar{U}_m \times D \times \ln\left(\frac{D_j}{D}\right) \dots\dots\dots (16)$$

Hubungan antara **volume dan kecepatan** didapat dengan mensubstitusikan persamaan $D = \frac{V}{U_s}$ dengan persamaan (14), sehingga akan diperoleh :

$$V = \bar{U}_s \times D_j \times \exp\left(-\frac{\bar{U}_s}{\bar{U}_m}\right) \dots\dots\dots (17)$$

Volume maksimum (V_m) untuk model greenberg dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (9) diatas. Untuk menentukan konstanta D_m dan \bar{U}_m , maka persamaan (16) dan (17) harus dideferensir masing-masing terhadap kepadatan dan kecepatan.

Kecepatan saat volume maksimum (D_m) untuk model greenberg dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$D = D_m = \left(\frac{D_j}{e}\right) \dots\dots\dots (18)$$

Kecepatan saat volume maksimum (\bar{U}_m) untuk model greenberg dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\bar{U}_s = \bar{U}_m = \bar{U}_m \dots\dots\dots (19)$$

Apabila persamaan (18) dan (19) disubstitusikan dengan persamaan (9), maka volume maksimum dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} V_m &= D_m \times \bar{U}_m \\ &= (D_j / e) \times \bar{U}_m \dots\dots\dots (20) \\ &= (D_j \times \bar{U}_m) / e \end{aligned}$$

E. Metode Survei Lalu Lintas

Teknik lalu lintas telah berkembang sesuai dengan kemajuan teknologi, demikian pula halnya dengan pengumpulan data-data lalu lintas. Data mengenai lalu lintas diperlukan untuk berbagai kebutuhan perencanaan transportasi. Untuk dapat melakukan survei secara efisien maka maksud dan tujuan survei haruslah jelas dan menggunakan metode survei yang ditetapkan sesuai dengan tujuan, waktu, dana dan peralatan yang tersedia.

Survei lalu lintas dilakukan dengan cara menghitung jumlah lalu lintas kendaraan yang lewat pada ruas jalan yang ditetapkan. Perhitungan dapat dilakukan dengan cara manual dan dapat juga menggunakan peralatan otomatis seperti alat perhitungan lalu lintas (*traffic counting*), detektor dan peralatan listrik lain yang semuanya memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Objek yang disurvei dalam perhitungan lalu lintas meliputi:

1. Jumlah kendaraan yang lewat (*volume*) dalam satuan waktu (menit, jam dan hari).
2. Kecepatan kendaraan baik kecepatan sesaat (*spot speed*) atau kecepatan perjalanan, kecepatan gerak atau kecepatan rata-rata.
3. Kepadatan arus lalu lintas (*traffic density*).

Pengambilan data lapangan dalam analisis penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data jumlah (*volume*) dan waktu tempuh kendaraan. Pengambilan data jumlah volume dilakukan pada jam sibuk (*peak hour*) pada hari yang mewakili volume lalu lintas dalam seminggu. Sedangkan untuk data waktu tempuh kendaraan dilapangan dilakukan dengan metode

kecepatan setempat dengan mengukur waktu perjalanan yang bergerak. Metode kecepatan setempat dimaksudkan untuk pengukuran karakteristik kecepatan pada lokasi lalu lintas tertentu.

1. Metode Survei Jumlah Kendaraan

Survei jumlah kendaraan dilakukan dengan mencatat jumlah kendaraan yang melalui suatu titik tinjau dalam interval waktu tertentu di jalan untuk masing-masing jenis kendaraan. Metode survei kendaraan dapat dilakukan dengan metode :

a. *Manual Count*

Manual count adalah pencatatan jumlah kendaraan yang paling sederhana dengan menggunakan tenaga manusia. Pencatatan dilakukan pada kertas formulir survei pada saat kendaraan melewati lokasi yang disurvei dan pencatatan juga dapat dilakukan dengan alat *counter*.

b. *Detektor*

Detektor adalah alat yang dapat mendeteksi adanya kendaraan yang lewat dan memberi isyarat dalam bentuk tertentu. Detektor biasanya bekerja dengan sentuhan dari gilasan roda kendaraan, induksi pada gulungan kabel yang ditanam di jalan menyebabkan pemutusan sinar dalam waktu sesaat.

c. *Automatic Count*

Automatic count adalah peralatan perhitungan secara otomatis yang dapat dilakukan selama 12 atau 24 jam.

2. Metode Survei Waktu Tempuh Kendaraan

Dalam survei waktu tempuh kendaraan dikenal 3 jenis kecepatan yaitu kecepatan seketika/sesaat (*spot speed*), kecepatan rata-rata kendaraan selama bergerak (*running speed*) dan kecepatan rata-rata kendaraan yang dihitung dari jarak tempuh dibagi dengan waktu tempuh (*journey speed*). Perhitungan kecepatan kendaraan dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain :

a. *Manual Count*

Manual count merupakan pencatatan waktu tempuh kendaraan yang melewati segmen jalan pengamatan. Pencatatan waktu tempuh ini dilakukan dengan menghidupkan *stopwatch* saat roda depan kendaraan melewati garis injak pertama, seterusnya mengikuti lajur kendaraan dan *stopwatch* dimatikan tepat pada saat roda kendaraan tersebut melewati garis injak kedua.

b. Pemotretan

Dalam metode ini kamera foto mengambil gambar pada interval waktu yang ditetapkan. Gambar-gambar yang diperoleh dari hasil survei diproyeksikan dengan menggunakan alat proyektor ke suatu layar yang sudah mempunyai pembagian skala dengan demikian perpindahan kendaraan dapat dihitung.