

HUBUNGAN KECEPATAN, VOLUME DAN KEPADATAN PADA JALAN RAYA PAJAJARAN KM 5 ARAH SUKASARI-BARANANGSIANG DENGAN MENGGUNAKAN MODEL GREENBERG

Lukmanul Hakim

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor

E-mail: hakim_dcktr@yahoo.co.id

ABSTRAK

Arus lalu lintas berkenaan dengan teori lalu lintas menyebutkan bahwa pada saat sekarang ini di konsentrasikan pada variabel-variabel volume (V/Flow), Kepadatan Kendaraan (Density/D/Konsentrasi) dan Kecepatan (Speed/US). Ketiga variabel lalu lintas semakin hari semakin mendapat perhatian khusus dimana kesemuanya ini disebabkan arus/kondisi yang ada sekarang menggambarkan beberapa kendaraan yang bergerak pada saat bersamaan, dan semenjak hubungan dari ketiga variabel tersebut menggambarkan kualitas dan kapasitas dan tingkat pelayanan yang dialami oleh pengemudi masing-masing kendaraan. Dari uraian tersebut dicari bagaimana hubungan dari ketiga variabel tersebut dengan media penelitian jalan, yaitu pada jalan pajajaran, sukasari menuju baranang siang. Tujuan studi ini adalah menganalisa arus lalu lintas yang terdiri dari variabel volume (V), kecepatan (U) dan kepadatan (D). kemudian menuangkan kedalam suatu model turunan matematis Greenberg, sehingga dapat diketahui variasi hubungan antara ketiga variabel dan nilai maksimumnya. Data yang di peroleh dalam studi ini langsung dicatat dari lokasi penelitian, yaitu volume lalu lintas dan kecepatan ruang kendaraan. Adapun waktu penelitian dilaksanakan pada hari senin, sabtu dan minggu, data yang dihasilkan dalam penelitian ini ialah Hasil persamaan hubungan matematis antara kecepatan-kepadatan, volume- kecepatan, dan volume- kepadatan, yang memiliki hubungan matematis yang cukup kuat sampai dengan sangat kuat, dilihat dari nilai korelasi yang berkisar antara -0,849- -0,96, dari grafik juga dapat dilihat data tersebar atau tidak mengumpul disuatu tempat, dan pada model greenbergkepadatannya pada kondisi macet terjadi pada hari minggu berkisar 881- 942 smp/km.

Kata kunci: Model turunan matematis; volume; kecepatan; kepadatan.

ABSTRACT

Traffic flow with regard to traffic theory states that at present it is concentrated on the volume variables (V / Flow), Vehicle Density (Density / D / Concentration) and Speed (Speed / US). The three traffic variables are getting more and more day by day more and more special attention where all this is due to the current / current conditions describe several vehicles that move at the same time, and since the relationship of the three variables describe the quality and capacity and level of service experienced by the driver of each vehicle. From the description sought how is the relationship between the three variables with the road research media, namely on the Pajajaran road, Sukasari towards Baranang afternoon. The purpose of this study is to analyze the traffic flow consisting of variable volume (V), speed (U) and density (D). Then pour into Greenberg's mathematical derivative model, so that variations in the relationship between the three variables and their maximum values can be seen. The data obtained in this study were directly recorded from the research location, namely traffic volume and vehicle space speed. As for the research conducted on Monday, Saturday and Sunday, the data generated in this study are the results of the mathematical relationship between the velocity-density, volume-velocity, and volume-density, which has a mathematical relationship that is strong enough to very strong, seen from the correlation value that ranges between -0.849- -0.96, from the graph can also be seen the data scattered or not collect somewhere, and in the greenberg model the density on the traffic jam occurs on Sundays ranging from 881 to 942 smp / km.

Keywords: Derivative models; volume; speed;;density.

PENDAHULUAN

Jalan Pajajaran merupakan jalan dengan status jalan nasional dan fungsi jalan merupakan arteri primer, dengan akses jalan yang mengutamakan kecepatan dan kelancaran pengguna jalan tersebut. Karakteristik arus dan hubungan antara kecepatan, volume serta kepadatan yang terjadi di Jalan Pajajaran sangat menarik untuk diteliti, karenanya pada ruas Jalan Pajajaran dari arah Sukasari menuju arah Baranang Siang merupakan kondisi jalan yang mengalami banyak hambatan dan karakteristik jalan bervariasi dari kondisi lengang sampai kondisi sangat rapat.

Karakteristik arus lalu lintas sangat perlu dipelajari dalam menganalisis arus lalu lintas. Untuk dapat mempresentasikan karakteristik arus lalu lintas dengan baik, dikenal 3 (tiga) parameter utama yang harus diketahui, dimana ketiga parameter tersebut saling berhubungan secara matematis satu dengan lainnya, yaitu *volume*, kepadatan dan kecepatan. (Wohl and Martin, 1967; Pignataro, 1973; Salter, 1978; Hobbs, 1979; Tamin, 1992e; Syaiful, 2005). Arus lalu lintas berkenaan dengan teori-teori lalu lintas menyebutkan bahwa pada saat sekarang ini dikonsentrasikan pada variabel-variabel volume (*V* / *Flow*), kerapatan kendaraan (*Density* / *Konsentrasi* / *D*) dan kecepatan (*Speed* / *Us*). Ketiga variabel lalu lintas tersebut semakin hari semakin mendapat perhatian khusus dimana kesemuanya ini disebabkan arus/kondisi lalu lintas yang ada sekarang menggambarkan berapa banyak kendaraan yang bergerak pada saat bersamaan. Dan semenjak hubungan dari ketiga variabel tersebut menggambarkan kualitas dari kapasitas dan tingkat pelayanan yang dialami oleh pengemudi masing-masing kendaraan. Hubungan matematis antara Kecepatan-Kepadatan merupakan fungsi eksponen oleh *Greenberg*.

Dari pemaparan latar belakang masalah seperti diatas, maka dapat dirumuskan masalah Bagaimana karakteristik arus lalu lintas jalan Pajajaran arah Sukasari menuju

Baranang Siang melalui hubungan antara kecepatan, kepadatan dan volume lalu lintas dengan menggunakan model *Greenberg*. Adapun tujuan yang dihasilkan dalam penelitian ini

- 1) Mendapatkan hubungan matematis antara Kecepatan-Kepadatan, Volume-Kecepatan, dan Volume- Kepadatan.
- 2) Mendapatkan nilai kecepatan pada arus bebas dan kerapatan pada kondisi macet atau kecepatan mendekati nol.

Landasan Teori

Karakteristik arus lalu lintas sangat perlu dipelajari dalam menganalisis arus lalu lintas. Untuk dapat mempresentasikan karakteristik arus lalu lintas dengan baik, dikenal 3 (tiga) parameter utama yang harus diketahui, dimana ketiga parameter tersebut saling berhubungan secara matematis satu dengan lainnya, yaitu:

1. Arus (*Volume*) lalu lintas, dinyatakan dengan notasi *V* adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu dalam suatu ruas jalan tertentu dalam satu satuan waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan kendaraan/jam
2. Kepadatan (*Density*) lalu lintas, dinyatakan dengan notasi *D* adalah jumlah kendaraan yang berada dalam satu satuan panjang jalan tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan kendaraan/km
3. Kecepatan (*speed*) lalu lintas, dinyatakan dengan notasi *S* adalah jarak yang dapat ditempuh dalam satu satuan waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan km/jam.

Analisa Regresi

Sudah dikenal bahwa pada suatu model pendekatan arus lalu lintas yang sudah umum digunakan, yaitu dalam menentukan karakteristik hubungan dari kecepatan dengan kerapatan adalah dengan menggunakan analisa regresi, hubungan yang linear atas variabel bebas dengan variabel tidak bebas tersebut dituliskan dalam fungsi regresi sebagai berikut :

$$y = a + b x \dots\dots\dots(1)$$

$$a = \bar{y} - b \bar{x} \dots\dots\dots(2)$$

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \dots\dots\dots(3)$$

Analisa Korelasi

Dari analisa regresi tersebut diatas, maka selanjutnya untuk mengetahui sampai sejauh mana ketepatan fungsi regresi adalah dengan melihat nilai dari koefisien determinasi (r^2), yaitu suatu besaran yang

didapat dengan cara mengkuadratkan nilai koefisien korelasi (r). Nilai koefisien korelasi tersebut dihitung dengan rumus persamaan dibawah ini:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \dots\dots\dots(4)$$

Kuatnya hubungan antara kedua variabel tersebut (x dan y) dapat dilihat dari besarnya nilai koefisien korelasi (r) tersebut. Besarnya harga r terletak antara $-1 < r < +1$, jika r mendekati harga-harga -1 dan $+1$ maka persamaan regresi yang dihasilkan tersebut adalah kuat, tetapi jika harga r tersebut mendekati 0 (nol) maka persamaan regresi yang dihasilkan lemah.

- Keterangan :
- a = konstanta regresi
 - y = variabel tidak bebas
 - b = konstanta regresi
 - n = jumlah sampel
 - x = variabel bebas

METODE PENELITIAN

Lokasi Survey

Pemilihan lokasi disini sangat menentukan hasil yang didapat setelah penghitungan. Jadi penentuan tempat sangat penting dilakukan untuk keandalan hasil, sehingga dalam penentuannya ditetapkan ketentuan sebagai berikut :

- Dilakukan pada ruas jalan yang lurus dimana arus lalu lintasnya berupa aliran konstant, pengaruh akibat adanya persimpangan dan gangguan lainnya sekecil mungkin.
- Lebar jalan yang dipakai sebagai pengamatan adalah lebar efektif jalan pada jalur lalu lintas yang tidak terganggu.
- Kondisi lapisan perkerasan (lapisan permukaan) dan geometrik jalannya baik.
- Lalu lintas yang melewatinya bervariasi dalam hal jenis, kecepatan dan ukurannya (kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor).

Dalam penelitian ini ditetapkan lokasi yang dipilih adalah Jalan Pajajaran, Ruas Sukasari kearah Baranang Siang.

Pengumpulan Data dan Pengolahan Data

Data-data yang dikumpulkan dari lapangan adalah data kecepatan berupa pencatatan waktu tempuh kendaraan selama panjang jalan yang diamati, yang dilakukan secara manual dengan menggunakan alat bantu stop watch. Data untuk volume setiap jenis kendaraan yang dilakukan secara manual dengan menggunakan counter. Dalam menentukan jumlah kendaraan dilakukan

tiga periode, yaitu 5, 10 dan 15 menit. Jumlah kendaraan yang diamati ada tiga moda yaitu kendaraan berat, kendaraan ringan dan sepeda motor. Dalam penghitungan menggunakan counter yang terdiri dari 3 buah counter masing-masing untuk kendaraan berat, kendaraan ringan dan sepeda motor. Semua kendaraan yang lewat didepan pos pengamatan dihitung.

Dalam penentuan data kecepatan kendaraan ditempat penelitian atau lapangan dilakukan dengan metode kecepatan setempat dengan mengukur waktu perjalanan bergerak. Metode kecepatan setempat dimaksudkan untuk pengukuran karakteristik kecepatan pada lokasi tertentu pada lalu lintas yang pada saat penelitian. Sejumlah kecepatan diambil agar dapat diperoleh hasil yang dapat diterima secara statistik.

Dilapangan tempat pengambilan data penelitian dilakukan pada jalan lurus pada kondisi normal. Saat penelitian dilakukan secara manual, kecepatan dihitung berdasarkan waktu selang pada jarak tertentu. Sedangkan cara pengambilan sampel adalah kendaraan yang paling depan, dengan pertimbangan kendaraan kedua dan seterusnya mempunyai kecepatan yang sama dan kemungkinan tidak dapat menyiap. Berdasarkan pada panduan survey dan perhitungan waktu perjalanan lalu lintas No. 001/T/BNKT/1990 Dirjen Bina Marga Direktorat Pembinaan Jalan Kota, ruas jalan yang dibutuhkan adalah 50 meter diambil dari survey pengamatan awal rata-rata kecepatan kendaraan yang melintas berkisar 40-65 km/jam .

HASIL DAN BAHASAN

Hubungan Matematis antara Kecepatan-Kepadatan, Volume-Kecepatan dan Volume-Kepadatan

$$A = \frac{[\sum y][\sum x^2] - [\sum x][\sum xy]}{n \sum x^2 - [\sum x]^2} \dots\dots\dots (5)$$

$$B = \frac{n[\sum xy] - [\sum x][\sum y]}{n \sum x^2 - [\sum x]^2} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana, n = jumlah data
 x = variabel bebas (absis)
 y = variabel terikat (ordinat)

Pada perhitungan ini didapatkan tiga rumusan linear yaitu untuk periode 5 menit didapat n = 144, untuk 10 menit didapat n = 72 dan untuk 15 menit didapat n = 48 buah. Variabel x adalah variabel untuk kepadatan dan y adalah variabel untuk kecepatan rata-rata ruang,. Hasil perhitungan untuk regresi linear disajikan dalam gambar grafik. Hasil perhitungan regresi linearnya sebagai berikut :

Sebagaimana diterangkan pada bab sebelumnya bahwa rumus regresi linear adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Contoh analisa regresi pada hari senin periode 5 menitan

No	Periode	Vol (V) (smp/jam)	Kecepatan (S) (km/jam) = Y	Kepadatan (D) (smp/km)	Ln D (X)	X ²	XY	Y ²
		(1)	(2)	(3)=(1)/(2)	(4)=Ln (3)	(4)=(4)*(4)	(5)=(4)*(2)	(6)=(2)*(2)
1	06.00 - 06.05	2841,000	24,0	118,137	4,772	22,771	114,755	578,320
2	06.05 - 06.10	2602,200	20,1	129,328	4,862	23,642	97,835	404,853
142	17.45 - 17.50	2287,800	22,0	103,991	4,644	21,570	102,175	484,000
143	17.50 - 17.55	2507,400	28,6	87,680	4,474	20,014	127,935	817,795
144	17.55 - 18.00	2622,000	28,9	90,807	4,509	20,329	130,188	833,741
JUMLAH		357958,800	3382,853	16955,622	674,513	3181,459	15551,991	84922,783
RATA-RATA			23,492		4,684			

Dari data diatas dengan menggunakan persamaan regresi maka diperoleh nilai sebagai berikut:

$$B = \frac{n \sum(xi \cdot yi) - \sum xi \cdot \sum yi}{n \sum xi^2 - (\sum x)^2}$$

$$B = \frac{144 \cdot 15551,991 - 674,513 \cdot 3382,853}{144 \cdot (3181,459)^2 - 674,513^2}$$

$$B = -13,374$$

$$Y = A + B X$$

$$A = Y - B X$$

$$A = 23,492 - (-13,374) \cdot 4,684$$

$$= 86,138$$

Dari nilai A = 86,138 dan B=-13,374 dihasilkan nilai b=-(-1/B)=0,075

Hubungan kecepatan – kepadatan

Dari perhitungan diatas didapatkan persamaan sebagai berikut: Hari senin Periode 5 menit S = 86,138 – 13,374 lnD

$$\text{Periode 10 menit } S = 89,524 - 14,092$$

$$\text{lnD Periode 15 menit } S = 91,280 -$$

$$14,498 \text{ lnD}$$

Hubungan volume – kepadatan

Dari perhitungan diatas didapatkan persamaan sebagai berikut: Hari senin Periode 5 menit V = 86,138 – 13,374 DlnD

$$\text{Periode 10 menit } V = 89,524 - 14,092D$$

$$\text{lnD Periode 15 menit } V = 91,280 -$$

$$14,498D \text{ lnD}$$

Hubungan volume – kecepatan

Dari perhitungan diatas didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Hari senin Periode 5 menit } V = 626,813 S \exp(-0,075 S)$$

$$\text{Periode 10 menit } V = 574,163 S \exp(-$$

$$0,071 S) \text{ Periode 15 menit } V = 542,477 S$$

$$\exp(-0,069 S)$$

Seperti yang sudah dijelaskan pada bab dua, korelasi yang terjadi pada regresi linier digunakan

rumus sebagai

$$\text{berikut: } r = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Dimana, n = jumlah data
 x = variabel bebas (absis)
 y = variabel terikat(ordinat)

Sehingga nilai korelasinya sebagai berikut:

Sehingga nilai korelasinya sebagai berikut:

- 1) Senin 5 menit = - 0,849
- 2) Senin 10 menit = - 0,913
- 3) Senin 15 menit = - 0,907

Dan begitu seterusnya untuk hari sabtu dan minggu

Sehingga nilai korelasinya sebagai berikut:

Tabel 2 Nilai korelasi 5 menit, 10 menit dan 15 menit

HARI	5 menit	10 menit	15 menit
Senin	-0,849	-0,913	-0,907
Sabtu	-0,933	-0,951	-0,953
Minggu	-0,923	-0,947	-0,955

Tanda negatif menunjukkan terjadinya nilai berkebalikan, maksudnya variabel x yang tinggi akan diikuti variabel y yang rendah dan sebaliknya.

Nilai kecepatan pada arus bebas dan kepadatan pada kondisi volume lalu lintas maksimum serta volume maksimum dapat dihitung dengan menggunakan persamaan kecepatan-kepadatan pada kondisi dikalikan dengan kerapatan masimum (DM).

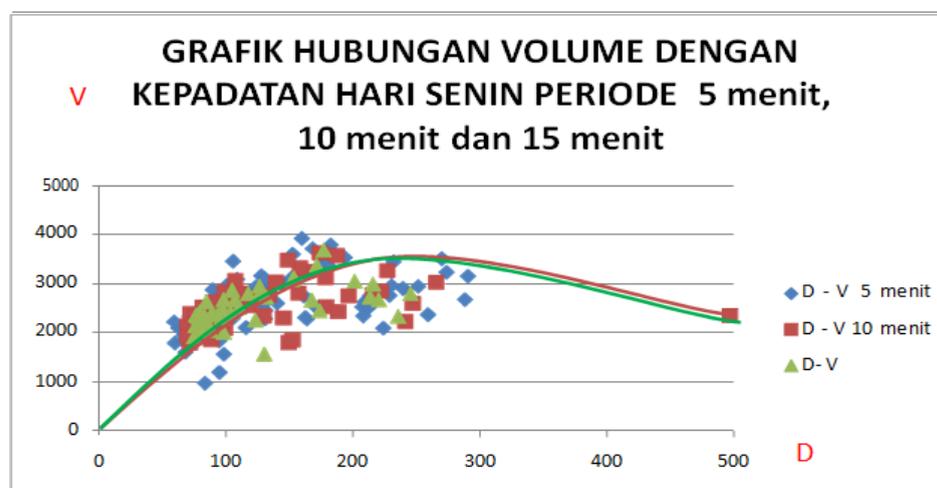
Kepadatan maksimum model Greenberg

Senin 28 april 2014 periode 5menitan

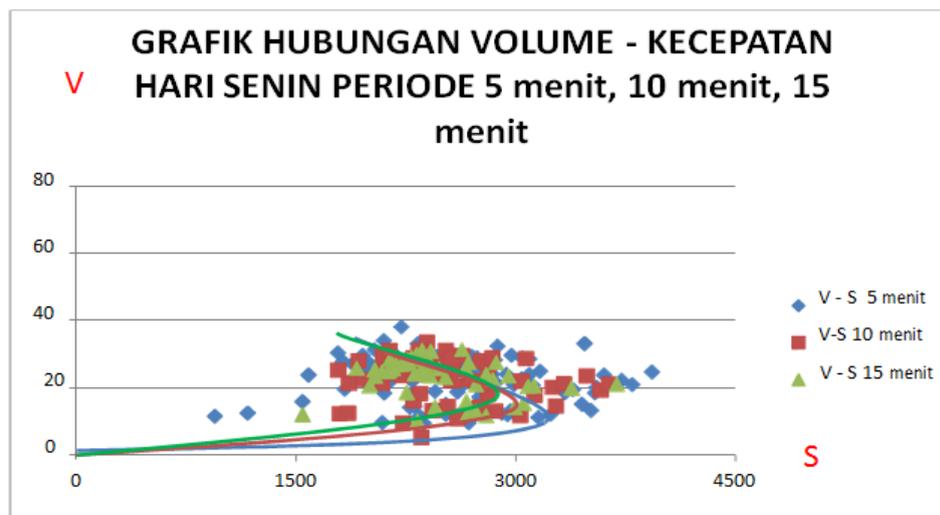
Dj = 626,813 smp/jam

kepadatan 0 dan kecepatan pada kondisi 0 serta kecepatan maksimum (SM)

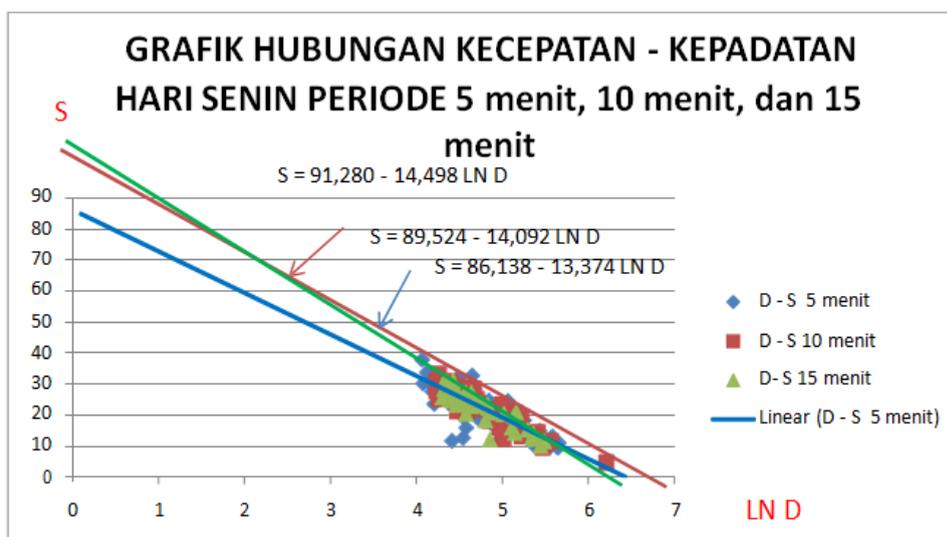
Adapun untuk lebih jelasnya hubungan matematis dari ketiga variabel tersebut bisa kita lihat dalam tampilan grafik



Gambar 1. Grafik Hubungan kepadatan – volume



Gambar 2. Grafik Hubungan volume – kecepatan



Gambar 3. Grafik Hubungan kepadatan – kecepatan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dengan menggunakan metode greenberg dapat ditarik beberapa

kesimpulan antara lain sebagai berikut :

Hasil persamaan kecepatan-kepadatan, volume- kecepatan, dan volume- kepadatan dengan model greenberg, memiliki hubungan matematis yang cukup kuat sampai dengan sangat kuat dilihat dari nilai korelasi yang berkisar antara (-0,849 s/d -0,955), dari grafik juga dapat dilihat data tersebar atau tidak mengumpul disuatu tempat, ini menunjukkan kondisi jalan yang diamati hubungan kecepatan dan kepadatan sangat saling mempengaruhi pada kondisi lenggang sampai padat dengan naiknya kepadatan kecepatan akan turun, begitu sebaliknya turunnya kepadatan akan

meningkatkan kecepatan.

Mendapatkan nilai kecepatan pada arus bebas dan kepadatan pada kondisi macet atau kecepatan mendekati nol, dimana nilai kecepatan pada arus bebas untuk hari senin (S_{ff}) sebesar $=\infty$, sedangkan untuk kepadatan berkisar antara 542 - 626 smp/km, hari sabtu untuk kecepatan arus bebas (S_{ff}) sebesar $=\infty$, sedangkan untuk kepadatan berkisar antara 523,959 sampai 564,781 smp/jam, untuk hari minggu kecepatan arus bebas (S_{ff}) sebesar $=\infty$, sedangkan untuk kepadatan berkisar antara 881,816 – 941,607 smp/km, nilai korelasi antara kepadatan dan kecepatan menunjukkan nilai makin kuat dari hari ke hari dan dari periode ke periode berikutnya. Hasil korelasi yang cukup tinggi adalah periode 5 menitan pada tiap harinya, baik senin, sabtu, dan minggu. nilai kepadatannya cenderung menurun setiap periodenya, dengan demikian dapat

disimpulkan bahwa pada model greenberg mengkondisikan pada kepadatan mendekati nol, kecepatan pada kondisi bebasnya tidak terhingga karena kondisi jalan kosong. Nilai kepadatan pada kondisi macet terbesar terjadi pada hari minggu, sedangkan yang terendah rata-rata pada hari Sabtu

DAFTAR PUSTAKA

- Budi Permana, Lebih Lanjut Dengan Microsoft Excel 97, Elek Media Komputindo, PT Gramedia, Jakarta.
- Daniel I Gerlough and Matthew J Hubber. 1975 Traffic Flow Theory, Transportation Research Board.(p, 7, p, 49)
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Panduan Survey dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Tata Cara Pelaksanaan Survey Penghitungan Lalu Lintas Cara Manual.
- Martin Wohl and Brian V Martin,1967 Traffic System Analysis,Mr Graw-Hill Series In Transportation.(p. 332).
- Morlok, Edward K,1985 (p, 187).Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi, Penerbit Erlangga Jakarta,
- Tamin Ofyar Z,(1992)Perencanaan, Pemodelan, dan Rekayasa Transportasi, ITB Bandung
- Pignataro, L.J. (1973)Traffic Engineering Theory and Practice.Prentice Hall, Inc.
- Salter, R.J. (1976) Highway Traffic Analysis and Design. Mac Millan Press Ltd, London.
- Syaiful, Syaiful, 2005, Analisis Kebisingan Arus Lalu Lintas Dan Geometri Jalan Di Kawasan Simpang Lima Kota Semarang. Masters thesis, program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Diponegoro University, Semarang: INSTITUTIONAL REPOSITORY.
- Hoobs, F.D. (1979) Traffic Planning and Engineering Practice, Pergamon Press Ltd.