

STUDI KARAKTERISTIK LALU LINTAS JALAN

SRIWIJAYA SEMARANG – JAWA TENGAH Oleh :

Aris Krisdiyanto¹, Kemmala Dewi², A Resti Dwiyanoro³, Anggi

Yuniarti Putri⁴

ABSTRAK

Dalam suatu pergerakan arus lalu lintas pada jalan raya terdapat tiga variabel utama yang digunakan untuk menggambarkan karakteristik arus lalu lintas yaitu kecepatan, volume dan kepadatan. Kecepatan didefinisikan sebagai jarak yang dapat ditempuh suatu kendaraan persatuan waktu. Volume didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu persatuan waktu tertentu. Sedangkan kepadatan didefinisikan sebagai jumlah kendaraan persatuan panjang jalan tertentu. Dalam laporan tugas akhir ini dijelaskan pula adanya hubungan antara ketiga variabel tersebut yang dinyatakan dalam suatu model matematis yaitu model linear Greenshields. Survei lapangan yang dilakukan adalah survei kecepatan dan survei volume lalu lintas.

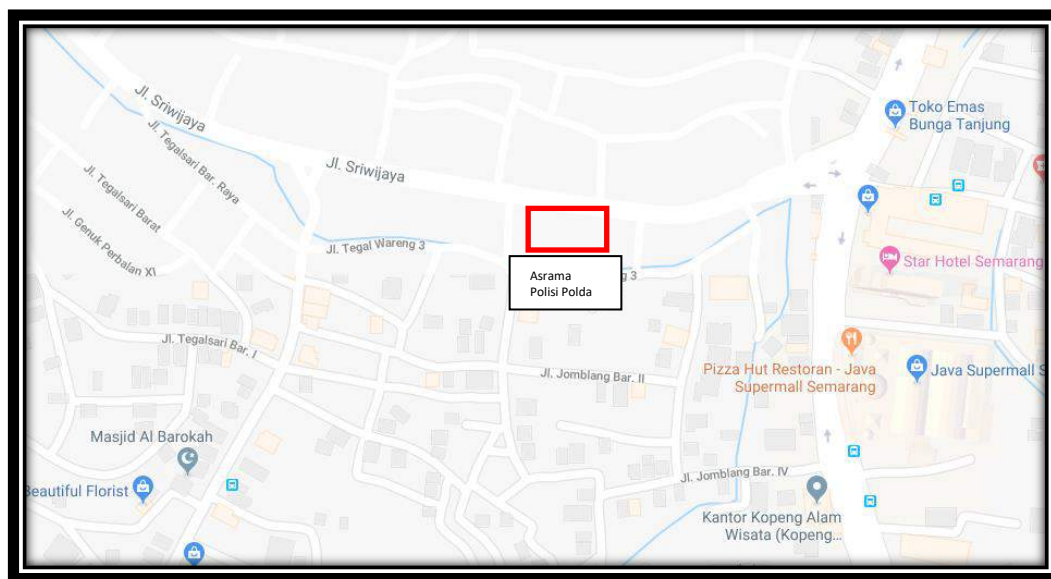
PENDAHULUAN


Kota Semarang sebagai Ibukota Propinsi Jawa Tengah terus memacu perkembangannya sebagai kota wisata, perdagangan maupun industri. Selama ini pusat-pusat perekonomian dan perdagangan yang ada di kota Semarang masih bersifat terpusat di pusat kota. Dengan meningkatnya perekonomian dan pertumbuhan suatu kota maka kebutuhan akan transportasi akan meningkat pula. Salah satu jalan raya yang sangat penting di kota Semarang yaitu Jalan Sriwijaya. Setiap hari jalan ini melayani lalu lintas yang sangat padat, terutama pada jam-jam sibuk. Berbagai moda transportasi bercampur menjadi satu di jalan ini sehingga menimbulkan berbagai masalah lalu lintas yang sangat kompleks. Salah satu masalah lalu lintas yang timbul di jalan ini adalah kemacetan lalu lintas. Hal ini terjadi karena keadaan jalan yang sempit, padatnya lalu lintas yang lewat, bercampurnya berbagai moda transportasi, serta kurang disiplinnya pemakai jalan.

Kemampuan untuk menampung arus lalu lintas sangat bergantung pada keadaan fisik dari jalan tersebut, baik kualitas maupun kuantitasnya serta karakteristik operasional lalu lintasnya. Salah satu cara pendekatan untuk memahami perilaku lalu

lintas tersebut adalah dengan menjabarkannya dalam bentuk hubungan matematis dan grafis. Suatu peningkatan volume lalu lintas akan menyebabkan berubahnya perilaku lalu lintas. Secara teoritis terdapat hubungan yang mendasar antara volume (*flow*) dengan kecepatan serta kepadatan (*density*). Dengan menggunakan hubungan antara kecepatan dengan volume lalu lintas, maka dapat diketahui peningkatan arus dan hasil kecepatan pada ruas jalan tertentu sampai terjadinya kemacetan pada jalur jalan tersebut.

Studi ini dibatasi hanya untuk mengetahui karakteristik lalu lintas di jalan Sriwijaya yang meliputi volume lalu lintas, kecepatan, kepadatan lalu lintas dan hubungan antar variabel lalu lintas dengan cara matematis dengan menggunakan pendekatan model linier Greenshields. Survei data kecepatan dan data volume lalu lintas dilakukan selama tiga hari yaitu Hari Sabtu, Minggu dan Senin. Lokasi pengamatan diperlihatkan pada Gambar 1.



 = Lokasi Pengamatan

Gambar 1 Lokasi Pengamatan

TINJAUAN PUSTAKA

Pada kenyataannya, arus lalu lintas yang terjadi di lapangan tidaklah homogen. Sejumlah kendaraan dengan berbagai jenis, ukuran dan sifatnya membentuk sebuah arus lalu lintas. Keragaman ini membentuk karakteristik lalu lintas yang berbeda untuk setiap komposisi dan berpengaruh pula terhadap arus lalu lintas secara keseluruhan. Dengan

latar belakang seperti ini, diperlukan suatu besaran yang akan menyatakan pengaruh sebuah jenis kendaraan terhadap arus lalu lintas secara keseluruhan.

Satuan mobil penumpang (smp) merupakan sebuah besaran. Besaran ini menyatakan ekivalensi pengaruh setiap jenis kendaraan, yang dibandingkan terhadap jenis kendaraan penumpang. Dengan besaran ini kita dapat menilai setiap komposisi lalu lintas. Untuk pemakaian praktik harga-harga smp dari setiap jenis kendaraan dapat dipergunakan harga standar yang dikeluarkan oleh badan resmi. Tabel 1 memperlihatkan nilai ekivalensi setiap jenis kendaraan terhadap mobil penumpang yang dikeluarkan oleh MKJI 1997, dan nilai smp inilah yang dipergunakan dalam studi ini.

Tabel 1
Daftar Satuan Mobil Penumpang

No	Jenis Kendaraan	Nilai Satuan Mobil Penumpang (smp)
1	Kendaraan Berat	1,20
2	Kendaraan Ringan	1,00
3	Kendaraan Bermotor	0,25

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997)

Dalam sebuah aliran lalu lintas pada suatu ruas jalan raya terdapat tiga variabel utama yang digunakan untuk mengetahui karakteristik arus lalu lintas, yaitu volume lalu lintas, kecepatan dan kepadatan.

Volume Lalu Lintas

Menurut USHCM (1994) volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pada suatu ruas jalan dalam suatu waktu tertentu. Volume ini dapat dinyatakan dalam kerangka tahunan, harian, jam-an ataupun dalam satuan yang lebih kecil. Satu definisi penting lain yang berkaitan dengan variabel lalu lintas ini adalah tingkat arus (*rate of flow*) yang didefinisikan sebagai tingkat lalu lintas kendaraan ekivalen jam-an yang melewati satu titik pada suatu ruas jalan dalam suatu waktu tertentu yang lebih kecil dari satu jam, biasanya lima belas menit. Pada suatu ruas jalan volume lalu lintas ini tidak selalu tetap, bervariasi dari jam ke jam berikutnya dari hari ke hari berikutnya dan juga dari musim yang satu ke yang musim berikutnya. (Sumber : Kemmala, Dewi. 2012. Buku Pegangan Kuliah Mahasiswa Dasar Rekayasa Transportasi)

Kecepatan (*Speed*)

Kecepatan merupakan kebalikan dari waktu yang digunakan untuk menempuh suatu jarak tertentu. Biasanya dinyatakan dalam km/jam.

$$U = \frac{d}{t}$$

Dimana : U = Kecepatan (km/jam atau m/detik)
 d = Jarak tempuh kendaraan (km atau m)
 t = Waktu tempuh kendaraan (jam atau detik)

Kecepatan ini menggambarkan nilai gerak dari kendaraan. Kecepatan dapat berubah-ubah menurut waktu, tempat, jenis kendaraan, geometri jalan, keadaan sekeliling dan pengemudi.

Kepadatan (*Density*)

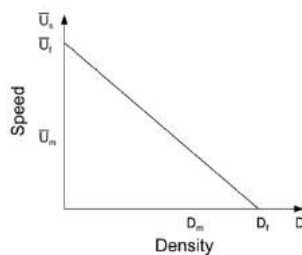
Kepadatan lalu lintas pada suatu ruas jalan tergantung pada volume lalu lintas dan kecepatannya. Kepadatan adalah jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang ruas jalan pada suatu waktu tertentu dan dinyatakan dalam kendaraan per kilometer (kend/km).

Untuk mengukur tingkat kepadatan lalu lintas disuatu ruas jalan biasanya dihitung volume lalu lintas yang menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik dalam satu satuan waktu.

Hubungan Antar Variabel Lalu Lintas

Tiga variabel volume, kecepatan dan kepadatan mempunyai hubungan satu dengan lainnya. Hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan dapat digambarkan secara grafis dengan menggunakan persamaan matematis.

Hubungan Kepadatan dan Kecepatan

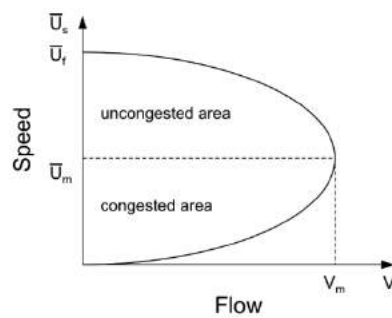


Gambar 2 Hubungan Kepadatan dan Kecepatan

Gambar di atas merupakan diagram yang menjadi dasar penggambaran performance aliran lalu lintas. Kecepatan akan menurun apabila kepadatan bertambah. Apabila kepadatan sama dengan nol maka kecepatan arus bebas akan terjadi. Dan pada saat kemacetan (*jamdensity*) maka kecepatan sama dengan nol.

Hubungan Volume dan Kecepatan

Hubungan mendasar volume dan kecepatan adalah dengan bertambahnya volume lalu lintas maka kecepatan rata-rata ruangnya akan berkurang sampai kepadatan kritis (volume maksimum tercapai). Hubungan keduanya ditunjukkan pada gambar berikut in

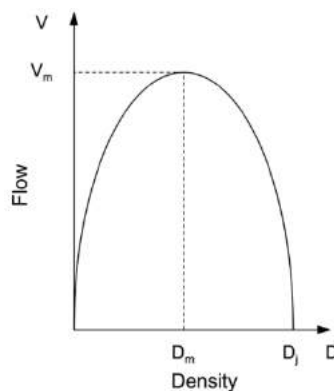


Gambar 3 Hubungan Volume dan Kecepatan

Setelah kepadatan kritis tercapai, maka kecepatan rata-rata ruang dan volume akan berkurang. Jadi kurva ini menggambarkan dua kondisi yang berbeda lengan atas untuk kondisi stabil sedangkan lengan bawah menunjukkan kondisi arus padat.

Hubungan Kepadatan dan Volume

Volume maksimum terjadi pada saat kepadatan mencapai titik D_m . Setelah mencapai titik ini, volume akan menurun walaupun kepadatan bertambah sampai terjadi kemacetan di titik D_j . Hubungan keduanya ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4 Hubungan Kepadatan dan Volume

Metode Greenshields

Metode ini adalah metode terawal yang tercatat dalam usaha mengamati perilaku lalu lintas. Greenshields mendapatkan hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan bersifat linier.

Berdasarkan penelitian-penelitian selanjutnya, terdapat hubungan yang erat antara model linier dengan keadaan data di lapangan. Hubungan linier kecepatan dan kepadatan ini menjadi hubungan yang paling populer dalam tinjauan pergerakan lalu lintas, mengingat fungsi hubungannya adalah paling sederhana sehingga mudah diterapkan. Model ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$U_s = U_f - \frac{U_f}{D_j} * D$$

Dimana : U_s = Kecepatan rata-rata ruang

U_f = Kecepatan rata-rata ruang keadaan arus bebas

D_j = Kepadatan pada saat macet (*jam density*)

Untuk mendapatkan nilai konstanta U_f dan D_j , maka persamaan di atas diubah menjadi persamaan linear :

$$y = a + bx$$

Dengan memisalkan : $U_s = y$

$U_f = a$

$b = \frac{U_f}{D_j}$

$x = D$

Dimana a dan b dapat dicari dengan persamaan di bawah ini :

$$a = \frac{(\sum y * \sum x^2) - (\sum x * \sum xy)}{n * \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

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

Kedua konstanta (U_f dan D_j) tersebut masing-masing dapat dinyatakan sebagai kecepatan bebas (*free flow speed*), dimana pengendara dapat memacu kendaraannya sesuai dengan keinginannya. Dan kepadatan macet (*jam density*) dimana kendaraan tidak dapat bergerak sama sekali.

Sedangkan hubungan antara volume dan kepadatan didapat dengan persamaan:

$$V = Uf * D - \frac{Uf}{Dj} * D^2$$

Sedangkan untuk hubungan volume dan kecepatan adalah :

$$V = Dj * Us - \frac{Dj}{Uf} * Us^2$$

Volume maksimum (Vm)

$$Vm = Dm * Um \quad \text{atau} \quad Vm = \frac{Dj * Uf}{4}$$

Dimana : Dm = Kepadatan pada saat volume maksimum

Um = Kecepatan pada saat volume maksimum

$$D = Dm = \frac{Dj}{2}$$

$$Us = Um = \frac{Uf}{2}$$

Analisa Regresi Linier dan Korelasi

Analisa ini dilakukan dengan meminimalkan total nilai perbedaan kuadratis antara observasi dan nilai perkiraan dari variabel yang tidak bebas. Bila variabel tidak bebas linear terhadap variabel bebas, maka hubungan dari kedua variabel itu dikenal dengan analisa regresi linear. Bila hubungannya lebih dari dua variabel bebas disebut sebagai analisa linear berganda. Bila variabel tidak bebas (y) dan variabel bebas (x) mempunyai hubungan linear, maka fungsi regressinya adalah :

$$y = a + bx$$

Pengukuran untuk mengetahui sejauh mana ketepatan fungsi regresi adalah dengan melihat nilai koefisien determinasi (r^2) yang didapat dengan mengkuadratkan nilai koefisien (r). Nilai koefisien korelasi dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$r = \frac{(n * \Sigma xy) - (\Sigma x * \Sigma y)}{\sqrt{[n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2] * [n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2]}}$$

Kuatnya hubungan antara x dan y dapat dilihat dari besarnya nilai koefisien korelasi (r). Besarnya nilai (r) terletak antara $-1 < r < 1$. Jika (r) mendekati -1 dan 1, maka persamaan regressinya baik (kuat), dan jika (r) mendekati 0 maka persamaan regressinya lemah.

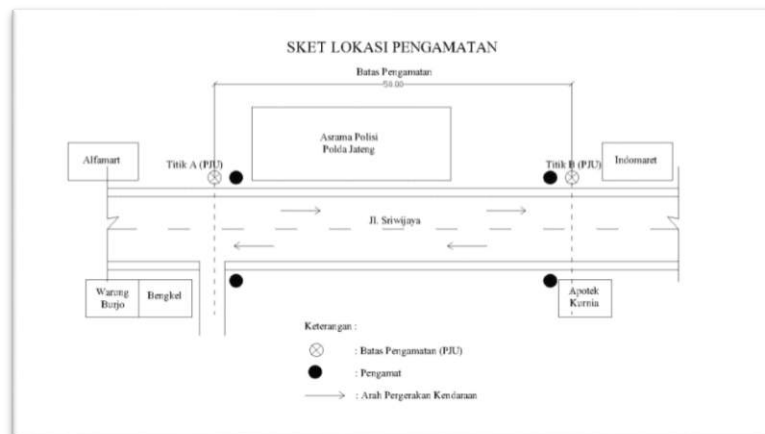
METODOLOGI PENELITIAN

Survei Lalu Lintas

Teknik survei lalu lintas telah berkembang sesuai dengan kemajuan teknologi pada saat ini. Begitu pula dalam hal 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 harus jelas terlebih dahulu. Dan biasanya metoda survei dipilih sesuai dengan tujuan survei, waktu, dana dan peralatan yang tersedia.

Survei Jumlah Kendaraan (Volume)


Survei volume dilakukan dengan mencatat jumlah kendaraan yang melalui suatu titik tinjau dan interval waktu tertentu untuk masing-masing jenis kendaraan. Metoda survei volume lalu lintas yang digunakan adalah metode survei manual. Dimana surveyor berada disuatu titik yang tetap di tepi jalan dan mencatat setiap kendaraan yang melintasi titik yang telah ditentukan (Gambar 5) dengan menggunakan alat *tallycounter* (yaitu suatu alat kecil yang dapat menjumlahkan secara kumulatif) dan kemudian memindahkan jumlah totalnya pada formulir survei lapangan.



Gambar 5 Lokasi Pengamatan



Gambar 6 Alat TallyCounter untuk Menghitung Jumlah Kendaraan

FORMULIR SURVEI				
VOLUME LALU LINTAS				
		Hari / Tanggal	:	
		Lokasi Survei	:	
		Arah Pergerakan Kendara	:	dari ke
No.	Waktu	Jumlah Kendaraan		
		Kendaraan Bermotor	Kendaraan Ringan	Kendaraan Berat
1	06.00-06.15			
2	06.15-06.30			
3	06.30-06.45			
4	06.45-07.00			
5	07.00-07.15			
6	07.15-07.30			
7	07.30-07.45			
8	07.45-08.00			
9	08.00-08.15			
10	08.15-08.30			
11	08.30-08.45			
12	08.45-09.00			
13	09.00-09.15			
14	09.15-09.30			
15	09.30-09.45			
16	09.45-10.00			
17	10.00-10.15			
18	10.15-10.30			
19	10.30-10.45			
20	10.45-11.00			
21	11.00-11.15			
22	11.15-11.30			
23	11.30-11.45			
24	11.45-12.00			
25	12.00-12.15			
26	12.15-12.30			
27	12.30-12.45			
28	12.45-13.00			
29	13.00-13.15			
30	13.15-13.30			

Gambar 7 Formulir Survei Jumlah Kendaraan (Volume Lalu Lintas)


Survei Kecepatan

Dalam survei kecepatan dikenal tiga macam kecepatan yaitu kecepatan seketika (*Spot Speed*), kecepatan rata-rata kendaraan selama bergerak (*Running Speed*), kecepatan rata-rata kendaraan yang dihitung dari jarak tempuh dibagi waktu tempuh (*Journey Speed*), termasuk waktu kendaraan berhenti (misalnya pada lampu lalu lintas). Didalam studi ini survei kecepatan yang diperoleh adalah survei kecepatan seketika (*Spot Speed*).

Survei kecepatan seketika umumnya dilakukan di lokasi yang tetap di jalan. Ada dua jenis pengukuran untuk mendapatkan data kecepatan seketika yaitu pengukuran langsung dan pengukuran tak langsung. Dalam studi ini, peneliti menggunakan metoda pengukuran tak langsung yaitu metoda dua pengamat.

Survei kecepatan ini adalah menghitung waktu tempuh ketika kendaraan melewati titik awal pengamatan sampai jarak yang ditentukan dengan menjalankan *stopwatch* (mencatat waktu tempuh kendaraan dalam melewati jarak tempuh 50 meter ke dalam formulir survei untuk kecepatan kendaraan).

Keuntungan dari metoda ini adalah bahwa survei hanya membutuhkan organisasi yang sederhana, latihan, bahan dan peralatan yang minimal. Sedangkan kerugiannya adalah ketelitian terbatas sebagai akibat kesalahan petugas dalam mengukur waktu. Kesalahan ini dapat terjadi karena kesalahan paralaks, yaitu kesalahan dalam melihat batas pada saat kendaraan melintas maupun kesalahan membaca alat pengukur waktu (*stopwatch*).

FORMULIR SURVEI KECEPATAN LALU LINTAS										
		Hari / Tanggal	:							
		Lokasi Survei	:							
		Arah Pergerakan Kendaraan	:	dari	ke					
		Jarak Tempuh	:							
No.	Waktu	Waktu Tempuh (detik)								
		Kendaraan Bermotor		Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat				
1	06.00-06.15									
2	06.15-06.30									
3	06.30-06.45									
4	06.45-07.00									
5	07.00-07.15									
6	07.15-07.30									
7	07.30-07.45									
8	07.45-08.00									
9	08.00-08.15									
10	08.15-08.30									
11	08.30-08.45									
12	08.45-09.00									
13	09.00-09.15									
14	09.15-09.30									
15	09.30-09.45									
16	09.45-10.00									
17	10.00-10.15									
18	10.15-10.30									
19	10.30-10.45									
20	10.45-11.00									
21	11.00-11.15									

Gambar 7 Formulir Survei Kecepatan Kendaraan

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Volume Lalu lintas

Untuk mendapatkan volume lalu lintas dalam satuan mobil penumpang (smp), maka data jumlah kendaraan tiap lima belas menit (15 menit) yang diperoleh dari hasil survei dikalikan dengan faktor ekivalen smp untuk tiap jenis kendaraan dan kemudian menjumlahkannya untuk semua jenis kendaraan, maka diperoleh volume lalu lintas

total. Pada analisa ini dilakukan perhitungan volume lalu lintas total tanpa kendaraan tidak bermotor.

Perhitungan Kecepatan (Speed)

Variabel kecepatan yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara kecepatan, volume dan kepadatan adalah kecepatan rata-rata ruang (*space mean speed*). Variabel ini dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$U_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i$$

- Dimana : U_s = Kecepatan rata-rata ruang (km/jam)
 V_i = Kecepatan tiap kendaraan (km/jam)
 n = Jumlah pengamatan kendaraan

Contoh hitungan *space mean speed*:

Waktu	Kendaraan	Jarak (km)	Waktu Tempuh (dtk)		Waktu Tempuh (jam)		Kecepatan (km/jam)		Kecepatan Rata-rata
			Timur - Barat	Barat - Timur	Timur - Barat	Barat - Timur	Timur - Barat	Barat - Timur	
1	2	3	4	5	6 = 4 / 3600	7 = 5 / 3600	8 = 3 / 6	9 = 3 / 7	10
06.00-06.15	1	0.05	4.10	3.82	0.0011	0.0011	43.90	47.12	44.16
	2	0.05	4.30	3.71	0.0012	0.0010	41.86	48.52	
	3	0.05	4.50	4.13	0.0013	0.0011	40.00	43.58	
Kecepatan Rata-rata							41.92	46.41	

Perhitungan Kepadatan (Density)

Variabel kecepatan rata-rata ruang dan volume lalu lintas telah diketahui, maka variabel kepadatan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$V = U_s * D$$

$$D = \frac{V}{U_s}$$

- Dimana : V = Volume (*rate of flow*) (smp/jam)
 U_s = Kecepatan rata-rata ruang (km/jam)
 D = Kepadatan (smp/km)

Contoh hitungan kepadatan :

Waktu	Volume (smp/jam)		Kecepatan (km/jam)		Kepadatan (smp/km)		Kepadatan Total (smp/km)
	Timur-Barat	Barat-Timur	Timur-Barat	Barat-Timur	Timur-Barat	Barat-Timur	
1	2	3	4	5	6 = 2/4	7 = 3/5	8 = 6+7
06.00-06.15	91.75	85.50	41.92	46.41	2.19	1.84	4.03

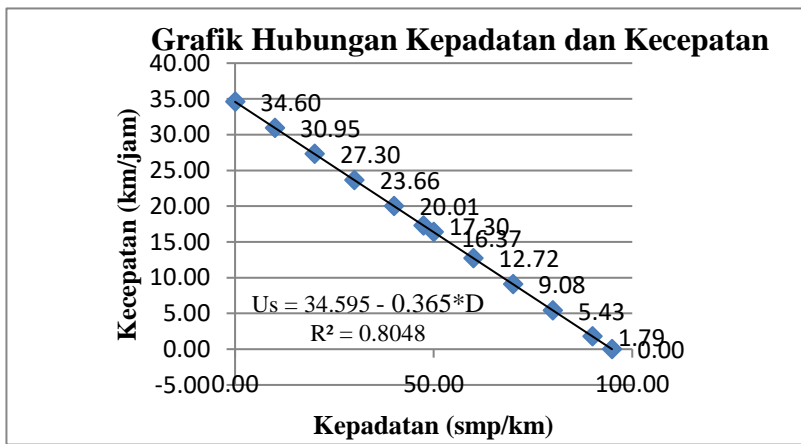
Dari perhitungan setiap variabel di atas, maka diperoleh rekap atau hasil akhir dari variabel volume, kecepatan dan kepadatan di setiap harinya untuk semua jenis kendaraan adalah sebagai berikut :

Tabel 2 Rekap Hasil Perhitungan Variabel Volume, Kecepatan dan Kepadatan Pada Hari Sabtu (Setengah Hari Kerja)

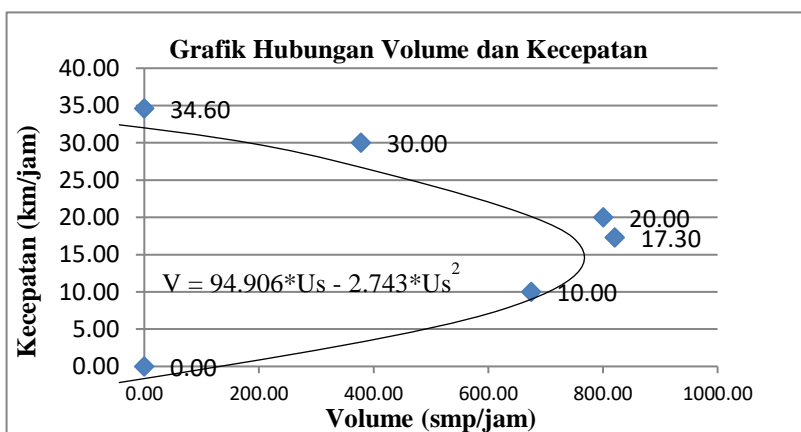
No	Waktu	Volume (smp/jam)	Kecepatan (km/jam)	Kepadatan (smp/km)
		(V)	(Us)	(D)
1	2	3	4	5
1	06.00-06.15	443.25	30.54	14.28
2	06.15-06.30	531.50	28.60	17.45
3	06.30-06.45	572.80	26.69	20.79
4	06.45-07.00	632.70	26.41	21.64
5	07.00-07.15	637.05	26.91	21.98
6	07.15-07.30	629.20	30.29	18.68
7	07.30-07.45	640.75	30.15	19.11
8	07.45-08.00	634.15	28.94	19.98
9	08.00-08.15	612.90	29.65	19.87
10	08.15-08.30	585.20	28.35	18.46
11	08.30-08.45	565.45	27.02	19.04
12	08.45-09.00	536.25	28.07	16.93
13	09.00-09.15	557.85	27.48	19.15
14	09.15-09.30	583.05	27.79	21.04
15	09.30-09.45	603.90	25.37	24.53
16	09.45-10.00	595.70	27.54	22.20
17	10.00-10.15	590.55	25.01	21.85
18	10.15-10.30	600.95	29.80	19.02
19	10.30-10.45	610.50	24.65	22.50
20	10.45-11.00	601.75	26.34	23.48
21	11.00-11.15	588.15	25.14	20.82
22	11.15-11.30	592.15	23.25	29.63
23	11.30-11.45	604.35	23.00	35.04
24	11.45-12.00	592.10	22.88	38.62
25	12.00-12.15	571.65	23.23	27.71
26	12.15-12.30	570.85	19.53	32.96
27	12.30-12.45	573.30	23.45	38.49
28	12.45-13.00	582.25	20.15	41.33
29	13.00-13.15	597.35	19.75	33.64
30	13.15-13.30	589.15	18.45	40.36
31	13.30-13.45	599.60	20.05	29.41
32	13.45-14.00	614.50	22.01	32.93
33	14.00-14.15	595.35	21.17	25.90
34	14.15-14.30	622.35	24.37	25.17
35	14.30-14.45	628.35	24.94	29.33
36	14.45-15.00	637.65	26.60	24.01
37	15.00-15.15	639.85	22.02	35.86
38	15.15-15.30	642.00	21.43	42.20
39	15.30-15.45	630.40	20.88	36.14
40	15.45-16.00	619.35	15.07	57.03
41	16.00-16.15	603.95	17.69	44.86
42	16.15-16.30	612.45	24.38	22.21
43	16.30-16.45	621.05	24.82	23.02
44	16.45-17.00	597.75	28.37	19.56
45	17.00-17.15	585.15	26.41	19.67
46	17.15-17.30	610.05	28.57	19.49
47	17.30-17.45	615.70	27.29	20.68
48	17.45-18.00	583.35	28.51	18.23

Tabel 3 Data Untuk Menggambar Grafik Hubungan Kecepatan, Volume dan Kepadatan Pada Hari Sabtu (Setengah Hari Kerja)

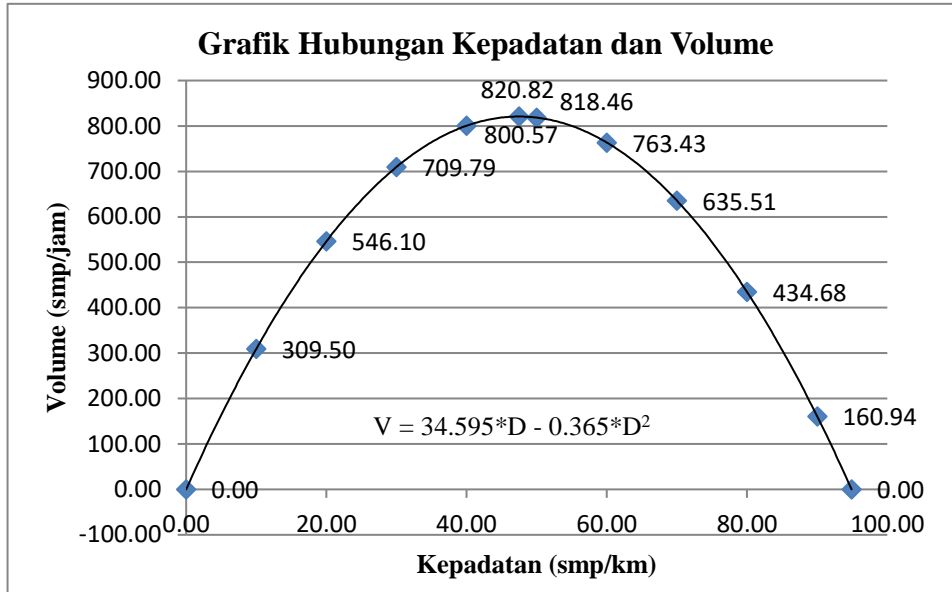
No	Grafik I		Grafik II		Grafik III	
	Kepadatan dan Kecepatan		Volume dan Kecepatan		Kepadatan dan Volume	
	$U_s = 34.595 - 0.365 * D$		$V = 94.906 * U_s - 2.743 * U_s^2$		$V = 34.595 * D - 0.365 * D^2$	
	D	Us	V	Us	D	V
1	0.00	34.60	0.00	0.00	0.00	0.00
2	10.00	30.95	674.73	10.00	10.00	309.50
3	20.00	27.30	820.82	17.30	20.00	546.10
4	30.00	23.66	800.79	20.00	30.00	709.79
5	40.00	20.01	378.19	30.00	40.00	800.57
6	47.45	17.30	0.00	34.60	47.45	820.82
7	50.00	16.37			50.00	818.46
8	60.00	12.72			60.00	763.43
9	70.00	9.08			70.00	635.51
10	80.00	5.43			80.00	434.68
11	90.00	1.79			90.00	160.94
12	94.91	0.00			94.91	0.00



Gambar 8 Grafik Hubungan Kepadatan dan Kecepatan Pada Hari Sabtu (Setengah Hari Kerja)



Gambar 9 Grafik Hubungan Volume dan Kecepatan Pada Hari Sabtu (Setengah Hari Kerja)



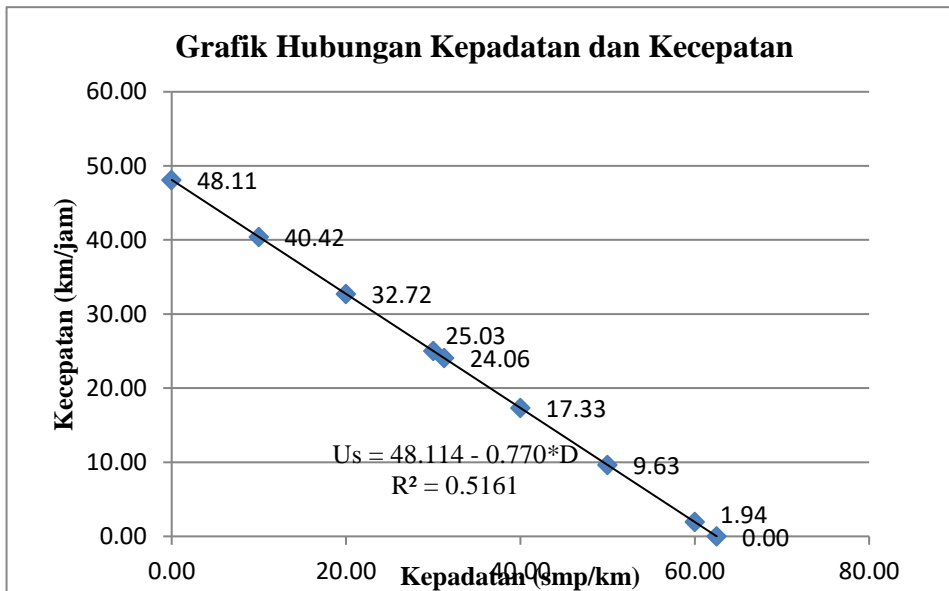
Gambar 10 Grafik Hubungan Kepadatan dan Volume
Pada Hari Sabtu (Setengah Hari Kerja)

Tabel 4 Rekap Hasil Perhitungan Variabel Volume, Kecepatan dan Kepadatan Pada
Hari Minggu (Hari Libur)

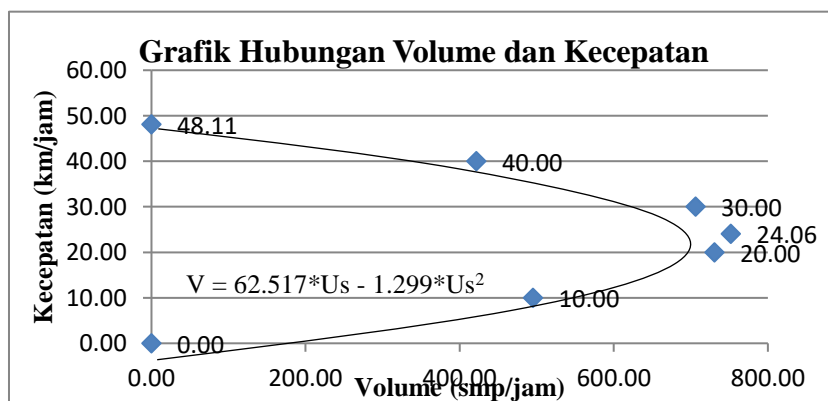
No	Waktu	Volume (smp/jam) (V)	Kecepatan (km/jam) (Us)	Kepadatan (smp/km) (D)
1	06.00-06.15	257.05	50.83	4.69
2	06.15-06.30	295.40	50.09	5.92
3	06.30-06.45	353.50	46.08	7.30
4	06.45-07.00	365.70	43.11	8.12
5	07.00-07.15	306.85	41.86	7.79
6	07.15-07.30	361.15	38.89	9.03
7	07.30-07.45	432.60	38.46	10.70
8	07.45-08.00	394.00	38.18	9.12
9	08.00-08.15	418.65	43.54	9.05
10	08.15-08.30	457.75	47.47	8.92
11	08.30-08.45	472.30	42.70	10.44
12	08.45-09.00	482.75	39.58	11.99
13	09.00-09.15	549.65	30.98	32.38
14	09.15-09.30	489.00	34.98	21.26
15	09.30-09.45	422.35	36.68	10.85
16	09.45-10.00	456.80	36.15	12.22
17	10.00-10.15	529.20	30.56	16.83
18	10.15-10.30	505.65	39.12	12.57
19	10.30-10.45	545.20	33.82	15.56
20	10.45-11.00	519.35	29.15	17.77
21	11.00-11.15	518.70	38.92	12.31
22	11.15-11.30	467.35	35.92	12.21
23	11.30-11.45	543.00	34.99	14.70
24	11.45-12.00	525.25	35.71	14.09
25	12.00-12.15	519.00	38.66	12.59
26	12.15-12.30	531.70	36.92	14.83
27	12.30-12.45	547.65	39.20	14.29
28	12.45-13.00	510.30	35.53	13.68
29	13.00-13.15	505.15	40.17	12.64
30	13.15-13.30	521.45	39.49	13.40
31	13.30-13.45	521.80	41.11	13.10
32	13.45-14.00	511.80	37.53	12.99
33	14.00-14.15	497.80	40.44	12.60
34	14.15-14.30	496.00	37.03	12.29
35	14.30-14.45	513.00	38.51	12.70
36	14.45-15.00	517.85	38.84	11.71
37	15.00-15.15	502.60	35.20	13.38
38	15.15-15.30	475.30	38.24	13.09
39	15.30-15.45	437.50	38.83	10.87
40	15.45-16.00	432.55	40.40	9.63
41	16.00-16.15	373.60	34.97	10.29
42	16.15-16.30	472.40	42.28	11.08
43	16.30-16.45	521.95	40.70	11.77
44	16.45-17.00	521.30	38.84	12.76
45	17.00-17.15	490.30	36.38	12.79
46	17.15-17.30	487.60	33.54	13.38
47	17.30-17.45	480.90	35.15	12.27
48	17.45-18.00	510.40	33.45	14.16

Tabel 5 Data Untuk Menggambar Grafik Hubungan Kecepatan, Volume dan Kepadatan Pada Hari Minggu (Hari Libur)

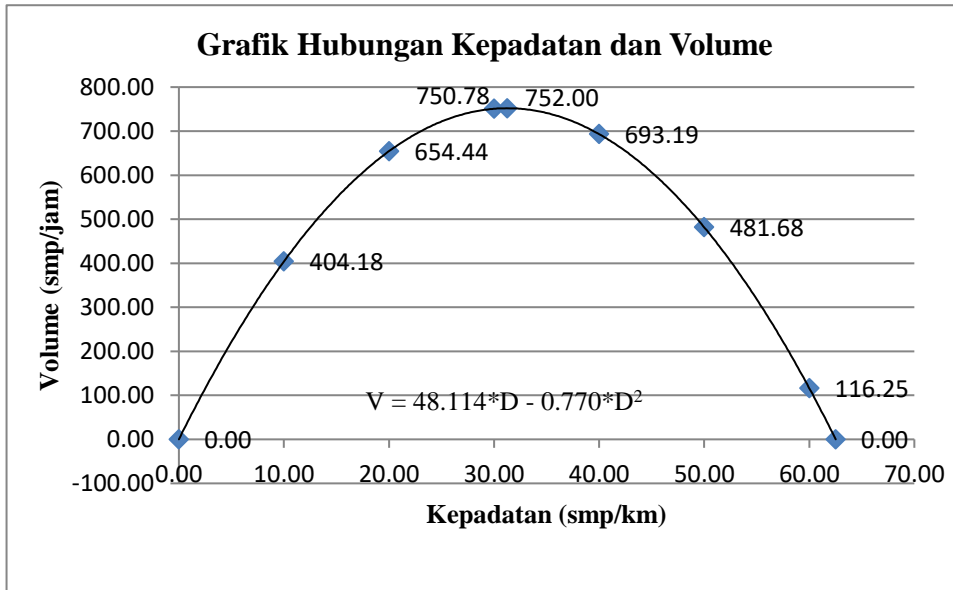
No	Grafik I		Grafik II		Grafik III	
	Kepadatan dan Kecepatan		Volume dan Kecepatan		Kepadatan dan Volume	
	$U_s = 48.114 - 0.770 * D$		$V = 62.517 * U_s - 1.299 * U_s^2$		$V = 48.114 * D - 0.770 * D^2$	
	D	Us	V	Us	D	V
1	0.00	48.11	0.00	0.00	0.00	0.00
2	10.00	40.42	495.24	10.00	10.00	404.18
3	20.00	32.72	730.61	20.00	20.00	654.44
4	30.00	25.03	752.00	24.06	30.00	750.78
5	31.26	24.06	706.11	30.00	31.26	752.00
6	40.00	17.33	421.74	40.00	40.00	693.19
7	50.00	9.63	0.00	48.11	50.00	481.68
8	60.00	1.94			60.00	116.25
9	62.52	0.00			62.52	0.00



Gambar 11 Grafik Hubungan Kepadatan dan Kecepatan Pada Hari Minggu (Hari Libur)



Gambar 12 Grafik Hubungan Volume dan Kecepatan Pada Hari Minggu (Hari Libur)



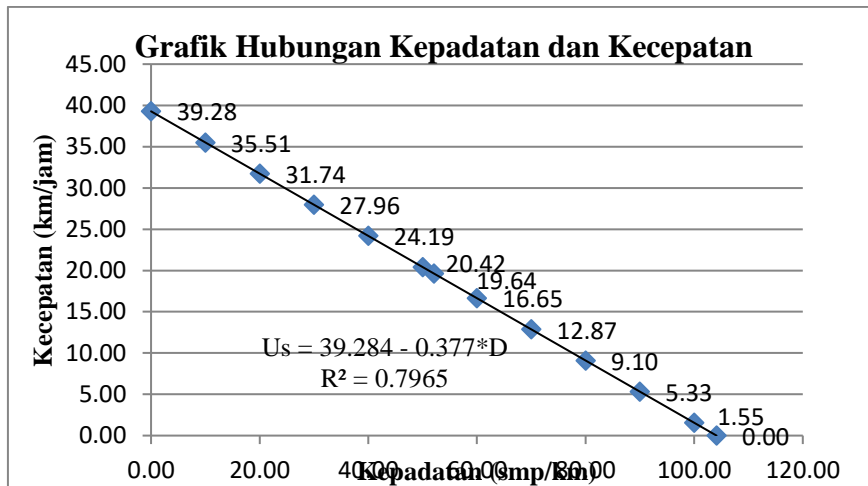
Gambar 13 Grafik Hubungan Kepadatan dan Volume Pada Hari Minggu (Hari Libur)

Tabel 6 Rekap Hasil Perhitungan Variabel Volume, Kecepatan dan Kepadatan Pada Hari Senin (Hari Kerja)

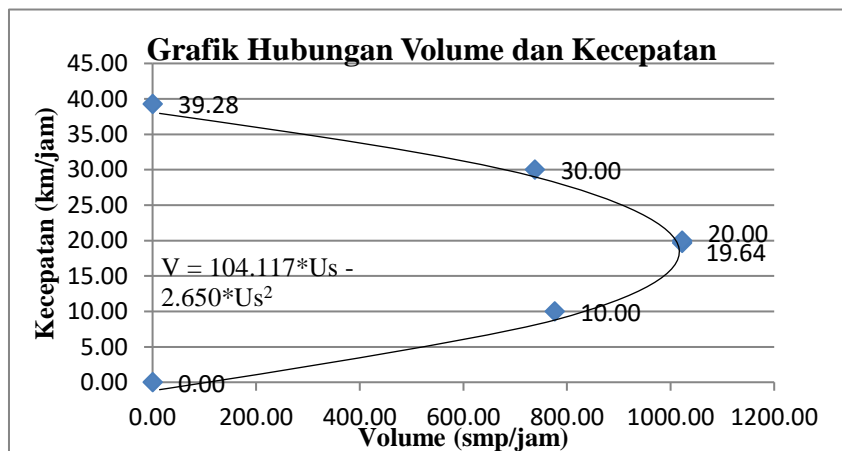
No	Waktu	Volume (smp/jam)	Kecepatan (km/jam)	Kepadatan (smp/km)
		(V)	(Us)	(D)
1	06.00-06.15	509.85	41.38	10.82
2	06.15-06.30	621.15	36.54	15.40
3	06.30-06.45	817.30	36.09	21.00
4	06.45-07.00	817.35	38.23	19.05
5	07.00-07.15	654.60	38.45	16.17
6	07.15-07.30	688.30	39.41	16.15
7	07.30-07.45	748.20	36.08	19.15
8	07.45-08.00	746.25	34.31	20.29
9	08.00-08.15	685.50	36.95	17.17
10	08.15-08.30	678.85	35.50	17.42
11	08.30-08.45	648.70	38.67	15.27
12	08.45-09.00	755.25	36.70	18.47
13	09.00-09.15	751.35	31.25	24.71
14	09.15-09.30	633.50	35.46	17.07
15	09.30-09.45	608.60	35.63	15.82
16	09.45-10.00	586.45	38.70	14.27
17	10.00-10.15	583.35	34.15	16.27
18	10.15-10.30	571.35	33.37	15.12
19	10.30-10.45	571.55	32.17	15.59
20	10.45-11.00	563.65	33.42	14.87
21	11.00-11.15	541.70	32.90	14.27
22	11.15-11.30	517.65	31.05	15.37
23	11.30-11.45	502.60	31.47	15.77
24	11.45-12.00	524.00	28.23	18.18
25	12.00-12.15	522.05	33.97	15.99
26	12.15-12.30	500.15	27.56	16.94
27	12.30-12.45	513.25	27.74	17.40
28	12.45-13.00	549.20	28.57	18.83
29	13.00-13.15	514.75	28.50	18.65
30	13.15-13.30	519.40	25.82	21.56
31	13.30-13.45	545.20	27.90	23.03
32	13.45-14.00	563.35	24.76	24.73
33	14.00-14.15	600.05	23.99	32.03
34	14.15-14.30	598.75	26.11	31.34
35	14.30-14.45	606.60	27.39	29.08
36	14.45-15.00	605.65	28.89	25.98
37	15.00-15.15	606.80	17.56	34.26
38	15.15-15.30	633.85	23.29	31.65
39	15.30-15.45	613.35	11.91	70.07
40	15.45-16.00	596.15	9.08	64.54
41	16.00-16.15	576.55	10.30	71.17
42	16.15-16.30	596.65	10.10	61.24
43	16.30-16.45	579.95	7.04	113.22
44	16.45-17.00	584.00	10.05	80.37
45	17.00-17.15	606.80	16.89	49.33
46	17.15-17.30	575.75	19.28	66.09
47	17.30-17.45	571.75	16.79	63.32
48	17.45-18.00	580.55	16.88	44.54

Tabel 7 Data Untuk Menggambar Grafik Hubungan Kecepatan, Volume dan Kepadatan Pada Hari Senin (Hari Kerja)

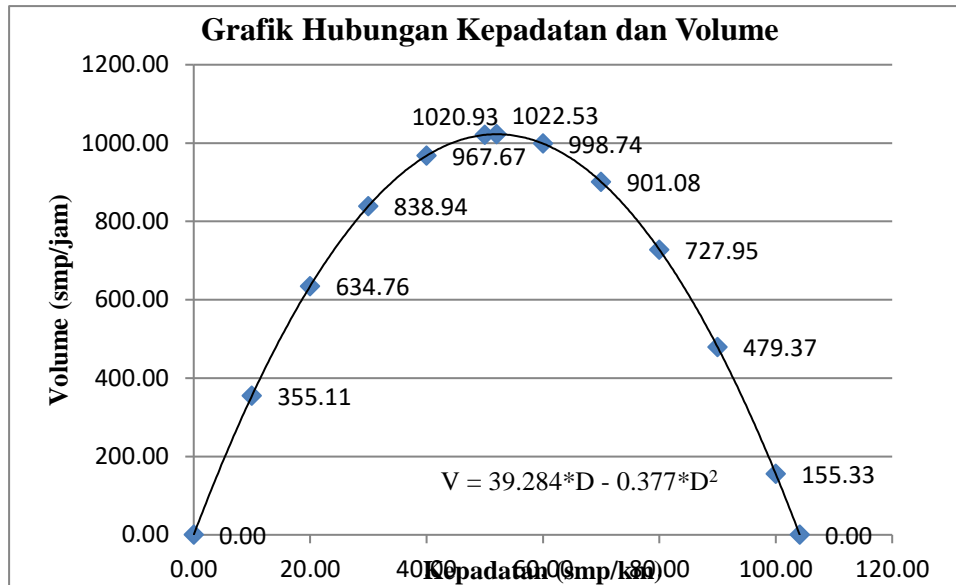
No	Grafik I		Grafik II		Grafik III	
	Kepadatan dan Kecepatan		Kecepatan dan Volume		Kepadatan dan Volume	
	$U_s = 39.284 - 0.377 * D$		$V = 104.117 * U_s - 2.650 * U_s^2$		$V = 39.284 * D - 0.377 * D^2$	
	D	Us	V	Us	D	V
1	0.00	39.28	0.00	0.00	0.00	0.00
2	10.00	35.51	776.13	10.00	10.00	355.11
3	20.00	31.74	1022.53	19.64	20.00	634.76
4	30.00	27.96	1022.19	20.00	30.00	838.94
5	40.00	24.19	738.18	30.00	40.00	967.67
6	50.00	20.42	0.00	39.28	50.00	1020.93
7	52.06	19.64			52.06	1022.53
8	60.00	16.65			60.00	998.74
9	70.00	12.87			70.00	901.08
10	80.00	9.10			80.00	727.95
11	90.00	5.33			90.00	479.37
12	100.00	1.55			100.00	155.33
13	104.12	0.00			104.12	0.00



Gambar 14 Grafik Hubungan Kepadatan dan Kecepatan Pada Hari Hari Senin (Hari Kerja)



Gambar 15 Grafik Hubungan Volume dan Kecepatan Pada Hari Senin (Hari Kerja)



Gambar 16 Grafik Hubungan Kepadatan dan Volume Pada Hari Senin (Hari Kerja)

PENUTUP

Kesimpulan

Dari analisis data yang telah diuraikan dalam bab-bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Di dalam karakteristik lalu lintas terdapat hubungan yang saling terkait antara volume, kecepatan dan kepadatan. Kecepatan akan menurun apabila kepadatan bertambah. Kecepatan arus bebas akan terjadi apabila kepadatan sama dengan nol. Dan pada saat kepadatan maksimal terjadi maka kecepatan sama dengan nol. Yang dimana kepadatan juga berpengaruh terhadap volume kendaraan. Ketika kepadatan terjadi maka volume kendaraan akan berkurang.

Hubungan variabel kecepatan (U_s), volume (V) dan kepadatan (D) dihitung dengan menggunakan metoda Greenshields. Dari hasil analisa diperoleh hubungan variabel kecepatan, volume dan kepadatan serta tingkat akurasi (r^2) sebagai berikut :

- a. Data lalu lintas saat setengah hari kerja

Hubungan Kepadatan dan Kecepatan

$$(r^2) = 0.8048$$

$$U_s = 34.595 - 0.365 * D$$

Hubungan Volume dan Kecepatan

$$V = 94.906 * U_s - 2.743 * U_s^2$$

Hubungan Kepadatan dan Volume

$$V = 34.595 * D - 0.365 * D^2$$

- b. Data lalu lintas saat hari libur

Hubungan Kepadatan dan Kecepatan

$$(r^2) = 0.5161$$

$$Us = 48.114 - 0.770 * D$$

Hubungan Volume dan Kecepatan

$$V = 62.517 * Us - 1.299 * Us^2$$

Hubungan Kepadatan dan Volume

$$V = 48.114 * D - 0.770 * D^2$$

- c. Data lalu lintas saat hari kerja

$$(r^2) = 0.7965$$

Hubungan Kepadatan dan Kecepatan

$$Us = 39.284 - 0.377 * D$$

Hubungan Volume dan Kecepatan

$$V = 104.117 * Us - 2.650 * Us^2$$

Hubungan Kepadatan dan Volume

$$V = 39.284 * D - 0.377 * D^2$$

2. Dari hasil analisa data lalu lintas diperoleh harga volume, kepadatan dan kecepatan maksimum sebagai berikut :

- a. Data lalu lintas saat setengah hari kerja

$$Vm = 820.82 \text{ smp/jam}$$

$$Dm = 47.45 \text{ smp/km}$$

$$Um = 17.30 \text{ km/jam}$$

- b. Data lalu lintas saat hari libur

$$Vm = 752.00 \text{ smp/jam}$$

$$Dm = 31.26 \text{ smp/km}$$

$$Um = 24.06 \text{ km/jam}$$

- c. Data lalu lintas saat hari kerja

$$Vm = 1022.53 \text{ smp/jam}$$

$$Dm = 52.06 \text{ smp/km}$$

$$Um = 19.64 \text{ km/jam}$$

Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan pada studi ini antara lain :

- a. Pengukuran kecepatan dengan metoda yang mempergunakan alat bantu *stopwatch* sangat mengandalkan kesigapan dan ketepatan pengamat sehingga perlu dipikirkan metoda pengukuran kecepatan yang lebih baik.
- b. Dalam kondisi lalu lintas padat atau macet untuk menghitung jumlah kendaraan bermotor di lapangan harus benar-benar teliti karena terdapat kendaraan bermotor yang terhalang oleh mobil.
- c. Pemilihan lokasi survei sebaiknya menghindari adanya percabangan jalan (gang atau lorong masuk permukiman), karena hal ini dapat menjadi kendala dalam perhitungan kecepatan. Dimana kemungkinan kendaraan yang dipilih sebagai sample untuk menghitung kecepatan ternyata tidak sampai akhir titik pengamatan karena belok ke lorong atau gang tersebut.