

**KAJIAN HUBUNGAN VOLUME, KECEPATAN,
DAN KEPADATAN LALU LINTAS MODEL UNDERWOOD
(Studi Kasus Jalan Lingkar Luar Kota Demak)**

Juang Akbardin

Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung
akbardien@yahoo.co.id

Abstrak

Jalan Raya Pantai Utara (PANTURA) Pulau Jawa mempunyai peranan penting dalam distribusi pergerakan barang dan penumpang nasional. Permasalahan bercampurnya lalu lintas menerus dan lalu lintas kota pada Jalan Raya PANTURA di kota – kota yang dilewati ruas tersebut telah diselesaikan dengan keberadaan jalan lingkar (*ringroad*) pada masing – masing kota di pantura. Keberadaan Jalan lingkar (*ringroad*) di kota harus berada pada kondisi allu lintas yang mempunyai pelayanan yang baik. Perubahan tata guna lahan pada koridor jalan lingkar pada masing – masing kota tidak dapat dihindari secara langsung. Kota Demak yang merupakan *hinterland* Ibu kota Provinsi mempunyai peranan penting untuk mengendalikan arus lalu lintas menerus tersebut secara tepat. Jalaln lingkar kota Demak disamping mempunyai tugas pokok sebagai prasarana distribusi lalu lintas menerus, karena perubahan tata guna lahan tersebut mengalami beberapa permasalahan lalu lintas yang dapat berkembang dan menyebabkan permasalahan lalu lintas yang lebih kompleks. Kemacetan, tundaan dan antrian merupakan permasalahan yang timbul dari aktivitas yang berkembang pada guna lahan tersebut. Untuk mengetahui perilaku karakteristik volume , kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada jalan lingkar tersebut maka diperlukan suatu estimasi hubungan volume-kecepatan–Kepadatan lalu lintas dengan pendekatan model *Underwood* sebagai salah satu metode mencari hubungan tersebut. Hasil analisis yang didapatkan pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa model *Underwood* hubungan Hubungan Volume – kecepatan (V-S) $V = 51 \times S \times \ln 82,6 / S$; Hubungan (V-D) $V = 82,6 \times D \times e^{-\frac{D}{51}}$; Hubungan $S = 82,6 \times e^{-\frac{D}{51}}$. Dengan nilai signifikansi model $R^2 = 0,97$ Dari pendekatan model *Underwood* didapat suatu pendekatan fenomena bahwa hubungan volume-kecepatan-kepadatan lalu lintas pada jalan lingkar kota Demak harus mulai diantisipasi permasalahan – permasalahan yang akan muncul dalam perubahan tata guna lahan yang terjadi sehingga pelayanan jalan lingkar tersebut apabila ditinjau dari kecepatan-volume dan kepadatannya harus tetap dalam kondisi yang layak.

Kata Kunci : Jalan Lingkar, Kota Demak, Volume, kecepatan, kepadatan, Lalu Lintas

Abstract

North Coastal Highway of java island have main role in the distribution of national passenger and freight movement. The problem of mixing continuos traffic and town traffic on “pantura” highway in the towns which are passed by that way has been solved by ringroad on each towns in pantura. The existence of ringroad in a town has to be on good service traffic condition. The change of lands use on ringroad in each towns does not avoid directly. Demak is the hinterland of province capital which has main role to controls that contoninuous currents traffic on the right way. Demak ringroad does not only has basic work as infrastructure of continous traffic distributions but also has traffic problems that can develop and make traffic problem is more complexes, jam, delay and queue are problem that accured by developing activities on the land use. For knowing characteristic of volume, vicocity and traffic density on the ringroad, therefor it is need to estimate the relation of volume-vicocity-traffic density by approach to underwood models as a method to find that relation Hubungan Volume – kecepatan (V-S) $V = 51 \times S \times \ln 82,6 / S$; Hubungan (V-D) $V = 82,6 \times D \times e^{-\frac{D}{51}}$; Hubungan $S = 82,6 \times e^{-\frac{D}{51}}$. The result from that research analysis provide that volume-vicocity-traffic density of Demak ringroad has to be anticipated from the problems that would be appeared in accured land use change, so that ringroad service has to be on good condition if it is observed from vecocity, volume and traffic density.

Key words : ringroad, Demak town, Volume, speed and traffic density

PENDAHULUAN

Jalan Lingkar Kota Demak merupakan salah satu jalan nasional wilayah pantura yang

mempunyai peranan yang sangat utama. Peranan jalan lingkar luar kota Demak menjadi penting karena pergerakan arus lalu

lintas pantura harus berjalan lancar tanpa suatu hambatan yang disebabkan karena pergerakan arus lalu lintas local atau perkotaan.

Jaringan jalan kota Demak yang sangat terbatas dan kurang memadai dalam system pergerakan perkotaan atau antar kota menjadikan fungsi jalan lingkaran luar kota Demak tetap harus terjaga dalam kondisi arus lalu lintas yang stabil. Tetapi dengan perkembangan pertumbuhan lalu lintas dan perubahan guna lahan yang terjadi pada jalan lingkaran luar Kota Demak menjadikan perubahan perkembangan pelayanan jalan lingkaran luar kota Demak dalam distribusi lalu lintas.

Permasalahan kemacetan pada ruas jalan tersebut mulai menunjukkan terjadi pada beberapa titik. Volume lalu lintas yang berkembang dan kepadatan pada ruas jalan tersebut merupakan kondisi yang harus diantisipasi dalam perkembangannya. Untuk mengestimasi dan mengetahui perilaku pergerakan lalu lintas pada ruas jalan tersebut diperlukan suatu pendekatan – pendekatan kondisi eksisting.

Untuk menentukan tindakan-tindakan penyelesaian permasalahan pergerakan lalu lintas yang berhubungan antara volume lalu lintas, kecepatan dan kepadatan tersebut digunakan penyelesaian dengan memodelkan fenomena perilaku tersebut dengan model matematis.

Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dalam penelitian ini adalah mengetahui hubungan matematis volume-kecepatan dan kepadatan lalu lintas.

Dengan tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengidentifikasi karakteristik volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas,
2. Menganalisis karakteristik volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas
3. Memodelkan hubungan antara karakteristik lalu lintas yang meliputi model hubungan volume-kecepatan, kecepatan-kepadatan dan volume-kepadatan

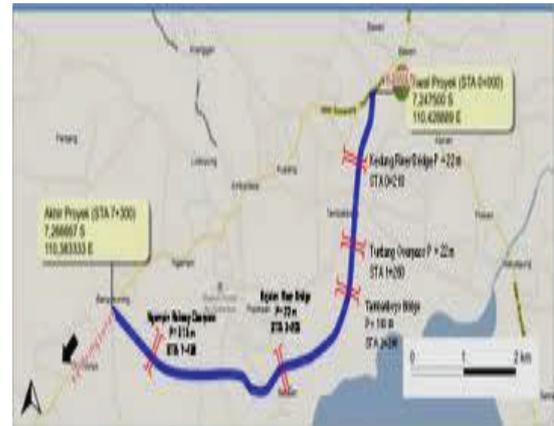
Batasan Penelitian

Untuk menghindari penelitian terlalu luas dan terbatasnya waktu yang tersedia, maka pembatasan masalah dalam penelitian ini akan menitik beratkan pada beberapa hal yaitu sebagai berikut :

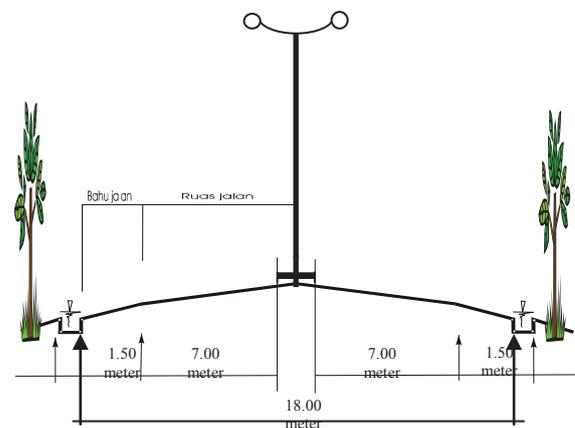
- Ruas jalan pada jalan lingkaran luar kota Demak ditinjau pada segmen sta 1+100 sd 2+100
- Survei arus lalu lintas dilakukan selama satu minggu dari hari Senin hingga hari Minggu.
- Survei arus lalu lintas dilakukan pada hari pukul 07.00 - 18.00 WIB.

- Model yang digunakan untuk mengetahui hubungan tersebut model *underwood*

LOKASI PENELITIAN



Gambar. 1. Peta Jalan Lingkaran (*Ringroad*) Kota Demak



Gambar. 2. Potongan Melintang Jalan Lingkaran (*Ringroad*) Kota Demak

Karakteristik Komponen Lalulintas

Karakteristik Sarana

Dalam berlalu lintas di jalan raya terdapat berbagai jenis kendaraan yang masing-masing mempunyai ciri tersendiri yang membedakan kendaraan tersebut dengan jenis kendaraan lainnya. Ciri tersendiri dari kendaraan itu kemudian disebut dengan karakteristik kendaraan.

Karakteristik Pemakai Jalan

Salah satu dari komponen lalu lintas yang sangat penting adalah pemakai jalan. Pemakai jalan adalah orang yang menggunakan sistem jalan dan dapat mengendalikan pergerakan kendaraan dan dirinya. Adanya dua kelas pemakai jalan yang berbeda, yaitu pengemudi dan pejalan kaki. Jadi penumpang tidak termasuk pemakai jalan.

Karakteristik Arus Lalu lintas

Karakteristik arus lalu lintas menjelaskan ciri arus lalu lintas dalam kaitannya dengan volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas serta hubungannya dengan waktu ruang jenis kendaraan yang menggunakan ruang jalan. Dalam penentuan karakteristik arus lalu lintas perkotaan, beberapa jenis kendaraan yang berbeda akan disamakan satuannya dengan melihat faktor ekivalensi mobil penumpang (emp) dari kendaraan tersebut.

Volume lalu lintas

Volume lalu lintas didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah kendaraan yang melewati sesuatu titik tertentu dengan interval waktu pengamatan. volume lalu lintas dapat dihitung dengan rumus dibawah ini (E.K.Morlock, 1991) :

$$q = \frac{n}{t} \quad (1)$$

Dengan :

- q = Volume lalu lintas (SMP/Jam)
- n = Jumlah kendaraan yang melewati titik dalam interval waktu pengamat
- t = Interval waktu pengamatan

Kecepatan Lalu lintas

Kecepatan lalu lintas didefinisikan sebagai perbandingan antara jarak yang ditempuh dengan waktu yang diperlukan untuk menempuh jalan tersebut.

- 1) *Space Mean Speed* (kecepatan rata-rata ruang) Yaitu untuk menyatakan kecepatan rata-rata kendaraan dalam suatu bagian jalan pada suatu saat tertentu (E.K.Morlock, 1991) :

$$u = \frac{\sum_{i=1}^n Si}{\sum_{i=1}^n mi} \quad (2)$$

Dengan :

- u = Kecepatan rata-rata ruang (m/det)
- Si = Jarak yang ditempuh kendaraan I di atas jalan (1,2,...) (m)
- mi = Waktu yang digunakan kendaraan I di atas jalan (det)
- n = Jumlah kendaraan yang diamati

- 2) *Time Mean Speed* (kecepatan rata-rata waktu) Yaitu waktu untuk menyatakan kecepatan rata-rata kendaraan yang melewati titik tertentu (E.K.Morlock, 1991):

$$v = \frac{l}{n} \sum_{i=1}^n Vi \quad (3)$$

Dimana :

- V = Kecepatan rata-rata ruang (m/det).

Vi = Kecepatan kendaraan pada suatu titik tertentu pada suatu jalan (m/det).

n = Jumlah kendaraan yang diamati.

3) Kecepatan Arus Bebas

Untuk jalan terbagi analisa dilakukan pada kedua arah lalu lintas. Untuk jalan tak terbagi, analisa dilakukan terpisah pada masing-masing arah lalu lintas, seolah-olah masing-masing arah merupakan jalan satu arah yang terpisah. Untuk penentuan kecepatan arus bebas digunakan rumus (MKJI, 1997) :

$$FV = (FVo + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{CS} \quad (4)$$

Dengan :

- FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan (km/jam)
- FVo = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam).
- FVw = Penyesuaian lebar jalur lalu lintas efektif (km/jam)
- FFV_{SF} = Faktor penyesuaian kondisi hambatan samping dan lebar bahu atau jarak kereb penghalang.
- FFV_{CS} = Faktor penyesuaian kecepatan untuk ukuran kota.

Kepadatan Lalu lintas

Kepadatan lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang lewat pada suatu bagian tertentu dari sebuah jalur jalan dalam satu atau dua arah selama jangka waktu tertentu, keadaan jalan serta lalu lintas tertentu pula. Untuk menghitung kepadatan lalu lintas (E.K.Morlock, 1991)

$$k = \frac{q}{u} \quad (5)$$

Dengan :

- k = kepadatan lalu lintas (SMP/Km)
- q = volume lalu lintas (SMP/Jam)
- u = kecepatan rata-rata lalu lintas (Km/Jam)

Kapasitas Jalan

Kapasitas dapat didefinisikan sebagai tingkat arus maksimum dimana kendaraan dapat diharapkan untuk melalui suatu potongan jalan pada periode waktu tertentu untuk kondisi jalur/jalan, lalu lintas, pengendalian lalu lintas dan kondisi cuaca yang berlaku. Kapasitas jalan dihitung dengan rumus (MKJI, 1997)

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \quad (6)$$

Dengan :

- C = Kapasitas (smp/jam)
- Co = Kapasitas dasar (smp/jam)
- FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas
- FC_{Sp} = Faktor penyesuaian pemisah arah

FC_{Sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping

FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan menggunakan kapasitas (C) maka dapat dihitung rasio antara Q dan C, yaitu derajat kejenuhan sebagaimana rumus dibawah ini (MKJI, 1997) :

$$DS=Q/C \tag{7}$$

Dengan :

DS = Derajat kejenuhan

Q =Arus kendaraan total dalam waktu tertentu (smp/jam)

C = Kapasitas jalan (smp/jam)

Hubungan Arus Lalulintas Model Underwood

Penurunan Model *Underwood* merumuskan bahwa hubungan matematis antara Kecepatan – Kepadatan diasumsikan bukan fungsi linear, melainkan fungsi logaritmik seperti pada persamaan berikut : (persamaan 8) (Tamin, 2000)

$$S = S_{ff} \cdot e^{-\frac{D}{D_M}} \tag{8}$$

Dengan :

S_{ff} = Kecepatan Arus Bebas

D_M = Kepadatan pada kondisi maksimum (kapasitas)

Jika persamaan (8), dinyatakan logaritma natural , maka persamaan (8) dapat dinyatakan kembali pada persamaan (9) hubungan antara kecepatan – kepadatan

$$\ln S = \ln S_{ff} - \frac{D}{D_M} \tag{9}$$

Selanjutnya, hubungan matematis antara Arus – Kecepatan dapat diturunkan dengan menggunakan persamaan dasar dan memasukkan persamaan dasar adalah persamaan yang menyatakan hubungan matematis antara Arus – Kepadatan. Kondisi Arus maksimal (V_m) bisa didapat pada saat arus D = D_m. Nilai D = D_m bisa didapat melalui persamaan (12) & (13), Tamin, 2003

$$\frac{V}{D} = S_{ff} \cdot e^{-\frac{D}{D_M}} \tag{12}$$

$$V = D \cdot S_{ff} \cdot e^{-\frac{D}{D_M}} \tag{13}$$

Persamaan yang menyatakan hubungan matematis antara Arus – Kepadatan. Kondisi Arus (V_M) bisa didapat pada saat arus D = D_M

Selanjutnya, hubungan matematis antara Arus – Kecepatan dapat diturunkan dengan menggunakan persamaan dasar dan dengan memasukkan persamaan (15) ke persamaan (8), maka diturunkan persamaan (14) s/d (18), Tamin, 2003

$$S = S_{ff} \cdot e^{-\frac{V}{S \cdot D_M}} \tag{14}$$

$$\ln S = \ln S_{ff} - \frac{V}{S \cdot D_M} \tag{15}$$

$$\frac{V}{S \cdot D_M} = \ln S_{ff} - \ln S \tag{16}$$

$$V = S \cdot D_M (\ln S_{ff} - \ln S) \tag{17}$$

Persamaan (17) adalah persamaan yang menyatakan hubungan matematis antara Arus – Kecepatan. Kondisi arus maksimum (V_m) bisa didapat pada saat arus S= S_m. Nilai S=S_m bisa didapat dari persamaan (18) & (19), Tamin 2003

$$\frac{\partial V}{\partial S} = D_M (\ln S_{ff} - \ln S_M) + D_M \cdot S_M \left(-\frac{1}{S_M} \right) \tag{18}$$

$$D_M (\ln S_{ff} - \ln S_M) - D_M = 0 \tag{19}$$

$$\ln S_{ff} - \ln S_M = 1 \tag{20}$$

$$S_M = e^{\ln S_{ff} - 1} \tag{21}$$

Analisa Regresi dan Korelasi

Analisa Regresi

Bila variabel bebas linear terhadap variabel tak bebas, maka hubungan dari kedua dari variabel tersebut dikenal dengan analisa regresi linear. Bila hubungannya lebih dari dua variabel bebas disebut sebagai analisa linear berganda.

Besarnya nilai intercept A dan B dapat dicari dengan persamaan-persamaan dibawah ini (Tamin, O.Z, dkk, 2000) :

$$B = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i - \sum x_i^2} \tag{22}$$

Dan

$$A = \bar{y}_i - b \cdot \bar{x}_i \tag{23}$$

Dengan :

\bar{y}_i = $\sum y_i / n$ atau nilai rata-rata y_i

\bar{x}_i = $\sum x_i / n$ atau nilai rata-rata x_i

n = jumlah sample

y_i = variabel tak bebas

x_i = variabel bebas

A = nilai intercept dari persamaan regresi

B = koefisien regresi

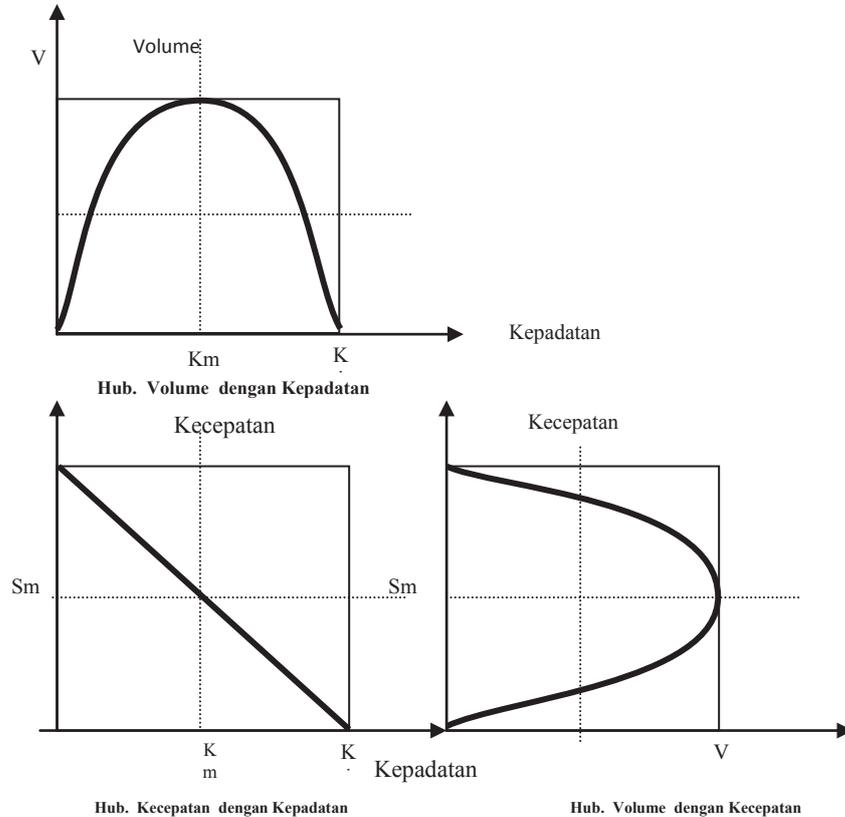
Analisa Korelasi

Analisa korelasi akan melahirkan suatu koefisien korelasi antara variabel tak bebas (y)

dengan variabel bebas (x) atau sesama variabel tak bebas. Untuk mengetahui sejauh mana ketepatan suatu fungsi regresi, maka dapat dilihat dari nilai koefisien determinasi (r^2) yang diperoleh dengan mengkuadratkan nilai koefisien korelasi tersebut. Nilai koefisien

korelasi dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini (Tamin. O.Z, 2000) :

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{(n \sum x_i^2 - \sum x_i^2)(n \sum y_i^2 - \sum y_i^2)}} \quad (24)$$



METODOLC Pendekatan

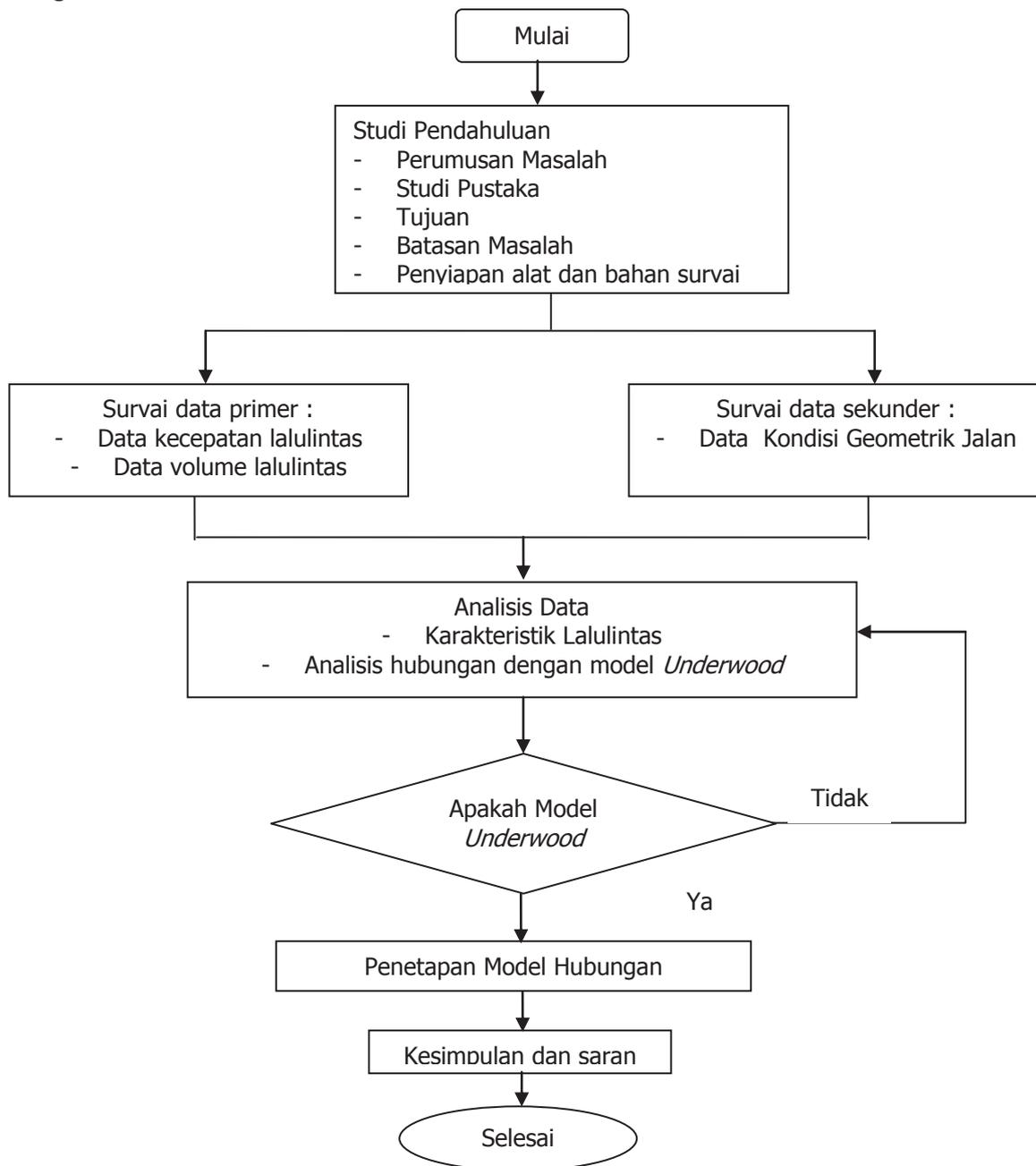
Gambar. 3. Grafik Hubungan Volume-kecepatan dan kepadatan

Pendekatan yang melatarbelakangi indikasi dari Penelitian Kajian Hubungan Volume – kecepatan dan kepadatan lalu lintas metode greenshiels tersebut adalah;

1. Karakteristik lalu lintas
2. Volume lalu lintas
3. Kepadatan Lalu lintas
4. Kecepatan Kendaraan Metode survey
5. Jenis Kendaraan
6. Geometri dan tipe jalan

Masing – masing komponen tersebut saling mempengaruhi dan mempunyai kontribusi dalam penelitian sebagai variabel pengaruh dalam menentukan kajian. Penentuan faktor – faktor tersebut dirumuskan dalam diagram alir pada gambar 4, berikut

Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Bagan Alir Metodologi Penelitian

Rancangan Pengambilan Data

Berdasarkan pada gambar 4 maka dilakukan survey dengan membagi penelitian ini kedalam beberapa tahapan/langkah sebagai berikut :

A. Data Primer

Pengambilan data primer dilakukan dengan metode survei langsung pada ruas jalan yang ditinjau. Survei lapangan meliputi survei volume lalu lintas, survei kecepatan lalu lintas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Geometri dan Tipe Jalan

Jalan Lingkar (*ringroad*) Kota Demak secara umum mempunyai geometri secara umum

dan survei kondisi lingkungan jalan. Dengan menentukan titik survey yang ditentukan dengan counting kendaraan sesuai jenis kendaraannya.

B. Data Sekunder

Data sekunder terdiri data kondisi geometrik jalan. Pengambilan data sekunder dilakukan dengan mendatangi instansi-instansi yang terkait dengan masalah-masalah tersebut.

dengan alinement vertikal yang sangat datar dengan sedikit kelandaian pada outprit pada jembatan yang dilewatinya dan alinement

harisontal dengan tipe tikungan yang mengutamakan kenyamanan dengan tipe S-C-S. Tipe jalan adalah adalah jalan dua arah yang terbagi atas empat jalur yang dipisahkan oleh median untuk lalulintas yang bergerak berlawanan (4/2 D).

Kondisi Arus Lalulintas

Aktifitasi lalulintas sehari-hari jalan lingkaran (*ringroad*) kota Demak dilalui kendaraan seperti mobil pribadi, angkutan antar kota dan kendaraan – kendaraan barang dengan

berbagai jeninya dan sepeda motor. Keberadaan jalan lingkaran yang merupakan jalan yang mempunyai peran utama mendistribusikan arus lalu lintas menerus.

Karakteristik Lalulintas

Volume Lalulintas

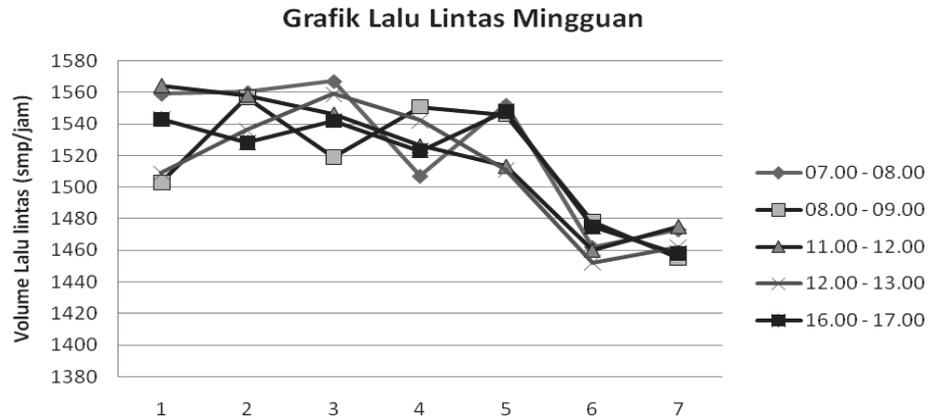
Berdasarkan hasil survei dan reduksi data volume arus lalulintas pada lokasi studi, maka diperoleh nilai-nilai lalulintas rata-rata perjam dalam seminggu seperti terlihat pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel.1. Volume Lalu Lintas Rata - rata

Periode Pengamatan	Volume Lalu Lintas Harian (smp/jam)						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu
07.00 - 08.00	1539	1569	1552	1567	1529	1467	1478
08.00 - 09.00	1517	1558	1549	1556	1555	1493	1495
11.00 - 12.00	1526	1565	1546	1555	1510	1474	1480
12.00 - 13.00	1547	1504	1526	1570	1511	1483	1459
16.00 - 17.00	1551	1541	1501	1514	1548	1474	1468
17.00 - 18.00	1531	1506	1505	1538	1502	1481	1485
Vol. Rata – rata (smp/jam)	1535	1540	1530	1550	1526	1479	1478
Vol. Jam Puncak (smp/jam)	1551	1569	1552	1570	1555	1493	1495
Vol. Jam Puncak Rata - rata dalam seminggu (smp/jam)	1540						
Vol. Rata – rata dalam seminggu (smp/jam)	1520						

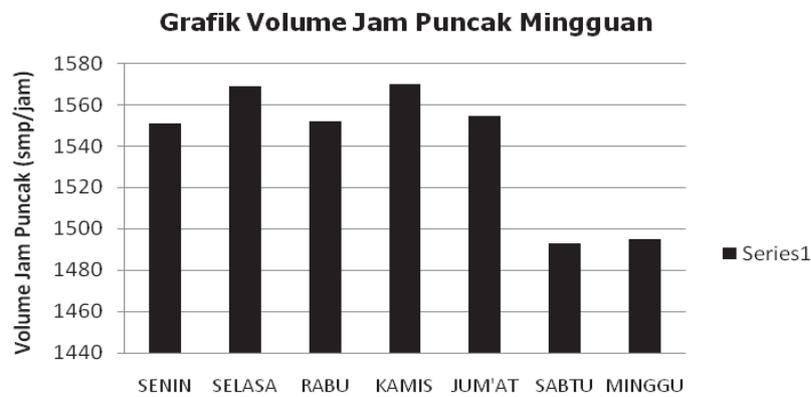
Dari pengamatan yang dilakukan pada lokasi penelitian didapat data karakteristik lalu lintas yang terjadi pada ruas jalan tersebut yaitu dari tabel 1 menunjukkan bahwa volume puncak terjadi pada hari Kamis yaitu sebesar 1570 smp/jam pada pukul 12.00 – 13.00 dan beberapa volume jam puncak pada pagi dan sore hari jam 16.00 – 17.00 dan 17.00 – 18.00, hal tersebut menunjukkan bahwa jalan

lingkaran kota Demak sebagai pendistribusi lalu lintas jarak jauh tidak terlalu terpengaruh aktivitas perkotaan yang biasa muncul pada jam – jam puncak pagi. Secara umum untuk hari-hari lainnya peningkatan volume lalulintas jalan tidak terlalu signifikan. Volume rata-rata dalam seminggu adalah 1520 smp/jam dan volume puncak rata-rata dalam seminggu adalah 1540 smp/jam.



Sumber : Hasil Survey

Gambar. 5. Grafik nilai volume rata-rata perjam



Sumber : Analisis Data Hari dalam mingguan

Gambar. 6. Grafik Nilai Volume Puncak

Kecepatan Lalulintas

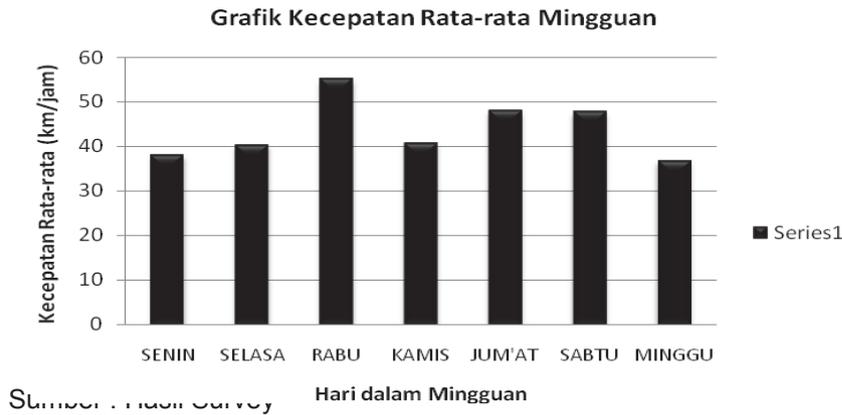
Kondisi kecepatan lalulintas pada lokasi studi berdasarkan hasil survai dalam bentuk nilai

kecepatan rata-rata perjam setiap hari dalam satu minggu waktu pengamatan. sebagai berikut Tabel 2

Tabel. 2. Kecepatan Pada Lokasi Penelitian

Hari	Kecepatan Rata - rata ruang (km/jam)			Rata - rata harian
	LV	HV	MC	
Senin	45	28	41	38
Selasa	41	26	54	40.3
Rabu	50	46	69	55
Kamis	52	30	40	40.7
Jumat	58	44	42	48
Sabtu	50	25	68	47.7
Minggu	35	30	45	36.7
Kec. Rata-rata seminggu (Km/Jam)	47.29	32.71	51.29	43.8

Sumber : Hasil Survey



Gambar. 7. Grafik Kecepatan Rata –rata Mingguan

Kondisi kecepatan yang lalu lintas yang diperlihatkan pada tabel 2 dan gambar 7 diatas memperlihatkan bahwa secara keseluruhan kecepatan lalu lintas pada ruas jalan berfluktuasi dari hari Senin hingga

Minggu, dimana kecepatan rata-rata seminggu sebesar 43.8 Km/Jam dan kecepatan lalu lintas tertinggi terjadi pada hari rabu sebesar 55 Km/Jam.

Kepadatan Lalulintas

Berdasarkan survey penelitian diperoleh data volume dan kecepatan lalu lintas dari lapangan

dan kemudian dianalisis, maka diperoleh nilai kepadatan lalu lintas sebagai berikut :

Tabel. 3. Nilai Kepadatan Lalulintas

Hari	Volume Lalu lintas Q (smp/jam)	Kecepatan V (km/jam)	Kepadatan D (smp/km)
Senin	1535	38	40.39
Selasa	1540	40.3	38.21
Rabu	1530	55	27.82
Kamis	1550	40.7	38.08
Jumat	1526	48	31.79
Sabtu	1479	47.7	31.01
Minggu	1478	36.7	40.27
Rata- rata	1519.71	43.77	35.37

Sumber : Hasil Analisis Data

Dari Tabel 3. terlihat kepadatan terbesar terjadi pada hari senin dan yang terendah terjadi pada hari rabu. Kepadatan lalu lintas

rata-rata dalam seminggu sebesar 35.37 smp/km.

Kapasitas

Nilai kapasitas pada ruas jalan dapat dilihat pada tabel 4

Tabel. 4. Kapasitas Jalan

Arah	Kapasitas dasar Co (smp/jam)	Faktor penyesuaian untuk kapasitas				Kapasitas C (smp/jam)
		Lebar jalur FCw	Pemisahan arah FCsp	Hambatan samping FCsf	Ukuran kota FCcs	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	1650	1	1	0.92	0.86	1305.48

Sumber : Hasil Analisis Data

Pada tabel 4. terlihat bahwa nilai kapasitas ruas jalan sebesar 1305.48 smp/jam. Dari hasil analisa kapasitas (c) dan volume lalu lintas harian, maka nilai derajat kejenuhan (DS) dapat disajikan dalam tabel 5. sebagai berikut :

Tabel. 5. Nilai Derajat Kejenuhan (DS)

Hari	Volume Lalu lintas Q (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	DS
Senin	1535	1426.92	1.08
Selasa	1540	1426.92	1.08
Rabu	1530	1426.92	1.07
Kamis	1550	1426.92	1.09
Jumat	1526	1426.92	1.07
Sabtu	1479	1426.92	1.04
Minggu	1478	1426.92	1.04

Sumber : Hasil Analisis Data

Model Hubungan Karakteristik Lalulintas

Dengan melakukan transformasi linear, persamaan 16 dapat disederhanakan dan ditulis kembali sebagai persamaan linear $Y_i = A + BX_i$ dengan mengasumsikan $S = Y_i$ dan $D = X_i$. Dengan mengetahui beberapa set data S_i dan D_i yang bisa didapat dari hasil survey kecepatan dan kepadatan arus lalu lintas, maka dapat menggunakan analisis regresi linier pada persamaan dan 3.17, Parameter A dan B dapat dihitung dan dihasilkan beberapa nilai berikut $A = S_{ff}$ dan $B = -S_{ff} / D_j$, sehingga didapat nilai $S_{ff} = A$ dan nilai $D_j = -A/B$

$$B = \frac{N \sum_{i=1}^N (X_i \cdot Y_i) - \sum_{i=1}^N X_i \cdot \sum_{i=1}^N Y_i}{N \sum_{i=1}^N (X_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^N X_i \right)^2} \quad 22$$

$$A = \bar{Y} - B\bar{X} \quad 23$$

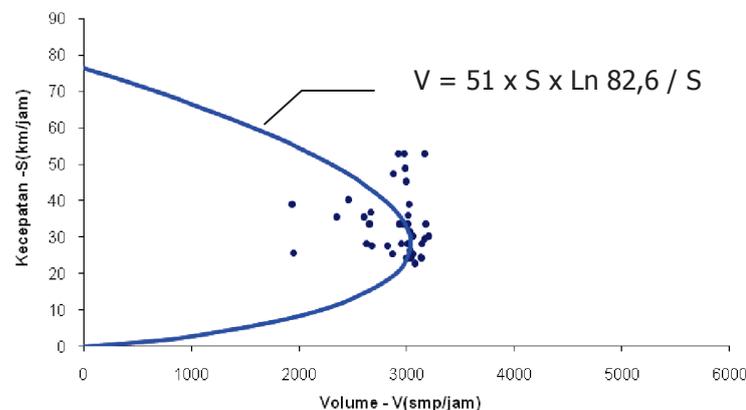
\bar{Y} dan \bar{X} adalah nilai rata-rata Y_i dan X_i

Dari hasil analisis nilai B dan A dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 22 dan 23 sehingga dihasilkan $A = \text{Ln} S_{ff} = 4.14$ sehingga $S_{ff} = 82.6$ km/jam dan $D_m = -1/B = 50.59$ smp/jam. Dengan menggunakan nilai S_{ff} dan D_M , maka dapat ditentukan hubungan matematis antar parameter sebagai berikut :

Model Hubungan V-S

Berdasarkan analisis dengan menggunakan model matematis, dengan model Underwood maka diperoleh model hubungan antar karakteristik lalu lintas, yaitu volume dan kecepatan (V-S) untuk ruas jalan lingkar kota Demak adalah Hubungan Volume – Kecepatan = $V = D_M \times S \times \text{Ln} S_{ff} / S$ sehingga $V = 51 \times S \times \text{Ln} 82,6 / S$

Dengan Grafik hubungan antara karakteristik lalu lintas, yaitu volume dan kecepatan (V-S) secara visual dapat dilihat pada grafik 8 sebagai berikut :



Gambar. 8. Grafik Hubungan V – S

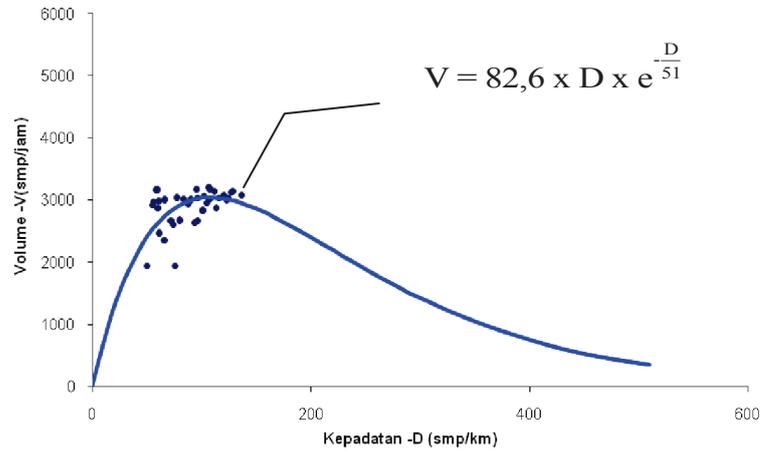
Dari gambar 8 terlihat bahwa pada karakteristik ruas jalan memiliki kecenderungan sebagai berikut : Nilai volume mencapai puncak pada saat nilai kecepatan tertentu kemudian nilai kecepatan membesar

dan nilai volume lalu lintas mendekati nol. Nilai volume lalu lintas maksimum adalah 3104 smp/jam untuk model *Underwood* 1550 smp/jam

Model Hubungan V – D

Dengan mensubstitusikan nilai S_{ff} dan nilai D_j dengan persamaan dasar sehingga Model hubungan V – D

pada ruas jalan Hubungan Volume – Kepadatan, $V = S_{ff} \times e^{-\frac{D}{D_M}}$



Gambar 9. Grafik Hubungan V – D

Dari gambar 9 dapat diketahui hubungan karakteristik lalu lintas V-D, terlihat bahwa volume meningkat hingga suatu nilai

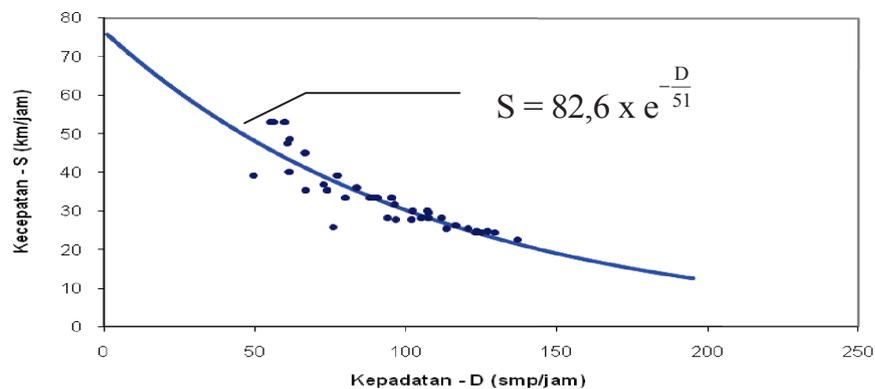
kepadatan tertentu, yaitu kepadatan optimum. Selanjutnya nilai kepadatan terus membesar dan volume mendekati nol.

Model Hubungan S – D

Dengan menggunakan nilai S_{ff} dan nilai D_j dengan persamaan dasar Analisis karakteristik arus lalu lintas selanjutnya adalah analisis hubungan antar karakteristik kecepatan dan kepadatan (S-D). Hasil analisis Hubungan Kecepatan – Kepadatan, $S = 82,6 \times e^{-\frac{D}{51}}$ Model hubungan antara kecepatan dan kepadatan (S-D) ditunjukkan pada grafik 10

bahwa nilai kepadatan lalu lintas meningkat pada saat nilai kecepatan lalu lintas terus membesar pada saat kepadatan lalu lintasnya mendekati nol. Dari pemodelan tersebut diperoleh nilai koefisien korelasi $r = -0,98$ dan koefisien Determinasi $R^2 = 0,97$. Hal tersebut mengartikan bahwa model tersebut sangat signifikan

Dari grafik hubungan karakteristik kecepatan dan kepadatan (S-D), secara umum terlihat



Gambar 10. Grafik Hubungan S – D

KESIMPULAN DAN SARAN
Kesimpulan

Berdasarkan analisis data lalu lintas yang didapat dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Kecepatan maksimum selama tujuh hari pengamatan terjadi pada hari Kamis sebesar 47.7 km/jam
2. Kecepatan rata – rata mingguan 43.10 km/jam
3. Volume puncak terjadi pada hari Kamis yaitu 1550 smp/jam .
4. Volume rata – rata mingguan 1519.71 smp/jam
5. Kepadatan maksimum terjadi pada hari senin sebesar 40.39 smp/km
6. Kepadatan rata-rata mingguan sebesar 35.37 smp/km
7. Model hubungan antar karakteristik lalu lintas yang didapat dengan kondisi lalu lintas dari metode *underwood* pada jalan lingkar kota Demak adalah untuk : Hubungan Volume – kecepatan (V-S) $V = 51 \times S \times \ln 82,6 / S$;

$$\text{Hubungan (V-D)} \quad V = 82,6 \times D \times e^{-\frac{D}{51}} ;$$

$$\text{Hubungan S} = 82,6 \times e^{-\frac{D}{51}}$$

Saran

Berdasarkan analisis dan kesimpulan yang dihasilkan pada model *underwood* ada beberapa yang dapat penulis sarankan antara lain :

1. Perlu dicoba penggunaan metode hubungan volume – kecepatan dan kepadatan dengan metode yang lain
2. Perlu perbandingan analisis berdasarkan tipe jalan yang berbeda
3. Perlu pengkajian lebih lanjut terkait dengan komposisi lalu lintas berdasarkan volume lalu lintas jalan tersebut

DAFTAR PUSTAKA

1. -----, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta, 1997.
2. Morlock, Edward. K. ***Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi***, Erlangga, Jakarta, 1991.
3. May, Adolf D, ***Traffic flow fundamental***, Prentice Hall International, Inc. 1990
4. Tamin, O.Z, ***Perencanaan dan Pemodelan Transportasi***, Penerbit ITB, Bandung, 2003.