

STUDI HUBUNGAN ARUS LALU LINTAS DI RUAS JALAN RUNGKUT ASRI KOTA MADYA SURABAYA DENGAN METODE UNDERWOOD

Hendrata Wibisana

Dosen Jurusan Teknik Sipil FTSP,
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”, Jawa Timur.
E-mail: hw00198@yahoo.com

ABSTRAK

Karakteristik dari arus lalu lintas dapat dipelajari dan dianalisis dengan menggunakan beberapa metode. Pada penelitian ini salah satu metode yang digunakan adalah Metode Underwood yang menyatakan bahwa hubungan matematis dari arus dan kerapatan merupakan fungsi logaritmik. Dari hasil pengolahan data arus lalu lintas pada ruas jalan Rungkut Asri di kotamadya Surabaya, berdasarkan metode Underwood dan pengolahan grafik dengan Regresi linier diperoleh nilai Sff (kecepatan pada kerapatan terendah) diperoleh sebesar 85,357 km/jam dan nilai Dj (kerapatan tertinggi) diperoleh sebesar 66,67 (smp/km). Volume maksimum diperoleh pada kondisi kepadatan $D = 33,335$ smp/km yang bergerak dengan kecepatan $S = 43,678$ km/jam. Model matematis diperoleh sebagai berikut: $\ln.S = 4,47 - 0,015 D$; $V = 87,357 D.e^{(-0,015D)}$; $V = 447 S - 66,67 S \ln.S$

Kata Kunci: Metode Underwood, *Speed vehicles*, *Traffic flow*, *Density of traffic*.

ABSTRACT

Characteristic from the traffic flow could be learn and analysis using several methods. In this research one of the methods is Underwood Methods, where the method is says that there is mathematical correlation between the volume and density of traffic. And the correlation according Underwood is a logarithmic function. From the calculation of the traffic flow at the Rungkut Asri road in Surabaya city. Base on the Underwood and the graphic manipulation with linier regression has the result where is point of Sff is a 85,357 km/hr and Dj has a volume 66,67 vpu/km. Maximum volume could be reach in condition volume the density of traffic $D = 33,335$ vpu/km that moving with velocity $S = 43,678$ km/hr. Mathematical models can be presented with this equation like: $\ln.S = 4,47 - 0,015.D$ and $V = 87,357.D.e^{(-0,015D)}$ and $V = 447.S - 66,67.S \ln.S$.

Keywords: Underwood Methods, Speed vehicles, Traffic flow, Density of traffic.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan ruas jalan sebagai salah satu bentuk komitmen pemerintah dalam pembangunan infrastruktur secara menyeluruh dimaksudkan sebagai penyedia sarana transportasi yang memudahkan masyarakat setempat untuk berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya, baik dalam bidang sosial, ekonomi maupun budaya. Sebagai salah satu sarana transportasi darat ,jalan raya dimaksudkan untuk dipergunakan sebagai akumulasi berbagai kendaraan bermotor maupun kendaraan tak bermotor. Dan dalam hal ini jumlah atau volume dari kendaraan yang melintasi jalan tersebut tergantung kepada parameter yang ada yang menimbulkan “bangkitan pergerakan”. Menurut Tamin (Tamin, 2003), tujuan dasar

bangkitan pergerakan adalah menghasilkan model hubungan yang mengkaitkan parameter tata guna lahan dengan jumlah pergerakan yang menuju ke suatu zona atau jumlah pergerakan yang meninggalkan suatu zona. Jumlah pergerakan dapat dikaitkan dengan kerapatan arus lalu lintas pada suatu ruas jalan. Kerapatan dapat diyakini berkorelasi dengan kecepatan kendaraan serta volume kendaraan yang terjadi per kilometer ruas jalan.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mencari model korelasi antara volume kendaraan, arus dan kecepatan kendaraan pada suatu ruas jalan. Ruas jalan yang diteliti pada area Rungkut Asri. Pemilihan ini didasari oleh observasi awal dimana pada ruas jalan ini sering terjadi kemacetan, volume kendaraan yang meningkat pada jam-jam tertentu, serta belum ada suatu studi yang memodelkan korelasi arus dan kepadatan pada ruas jalan ini.

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Menghitung berapa Nilai Sff dan kepadatan maksimum (Dmaks).
2. Mencari model matematis antara Kecepatan-Kepadatan, Volume-Kecepatan dan Volume-Kepadatan
3. Menentukan berapa kapasitas (volume maksimum) dan pada kondisi yang bagaimana Volume maksimum terjadi pada ruas jalan tersebut

2. TINJAUAN PUSTAKA

Karakteristik arus lalu lintas pada suatu area menarik untuk diteliti dan dianalisis, dimana hasil yang diperoleh dapat merepresentasikan kondisi dari ruas jalan yang ada. Dalam hal ini dikenal ada 3 parameter yang utama yaitu:

1. Arus (volume) lalu lintas
2. Kerapatan (densitas) lalu lintas
3. Kecepatan (*speed*) lalu lintas

Menurut Tamin karakteristik ini dapat dipelajari dengan suatu hubungan matematik di antara ketiga parameter di atas yaitu kecepatan, arus dan kerapatan lalu lintas pada ruas jalan.

Hubungan matematis tersebut dapat dinyatakan dalam Persamaan 1.

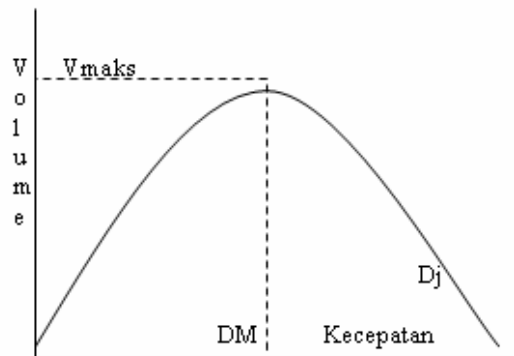
$$V = D \cdot S \quad (1)$$

dimana: V = arus

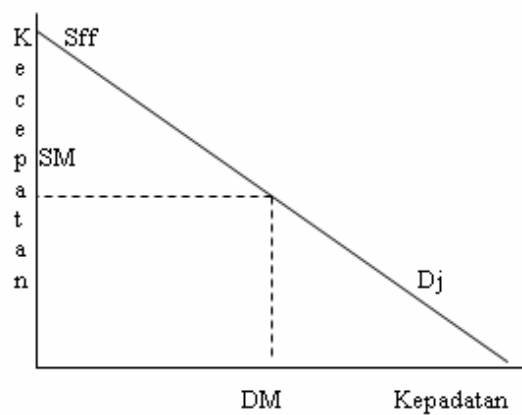
D = kepadatan

S = kecepatan

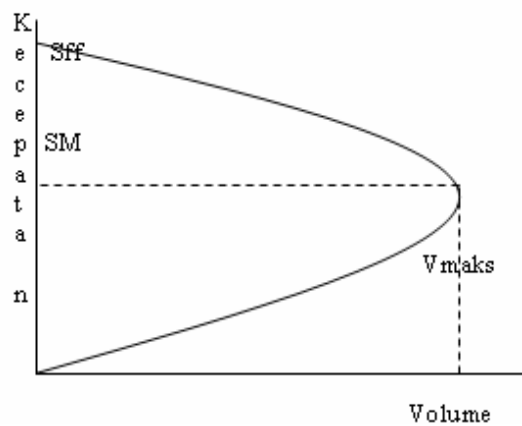
Hubungan di atas bila dijelaskan dalam Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3.



Gambar 1. Kecepatan Vs Volume



Gambar 2. Kepadatan Vs Kecepatan



Gambar 3. Volume vs Kecepatan

Keterangan Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3 sebagai berikut:

- VM = kapasitas atau arus maksimum (kendaraan /jam)
- SM = kecepatan pada kondisi arus lalu lintas maksimum (km/jam)
- DM = kepadatan pada kondisi arus lalu lintas maksimum (kendaraan/ km)
- Dj = kepadatan pada kondisi arus lalu lintas macet total (kendaraan/ km)

Penurunan Model yang dapat menyatakan atau merepresentasikan hubungan antara Kerapatan dan Kecepatan ada 3 yaitu:

1. Model Greenshield
2. Model Greenberg
3. Model Underwood

Pada penelitian ini hanya akan dibahas model yang ketiga yaitu model Underwood dan rute yang diambil sebagai sample adalah ruas jalan utama Rungkut Asri Kodya Surabaya dengan jumlah pengukuran sebanyak 22.

2.1 Model Underwood

Underwood mengasumsikan bahwa hubungan matematis antara kecepatan dan kepadatan bukan merupakan fungsi linier melainkan fungsi “logaritmik”.

Persamaan dasar model underwood dapat dinyatakan melalui persamaan :

$$S = S_{ff} \cdot e^{-\frac{D}{D_m}} \quad (2)$$

dimana : S_{ff} = kecepatan arus bebas

D_m = kerapatan pada kondisi arus maksimum (kapasitas).

Jika Persamaan 2 di atas dinyatakan dalam bentuk logaritma natural, maka Persamaan 2 dapat dinyatakan kembali sebagai Persamaan 3 dan Persamaan 4, sehingga hubungan matematis antara Kecepatan-Kerapatan selanjutnya juga dapat dinyatakan dalam Persamaan 4.

$$\ln. S = \ln. S_{ff} - \frac{D}{D_m} \quad (3)$$

$$\ln. S = \ln. S_{ff} - \frac{D}{D_m} \quad (4)$$

Selanjutnya hubungan matematis antara Arus–Kecepatan dapat diturunkan dengan menggunakan Persamaan 1, dan dengan memasukkan Persamaan 5.

$$S = \frac{V}{D} \quad (5)$$

Persamaan apabila dimasukkan ke persamaan (2), diperoleh dan diturunkan persamaan selanjutnya dalam bentuk persamaan (6) dan persamaan (7) :

$$\frac{V}{D} = Sff \cdot e^{\frac{D}{Dm}} \quad (6)$$

$$V = D \cdot Sff \cdot e^{\frac{D}{Dm}} \quad (7)$$

Persamaan (7) adalah persamaan yang menyatakan hubungan matematis antara Arus-Kerapatan. Kondisi arus maksimum (V_m) bisa diperoleh pada saat arus $D = D_m$. Nilai $D = D_m$ bisa diperoleh dari persamaan:

$$\frac{V}{D} = Sff - \frac{2 \cdot Sff}{D_j} \cdot D_m = 0 \quad (8)$$

$$D_m = \frac{D_j}{2} \quad (9)$$

dengan memasukkan persamaan (9) ke persamaan (7), maka nilai V_m bias didapat dan diperoleh persamaan baru sebagai berikut:

$$VM = \frac{D_j \cdot Sff}{4} \quad (10)$$

3. METODA PENELITIAN

3.1 Pengambilan Data

1. Survey dan pengambilan data dilakukan pada ruas jalan Rungkut Asri.
2. Pengambilan data dilakukan mulai jam 06.00 WIB hingga selesai jam 17.00 WIB dengan cara menghitung jumlah kendaraan bermotor yang melintasi ruas jalan tersebut dan di total tiap 30 menit berjalan.
3. Untuk data kecepatan (S), pengambilan data dilakukan dengan terlebih dahulu mengukur panjang ruas jalan percobaan dan setelah itu dengan bantuan stopwatch mengukur waktu lintasan kendaraan bermotor dari titik awal ke titik akhir.

3.2 Tabulasi Data

Data yang selesai dibuat, ditabulasikan dengan bantuan program komputer Excel 2000 dan dilakukan perhitungan untuk D dan Xi kuadrat dan dimasukkan dalam kolom tersendiri pada Excel.

3.3 Analisis Data

Untuk analisis data dilakukan dengan menggunakan Regresi Linier:

$$Y_i = A + Bx_i \quad (11)$$

Dengan transformasi linier diperoleh:

$$\ln. S = Y_i$$

$$D = X_i$$

A adalah perpotongan dengan sumbu Y, maka diperoleh $A = \ln. S_{ff}$, sedangkan B adalah gradien atau kemiringan dari kurva sehingga diperoleh,

$$B = -1/D_m \quad (12)$$

$$S_{ff} = e^A. \quad (13)$$

Untuk mencari nilai A dan B diberikan rumusan di bawah ini yang diturunkan dari metode kuadrat terkecil atau dari analisis regresi biasa:

$$B = \frac{N \sum_{i=1}^N (X_i Y_i) - \sum_{i=1}^N X_i \cdot \sum_{i=1}^N Y_i}{N \sum_{i=1}^N (X_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^N X_i \right)^2} \quad (14)$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} - B \cdot \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad (15)$$

Karena $S_{ff} = A$, maka $D_j = -(A/B)$

4. HASIL DAN ANALISIS

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan dinyatakan pada Tabel 1. Untuk keperluan analisis regresi dibuat tambahan kolom guna perhitungan nilai D dan X_i kuadrat. Hasil tersebut ditampilkan pada Tabel.2

Tabel.1. Data Pengukuran Arus Lalu Lintas dan Kecepatan

NO	PERIODE	V	S
		(smp/jam)	km/jam)
1	2	3	4
1	06.00-06.30	985.25	72.51
2	06.30-07.00	1565.2	64.35
3	07.00-07.30	1584.75	60.25
4	07.30-08.00	1425.32	64.35
5	08.00-08.30	1256.44	61.42
6	08.30-09.00	1026.35	65.24
7	09.00-09.30	1124.15	72.15
8	09.30-10.00	989.56	78.15
9	10.00-10.30	1045.25	72.42
10	10.30-11.00	987.56	67.66
11	11.00-11.30	854.21	75.65
12	11.30-12.00	889.54	72.34
13	12.00-12.30	1131.25	67.35
14	12.30-13.00	1251.24	58.55
15	13.00-13.30	1042.35	66.57
16	13.30-14.00	951.45	70.06
17	14.00-14.30	865.24	72.21
18	14.30-15.00	925.15	71.06
19	15.00-15.30	825.65	71.35
20	15.30-16.00	946.65	74.45
21	16.00-16.30	1045.54	70.25
22	16.30-17.00	1255.25	64.85

Tabel.2. Data Penghitungan Nilai Kerapatan dan Kecepatan

NO	V (smp / jam)	S (km / jam)	d= v/s = Xi	Log S= Yi	Xi * Yi	(Xi^2)
1	2	3	4	5	6	7
1	985.25	72.51	13.587781	4.283724483	58.20631013	184.6277924
2	1565.2	64.35	24.32323232	4.164336934	101.2901347	591.6196306
3	1584.75	60.25	26.30290456	4.098502572	107.802522	691.8427885
4	1425.32	64.35	22.14949495	4.164336934	92.23795989	490.6001265
5	1256.44	61.42	20.45652882	4.117735515	84.23457523	418.4695713
6	1026.35	65.24	15.73191294	4.178072778	65.72907718	247.4930847
7	1124.15	72.15	15.58073458	4.278747285	66.66602579	242.7592901
8	989.56	78.15	12.66231606	4.358630057	55.19035136	160.334248
9	1045.25	72.42	14.43316763	4.282482504	61.80978787	208.3163279
10	987.56	67.66	14.59592078	4.214495163	61.51443753	213.0409034
11	854.21	75.65	11.29160608	4.32611744	48.84881399	127.5003679
12	889.54	72.34	12.29665469	4.281377227	52.64661734	151.2077165
13	1131.25	67.35	16.796585	4.209902903	70.71199197	282.1252678
14	1251.24	58.55	21.3704526	4.06988109	86.97520094	456.6962445
15	1042.35	66.57	15.65795403	4.198254026	65.73606855	245.1715245
16	951.45	70.06	13.58050243	4.249352018	57.70833539	184.4300462
17	865.24	72.21	11.98227392	4.27957854	51.27908235	143.5748884
18	925.15	71.06	13.01927948	4.263524591	55.50801822	169.5016382
19	825.65	71.35	11.57182901	4.267597344	49.38390676	133.9072267
20	946.65	74.45	12.71524513	4.310127759	54.804331	161.6774587
21	1045.54	70.25	14.88313167	4.252060308	63.28397345	221.5076084
22	1255.25	64.85	19.35620663	4.172076911	80.75558276	374.6627351
SUM	23973.35	1513.19	354.3457143	93.02091438	1492.323104	6101.066486
RATA-RATA			16.10662338	4.228223381		

Dari Tabel 2 nilai A dan B dapat dihitung dengan memakai persamaan 14, setelah lebih dahulu masing-masing kolom dalam table tersebut ditotal masing-masing kolom yang ada.

$$B = \frac{(22).(1492,323)-(354,345)(93,021)}{(22).(6101,066)- (354,345)^2}$$

$$B = \frac{32831,106 - 32961,526}{134223,452 - 125560,379}$$

$$B = -0,015$$

$$A = 4,228 - (-0,0015) * 16,107$$

$$A = 4,228 + 0,242$$

$$A = 4,47$$

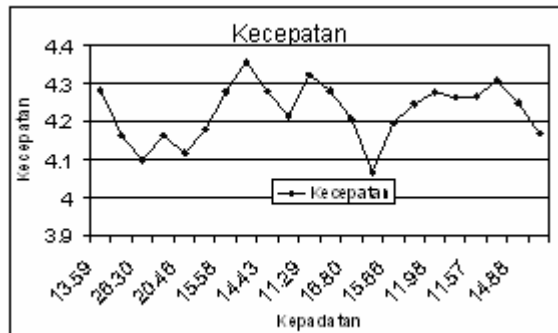
$$S_{ff} = e^A$$

$$\ln .S_{ff} = 4,47$$

$$S_{ff} = 87,357 \text{ km/jam}$$

1

$$D_m = - \frac{1}{(-0,0015)} = 66,67 \text{ smp/km}$$



Gambar 4. Hubungan Kecepatan Dengan Kerapatan

Model matematis persamaan untuk Kecepatan-Kerapatan adalah:

$$\ln. S = 4,47 - 0,015 D \tag{15}$$

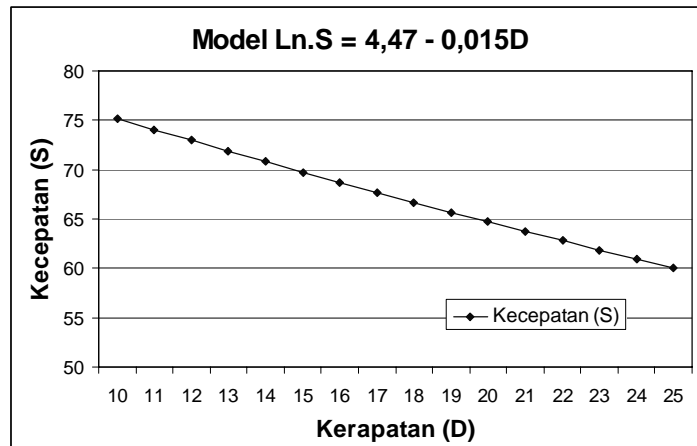
Model matematis persamaan untuk Volume- Kerapatan adalah:

$$V = 87,357 D. E^{-0,015D} \tag{16}$$

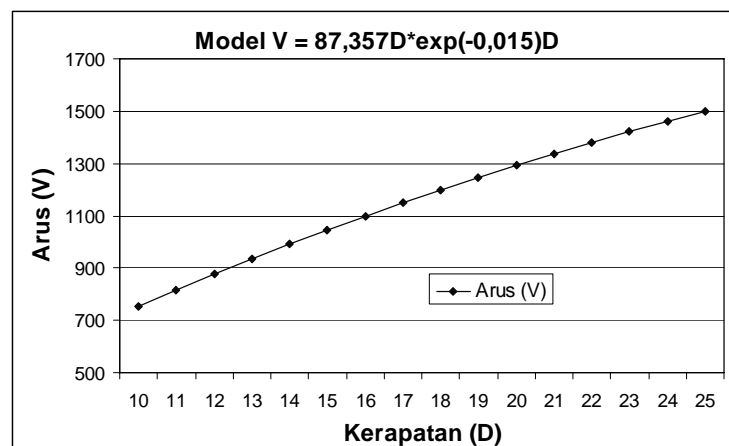
Model matematis persamaan untuk Volume –Kecepatan adalah:

$$V = 447 S - 66,67 S \ln.S \tag{17}$$

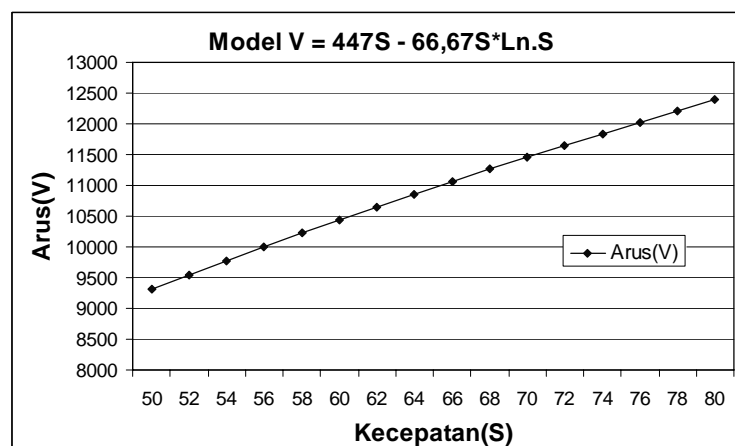
4.1 Penggambaran Kurva Model Matematis



Gambar 5. Kurva Model Matematis 1



Gambar 6. Kurva Model Matematis 2



Gambar 7. Kurva Model Matematis 3

Volume maksimum dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 12.

$$D_{\text{maks}} = \frac{66,67}{2} = 33,335 \text{ (smp/km)}$$

$$S_{\text{maks}} = \frac{87,357}{2} = 43,678 \text{ km/jam}$$

dengan memasukkan nilai D_{maks} ke dalam Persamaan 13 diperoleh nilai V_{maks} :

$$V_{\text{maks}} = 87,357 \cdot (33,335) \cdot e^{(-0,015)(33,335)}$$

$$V_{\text{maks}} = 2912,05 \cdot e^{(-0,5)}$$

$$\text{Log. } V_{\text{maks}} = \log(2912,05) - 0,5$$

$$\text{Log. } V_{\text{maks}} = 3,46 - 0,5 = 2,96$$

$$V_{\text{maks}} = 912 \text{ smp/jam}$$

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dalam studi ini sebagai berikut:

1. Nilai S_{ff} (kecepatan pada kepadatan terendah) diperoleh sebesar 87,357 km/jam.
2. Nilai D_j (kerapatan tertinggi) diperoleh sebesar 66,67 (smp/km).
3. Volume maksimum diperoleh pada kondisi kerapatan $D = 33,335$ smp/km yang bergerak dengan kecepatan $S = 43,678$ km/jam.
4. Model matematis diperoleh :

$$\text{Ln. } S = 4,47 - 0,015 D$$

$$V = 87,357 D \cdot e^{(-0,015D)}$$

$$V = 447 S - 66,67 S \ln S$$

PUSTAKA

1. Tamin, O.Z., (2003). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*”, Edisi Kesatu, ITB Bandung.
2. Khisty C.J., Kent Lall., (2003). *Transportation Engineering An Introduction*, Third Edition, Prentice Hall, New Jersey, 2003
3. Asian Development Bank, (2003). *Panduan Keselamatan Jalan untuk Kawasan Asia Pasifik*, Asian Development Bank, Manila.
4. Warpani S., (1990). *Merencanakan Sistem Perangkutan*, ITB, Bandung.
5. Bhattacharyya G.K., Johnson R.A., (1977). *Statistical Concepts and Methods*, John Wiley & Sons, New York.