

ANALISIS KECEPATAN RERATA WAKTU DAN RUANG PADA LINTASAN DI REST I ARAH BOGOR-JAKARTA JALAN TOL JAGORAWI

Rulhendri

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Email: rulhendri@ft.uika-bogor.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan analisis terhadap kecepatan rerata waktu dan ruang dan hubungan antara keduanya. Dalam penelitian ini variabel terukur adalah kecepatan kendaraan, kecepatan rerata waktu dan kecepatan rerata ruang, kemudian dicari hubungan antara kedua kecepatan tersebut. Lokasi dalam penelitian ini dipilih jalan Tol Jagorawi pada rest I dari Bogor menuju Jakarta. Pengambilan data dilapangan dilakukan pada hari kerja dengan periode pengamatan dari pukul 06.00 sampai 18.00 WIB. Hasil yang diperoleh berdasarkan pengamatan dengan rentang waktu satu jam mulai rentang pukul 06.00-07.00 sampai dengan rentang pukul 17.00-18.00, yaitu (i) nilai kecepatan rerata waktu, (ii) nilai kecepatan rerata ruang, dan (iii) hubungan antara kecepatan rerata waktu dan ruang. Kesimpulan dari penelitian ini, yaitu: (i) kecepatan rerata waktu berkisar 73,846 km /jam sampai 82,508 km/jam, dengan kecepatan rerata waktu terbesar terjadi pada pukul 17.00-18.00 WIB, sedangkan terendah pada pukul 06.00-07.00 WIB; (ii) kecepatan rerata ruang berkisar 67,544 km/jam sampai 76,938 km/jam, dengan kecepatan rerata ruang terbesar terjadi pada pukul 17.00-18.00 WIB, sedangkan terendah pada pukul 06.00-07.00 WIB; dan (iii) hubungan antara kecepatan rerata waktu dan ruang terdapat pada persamaan kecepatan rerata waktu sama dengan kecepatan rerata ruang ditambah (σ_s) dibagi dengan kecepatan rerata ruang.

Kata-kata kunci: kecepatan rerata waktu dan ruang, Rest I arah Bogor-jakarta, Jalan Tol Jagorawi.

PendahuluanPENDAHULUAN

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 (Wohl and Martin, 1967; Pignataro, 1973; Salter, 1978; Hobbs, 1979; Tamin, 1972), 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, biasanya 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; dan (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.

Kecepatan adalah perubahan jarak dibagi waktu. Kecepatan dapat diukur sebagai kecepatan titik. Kecepatan perjalanan, kecepatan ruang dan kecepatan gerak. Karena kecepatan masing-masing kendaraan yang terdistribusi secara luas bervariasi, maka diperhitungkan sebuah kecepatan perjalanan rata-rata. Jika terdapat waktu tempuh $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ yang diobservasi untuk n kendaraan yang kecepatan perjalanan rata-rata dapat

dinyatakan: Time mean speed: kecepatan rata-rata semua kendaraan yang melewati sebuah titik pada jalan pada waktu tertentu, space mean speed: kecepatan rata-rata dari semua kendaraan yang menempati suatu segmen jalan pada waktu tertentu, average travel speed dan average running speed: keduanya merupakan bentuk sms yang sering digunakan dalam teknik lalu lintas dan ditentukan sebagai jarak dibagi rata-rata waktu melewati suatu segmen jalan. AVS didasarkan pada *average travel time*, sedangkan ARS berdasarkan *average running time*.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, perlu dilakukan analisis kecepatan rerata waktu dan ruang pada lintasan di Rest I arah Bogor-Jakarta Jalan Tol Jagorawi, melalui perolehan nilai kecepatan rerata waktu, nilai kecepatan rerata ruang, dan hubungan antara nilai kecepatan rerata waktu dan ruang.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kecepatan rerata Waktu dan Ruang

Dalam menentukan kecepatan rerata dalam arus lalu lintas dikenal 2 (dua) jenis kecepatan rerata (Wohl and Martin, 1967; Pignataro, 1973; Salter, 1978; dan Hobbs, 1979), yaitu: (a) kecepatan rerata-waktu (S_t) atau *time-mean speed* dan (b) kecepatan rerata-ruang (S_s) atau *space-mean speed*. Perbedaan mendasar antara kecepatan rerata-waktu dan kecepatan rerata ruang dapat dijelaskan dengan

menggunakan diagram ruang-waktu seperti yang terlihat pada gambar. Grafik tersebut menyatakan hubungan antara ruang dan waktu dimana sudut kemiringan grafik tersebut menyatakan besarnya kecepatan yang terjadi pada waktu tertentu dan pada ruang tertentu. Penjelasan penurunan persamaan untuk perhitungan kecepatan rerata-waktu dan ruang (Wohl and Martin, 1967; Pignataro, 1973; Salter, 1978, dan Hobbs, 1979). Suatu arus lalu lintas dapat dibagi menjadi beberapa fraksi arus q_1, q_2, \dots, q_N dimana setiap fraksi arus tersebut bergerak dengan kecepatan s_1, s_2, \dots, s_N , sehingga total arus lalu lintas dapat dinyatakan dengan persamaan (1) dan (2).

$$Q = q_1 + q_2 + \dots + q_N \quad (1)$$

$$Q = \sum_{i=1}^N q_i \quad (2)$$

Untuk kondisi dimana $f_1 = \frac{q_1}{Q}, f_2 = \frac{q_2}{Q}, \dots, f_N = \frac{q_N}{Q}$, sehingga dapat dikatakan, bahwa f_1, f_2, \dots, f_N . Hal itu sebenarnya merupakan sebaran pergerakan kendaraan dengan kecepatan masing-masing s_1, s_2, \dots, s_N , sehingga dihasilkan $\sum_{i=1}^N f_i = 1$.

Pertimbangan suatu fraksi arus q_1 yang bergerak dengan kecepatan s_1 , maka rerata selang waktu antar kendaraan adalah sebesar $\frac{1}{q_1}$ dan jarak yang dapat ditempuhnya selama selang waktu tersebut adalah sebesar $\frac{s_1}{q_1}$, kepadatan fraksi arus lalu lintas tersebut dalam ruang adalah jumlah kendaraan yang berada dalam satu satuan panjang jalan tertentu yang dapat dinyatakan dalam persamaan (3).

$$d_i = \frac{q_i}{s_i}, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

nilai d_1, d_2, \dots, d_N menggambarkan kepaatan kendaraan pada setiap fraksi arus lalu lintas dimana total kepadatan arus lalu lintas tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan (4).

$$D = \sum_{i=1}^N d_i \quad (4)$$

dimana $f_i = \frac{d_i}{D}$, merupakan sebaran kecepatan dalam ruang.

Kedua jenis sebaran kecepatan tersebut baik dalam ruang maupun waktu, masing-masing mempunyai rerata, sehingga kecepatan rerata waktu (S_t) dapat dinyatakan dengan persamaan (5), sedangkan, kecepatan rerata-ruang (S_s) dapat dinyatakan dengan persamaan (6).

$$S_t = \sum_{i=1}^N \frac{q_i \cdot s_i}{Q} = \sum_{i=1}^N f_i \cdot s_i \quad (5)$$

$$S_s = \sum_{i=1}^N \frac{d_i \cdot s_i}{D} = \sum_{i=1}^N f_i \cdot s_i \quad (6)$$

Substitusi persamaan (3) ke persamaan (6), maka persamaan (6) dapat dinyatakan kembali

Untuk setiap melakukan kegiatan pekerjaan dan untuk memperlancar kegiatan itu harus dilakukan secara teratur dan dalam bentuk pentahapan yang sistematis, baik sebelum

ke dalam bentuk dasar yang menyatakan hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan arus lalu lintas, seperti persamaan (7) dan (8).

$$S_s = \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{D} = \frac{Q}{D} \quad (7)$$

$$Q = D S_s \quad (8)$$

2.2 Hubungan antara kecepatan rerata waktu dan kecepatan rerata ruang

Berikut ini akan dijelaskan hubungan antara kecepatan rerata-waktu dan kecepatan rerata-ruang(Wohl and Martin, 1967; Pignataro, 1973; Salter, 1978; dan Hobbs, 1979) persamaan (5) dapat dinyatakan kembali dalam bentuk persamaan (9), (10), dan (11).

$$S_t = \sum_{i=1}^N \frac{q_i \cdot s_i}{Q} = \sum_{i=1}^N \frac{d_i \cdot (s_i)^2}{Q} \text{ karena } q_i = d \cdot s_i \quad (9)$$

$$S_t = D \sum_{i=1}^N \frac{f_i \cdot (s_i)^2}{Q}, \text{ karena } f_i = \frac{d_i}{D} \quad (10)$$

$$S_t = \frac{\sum_{i=1}^N f_i \cdot (s_i)^2}{S_s}, \text{ karena } Q = D S_s \quad (11)$$

Selanjutnya, persamaan (11) dapat juga dinyatakan dalam bentuk persamaan (12) dan (13).

$$S_t = \frac{\sum_{i=1}^N f_i [S_s + (s_i - S_s)]^2}{S_s} \text{ karena } (s_i)^2 = (S_s + s_i - S_s)^2 \quad (12)$$

$$S_t = \frac{\sum_{i=1}^N f_i (S_s)^2 + 2 \sum_{i=1}^N f_i S_s (s_i - S_s) + \sum_{i=1}^N f_i (s_i - S_s)^2}{S_s} \quad (13)$$

Mengingat $\sum_{i=1}^N f_i = 1$ dan $\sum_{i=1}^N f_i \cdot (s_i - S_s) \approx 0$, maka persamaan (13) dapat disederhanakan menjadi persamaan (14).

$$S_t = \frac{(S_s)^2 + \sum_{i=1}^N f_i \cdot (s_i - S_s)^2}{S_s} = S_s + \frac{\sigma_s}{S_s} \text{ dimana } \sigma_s = \sum_{i=1}^N f_i \cdot (s_i - S_s)^2 \quad (14)$$

Akhirnya didapatkan hubungan antara kecepatan rerata-waktu dan kecepatan rerata-ruang sebagaimana dinyatakan dalam persamaan (15), (16), dan (17).

$$S_t = \sum_{i=1}^N \frac{q_i \cdot s_i}{Q} \quad (15)$$

$$S_s = \sum_{i=1}^N \frac{d_i \cdot s_i}{D} \quad (16)$$

$$S_t = S_s + \frac{\sigma_s}{S_s} \text{ dimana } \sigma_s = \sum_{i=1}^N f_i \cdot (s_i - S_s)^2 \quad (17)$$

3 BAHAN DAN METODE

kegiatan tersebut dilakukan yaitu masih dalam bentuk gagasan, perencanaan, pelaksanaan dan pembuatan keputusan. Kegiatan penelitian ini, hakikatnya adalah

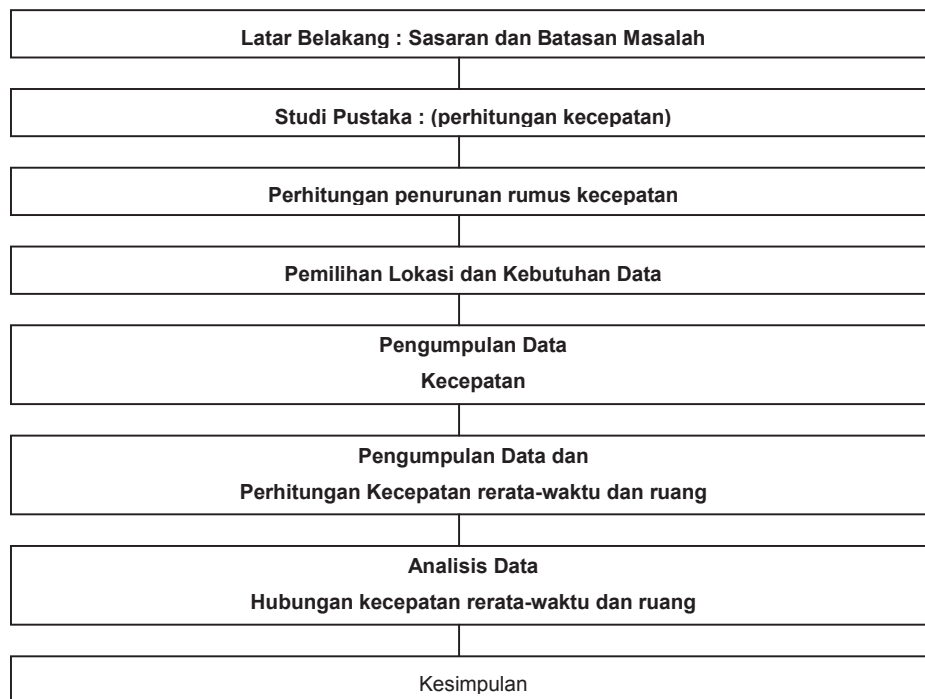
kegiatan dalam bentuk penelitian dilakukan berdasarkan program kerja berurutan dan saling berkait. Tahapan-tahapan didalam metode penelitian ini, yaitu:

- a) Penuangan ide atau gagasan yang selanjutnya dituangkan kedalam bentuk latar belakang yang meliputi tujuan/sasaran, pembatasan masalah, penentuan lokasi penelitian dan keterangan pendukung lainnya;
- b) Melakukan pengkajian studi pustaka yang berhubungan dengan penelitian rumus-rumus yang telah dilakukan perlu untuk dilihat demi lengkapnya pengetahuan tentang penelitian tersebut;

Kemudian dilakukan penelitian untuk mendapatkan data yang harus ditetapkan;

- c) Data kemudian diolah dalam bentuk penghitungan-penghitungan yang berkait, selanjutnya dipakai sebagai dasar analisis;
- d) Melakukan analisis dengan perumusan yang didapatkan dari pengkajian studi pustaka; dan
- e) Hasil analisis tersebut dipakai sebagai dasar pembuatan kesimpulan.

Selanjutnya untuk lebih memperjelas tahapan-tahapan kegiatan penelitian, secara ringkas disajikan ke dalam bentuk alur diagram program kegiatan. Tahapan kegiatan penelitian, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan kegiatan penelitian

Dalam penelitian ini variabel terukur adalah kecepatan kendaraan, kecepatan rerata waktu dan kecepatan rerata ruang, kemudian dicari hubungan antara kedua kecepatan tersebut. Lokasi dalam penelitian ini dipilih jalan Tol Jagorawi pada rest I dari Bogor menuju Jakarta. Pengambilan data lapangan dilakukan pada hari kerja dengan periode pengamatan dari pukul 06.00 sampai 18.00 WIB.

4 HASIL DAN BAHASAN

4.1 Perhitungan Kecepatan Rerata Waktu

Pengamatan terhadap kecepatan rerata waktu dilakukan setiap jam dari pukul 06.00-18.00 WIB. Hasil perhitungan untuk kecepatan rerata waktu dari pukul 06.00 sampai 07.00 WIB, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil perhitungan untuk kecepatan rerata waktu dari pukul 06.00 sampai 07.00 WIB

No.	Rentang Kecepatan (km/jam)	Nilai Tengah Kecepatan (km/jam)	Arus (km/jam)	Distribusi Kecepatan Dalam Waktu (%)	Kepadatan (kendaraan /km)	S_t
	(1)	(2)	(3)	$(4)=\frac{(3)}{TOT} \times 100$	(5)	$(7)=\frac{(4) \times (2)}{100}$
1	21-30	25	1	0,080	0,040	0,020
2	31-40	35	11	0,876	0,314	0,307
3	41-50	45	90	7,166	2,000	3,225
4	51-60	55	283	22,532	5,145	12,393
5	61-70	65	329	26,194	5,062	17,026
6	71-80	75	218	17,357	2,907	13,018
7	81-90	85	81	6,449	0,953	5,482
8	91-100	95	99	7,882	1,042	7,488
9	101-110	105	27	2,150	0,257	2,257
10	111-120	115	22	1,752	0,191	2,014
11	121-130	125	29	2,309	0,232	2,886
12	131-140	135	23	1,831	0,170	2,472
13	141-150	145	25	1,990	0,172	2,886
14	151-160	155	6	0,478	0,039	0,740
15	161-170	165	5	0,398	0,030	0,657
16	171-180	175	7	0,557	0,040	0,975
		TOTAL	1256	100,000	18,595	73,846

Penggunaan cara yang sama, diperoleh hasil perhitungan kecepatan rerata waktu setiap rentang satu jam dari (pukul 06.00-07.00)

sampai (pukul 17.00-18.00). Hasil perhitungan untuk kecepatan rerata waktu setiap rentang satu jam, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil perhitungan untuk kecepatan rerata waktu setiap rentang satu jam

Pukul	Kecepatan Rerata Waktu
06.00-07.00	73,846
07.00-08.00	78,739
08.00-09.00	73,816
09.00-10.00	77,479
10.00-11.00	77,498
11.00-12.00	76,294
12.00-13.00	75,235
13.00-14.00	76,764
14.00-15.00	77,987
15.00-16.00	81,926
16.00-17.00	76,040
17.00-18.00	82,508

Berdasarkan Tabel 2 ditunjukkan, bahwa diperoleh kecepatan rerata waktu berkisar 73.846 km/jam (terendah) sampai 82.508 km/jam (tercepat).

Pengamatan terhadap kecepatan rerata ruang dilakukan setiap jam dari pukul 06.00-18.00 WIB. Hasil perhitungan untuk kecepatan rerata ruang dari pukul 06.00 sampai 07.00 WIB, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

4.2 Perhitungan Kecepatan Rerata Ruang

Tabel 3 Hasil perhitungan untuk kecepatan rerata ruang dari pukul 06.00 sampai 07.00 WIB

No.	Rentang Kecepatan (km/jam)	Nilai Tengah Kecepatan (km/jam)	Arus (km/jam)	Distribusi Kecepatan Dalam Waktu (%)	Kepadatan (kendaraan/km)	S_t
	(1)	(2)	(3)	(5)	(6)=((5)/TOT)*100	(8)=(6)*(2)/100
1	21 - 30	25	1	0,040	0,2151	0,054
2	31 - 40	35	11	0,314	1,6901	0,592
3	41 - 50	45	90	2,000	10,7554	4,840
4	51 - 60	55	283	5,145	27,6708	15,219
5	61 - 70	65	329	5,062	27,2195	17,693
6	71 - 80	75	218	2,907	15,6312	11,723
7	81 - 90	85	81	0,953	5,1247	4,356
8	91 - 100	95	99	1,042	5,6042	5,324
9	101 - 110	105	27	0,257	1,3828	1,452
10	111 - 120	115	22	0,191	1,0288	1,183
11	121 - 130	125	29	0,232	1,2476	1,560
12	131 - 140	135	23	0,170	0,9162	1,237
13	141 - 150	145	25	0,172	0,9272	1,344
14	151 - 160	155	6	0,039	0,2082	0,323
15	161 - 170	165	5	0,030	0,1630	0,269
16	171 - 180	175	7	0,040	0,2151	0,376
		TOTAL	1256	18,595	100	67,544

Penggunaan cara yang sama, diperoleh hasil perhitungan kecepatan rerata ruang setiap rentang satu jam dari (pukul 06.00-07.00)

sampai (pukul 17.00-18.00). Hasil perhitungan untuk kecepatan rerata waktu setiap rentang satu jam, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil perhitungan untuk kecepatan rerata ruang setiap rentang satu jam

Pukul	Kecepatan Rerata Waktu
06.00-07.00	67,544
07.00-08.00	72,645
08.00-09.00	69,367
09.00-10.00	72,273
10.00-11.00	72,671
11.00-12.00	72,106
12.00-13.00	71,242
13.00-14.00	73,019
14.00-15.00	74,940
15.00-16.00	78,717
16.00-17.00	73,125
17.00-18.00	76,938

Berdasarkan Tabel 4 ditunjukkan, bahwa diperoleh kecepatan rerata waktu berkisar 67,544 km/jam (terendah) sampai 76,938 km/jam (tercepat).

4.3 Hubungan Kecepatan Rerata Waktu dan Ruang

Hubungan kecepatan rerata waktu dan kecepatan rerata ruang dihitung berdasarkan

rentang waktu dari pukul 06.00-07.00 WIB dan penggunaan persamaan (17) $S_t = S_s + \frac{\sigma_s}{S_s}$, dengan nilai $S_s = 67,544$, $\sigma_s = 41,186$, sesuai persamaan $S_t = 67,544 + (41,186/67,544) = 73,846$. Hasil perhitungan untuk kecepatan rerata waktu dari pukul 06.00 sampai 07.00 WIB, seperti ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil perhitungan untuk kecepatan rerata waktu dari pukul 06.00 sampai 07.00 WIB

No.	Rentang kecepatan (km/jam)	Nilai Tengah Kecepatan (km/jam)	Arus (km/jam)	Kepadatan (kendaraan/km)	Distribusi Kecepatan Dalam Ruang (%)	S_s		σ_s
	(1)	(2)	(3)	(5)	(6)=[(5)/TOT]*100	(8)=(6)*(2)/100	(9)=(2)- S_s	(10)=[(9) ² *(6)]/100
1	21-30	25	1	0,040	0,2151	0,054	-42,544	3,893
2	31-40	35	11	0,314	1,6901	0,592	-32,544	17,901
3	41-50	45	90	2,000	10,7554	4,840	-22,544	54,663
4	51-60	55	283	5,145	27,6708	15,219	-12,544	43,542
5	61-70	65	329	5,062	27,2195	17,693	-2,544	1,762
6	71-80	75	218	2,907	15,6312	11,723	7,456	8,689
7	81-90	85	81	0,953	5,1247	4,356	17,456	15,615
8	91-100	95	99	1,042	5,6042	5,324	27,456	42,245
9	101-110	105	27	0,257	1,3828	1,452	37,456	19,400
10	111-120	115	22	0,191	1,0288	1,183	47,456	23,169
11	121-130	125	29	0,232	1,2476	1,560	57,456	41,186
12	131-140	135	23	0,170	0,9162	1,237	67,456	41,690
13	141-150	145	25	0,172	0,9272	1,344	77,456	55,626
14	151-160	155	6	0,039	0,2082	0,323	87,456	15,922
15	161-170	165	5	0,030	0,1630	0,269	97,456	15,477
16	171-180	175	7	0,040	0,2151	0,376	107,456	24,838
		TOTAL	1256	18,595	100	67,544		425,620

Penggunaan cara yang sama, diperoleh hasil perhitungan hubungan kecepatan rerata waktu dan ruang setiap rentang satu jam dari (pukul 06.00-07.00) sampai (pukul 17.00-18.00). Hasil

perhitungan untuk hubungan antara kecepatan rerata waktu dan ruang setiap rentang satu jam, seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil perhitungan untuk hubungan antara kecepatan rerata waktu dan ruang setiap rentang satu jam

Pukul	Kecepatan Rerata Waktu, S_t	Kecepatan Rerata Ruang, S_s	Hubungan Antara S_t dan S_s
06.00-07.00	73,846	67,544	67,544 + (425,620/67,544)
07.00-08.00	78,739	72,645	72,645 + (442,662/72,645)
08.00-09.00	73,816	69,367	69,367 + (308,590/69,367)
09.00-10.00	77,479	72,273	72,273 + (376,246/72,273)
10.00-11.00	77,498	72,671	72,671 + (350,738/72,671)
11.00-12.00	76,294	72,106	72,106 + (301,925/72,106)
12.00-13.00	75,235	71,242	71,242 + (284,455/71,242)
13.00-14.00	76,764	73,019	73,019 + (273,431/73,019)
14.00-15.00	77,987	74,940	74,940 + (228,306/74,940)
15.00-16.00	81,926	78,717	78,717 + (252,599/78,717)
16.00-17.00	76,040	73,125	73,125 + (213,203/73,125)
17.00-18.00	82,508	76,938	76,938 + (428,515/76,938)

Berdasarkan Tabel 6 ditunjukkan, bahwa hubungan antara kecepatan rerata waktu dan ruang terdapat pada persamaan kecepatan rerata waktu sama dengan kecepatan rerata ruang ditambah (σ_s) dibagi dengan kecepatan rerata ruang.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan bahasan, dapat ditarik kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian, yaitu:

- 1) Kecepatan rerata waktu berkisar 73,846 km/jam sampai 82,508 km/jam. Kecepatan rerata waktu terbesar terjadi pada pukul 17.00-18.00 WIB, sedangkan terendah pada pukul 06.00-07.00 WIB;

- 2) Kecepatan rerata ruang berkisar 67,544 km/jam sampai 76,938 km/jam. Kecepatan rerata ruang terbesar terjadi pada pukul 17.00-18.00 WIB, sedangkan terendah pada pukul 06.00-07.00 WIB; dan
- 3) Hubungan antara kecepatan rerata waktu dan ruang terdapat pada persamaan kecepatan rerata waktu sama dengan kecepatan rerata ruang ditambah (σ_s) dibagi dengan kecepatan rerata ruang.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jenderal Bina Marga. 1982. *Panduan Survey dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas*. Jakarta: ____.

Direktorat Jenderal Bina Marga. 1982. *Tata Cara Pelaksanaan Survey Penghitungan Lalu Lintas Cara Manual*. Jakarta: ____.

Gerlough, Daniel I., Matthew J Hubber. 1975. *Traffic Flow Theory (pp.7-49)*. New York: Transportation Research Board.

Morlok, Edward K. 1985. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi (pp.187)*. Jakarta: Erlangga. Jakarta.

Permana, Budi. 1997. *Lebih Lanjut Dengan Microsoft Excel 97*. Jakarta: Elek Media Komputindo.

Tamin, Ofyar Z. 2003. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi: Ccontoh Soal dan Aplikasi*. Bandung: ITB.

Wohl, Wohl, Brian V Martin. 1967. *Traffic System Analysis (p.332)*. New York: McGraw-Hill Series in Transportation.