

Karakteristik Arus Lalulintas Sekolah, (Studi Kasus: Kawasan Kota Baru, Yogyakarta)

Banu Lipantoro

Alumni Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM

Sigit Priyanto

Jurusan Teknik Sipil & Magister Sistem dan Teknik Transportasi Fakultas Teknik UGM

Abstract

The increase of demand in transport for school activities contributes in flow characteristics. The regulation of school entrance time begins at the same time, which is about at 07.00, causes the surrounding streets experience an increased in traffic flow. Therefore, the study is to illustrate the influence of schools activities in traffic characteristics.

Observation were conducted on streets in Kota Baru area, which is known as school-buildings area. The streets being observed were Jl. Cik Ditiro, Jl. C. Simanjuntak, Jl. Sudirman, and Jl. Suroto. It was considered based on the result on recent study that these streets were highly influenced by school activities.

Findings from this research showed that school activities had influenced an average contribution to surrounding streets up to 43%. Further, because of such high contribution, street experience a lower of level of service.

Keywords: *traffic flow, school activities, level of service.*

Pendahuluan

Lalulintas yang ada dewasa ini membutuhkan perhatian lebih mengingat semakin tingginya beban dan tingkat pengeluaran untuk pemecahan permasalahannya. Salah satu permasalahan yang muncul dan cukup mengganggu khususnya di Yogyakarta adalah arus bangkitan di pagi hari akibat aktivitas sekolah. Regulasi pemerintah mengenai waktu masuk sekolah yang sama mengakibatkan membengkaknya beban aliran lalulintas di jaringan jalan, terutama jaringan jalan yang cenderung menjadi rute untuk siswa sekolah.

Kemacetan berkaitan erat dengan volume, kecepatan dan kepadatan yang selanjutnya pada penelitian ini akan dijadikan sebagai parameter untuk mengetahui seberapa besar pengaruh aktivitas sekolah terhadap aliran lalulintas pada ruas jalan yang terpengaruh langsung. Arus jam puncak yang terjadi di Yogyakarta diidentifikasi pada umumnya terjadi pada waktu-waktu tertentu, antara lain: saat pegawai masuk kantor, saat

pelajar masuk sekolah, saat pegawai pulang kantor dan saat pelajar pulang sekolah. Ruas Jalan Cik Ditiro, Jalan Jendral Sudirman, Jalan Suroto, dan Jalan C. Simanjuntak merupakan ruas jalan dengan volume lalulintas yang tinggi dan diperkirakan sebagai ruas jalan yang cukup besar menerima pengaruh aktivitas sekolah.

Untuk menentukan kinerja suatu ruas jalan dapat dilakukan dengan memprediksi atau mengukur konsekuensi yang terjadi bila sejumlah kendaraan menggunakan ruas jalan tersebut. Ini dapat berarti menentukan jumlah maksimum kendaraan yang dapat menggunakan ruas jalan tersebut atau waktu tempuh yang dibutuhkan kendaraan untuk melintasinya. Pada umumnya akan lebih berguna jika kinerja tersebut ditentukan berdasarkan hubungan antara jumlah pengguna (kendaraan) dan tingkat pelayanan yang dialaminya (antara lain: waktu, kecepatan dan biaya perjalanan).

Hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan dapat dituliskan pada persamaan berikut :

$$\text{kepada tan}(k) = \frac{\text{volume}(v)}{\text{kecepatan}(U_s)} \quad (1)$$

Kepadatan akan bertambah besar dengan berkurangnya nilai kecepatan sampai mencapai kepadatan puncak dengan kecepatan sama dengan nol. Sebaliknya kecepatan akan bertambah besar dengan berkurangnya nilai kepadatan dan akan mencapai nilai puncak saat kepadatan sama dengan nol. Hipotesis tentang hubungan keduanya dinyatakan dalam bentuk persamaan garis regresi linier, yaitu :

$$y = ax + b \quad (2)$$

dengan :

$$y = U_s = \text{kecepatan rata-rata}$$

$$x = k = \text{kepadatan}$$

$$a, b = \text{konstanta}$$

Persamaan di atas merupakan persamaan dasar yang akan digunakan untuk analisis kapasitas. Persamaan hubungan kecepatan-volume dan kepadatan-volume dapat ditentukan dengan menjabarkan persamaan dasar tersebut.

1) Hubungan Volume-Kecepatan

Dari persamaan garis regresi yang telah diketahui (persamaan 2)

$$U_s = ak + b, \text{ dimasukkan dalam persamaan 1, } v = k.U \rightarrow k = v/U$$

Sehingga U_s adalah sebagai berikut:

$$U_s = a \frac{v}{u} + b \rightarrow v = \frac{U^2}{a} + \frac{bU}{a} \quad (3)$$

Persamaan tersebut merupakan persamaan parabola dengan puncak :

$$\frac{dv}{dU} = 0 \rightarrow \frac{2}{a}U - \frac{b}{a} = 0 \quad (4)$$

$$U = \frac{b}{2}$$

Nilai kecepatan ini disebut kecepatan arus maksimum atau kapasitas terjadi. Besarnya kapasitas dapat ditentukan dengan :

$$v = \frac{U^2 - bU}{a}$$

$$v = \frac{\left(\frac{b}{2}\right)^2 - b\left(\frac{b}{2}\right)}{a} \quad (5)$$

$$v = C = -\frac{b^2}{4a}$$

Selanjutnya nilai Kecepatan Arus Bebas (*Free Flow Speed / FFS*) dicari dengan :

$$v = 0 = \frac{U^2 - bU}{a}$$

$$U\left(\frac{1}{aU} - \frac{b}{a}\right) = 0, U = 0; U = b \quad (6)$$

2) Hubungan Volume-Kepadatan

Dengan persamaan 1, $v = k.U$, persamaan $U = ak + b$ dapat diubah menjadi :

$$v = k(ak + b) \rightarrow v = ak^2 + bk \quad (7)$$

volume puncak terjadi jika :

$$\frac{dv}{dk} = 0 \rightarrow 2ak + b = 0$$

$$k = -\frac{b}{2a} \quad (8)$$

Nilai ini merupakan nilai kepadatan saat arus maksimum. Volume puncak atau kapasitas pada kepadatan arus maksimum ini didapat dengan persamaan :

$$v = ak^2 + bk$$

$$v = a\left(-\frac{b}{2a}\right)^2 + b\left(-\frac{b}{2a}\right) \quad (9)$$

$$v = C = -\frac{b^2}{4a}$$

Selanjutnya dicari kepadatan macet saat tidak ada lagi kecepatan yang dilayani:

$$ak^2 + bk = 0 \quad (10)$$

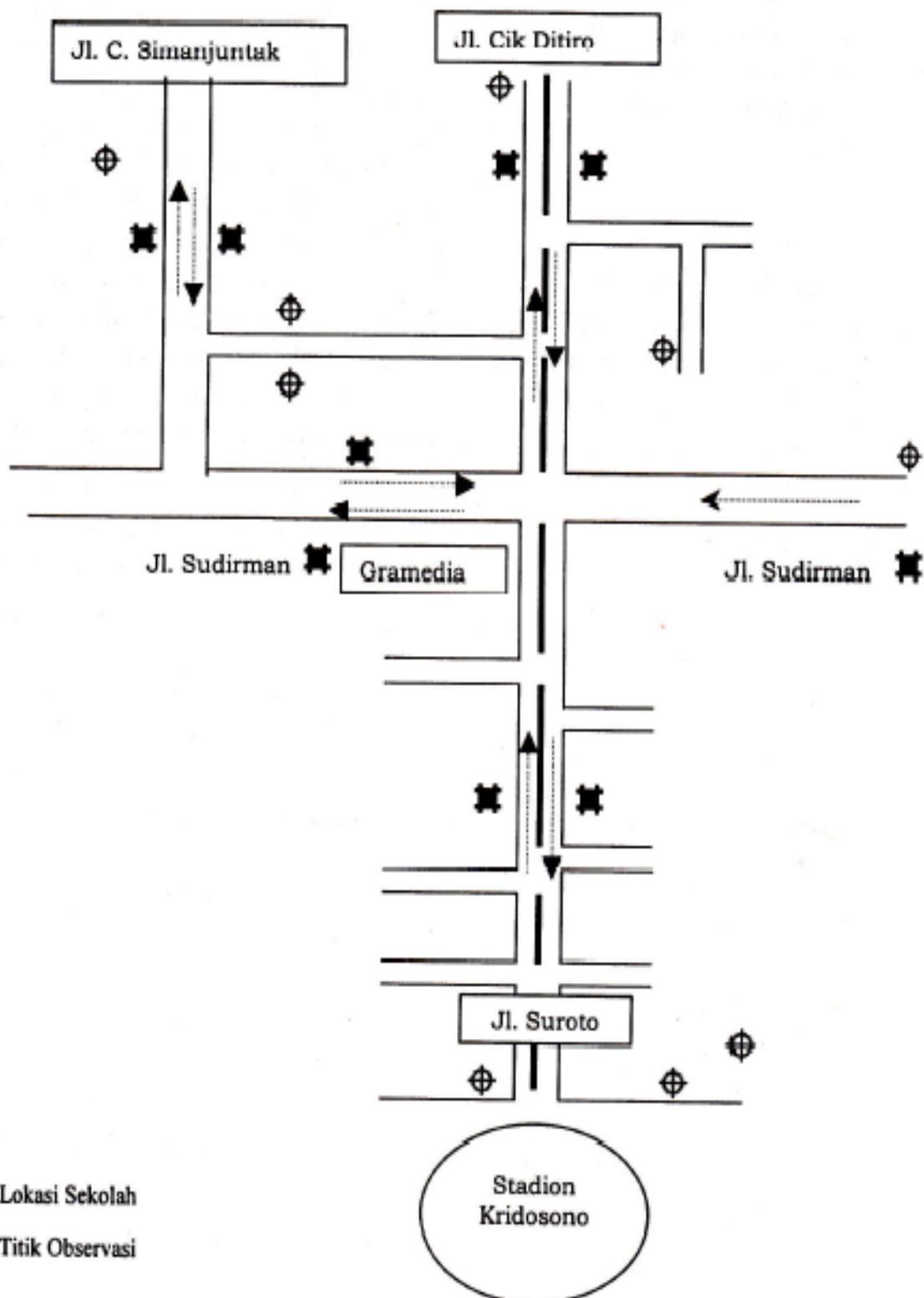
$$k(ak + b) = 0 \rightarrow k = 0; k = -\frac{b}{a}$$

nilai $k = -b/a$ ini merupakan nilai kepadatan pada saat *jam*.

Cara Penelitian dan Pengumpulan Data

Survei data dilakukan pada lima ruas jalan, yaitu Jalan Cik Ditiro (dua lajur dua arah), Jalan C. Simanjuntak (dua lajur dua arah), Jalan Sudirman Barat (dua lajur dua arah), Jalan Sudirman Timur (dua lajur satu arah), dan Jalan Suroto (dua lajur dua arah).

Penelitian ini dilakukan selama dua hari yaitu dengan satu hari pada saat sekolah libur [Hari I] dan satu hari pada saat lalulintas normal [Hari II]. Waktu penelitian untuk setiap harinya adalah antara pukul 06.00-08.00. Data yang diperlukan untuk analisis kapasitas meliputi data volume, kecepatan, dan kepadatan. Data volume dan kecepatan didapatkan langsung dari observasi, sedangkan data kepadatan didapatkan dengan mencari hubungan antara kecepatan dan volume aliran yang terjadi.



Keterangan :

- ⊕ Lokasi Sekolah
- ⊞ Titik Observasi

Gambar 1. Sketsa Wilayah Observasi

Pencacahan jumlah kendaraan dilakukan selama 2 jam tiap harinya dengan interval waktu 10 menit, dimulai dari pukul 06.00-08.00 selama 2 hari kerja (satu hari pada saat lalulintas normal dan satu hari pada saat lalulintas tanpa pengaruh aktivitas sekolah). Pemilihan waktu tersebut didasarkan atas pertimbangan pada waktu-waktu tersebut lalulintas banyak dipengaruhi oleh aktivitas sekolah-sekolah yang mencapai puncak dan memenuhi variasi-variasinya dalam waktu.

Pengambilan data kecepatan dilakukan dengan membuat tanda pada badan jalan dengan jarak 20 meter dengan pengamat berdiri pada awal ruas pengukuran. Waktu yang diperlukan kendaraan untuk melintasi segmen pengukuran tersebut dicatat kemudian dihitung untuk mendapatkan kecepatan rata-ratanya.

Analisis Kapasitas

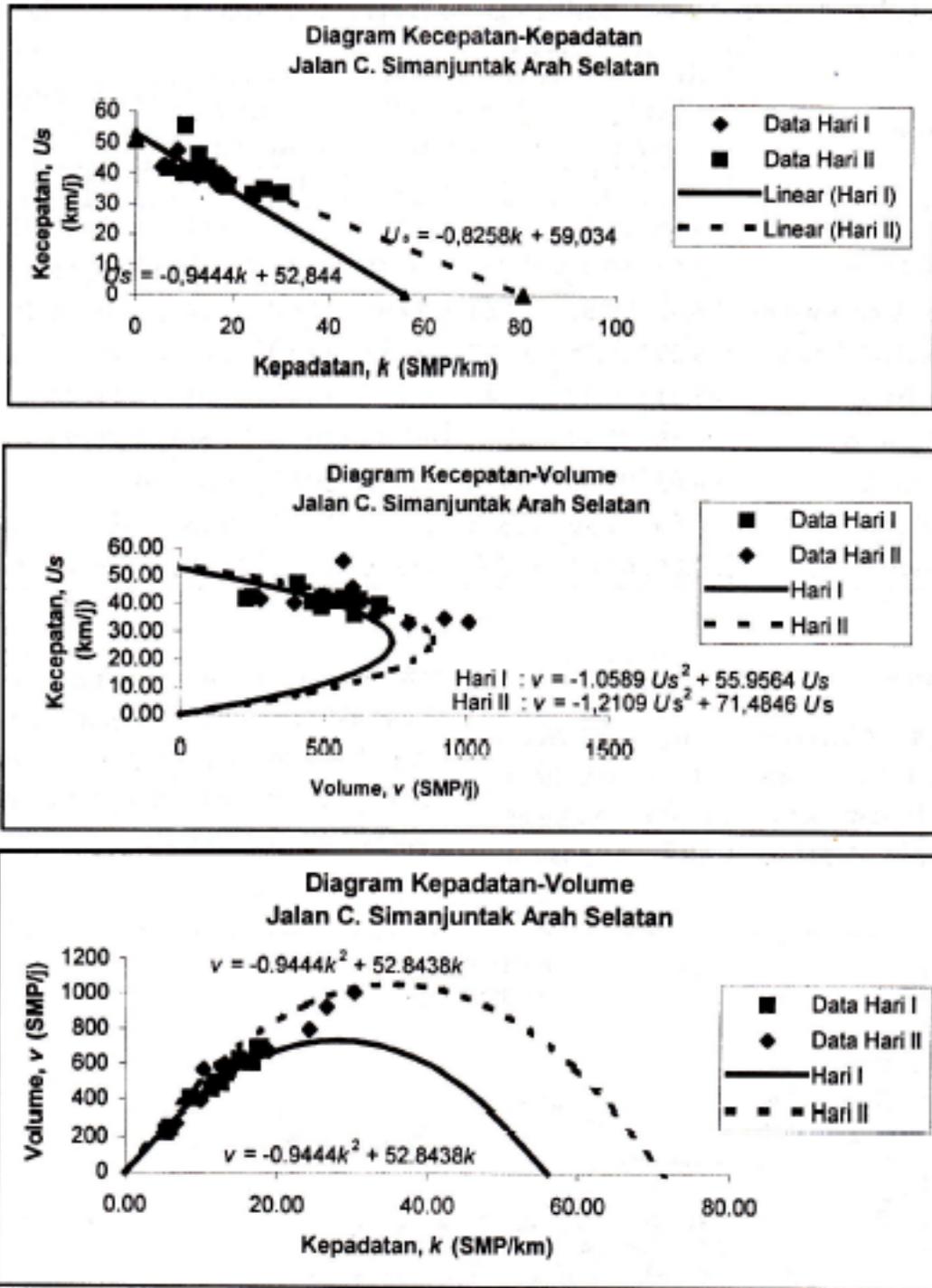
Analisis kapasitas pada penelitian ini menggunakan metoda diagram fundamental arus lalulintas. Diagram ini dibuat dengan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Penentuan Persamaan Regresi Hubungan Kecepatan-Kepadatan
2. Uji Signifikansi persamaan regresi dan koefisien korelasi

3. Pembentukan persamaan hubungan Kecepatan-Volume (dari persamaan regresi hubungan Kecepatan-Kepadatan)
4. Pembentukan persamaan hubungan Kepadatan-Volume (dari persamaan regresi hubungan Kecepatan-Kepadatan)
5. Pembentukan Diagram Fundamental Arus Lalulintas

Pada penelitian ini digunakan asumsi bahwa terdaat hubungan linear antara kecepatan dan kepadatan aliran lalulintas. Untuk menguji signifikansi asumsi tersebut, dilakukan pengujian terhadap data dan kepadatan dengan terlebih dahulu menentukan nilai korelasi antara kecepatan dan kepadatan. Dengan nilai koefisien korelasi ini dapat ditentukan apakah suatu persamaan mempunyai hubungan linear yang cukup signifikan (dengan Uji-F dan Uji-t). Persamaan regresi kecepatan-kepadatan yang mempunyai hubungan linear yang signifikan merupakan persamaan dasar untuk membentuk persamaan-persamaan kecepatan-volume dan persamaan kepadatan volume. Dari ketiga persamaan di atas maka dapat dibentuk diagram fundamental.

Berikut ini ditampilkan diagram fundamental arus lalulintas hasil analisis data observasi Jl. Simanjuntak arah Selatan sebagai contoh ilustrasi.



Tabel 3.1. Besaran-Besaran Hasil Tinjauan Diagram Fundamental Arus Lalulintas Jl. C. Simanjuntak arah ke Selatan

Kecepatan Kritis (km/j)		Kecepatan Arus Bebas (FFS) (km/j)		Kepadatan Maksimum (SMP/km)		Jam Density (SMP/km)		v maksimum (SMP/j)	
I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
26.42	29.52	52.84	59.03	27.98	35.74	55.96	71.48	739	1055

Keterangan:

I : Data Lalulintas Tanpa Pengaruh Aktivitas Sekolah

II : Data Lalulintas Ada Pengaruh Sekolah

Aktivitas sekolah di pagi hari memberikan dampak berupa bergesernya nilai-nilai parameter aliran seperti yang terlihat pada Tabel 3.1. di atas.

Besaran-besaran hasil tinjauan diagram fundamental untuk ruas-ruas jalan yang lain adalah sebagai berikut:

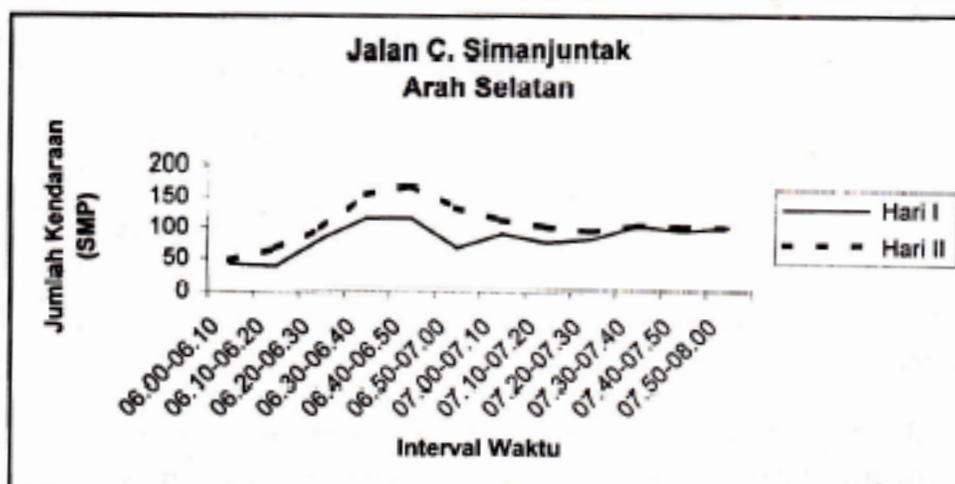
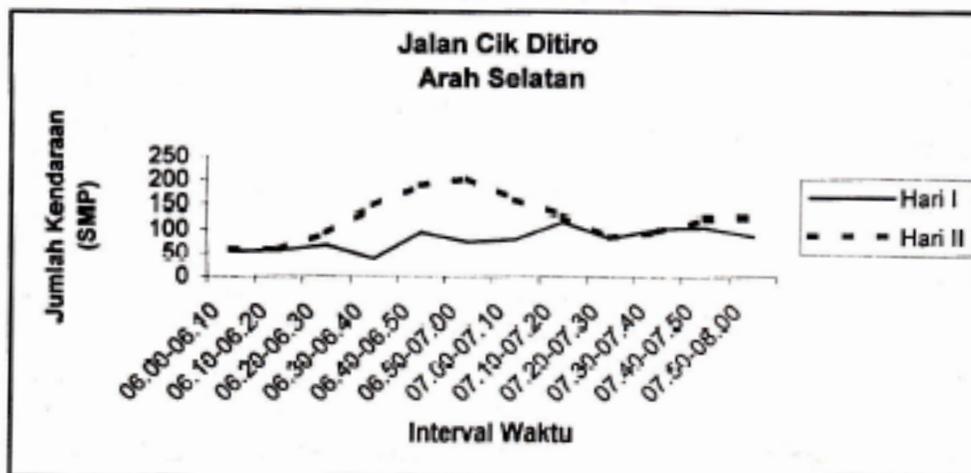
Tabel 3.2. Besaran-Besaran Hasil Tinjauan Diagram Fundamental Arus Lalulintas

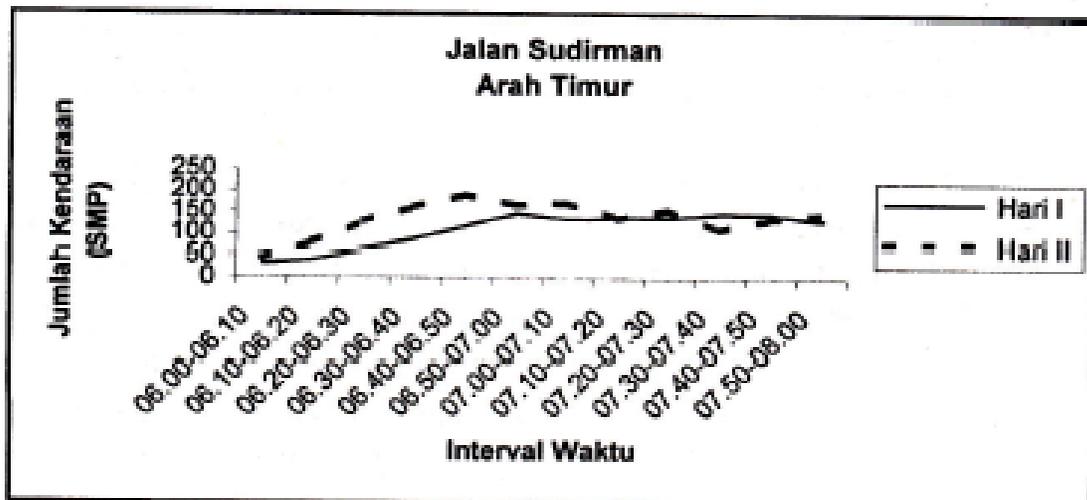
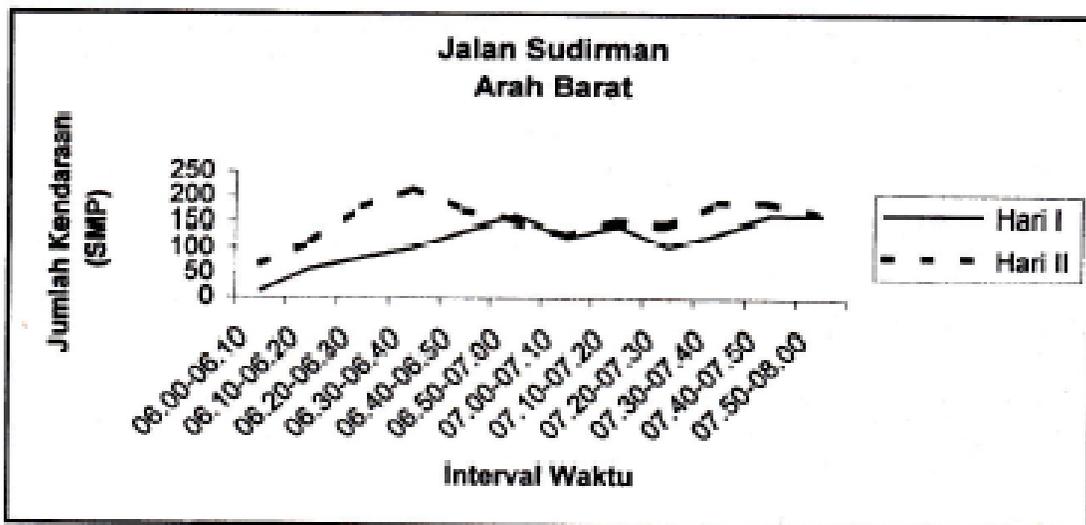
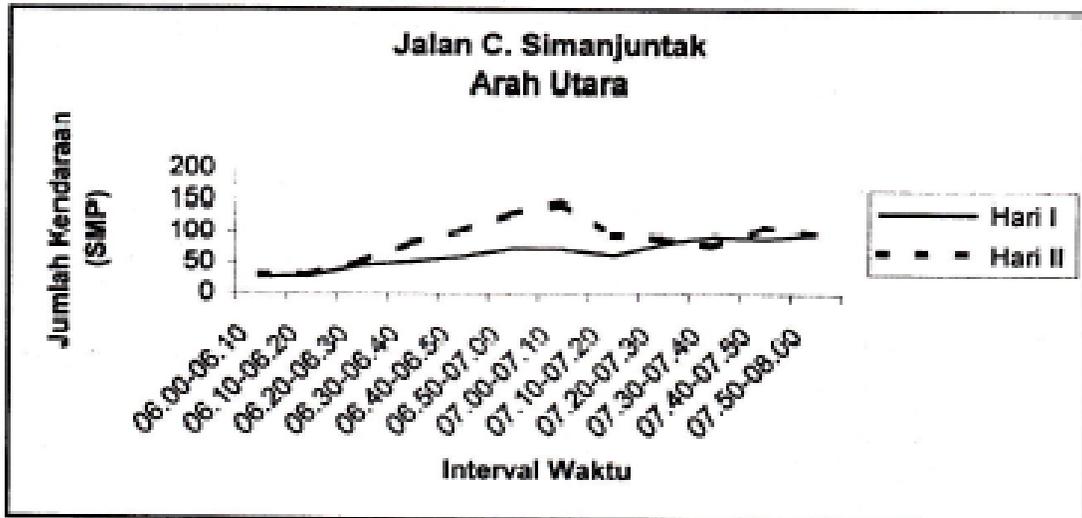
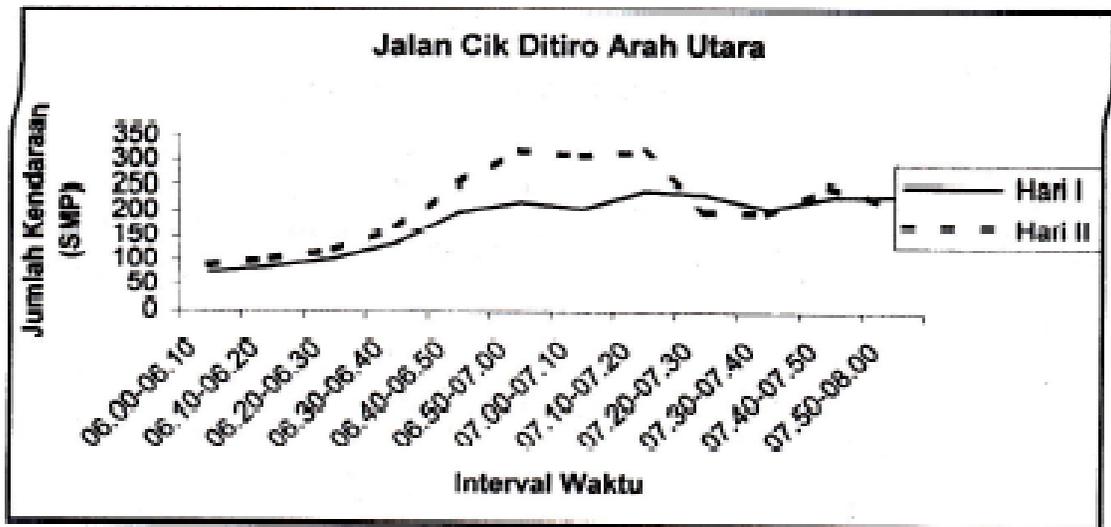
Jalan	Kecepatan Kritis (km/j)		Kecepatan Arus Bebas (FFS) (km/j)		Kepadatan Maksimum (SMP/km)		Jam Density (SMP/km)		v maksimum (SMP/j)	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Cik Ditiro Arah Selatan	35.66	28.83	71.33	57.67	25.86	45.01	51.72	90.02	922	1298
Cik Ditiro Arah Utara	63.83	69.96	127.65	139.92	19.67	27.90	39.35	55.81	1256	1952
C. Simanjuntak Arah Selatan	26.42	29.52	52.84	59.03	27.98	35.74	55.96	71.48	739	1055
C. Simanjuntak Arah Utara	26.29	25.75	52.57	51.51	32.59	37.83	65.18	75.65	857	974
Sudirman Arah Barat	45.71	59.37	91.42	118.73	16.22	22.08	32.44	44.16	741	1311
Sudirman Arah Timur	31.56	31.44	63.12	62.87	30.26	39.69	60.53	79.37	955	1248
Sudirman Satu Arah	94.65	91.50	189.31	183.00	20.07	28.32	40.13	56.65	1899	2592
Suroto Arah Selatan	56.50	61.36	113.00	122.73	18.21	30.75	36.42	61.49	1029	1887
Suroto Arah Utara	64.06	69.01	128.12	138.02	17.59	24.48	35.17	48.96	1127	1689

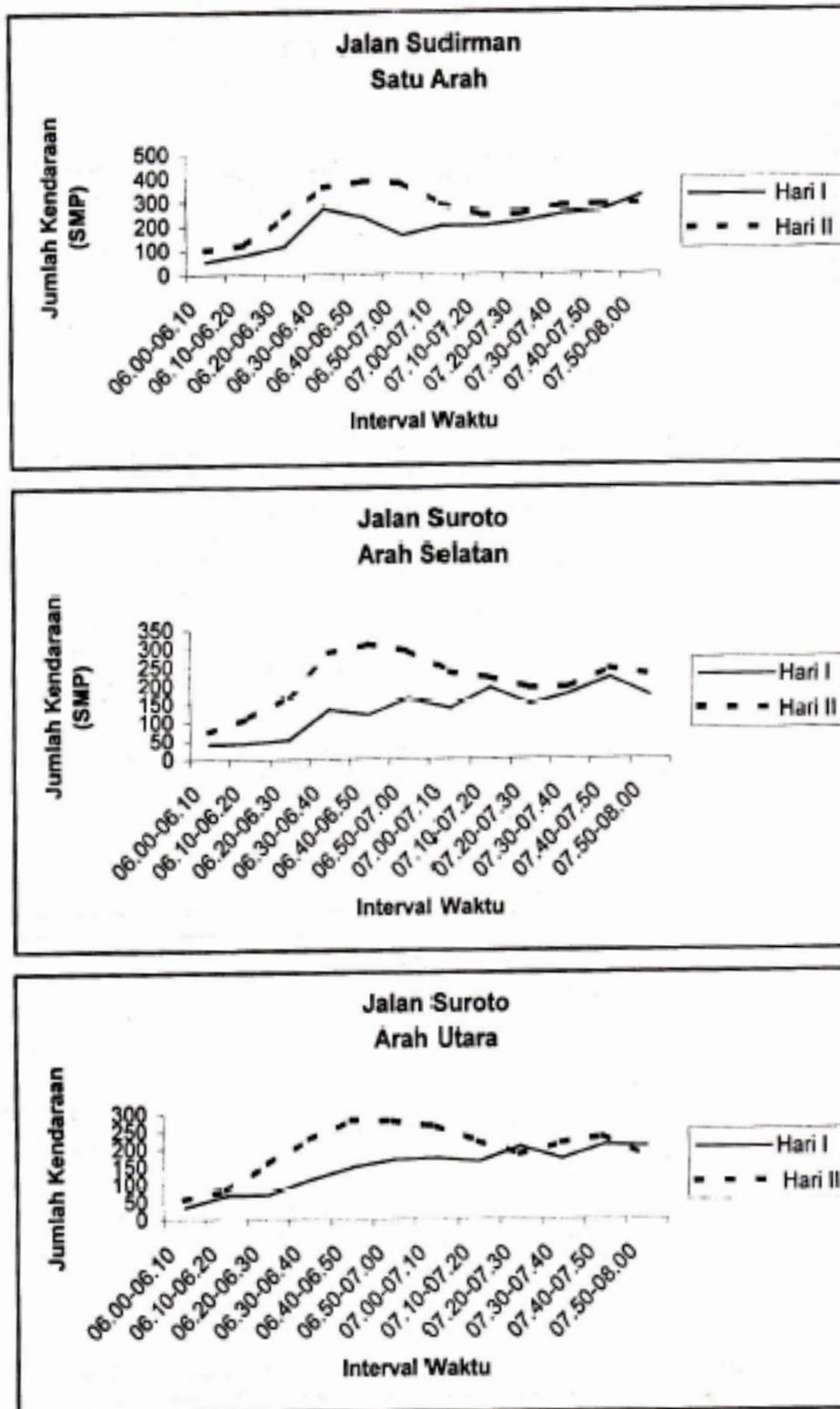
Tingkat Pelayanan

Berdasarkan observasi yang dilakukan selama dua hari (satu hari saat sekolah libur kuartal [Hari I] dan satu hari saat lalulintas normal [Hari II]) dapat diidentifikasi adanya

penambahan volume lalulintas yang signifikan akibat aktivitas sekolah di pagi hari pada ruas-ruas jalan di sekitarnya. Penambahan volume tersebut dapat diamati pada diagram-diagram kenaikan volume lalulintas berikut.







Gambar 4.1. Diagram-Diagram Peningkatan Volume Lalulintas Akibat Aktivitas Sekolah

IHCM 1993 menggunakan kecepatan dan derajat kejenuhan (*DS*) sebagai indikator untuk tingkat kinerja. Derajat kejenuhan (*DS*) didefinisikan sebagai rasio arus (*v*) terhadap kapasitas (*C*), atau :

$$DS = v / C$$

dengan satuan SMP/jam.

Nilai *DS* menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas (yaitu

apakah ruas jalan tersebut masih dapat menampung aliran lalulintas yang terjadi atau tidak dan juga kualitas perjalanan yang dialami oleh pengendara). Kinerja suatu ruas jalan dalam kondisi baik apabila nilai rasio $v/C < 0,8$. Nilai kapasitas ruas jalan (*C*) diambil dari nilai *v* maksimum yang didapat dari diagram fundamental. Berikut ini ditampilkan nilai rasio v/C dari ruas-ruas jalan yang diteliti untuk periode 10 menit antara pukul 06.00 – 08.00.

Tabel 4.1. Nilai Rasio v/C Ruas Jalan

Jalan	Waktu	Rasio v/C		Jalan	Waktu	Rasio v/C	
		Hari I	Hari II			Hari I	Hari II
Cik Ditiro Arah Selatan	06.00-06.10	0.25	0.27	Simanjuntak Arah Selatan	06.00-06.10	0.24	0.26
	06.10-06.20	0.26	0.27		06.10-06.20	0.22	0.38
	06.20-06.30	0.32	0.43		06.20-06.30	0.46	0.56
	06.30-06.40	0.18	0.68		06.30-06.40	0.66	0.87
	06.40-06.50	0.44	0.88		06.40-06.50	0.66	0.96
	06.50-07.00	0.35	0.94		06.50-07.00	0.39	0.75
	07.00-07.10	0.37	0.74		07.00-07.10	0.52	0.64
	07.10-07.20	0.54	0.59		07.10-07.20	0.43	0.58
	07.20-07.30	0.38	0.39		07.20-07.30	0.47	0.54
	07.30-07.40	0.47	0.44		07.30-07.40	0.59	0.59
	07.40-07.50	0.49	0.57		07.40-07.50	0.54	0.58
	07.50-08.00	0.40	0.57		07.50-08.00	0.57	0.57
Cik Ditiro Arah Utara	06.00-06.10	0.23	0.28	Simanjuntak Arah Utara	06.00-06.10	0.17	0.18
	06.10-06.20	0.27	0.31		06.10-06.20	0.19	0.19
	06.20-06.30	0.32	0.37		06.20-06.30	0.29	0.32
	06.30-06.40	0.42	0.52		06.30-06.40	0.33	0.51
	06.40-06.50	0.62	0.79		06.40-06.50	0.38	0.63
	06.50-07.00	0.68	0.99		06.50-07.00	0.46	0.82
	07.00-07.10	0.64	0.96		07.00-07.10	0.45	0.90
	07.10-07.20	0.75	0.98		07.10-07.20	0.39	0.59
	07.20-07.30	0.73	0.62		07.20-07.30	0.51	0.55
	07.30-07.40	0.64	0.61		07.30-07.40	0.58	0.49
	07.40-07.50	0.72	0.78		07.40-07.50	0.56	0.67
	07.50-08.00	0.73	0.67		07.50-08.00	0.61	0.61
Sudirman Arah Barat	06.00-06.10	0.07	0.31	Suroto Arah Selatan	06.00-06.10	0.13	0.24
	06.10-06.20	0.28	0.52		06.10-06.20	0.14	0.36
	06.20-06.30	0.38	0.82		06.20-06.30	0.17	0.54
	06.30-06.40	0.47	0.99		06.30-06.40	0.43	0.91
	06.40-06.50	0.62	0.79		06.40-06.50	0.38	0.99
	06.50-07.00	0.75	0.70		06.50-07.00	0.53	0.93
	07.00-07.10	0.57	0.58		07.00-07.10	0.44	0.74
	07.10-07.20	0.67	0.70		07.10-07.20	0.61	0.70
	07.20-07.30	0.48	0.66		07.20-07.30	0.47	0.61
	07.30-07.40	0.61	0.87		07.30-07.40	0.56	0.61
	07.40-07.50	0.76	0.87		07.40-07.50	0.70	0.77
	07.50-08.00	0.75	0.76		07.50-08.00	0.54	0.72
Sudirman Arah Timur	06.00-06.10	0.16	0.21	Suroto Arah Utara	06.00-06.10	0.13	0.20
	06.10-06.20	0.20	0.39		06.10-06.20	0.25	0.29
	06.20-06.30	0.32	0.62		06.20-06.30	0.25	0.57
	06.30-06.40	0.43	0.78		06.30-06.40	0.40	0.81
	06.40-06.50	0.58	0.92		06.40-06.50	0.53	0.99
	06.50-07.00	0.72	0.81		06.50-07.00	0.60	0.99
	07.00-07.10	0.65	0.83		07.00-07.10	0.62	0.93
	07.10-07.20	0.66	0.66		07.10-07.20	0.58	0.78
	07.20-07.30	0.67	0.76		07.20-07.30	0.74	0.65
	07.30-07.40	0.72	0.53		07.30-07.40	0.61	0.76
	07.40-07.50	0.71	0.66		07.40-07.50	0.75	0.83
	07.50-08.00	0.64	0.71		07.50-08.00	0.74	0.62

Tabel 4.1. Nilai Rasio v/C Ruas Jalan (*Lanjutan*)

Sudirman Satu Arah	06.00-06.10	0.13	0.24			
	06.10-06.20	0.19	0.29			
	06.20-06.30	0.28	0.55			
	06.30-06.40	0.63	0.84			
	06.40-06.50	0.55	0.89			
	06.50-07.00	0.38	0.88			
	07.00-07.10	0.47	0.67			
	07.10-07.20	0.46	0.56			
	07.20-07.30	0.51	0.57			
	07.30-07.40	0.57	0.66			
	07.40-07.50	0.60	0.66			
07.50-08.00	0.75	0.67				

keterangan : - Hari I : Lalulintas Tanpa Pengaruh Aktivitas Sekolah
 - Hari II : Lalulintas Ada Pengaruh Aktivitas Sekolah

Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan observasi yang dilakukan selama dua hari (satu hari saat sekolah libur dan satu hari saat lalulintas normal) dapat diidentifikasi adanya penambahan volume lalulintas yang signifikan akibat aktivitas sekolah di pagi hari pada ruas-ruas jalan di sekitarnya. Nilai pertambahan volume rata-rata akibat aktivitas sekolah pada ruas jalan yang diteliti mencapai 43%]
2. Dengan mengamati nilai-nilai v/C aliran lalulintas hari I jam 06.00-08.00 (lalulintas tanpa pengaruh aktivitas sekolah) menunjukkan kondisi di mana aliran yang terjadi pada setiap ruas jalan masih bisa dilayani dengan baik, sedangkan pada hari II (lalulintas normal) pada umumnya menunjukkan adanya kinerja yang buruk dari setiap ruas jalan pada menit-menit mendekati pukul 07.00 (jam masuk sekolah).

Ucapan Terima Kasih

Penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada QUE Project, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM yang telah memberikan bantuan dana dalam penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada teman-teman yang

terlibat dalam Project Grant dengan topik "Pengaruh Aktivitas Sekolah Terhadap Lalulintas dan Penanganan Permasalahannya".

Daftar Pustaka

- Wohl, M., Martin, V. 1967. *Traffic System Analysis for Engineers and Planners*. McGraw-Hill. New York.
- Andiyanto, U.S. Basith, A. 1993. *Metode Aplikasi Peramalan*. Erlangga. Jakarta.
- Dibyantoro, F. 1993. Tugas Akhir: *Tijauan Diagram Fundamental pada Ruas Jalan Malioboro*. tidak dipublikasikan.
- Direktorat Jendral Bina Marga. Direktorat Pembinaan Jalan Kota. 1993. *Indonesian Highway Capacity Manual*. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. Direktorat Pembinaan Jalan Kota. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta.
- Transportation Research Board. National Research Council. 1994. *Highway Capacity Manual*. Washington D.C.
- Spiegel, M.R. 1961. *Statistic*. McGraw-Hill. New York.
- Pignatoro, L. J. 1973. *Traffic Engineering Theory and Practice*. Prentice Hall Inc. New Jersey USA.

