

KALIBRASI DAN VALIDASI MIXED TRAFFIC VISSIM MODEL

Budi Yulianto

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Jl Ir. Sutami 36A Surakarta,
email: byulianto@gmail.com

Setiono

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Jl Ir. Sutami 36A Surakarta,
email: setiono02@gmail.com

Abstract

Traffic simulation model is an effective approach to analyze traffic operations because it can produce output that is relatively close to real conditions. Most simulation models based on non-mixed traffic conditions, focusing on four-wheeled vehicles and control systems based on the use of the vehicle lane. These Conditions are not suitable for Indonesia where the traffic is heterogeneous (mixed). This research aims to adapt existing commercial models to simulate traffic conditions in Indonesia. In this case is a case study on an intersection in the road in the city of Solo, exactly Jalan Sudirman. This study uses VISSIM software Version 3.6 for mixed traffic model which is then validated with data observations in the field.

In this study, Vissim used to simulate heterogeneous traffic, irregular and composition of the traffic consists of different types of vehicles (called mixed traffic). The calibration and validation of the model needs to be done so that there is confidence that the model is valid, ie close to the model output observations. From the statistical analysis it can be concluded that the model that is made is valid, where the parameters of the model Vissim output performance (travel time and long queues of vehicles) approaching the observation.

Keywords:

mixed traffic, observation, signal control, validation.

Abstrak

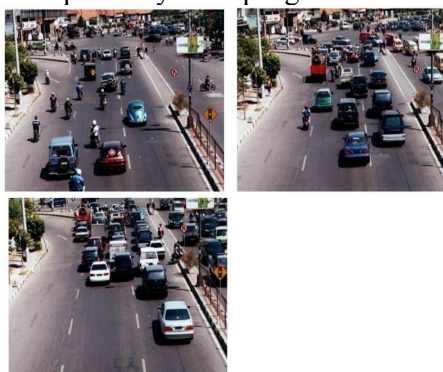
Model simulasi lalu lintas merupakan sebuah pendekatan yang efektif untuk menganalisis operasi lalu lintas karena bisa menghasilkan output yang relatif mendekati kondisi nyata. Kebanyakan model simulasi berdasarkan pada kondisi non-mixed traffic, fokus pada lalu lintas dengan kendaraan roda empat dan sistem kontrol berdasarkan penggunaan lajur kendaraan. Kondisi tersebut tidak cocok untuk Indonesia di mana arus lalu lintas bersifat heterogen (campuran). Penelitian ini bertujuan untuk mengadaptasikan model komersial yang ada untuk mensimulasikan kondisi lalu lintas di Indonesia. Dalam hal ini adalah studi kasus pada sebuah simpang di jalan yang ada di kota Solo, tepatnya Jalan Jenderal Sudirman. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak VISSIM Versi 3.6 untuk membuat model mixed traffic yang kemudian divalidasi dengan data hasil pengamatan di lapangan.

Di dalam penelitian ini, VISSIM digunakan untuk mensimulasi lalu lintas yang heterogen, tidak teratur dan komposisi lalu lintasnya terdiri dari berbagai tipe kendaraan (disebut mixed traffic). Proses kalibrasi dan validasi model perlu dilakukan agar adanya keyakinan bahwa model yang dibuat itu valid, yaitu hasil keluaran model mendekati hasil observasi. Dari analisa statistik dapat disimpulkan bahwa model yang di buat adalah valid, dimana parameter kinerja keluaran VISSIM model (waktu tempuh dan panjang antrian kendaraan) mendekati hasil observasi.

PENDAHULUAN

Model simulasi lalu lintas merupakan sebuah pendekatan yang efektif untuk menganalisis operasi lalu lintas karena bisa menghasilkan *output* yang relatif mendekati kondisi nyata. Kebanyakan model simulasi berdasarkan pada kondisi *non-mixed traffic*, fokus pada lalu lintas dengan kendaraan roda empat dan sistem kontrol berdasarkan penggunaan lajur kendaraan. Kondisi tersebut tidak cocok untuk Indonesia di mana arus lalu lintas bersifat heterogen (campuran), dengan berbagai jenis kendaraan dan proporsi sepeda motor yang tinggi dan kedisiplinan penggunaan lajur yang rendah, terutama saat antrian di kaki simpang (lihat Gambar 1). Meskipun beberapa model simulasi telah dibangun berdasarkan pada kondisi *mixed traffic* (Oketch, 2001), akan tetapi

secara umum belum dipergunakan secara komersial dan aplikasinya di lapangan masih terbatas.



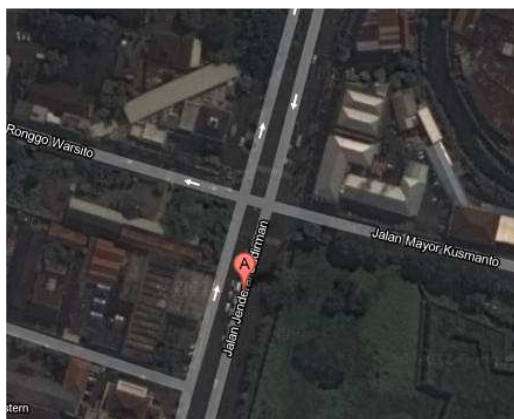
Gambar 1. Antrian kendaraan saat lampu lalu lintas merah pada kondisi *mixed traffic*

Penelitian ini bertujuan untuk mengadaptasikan model komersial yang ada untuk mensimulasikan kondisi lalu lintas di Indonesia. Dalam hal ini adalah studi kasus pada sebuah simpang di jalan yang ada di kota Solo, tepatnya Jalan Jenderal Sudirman. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak VISSIM Versi 3.6 untuk membuat model *mixed traffic* yang kemudian divalidasi dengan data hasil pengamatan di lapangan.

PENGUMPULAN DATA LALU LINTAS

Deskripsi Lokasi

Lokasi dari penelitian ini adalah sebuah simpang empat bersinyal di Jalan Jenderal Sudirman kota Surakarta (lihat Gambar 2). Tempat ini dipilih karena dianggap cukup mewakili kondisi lalu lintas di kota Surakarta secara umum. Pengaturan Lalu lintas di simpang dimaksud pada saat ini menggunakan sistem *Fixed Time Control* (FTC).



Gambar 2. Persimpangan Jl Jenderal Sudirman

Data yang dikumpulkan pada simpangan ini antara lain: data geometri jalan, data sinyal, volume lalu lintas, komposisi lalu lintas, proporsi kendaraan membelok dan antrian kendaraan. Data lalu lintas bisa di lihat pada Lampiran A.

Karakteristik Kendaraan

Karakteristik dinamis dan statis dari kendaraan merupakan parameter input yang penting bagi model VISSIM. Parameter input ini perlu ditentukan dari data lapangan agar diperoleh hasil yang akurat. Parameter input dari model VISSIM dikumpulkan dari lokasi pengamatan berupa jenis kendaraan, panjang, berat dan tenaga, jarak henti, kecepatan rencana, maksimum percepatan dan perlambatan rencana.

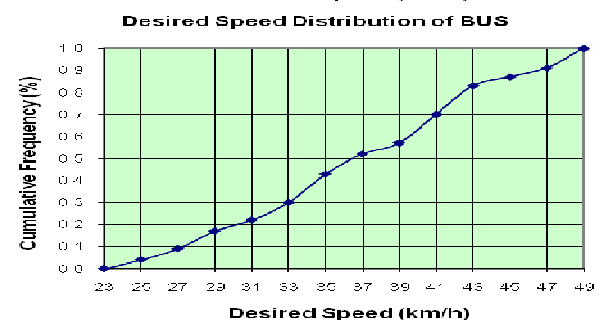
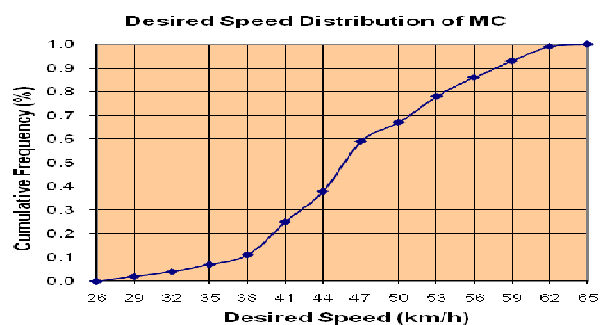
Pada penelitian ini, kendaraan dibagi menjadi empat kelas sebagai berikut:

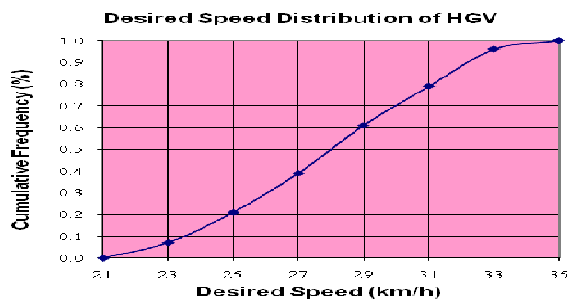
1. Kendaraan bermotor roda dua (MC),
2. Mobil penumpang (CAR),
3. Kendaraan berat pengangkut barang (HGV), dan
4. Bis (BUS).

Spesifikasi data kendaraan dari berbagai pabrik dikumpulkan untuk membangun distribusi kumulatif dari panjang kendaraan, berat dan tenaga sebagai model input VISSIM (lihat Lampiran B).

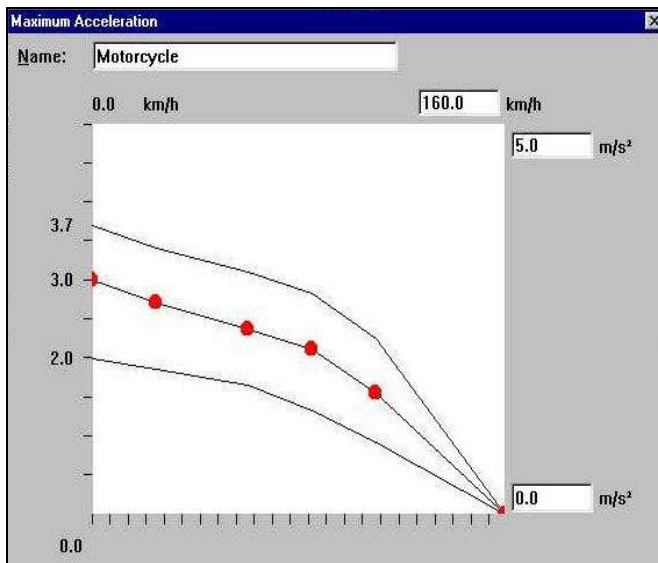
Untuk mengumpulkan data kecepatan bebas, pengukuran kecepatan dilakukan dari arah hulu pada pendekatan yang dipilih sebelum titik dimana lalu lintas mulai melambat untuk kemungkinan berhenti di persimpangan atau di mana lalu lintas yang bergerak bebas bisa terbentuk. Menurut Hoque (1994), kecepatan bebas dari kendaraan, diukur dengan waktu perekaman ketika kendaraan melewati dua tanda yang telah ditetapkan di seberang jalan, 20 meter terpisah untuk kendaraan bermotor dan 5 meter terpisah untuk non-kendaraan bermotor. Contoh distribusi kecepatan bebas dari beberapa jenis kendaraan ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini.

Dalam penelitian ini, percepatan maksimum dan perlambatan maksimum bebas jenis kendaraan diperoleh dari observasi lapangan, sedangkan deselerasi bebas beberapa jenis kendaraan menggunakan nilai yang diperoleh Hoque (Hoque, 1994). Perkiraan akurat dibuat untuk kondisi lalu lintas riil dengan menggunakan peralatan pengukuran kecepatan setiap detik. Peralatan yang digunakan untuk mengukur waktu kecepatan adalah Squirrel Meter, dikembangkan oleh TRL-UK. Dari data yang dikumpulkan, percepatan dan perlambatan maksimum bebas beberapa jenis kendaraan diperkirakan. Percepatan maksimum sepeda motor, misalnya, ditunjukkan pada Gambar 4.





Gambar 3. Distribusi kecepatan bebas kendaraan dlm km/jam



Gambar 4. Percepatan maksimum dari sepeda motor dalam m/s^2

Kalibrasi

Kalibrasi adalah proses menyesuaikan parameter untuk mendapatkan kesesuaian antara nilai simulasi dan data yang diamati. Data lalu lintas yang digunakan sebagai perbandingan dalam proses kalibrasi adalah jumlah arus lalu lintas di kaki-kaki simpang baik yang masuk ke simpang maupun keluar dari simpang. Gambar 5 memperlihatkan lokasi arus lalu lintas yang digunakan sebagai perbandingan antara arus lalu lintas hasil observasi dengan hasil pemodelan.



Gambar 5. Lokasi arus lalu lintas yang digunakan dalam proses kalibrasi

Tabel 1 memperlihatkan bahwa perbedaan jumlah arus lalu lintas, yang masuk ataupun keluar ke dan dari kaki simpang, antara hasil observasi dengan hasil pemodelan tidak signifikan, dimana perbedaan persentasi yang paling besar adalah 5.1%.

Tabel 1. Perbandingan arus lalu lintas hasil observasi dengan hasil pemodelan

No	Nama Jalan	Observasi	Micosimulation						O-M	%
			RS.40	RS.42	RS.44	RS.46	RS.48	Rata-Rata		
1	J. Sudirman SB (Inbound)	2044	2036	2032	2036	2029	2034	2033	11	0.5%
2	J. Kusmanto WB (Inbound)	1481	1477	1474	1475	1473	1473	1474	7	0.4%
3	J. Sudirman NB (Inbound)	4109	4091	4097	4090	4100	4093	4094	15	0.4%
4	J. Sudirman SB (Outbound)	2688	2814	2825	2770	2822	2900	2826	-138	-5.1%
5	J. Kusmanto WB (Outbound)	1183	1138	1144	1168	1156	1121	1145	38	3.2%
6	J. Sudirman NB (Outbound)	1500	1455	1444	1436	1451	1458	1449	51	3.4%

Validasi

Validasi berkaitan dengan penentuan apakah secara konseptual model simulasi dapat merepresentasikan pemodelan secara akurat (Hellings et al, 1996). Model ini valid jika keluaran data yang dihasilkan dari model tersebut mendekati hasil dari kejadian aktual dalam sistem. Proses validasi melibatkan perbandingan hasil simulasi dan data observasi yang dikumpulkan dari studi lapangan. Adalah penting untuk secara jelas mengidentifikasi ukuran kinerja yang harus digunakan dalam perbandingan (Hellings et al, 1996). Dalam studi ini, kinerja simpang

yaitu waktu perjalanan (detik) dan antrian kendaraan (meter) digunakan sebagai pembading antara hasil pemodelan dengan hasil observasi.

Parameter Kinerja Persimpangan

Parameter kinerja berikut diadopsi untuk membandingkan hasil keluaran model simulasi dengan data yang diperoleh dari studi lapangan.

1. Waktu Tempuh yaitu waktu perjalanan yang dicapai oleh kendaraan yang melaju dengan kecepatan bebas dari lokasi satu (asal) ke lokasi lainnya (tujuan). Satuan waktu tempuh adalah detik atau menit.

2. Panjang Antrian Kendaraan. Untuk penelitian ini, panjang antrian kendaraan didefinisikan sebagai jarak dalam meter dari garis henti di mana kendaraan mengantri di kaki simpang lampu bersinyal (Sutomo, 1992 dan Hoque, 1994). Untuk setiap siklus, panjang antrian tercatat pada awal periode hijau. Dalam keadaan ini hanya maksimum panjang antrian yang menjadi perhatian, terlepas dari lajur di mana hal itu terjadi. Panjang antrian rata-rata yang dihitung selama enam interval untuk perbandingan statistik.

Teknik Validasi

-Data Model Simulasi

Di dalam penelitian ini, pemodelan dilakukan pada jam sibuk sore hari yaitu pada jam 16:30 sampai dengan 17:30. Komposisi dan volume lalu lintas di persimpangan jalan Sudirman pada jam sibuk sore, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi dan volume lalu lintas selama satu jam sibuk sore hari

Kaki Simpang	Komposisi Lalu Lintas				Volume Lalu Lintas (kend/jam)
	MC	CAR	HGV	BUS	
Selatan	1673	358	9	4	2044
Utara	3163	916	13	17	4109
Timur	1148	331	2	0	1481

Untuk mendapatkan hasil parameter kinerja (waktu tempuh dan panjang antrian kendaraan) dari pemodelan, maka model simulasi dijalankan selama periode satu jam. Model dijalankan sebanyak enam kali dengan menggunakan *random seed* yang berbeda-beda, hal ini untuk mengakomodasi variasi pergerakan kendaraan. Nilai rata-rata dari enam model (yang berbeda *random seed*-nya) tersebut digunakan sebagai perbandingan.

Tabel 3. Perbandingan waktu tempuh antara hasil observasi dengan hasil pemodelan

Bagian	Tipe Kendaraan	Modelled (M)						Observed (O)					OM	%	
		RS40	RS42	RS44	RS46	RS48	Rata-Rata	TT (Detik)							
		TT (Detik)	TT (Detik)	TT (Detik)	TT (Detik)	TT (Detik)	TT (Detik)	1	2	3	4	5			Ratarata
1	Sepeda Mtor	137	138	141	130	146	138	130	135	128	139	145	135	-3	-2%
2	Sepeda Mtor	63	64	67	66	68	66	70	68	65	73	74	70	4	6%

❖ Perbandingan panjang antrian kendaraan antara model dengan observasi. Panjang antrian kendaraan yang terjadi di kaki simpang Selatan Jalan Sudirman dipakai sebagai perbandingan. Rata-rata panjang antrian

Analisa Kinerja

Metode perbandingan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

❖ Perbandingan waktu tempuh antara hasil pemodelan dengan observasi Pengukuran waktu tempuh dilakukan di dua segmen yaitu:

Segmen 1: antara persimpangan jalan Kapten Mulyadi/Mayor Kusmanto sampai dengan persimpangan Jalan Imam Bonjol/Ronggowarsito

Segmen 2: antara Bundaran Gladak sampai Bundaran Balaikota.

Kedua segmen waktu tempuh tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Segmen waktu tempuh

Pengukuran waktu tempuh, dengan menggunakan sepeda motor, di dua segmen tersebut dilakukan sebanyak lima kali. Nilai rata-ratanya kemudian dibandingkan dengan nilai rata-rata waktu tempuh yang dihasilkan oleh VISSIM model. Tabel 3 memperlihatkan perbandingan waktu tempuh antara hasil observasi dengan hasil pemodelan. Perbedaan nilai rata-rata waktu tempuh antara hasil observasi dengan hasil pemodelan kecil, paling tinggi 6%.

kendaraan selama 10 menit antara hasil observasi dengan hasil pemodelan dibandingkan. Untuk mengetahui apakah perbedaan tersebut signifikan atau tidak maka dilakukan uji statistik (lihat Lampiran C). dari hasil analisa didapatkan bahwa tidak ada

perbedaan yang signifikan antara model dan observasi

KESIMPULAN


VISSIM merupakan salah satu program simulasi komersial yang digunakan untuk pemodelan lalu lintas. Di dalam penelitian ini, VISSIM digunakan untuk mensimulasi lalu lintas yang heterogen, tidak teratur dan komposisi lalu lintasnya terdiri dari berbagai tipe kendaraan (disebut *mixed traffic*). Proses kalibrasi dan validasi model perlu dilakukan agar adanya keyakinan bahwa model yang dibuat itu valid, yaitu hasil keluaran model mendekati hasil observasi. Dari analisa statistik dapat disimpulkan bahwa model yang di buat adalah valid, dimana parameter kinerja keluaran VISSIM model (waktu tempuh dan panjang antrian kendaraan) mendekati hasil observasi.

REFERENSI

- Hoque, MD (1994) The Modelling of Signalised Intersections in Developing Countries. PhD Thesis, Department of Civil and Environment Engineering, University of Southampton, UK.
- Hellinga, B, Hesham Rakha, et al (1996) systematic Verivication, Validation and Calibration of Traffic Simulation Models, Presented at the 1996 Transportation Research Board Annual Meeting, Washington DC.
- Oketch, T (2001) A Model for Heterogeneous Traffic Flows including Non-Motorised Vehicles, PhD Thesis, Institute Fur Verkehrswesen, Universitat (TH) Karlsruhe.
- Sutomo, H (1992): Appropriate Saturation Flow at Traffic Signals in Javanese Cities: A Modelling Approach. PhD Thesis, Institute of Transport Studies, University of Leeds, UK.

LAMPIRAN A:

Jl Sudirman NB (C)




Interval	MC	LV	HV	BUS
16:30 - 16:45	77	34	0	0
16:45 - 17:00	54	24	0	0
17:00 - 17:15	83	40	0	0
17:15 - 17:30	77	53	0	0
TOTAL	291	151	0	0

Interval	MC	LV	HV	BUS
16:30 - 16:45	542	161	3	5
16:45 - 17:00	444	134	2	4
17:00 - 17:15	548	150	4	4
17:15 - 17:30	510	154	2	4
TOTAL	2044	599	11	17

Interval	MC	LV	HV	BUS
16:30 - 16:45	194	37	2	0
16:45 - 17:00	154	33	0	0
17:00 - 17:15	205	50	0	0
17:15 - 17:30	275	46	0	0
TOTAL	828	166	2	0

442 2654 996

Jl Kusmanto (B)




Interval	MC	LV	HV	BUS
16:30 - 16:45	35	9	0	0
16:45 - 17:00	40	11	0	0
17:00 - 17:15	35	11	0	0
17:15 - 17:30	20	11	0	0
TOTAL	130	42	0	0

Interval	MC	LV	HV	BUS
16:30 - 16:45	210	64	0	0
16:45 - 17:00	249	51	0	0
17:00 - 17:15	235	58	2	0
17:15 - 17:30	205	37	0	0
TOTAL	899	210	2	0

Interval	MC	LV	HV	BUS
16:30 - 16:45	30	20	0	0
16:45 - 17:00	35	21	0	0
17:00 - 17:15	32	20	0	0
17:15 - 17:30	22	18	0	0
TOTAL	119	79	0	0

172 1111 198

Jl Sudirman SB (A)



Interval	MC	LV	HV	BUS
16:30 - 16:45	40	8	0	0
16:45 - 17:00	38	10	0	0
17:00 - 17:15	42	9	0	0
17:15 - 17:30	32	8	0	0
TOTAL	152	35	0	0

Interval	MC	LV	HV	BUS
16:30 - 16:45	299	61	1	2
16:45 - 17:00	275	57	4	1
17:00 - 17:15	269	55	1	1
17:15 - 17:30	245	56	1	0
TOTAL	1088	229	7	4

Interval	MC	LV	HV	BUS
16:30 - 16:45	105	26	1	0
16:45 - 17:00	110	23	0	0
17:00 - 17:15	105	21	1	0
17:15 - 17:30	113	24	0	0
TOTAL	433	94	2	0

187 1324 529

LAMPIRAN B: DATA SPESIFIKASI KENDARAAN

		(mm)	(mm)	Curb / Chassis	GVW	(kW)	
1	Motorcycle	Millenium - ML100 Super	1,980	680	93	223	5.20
2	Motorcycle	Millenium - ML100 Super S	1,980	680	93	223	5.20
3	Motorcycle	Honda - Tiger 2000	1,990	742	123	253	13.04
4	Motorcycle	Honda - Astrea Supra	1,910	715	94	224	5.27
5	Motorcycle	Honda - Astrea Supra X	1,910	721	95	225	5.27
6	Motorcycle	Honda - Imprensa	1,854	667	91	221	5.35
7	Motorcycle	Honda - Astrea Grand	1,910	650	92	222	5.35
8	Motorcycle	Honda - GL pro	1,950	690	109	239	10.70
9	Motorcycle	Honda - Mega pro	2,033	737	109	239	10.70
10	Motorcycle	Honda - 70 cc	1,900	700	90	220	4.76
11	Motorcycle	Honda - Neotech	1,900	730	110	240	10.70
12	Motorcycle	Kawasaki - Ninja R	1,955	740	115	245	20.87
13	Motorcycle	Kawasaki - Kaze E	1,925	690	96	226	6.59
14	Motorcycle	Kawasaki - Kaze R	1,925	710	98	228	6.59
15	Motorcycle	Kawasaki - Kaze VR	1,925	710	102	232	6.59
16	Motorcycle	Suzuki - Shogun 110	1,930	710	105	235	7.31
17	Motorcycle	Suzuki - Shogun 110 R	1,930	710	105	235	7.31
18	Motorcycle	Suzuki - Thunder GSX 250	1,975	765	132	262	14.65
19	Motorcycle	Suzuki - Thunder GSX 250 P	1,975	765	132	262	14.65
20	Motorcycle	Suzuki - Tornado GS 110	1,889	665	92	222	9.52
21	Motorcycle	Suzuki - Tornado GX 100	1,889	665	90	220	6.96
22	Motorcycle	Suzuki - Shogun FD 110	1,930	710	105	235	7.18
23	Motorcycle	Suzuki - Shogun R FD	1,930	710	105	235	7.18
24	Motorcycle	Suzuki - TS 125	2,085	820	95	225	9.52
25	Motorcycle	Suzuki - Econos Super 100	1,930	780	93	223	6.88
26	Motorcycle	Suzuki - Econos Super 100 VR	1,930	780	93	223	6.88
27	Motorcycle	Suzuki - Satria 120 S	1,915	725	95	225	9.52
28	Motorcycle	Suzuki - Satria 120 R	1,915	725	95	225	9.89
29	Motorcycle	Suzuki - Black Bravo	1,860	650	95	225	6.96
30	Motorcycle	Yamaha - RX King	1,970	735	100	230	13.55
31	Motorcycle	Yamaha - Sigma	1,860	635	92	222	5.79
32	Motorcycle	Yamaha - Crypton	1,870	655	92	222	6.08
33	Motorcycle	Yamaha - F1Z R	1,870	670	95	225	7.84
34	Motorcycle	Yamaha - Jupiter	1,890	670	99	229	6.08
35	Motorcycle	Yamaha - RX King	1,970	735	100	230	13.55
36	Motorcycle	Yamaha - RX Special	1,950	745	94	224	11.72
37	Motorcycle	Yamaha - YT 115	2,010	800	93	223	11.72
38	Motorcycle	Yamaha - Vega	1,870	655	95	225	6.08
39	Motorcycle	Zongshen - ZS 100 - 9	1,900	700	90	220	5.50
40	Motorcycle	Kanzen - Megastar KM 100	1,880	695	95	225	5.30
41	Scooter	Vespa	1,850	650	100	230	7.03
42	Jetmatic	Kymco	1,790	685	111	241	7.03
		Average	1,924	709		230	8.42
1	Car	Volvo - 460 GLE Injection	4,405	1,678	1,039	1,580	75.00
2	Car	Volvo - 960	4,870	1,750	1,550	2,010	150.00
3	Car	Volvo - 940 GL Turbo diesel	4,870	1,750	1,430	1,945	80.00
4	Car	BMW 318i	4,433	1,698	1,145	1,605	83.00
5	Car	BMW 320i	4,433	1,698	1,270	1,730	110.00
6	Car	BMW 325i	4,433	1,698	1,295	1,755	141.00
7	Car	BMW 5 Series	4,775	1,800	1,565	2,000	100.00
8	Car	BMW 3 Series	4,471	1,739	1,360	1,785	77.00
9	Car	BMW M5	4,784	1,800	1,795	2,290	294.00
10	Car	Ford - Fiesta 1.4i CLX	3,743	1,606	820	1,250	52.00
11	Car	Ford - Escort 1.6i	4,036	1,692	1,015	1,425	77.00
12	Car	Ford - Sierra 2.0i GL	4,467	1,698	1,140	1,675	88.00
13	Car	Peugeot - 205 XL	3,705	1,572	790	1,220	44.00
14	Car	Peugeot - 205 GRD	3,705	1,572	880	1,300	47.00
15	Car	Peugeot - 309 GR	4,051	1,628	910	1,330	55.00
16	Car	Peugeot - 309 GTI	4,051	1,628	930	1,350	88.00
17	Car	Mitsubishi - Galant 2000 GLXi	4,540	1,965	1,271	1,720	106.00
18	Car	Mitsubishi - Galant V6 2.5L M/T	4,630	1,740	1,805	2,205	122.31
19	Car	Mitsubishi - Galant V6 2.5L A/T	4,630	1,740	1,805	2,205	122.31
20	Car	Mitsubishi - Lancer GLX Diesel	4,235	1,670	1,040	1,500	44.00
21	Car	Mitsubishi - New LancerGLXi/Sei 1.6	4,290	1,690	1,030	1,430	84.23
22	Car	Mitsubishi - Kijang Kuda GLS	4,120	1,650	1,305	1,705	65.92
23	Car	Mitsubishi - Kijang Kuda GLX	4,120	1,650	1,280	1,680	65.92
24	Car	Mitsubishi - Kijang Kuda Super Exceed	4,120	1,690	1,305	1,705	65.92
25	Car	Toyota - Kijang Kencana	4,200	1,600	1,250	1,650	58.59
26	Car	Toyota - Kijang Rangka	4,450	1,720	1,390	1,790	58.59
27	Car	Toyota - Kijang Grand Extra	4,100	1,600	1,250	1,650	58.59
28	Car	Toyota - Kijang Krista	4,500	1,650	1,390	1,790	58.59
29	Car	Toyota - Kijang Rover	4,000	1,600	1,250	1,650	58.59
30	Car	Toyota - Land Rover	4,700	1,800	1,800	2,800	95.21
31	Car	Toyota - Land Cruiser VX-Turbo	4,820	1,930	2,105	2,960	117.18
32	Car	Toyota - Land Cruiser Standard	4,950	1,830	1,950	2,960	95.21
33	Car	Toyota - Great Corolla	4,200	1,650	990	1,390	84.23
34	Car	Toyota - Corolla 1.6 Gii Liftback	4,215	1,655	1,045	1,490	77.00
35	Car	Toyota - Corolla 1.6 Xi	4,285	1,690	990	1,390	84.23
36	Car	Toyota - Corolla 1.6 SE.G (M/T)	4,285	1,690	1,005	1,405	84.23
37	Car	Toyota - Corolla 1.6 SE.G (A/T)	4,285	1,690	1,030	1,430	84.23
38	Car	Toyota - New Corolla 1.6 Xi	4,395	1,690	1,040	1,440	87.89
39	Car	Toyota - New Corolla 1.6 SE.G (M/T)	4,395	1,690	1,055	1,455	87.89
40	Car	Toyota - New Corolla 1.6 SE.G (A/T)	4,395	1,690	1,080	1,480	87.89
41	Car	Toyota - Corona 2.0 EX Saloon M/T	4,620	1,695	1,150	1,550	93.75
42	Car	Toyota - Corona 1.6 GX Saloon M/T	4,620	1,695	1,100	1,500	84.23
43	Car	Toyota - Crown Royal Saloon	4,860	1,720	1,590	1,990	162.30
44	Car	Toyota - Crown Super Saloon	4,860	1,720	1,540	1,940	162.30
45	Car	Toyota - Soluna Xi - M/T	4,175	1,660	880	1,305	69.58
46	Car	Toyota - Soluna Gii - M/T	4,175	1,660	900	1,325	69.58
47	Car	Toyota - MR2	4,180	1,700	1,190	1,515	115.00
48	Car	Toyota - Starlet 1.3 Xi	3,720	1,600	720	1,225	55.00
49	Car	Toyota - Starlet 1.3 SE-G	3,720	1,600	725	1,225	52.73
50	Car	Isuzu - Panther Total Assy	4,300	1,600	1,350	1,750	58.59

Table B1. Vehicle Specification Data

No.	Type of Vehicle	Make / Class	Length (mm)	Width (mm)	Weight of Vehicle (kg)		Power (kW)
					Curb / Chassis	GVW	
51	Car	Suzuki - Escudo Nomade	4,030	1,655	1,100	1,580	55.66
52	Car	Suzuki - Escudo 2.0	4,195	1,780	1,468	1,950	93.75
53	Car	Suzuki - Karimun	3,410	1,575	865	1,325	40.28
54	Car	Suzuki - Baleno 1.5 MT	4,225	1,690	980	1,360	76.90
55	Car	Suzuki - Baleno 1.5 AT	4,225	1,690	1,010	1,500	76.90
56	Car	Suzuki - Sidekick DRAG-1	4,030	1,635	1,100	1,580	55.66
57	Car	Suzuki - Jeep Katana GX	3,430	1,460	880	1,170	36.62
58	Car	Suzuki - Vitara	4,000	1,600	1,100	1,500	55.66
59	Car	Suzuki - Forsa GL	3,800	1,500	725	1,225	55.00
60	Car	Suzuki - Minibus Carry 1.5 Grand Van	3,875	1,570	1,050	1,745	56.39
61	Car	Suzuki - Minibus Carry 1.0 Carreta	3,665	1,490	720	1,700	40.28
62	Car	Suzuki - Esteem 1.6 GT	4,000	1,500	750	1,150	76.90
63	Car	Honda - Civic1.5i	4,230	1,690	945	1,400	66.00
64	Car	Honda - Accord 2.2i	4,685	1,695	1,305	1,840	110.00
65	Car	Honda - Civic Cielo	4,600	1,690	1,300	1,800	120.00
66	Car	Honda - Civic Grand Nova	4,200	1,690	1,300	1,850	120.00
67	Car	Honda - Civic Genio	4,300	1,690	1,300	1,800	120.00
68	Car	VW - Kodok	4,000	1,500	950	1,350	36.62
69	Car	Sephia	4,250	1,600	980	1,360	76.90
70	Car	Daihatsu - Jeep Taft	4,250	1,600	900	1,300	40.28
71	Car	Daihatsu - Taruna	4,050	1,600	1,390	1,790	54.93
72	Car	Daihatsu - Jeep Ferosa	3,700	1,650	900	1,300	40.28
73	Car	Daihatsu - Espass 16 Valve	3,900	1,550	1,050	1,745	56.39
74	Car	Opel - Blazer Montero / LS	4,625	2,090	1,620	2,200	83.49
75	Car	Opel - Blazer LT	4,685	2,012	1,670	2,200	101.07
76	Car	Opel - Astra 1.6i GL	4,051	1,688	930	1,455	55.00
77	Car	Opel - Astra 2.0i Gsi	4,086	1,688	1,050	1,545	85.00
78	Car	Opel - Vectra 1.8i GL	4,430	1,700	1,075	1,610	66.00
79	Car	Opel - Corsa 1.2i	3,652	1,535	775	1,250	33.00
80	Car	Fiat	4,100	1,500	925	1,325	36.62
81	Car	Bimantara - Nenggala	4,338	1,680	1,153	1,553	83.49
82	Car	Bimantara - Cakra	4,117	1,620	934	1,334	62.25
83	Car	Timor - S 515i	4,300	1,600	925	1,325	62.25
84	Car	Jimny - Jeep	3,250	1,400	900	1,300	40.28
85	Car	Nissan - Terrano	4,400	1,650	1,075	1,475	87.89
86	Car	Masda - Interplay	4,200	1,500	1,025	1,425	62.25
		Average	4,240	1,667		1,625	79.75
1	Light Good Vehicle	Mitsubishi - Pick-up Colt T120 SS	3,720	1,560	815	1,760	57.13
2	Light Good Vehicle	Mitsubishi - Colt L300	4,150	1,700	1,310	2,610	54.93
3	Light Good Vehicle	Mitsubishi - Colt L300 Dekra	4,170	1,700	1,165	2,540	52.81
4	Light Good Vehicle	Mitsubishi - Colt FE 101B	4,800	1,830	2,210	4,200	73.24
5	Light Good Vehicle	Chevrolet KBD 26	4,800	1,600	1,200	1,999	52.81
6	Light Good Vehicle	Daihatsu -S88	3,900	1,550	1,090	1,640	52.81
7	Light Good Vehicle	Toyota - Kijang	4,500	1,600	1,500	2,800	61.00
8	Light Good Vehicle	Toyota - Hi lux RN25 (Box)	5,000	1,750	1,640	2,220	61.00
9	Light Good Vehicle	Toyota - Dyna Rino BY34 (Light Duty)	4,685	1,690	1,690	5,200	84.23
10	Light Good Vehicle	Suzuki - Pick-up Carry ST 100	3,455	1,500	670	1,420	56.39
11	Light Good Vehicle	Suzuki - Pick-up Carry 1.5 Super Cargo	3,780	1,560	800	1,945	56.39
12	Light Good Vehicle	Suzuki - Pick-up Carry 1.0 Extra	3,530	1,465	720	1,700	40.65
13	Light Good Vehicle	Isuzu - Pick-up Panther	4,400	1,600	1,500	2,800	60.00
		Average	4,222	1,623		2,526	58.72
1	Medium Good Vehicle	Mitsubishi - Coltdiesel FE 304 (4ban)	4,660	1,695	1,665	5,150	73.24
2	Medium Good Vehicle	Mitsubishi - Coltdiesel FE 334 (6ban)	5,880	1,870	1,970	7,000	73.24
3	Medium Good Vehicle	Mitsubishi - Coltdiesel FE 349 (6ban)	5,880	1,870	1,970	7,500	87.89
4	Medium Good Vehicle	Mitsubishi - Colt FE 119	6,400	2,000	3,300	7,500	87.89
5	Medium Good Vehicle	Mitsubishi - Hino	5,250	1,800	1,800	6,500	72.00
6	Medium Good Vehicle	Isuzu - TLD 56	6,300	1,950	2,550	7,000	76.90
7	Medium Good Vehicle	Toyota - Dyna Rino BY34 (Medium Duty)	5,765	1,875	1,940	7,500	84.23
8	Medium Good Vehicle	Toyota - Dyna Rino BY43 (Heavy Duty)	5,765	1,875	1,940	8,000	84.23
9	Medium Good Vehicle	Mitsubishi - FE 119 - Bus 3/4	6,950	2,150	4,110	5,660	74.15
		Average	5,872	1,898		6,868	79.31
1	Heavy Good Vehicle	Mitsubishi - Fuso FN 517	8,260	2,385	5,070	21,000	139.15
2	Heavy Good Vehicle	Mitsubishi - Fuso FN 557/ FM557DR	5,365	2,455	4,425	14,400	161.13
3	Heavy Good Vehicle	Mercedes Bens - L911	7,700	2,450	5,220	11,330	135.49
4	Heavy Good Vehicle	Container - Tempelan	9,250	2,500	15,640	25,000	157.46
5	Heavy Good Vehicle	Nissan - CD 450 UL - Tronton	10,500	2,500	9,960	22,250	153.80
6	Heavy Good Vehicle	Nissan - CKA 12 H	8,450	2,480	7,610	20,960	153.80
7	Heavy Good Vehicle	Mitsubishi - Truck Tangki Gandengan	10,365	2,500	9,425	17,450	153.80
8	Heavy Good Vehicle	Isuzu - Truck Tangki Gandengan	13,800	2,450	7,410	14,165	139.15
9	Heavy Good Vehicle	Isuzu - Truck Tangki Gandengan	12,600	2,250	5,550	19,000	139.15
10	Heavy Good Vehicle	Mitsubishi - Fuso FM 517F	6,705	2,385	3,900	14,030	139.15
11	Heavy Good Vehicle	Mitsubishi - Fuso FM 517H	7,535	2,385	3,970	14,030	139.15
12	Heavy Good Vehicle	Mitsubishi - Hino FL	8,520	2,390	5,655	23,900	139.15
13	Heavy Good Vehicle	Mitsubishi - Fuso Gandeng	11,335	2,385	6,400	25,254	153.80
		Average	9,260	2,424		18,675	146.48
1	Busses	Mercedes-Benz - MBO 700-38	9,730	2,458	6,190	11,150	90.00
2	Busses and Coaches	Mercedes-Benz OH 1113/60	11,450	2,500	9,540	12,230	98.87
3	Busses and Coaches	Mitsubishi - Colt Diesel FE 447F	10,025	2,460	6,135	11,250	98.87
4	Busses and Coaches	Mitsubishi - Hino	9,150	2,500	6,000	11,250	98.87
5	Busses and Coaches	Volvo	10,750	2,500	8,500	11,750	102.54
6	Busses and Coaches	Aleyland	10,500	2,600	8,500	11,925	94.00
		Average	10,268	2,503		11,593	97.19
1	Pedal Cycle	Balap	165	50	25	90	0.66
2	Pedal Cycle	Jengky-Phoenix China	170	57	25	90	0.66
3	Pedal Cycle	Jengky-Keranjang	155	58	20	85	0.66
4	Pedal Cycle	Mountain Bike-Poligon	165	58	15	80	0.66
5	Pedal Cycle	Mountain Bike-Stalion	168	60	15	80	0.66
6	Pedal Cycle	Mountain Bike-Puma	170	62	15	80	0.66
7	Pedal Cycle	BMX	150	58	12	77	0.66
8	Pedal Cycle	Kebo	180	60	25	90	0.59
9	Pedal Cycle	Gaselle	180	60	25	90	0.59
		Average	167	58		85	0.64
1	Tricycle	Becak Dhuwur	220	115	75	205	0.51
2	Tricycle	Becak Cendhek-Muncul	235	100	70	200	0.51
3	Tricycle	Becak Cendhek-Trimurti	225	100	70	200	0.51
4	Tricycle	Becak Pruthul	230	80	65	195	0.51
5	Tricycle	Becak Suroboyoan	230	80	65	195	0.51
		Average	228	95		199	0.51

Source:
Dinas Lalu Lintas Angkutan dan Jalan Raya Dati II Surakarta Jawa Tengah Indonesia
Specification of vehicles from vehicles manufacturer

Table B1. Vehicle Specification Data (continued)

LAMPIRAN C: UJI STATISTIK ANTRIAN KENDARAAN

Data Panjang Antrian Kendaraan (m):

Model	Observasi
34.0	37.0
43.0	42.0
60.0	63.0
53.0	55.0
45.0	43.0
45.0	46.0

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
observasi	6	100.0%	0	.0%	6	100.0%
Model	6	100.0%	0	.0%	6	100.0%

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
observasi	.236	6	.200*	.927	6	.555
Model	.241	6	.200*	.959	6	.815

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

While sig>0.05 the data have normal distribution

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 model & observasi	6	.977	.001

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 model - observasi	-1.000	2.098	.856	-3.201	1.201	-1.168	5	.296

1. Tentukan Hipotesis

Ho Diterima: **Tidak ada perbedaan yang signifikan antara model dan observasi**

Ho Ditolak: **Ada perbedaan yang signifikan antara model dan observasi.**

2. Dasar Pengambilan Keputusan Berdasarkan Sig

Jika Sig < 0,05, maka Ho Ditolak ; Jika Sig > 0,05, maka Ho Diterima

Untuk uji dua sisi, setiap sisi dibagi 2 hingga menjadi:

Jika Sig < 0,025, maka Ho Ditolak ; Jika Sig > 0,025, maka **Ho Diterima**

Pada data di atas ternyata Sig-nya mendapat 0,296 (dibagi 2) berarti: **0,148 > 0,025**, maka **Ho Diterima**. Uji dilakukan dua sisi karena akan diketahui apakah nilai model sama dengan observasi ataukah tidak. Jadi, bisa lebih besar atau lebih kecil, karenanya dipakai dua sisi.

3. Berdasarkan t hitung

$t_{hitung} > t_{table}$, maka Ho Ditolak | $t_{hitung} < t_{table}$, maka Ho Diterima

$t_{hitung} = -1,168$ (dalam t hitung tanda minus tidak dianggap)

Jika dibandingkan dengan $t_{table} = df, \alpha/2$ (5, 0.025)

t_{table} (**2,571**) > t_{hitung} (**1,168**) , maka **Ho Diterima**

4. Kesimpulan

Dari hasil analisa diatas maka dapat diambil kesimpulan bahwa **tidak ada perbedaan yang signifikan antara model dengan observasi.**