

ANALISIS KEMACETAN ARUS LALULINTAS DI WILAYAH PERKOTAAN KABUPATEN WONOSOBO

Muhammad Pudji Widodo¹⁾, Adie Ahmad²⁾, Wiji Lestari³⁾

¹ Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, UNSIQ

e-mail: Puji.Widodo.7146@Facebook.com

² Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, UNSIQ

e-mail: Fandhie.meng2009@gmail.com

³ Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, UNSIQ

e-mail: Lestariw@yahoo.co.id

ABSTRAK

Permasalahan transportasi seperti kemacetan pada sistem jaringan jalan dikota Wonosobo, disebabkan karena tidak berfungsinya kapasitas jalan secara optimal. Hampir sebagian besar kegiatan parkir di Kota Wonosobo menggunakan badan jalan (*off street parking*), karena keterbatasan area parkir yang tersedia. Kegiatan ini tidak hanya dilakukan oleh moda pribadi tapi juga moda umum untuk ngetem dan naik/turun penumpang karena area sebelumnya yang berada disekitar pasar induk Wonosobo masih dalam proses pembenahan akibat peristiwa kebakaran yang terjadi 2 tahun lalu. Hal lainnya adalah kondisi sistem jaringan jalan sebagian bersifat menerus, dengan rute dan ruas jalan yang terbatas, serta pusat kegiatan yang terkumpul pada satu wilayah yang sama, ditambah faktor pertumbuhan kendaraan yang terus meningkat tidak sebanding dengan pertumbuhan jalan, dimana setiap bulan minimal terjadi penambahan 100 kendaraan (data DISHUBKOMINFO Wonosobo) yang pada proses pergerakannya pada titik tertentu membutuhkan tempat untuk berhenti/parkir dan kegiatan parkir ini mengurangi hampir ½ badan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem jaringan jalan yang ada serta upaya mengoptimalkan kinerja sehingga dapat mengurangi kemacetan yang terjadi pada saat ini.

Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data secara langsung dilapangan (seperti data volume arus lalulintas, geometrik, hambatan samping, tipe lingkungan jalan) pada 13 titik pengamatan pada sistem jaringan jalan yang merupakan rute utama, dengan melibatkan 39 surveyor. Survey arus lalulintas dilakukan secara bersamaan pada semua titik pengamatan selama 2 hari yaitu pada hari kamis dan Jumat, tanggal 8 dan 9 Juni 2017. Data yang sudah diperoleh dianalisis menggunakan metode MKJI 1997.

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa kinerja ruas jalan terendah (nilai $DS \geq 0,75$) terdapat pada titik pengamatan 2 dan 12, dengan nilai $DS = 1.4$ dan $0,82$, serta nilai $ITP = F$ dan D , sehingga perlu perbaikan. Upaya pengoptimalan kinerja dengan melokalisir/memindahkan kegiatan parkir pada titik-titik ruas jalan yang memiliki nilai $DS \geq 0,75$ sehingga lebar efektif jalan bisa berfungsi secara optimal/penuh untuk arus lalulintas. Hasil pengoptimalan menunjukkan adanya penurunan nilai DS menjadi $0,699$ dan $0,405$ ($DS < 0,75$) serta nilai ITP menjadi C dan B .

Kata Kunci: Kemacetan, kinerja jaringan jalan, tingkat pelayanan jalan

PENDAHULUAN

Pertumbuhan kepemilikan kendaraan bermotor dan peningkatan aktifitas kegiatan masyarakat yang berkembang sedemikian pesat dipusat kota serta faktor pertumbuhan prasarana transportasi yang tidak sebanding dengan kebutuhan akan transportasi menjadi faktor penyebab utama padatnya arus lalulintas di jalan raya yang berakibat terhadap munculnya permasalahan transportasi seperti

kemacetan, kecelakaan, tundaan, antrian, polusi dan lain sebagainya. Permasalahan tersebut diperparah dengan menurunnya kinerja sistem jaringan jalan akibat berkurangnya kapasitas jalan sebagai akibat adanya kegiatan parkir/pedagang kaki lima.

Kabupaten Wonosobo Jawa Tengah, termasuk kota dengan ukuran kecil dengan penduduk ± 900.653 jiwa, memiliki pertumbuhan ekonomi yang cukup pesat, sebagai pusat penghasil sayuran terbesar di

Jawa Tengah terutama kentang, memiliki tempat wisata yang cukup terkenal yaitu Dieng, serta pusat industri hasil hutan (kayu lapis) yang sebagian besar hasilnya diekspor keluar negeri, dan hal ini menimbulkan pergerakan lalu lintas yang cukup besar.

Keberadaan sistem jaringan jalan dikota Wonosobo sebagian bersifat menerus, dengan rute dan ruas jalan yang terbatas, serta pusat kegiatan yang terkumpul pada satu wilayah yang sama, dan adanya kegiatan parkir yang hampir sebagian besar menggunakan badan jalan, maka dengan pergerakan arus lalu lintas yang cukup besar mengakibatkan terjadinya kemacetan arus lalu lintas yang terjadi hampir setiap hari dan akan berkurang menjelang malam hari. Permasalahan ini jika dibiarkan akan menimbulkan kerugian yang

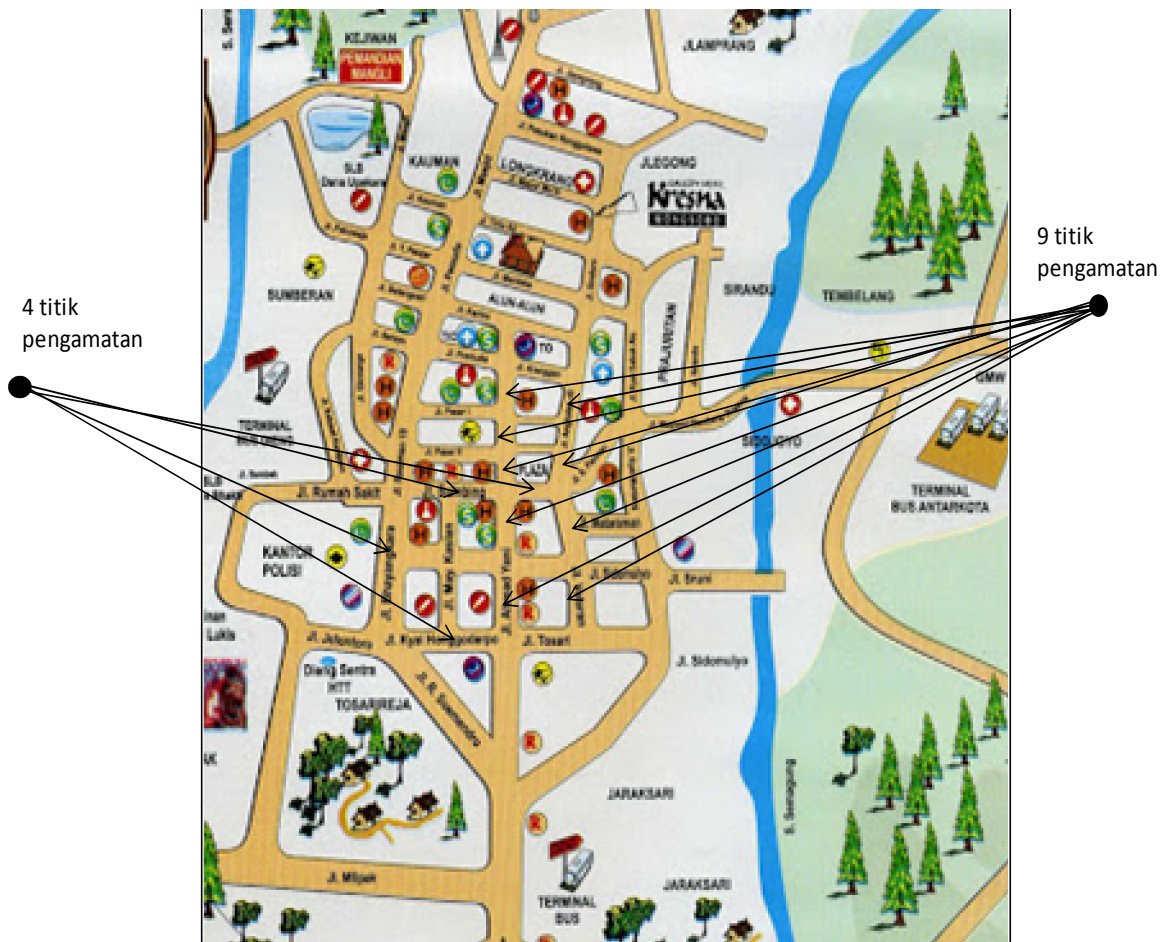
besar kedepannya bagi pengguna jalan dan membutuhkan dana yang besar pula untuk memperbaikinya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem jaringan jalan yang ada dan perilaku lalu lintasnya, serta upaya perbaikan yang dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja sistem jaringan jalan sehingga dapat mengurangi kemacetan yang terjadi.

METODE

Lokasi penelitian

Lokasi Penelitian diambil berdasarkan rute utama serta ruas jalan yang sering terdampak kemacetan, yaitu ada 13 titik pengamatan, seperti pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Lokasi penelitian terdiri dari 13 titik pengamatan



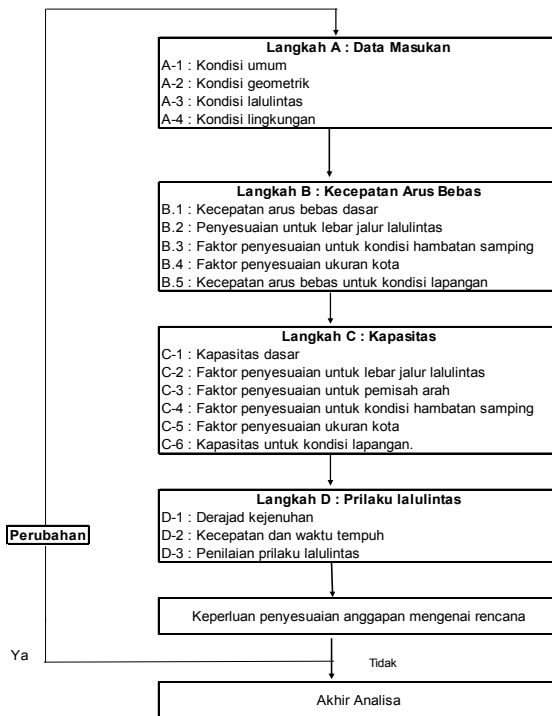
Gambar 2. Kondisi arus lalulintas pada salah satu titik pengamatan

Tahapan penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan survey secara langsung dilapangan untuk memperoleh data arus lalulintas, geometrik, hambatan samping, tipe lingkungan jalan pada 13 titik pengamatan pada sistim jaringan jalan yang diteliti, dengan melibatkan 39 surveyor, serta data sekunder berupa data jumlah penduduk. Survey arus lalulintas dilakukan secara

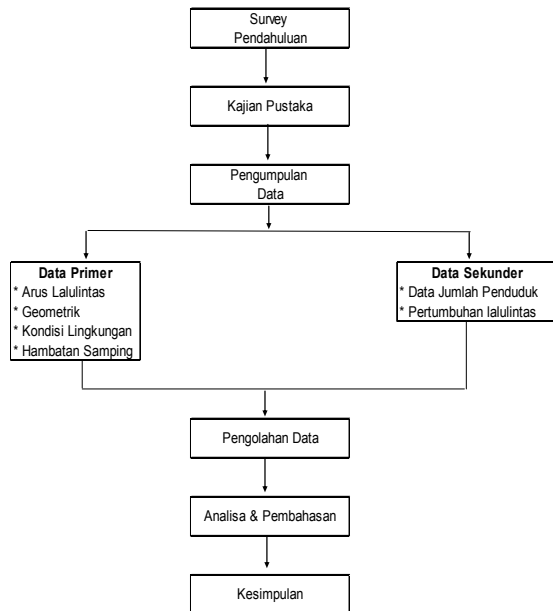
bersamaan pada semua titik pengamatan selama 2 (dua) hari yaitu pada hari kamis dan Jumat, tanggal 8 dan 9 Juni 2017, pada jam 08.00 s/d 17.30. Selanjutnya data harian tersebut dicari 1 jam puncak terpadat untuk dianalisa kinerja dan tingkat pelayanan jalannya dengan buku petunjuk MKJI 1997.

Tahapan analisa data



Gambar 3. Proses analisa data

Diagram alir penelitian



Gambar 4. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian

1. Data jumlah penduduk

Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan berdasarkan jumlah penduduk di kota tempat ruas jalan yang diteliti. Jumlah penduduk di kabupaten Wonosobo pada tahun 2017 adalah sebanyak 900,350 jiwa (data BPS Kabupaten Wonosobo)

2. Data geometrik jalan

Data geometrik berisi informasi tentang situasi ruas jalan yang diteliti. Informasi tersebut dapat berupa penampang melintang jalan, yang terdiri dari lebar jalur lalulintas, lebar median, kerb, lebar bahu dalam dan luar tak terganggu (jika jalan terbagi), dan jarak kerb ke penghalang samping jalan, Data geometrik juga digunakan sebagai dasar menentukan tipe jalan, dimana data dan tipe jalan ini digunakan sebagai dasar pengambilan nilai hitungan pada tabel/grafik dalam buku petunjuk MKJI 1997. Data geometrik pada ke 13 titik pengamatan dapat dilihat pada tabel 1.

3. Data arus lalulintas

Perhitungan arus lalulintas dilakukan per satuan jam untuk satu atau lebih periode, dimana pada penelitian ini didasarkan pada kondisi arus lalulintas rencana jam puncak yang dilakukan mulai jam 08.00 s/d 17.30, selama 2 hari yaitu hari kamis (8/6/2017) dan hari Jumat (9/6/2017).

Arus lalulintas (Q) untuk setiap jenis kendaraan dikonversikan dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan faktor emp untuk jalan perkotaan sesuai dengan tipe jalan dan volume arus lalulintasnya. Volume jam puncak arus lalulintas perjam dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Kondisi geometrik ruas jalan pada sistem jaringan yang diteliti

Kondisi Geometrik	Titik Pengamatan												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tipe jalan	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/2 UD	2/1	2/2 UD	2/2 UD
Panjang segmen jalan (m)	210	140	350	190	190	350	110	110	190	99	500	200	55
Lebar efektif jalan (m)	8	8	7	6	8	8	14	11	10	9	12	8	6.5
Lebar trotoar	1.5 m (2 sisi)	1.5 m (2 sisi)	1.5 m (2 sisi)	1.5 m (2 sisi)	1.5 m (2 sisi)	1.5 m (2 sisi)	1.5 m (2 sisi)	1.5 m (2 sisi)	1.5 m (2 sisi)	1.5 m (2 sisi)	1.5 m (2 sisi)	1.5 m (2 sisi)	1.5 m (2 sisi)
Median	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Type alinyemen	Datar	Datar	Datar	Datar	Datar	Datar	Datar	Datar	Datar	Datar	Datar	Datar	Datar
Marka jalan	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
Rambu jalan	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
Jenis perkerasan	Fleksibel Pavement	Fleksibel Pavement	Fleksibel Pavement	Fleksibel Pavement	Fleksibel Pavement	Fleksibel Pavement	Fleksibel Pavement	Fleksibel Pavement	Fleksibel Pavement	Fleksibel Pavement	Fleksibel Pavement	Fleksibel Pavement	Fleksibel Pavement

Tabel 2. Volume jam puncak arus lalu lintas

Hari/Tgl	Jam Puncak	Titik Pengamatan (smp/jam)													Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Kamis, 08/06/2017	08.00 - 09.00	753	534	316	269	833	699	1001	865	859	387	554	1001	652	8724
	08.15 - 09.15	869	596	318	289	854	739	1026	884	857	407	648	1103	656	9244
	08.30 - 09.30	824	576	369	301	869	783	1048	927	854	440	735	1177	640	9541
	08.45 - 09.45	813	662	417	321	860	801	1030	973	966	474	759	1292	654	10021
	09.00 - 10.00	808	736	453	371	845	796	1042	980	1009	493	806	1358	684	10380
	12.00 - 13.00	785	1170	531	389	903	808	1153	923	864	467	621	1206	685	10504
	13.15 - 13.15	772	1189	535	390	962	782	1198	904	841	455	621	1161	657	10466
	12.30 - 13.30	736	1164	537	405	949	804	1170	932	839	432	608	1165	659	10399
	12.45 - 13.45	686	1261	535	393	922	841	1204	894	799	439	606	1162	658	10400
	13.00 - 14.00	665	1243	538	384	924	851	1272	880	810	416	645	1168	698	10495
	15.30 - 16.30	700	1726	524	310	859	825	842	874	791	445	577	1157	884	10514
	15.45 - 16.45	698	1634	504	327	843	745	840	805	809	430	510	1071	816	10032
	16.00 - 17.00	692	1837	526	316	850	800	845	899	800	410	494	914	752	10133
	16.15 - 17.15	667	1887	571	345	871	818	893	992	790	442	505	980	814	10575
16.30 - 17.30	660	1968	590	385	878	816	895	1029	777	466	538	1007	794	10802	
Jumat, 09/06/2017	08.00 - 09.00	835	835	384	246	833	1009	951	931	886	353	544	1001	691	9499
	08.15 - 09.15	655	832	442	257	854	965	998	948	864	402	576	1103	705	9600
	08.30 - 09.30	692	798	470	271	869	1042	1023	956	821	430	636	1177	681	9865
	08.45 - 09.45	768	817	513	310	860	1038	1068	971	878	461	662	1292	716	10353
	09.00 - 10.00	798	947	573	343	845	1070	1071	953	859	450	680	1358	726	10672
	13.00 - 14.00	896	842	503	399	903	1087	1061	928	968	338	615	1206	780	10525
	13.15 - 14.15	856	950	539	388	962	1014	1035	916	923	376	625	1161	780	10525
	13.30 - 14.30	931	941	546	375	949	942	1000	887	880	440	620	1165	814	10489
	13.45 - 14.45	962	1063	559	386	922	885	925	898	841	486	599	1162	790	10480
	14.00 - 15.00	971	1091	560	391	924	852	915	941	815	467	631	1168	773	10499
	15.30 - 16.30	918	1083	522	392	909	906	881	803	737	433	597	1044	818	10044
	15.45 - 16.45	855	1066	507	369	907	840	920	762	763	432	583	1122	778	9905
	16.00 - 17.00	786	835	485	367	889	746	904	801	805	405	559	939	703	9225
	16.15 - 17.15	745	578	487	404	927	660	945	797	848	393	566	989	724	9062
16.30 - 17.30	770	526	519	457	892	672	952	854	894	372	540	990	706	9144	

Volume jam puncak arus lalulintas gabungan semua titik pengamatan pada hari Kamis sebesar 10802 smp/jam di jam 16.30-17.30 dan hari Jumat sebesar 10672 smp/jam di jam 09.00-10.00. Dari kedua data tersebut

selanjutnya diambil volume lalulintas tertinggi sebagai dasar analisis kinerja arus lalulintas, yaitu volume arus lalulintas pada hari Kamis, tanggal 8 Juni 2017 jam 16.30-17.30 yang secara rinci dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Volume jam puncak arus lalulintas pada semua titik pengamatan pada hari Kamis, tanggal 8 Juni 2017 jam 16.30-17.30

Titik Pengamatan	Dari Arah	Tipe Kendaraan								Total	
		HV		LV		MC		UM			
		Kend/jam	smp/jam	Kend/jam	smp/jam	Kend/jam	smp/jam	Kend/jam	smp/jam	Kend/jam	smp/jam
1	U	3	4	357	357	1191	298	2	2	1553	660
2	U	4	5	588	588	5435	1359	19	16	6046	1968
3	U	1	1	257	257	1307	327	6	5	1571	590
4	U	0	0	166	166	522	209	12	10	700	385
5	S	10	12	560	560	1218	305	2	2	1790	878
6	S	17	20	315	315	1911	478	3	3	2246	816
7	S	4	5	536	536	1383	346	10	9	1933	895
8	S	7	8	498	498	2048	512	12	10	2565	1029
9	S	4	5	381	381	1524	381	12	10	1921	777
10	B	0	0	83	83	393	98	14	12	490	193
	T	0	0	206	206	223	56	14	11	443	273
	Total	0	0	289	289	616	154	28	23	933	466
11	S	36	43	357	357	471	118	23	20	887	538
12	B	5	6	255	255	919	322	47	40	1226	623
	T	2	2	191	191	432	151	47	40	672	385
	Total	7	8	446	446	1351	473	94	80	1898	1007
13	B	0	0	137	137	368	92	17	14	522	243
	T	15	18	263	263	1020	255	17	14	1315	550
	Total	15	18	400	400	1388	347	34	29	1837	794
Total volume		108	130	5150	5150	20365	5305	257	218	25880	10802

4. Data hambatan samping

Penentuan kelas hambatan samping pada penelitian ini menggunakan data yang disesuaikan dengan jam puncak arus lalulintas.

Berdasarkan pengolahan data dapat ditentukan hambatan samping untuk masing-masing titik pengamatan seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai hambatan samping pada semua titik pengamatan

Titik Pengamatan	Kondisi Dilapangan				Dikalikan bobot				Total	Tipe Hambatan Samping
	PED	PSV	EEV	SMV	PED	PSV	EEV	SMV		
1	52	390	28	2	26	390	20	1	436	M
2	1090	199	200	19	545	199	140	8	892	H
3	1258	203	1275	6	629	203	893	2	1727	VH
4	191	11	28	12	96	11	20	5	131	L
5	42	17	35	2	21	17	25	1	63	VL
6	146	182	391	3	73	182	274	1	530	H
7	328	463	163	0	164	463	114	0	741	H
8	193	97	366	12	97	97	256	5	455	H
9	1012	110	66	12	506	110	46	5	667	H
10	23	0	216	14	12	0	151	6	168	L
11	44	32	188	23	22	32	132	9	195	L
12	114	59	431	47	57	59	302	19	437	M
13	205	20	34	17	103	20	24	7	153	L

Pembahasan

1. Analisis kinerja dan tingkat pelayanan jalan

Nilai kinerja pada ke 13 titik pengamatan seperti terdapat pada tabel 5, hanya 2 yang memiliki kinerja buruk, dengan nilai $DS \geq 0,75$ yaitu titik 2 (Jl. Angkatan 45) dengan $DS = 1,4$, $ITP = F$ dan titik 12 (Jl. Jendral Sudirman) dengan nilai $DS = 0,83$, $ITP = D$. Kondisi arus lalulintas pada titik pengamatan 2 berada dalam keadaan dipaksakan, kecepatan relatif rendah, volume dibawah kapasitas, arus lalu lintas sering terhenti sehingga menimbulkan antrian kendaraan yang panjang, sedangkan pada titik pengamatan 12, kondisi arus lalulintasnya mendekati tidak stabil, kecepatan operasi menurun relatif cepat akibat hambatan yang timbul dan kebebasan bergerak relatif kecil.

Tabel 5. Kinerja ruas jalan dan tingkat pelayanan

Titik Pengamatan	Nama Jalan	Kecepatan Arus Bebas (km/jam)	Kapasitas (smp/jam)	Derajat Kejenuhan	Tingkat Pelayanan
1	Jl. Angkatan 45 (1)	53.31	1524	0.43	B
2	Jl. Angkatan 45 (2)	48.68	1407	1.40	F
3	Jl Veteran (1)	41.70	1194	0.49	B
4	Jl. Veteran (2)	48.34	1356	0.28	A
5	Jl. Ahmad Yani (1)	57.37	1625	0.54	B
6	Jl. Jl. Ahmad Yani (2)	48.68	1407	0.58	C
7	Jl. Ahmad Yani (3)	48.68	1407	0.64	C
8	Jl. Ahmad Yani (4)	48.68	1407	0.73	C
9	Jl Ahmad Yani (5)	48.68	1407	0.55	C
10	Jl. Sidomulyo	55.63	3140	0.15	A
11	Jl. Bayangkara	55.63	1591	0.34	A
12	Jl. Jendral sudirman	41.52	1222	0.82	D
13	Jl. S.parmen	54.72	2598	0.31	A

2. Melakukan upaya perbaikan yang diperlukan yang disesuaikan dengan kondisi pada sistim jaringan jalan yang ada

a. Pengoptimalan kinerja ruas jalan pada titik pengamatan 2

Rendahnya kinerja pada titik pengamatan 2, dimungkinkan karena ruas jalan tidak berfungsi secara optimal karena dari dua lajur yang tersedia dengan lebar efektif 8 m hanya 1

lajur yang berfungsi sebagai lajur arus lalu lintas sedangkan satu lajur lainnya digunakan untuk kegiatan parkir. Upaya pengoptimalan dilakukan dengan melokalisir/memindahkan kendaraan parkir yang menggunakan satu lajur badan jalan pada area on street parking atau ruas jalan lain yang memiliki volume arus lalu lintas rendah, sehingga ruas jalan yang sebelumnya hanya berfungsi satu lajur untuk arus lalu lintas dan satu lajur untuk parkir, dapat berfungsi optimal yaitu dua lajur untuk arus lalu lintas.

Setelah dilakukan upaya pengoptimalan maka terjadi penurunan nilai DS menjadi $0,699 < 0,75$ dan peningkatan nilai ITP dari F menjadi C, yaitu dari kondisi arus lalu lintas berada dalam keadaan dipaksakan, kecepatan relatif rendah, volume dibawah kapasitas, arus lalu lintas sering terhenti sehingga menimbulkan antrian kendaraan yang panjang menjadi arus lalu lintas masih dalam batas stabil.

b. Pengoptimalan pada titik pengamatan 12

Pada titik pengamatan 12, juga memiliki permasalahan yang hampir sama dengan titik pengamatan 2, yaitu dari dua lajur yang seharusnya berfungsi sebagai arus lalu lintas, pada kenyataan dilapangan hanya satu lajur yang berfungsi sedangkan satu lajur yang lain digunakan untuk kegiatan parkir. Upaya pengoptimalan dilakukan dengan melokalisir atau memindahkan kendaraan parkir yang menggunakan satu lajur badan jalan pada area on street parking atau ruas jalan lain yang memiliki volume arus lalu lintas rendah, sehingga ruas jalan yang sebelumnya hanya berfungsi satu lajur untuk arus lalu lintas dan satu lajur untuk parkir, dapat berfungsi optimal yaitu dua lajur untuk arus lalu lintas.

Setelah dilakukan upaya pengoptimalan maka terjadi penurunan nilai DS menjadi $0,405 < 0,75$ dan peningkatan nilai ITP dari D menjadi B, yaitu dari kondisi Kondisi arus lalu lintas mendekati tidak stabil, kecepatan operasi menurun relatif cepat akibat hambatan yang timbul dan kebebasan bergerak relatif kecil menjadi kondisi arus lalu lintas stabil, kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kendaraan lainnya dan mulai dirasakan hambatan oleh kendaraan di sekitarnya.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Kinerja ruas jalan terendah terdapat pada titik pengamatan 2 dan 12, dengan nilai DS = 1,4 dan 0,82, serta nilai ITP F dan D, dengan nilai DS melebihi ketentuan MKJI 1997 ($> 0,75$), sehingga perlu perbaikan.
2. Perbaikan dapat dilakukan dengan pengoptimalan Kapasitas ruas jalan dengan cara melokalisir kendaraan parkir, ngetem/ menaik dan menurunkan penumpang, bongkar muat barang, sehingga tidak mengurangi lebar jalan.
3. Upaya perbaikan pada titik pengamatan 2 dan 12 dilakukan dengan mengoptimalkan lebar efektif lajur lalu lintas, yang sebelumnya dari dua lajur yang ada hanya satu lajur yang berfungsi untuk mengalirkan arus lalu lintas, sedangkan satu lajur yang lainnya digunakan untuk kegiatan parkir. Hasil pengoptimalan menunjukkan perbaikan nilai DS pada titik pengamatan 2 dan 12, dengan nilai DS = 0,699 dan 0,405 ($DS \leq 0,75$) serta nilai ITP menjadi C dan B.

Saran

1. Selain pengoptimalan kinerja ruas jalan dengan melokalisir parkir ngetem/ menaik dan menurunkan penumpang, bongkar muat barang, untuk mengoptimalkan kinerja ruas jalan kedepannya perlu juga dilakukan kemungkinan pengaturan rute lalu lintas.
2. Pengoptimalan kinerja ruas jalan kedepannya tidak hanya dilakukan terhadap ruas jalan yang memiliki nilai DS $> 0,75$, tetapi pada semua sistim jaringan jalan yang ada sehingga ruas jalan dapat berfungsi ssesuai dengan tupoksinya yaitu untuk kegiatan arus lalu lintas, bukan untuk parkir dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah A.A., 2005, "*Rekayasa Lalu lintas*", Universitas Muhammadiyah Malang, Malang Jawa Timur.
- Hobbs, F.D., 1979, "*Traffic Planning And Engineering*", Second Edition, Pergamon Press, England.
- Oglesby C.H & Hicks., 1994, "*Teknik Jalan Raya*" Edisi IV, Erlangga, Surabaya.

- Sukirman, Silvia, 1994, "*Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*". Penerbit Nova, Bandung.
- Tamin Ofyar Z., 2000, "*Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*", Edisi II, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- , 1997, "*Manual Kapasitas Jalan Indonesia*", No. 036/T/BM/1997 Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
- , 1993, "*Rekayasa LaluLintas*", Direktorat Pembangunan Kota Departemen Dalam Negeri
- , 1995, "*Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Tertib*" , Direktorat Jendral Perhubungan Darat
- , 1999, "*Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data Lalu Lintas*", Direktorat Jendral Perhubungan Darat Departemen Perhubungan.