

ANALISIS KARAKTERISTIK DAN INDEKS TINGKAT LAYANAN JALAN PASIR PUTIH DI KOTA PEKANBARU DITINJAU DARI ARUS PERGERAKAN LALU LINTAS

Winayati

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning
Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai – Pekanbaru
E-mail : winayatimt@gmail.com

Abstrak

Sistem transportasi makro terdiri dari sub sistem aktivitas (*demand*), pergerakan (*supply*) dan jaringan (*flow*) yang saling berhubungan dan saling mempengaruhi antara sub sistem satu dengan yang lainnya. Sistem transportasi perkotaan merupakan bagian integral dari sistem transportasi makro, dimana antara sub-sub sistem saling berpengaruh, sehingga jika terjadi perubahan pada komponen sistem yang satu akan berpengaruh terhadap komponen yang lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung indeks tingkat pelayanan jalan Pasir Putih dengan menggunakan data jumlah penduduk, volume lalu lintas, geometrik jalan, kapasitas ruas jalan, jenis hambatan samping dan waktu tempuh kendaraan. Data yang didapat dianalisis sehingga diketahui derajat kejenuhan dan kecepatan arus bebas pada lokasi jalan tersebut yang pada akhirnya akan dapat dilihat indeks tingkat layanan jalan. Dari hasil penelitian tingkat layanan Jalan Pasir Putih kondisi jalan dua arah, nilai kecepatan rata-rata 15 Mph dapat dikategorikan dalam tingkat pelayanan C, *stable flow* yaitu delay, tapi masih layak diterima. Tingkat layanan C kondisi kecepatan perjalanan dan kebebasan bergerak sudah dipengaruhi oleh besarnya volume lalu lintas sehingga pengemudi tidak dapat memilih kecepatan yang diinginkan.

Kata Kunci : Karakteristik, Indeks tingkat pelayanan

Abstract

Macro transportation system consists of a sub-system activity (demand), movement (supply) and the network (flow) that are interconnected and influence each other between the sub-systems to one another. Urban transport systems are an integral part of the transportation system macros, where between sub-systems affect each other, so that if there is a change in the components of the system that would affect the other components. This study aimed to calculate the index level of service Pasir Putih by using the data of population, traffic volume, road geometric, capacity of roads, type of side barrier and the vehicle travel time. The data obtained were analyzed in order to know the degree of saturation and the free flow speed on the location of the road which will eventually be able to see the index level of service road. From the research service level Jalan Pasir Putih two-way road conditions, the value of an average speed of 15 mph can be categorized in level of service C, stable flow is the delay, but still deserves. The level of service C conditions of travel speed and freedom of movement has been affected by the large volume of traffic so the driver can not select the desired speed.

Keywords : Characteristics, Service level index

A. PENDAHULUAN

Sistem transportasi makro terdiri dari sub sistem aktivitas (*demand*), pergerakan (*supply*) dan jaringan (*flow*) yang saling berhubungan dan saling mempengaruhi antara sub sistem yang satu dengan yang lainnya. Sistem transportasi perkotaan merupakan bagian integral dari sistem transportasi makro, dimana antara sub-sub sistem saling berpengaruh, sehingga jika terjadi perubahan pada sub sistem yang satu akan berpengaruh terhadap sub sistem yang lainnya.

Jalan Pasir Putih dilihat dari sistem jaringan jalan berdasarkan wewenang pembinaan termasuk kategori jalan perkotaan, salah satu jalan sekunder yang ada di Kota Pekanbaru dengan kondisi arus lalu lintas sangat tinggi ± 22.231 smp/hari, kapasitas 2.968 smp/jam (Dinas Perhubungan, 2014). Aktivitas tata guna lahan di sekitar jaringan jalan terdapat perumahan, pertokoan, pusat pendidikan, pergudangan dan sebagian industri, yang berdampak terhadap peningkatan volume lalu lintas, sedangkan kapasitas terbatas yang akhirnya akan berpengaruh terhadap kinerja jalan.

Arus lalu lintas berinteraksi dengan sistem jaringan transportasi, maka jika arus lalu lintas meningkat pada suatu ruas jalan, waktu tempuh bertambah dan kecepatan menurun. Tingkat layanan jalan merupakan perbandingan antara arus lalu lintas terhadap kapasitas jalan. Tingkat layanan berdasarkan fasilitas jalan, hal ini sangat tergantung pada jenis fasilitas jalan bukan arusnya.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Karakteristik jalan mempengaruhi kapasitas dan kinerja jalan, jika ruas jalan dibebani oleh arus lalu lintas, pada setiap titik di ruas jalan tertentu terdapat perubahan penting dalam perencanaan geometrik, maka karakteristik arus lalu lintas juga akan mengalami perubahan.

Dalam sebuah aliran lalu lintas pada suatu ruas jalan raya terdapat 3 variabel utama yang digunakan untuk mengetahui karakteristik arus lalu lintas (MKJI,1997) yaitu :

1. Volume yaitu jumlah kendaraan yang melewati suatu ruas jalan persatuan waktu, satuannya adalah kendaraan/jam atau kendaraan/hari.
2. Kecepatan yaitu jarak yang bisa ditempuh kendaraan pada suatu ruas jalan persatuan waktu, satuannya adalah kilometer/jam atau meter/detik.
3. Kepadatan yaitu jumlah kendaraan persatuan panjang jalan tertentu, satuannya adalah kendaraan/kilometer.

Dalam arus lalu lintas ketiga karakteristik ini akan terus bervariasi karena jarak antara kendaraan bersifat acak.

Tingkat pelayanan jalan umumnya digunakan sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume. Tingkat pelayanan jalan dapat ditentukan berdasarkan perbandingan antara besarnya volume lalu lintas dengan kapasitas jalan tersebut. Kapasitas tergantung pada lebarnya jalan, kondisi fisik jalan, jumlah gangguan (hambatan samping) dan pengaturan lalu lintas. Besarnya kapasitas akan mempengaruhi kelancaran arus lalu lintas dan tingkat pelayanan selain dari faktor volume yang ada.

Tingkat pelayanan (*level of service*) adalah ukuran kualitatif suatu jalan yang menjelaskan kondisi lalu lintas dan dinyatakan dalam tundaan rata-rata kendaraan pada pengaturan jalan. Tingkat pelayanan suatu ruas jalan didefinisikan sebagai (Tamin O.Z., 1997).

Tingkat pelayanan (tergantung-arus) hal ini berkaitan dengan kecepatan operasi atau fasilitas jalan, yang tergantung pada perbandingan antara arus terhadap kapasitas. Oleh karena itu, tingkat pelayanan pada suatu jalan tergantung pada arus lalu lintas, atau dapat diilustrasikan dengan enam tingkat pelayanan yaitu :

1. Tingkat Pelayanan A : arus bebas
2. Tingkat Pelayanan B : arus stabil (untuk merancang jalan antar kota)
3. Tingkat Pelayanan C : arus stabil (untuk merancang jalan perkotaan)
4. Tingkat Pelayanan D : mulai tidak stabil
5. Tingkat Pelayanan E : arus tidak stabil (tersendat-sendat)
6. Tingkat Pelayanan F : arus terhambat (berhenti, antrian, macet)
7. Tingkat pelayanan (tergantung fasilitas) hal ini sangat tergantung pada jenis fasilitas bukan arusnya. Jalan bebas hambatan mempunyai tingkat pelayanan yang rendah

C. METODE PENELITIAN

1. Lokasi Rencana Penelitian

Lokasi penelitian berada pada ruas Jalan Pasir Putih Pekanbaru, berada di Kecamatan Bukit Raya Kota Pekanbaru

2. Metode Analisis Data

Penelitian ini dilakukan untuk merepresentasikan karakteristik lalu lintas nyata di lapangan, untuk melihat kecenderungan pada masa mendatang serta melakukan kajian terhadap keandalan penanganan yang akan dilakukan. Adapun metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

- a. Studi Literatur
Digunakan untuk mendapatkan kejelasan konsep didalam penelitian yaitu dengan mendapatkan referensi dari buku-buku yang berhubungan dengan judul penelitian, yang berisikan tentang dasar-dasar teori serta rumus-rumus perhitungan yang dapat mendukung dalam penulisan.
- b. Pengumpulan data primer dan data sekunder
 - 1). Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan langsung dilokasi penelitian yaitu pada Jalan Pasir Putih di Kota Pekanbaru.
 - 2). Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi - instansi terkait seperti Dinas Perhubungan (DISHUB) dan Badan Pusat Statistik (BPS) yang dapat mendukung dalam pelaksanaan penelitian ini.
- c. Analisis data
Rekapitulasi hasil survey, mengitung arus lalu lintas, kecepatan kendaraan, hambatan samping, kapasitas jalan, derajat kejenuhan

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

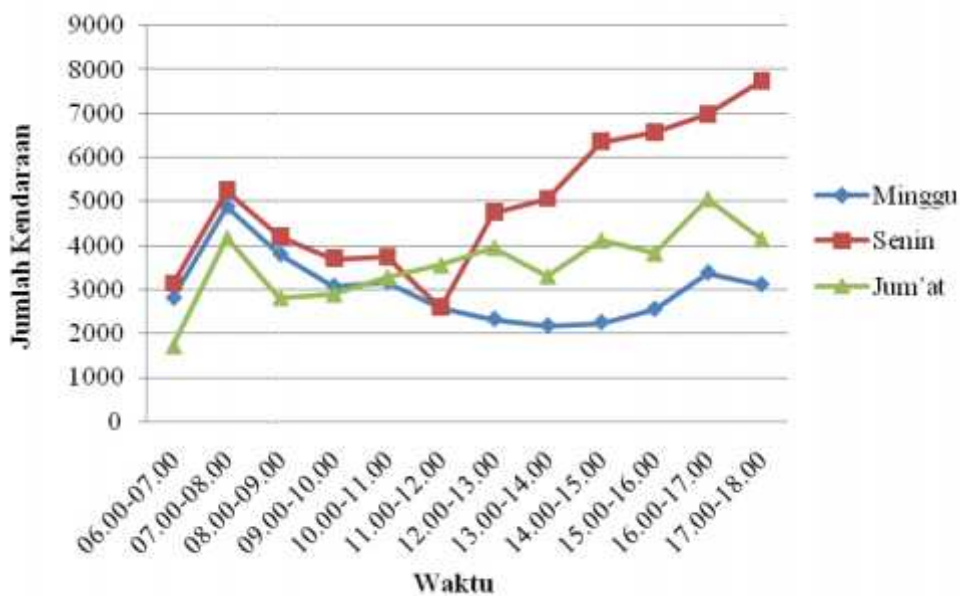
1. Data Survey Lalu Lintas

Hasil survey di lapangan diperoleh data jumlah kendaraan yang melintas, perhitungan kecepatan dan data hambatan samping yang dapat dilihat pada tabel 1, 2, 3 dan 4.

Tabel 1. Rekapitulasi Data Survey Lalu Lintas

Waktu	Total Kendaraan		
	Minggu	Senin	Jum'at
06.00-07.00	2805	3142	1719
07.00-08.00	4878	5248	4174
08.00-09.00	3795	4207	2815
09.00-10.00	3076	3700	2896
10.00-11.00	3162	3742	3284
11.00-12.00	2594	2589	3556
12.00-13.00	2323	4756	3958
13.00-14.00	2179	5066	3306
14.00-15.00	2250	6358	4124
15.00-16.00	2553	6566	3830
16.00-17.00	3382	6981	5066
17.00-18.00	3113	7742	4145
Total per hari	36110	60097	42873

Grafik hubungan total kendaraan setiap jam selama tiga hari survey dapat dilihat pada gambar 1.

**Gambar 1.** Hubungan Total Kendaraan Setiap Jam

Tabel 2. Perhitungan Arus Lalu Lintas

Waktu	Jenis Kendaraan									Total per jam
	Kendaraan Ringan			Kendaraan Berat			Sepeda Motor			
	LV	emp (1,0)	Smp	HV	emp (1,3)	Smp	MC	emp (0,2)	Smp	
06.00 - 07.00	1002	1.0	1002	190	1.3	247.0	2950	0.2	590.0	1839.0
07.00 - 08.00	2233	1.0	2233	248	1.3	222.4	2767	0.2	553.4	2208.8
08.00 - 09.00	2367	1.0	2367	388	1.3	304.4	3452	0.2	490.4	2161.8
09.00 - 10.00	1861	1.0	1861	411	1.3	334.3	3428	0.2	485.6	2080.9
10.00 - 11.00	2432	1.0	2432	551	1.3	416.3	3759	0.2	451.8	2000.1
11.00 - 12.00	2298	1.0	2298	583	1.3	457.9	1708	0.2	541.6	2197.5
12.00 - 13.00	2123	1.0	2123	485	1.3	3530.5	2148	0.2	629.6	2283.1
13.00 - 14.00	2056	1.0	2056	557	1.3	724.1	1453	0.2	590.6	2270.7
14.00 - 15.00	2403	1.0	2403	480	1.3	624.0	1475	0.2	695.0	2322.0
15.00 - 16.00	2657	1.0	2657	577	1.3	750.1	2332	0.2	966.4	2273.5
16.00 - 17.00	2443	1.0	2443	581	1.3	755.3	2957	0.2	891.4	2329.7
17.00 - 18.00	2730	1.0	2730	548	1.3	712.4	3464	0.2	9292.8	2335.2
Total per hari	26605		6605	3599		5279	3289.3		5578.6	12462.3

Tabel 3. Perhitungan Kecepatan

Jam	Arah Pasir Putih – Pekanbaru				Arah Pekanbaru – Pasir Putih			
	TT	Dtk	L	V	TT	Dtk	L	V
	(dtk)	ke jam	(Km)	(Km/Jam)	(dtk)	ke jam	(Km)	(Km/Jam)
06.00-06.15	4.2	0.001167	0.1	85.71	4.5	0.001250	0.1	80.00
06.15-06.30	4.5	0.001250	0.1	80.00	4.8	0.001333	0.1	75.00
06.30-06.45	5.1	0.001417	0.1	70.59	5.7	0.001444	0.1	63.16
06.45-07.00	4.1	0.001139	0.1	87.80	5.2	0.001556	0.1	69.23
07.00-07.15	4.7	0.001306	0.1	76.60	5.6	0.001417	0.1	64.29
07.15-07.30	5.4	0.001500	0.1	66.67	5.1	0.001194	0.1	70.59
07.30-07.45	6.1	0.001694	0.1	59.02	4.3	0.001500	0.1	83.72
07.45-08.00	5.7	0.001583	0.1	63.16	5.4	0.001694	0.1	66.67
08.00-08.15	4.6	0.001278	0.1	78.26	6.1	0.001750	0.1	59.02
08.15-08.30	4.1	0.001139	0.1	87.80	6.3	0.002000	0.1	57.14
08.30-08.45	7.1	0.001972	0.1	50.70	7.2	0.002000	0.1	50.00
08.45-09.00	4.3	0.001194	0.1	83.72	7.2	0.001667	0.1	50.00
09.00-09.15	6.8	0.001889	0.1	52.94	6.0	0.002500	0.1	60.00
09.15-09.30	6.3	0.001750	0.1	57.14	9.0	0.003472	0.1	40.00
09.30-09.45	7.5	0.002083	0.1	48.00	12.5	0.002278	0.1	28.80
09.45-10.00	8.4	0.002333	0.1	42.86	8.2	0.003500	0.1	43.90
10.00-10.15	10.3	0.002861	0.1	34.95	12.6	0.002611	0.1	28.57
10.15-10.30	7.2	0.002000	0.1	50.00	9.4	0.003972	0.1	38.30
10.30-10.45	6.2	0.001722	0.1	58.06	14.3	0.002500	0.1	25.17
10.45-11.00	6.6	0.001833	0.1	54.55	9.0	0.001917	0.1	40.00

Lanjutan Tabel 3. Perhitungan Kecepatan

Jam	Arah Pasir Putih – Pekanbaru				Arah Pekanbaru – Pasir Putih			
	TT (dtk)	Dtk ke jam	L (Km)	V (Km/Jam)	TT (dtk)	Dtk ke jam	L (Km)	V (Km/Jam)
11.00-11.15	10.3	0.002861	0.1	34.59	6.9	0.003556	0.1	52.17
11.15-11.30	6.5	0.001806	0.1	55.38	12.8	0.002278	0.1	28.13
11.30-11.45	10.2	0.002833	0.1	35.29	8.2	0.002417	0.1	43.90
11.45-12.00	7.3	0.002028	0.1	49.32	8.7	0.001500	0.1	41.38
12.00-12.15	5.5	0.001528	0.1	65.45	5.4	0.001278	0.1	66.67

Tabel 4. Hambatan Samping

Simbol	Hambatan Samping		Faktor Bobot		Hasil
PED	1082	×	0.5	=	541.0
PSV	1267	x	1.0	=	767.0
EEV	3367	x	0.7	=	1356.9
SMV	153	x	0.4	=	61.2
SFC					2226.1

2. Analisis Kapasitas Ruas Jalan Pasir Putih

Untuk menentukan kapasitas Jalan Pasir Putih ini diperlukan data teknik jalan dan data arus lalu lintas yang diambil dari hasil survey lapangan yang merupakan data primer. Data ini dihitung dan dianalisis mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997 (MKJI,1997) sehingga didapat kapasitas Jalan Pasir Putih saat ini.

Dalam menghitung kapasitas Jalan Pasir Putih ditentukan kondisi sebagai berikut :

- Kapasitas dasar (C_0)
 $C_0 = 1650 \text{ smp/jam/lajur} \times 2 \text{ lajur} = 3300 \text{ smp/jam}$
(diambil dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi 2/2UD)
- Faktor penyesuaian lebar jalan (FC_w)
 $FC_w = 1,04$
(diambil dengan tipe jalan 2 lajur tak dipisah dan lebar jalan per ruas efektif 3,50 meter)
- Faktor penyesuaian arah lalu lintas (FC_{sp})
 $FC_{sp} = 1,00$
(diambil dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah terbagi (2/2 D) dengan pemisah arah split 50% – 50 %)
- Faktor penyesuaian hambatan samping (FC_{sf}) , $FC_{sf} = 0,92$
(diambil dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah, kelas hambatan samping sangat tinggi, lebar efektif bahu jalan 2,0 m). Berdasarkan kondisi eksisting jalan, lebar efektif bahu jalan sepanjang 2,6 m dikiri jalan dan 2,8 m dikanan jalan.
- Faktor penyesuaian ukuran kota (FC_{cs})
 $FC_{cs} = 0,94$
(diambil dengan jumlah penduduk 0,5 – 1,0 juta penduduk, sesuai dengan data jumlah penduduk Kota Pekanbaru yang didapat dari BPS Provinsi Riau sebanyak 899.213 jiwa).

Kapasitas jalan dihitung sebagai berikut :

$$C = Co \times FCw \times FCsp \times FCsf \times FCcs$$

$$C = 3300 \times 1,04 \times 1,00 \times 0,92 \times 0,94$$

$$C = 2968 \text{ smp/jam}$$

3. Analisis Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas yang merupakan faktor utama dalam penentuan tingkat pelayanan atau kelayakan dari suatu segmen jalan. Untuk Jalan Pasir Putih ini analisa derajat kejenuhan dilakukan dengan menggunakan data arus lalu lintas (Q) dalam smp/jam yang diambil dari data survey lapangan tertinggi selama 3 hari survey yaitu pada hari Senin 12 Juli 2014 dibagi dengan kapasitas (C) yang telah dihitung.

Dalam perhitungan arus lalu lintas didapat data arus terbesar pada pukul 17.00 – 18.00 yaitu 2335,2 smp/jam. Kemudian dihitung derajat kejenuhan nya dengan cara membagi arus dengan kapasitas Jalan Pasir Putih sebesar 2968 smp/jam. Perhitungan derajat kejenuhan (DS) Jalan Pasir Putih adalah sebagai berikut :

$$DS = \frac{Q}{C}$$

$$DS = \frac{2335,2}{2698,0}$$

$$DS = 0,8$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa Jalan Pasir Putih pada tahun 2014 sudah mendekati titik jenuh. Hal ini terbukti dengan perhitungan nilai derajat kejenuhan yang nilainya $> 0,75$ yaitu sebesar 0,80. Dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 D) dan kapasitas jalan sebesar 2968 smp/jam Jalan Pasir Putih tidak memungkinkan dalam melayani volume arus lalu lintas.

4. Analisis Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas berguna untuk menentukan tipe tingkat pelayanan. Untuk perhitungan kecepatan arus bebas ini digunakan persamaan :

- a. Kecepatan arus bebas dasar (Fvo)

$$Fvo = 55 \text{ km/jam}$$

(diambil dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi /2 D)

- b. Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas (FVw)

$$FVw = 2$$

(diambil dengan tipe jalan 4 lajur dipisah dan lebar jalan efektif 8 meter, lebar jalan dapat dilihat pada kondisi eksisting jalan)

- c. Faktor penyesuaian hambatan samping (FFVsf)

$$FFVsf = 0,96$$

(diambil dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2UD), kelas hambatan samping sangat tinggi)

- d. Faktor penyesuaian ukuran kota (FCcs)

$$FCcs = 0,95$$

(diambil dengan jumlah penduduk 0,5 – 1,0 juta penduduk, data jumlah penduduk Kota Pekanbaru yang didapat dari BPS sebanyak 799.213 jiwa).

Kecepatan arus bebas dihitung sebagai berikut :

$$FV = (F_{vo} + FV_w) \times FFV_{sf} \times FC_{cs}$$

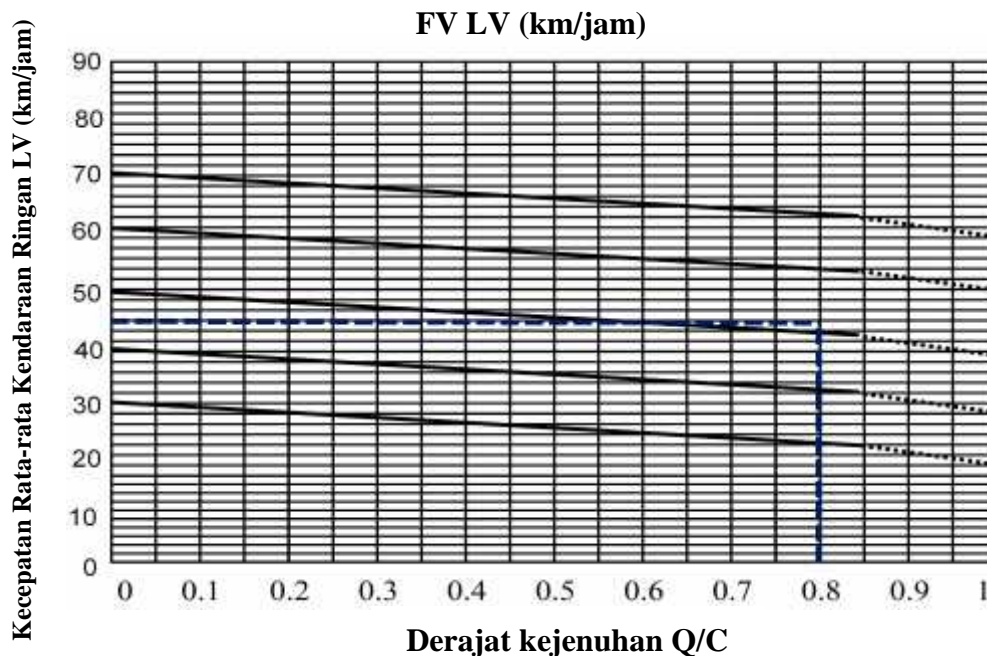
$$FV = (55 + 2) \times 0,96 \times 0,95$$

$$FV = 51,98 \text{ km/jam}$$

Jadi kecepatan arus bebas Jalan Pasir Putih adalah 51,98 km/jam

5. Analisis Kecepatan Rata-rata Perjalanan Jalan Pasir Putih

Kecepatan rata-rata perjalanan dihitung berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997 (MKJI, 1997) dimana kendaraan ringan digunakan sebagai ukuran utama dalam menentukan kinerja lalu lintas. Jika arus lalu lintas mendekati satu maka kemacetan mulai terjadi. Kemacetan total terjadi apabila kendaraan harus berhenti atau bergerak lambat. Dalam hal ini kecepatan rata-rata ditentukan dengan grafik fungsi derajat kejenuhan pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Fungsi Derajat Kejenuhan (2/2UD)

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya didapat kecepatan arus bebas (FV) sebesar 51,98 km/jam, nilai derajat kejenuhan pada jam puncak sebesar 0,80. Maka dengan menggunakan grafik fungsi derajat kejenuhan (DS) didapat kecepatan rata-rata kendaraan ringan = 45 km/jam = 28,13 Mph.

E. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan :

1. Volume lalu lintas harian yang terjadi pada survey di lapangan dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Jumlah Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas		
Minggu,11 juli 2014	Senin,12 juli 2014	Jum,at 16 juli 2014
36110	60097	42873

2. Arah lalu lintas maksimum Jalan Pasir Putih dengan tipe 2 lajur 2 arah terbagi (2/2UD) selama 3 hari survey terjadi pada hari Senin dengan jumlah arus 44.462,3 smp/jam, derajat kejenuhan sebesar 0,80 pada jam puncak, kecepatan rata-rata kendaraan ringan sebesar 45 km/jam atau sama dengan 28,13 Mph sehingga Jalan Pasir Putih untuk saat ini dikategorikan pada tingkat pelayanan C yaitu arus mulai tidak stabil.
3. Kecepatan tertinggi dan terendah dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Kecepatan Tertinggi dan Terendah

Tipe	Jam	Kecepatan		
		Pekanbaru- Pasir Putih	Jam	Pasir Putih- Pekanbaru
Tertinggi	06.45 WIB dan 08.15 WIB	87.80 km/jam	07.30 WIB	30.15 km/jam
Terendah	17.15 WIB	30.77 km/jam	10.30 WIB dan 13.45 WIB	25.17 km/jam

Sehingga Jalan Pasir Putih untuk saat ini dalam kondisi tidak stabil, hambatan samping juga turut mempengaruhi kelancaran arus lalu lintas, Jalan Pasir Putih pada pukul 10.00 – 11.00 Wib sebesar 696 dan hambatan samping terkecil terjadi pada pukul 06.00 – 07.00 Wib sebesar 107. Sehingga kelas hambatan samping sebesar 4226.1 dikategorikan pada kelas hambatan samping (SCF) sangat tinggi (VH) >900 daerah komersial aktifitas pasar (supermarket, pertokoan) di samping jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustriono H., 1989, *Karakteristik, Survey dan Peramalan Lalu Lintas, Road Transportation And Traffic College*, Bekasi.
- Departemen Perhubungan, 1997, *Undang-Undang Lalu Lintas*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Indonesian Highway Capacity Manual (IHCM)*, PT. Bina karya (Persero).
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia. (MKJI) No. 036/T/BM/1997*.
- Hendarsin S., 2000, *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung, Bandung.

- Iskandar A.B., 1989, *Transportasi Engineering Design, Road Transportation And Traffic College*, Bekasi.
- Jotin K.C., & Kent L.B., 2003, *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi*, Erlangga, Jakarta.
- Pignataro, 1973, *Traffic Engineering Practice Ethical in England Cliffs*, New Jersey, USA.
- Pratisto A., 2009, *Statistik Menjadi Mudah dengan SPSS 17*, Kelompok Gramedia, anggota IKAPI, Jakarta.
- Sudjana, 1989, *Metode Statistika*, Tarsito, Bandung.
- Sukirman S., 1994, *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova, Bandung.
- Tamin O.Z., 2008, *Perencanaan, Pemodelan dan Rekayasa Transportasi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Walpole R.E., 1995, *Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insinyur dan Ilmuwan*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Warpani S., 1985, *Pengelolaan Lalu-Lintas dan Angkutan Jalan*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.