

Evaluasi Karakteristik Arus Lalu Lintas terhadap Kinerja Ruas Jalan Nasional

Paimin, Achmad Faisal, & Suyitno

*Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Program Studi Diluar Domisili di Kabupaten Kapuas Hulu
Politeknik Negeri Pontianak*

Alamat korespondensi. email: Faisal_jangga@yahoo.com

Abstract: *Growth and development of the city brings the impact of problems on the traffic flow system. In Putussibau City, National street which includes Jalan. D. I. Panjaitan – Jalan Kom. Yos. Sudarso – Jalan A. Yani is the easiest way to traffic congestion, the street is considered the most busy and dense. The purpose of this study is to identify characteristics level of performance street caused by vehicle traffic flow expressed degree of saturation the street, know the capacity of the street and predicting level of performance street for the following years so it can submit a plan of action and action plan program that can be done to handle traffic congestion problem in the street. Based on the projection degree of traffic flow saturation Jalan D. I. Panjaitan is known road performance still give services with degree of saturation < 1 until 2033 of 0,95, Jalan Kom. Yos. Sudarso until 2030 of 0,93 and Jalan A. Yani until 2026 of 0,99.*

Keywords: *traffic flow, level of road performance, street capacity, degree of saturation*

Abstrak: Pertumbuhan dan perkembangan kota membawa dampak permasalahan pada sistem arus lalu lintas. Di Kota Putussibau, Jalan Nasional yang meliputi Jalan D. I Panjaitan - Jalan Kom. Yos. Sudarso - Jalan A. Yani merupakan jalan yang paling mudah terjadi kemacetan lalu lintas, jalan tersebut dianggap paling sibuk dan padat. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi karakteristik tingkat kinerja ruas jalan yang disebabkan oleh arus lalu lintas kendaraan yang dinyatakan derajat kejenuhan jalan, mengetahui kapasitas jalan dan memprediksi tingkat kinerja jalan untuk tahun-tahun berikutnya sehingga dapat mengajukan rencana penanganan dan program rencana tindakan yang dapat dilakukan untuk menangani permasalahan kemacetan lalu lintas di ruas jalan tersebut. Berdasarkan hasil proyeksi derajat kejenuhan arus lalu lintas di Jalan D. I. Panjaitan di ketahui kinerja jalan masih dapat memberikan pelayanan dengan Derajat Kejenuhan < 1 hingga tahun 2033 sebesar 0,95, di Jalan Kom. Yos. Sudarso hingga tahun 2030 sebesar 0,93 serta di Jalan A. Yani hingga tahun 2026 sebesar 0,99.

Kata kunci: **arus lalulintas, tingkat kinerja jalan, kapasitas jalan, derajat kejenuhan**

Kota Putussibau sebagai ibukota kabupaten yang juga merupakan pusat pemerintahan, perdagangan, pendidikan, jasa dan lain-lain selalu melaksanakan pembangunan berbagai pusat kegiatan sebagai penunjang aktivitas penduduknya. Semakin banyaknya jumlah penduduk yang

bertempat tinggal dalam suatu wilayah yang tidak disertai dengan penambahan fasilitas yang memadai akan menimbulkan masalah baru. Keadaan ini sangat kelihatan dari kondisi lalu lintas yang menumpuk pada lokasi-lokasi tertentu.

Fungsi utama dari jalan adalah sebagai prasarana lalu-lintas atau angkutan, guna mendukung kelancaran arus barang, jasa, serta aktifitas masyarakat. Kemacetan lalu-lintas merupakan masalah klasik di kota-kota besar apalagi di negara berkembang seperti di Indonesia. Banyak hal yang bisa menjadi penyebab kemacetan lalu-lintas tersebut, seperti mungkin sama, mungkin juga tidak, setiap tempat atau lokasi bisa berbeda karakteristik, dan faktor-faktor yang mempengaruhi, disamping antara yang direncanakan dan pelaksanaan yang belum tentu sama (implementasi). Berdasarkan kondisi tersebut maka diperlukan adanya penelitian tentang evaluasi karakteristik arus lalu lintas terhadap kinerja ruas jalan sehingga dapat mengatasi kemacetan lalu lintas, memprediksi kinerja ruas jalan untuk tahun-tahun berikutnya dengan harapan dapat menghasilkan solusi yang terbaik bagi semua. Hasil dari penelitian ini akan dipublikasikan melalui jurnal nasional sehingga hasil penelitian ini dapat bermanfaat luas terutama untuk masyarakat di daerah Kalimantan Barat.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Mengetahui karakteristik volume arus lalu lintas; (2) Mengetahui kapasitas jalan; (3) Mengevaluasi tingkat kinerja ruas Jalan Nasional yang meliputi Jalan D.I Panjaitan - Jalan Kom Yos Sudarso – Jalan A. Yani masih memenuhi standar tingkat pelayanan Peraturan Menteri Perhubungan No. 96 Tahun 2015; dan (4) Memprediksi karakteristik tingkat kinerja ruas jalan di Jalan Nasional yang meliputi Jalan D.I Panjaitan - Jalan Kom Yos Sudarso – Jalan A. Yani untuk tahun-tahun berikutnya yang dipengaruhi oleh pertumbuhan arus lalu lintas bersamaan dengan pertumbuhan

jumlah penduduk dan pertumbuhan jumlah kendaraan.

Arus lalu lintas. Arus lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang terdapat dalam ruang yang di ukur dalam satu jalur unterval tertentu, biasanya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam sibuk. Nilai arus lalu lintas (Q) mencerminkan komposisi lalu lintas, dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Semua nilai arus lalu lintas di ubah menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalensi mobil penumpang (emp).

Hambatan Samping. Pada perhitungan jalan perkotaan untuk kendaraan tak bermotor dianggap sebagai hambatan samping, seperti pejalan kaki (bobot=0,5), kendaraan berhenti atau parkir (bobot=1,0), kendaraan masuk/keluar sisi jalan (bobot=0,7) dan kendaraan lambat (bobot=0,4).

Kapasitas Jalan. Kapasitas didefinisikan sebagai arus lalu lintas yang dapat didukung pada ruas jalan kendaraan tertentu (geometrik, komposisi, distribusi lalu lintas dan faktor lingkungan). Berdasarkan standar dari Derpatemen Pekerjaan Umum dalam MKJI 1997, kapasitas jalan dinyatakan dengan persamaan:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

Dimana :

C = Kapasitas sesungguhnya, C_o = Kapasitas dasar untuk kondisi ideal tertentu, FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalan, FC_{sp} = Faktor penyesuaian pemisahra, FC_{sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping, FC_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota.

Derajat Kejenuhan. Derajat kejenuhan merupakan arus terhadap kapasitas. Digunakan sebagai faktor utama dalam menentukan tingkat kinerja simpang

dan segmen jalan. Berdasarkan standar dari Derpatemen Pekerjaan Umum dalam MKJI 1997 nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak, dinyatakan dalam persamaan :

$$DS = Q/C$$

Dimana: DS = Derajat kejenuhan, Q = Srus lalu lintas, C = Kapasitas.

Tingkat Pelayanan Jalan atau Kinerja Jalan (LOS). Tingkat pelayanan jalan adalah suatu ukuran yang digunakan untuk mengetahui kualitas suatu ruas jalan tertentu dalam melayani arus lalu lintas yang melewatinya. Tingkat Pelayanan Jalan (*Level Of Service/LOS*) adalah gambaran kondisi operasional arus lalu lintas dan persepsi pengendara dalam terminologi kecepatan, waktu tempuh, kenyamanan, kebebasan bergerak, keamanan dan keselamatan.

Rumus perhitungan tingkat pelayanan jalan sebagai berikut:

$$LOS = \frac{V}{C}$$

Dimana: LOS = Level Of Service, V = Volume Lalu Lintas (smp/jam), C= Capasitas aktual (smp/jam).

METODE

Di dalam penelitian ini metode survei langsung di lapangan yang dilakukan mulai pukul 06.00 sampai dengan pukul 20.00 WIB selama 3 hari yaitu hari Sabtu, Minggu dan Senin.

Diagram Alir Penelitian. Secara umum tahapan atau langkah yang dilakukan dalam penelitian ini diuraikan dalam diagram alir pada gambar 1.

HASIL

Hambatan Samping. Frekuensi berbobot hambatan samping rata-rata harian jam didapat total frekuensi berbobot

hambatan samping rata-rata harian dibagi dengan lamanya survey dalam satu hari.

Hambatan Samping Jalan D.I.Panjaitan. Arah X = $508,0 / 14 = 36,3$ per 200m/jam. Arah Y = $570,7 / 14 = 40,8$ per200m/jam. Total hambatan samping 2 arah = $36,3 + 40,8 = 77,1$ per200m/jam.

Hambatan Samping Jalan Kom Yos Sudarso. Arah X = $676,6/14 = 54,8$ per200m/jam. Arah Y = $1599,1 / 14 = 114,2$ per200m/jam. Total hambatan samping 2 arah = $54,8+ 114,2 = 169,1$ per200m/jam.

Hambatan Samping Jalan A. Yani. Arah X = $528,2 / 14 = 37,7$ per200m/jam. Arah Y = $665,9 / 14 = 47,6$ per200m/jam. Total hambatan samping 2 arah = $37,7 + 47,6 = 85,3$ per200m/jam.

Dari hasil perhitungan di atas dapat kita simpulkan bahwa Jalan D.I. Panjaitan mempunyai kelas hambatan samping Sangat Rendah (VL), Jalan Kom Yos Sudarso mempunyai kelas hambatan samping Rendah (L) serta Jalan A. Yani mempunyai kelas hambatan samping Sangat Rendah (VL).

Analisa Volume Arus Lalu Lintas.

Dari data arus lalu lintas dapat dihitung arus lalu lintas menjadi satuan mobil penumpang (smp).

Berdasarkan tabel 3. puncak volume arus lalu lintas Jalan D.I. Panjaitan terjadi pada hari sabtu pada waktu 18.00-19.00 sebesar 911.4 (smp/jam). Puncak volume arus lalu lintas Jalan Kom Yos Sudarso terjadi pada hari sabtu pada waktu 18.00-19.00 sebesar 1022.2 (smp/jam). Kemudian Puncak volume arus lalu lintas Jalan A.Yani terjadi pada hari senin pada waktu 11.00-12.00 sebesar 1010.1 (smp/jam).

Analisa Tingkat Kinerja Jalan. Kinerja Jalan D. I. Panjaitan. Perhitungan Volume Arus Total. Untuk volume arus total (Q_{Total}) pada Jalan D. I.

Panjaitan menggunakan data arus puncak lalu lintas pada 2 arah. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut: $Q_{\text{Total}} = 911,4$ (smp/jam).

Perhitungan Kapasitas. Kapasitas dasar (C_0) untuk jalan 4 lajur 2 arah terbagi atau 2 lajur 1 arah tak terbagi pada masing-masing arah pada Jalan D.I Panjaitan, maka kapasitas yang di hitung adalah $C_0 = (2 \times 1650) + (2 \times 1650) = 6600$ smp/jam. Faktor

penyesuaian lebar jalur lalu lintas (FCw) untuk 2 lajur 1 arah terbagi dengan lebar per lajur 3,00 meter adalah 0,92. Faktor penyesuaian pemisah arah (FCsp) untuk Jalan D.I. Panjaitan (50-50) adalah 1,00. Faktor penyesuaian hambatan samping (FCsf) untuk hambatan samping sangat rendah (lebar bahu <1 m) adalah 0,96 (km/jam).

Tabel 1. Rekapitulasi Volume Arus Lalu Lintas Jalan D.I. Panjaitan

Waktu	REKAPITULASI		
	(smp/jam)		
	Sabtu	Minggu	Senin
06.00 - 07.00	487.9	220	564.85
07.00 - 08.00	452.6	312.5	550
08.00 - 09.00	400.4	360.4	515.1
09.00 - 10.00	430.5	363.6	524.6
10.00 - 11.00	499.3	404.5	639.3
11.00 - 12.00	574.5	425.4	613.75
12.00 - 13.00	444.7	393.1	551.2
13.00 - 14.00	457.8	417.8	642.5
14.00 - 15.00	353.7	382.1	657.3
15.00 - 16.00	370.6	484.9	557.1
16.00 - 17.00	412.5	718.1	626.2
17.00 - 18.00	701.3	806.2	617.1
18.00 - 19.00	911.4	786.65	517
19.00 - 20.00	724.25	622.4	528.6

Sumber : Analisa, 2017

Tabel 2. Rekapitulasi Volume Arus Lalu Lintas Jalan Kom Yos Sudarso

Waktu	REKAPITULASI		
	(smp/jam)		
	Sabtu	Minggu	Senin
06.00 - 07.00	666.2	283.2	860.7
07.00 - 08.00	581.1	280.6	503.3
08.00 - 09.00	590.9	404.6	551.5
09.00 - 10.00	685.7	404.9	469
10.00 - 11.00	595.3	472.3	582
11.00 - 12.00	590.7	522.6	829.6
12.00 - 13.00	538.7	524.1	797.5
13.00 - 14.00	520.4	519.1	708.7
14.00 - 15.00	514.4	551.1	585.4
15.00 - 16.00	483.5	582.8	470.1
16.00 - 17.00	668.1	753.1	755.1

17.00 - 18.00	975.8	816.1	524
18.00 - 19.00	1022.2	672.5	696.9
19.00 - 20.00	809.7	670.3	825.75

Sumber : Analisa, 2017

Tabel 3. Rekapitulasi Volume Arus Lalu Lintas Jalan A. Yani

Waktu	REKAPITULASI (smp/jam)		
	Sabtu	Minggu	Senin
06.00 - 07.00	905.45	388.5	929.75
07.00 - 08.00	658.8	588.2	737.8
08.00 - 09.00	718	779.5	674.8
09.00 - 10.00	851.5	687.4	590
10.00 - 11.00	939.5	656.3	846.7
11.00 - 12.00	901.2	730.4	1010.1
12.00 - 13.00	669.7	729.6	934.5
13.00 - 14.00	771.6	785.8	800.7
14.00 - 15.00	723	777.9	876.65
15.00 - 16.00	740.4	815.9	889.8
16.00 - 17.00	794.25	762.35	952
17.00 - 18.00	809.45	740	921.1
18.00 - 19.00	940.65	952.1	988.2
19.00 - 20.00	850.5	834.4	735.8

Sumber : Analisa, 2017

Faktor penyesuaian ukuran kota (FCcs), dimana ukuran jumlah penduduk kota sebesar <1,0 juta penduduk sehingga didapat nilai = 0,86. Dari nilai-nilai tersebut dapat diperoleh nilai kapasitas Jalan D.I Panjaitan adalah: $C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$ (smp/jam). $C = 6600 \times 0,92 \times 1,00 \times 0,96 \times 0,86 = 5013$ smp/jam.

Perhitungan Derajat Kejenuhan. Derajat kejenuhan dapat diperoleh dari hasil pembagian Q_{Total} dengan kapasitas. Dimana Q_{Total} yang telah didapat adalah 911,4 smp/jam dan kapasitas (C) yang didapat adalah 5013smp/jam, maka nilai derajat kejenuhannya adalah: $DS = Q/C$. $DS = 911,4$ (smp/jam) / 5013 (smp/jam) = 0,18.

Tingkat Pelayanan (LOS). Menurut Edward K. Marlok, untuk Derajat Kejenuhan 0,18 masuk kedalam kriteria

tingkat pelayanan A yaitu arus bebas, volume rendah dan kecepatan tinggi sehingga dapat memilih kecepatan yang dikehendaki.

Kinerja Jalan Kom. Yos. Sudarso. Perhitungan Volume Arus Total. Untuk volume arus total (Q_{Total}) pada Jalan Kom. Yos. Sudarso menggunakan data arus puncak lalu lintas pada 2 arah. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut: $Q_{Total} = 1022,2$ (smp/jam).

Perhitungan Kapasitas, kapasitas dasar (C_o) untuk jalan 4 lajur 2 arah terbagi atau 2 lajur 1 arah tak terbagi pada masing-masing arah pada Jalan Kom. Yos. Sudarso, maka kapasitas yang di hitung adalah $C_o = (2 \times 1650) + (2 \times 1650) = 6600$ smp/jam. Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas (FC_w) untuk 2 lajur 1 arah terbagi dengan

lebar per lajur 2,55 meter adalah 0,92. Faktor penyesuaian pemisah arah (FCsp) untuk Jalan Kom. Yos. Sudarso (50-50) adalah 1,00.

Faktor penyesuaian hambatan samping (FCsf) untuk hambatan samping rendah (lebar bahu <1 m) adalah 0,92 (km/jam). Faktor penyesuaian ukuran kota (FCcs), dimana ukuran jumlah penduduk kota sebesar <1,0 juta penduduk sehingga didapat nilai = 0,86. Dari nilai-nilai tersebut dapat diperoleh nilai kapasitas Jalan Kom. Yos. Sudarso adalah: $C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$ (smp/jam). $C = 6600 \times 0,92 \times 1,00 \times 0,92 \times 0,86 = 4909$ smp/jam.

Perhitungan Derajat Kejenuhan. Derajat kejenuhan dapat diperoleh dari hasil pembagian Q_{Total} dengan kapasitas. Dimana Q_{Total} yang telah didapat adalah 1022,2 smp/jam dan kapasitas (C) yang didapat adalah 4909 smp/jam, maka nilai derajat kejenuhannya adalah $DS = Q/C$. $DS = 1022,2$ (smp/jam) / 4909 (smp/jam) = 0,21.

Tingkat Pelayanan (LOS). Menurut Marlok untuk Derajat Kejenuhan 0,21 masuk kedalam kriteria tingkat pelayanan A yaitu arus bebas, volume rendah dan kecepatan tinggi sehingga dapat memilih kecepatan yang dikehendaki.

Kinerja Jalan A. Yani. Perhitungan Volume Arus Total. Untuk volume arus total (Q_{Total}) pada Jalan A. Yani menggunakan data arus puncak lalu lintas pada 2 arah. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut: $Q_{Total} = 1010,1$ (smp/jam).

Perhitungan Kapasitas, kapasitas dasar (C_o) untuk jalan 2 lajur tak terbagi pada Jalan A. Yani, maka kapasitas yang di hitung adalah $C_o = 2900$ smp/jam. Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas (FC_w) untuk 1 lajur 1 arah terbagi dengan lebar per jalur 4,00 meter adalah 1,14. Faktor penyesuaian pemisah arah (FCsp) untuk Jalan A. Yani (50-50) adalah 1,00. Faktor

penyesuaian hambatan samping (FCsf) untuk hambatan samping sangat rendah (lebar bahu 1 m) adalah 0,99 (km/jam). Faktor penyesuaian ukuran kota (FCcs), dimana ukuran jumlah penduduk kota sebesar <1,0 juta penduduk sehingga didapat nilai = 0,86. Dari nilai-nilai tersebut dapat diperoleh nilai kapasitas Jalan A. Yani adalah: $C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$ (smp/jam). $C = 2900 \times 1,14 \times 1,00 \times 0,99 \times 0,86 = 2815$ smp/jam.

Perhitungan Derajat Kejenuhan. Derajat kejenuhan dapat diperoleh dari hasil pembagian Q_{total} dengan kapasitas. Dimana Q_{total} yang telah didapat adalah 1010,1 smp/jam dan kapasitas (C) yang didapat adalah 2815 smp/jam, maka nilai derajat kejenuhannya adalah $DS = Q/C$. $DS = 1010,1$ (smp/jam) / 2815 (smp/jam) = 0,36.

Tingkat Pelayanan (LOS). Menurut Marlok untuk Derajat Kejenuhan 0,36 masuk kedalam kriteria tingkat pelayanan A yaitu arus bebas, volume rendah dan kecepatan tinggi sehingga dapat memilih kecepatan yang dikehendaki.

Analisa Proyeksi Pertumbuhan Volume Arus Lalu Lintas. Berdasarkan hasil proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk (jiwa) dan pertumbuhan jumlah kendaraan (smp/jam) kemudian dihitung kinerja ruas jalan tersebut setelah tahun 2017 berikutnya agar dapat diketahui sampai tahun berapa kinerja lalu lintas Jalan D.I. Panjaitan – Jalan Kom. Yos. Sudarso – Jalan A. Yani dapat berfungsi secara maksimal atau derajat kejenuhan jalan mencapai nilai 1. Untuk hasil proyeksi perhitungan derajat kejenuhan jalan tersebut setelah tahun 2017 hingga beberapa tahun kedepan, dapat dilihat pada tabel 4.

Berdasarkan hasil proyeksi derajat kejenuhan arus lalu lintas di Jalan D. I. Panjaitan di ketahui kinerja jalan masih dapat memberikan pelayanan dengan

Derajat Kejenuhan < 1 hingga tahun 2033 sebesar 0,95, di Jalan Kom. Yos. Sudarso di ketahui kinerja jalan masih dapat memberikan pelayanan dengan Derajat Kejenuhan < 1 hingga tahun 2030 sebesar 0,93 serta di Jalan A. Yani di ketahui kinerja jalan masih dapat memberikan pelayanan dengan Derajat Kejenuhan < 1 hingga tahun 2026 sebesar 0,99. Oleh sebab itu, diperlukan penanganan rekayasa lalu lintas agar kinerja jalan tersebut dapat kembali optimal dan memberikan

pelayanan yang nyaman dan aman bagi pengguna jalan tersebut.

Luaran Rekomendasi Penanganan dan Manajemen Rekayasa Lalu Lintas. Pengalihan Arus Lalu Lintas Kendaraan Berat Untuk Tahun 2018. Berdasarkan hasil pantauan di lapangan terutama jam sibuk atau arus puncak volume lalu lintas kendaraan di Jalan D. I. Panjaitan terjadi pada hari sabtu pada waktu 18.00-19.00 sebesar 911.4 (smp/jam). Puncak volume arus lalu lintas Jalan Kom. Yos. Sudarso

Tabel 4. Proyeksi Derajat Kejenuhan Lalu Lintas Jalan D.I. Panjaitan

Jl. D.I. Panjaitan	Jumlah Penduduk	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Kapasitas Jalan (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan DS = Q/C
2017	253833.7	911.4	5013	0.18
2018	257314.4	1000.0	5013	0.20
2019	260842.9	1098.4	5013	0.22
2020	264419.7	1207.9	5013	0.24
2021	268045.6	1329.9	5013	0.27
2022	271721.3	1466.1	5013	0.29
2023	275447.3	1618.4	5013	0.32
2024	279224.4	1789.0	5013	0.36
2025	283053.3	1980.5	5013	0.40
2026	286934.8	2195.8	5013	0.44
2027	290869.4	2438.5	5013	0.49
2028	294858.0	2712.4	5013	0.54
2029	298901.3	3022.2	5013	0.60
2030	303000.1	3373.4	5013	0.67
2031	307155.0	3772.1	5013	0.75
2032	311366.9	4225.7	5013	0.84
2033	315636.6	4742.7	5013	0.95
2034	319964.8	5333.2	5013	1.06
2035	324352.4	6008.6	5013	1.20

Sumber: Analisa, 2017

Tabel 5. Proyeksi Derajat Kejenuhan Lalu Lintas Jalan Kom. Yos. Sudarso

Jl. D.I. Panjaitan	Jumlah Penduduk	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Kapasitas Jalan (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan DS = Q/C
2017	253833.7	1022.2	4909	0.21
2018	257314.4	1134.8	4909	0.23
2019	260842.9	1261.8	4909	0.26
2020	264419.7	1405.3	4909	0.29
2021	268045.6	1568.0	4909	0.32
2022	271721.3	1752.6	4909	0.36
2023	275447.3	1962.5	4909	0.40

2024	279224.4	2201.6	4909	0.45
2025	283053.3	2474.5	4909	0.50
2026	286934.8	2786.6	4909	0.57
2027	290869.4	3144.1	4909	0.64
2028	294858.0	3554.3	4909	0.72
2029	298901.3	4025.9	4909	0.82
2030	303000.1	4568.8	4909	0.93
2031	307155.0	5194.9	4909	1.06
2032	311366.9	5918.0	4909	1.21
2033	315636.6	6754.3	4909	1.38
2034	319964.8	7723.0	4909	1.57
2035	324352.4	8846.5	4909	1.80

Sumber : Analisa, 2017

Tabel 6. Proyeksi Derajat Kejenuhan Lalu Lintas Jalan A.Yani

Jl. D.I. Panjaitan	Jumlah Penduduk	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Kapasitas Jalan (C) (smp/jam)	Derajat Kejenuhan DS = Q/C
2017	253833.7	1022.2	2815	0.36
2018	257314.4	1134.8	2815	0.40
2019	260842.9	1261.8	2815	0.45
2020	264419.7	1405.3	2815	0.50
2021	268045.6	1568.0	2815	0.56
2022	271721.3	1752.6	2815	0.62
2023	275447.3	1962.5	2815	0.70
2024	279224.4	2201.6	2815	0.78
2025	283053.3	2474.5	2815	0.88
2026	286934.8	2786.6	2815	0.99
2027	290869.4	3144.1	2815	1.12
2028	294858.0	3554.3	2815	1.26
2029	298901.3	4025.9	2815	1.43
2030	303000.1	4568.8	2815	1.62
2031	307155.0	5194.9	2815	1.85
2032	311366.9	5918.0	2815	2.10
2033	315636.6	6754.3	2815	2.40
2034	319964.8	7723.0	2815	2.74
2035	324352.4	8846.5	2815	3.14

Sumber: Analisa, 2017

terjadi pada hari sabtu pada waktu 18.00-19.00 sebesar 1022.2 (smp/jam).Kemudian Puncak volume arus lalu lintas Jalan A. Yani terjadi pada hari senin pada waktu 11.00-12.00 sebesar 1010.1 (smp/jam). Dan menjadi perhatian pada pukul 06.30-08.00 mengingat pada jam tersebut merupakan waktu para pegawai negeri berangkat ke kantor dan begitu juga siswa-siswa



berangkat ke sekolah untuk membatasi kendaraan berat seperti truck pengangkut barang tidak melewati jalan tersebut agar

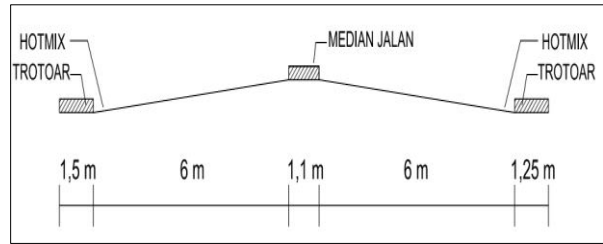
tidak terjadi perlambatan arus lalu lintas kendaraan.

Menerapkan Rambu Larangan Parkir di Badan Jalan Untuk Tahun 2018. Pada jalan yang tidak memiliki bahu jalan seharusnya diterapkan Rambu Larangan Parkir di Badan Jalan.

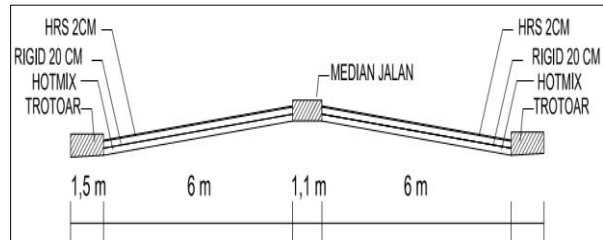
Gambar 1. Rambu Larangan Parkir Di Badan Jalan

Adapun tujuan penerapan rambu tersebut adalah sebagai berikut: (1) Mengurangi hambatan samping kendaraan yang parkir di badan jalan; (2) Mengurangi pengurangan kapasitas jalan sesungguhnya yang disebabkan kendaraan yang parkir di badan jalan; (3) Arus lalu lintas kendaraan yang melewati jalan tersebut agar tidak terganggu kendaraan yang parkir di badan jalan yang dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas; (4) Mencegah terjadinya antrian kendaraan yang disebabkan oleh kemacetan arus lalu lintas dari kendaraan yang parkir di badan jalan terutama mobil penumpang dan truck.

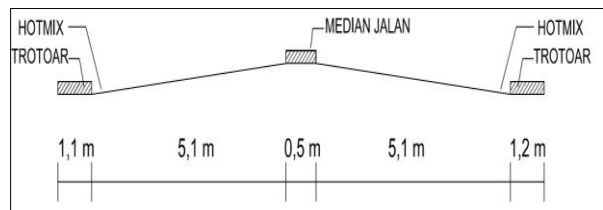
Peningkatan Struktur Badan Jalan Untuk Tahun 2018. Berdasarkan hasil pantauan dilapangan, Jalan D. I. Panjaitan – Jalan Kom. Yos. Sudarso – Jalan A. Yani merupakan daerah dengan curah hujan tinggi dan sering terjadi banjir sehingga sering tergenang. Oleh karena itu disarankan untuk peningkatan struktur yang sebelumnya HOTMIX ditingkatkan menjadi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dengan tebal 20 cm dan pada lapis permukaan ditambahkan perkerasan lentur HRS dengan tebal 2 cm.



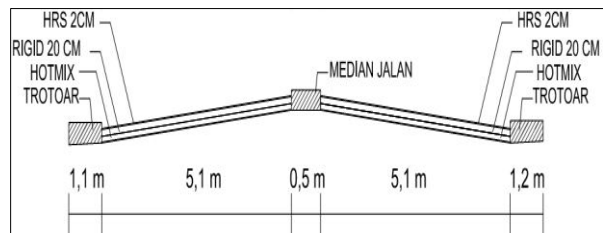
Gambar 2. Geometrik Melintang Jalan D. I. Panjaitan Sebelum Peningkatan Struktur Badan Jalan



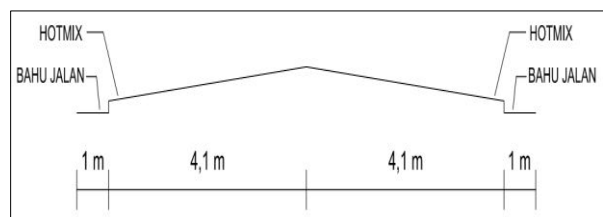
Gambar 3. Geometrik Melintang Jalan D. I. Panjaitan Setelah Peningkatan Struktur Badan Jalan



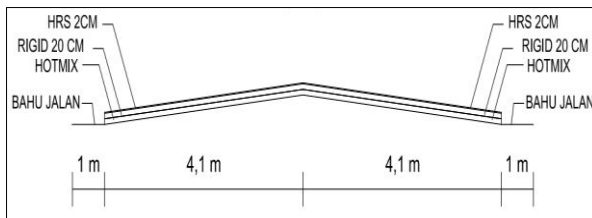
Gambar 4. Geometrik Melintang Jalan Kom. Yos. Sudarso Sebelum Peningkatan Struktur Badan Jalan



Gambar 5. Geometrik Melintang Jalan Kom. Yos. Sudarso Setelah Peningkatan Struktur Badan Jalan



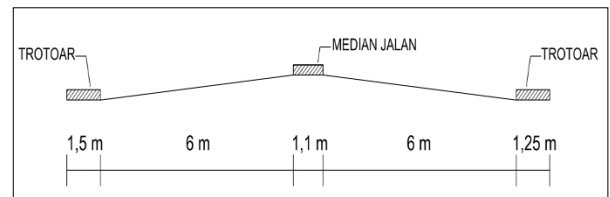
Gambar 6. Geometrik Melintang Jalan A. Yani Sebelum Peningkatan Struktur Badan Jalan



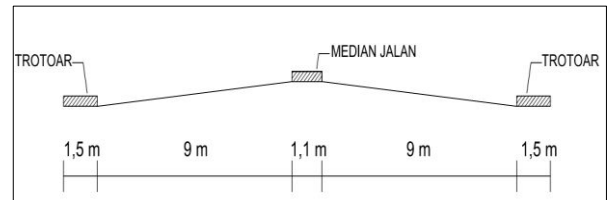
Gambar 7. Geometrik Melintang Jalan A. Yani Setelah Peningkatan Struktur Badan Jalan

Penanganan Proyeksi Tingkat Kinerja Jalan Tahun Kedepannya. Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Putussibau yang dikeluarkan oleh Bupati Kabupaten Kapuas Hulu Jalan D. I. Panjaitan merupakan jalan kolektor sekunder dan Jalan Kom. Yos. Sudarso – Jalan A. Yani merupakan jalan kolektor primer. Pada Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas untuk jalan kolektor sekunder tingkat pelayanan sekurang-kurangnya derajat kejenuhan jalan C dan jalan kolektor primer tingkat pelayanan sekurang-kurangnya derajat kejenuhan jalan B.

Pelebaran Badan Jalan D. I. Panjaitan Untuk Tahun 2033. Berdasarkan hasil proyeksi derajat kejenuhan arus lalu lintas di Jalan D. I. Panjaitan di ketahui kinerja jalan masih dapat memberikan pelayanan dengan Derajat Kejenuhan < 1 hingga tahun 2033 sebesar 0,95. Sehingga diperlukan pelebaran jalan dengan tujuan meningkatkan kinerja jalan tersebut.



Gambar 8. Sketsa Geometrik Potongan Melintang Jalan D.I.Panjaitan Sebelum Pelebaran Badan Jalan



Gambar 9. Sketsa Geometrik Potongan Melintang Jalan D. I. Panjaitan Setelah Pelebaran Badan Jalan

Analisa tingkat kinerja Jalan D. I. Panjaitan setelah pelebaran badan jalan sebagai berikut: (1) Perhitungan Volume Arus Total. Untuk volume arus total (Q_{tot}) pada Jalan D. I. Panjaitan menggunakan data arus puncak lalu lintas pada 2 arah. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut: $Q_{\text{Total}} = 4742,7$ (smp/jam).

Perhitungan Kapasitas. Kapasitas dasar (C_0) untuk jalan 6 lajur 2 arah terbagi atau 3 lajur 1 arah tak terbagi pada masing-masing arah pada Jalan D. I. Panjaitan, maka kapasitas yang di hitung adalah $C_0 = (3 \times 1650) + (3 \times 1650) = 9900$ smp/jam.

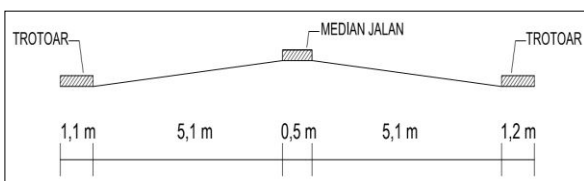
Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas (FC_w) untuk 3 lajur 1 arah terbagi dengan lebar per lajur 3,00 meter adalah 0,92. Faktor penyesuaian pemisah arah (FC_{sp}) untuk Jalan D. I. Panjaitan (50-50) adalah 1,00. Faktor penyesuaian hambatan samping (FC_{sf}) untuk hambatan samping sangat rendah (lebar bahu < 1 m) adalah 0,96 (km/jam). Faktor penyesuaian ukuran kota (FC_{cs}), dimana ukuran jumlah penduduk kota sebesar < 1,0 juta penduduk sehingga didapat nilai = 0,86. Dari nilai-

nilai tersebut dapat diperoleh nilai kapasitas Jalan D. I. Panjaitan adalah: $C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$ (smp/jam). $C = 9900 \times 0,92 \times 1,00 \times 0,96 \times 0,86 = 7520$ smp/jam.

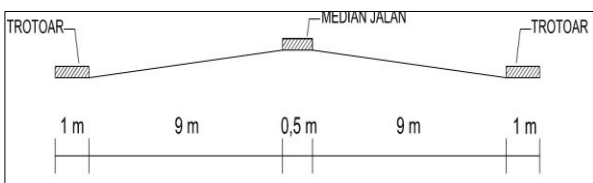
Perhitungan Derajat Kejenuhan. Derajat kejenuhan dapat diperoleh dari hasil pembagian Q_{Total} dengan kapasitas. Dimana Q_{Total} yang telah didapat adalah 4742,7 smp/jam dan kapasitas (C) yang didapat adalah 7520 smp/jam, maka nilai derajat kejenuhannya adalah $DS = Q/C$. $DS = 4742,7$ (smp/jam) / 7520 (smp/jam) = 0,63.

Tingkat Pelayanan (LOS). Menurut Edward K. Marlok dalam bukunya "Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi", untuk Derajat Kejenuhan 0,63 masuk kedalam kriteria tingkat pelayanan B yaitu arus stabil, kecepatan sedikit terbatas oleh arus lalu lintas.

Pelebaran Badan Jalan Kom Yos Sudarso Untuk Tahun 2030. Berdasarkan hasil proyeksi derajat kejenuhan arus lalu lintas di Jalan Kom. Yos. Sudarso di ketahui kinerja jalan masih dapat memberikan pelayanan dengan Derajat Kejenuhan < 1 hingga tahun 2030 sebesar 0,93. Sehingga diperlukan pelebaran jalan dengan tujuan meningkatkan kinerja jalan tersebut.



Gambar 10. Sketsa Geometrik Potongan Melintang Jalan Kom. Yos. Sudarso Sebelum Pelebaran Badan Jalan



Gambar 11. Sketsa Geometrik Potongan Melintang Jalan Kom. Yos. Sudarso Setelah Pelebaran Badan Jalan

Analisa tingkat kinerja Jalan Kom. Yos. Sudarso setelah pelebaran badan jalan sebagai berikut: Perhitungan Volume Arus Total. Untuk volume arus total (Q_{Total}) pada Jalan Kom. Yos. Sudarso menggunakan data arus puncak lalu lintas pada 2 arah. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut: $Q_{Total} = 4568,8$ (smp/jam).

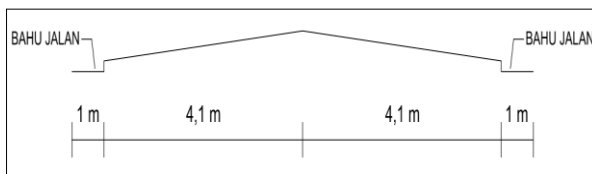
Perhitungan Kapasitas. kapasitas dasar (C_o) untuk jalan 6 lajur 2 arah terbagi atau 3 lajur 1 arah tak terbagi pada masing-masing arah pada Jalan Kom. Yos. Sudarso, maka kapasitas yang di hitung adalah $C_o = (3 \times 1650) + (3 \times 1650) = 9900$ smp/jam. Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas (FC_w) untuk 3 lajur 1 arah terbagi dengan lebar per lajur 3,00 meter adalah 0,92. Faktor penyesuaian pemisah arah (FC_{sp}) untuk Jalan Kom. Yos. Sudarso (50-50) adalah 1,00. Faktor penyesuaian hambatan samping (FC_{sf}) untuk hambatan samping rendah (lebar bahu < 1 m) adalah 0,94 (km/jam). Faktor penyesuaian ukuran kota (FC_{cs}), dimana ukuran jumlah penduduk kota sebesar < 1,0 juta penduduk sehingga didapat nilai = 0,86. Dari nilai-nilai tersebut dapat diperoleh nilai kapasitas Jalan Kom Yos Sudarso adalah: $C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$ (smp/jam). $C = 9900 \times 0,92 \times 1,00 \times 0,94 \times 0,86 = 7363$ smp/jam.

Perhitungan Derajat Kejenuhan. Derajat kejenuhan dapat diperoleh dari hasil pembagian Q_{Total} dengan kapasitas. Dimana Q_{Total} yang telah didapat adalah 4568,8 smp/jam dan kapasitas (C) yang didapat adalah 7363 smp/jam, maka nilai derajat kejenuhannya adalah $DS = Q/C$. $DS = 4568,8$ (smp/jam) / 7363 (smp/jam) = 0,62.

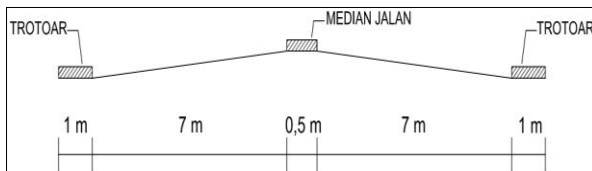
Tingkat Pelayanan (LOS). Menurut Edward K. Marlok dalam bukunya

“Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi”, untuk Derajat Kejenuhan 0,62 masuk kedalam kriteria tingkat pelayanan B yaitu arus stabil, kecepatan sedikit terbatas oleh arus lalu lintas.

Pelebaran Badan Jalan A.Yani Untuk Tahun 2026. Berdasarkan hasil proyeksi derajat kejenuhan arus lalu lintas di Jalan A.Yani di ketahui kinerja jalan masih dapat memberikan pelayanan dengan Derajat Kejenuhan < 1 hingga tahun 2026 sebesar 0,99. Sehingga diperlukan pelebaran jalan dengan tujuan meningkatkan kinerja jalan tersebut.



Gambar 12. Sketsa Geometrik Potongan Melintang Jalan A. Yani Sebelum Pelebaran Badan Jalan



Gambar 13. Sketsa Geometrik Potongan Melintang Jalan A. Yani Setelah Pelebaran Badan Jalan

Analisa tingkat kinerja Jalan A. Yani setelah pelebaran badan jalan sebagai berikut: Perhitungan Volume Arus Total. Untuk volume arus total (Q_{Total}) pada Jalan A.Yani menggunakan data arus puncak lalu lintas pada 2 arah. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut: $Q_{Total} = 2786,6$ (smp/jam).

Perhitungan Kapasitas, kapasitas dasar (C_0) untuk jalan 4 lajur 2 arah terbagi atau 2 lajur 1 arah tak terbagi pada masing-masing arah pada Jalan A.Yani, maka kapasitas yang di hitung adalah $C_0 = (2 \times 1650) + (2 \times 1650) = 6600$ smp/jam.

Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas (FCw) untuk 2 lajur 1 arah terbagi dengan lebar per lajur 3,50 meter adalah 1,0.

Faktor penyesuaian pemisah arah (FCsp) untuk Jalan A.Yani (50-50) adalah 1,00. Faktor penyesuaian hambatan samping (FCsf) untuk hambatan samping sangat rendah (lebar bahu < 1 m) adalah 0,96 (km/jam). Faktor penyesuaian ukuran kota (FCcs), dimana ukuran jumlah penduduk kota sebesar < 1,0 juta penduduk sehingga didapat nilai = 0,86. Dari nilai-nilai tersebut dapat diperoleh nilai kapasitas Jalan A.Yani adalah: $C = C_0 \times FCw \times Fcsp \times FCsf \times FCcs$ (smp/jam). $C = 6600 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,96 \times 0,86 = 5449$ smp/jam.

Perhitungan Derajat Kejenuhan. Derajat kejenuhan dapat diperoleh dari hasil pembagian Q_{Total} dengan kapasitas. Dimana Q_{Total} yang telah didapat adalah 2786,6 smp/jam dan kapasitas (C) yang didapat adalah 5449 smp/jam, maka nilai derajat kejenuhannya adalah $DS = Q/C$. $DS = 2786,6$ (smp/jam) / 5449 (smp/jam) = 0,51.

Tingkat Pelayanan (LOS). Menurut Edward K. Marlok dalam bukunya “Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi”, untuk Derajat Kejenuhan 0,51 masuk kedalam kriteria tingkat pelayanan A yaitu arus bebas, volume arus lalu lintas rendah dan kecepatan tinggi dapat memilih kecepatan yang dikehendaki.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil analisa data yang dilakukan pada pembahasan sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut: Karakteristik puncak volume arus lalu lintas Jalan D. I. Panjaitan terjadi pada hari sabtu pada waktu 18.00-19.00 sebesar 911,4 (smp/jam). Puncak volume arus lalu lintas Jalan Kom. Yos.

Sudarso terjadi pada hari sabtu pada waktu 18.00-19.00 sebesar 1022.2 (smp/jam). Kemudian Puncak volume arus lalu lintas Jalan A. Yani terjadi pada hari senin pada waktu 11.00-12.00 sebesar 1010.1 (smp/jam).

Hambatan samping Jalan D. I. Panjaitan mempunyai kelas hambatan samping Sangat Rendah (VL) sebesar 77,1 per200m/jam, Jalan Kom. Yos. Sudarso mempunyai kelas hambatan samping Rendah (L) sebesar 169,1 per200m/jam serta Jalan A. Yani mempunyai kelas hambatan samping Sangat Rendah (VL) sebesar 85,3 per200m/jam.

Evaluasi tingkat kinerja ruas jalan tahun 2017 diperoleh dari volume arus lalu lintas kendaraan terhadap kapasitas jalan sesungguhnya sebagai berikut: Jalan D. I. Panjaitan (DS) = 0,18 (Tingkat Pelayanan A); Jalan Kom. Yos. Sudarso (DS) = 0,21 (Tingkat Pelayanan A); Jalan A. Yani (DS) = 0,36 (Tingkat Pelayanan A).

Analisa proyeksi tingkat kinerja ruas jalan untuk tahun berikutnya yang mendekati derajat kejenuhan jalan 1 berdasarkan pertumbuhan volume arus lalu lintas dan pertumbuhan jumlah penduduk sebagai berikut: Jalan D. I. Panjaitan Tahun 2033, Jumlah penduduk = 315636,6 jiwa, Volume arus lalu lintas = 4742,7 (smp/jam), Kapasitas Jalan = 5013 (smp/jam). Derajat kejenuhan jalan = 0,95 (Tingkat Pelayanan E).

Jalan Kom. Yos. Sudarso Tahun 2030. Jumlah penduduk = 315636,6 jiwa. Volume arus lalu lintas = 4568,8 (smp/jam). Kapasitas Jalan = 4909 (smp/jam). Derajat kejenuhan jalan = 0,93 (Tingkat Pelayanan E).

Jalan A. Yani Tahun 2026. Jumlah penduduk = 315636,6 jiwa. Volume arus lalu lintas = 2786,6 (smp/jam). Kapasitas

Jalan = 2815 (smp/jam). Derajat kejenuhan jalan = 0,99 (Tingkat Pelayanan E).

Luaran rekomendasi penanganan dan manajemen rekayasa lalu lintas. Pengalihan arus lalu lintas kendaraan berat untuk tahun 2018.

Berdasarkan hasil pantauan dilapangan terutama jam sibuk atau arus puncak volume lalu lintas kendaraan di Jalan D.I. Panjaitan terjadi pada hari sabtu pada waktu 18.00-19.00 sebesar 911.4 (smp/jam). Puncak volume arus lalu lintas Jalan Kom Yos Sudarso terjadi pada hari sabtu pada waktu 18.00-19.00 sebesar 1022.2 (smp/jam). Kemudian Puncak volume arus lalu lintas Jalan A. Yani terjadi pada hari senin pada waktu 11.00-12.00 sebesar 1010.1 (smp/jam). Dan menjadi perhatian pada pukul 06.30-08.00 mengitngat pada jam tersebut merupakan waktu para pegawai negeri berangkat ke kantor dan begitu juga siswa-siswa berangkat ke sekolah untuk membatasi kendaraan berat seperti truck pengangkut barang tidak melewati jalan tersebut agar tidak terjadi perlambatan arus lalu lintas kendaraan.

Menerapkan rambu larangan parkir di badan jalan untuk tahun 2018. Pada jalan yang tidak memiliki bahu jalan seharusnya diterapkan rambu larangan parkir di badan jalan. Adapun tujuan penerapan rambu tersebut sebagai berikut: Mengurangi hambatan samping kendaraan yang parkir di badan jalan; Mengurangi pengurangan kapasitas jalan sesungguhnya yang disebabkan kendaraan yang parkir di badan jalan; Arus lalu lintas kendaraan yang melewati jalan tersebut agar tidak terganggu kendaraan yang parkir di badan jalan yang dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas; Mencegah terjadinya antrian kendaraan yang disebabkan oleh kemacetan arus lalu lintas dari kendaraan yang parkir

di badan jalan terutama mobil penumpang dan truck pengangkut barang; Peningkatan struktur badan jalan untuk tahun 2018.

Berdasarkan hasil pantauan dilapangan, Jalan D. I. Panjaitan – Jalan Kom. Yos. Sudarso – Jalan A. Yani merupakan daerah dengan curah hujan tinggi dan sering terjadi banjir sehingga sering tergenang. Oleh karena itu disarankan untuk peningkatan struktur yang sebelumnya HOTMIX ditingkatkan menjadi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dengan tebal 20 cm dan pada lapis permukaan ditambahkan perkerasan lentur HRS dengan tebal 2 cm.

Penanganan proyeksi tingkat kinerja jalan yang derajat kejenuhannya mendekati 1 untuk tahun kedepannya sebagai berikut: (1) Pelebaran badan Jalan D. I. Panjaitan untuk tahun 2033 yaitu: Jalan dengan 2 jalur 6 lajur 2 arah terbagi atau 3 lajur 1 arah dengan lebar tiap jalur 9 m diperoleh tingkat kinerja jalan (DS) 0,95 menjadi 0,63 termasuk tingkat pelayanan kelas B; (2) Pelebaran badan Jalan Kom. Yos. Sudarso untuk tahun 2030 yaitu: Jalan dengan 2 jalur 6 lajur 2 arah terbagi atau 3 lajur 1 arah dengan lebar tiap jalur 9 m diperoleh tingkat kinerja jalan (DS) 0,93 menjadi 0,62 termasuk tingkat pelayanan kelas B; (3) Pelebaran badan Jalan A. Yani untuk tahun 2026 yaitu: Jalan dengan 2 jalur 4 lajur 2 arah terbagi atau 2 lajur 1 arah dengan lebar tiap jalur 7 m diperoleh tingkat kinerja jalan (DS) 0,99 menjadi 0,51 termasuk tingkat pelayanan kelas A.

Saran

Untuk penelitian lebih lanjut dan menyempurnakan penelitian ini, maka penulis memberikan masukan pada hal-hal sebagai berikut: (1) Memperlama waktu survey, pada penelitian, membagi wilayah penelitian dalam beberapa segmen yang kawasannya lebih pendek serta menambah

jumlah surveyor untuk keakuratan data. Konsekuensinya adalah diperlukannya biaya tambahan yang cukup besar; (2) Perlu dilakukan penertiban terhadap pedagang yang berjualan di sisi jalan dengan tujuan mengurangi terjadinya hambatan samping terutama kendaraan yang parkir di badan jalan; dan (3) Penerapan rambu-rambu jalan disepanjang jalan agar mengurangi hambatan samping jalan dan kemacetan arus lalu lintas kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Pekerjaan Umum. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Direktorat Umum Jalan Raya Dinas pekerjaan Umum.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96. (1995). *Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*, Menteri Perhubungan.
- Morlok, Edrward K. (1985). *Pengantar Teknik Dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Tamin, Ofyar Z. (1997). *Perencanaan dan Permodelan Transportasi*, Bandung: Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Warpani, Suwardjoko. (1985). *Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: Bhatara.
- C. Jotin. Khisty., (2003). *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*. Jilid 1. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Hobbs. F. D., (1995). *Perencanaan Dan Teknik Lalu Lintas*. Edisi kedua, Penerjemah Suprpto TM, Waldijono. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Miro, Fidel. (2005). *Perencanaan Transportasi Untuk Mahasiswa*,

Perencana, Dan Praktisi. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Malkhamah, Siti. (1996). *Manajemen Lalu Lintas: Kota Secara Terpadu*, Yogyakarta: KMTS FT UGM.

Well. G. F., (1993). *Rekayasa Lalu Lintas*. Penerjemah Suwarjoko Warpani, Penerbit Bhrata, Jakarta.