

ANALISA TUNDAAN LALU LINTAS AKIBAT PERGERAKAN KENDARAAN MEMUTAR : STUDI KASUS PADA JALAN LETJEND D.I PANJAITAN-PADURAKSA PEMALANG

M. Yusuf MD⁽¹⁾, Irwanto⁽²⁾, Hadi Wibowo⁽³⁾, Mustaqim⁽⁴⁾

^(1,2)Teknik sipil, Universitas Pancasakti Tegal, Indonesia

^(3,4)Teknik Mesin, Universitas Pancasakti Tegal, Indonesia

⁽¹⁾mohamadyusuf893@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan analisis pengaruh pergerakan kendaraan memutar terhadap tundaan pada jalan Letjend D.I. Panjaitan-Paduraksa, Kramat Pemalang Jawa Tengah. Perkembangan pergerakan lalu lintas yang ada di suatu wilayah harus didukung oleh prasarana yang memadai yaitu kapasitas dan struktur jalan. Problematika transportasi ini terlihat pada lokasi jalan Letjend D.I Panjaitan yaitu jalan yang menghubungkan antara Pemalang Selatan, Pemalang Utara, Pemalang Timur, Pemalang Barat, dan pusat kota yaitu dengan melewati persimpangan Paduraksa dimana sering mengalami kemacetan lalu lintas. Analisis ini dilakukan untuk memberikan dukungan rekayasa arus lalu lintas yang dapat mengurangi kemacetan di jalan Letjend D.I Panjaitan dan dampak terhadap arus lalu lintas di sekitarnya. Digunakan metode deskriptif. Teknik pengambilan sample dalam penelitian ini adalah teknik systematik random sampling. Pertama-tama dilakukan survai lalu lintas dan geometri jalan, selanjutnya sampel data mengenai kendaraan yang memutar/ membelok dan tundaan pada jalan Ledjan D.I Panjaitan –Paduraksa Keramat direkam dan di catat pada tabel. Data kemudian dianalisis dengan berpedoman pada manual kapasitas jalan Indonesia (MKJI) 1997. Hasil analisis memberikan bahwa lalu lintas jalur pada jalan Letjend D.I. Panjaitan kota Pemalang tergolong padat karena di pengaruhi kendaraan yang memutar arah maupun kendaraan yang berbelok arah pada jam puncak dan berdampak terhadap tundaan (stopped delay) pada kedua jalur . VC ratio lintas jalan Ledjand D.I Panjaitan pada jam puncak sebesar 0,46-0,52 dengan Level Of Service adalah C. Pengaruh tundaan stopped delay pada lokasi penelitian lebih berpengaruh terhadap arus yang menuju kearah Utara sebesar 1403 detik dari pada arus kendaraan yang menuju ke arah Selatan sebesar 1277 detik.

Kata kunci : andalalin, tundaan, VC rasio

Pendahuluan

Tujuan umum kebijaksanaan pemerintah dalam bidang lalu lintas dan angkutan jalan adalah menciptakan sistem transportasi yang terpadu dan mampu mengakomodasi mobilitas orang dan barang dengan lancar serta menunjang pertumbuhan perekonomian dan aktifitas masyarakat. Langkah-langkah manajemen dan rekayasa lalu lintas seringkali dilaksanakan dalam menangani kemacetan lalu lintas pada suatu lokasi. Kota Pemalang salah satu kota yang berada di daerah utara

pulau Jawa yang memiliki akses dan jalur pergerakan arus lalu lintas, baik barang dan jasa ini memiliki tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi. Salah satunya adalah jalan yang menghubungkan antara Pemalang Selatan, Pemalang Utara, Pemalang Timur, Pemalang Barat, dan pusat kota yaitu dengan melewati persimpangan Paduraksa. Pesatnya pertumbuhan volume lalu lintas pada simpang Paduraksa ini dipengaruhi oleh kondisi perkembangan wilayah yang dilayani oleh jalur tersebut, antara lain tata guna lahan, laju pertumbuhan penduduk dan peningkatan pendapatan perkapita, selain itu juga banyak tumbuh dan berkembangnya pusat-pusat kegiatan baru di wilayah kota Pemalang. Kabupaten Pemalang mempunyai 14 kecamatan dengan kepadatan penduduk 1.365.520.00 Jiwa (BPS kabupaten Pemalang 2019). Problematika transportasi terlihat pada lokasi jalan Letjend D.I. Panjaitan yang sering mengalami kemacetan lalu lintas. Jalan tersebut merupakan titik pertemuan arus lalu lintas dari berbagai arah yang sangat padat, yaitu arus utama dari utara (Jl. Letjend D.I Panjaitan) ke selatan (Jl. Randudongkal Pemalang) menuju luar kota dan sebaliknya menuju pusat kota, dan dengan jalan menuju jalan paduraksa – keramat. Manuver kendaraan yang berbalik arah pada ujung median pada Jalan Letjend D.I. Panjaitan merupakan salah satu penyebab semakin parahnya kemacetan yang terjadi pada ruas jalan Letjend D.I. Panjaitan karena banyak kendaraan memutar arah ini diindikasikan akan menyebabkan tundaan dan antrian kendaraan, sehingga apabila volume kendaraan pada pendekatan lokasi memutar arah jumlahnya besar serta waktu tundaan (stopped delay) putar arah cukup lama maka akan menimbulkan tundaan waktu tempuh, jumlah dan panjang antrian yang cukup berarti. Dipantau dari kondisi di lapangan, kemacetan pada Jalan Letjend D.I.Panjaitan (depan pasar Paduraksa) disebabkan oleh pola pengaturan ruas jalan, kendaraan/angkutan umum yang berhenti di sembarang tempat, serta ketidaktertiban pengemudi kendaraan yang berbalik arah pada ujung median pada Jalan Letjend D.I Panjaitan (depan pasar Paduraksa). Untuk mengurangi masalah tersebut, perlu dilakukan analisis mengenai manuver kendaraan yang berbalik arah pada ujung median pada Jalan Letjend D.I.Panjaitan (depan pasar Paduraksa). apakah diijinkan atau dilarang sehingga apabila volume kendaraan pada pendekatan lokasi memutar arah jumlahnya besar serta waktu tundaan (stopped delay) putar arah cukup lama tidak menimbulkan tundaan waktu tempuh, jumlah dan panjang antrian yang cukup berarti.

Landasan Teori

Pemerintah dalam melalui Kementerian Perhubungan menerbitkan peraturan perundang-undangan berkaitan dengan analisis dampak lalu lintas yaitu undang-undang nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas Angkutan Jalan Pasal 99 ayat 1 dimana setiap rencana pembangunan pusat kegiatan, permukiman, dan infrastruktur yang akan menimbulkan gangguan Keamanan, Keselamatan, Ketertiban, dan Kelancaran Lalu Lintas dan Angkutan Jalan wajib dilakukan analisis dampak Lalu Lintas [1]. Untuk memperkuat aturan tersebut, juga terdapat Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2011 Tentang Manajemen Dan Rekayasa, Analisis Dampak, Serta Manajemen Kebutuhan Lalu Lintas [2], juga Peraturan Menteri Perhubungan No. 75 Tahun 2015 yang menyatakan bahwa Analisis dampak lalu lintas adalah serangkaian kegiatan kajian mengenai dampak lalu lintas dari pembangunan pusat kegiatan, permukiman, dan infrastruktur yang hasilnya dituangkan dalam bentuk dokumen hasil analisis dampak lalu lintas [3]. Sesuai peruntukannya jalan terdiri atas jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum merupakan jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, sedangkan jalan khusus merupakan jalan yang bukan diperuntukkan untuk lalu lintas umum dalam rangka distribusi barang dan jasa yang dibutuhkan. Menurut Undang Undang Nomor 38 tahun 2004 dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan, jalan umum dapat diklasifikasikan dalam sistem jaringan

jalan, fungsi jalan, status jalan, dan kelas jalan [4]. Ruas Jalan dapat dilihat kinerjanya yaitu dengan melihat Level of Service jalan tersebut dengan membandingkan antara volume lalu lintas dengan kapasitas yang ada. Volume lalu lintas adalah banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu pada suatu penampang melintang jalan. Menurut The Institute of Transportation Engineers ada 3 dampak yang akan ditimbulkan oleh suatu pusat kegiatan terhadap lalu lintas, yaitu kelancaran arus lalu lintas, kenyamanan pejalan kaki dan keselamatan lalu lintas. Adapun yang akan menerima dampak adalah Pengguna jalan (road user), Penduduk setempat (local resident), Fasilitas umum setempat (local community facilities), Kegiatan perekonomian setempat (local bussiness), Pengelolaan angkutan umum (public transport operators), Pemerintah daerah setempat (local authority) [5] [6]. Data pencacahan volume lalu lintas adalah informasi yang diperlukan untuk fase perencanaan, desain, manajemen sampai pengoperasian jalan [7]. Menurut Sukirman (1994), volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titi pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar jalur, satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan adalah lalu lintas harian rata-rata, volume jam perencanaan dan kapasitas. Jenis kendaraan dalam perhitungan ini diklasifikasikan dalam 4 macam kendaraan yaitu kendaraan Ringan (Light Vehicles = LV) Indeks untuk kendaraan bermotor dengan 4 roda (mobil penumpang), kendaraan berat (Heavy Vehicles = HV) Indeks untuk kendaraan bermotor dengan roda lebih dari 4 (Bus, truk 2 gandar, truk 3 gandar dan kombinasi yang sesuai) dan sepeda motor (Motor Cycle = MC) Indeks untuk kendaraan bermotor dengan 2 roda Kendaraan tak bermotor (sepeda, becak dan kereta dorong). Parkir pada badan jalan dan pejalan kaki anggap sebagai hambatan samping. Data jumlah kendaraan kemudian dihitung dalam kendaraan/jam untuk setiap kendaraan, dengan faktor koreksi masing-masing kendaraan $LV=1,0$; $HV = 1,3$; $MC = 0,40$.

Arus lalu lintas total dalam smp/jam

$$Q_{smp} = (emp\ LV \times LV + emp\ HV \times HV + emp\ MC \times MC) \quad (1)$$

Dimana, Q adalah volume kendaraan bermotor (smp/jam), EmpLV adalah nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan ringan, EmpHV adalah nilai ekivalen mobil penumpang untuk kendaraan berat, EmpMC adalah nilai ekivalen mobil penumpang untuk sepeda motor, LV notasi untuk kendaraan ringan, HV notasi untuk kendaraan berat, MC notasi untuk sepeda motor.

Hasil faktor satuan mobil penumpang (P) kemudian dihitung didalam rumus volume lalu lintas sebesar

$$Q = P \times Q_v \quad (2)$$

Dimana, Q adalah volume kendaraan bermotor (smp/jam), P adalah faktor satuan mobil penumpang, Q_v adalah volume kendaraan bermotor (kendaraan per jam).

Nilai kapasitas/daya tampung suatu ruas jalan dinyatakan dengan smp/jam (Satuan Mobil Penumpang per-jam). Perhitungan kapasitas untuk jalan perkotaan adalah sebagai berikut

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \quad (3)$$

Dimana, C adalah kapasitas (smp/jam), C_o adalah kapasitas dasar (smp/jam), FC_w adalah faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas, FC_{sp} adalah faktor penyesuaian pemisahan arah, FC_{sf} adalah faktor penyesuaian hambatan samping, FC_{cs} adalah faktor penyesuaian ukuran kota.

VC ratio merupakan salah satu aspek dalam mengukur parameter kinerja ruas jalan, dimana perbandingan arus waktu sibuk pada ruas jalan dengan kapasitas jalan. Dari VC ratio akan diketahui karakteristik pelayanan suatu ruas jalan.

$$VC = Q/C \quad (4)$$

Dimana, Q adalah volume kendaraan bermotor (smp/jam), C adalah kapasitas jalan (smp/jam).

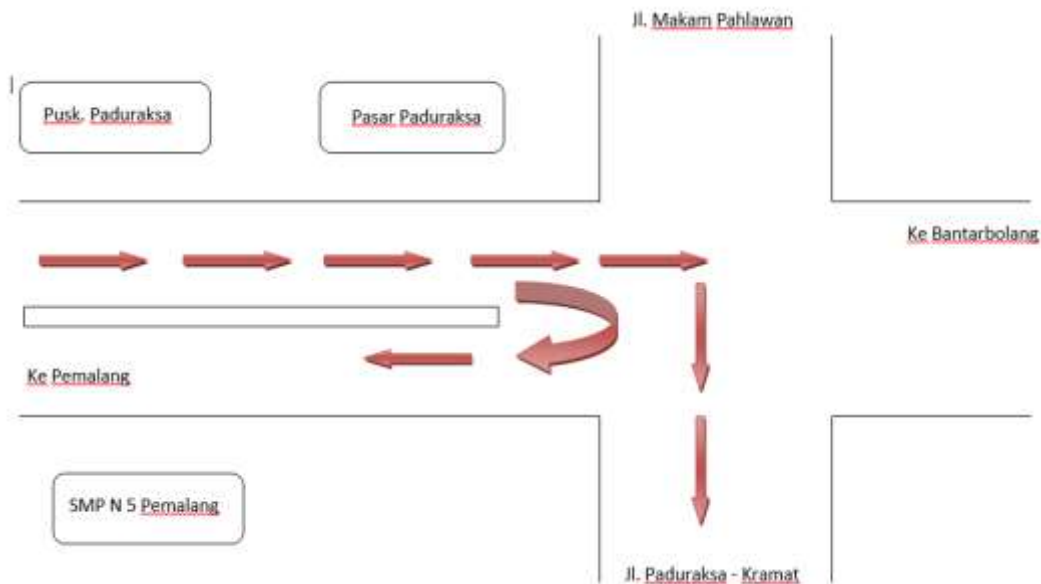
Stopped delay (D_s) dihitung dengan persamaan

$$D_s = \sum_{i=1}^n (T_{si} - TE_i) \quad (5)$$

Dimana, D_s adalah stopped delay (detik/Menit), n adalah total volume kendaraan berhenti, T_{si} adalah waktu saat kendaraan ke- i berhenti, TE_i adalah waktu saat kendaraan ke- i mulai berjalan.

Metodologi Penelitian

Gambar 1 menunjukkan denah lokasi penelitian Jl. Ledjen D.I. Panjaitan, Paduraksa, Kramat, Pemalang Jawa Tengah. Arus lalu lintas pada Jalan Ledjend D.I. Panjaitan cukup padat dengan bermacam-macam kendaraan yang melaluinya mulai dari kendaraan ringan, bus dan sepeda motor menuju ke Pemalang atau menuju ke luar kota Pemalang. Kejadian yang sering dijumpai pada ruas jalan yang memiliki pembatas jalan atau median dengan bukaan adalah pergerakan memutar arah kendaraan. Dalam hal ini jika kondisi volume arus lalu lintas rendah demikian pula kecepatan kendaraan rendah maka tidak akan menimbulkan permasalahan lalu lintas, namun pada suatu kondisi volume lalu lintas serta kecepatan kendaraan tinggi akan menimbulkan gangguan terhadap arus lalu lintas berupa tundaan terhadap kecepatan dan waktu tempuh, serta antrian kendaraan. Dengan karakteristik ruas jalan D.I. Panjaitan eksisting, aktivitas pergerakan memutar arah kendaraan pada ujung median seringkali terjadi kemacetan / hambatan lalu lintas berupa tundaan dan antrian kendaraan yang cukup panjang. Pada lokasi U-Turn disini sudah memenuhi syarat sesuai AASHTO, 2001 [8].



Gambar 1. Denah Lokasi Penelitian Jl. Ledjend D.I. Panjaitan, Pemalang, Jawa Tengah.

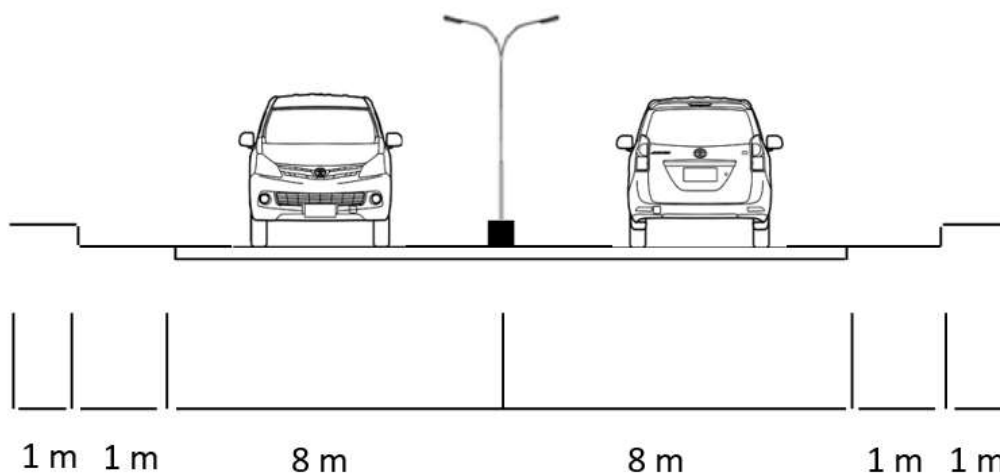
Ukuran geometrik jalan pada lokasi kendaraan memutar arah pada jalan Letjend D.I. Panjaitan ditunjukkan pada gambar 2. Lebar badan jalan 8 m, panjang jalan yang di amati 100 m, lebar lajur kiri (dari Selatan ke Utara) 8 m, lebar lajur kanan (dari Utara ke Selatan) 8 m, lebar boulevard 1 m, lebar trotoar 1 m. Alat- alat yang digunakan untuk penelitian yaitu Kamera D SLR, Conter, Walking meter, Roll meter, Kamera Handpond.

Survei dilaksanakan untuk mengetahui kondisi saat ini (eksisting) berupa data primer yang meliputi inventaris geometrik jalan, volume arus lalu lintas ruas jalan, waktu tempuh kendaraan,

durasi waktu dan volume kendaraan memutar arah, stopped delay, jumlah dan panjang antrian kendaraan. Untuk melihat tingkat pengaruh kendaraan memutar arah terhadap arus lalu lintas pada penelitian ini berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengumpulan dan pengolahan data primer akan dianalisis dengan menggunakan analisis statistik untuk mengukur variabel nilai rata-rata aritmetik (mean), nilai minimum, dan nilai maksimum serta standar deviasi, untuk mendapat karakteristik pengaruh kejadian adanya kendaraan memutar arah, menghitung tingkat pelayanan jalan (LOS) dan menganalisis tundaan dan panjang antrian.

Hasil dan Pembahasan

Volume lalu lintas yang melewati ruas jl. D.I. Panjaitan diamati per 15 menit kemudian dijadikan per jam mengingat dalam analisis ini diperlukan data dimana jam puncak terjadi. Dalam kurun waktu satu hari volume lalu lintas tentu berbeda-beda pada setiap jam nya. Berdasarkan hasil survey terdapat 3 periode sibuk, yaitu periode sibuk pagi, siang dan sore hari.

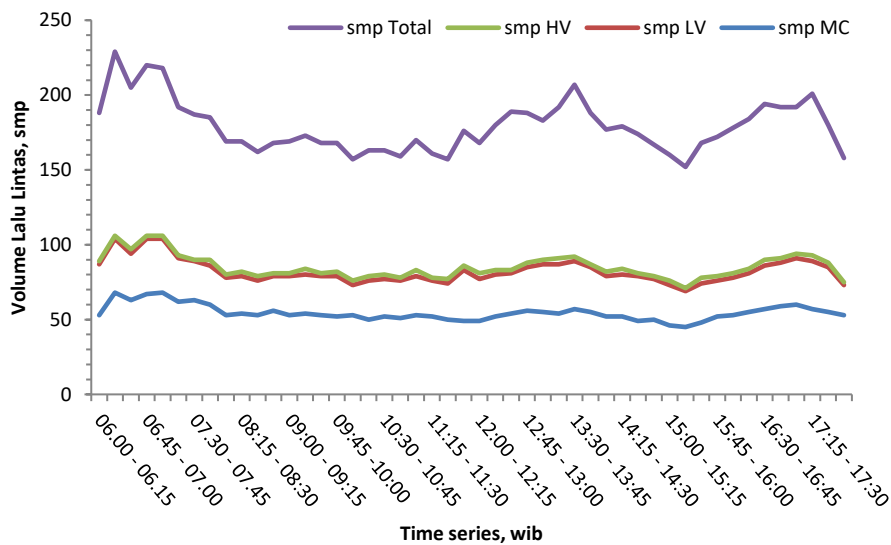


Gambar 2. Geometri jalan pada jl. Ledjend D.I. Panjaitan, Pemalang, Jawa Tengah.

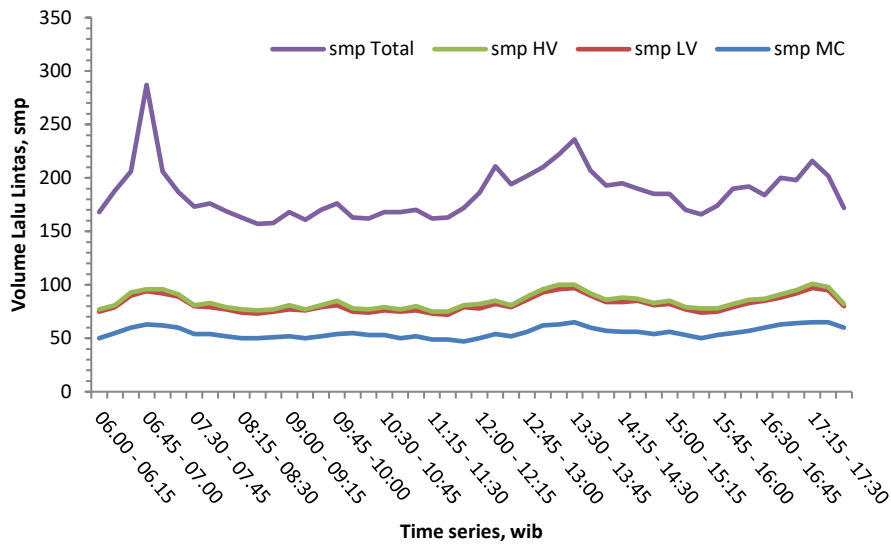
Terdapat 2 segmen atau ruas jalan yang terdampak yang berada di lokasi penelitian Volume lalu lintas yang melewati ruas jl. D.I. Panjaitan diamati per 15 menit kemudian dijadikan per jam mengingat dalam analisis ini diperlukan data dimana jam puncak terjadi. Dalam kurun waktu satu hari volume lalu lintas tentu berbeda-beda pada setiap jam nya. Berdasarkan hasil survey terdapat 3 periode sibuk, yaitu periode sibuk pagi, siang dan sore hari. Gambar 3 menunjukkan rata-rata fluktuasi naik dan turunnya jumlah volume kendaraan harian di Jalan Letjend D.I. Panjaitan (Utara ke Selatan), dapat dilihat pada grafik di bawah berdasar data time series diperoleh peak hour pagi jatuh pada pukul 06.15-07.15 WIB, peak hour siang jatuh pada pukul 12.45-13.45 WIB, sedangkan pada peak hour sore jatuh pada pukul 16.45 - 17.45 WIB. Pemilihan moda transportasi dapat diketahui bahwa jumlah moda yang melintasi jalan Letjend D.I. Panjaitan (Utara ke Selatan) didominasi kendaraan terbanyak adalah kendaraan roda dua sehingga cukup berpengaruh terhadap kepadatan lalu lintas. Gambar 4 menunjukkan rata-rata fluktuasi naik dan turunnya jumlah volume kendaraan harian di Jalan Letjend D.I. Panjaitan (selatan ke utara), terlihat bahwa volume lalu lintas selatan ke utara dari Ledjand D.I Panjaitan, tidak jauh berbeda pada arah utara ke selatan. Antrian jumlah kendaraan Arah kota Pemalang padat terjadi pada jam puncak pagi hari. Dari

gambar 4 dapat dilihat bahwa lalu lintas tertinggi terdapat pada periode pukul 06.15 – 07.15 WIB yaitu berada pada periode sibuk pagi hari dengan volume lalu lintas sebesar 521 smp/jam. Pemilihan moda tidak beda jauh seperti pada arah Selatan ke Utara dapat kita ketahui jumlah moda yang melintasi jalan Letjend D.I. Panjaitan (Selatan ke Utara) didominasi kendaraan kendaraan roda dua sehingga cukup berpengaruh terhadap kepadatan lalu lintas.

Analisis volume lalu lintas dan kapasitas jalan memberikan gambaran tingkat kinerja ruas jalan yang terdampak akibat adanya kegiatan kendaraan memutar arah pada jalan letjend d.i panajitan (selatan ke utara) dan pada jalan letjend d.i panajitan (utara ke selatan) adalah sebagai berikut. Dari 2 (dua) ruas jalan yang terdampak pada tabel di atas menunjukkan bahwa ruas keduanya jalan memiliki kinerja dengan kategori Level of Service (LoS) C yaitu pada ruas Jalan Letjend D.I.Panjaitan (Selatan ke Utara) dan Jalan Letjend D.I. Panjaitan (Utara ke Selatan)Dimana artinya kedua ruas jalan tersebut, Arus stabil tetapi pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi dan kecepatan sekurang-kurangnya 50 km/jam, kepadatan lalu lintas sedang karena hambatan internal lalu lintas meningkat, pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului.



Gambar 3. Volume arus lalu lintas pada jl.Ledjend D.I. Panjaitan (utara ke selatan)



Gambar 4. Volume arus lalu lintas pada jl. Ledjend D.I. Panjaitan (selatan ke utara)

Hasil analisis karakteristik stopped delay pada lokasi penelitian menggunakan analisis statistik memberikan rata-rata Stopped Delay dalam total volume lalu lintas pada pukul 06.00-18.00 dari Selatan ke Utara adalah sebesar 1403 detik atau 23,4 menit, sedangkan rata-rata Stopped Delay hari Kamis arah Selatan ke Utara adalah sebesar 1277 detik atau 21,3 menit. Dengan demikian bahwa pengaruh kendaraan memutar dan belok terhadap tundaan Stopped Delay yang ditimbulkan pada lokasi arah selatan ke Utara lebih berpengaruh terhadap arus yang menuju dari selatan ke utara ke selatan mempunyai waktu Stopped Delay yang tidak berbeda terlalu jauh. Lalu lintas tertinggi terdapat pada periode waktu pukul 06.15 – 07.45 WIB yaitu berada pada periode sibuk dipagi hari yaitu sebesar 457 smp/jam. Peak hour pagi jatuh pada pukul 06.15 - 07.15 WIB, peak hour siang jatuh pada pukul 12.45 - 13.45 WIB, sedangkan pada peak hour sore jatuh pada pukul 16.45 - 17.45 WIB.

Tabel 1. menunjukkan bahwa kedua ruas jalan memiliki kinerja dengan kategori Level of Service (LoS) C. Hasil perhitungan karakteristik stopped delay ditunjukkan pada Table 2. Didapat rata-rata stopped delay dalam total volume lalu lintas pada pukul 06.00-18.00 dari selatan ke utara adalah sebesar 1403 detik atau 23,4 menit, sedangkan rata-rata stopped delay arah utara ke selatan sebesar 1277 detik atau 21,3 menit.

Tabel 1. Tingkat kinerja jalan

| No | Ruas Jalan | Volume | Kapasitas | V/C rasio | LoS |
|----|--|-----------|-----------|-----------|-----|
| | | (smp/jam) | (smp/jam) | | |
| 1 | Jl. Letjen D.I. Panjaitan (selatan ke utara) | 476,7 | 918 | 0,52 | C |
| 2 | Jl. Letjen D.I. Panjaitan (utara ke selatan) | 425,7 | 918 | 0,46 | C |

Moda yang melintasi jalan Letjend D.I. Panjaitan (Utara ke Selatan) didominasi kendaraan terbanyak adalah kendaraan roda dua. Tundaan operasional yang disebabkan oleh sebuah

kendaraan melakukan u-turn tunggal adalah terjadinya suatu kondisi kendaraan yang benar-benar berhenti (stopped delay) dan lamanya suatu kendaraan terhenti sampai kendaraan tersebut keluar dari antrian (time queue delay) [9].

Tabel 2. Rata-rata Stopped Delay

| | M | Tsi | Tei | DS | (menit) |
|---|-----|----------------|----------------|---------|---------|
| | | max (detik) | min (detik) | (detik) | |
| Jl. Letjen D.I. Panjaitan (selatan ke utara) | 521 | 28 | 25 | 1403 | 23,4 |
| Jl. Letjen D.I. Panjaitan (utara ke selatan) | 457 | 26 | 23 | 1277 | 21,3 |

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh menunjukkan bahwa lalu lintas jalur pada jalan Letjend D.I. Panjaitan kota Pematang Siantar tergolong padat karena di pengaruhi kendaraan yang memutar arah maupun kendaraan yang berbelok arah pada jam puncak dan berdampak terhadap tundaan (Stopped Delay) pada kedua jalur . VC Ratio lintas jalan Ledjand D.I Panjaitan pada jam puncak sebesar 0,46-0,52 dengan Level Of Service adalah C. Pengaruh tundaan Stopped Delay pada lokasi penelitian lebih berpengaruh terhadap arus yang menuju kearah Utara sebesar 1403 detik dari pada arus kendaraan yang menuju ke arah Selatan sebesar 1277 detik.

Referensi

- [1] “UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 22 TAHUN 2009 TENTANG LALU LINTAS DAN ANGKUTAN JALAN,” 2009.
- [2] *PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR 32 TAHUN 2011 TENTANG MANAJEMEN DAN REKAYASA, ANALISIS DAMPAK, SERTA MANAJEMEN KEBUTUHAN LALU LINTAS.* 2011.
- [3] Permenhub, “Peraturan Menteri 75 tahun 2015 tentang Penyelenggara Andalalin.” pp. 1–166, 2015.
- [4] *UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 38 TAHUN 2004 TENTANG JALAN.* 2004.
- [5] A. Pande and B. Wolshon, *Traffic Engineering Handbook.* 2015.
- [6] “Transportation impact analysis for site development.pdf.” .
- [7] Sukirman, *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik.* Bandung: Nova, 1994.
- [8] L. King, “the New Aashto Metric Policy on Geometric Design of Highways and Streets,” *ITE J.*, vol. 65, no. 8, pp. 1–47, 1995.
- [9] A. Munawar, “Analisis Dampak Lalulintas Pembangunan Pusat Perbelanjaan: Studi Kasus Plaza Ambarukmo,” *J. Sains & Teknologi Lingkungan.*, vol. 1, no. 1, pp. 27–37, 2009, doi: 10.20885/jstl.vol1.iss1.art2.