

Analisis Kinerja Jalan dengan Perlintasan Sebidang JPL 340 KM 158+ 795, Bandara Adisutjipto Yogyakarta, Sleman, Yogyakarta

*Analysis of Road Performances with a Level Crossing of JPL 340 KM 158+
795, Yogyakarta Adisutjipto Airport, Sleman, Yogyakarta*

Rizqo Hainun Sully, Noor Mahmudah

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Yogyakarta*

Abstrak. Jalan dan kereta api merupakan moda utama transportasi darat yang sangat dibutuhkan oleh pengguna jasa karena berperan sangat penting untuk mendukung aktivitas manusia baik sebagai angkutan penumpang maupun barang. Salah satu permasalahan transportasi di Indonesia adalah perlintasan sebidang antara jalan dengan jalan rel kereta api yang telah dioperasikan secara semi otomatis yang sangat berpengaruh terhadap lalu lintas di jalan raya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja jalan dengan perlintasan sebidang kereta api JPL 340 km 158+795 Bandara Adisutjipto Yogyakarta yang sangat berpotensi untuk terjadi kemacetan sehingga perlu dibuat model antar variabel. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa arus lalu lintas yang terjadi pada hari kerja (Senin) sebesar 1659 kend/jam atau 1484,5 smp/hari dari arah selatan, sedangkan dari arah utara didapatkan total sebesar 901 kend/jam atau 808,5 smp/hari. Tundaan rata-rata adalah 100,3 detik dengan panjang antrian kendaraan dari arah utara ke selatan yang terbesar adalah 118 m, sedangkan dari arah selatan ke utara sebesar 48 m. Hubungan kecepatan dengan kepadatan dimodelkan secara matematis sebagai $y = (-0,1999)x + 17,99$ dengan nilai R^2 0,52 untuk arah pendekat utara menuju selatan. Artinya bertambahnya kepadatan 1 smp/km akan menyebabkan kecepatan berkurang sebesar 0,1999 km/jam. Sedangkan arah pendekat selatan menuju utara dimodelkan sebagai $y = (-0,4613)x + 17,8$ dengan nilai R^2 0,696. Hubungan kepadatan dengan volume dimodelkan sebagai $y = 13,869x + 19,073$ dengan nilai R^2 0,9889 untuk arah pendekat utara menuju selatan. Sedangkan arah pendekat selatan menuju utara dapat dimodelkan sebagai $y = 14,687x + 0,8598$ dengan nilai R^2 0,9537. Persamaan model hubungan kecepatan dengan volume arah pendekat utara menuju selatan dimodelkan sebagai $y = (-2,2122)x^2 + 45,537x$ dengan nilai R^2 sebesar 0,5177. Sedangkan arah pendekat selatan menuju utara dapat dimodelkan sebagai $y = (-1,3847)x^2 + 26,612x$ dengan nilai R^2 0,6293.

Kata-kata kunci: Kinerja jalan, MKJI 1997, Panjang Antrian, Perlintasan Sebidang, Tundaan.

Abstract. Roads and trains are the main modes of land transportation that is very much needed by service users because they play a very important role in supporting human activities both as passenger and freight transport. One of the problems of transportation in Indonesia is the level crossing between roads by railroad which has been operated semi-automatically which is very influential on traffic on the highway. This study aims to analyze the performance of the road with railway level crossings JPL 340 km 158 + 795 Yogyakarta Adisutjipto Airport which is very potential for congestion so it is necessary to make a model between variables. The results of the study show that the traffic flow that occurred on weekdays (Monday) is 1659 vehicle /hour or 1484,5 pcu/day from the south, while the north direction is obtained at a total of 901 vehicles/hour or 808,5 pcu/day. The average delay is 100,3 seconds with the largest queue length from north to south is 118 m, while from south to north is 48 m. The relationship of velocity with density is mathematically modeled as $y = -0,1999x + 17,99$ with a value of R^2 0,52 for the approaching direction north to south. This means that increasing the density of 1 pcu / km will cause the speed to decrease by 0,1999 km / hr. While the direction of the south to north direction is modeled as $y = -0,4613x + 17,8$ with the value of R^2 of 0,696. The relationship of density with volume is modeled as $y = 14,401x + 14,693$ with the value of R^2 0,9587 for the approaching direction north to south. While the direction of the southbound northward direction can be modeled as $y = 14,687x + 0,8598$ with an R^2 value of 0,9537. The equation of the vvelocity relation model with volume is modeled as $y = (-2,2122)x^2 + 45,537x$ with the value of R^2 the approaching direction north to south is 0,5177. While the direction of the south direction to the north can be modeled as $y = (-1,3847)x^2 + 26,612x$ with the value of R^2 of 0,6293..

Keywords: Delay, Level Crossing, MKJI 1997, Road Performance.

1. Pendahuluan

Transportasi jalan dan kereta api merupakan moda utama transportasi darat yang sangat dibutuhkan oleh pengguna jasa karena moda tersebut berperan sangat penting untuk mendukung aktivitas manusia baik sebagai angkutan penumpang maupun barang. Salah satu permasalahan transportasi di Indonesia adalah perlintasan sebidang antara jalan dengan jalan rel kereta api. Di Indonesia, pertemuan antara dua jenis prasarana transportasi tersebut telah dioperasikan secara semi otomatis dengan menggunakan palang pintu perlintasan. Meskipun telah dioperasikan dengan cara semi otomatis, perlintasan sebidang tersebut sangat berpengaruh terhadap lalu lintas di jalan raya. Perlintasan sebidang JPL 340 KM 158 + 795 merupakan perlintasan yang dijaga resmi oleh PT. KAI yang terletak di depan pintu masuk Bandara Adisutjipto Yogyakarta. Keberadaan dan fungsi perlintasan sebidang di Kecamatan Maguwoharjo, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan perlintasan menuju ke pintu masuk dan keluar Bandara Adisutjipto Yogyakarta yang lalu lintasnya sangat padat. Saat kereta api melintas dan terjadi penutupan palang pintu, akan mengalami kemacetan dan antrian yang sangat panjang. Layanan penumpang juga harus dipertimbangkan karena lalu lintas jalan merupakan masalah utama di Indonesia dan kereta api akan dianggap sebagai moda transportasi pilihan untuk mengatasi kemacetan (Ravitharan, 2017). Analisis antrian dan tundaan akibat lampu lalu lintas dan penutupan pintu perlintasan kereta api menggunakan metode antrian deterministik pada perlintasan kereta api Tanjung Barat, Jakarta di kaji oleh (Winarsih dan Nahdalina, 2017; Djaelani, 2014). Pengaruh penutupan pintu perlintasan jalan rel terhadap kinerja lalu lintas jalan raya di perlintasan Kaligawe Semarang dan Kaliwungu Kendal menunjukkan bahwa analisis simpang pada kondisi eksisting diperoleh Jalan Kaligawe Semarang dan Kaliwungu Kendal masih mampu untuk menampung lalu lintas kendaraan yang melewati simpang perlintasan (Yusyadiputra dan Hermawanto,

2014). Inspeksi keselamatan dan studi kelayakan pada perlintasan sebidang pada jaringan jalan (Aswad, 2010; Hartono, 2016; Putra, 2017; Sari, 2017; Setiawan, 2018; Ramananti, 2017). Analisis kinerja jalan dan manajemen lalu lintas sangat penting untuk mengetahui kondisi jalan (Alhadar, 2011; Adisatria, dkk., 2017; Ahmad, dkk., 2017; Rumayar, dkk., 2013; Fauzi, dkk., 2017). Terjadinya ketidakseimbangan kapasitas jalan dengan volume lalu lintas, kemacetan akan selalu terjadi di ruas jalan maupun persimpangan (Mahmudah dkk., 2018). Lay (1986) berpendapat bahwa kecepatan diasumsikan sebagai satu-satunya variabel yang mempengaruhi arus lalu lintas.

Untuk mengetahui suatu perlintasan sebidang layak atau tidak perlu dilakukan inspeksi pada perlintasan sebidang tersebut yang mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 36 Tahun 2011, peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor 770 Tahun 2005, dan Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997 tentang Jalan Perkotaan. Hasil dari penelitian ini dapat meningkatkan kinerja jalan pada perlintasan sebidang JPL 340 KM 158 ± 795 Bandara Adisutjipto Yogyakarta mengantisipasi kecelakaan pada perlintasan dan meningkatkan keselamatan pada perlintasan sebidang. juga dapat menambah pengetahuan mengenai kelengkapan infrastruktur pada perlintasan sebidang. Metode penelitian berupa survei lalu lintas baik pada jalan maupun JPL 340 KM 158 ± 795.

2. Landasan Teori

Jalan

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang jalan menyatakan Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang ada di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Perlintasan Sebidang

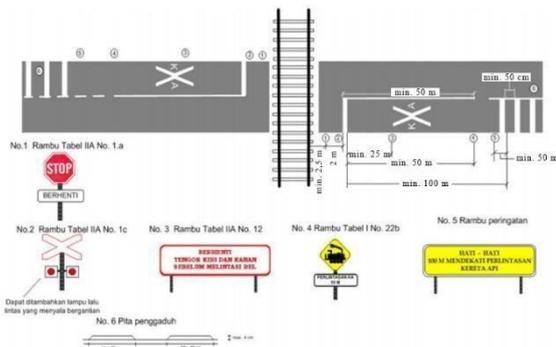
Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 36 Tahun 2011

Tentang Perpotongan dan Persinggungan antara Jalur Kereta Api dengan Bangunan Lain disebutkan bahwa persyaratan perlintasan sebidang adalah sebagai berikut :

1. Selang waktu antara kereta api satu dengan kereta api berikutnya minimal 30 menit.
2. Jalan yang melintas adalah jalan kelas III.
3. Jarak perlintasan yang satu dengan lainnya tidak kurang dari 800 meter.
4. Tidak terletak pada lengkungan jalur kereta api atau jalan.
5. Terdapat permukaan datar sepanjang 60 cm diukur dari sisi terluar jalan rel.
6. Lebar perlintasan untuk satu jalur jalan maksimum 7 meter.
7. Sudut perpotongan antara jalan rel dengan jalan harus 90° dan panjang jalan lurus minimal harus 150 meter dari as jalan rel.

Berdasarkan Peraturan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK.770/KA.401/DRJD/2005 tentang Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang antara Jalan dengan Jalur Kereta Api bahwa prasarana yang wajib dimiliki oleh jalan raya pada perlintasan sebidang adalah sebagai berikut :

1. Rambu peringatan.
2. Rambu larangan.
3. Marka jalan.
4. Pita pengaduh.
5. Median pada jalan 2 lajur 2 arah.
6. Isyarat lampu berwarna merah dan isyarat suara.
7. Pintu perlintasan.



Gambar 1 Contoh Pemasangan Perlengkapan Jalan pada Perlintasan Sebidang.

(Sumber : SK DIRJEN Perhubungan Darat No 770 Tahun 2005)

Arus Lalu Lintas

Menurut Kisty dan Lall (2005) ada tiga variabel utama yang digunakan untuk menjelaskan arus lalu lintas yaitu kecepatan, volume dan kepadatan. (Abramova, 2016; Hobbs, 1995; Tamin, 2003) menyatakan arus lalu lintas yang menggunakan metode penelitian berupa manajemen lalu lintas dinamis untuk meningkatkan keselamatan jalan area penyebrangan kereta api dengan merencanakan rambu-rambu lalu lintas yang dapat dikendalikan untuk menampilkan mode kecepatan arus lalu lintas kendaraan bersama dengan waktu penutupan palang pintu perlintasan kereta api.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997, arus lalu lintas (Q) untuk masing-masing gerakan, baik belok kiri, lurus maupun belok kanan dikonversikan dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan satuan mobil penumpang (smp) untuk masing-masing jenis pendekatan, yaitu dengan pendekatan terlindung karena gerakan arus lalu lintas lurus.

Tabel 1 Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang (emp)

| Tipe Kendaraan | Nilai EMP |
|-------------------|-----------|
| Kendaraan Ringan | 1 |
| Kendaraan Berat | 1,3 |
| Sepeda Motor (SM) | 0,5 |

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

$$Q = (QKR \times emp_{KR}) + (QSM \times emp_{SM}) + (QKB \times emp_{KB}) + (QKTB \times emp_{KTB})$$

Dimana:

Q : Arus lalu lintas (skr/jam)

QKR : Arus lalu lintas jenis kendaraan ringan (kendaraan/jam)

QKB : Arus lalu lintas jenis kendaraan bis besar (kendaraan/jam)

QKTB : Arus lalu lintas jenis kendaraan tidak bermotor (kendaraan/jam)

QSM : Arus lalu lintas jenis sepeda motor (kendaraan/jam)

emp : Faktor pendekatan.

Tundaan

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 1997, menyatakan bahwa tundaan terjadi karena dua hal yaitu pertama tundaan geometri (TG), terjadi karena kendaraan berhenti atau membelok pada suatu simpang sehingga menimbulkan perlambatan dan kecepatan terganggu. Kedua adalah tundaan lalu lintas (LL), terjadi karena interaksi antara kendaraan dalam arus lalu lintas yang ditinjau dari tundaan lalu lintas seluruh simpang. Tundaan berhenti mengakibatkan selisih waktu antara kecepatan bergerak (Running Speed) dan kecepatan (Journey Speed). Sedangkan menurut Adita dkk (2019) Salah satu faktor kemacetan di perlintasan kereta api adalah durasi waktu penutupan saat kereta melewati persimpangan Sehingga tundaan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$TS = t2 - t1$$

Keterangan :

Ts = Tundaan (detik).

t1 = Waktu tempuh saat palang pintu ditutup (detik).

t2 = Waktu tempuh saat palang pintu dibuka (detik).

Panjang Antrian

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia tahun 1997, panjang antrian diartikan sebagai jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat simpang dan dinyatakan dalam kendaraan atau satuan mobil penumpang. Sedangkan panjang antrian diartikan sebagai panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat dan dinyatakan dalam satuan meter. Gerakan kendaraan yang berada dalam antrian akan dikontrol oleh gerakan yang didepannya atau kendaraan tersebut dihentikan oleh komponen lain dari sistem lalu lintas.

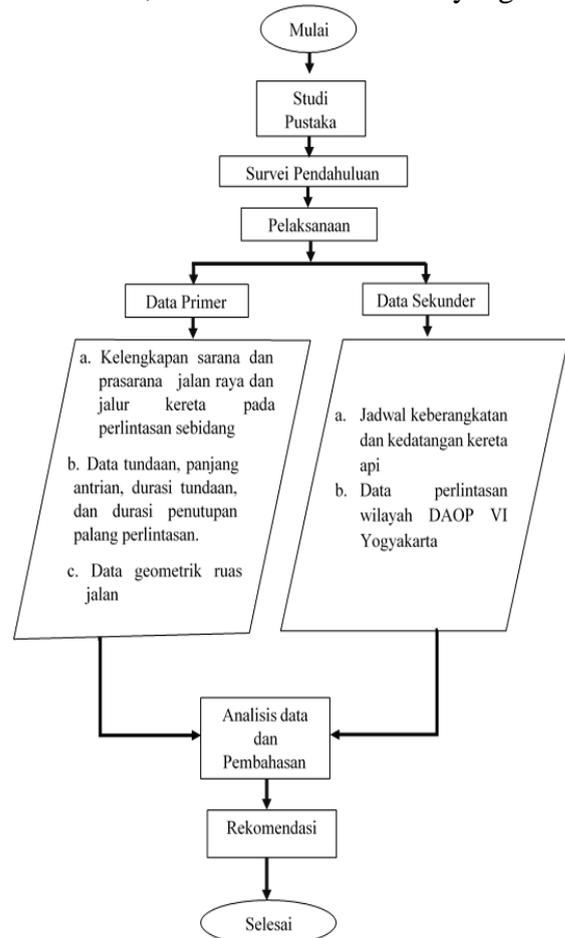
3. Metodologi Penelitian

Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan seperti bagan gambar 2, perlu direncanakan mengenai hal-hal yang harus dikerjakan. Mulai dari penentuan lokasi survei, perencanaan data yang akan diambil

di lapangan, jenis survei yang akan dilakukan, waktu pelaksanaan survei di lapangan, peralatan yang akan digunakan, dan jumlah pengamat itu sendiri.

Data yang diambil dalam penelitian ini berupa kelengkapan infrastruktur pada perlintasan sebidang, durasi penutupan palang pintu hingga terbuka, tundaan kendaraan, panjang antrian kendaraan, dan arus lalu lintas yang antri.



Gambar 2 Bagan Penelitian

Penelitian ini berlokasi di JPL 340 KM 158 +795 Bandara Adisutjipto Yogyakarta.



Gambar 3 Lokasi Penelitian

(Sumber : www.GoogleEarth.com)

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil Survei Kelengkapan Infrastruktur Perlintasan Sebidang

Berdasarkan hasil survey lapangan yang telah dilakukan pada perlintasan sebidang JPL 340 KM 158 + 795 Bandara Adisutjipto Yogyakarta pada hari Senin, 29 April 2019 jam 06.00 – 19.00 WIB didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan

hasil survei yang dilakukan, kelengkapan infrastruktur pada perlintasan sebidang tersebut cukup memadai dengan terpenuhinya kelengkapan infrastruktur perlu untuk keselamatan pada perlintasan sebidang.

Tabel 2 Hasil survei kelengkapan infrastruktur pada perlintasan sebidang (Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 36 Tahun 2011)

| No | Kriteria Standar Teknis dalam SKDirjen Perhubungan Darat No 770 Tahun 2005 | Memenuhi | Tidak Memenuhi |
|-----|---|----------|----------------|
| 1. | Selang waktu antara kereta api satu dengan kereta api berikutnya yang melintas minimal 30 menit. | | V |
| 2. | Jarak antar perlintasan sebidang tidak kurang 800 meter. | V | |
| 3. | Jalan yang melintas adalah jalan kelas III | V | |
| 4. | Tidak terletak pada lengkungan jalur kereta api atau jalan. | V | |
| 5. | Permukaan jalan harus satu level dengan kepala rel dengan toleransi 0,5 cm. | | V |
| 6. | Lebar jalan pada perlintasan untuk satu jalur jalan maksimum 7 meter. | V | |
| 7. | Sudut perpotongan antara jalan rel dengan jalan harus 90 ^o . | | V |
| 8. | Panjang jalan yang lurus minimal harus 150 meter dari as jalan rel. | | V |
| 9. | Rambu peringatan dan larangan. | V | |
| 10. | Marka jalan. | V | |
| 11. | Isyarat lampu berwarna merah dan isyarat suara | V | |
| 12. | Sarana fisik dan non fisik di perlintasan yang berupa pos jaga, petugas JPL, genta, daftar semboyan, daftar gapeka. | V | |
| 13. | Perilaku pelintas saat pintu perlintasan menutup harus mendahulukan kereta api lewat. | V | |
| 14. | Perilaku pelintas saat berhenti ketika pintu perlintasan menutup harus berada pada satu lajur. | V | |
| 15. | Perilaku pelintas saat pintu kembali dibuka tidak saling mendahului. | V | |

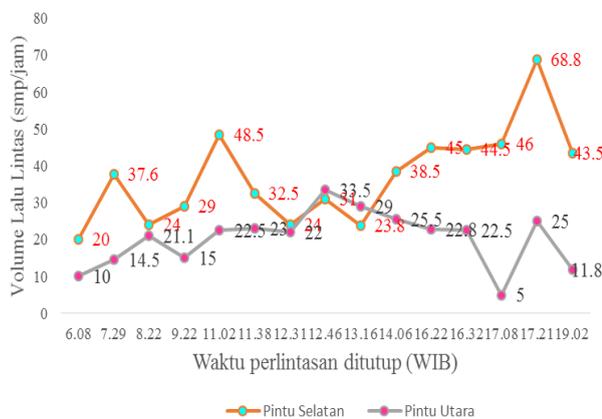
Analisis Volume Lalu Lintas

Diketahui : KR = 30, dengan emp KR = 1,0
 KB = 0, dengan emp KB = 1,3
 SM = 10, dengan emp SM = 0,5

Maka didapatkan hasil sebagai berikut :

$$Q = (30 \times 1,0) + (0 \times 1,3) + (10 \times 0,5) = 37,6 \text{ smp/jam.}$$

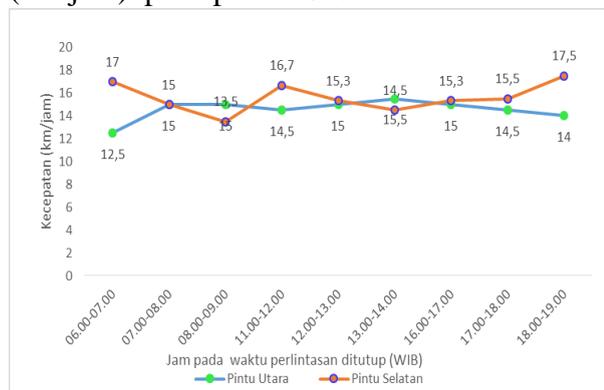
Berdasarkan Gambar 4 disimpulkan bahwa volume lalu lintas tertinggi di pintu selatan sebesar 68,8 smp/jam pada pukul 17.21 WIB, sedangkan di pintu utara sebesar 33,5 smp/jam pada pukul 12.46 WIB.



Gambar 4 Volume lalu lintas

Analisis Kecepatan

Kecepatan maksimum terjadi pada waktu pengamatan pukul 17:08 WIB sebesar 18 (km/jam) pada sisi Utara, sedangkan sisi selatan kecepatan maksimum sebesar 20 (km/jam) pada pukul 19:02 WIB.



Gambar 5 Grafik kecepatan kendaraan

Kepadatan / kerapatan (Density)

Berdasarkan data volume dan kecepatan dapat dihitung kepadatan jalan tersebut, dengan cara memasukkan nilai ke Contoh perhitungan sebagai berikut:

Diketahui : $q = 150,4 \text{ smp/jam}$
 $U_s = 15 \text{ km/jam}$

Maka didapatkan hasil :

$$k = \frac{150,4}{15} = 10,02 \text{ smp/km}$$

Tabel 3 Hasil Data Kerapatan (Arah Utara ke Selatan)

| No | Jam | Volume (q) smp/jam | Kecepatan (Us) km/jam | Kerapatan (k) smp/km |
|----|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 | 6.08 | 80 | 19.06 | 4.20 |
| 2 | 7.29 | 150.4 | 15.01 | 10.02 |
| 3 | 8.22 | 96 | 15.44 | 6.22 |
| 4 | 9.22 | 116 | 16.3 | 7.12 |
| 5 | 11.02 | 194 | 18.71 | 10.37 |
| 6 | 11.38 | 130 | 16.88 | 7.70 |
| 7 | 12.31 | 96 | 18.01 | 5.33 |
| 8 | 12.46 | 124 | 16.33 | 7.59 |
| 9 | 13.16 | 95.2 | 14.31 | 6.65 |
| 10 | 14.06 | 154 | 15.12 | 10.19 |
| 11 | 16.22 | 180 | 15.08 | 11.94 |
| 12 | 16.32 | 178 | 15.31 | 11.63 |
| 13 | 17.08 | 184 | 16.21 | 11.35 |
| 14 | 17.21 | 275.2 | 15.02 | 18.32 |
| 15 | 19.02 | 174 | 16.25 | 10.71 |

Tabel 4 Hasil Data Kerapatan (Arah Selatan ke Utara)

| No | Jam | Volume (q) smp/jam | Kecepatan (Us) km/jam | Kerapatan (k) smp/km |
|----|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 | 6.08 | 40 | 10.03 | 3.99 |
| 2 | 7.29 | 58 | 15.9 | 3.65 |
| 3 | 8.22 | 84.4 | 15.12 | 5.58 |
| 4 | 9.22 | 60 | 15.06 | 3.98 |
| 5 | 11.02 | 90 | 14 | 6.43 |
| 6 | 11.38 | 92 | 16.09 | 5.72 |
| 7 | 12.31 | 88 | 15.22 | 5.78 |
| 8 | 12.46 | 134 | 15.32 | 8.75 |
| 9 | 13.16 | 116 | 14.11 | 8.22 |
| 10 | 14.06 | 102 | 14.26 | 7.15 |
| 11 | 16.22 | 91.2 | 15.32 | 5.95 |
| 12 | 16.32 | 90 | 15.07 | 5.97 |
| 13 | 17.08 | 20 | 18.06 | 1.11 |
| 14 | 17.21 | 100 | 15.54 | 6.44 |
| 15 | 19.02 | 47.2 | 15.83 | 2.98 |

Berdasarkan Tabel 3 dan 4 di atas dapat disimpulkan bahwa nilai kerapatan

tertinggi pada arah utara menuju selatan terjadi pada jam 17:21 WIB sebesar 18,32 smp/km sedangkan arah selatan menuju utara terjadi pada jam 12:46 WIB sebesar 8,75 smp/jam. Semakin besar volume lalu lintas maka kecepatan akan semakin besar juga nilai kerapatan yang didapat.

Analisis Tundaan dan Panjang Antrian

Kereta api yang melintas pada pukul 06:00 – 09:00 WIB, 11:00 – 14:00 WIB, 16:00 – 19:00 WIB sebanyak 15 kereta api.

Contoh perhitungan total tundaan pada pukul 07:29 WIB.

Diketahui :

Waktu tempuh pintu perlintasan tertutup (t_1) = 4 detik

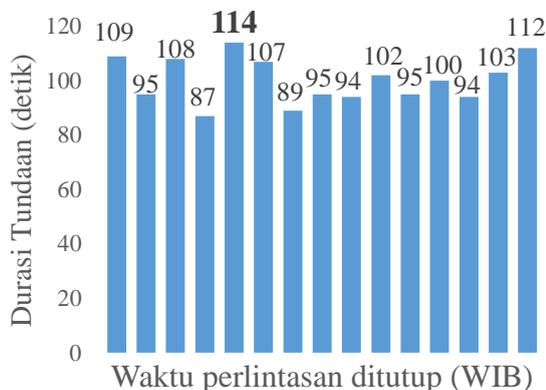
Waktu tempuh pintu perlintasan dibuka (t_2) = 113 detik

Maka didapatkan hasil sebagai berikut :

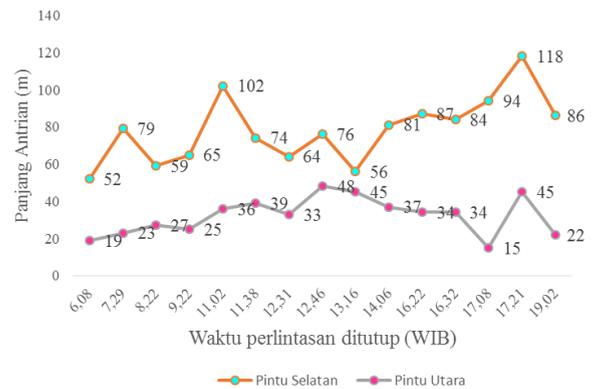
$$TS = 113 - 4$$

$$TS = 109 \text{ detik}$$

Dari data yang diperoleh, total rata-rata nilai tundaan sebesar 100,3 detik.



Gambar 6. Durasi Tundaan

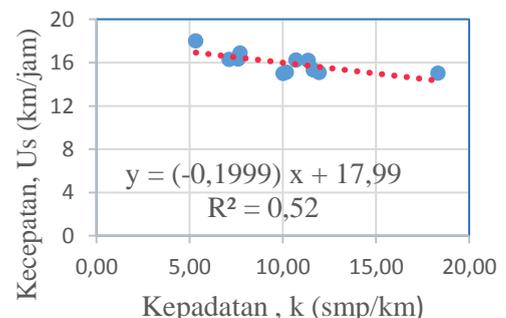


Gambar 7 Panjang Antrian

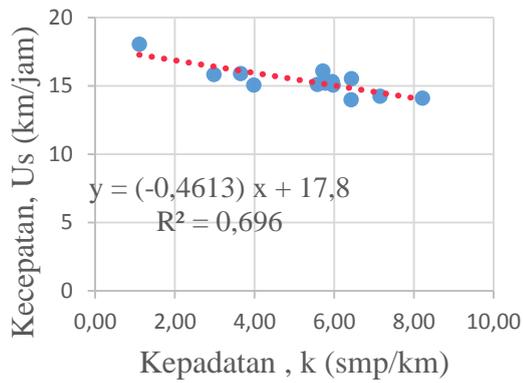
Berdasarkan gambar 6 dan 7 disimpulkan bahwa tundaan tertinggi sebesar 114 detik pada jam 11:02 WIB. Panjang antrian terpanjang sebesar 118 m terjadi di pintu selatan pada jam 17:21 WIB sedangkan di pintu utara sebesar 48 m pada jam 13:16 WIB.

Hubungan antara Volume, Kecepatan dan Kerapatan

Berdasarkan gambar 8 dan 9 dapat disimpulkan bahwa hubungan kecepatan dengan kerapatan seperti yang ditunjukkan pada grafik di bawah dapat dimodelkan secara matematis sebagai $y = (-0.1999) x + 17.99$ dengan nilai $R^2 = 0,52$ untuk arah pendekat utara menuju selatan. Maka arti persamaan tersebut adalah 1 smp/km kerapatan bertambah maka kecepatan akan berkurang sebesar 0,1999 km/jam. Sedangkan arah pedekat selatan menuju utara dimodelkan secara matematis sebagai $y = (-0.4613) x + 17.8$ dengan nilai $R^2 = 0,696$ yang mana 1 smp/km kerapatan bertambah maka kecepatan akan berkurang sebesar 0,4613 km/jam.

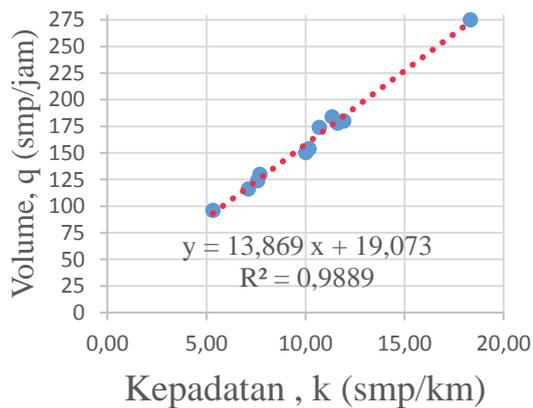


Gambar 8. Grafik hubungan antara kerapatan dengan kecepatan pada sisi utara menuju selatan

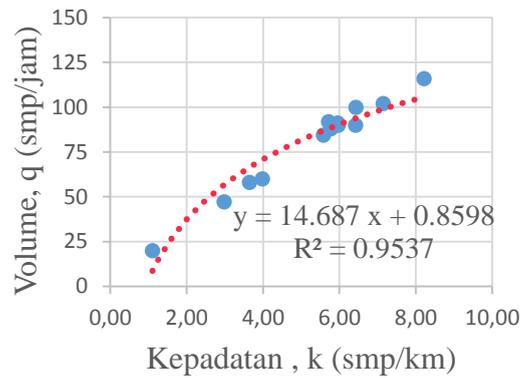


Gambar 9 Grafik hubungan antara kepadatan dengan kecepatan pada sisi selatan menuju utara

Berdasarkan gambar 10 dan 11 dapat disimpulkan bahwa hubungan volume dengan kepadatan seperti yang ditunjukkan pada grafik di bawah dapat dimodelkan secara matematis sebagai $y = 13,869x + 9,073$ dengan nilai $R^2 = 0,989$ untuk arah pendekatan utara menuju selatan. Maka arti persamaan tersebut adalah jika 1 smp/km kepadatan bertambah maka volume lalu lintas bertambah sebesar 13,869 smp/jam. Sedangkan arah pedekat selatan menuju utara dapat dimodelkan secara matematis sebagai $y = 14,687x + 0,8598$ dengan nilai $R^2 = 0,9537$ yang mana 1 smp/km kepadatan bertambah maka volume bertambah sebesar 14,687 km/jam.

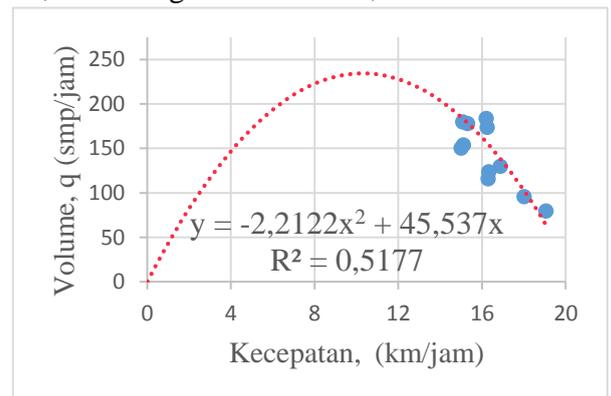


Gambar 10 Grafik hubungan antara kepadatan dengan volume pada sisi utara menuju selatan

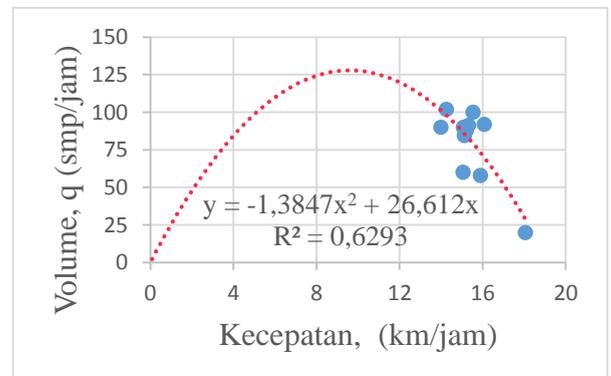


Gambar 11 Grafik hubungan antara kepadatan dengan volume pada sisi selatan menuju utara

Berdasarkan gambar 12 dan 13 . persamaan model hubungan volume dengan kecepatan dimodelkan sebagai $y = (-2,2122)x^2 + 45,537x$ dengan nilai R^2 arah pedekat utara menuju selatan yaitu = 0,5177. Sedangkan arah pedekat selatan menuju utara dapat dimodelkan sebagai $y = (-1,3847)x^2 + 26,612x$ dengan nilai $R^2 = 0,6293$.



Gambar 12 Grafik hubungan antara volume dengan kecepatan pada sisi utara menuju selatan



Gambar 13 Grafik hubungan antara voume dengan kecepatan pada sisi selatan menuju utara

5. Penutup

I. Kesimpulan

- a. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi parameter lalu lintas, kinerja jalan dengan perlintasan sebidang, dan menganalisis hubungan antara kecepatan, kerapatan dan volume lalu lintas pada ruas pada ruas Jalan Airport Adisutjipto Yogyakarta dengan perlintasan sebidang JPL 340 KM 158 + 795.
- b. Hasil survei parameter lalu lintas saat palang perlintasan tertutup hingga terbuka didapatkan nilai arus lalu lintas total sebesar 1659 kend/jam atau 1484,5 smp/hari dari arah selatan, sedangkan dari arah utara didapatkan total sebesar 901 kend/jam atau 808,5 smp/hari. Tundaan akibat pengaruh penutupan pintu perlintasan kereta api yang terbesar adalah 114 detik. Rata-rata dari besarnya tundaan adalah sebesar 100,3 detik dengan panjang antrian dari arah Utara ke Selatan yang terbesar adalah 118 m, sedangkan dari arah Selatan ke Utara sebesar 48 m.
- c. Hubungan kecepatan dengan kepadatan dimodelkan secara matematis sebagai $y = (-0,1999)x + 17,99$ dengan nilai $R^2 = 0,52$ untuk arah pendekat utara menuju selatan. Artinya bertambahnya kepadatan 1 smp/km akan menyebabkan kecepatan berkurang sebesar 0,1999 km/jam. Sedangkan arah pendekat selatan menuju utara dimodelkan sebagai $y = (-0,4613)x + 17,8$ dengan nilai $R^2 = 0,696$. Hubungan kepadatan dengan volume dimodelkan sebagai $y = 14,401x + 14,693$ dengan nilai $R^2 = 0,9587$ untuk arah pendekat utara menuju selatan. Sedangkan arah pendekat selatan menuju utara dapat dimodelkan sebagai $y = 14,687x + 0,8598$ dengan nilai $R^2 = 0,9537$. Persamaan model hubungan kecepatan dengan volume dimodelkan sebagai $y = (-2,2122)x^2 + 45,537x$ dengan nilai R^2 arah pendekat utara menuju selatan yaitu 0,5177. Sedangkan arah pendekat selatan menuju utara dapat dimodelkan sebagai $y = (-1,3847)x^2 + 26,612x$ dengan nilai $R^2 = 0,6293$.

II. Saran

Adapun saran pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini menganalisis kinerja jalan dengan perlintasan sebidang menggunakan data durasi tundaan, panjang antrian dan volume lalu lintas. Penelitian selanjutnya disarankan memasukkan parameter derajat kejenuhan untuk mendapatkan indeks tingkat pelayanan yang akurat.
2. Penelitian ini tidak menganalisis konflik pada ruas jalan dengan perlintasan sebidang. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan penelitian tentang konflik yang besar akan terjadi pada ruas jalan tersebut.
3. Diharapkan adanya koordinasi antara pihak terkait dengan Dinas Perhubungan dalam perencanaan jadwal perjalanan agar jam puncak kereta api tidak bersamaan dengan jam puncak lalu lintas jalan.

Daftar Pustaka

- Abramova, I., 2016, Method of Dynamic Traffic Management at a Railway Crossing, *Jurnal Transportasi Darat*, 38(13), 34-38.
- Adita Utami dkk, 2019, Model Panjang Antrian Kendaraan pada Perlintasan Sebidang Tanpa Palang Pintu (Studi Kasus: Perlintasan Sebidang Jl. Gayung Kebonsari Surabaya), *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 17 (1), 27-34.
- Alhadar, A., 2011, Analisis Kinerja Jalan Dalam Upaya Mengatasi Kemacetan Lalu Lintas Pada Ruas Simpang Bersinyal Di Kota Palu, *SMARTeK*, 9 (4), 327-336
- Adisatria Wiwit dkk, 2017, Manajemen Lalu Lintas Pada Kawasan Pasar Tanjung Kabupaten Jember, *Jurnal Rekayasa Sipil / Volume 9, No.1 – 2015 ISSN 1978 – 5658*
- Ahmad Afifi dkk, 2017, Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas dengan Analisis Kinerja dan Kerusakan Jalan di Ruas Jalan Non Tol selama Perbaikan Jembatan Cisomang, *Jurnal Infrastruktur* 3 (02) 1 – 17.

- Aswad, Y., 2010, Studi Kelayakan Perlintasan Sebidang pada Jaringan Jalan dalam Kota dan Antar Kota, *Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil*, 10(2), 183-189.
- Djaelani, M., 2014, Pengaruh Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api terhadap Tundaan dan Panjang Antrian Kendaraan pada Jalan Bung Tomo Surabaya, *Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 23-30.
- Hartono, 2016, Perlintasan Sebidang Kereta Api di Kota Cirebon, *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 18(1) 45-62.
- Hobbs, F. D. 1995. Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas, Edisi Kedua. Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Khisty, C. J., Lall, B. K., 2005, *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*, Edisi Ketiga Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Lay, M.G., (1986a). Handbook of Road Technology, Vol.2, Traffic and Transport, Gordon and Breach, New York.
- Khisty, C. J., Lall, B. K., 2005, *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*, Edisi Ketiga Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- O. Z. Tamin, Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, Edisi Kedua. 2003.
- Mahmudah, N., Akbar, R., dan Muchlisim, 2018, Analysis of congestion cost at signalized intersection using Vissim 9 (Case study at Demak Ijo Intersection, Sleman), *Proceeding of the 1st International Symposium on Transportation Studies in Developing Countries (ISTSDC 2017)*, in *Matec Web Conferences*, Volume 181. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818106001>.
- Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor 770 Tahun 2005 tentang Pedoman Teknis Perlintasan Sebidang Antara Jalan Raya dengan Jalan Kereta Api.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 34 Tahun 2014 tentang Marka Jalan.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 34 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 36 Tahun 2011 tentang Perpotongan dan/atau Persinggungan Antara Jalur Kereta Api dengan Bangunan Lain.
- Putra, R. K., 2017, Inspeksi Keselamatan di Perlintasan Sebidang pada JPL 163 + 220, Jalan Sorowajan Baru, Kota Yogyakarta, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Ramanti, R. D., 2017, Inspeksi Keselamatan di Perlintasan Sebidang pada JPL 349 KM 163+ 758, Jalan Timoho, Yogyakarta, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Ravitharan, R., Labrooy, A., Widyastuti, H., Chiu, W, K., 2017. Rail Infrastructure in Port City – Surabaya, Indonesia, 6th Asia Pacific Workshop on Structural Health Monitoring, 6th APWSHM, *Procedia Engineering*, Volume 188 (2017) 486 – 492
- Rumayar, A., Palin, A., dan Lintong, E., 2013. Analisa Kapasitas dan Tingkat Pelayanan Pada Ruas Jalan Wolter Monginsidi Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 1(9), 2337-6732.
- Sari, M., 2017, *Inspeksi Keselamatan pada Perlintasan Sebidang Jalan Pirak-Pathukan, Sleman, Yogyakarta*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Setiawan, D. M., Mahmudah, N., 2017, Inspeksi Keselamatan Jalan di Yogyakarta (Studi Kasus: Jalan Wates-Yogyakarta KM 5 sampai dengan KM 10), *Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke-11 Universitas Tarumanegara*, 26-27 Oktober 2017, 1-11.
- Sitorus, F. P., Surbakti, M. S., 2013, Pengaruh Perlintasan Sebidang Jalan dengan Rel Kereta terhadap Karakteristik Lalu Lintas: Studi Kasus Perlintasan Kereta Api Jalan Sisimangaraja Medan, *Jurnal Teknik Sipil USU*, 2(2), 1-11.

Undang-Undang Republik Indonesia
Nomor 22 Tahun 2009 tentang
Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.

Yaumil Fauzi dkk, 2017, Analisa Perubahan
Kinerja Di Jalan Gajah Mada Medan
Akibat Adanya Jalan Layang, *Jurnal
Teknik Sipil ITS* , 32(2) 47-52.

Yusyadiputra, M., 2014, Pengaruh Penutupan
Pintu Perlindungan Jalan Rel terhadap
Kinerja Lalu Lintas Jalan Raya di
Perlindungan Kaligawe Semarang dan
Kaliwungu Kendal. Tugas
Akhir, Teknik Sipil, Universitas
Diponegoro, Semarang.

Winarsih, N., Nahdalina., 2017, Analisis
Antrian dan Tundaan Akibat Lampu
Lalu Lintas dan Penutupan Perlindungan
Kereta Api menggunakan Metode
Antrian Deterministik: Studi Kasus
Perlindungan Kereta Api Tanjung Barat
Jakarta Selatan, *Jurnal Desain
Konstruksi*, 16(1) 32-45.