

MODEL HUBUNGAN PENUTUPAN PERLINTASAN SEBIDANG DENGAN PANJANG ANTRIAN KENDARAAN JL. BASUKI RACHMAD JOMBANG

(Studi Kasus : Perlintasan Sebidang Sebelah Timur Stasiun Jombang)

Granada Putri

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

email : granada.18039@mhs.unesa.ac.id

Purwo Mahardi

Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

email : purwomahardi@unesa.ac.id

Abstrak

Seiring dengan bertambahnya aktivitas masyarakat dan meningkatnya kebutuhan akan transportasi, berdampak pula pada perkembangan pembangunan jaringan jalan, salah satunya adalah perkembangan pembangunan jaringan jalan yang mempertemukan dua jenis sarana transportasi yang berbeda, yakni jalan dengan lintasan kereta. Perpotongan sebidang jalan dengan lintasan kereta api Jl. Basuki Rachmat Jombang merupakan perlintasan atau persimpangan yang terbentuk dari pertemuan antara dua jenis sarana transportasi yang berbeda. Pertemuan antara dua moda transportasi inilah yang akan menimbulkan berbagai macam permasalahan lalu lintas di antaranya adalah panjangnya antrian kendaraan saat pintu perlintasan tertutup. Untuk mengetahui pola permasalahan lalu lintas yang terjadi maka akan dibuat model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan dengan tingginya angka antrian kendaraan. Model korelasi pertama adalah model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan dengan tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan, dan model kedua merupakan model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan dengan tingginya angka antrian metode *shock wave*. Digunakan metode analisis regresi sederhana untuk mendapatkan pemodelan terbaik. Didapatkan model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan dengan tingginya angka antrian *real* lapangan $y = -0.0052x^2 + 0.991x - 35.943$ dengan y merupakan tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan dan x merupakan panjang durasi tertutupnya pintu lintasan. Didapatkan pula model korelasi terbaik antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan dengan tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave* dengan $y = 0.3748x + 0.0464$ dengan y merupakan tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave* dan x merupakan panjang durasi tertutupnya pintu lintasan.

Kata Kunci: Perlintasan sebidang, tingginya angka antrian, model hubungan.

Abstract

Along with the increase in public activity and the increasing need for transportation, it also has an impact on the development of road network development, one of which is the development of road network construction between two types of transportation infrastructure, such as roads and railroads. Crossing a plot of road with the railroad tracks Jl. Basuki Rahmat Jombang is one of the crossings formed from the meeting between two types of transportation infrastructure. The meeting between these two modes of transportation will cause various kinds of traffic problems, including the long queue of vehicles when the crossing gate is closed. To find out the pattern of traffic problems that occur, a relationship model will be made between the length of closing the crossing gate and the length of the vehicle queue. The first relationship model is the relationship model between the length of the crossing gate closing time and the queue length of the real field vehicles, and the second model is the relationship model between the length of the crossing gate closing time and the queue length of the shock wave method. Simple regression analysis method is used to get the best modeling. So that we get a model of the relationship between the length of the crossing gate closing time and the real vehicle queue length $y = -0.0052x^2 + 0.991x - 35.943$ where y is the real field vehicle queue length and x is the length of time the crossing gate closes. The best relationship model between the length of the crossing gate closing time and the vehicle queue length from the analysis of the shock wave method with $y = 0.3748x + 0.0464$ with y being the length of the queue of vehicles resulting from the analysis of the shock wave method and x being the length of time for closing the crossing gate.

Keywords: railway level crossings, vehicle queue, relationship model.

PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya aktivitas masyarakat dan meningkatnya kebutuhan akan transportasi, berdampak pula pada perkembangan pembangunan jaringan jalan, salah satunya adalah perkembangan pembangunan jaringan jalan yang mempertemukan dua bentuk sarana transportasi yang berlainan, yakni jalan dengan lintasan kereta (Solimin, 2006). Pertemuan kedua jenis sarana transportasi inilah yang akan menimbulkan berbagai macam permasalahan lalu lintas (Yanti, 2018). Permasalahan – permasalahan lalu lintas yang akan timbul pada jalur pertemuan antara jalan dengan lintasan kereta di antaranya: kecepatan kendaraan menurun, terjadinya tundaan dan antrian kendaraan, timbulnya kemacetan, resiko kecelakaan meningkat, dan biaya operasional kendaraan meningkat. (Arsyad, 2017).

Permasalahan – permasalahan di atas merupakan permasalahan yang ditimbulkan oleh pertemuan antara dua moda transportasi yang berlainan pada suatu segmen yang memiliki karakteristik pergerakan berbeda. Berdasarkan pertimbangan karakteristik pergerakannya, pengguna jalan yang melintasi perpotongan sebidang jalan dengan lintasan kereta harus memprioritaskan pengguna lintasan kereta, sesuai dengan Undang – Undang No. 23 tahun 2007 pasal 124 yang menyatakan bahwa: "pada perpotongan sebidang antara jalur kereta api dan jalan, pemakai jalan wajib mendahulukan perjalanan kereta api". Penutupan lintasan saat kereta api melintasi suatu perpotongan akan mengakibatkan permasalahan lalu lintas berupa tundaan serta antrian kendaraan, di mana permasalahan ini merupakan salah satu permasalahan yang selalu kita jumpai pada perpotongan sebidang jalan dengan lintasan kereta di kota – kota besar (Rahim, 2017).

Perpotongan sebidang jalan dengan lintasan kereta yang berada di sebelah timur Stasiun Jombang tepatnya perpotongan sebidang Jl. Basuki Rachmad Jombang merupakan perpotongan atau persimpangan yang terbentuk dari pertemuan antara dua jenis sarana transportasi yang berlainan. Dengan adanya perpotongan antara jalan dengan lintasan kereta di Jl. Basuki Rachmad Jombang, maka kondisi tersebut akan mengakibatkan segala proses pergerakan arus lalu lintas menjadi terganggu, sehingga akibat yang ditimbulkan oleh kondisi tersebut adalah terjadinya tundaan dan antrian kendaraan serta pemborosan biaya operasional kendaraan (BOK) pada daerah perlintasan.

Dengan memperhatikan pemaparan latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan diselesaikan adalah sebagai berikut: bagaimana model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan kereta terhadap tingginya angka antrian kendaraan yang terjadi, adapun untuk angka antrian kendaraan yang diperhitungkan dalam penentuan model korelasi ini adalah angka antrian kendaraan sesuai hasil analisis metode *shock wave* dan angka antrian kendaraan *real* di lapangan.

Adapun tujuan penelitian berdasarkan permasalahan yang diajukan, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan kereta terhadap tingginya angka antrian kendaraan berdasarkan hasil analisis serta angka antrian *real* lapangan pada jalur sekitar perlintasan sebidang Jl. Basuki Rachmad Jombang. Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai, manfaat dari analisis ini adalah untuk memberikan gambaran kepada pihak atau lembaga instansi terkait mengenai solusi yang dapat dipertimbangkan dalam mengatasi dampak dari perlintasan sebidang Jl. Basuki Rachmad, Jombang.

Adapun batasan masalah yang diberikan oleh penulis dalam proses pengerjaan penelitian ini, agar tidak terjadi perluasan pembahasan. Berikut merupakan batasan masalah dalam penelitian: (1) lokasi penelitian merupakan perpotongan sebidang di sebelah Timur Stasiun Jombang (2) tidak mempertimbangkan kondisi geometri lintasan kereta dan lapisan jalan (3) penelitian hanya memolakan hasil terbaik yang dapat merumuskan model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu perlintasan dengan tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan maupun tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis (4) data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder (5) penelitian hanya memperhatikan pergerakan arus lalu lintas yang dipengaruhi oleh penutupan palang pintu perpotongan di Jl. Basuki Rachmad, Jombang (6) kecepatan kendaraan yang digunakan didasarkan pada rata – rata kecepatan yang ada (7) pengamatan dan pencatatan volume lalu lintas diambil dalam interval waktu 15 menit.

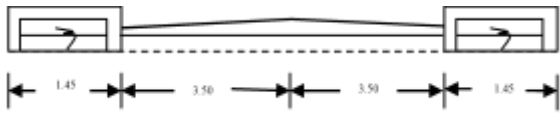
METODE

Lokasi Penelitian

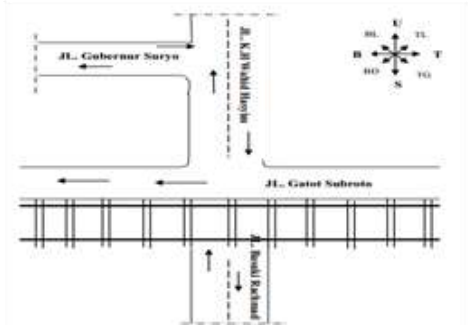
Lokasi yang dipilih untuk pelaksanaan penelitian ini adalah perpotongan sebidang antara jalan dengan lintasan kereta di sebelah Timur Stasiun Kereta Jombang, tepatnya perpotongan sebidang jalan dengan lintasan kereta yang sejajar dengan Jl. Gatot Subroto, Jombang dan tegak lurus (berhadapan) dengan Jl. K.H Wahid Hasyim dan Jl. Basuki Rachmad Jombang. Dimana kedua jalur tersebut merupakan jalan dengan tipe jalan (2/2 UD) dengan spesifikasi jalan 2 lajur 2 arah tanpa median. Sehingga, dalam penelitian ini hanya akan meninjau fenomena yang terjadi pada satu ruas jalan saja, yakni Jl. Basuki Rachmad, Jombang. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, berikut merupakan data keadaan geometri Jl. Basuki Rachmad, Jombang:

1. Tidak ada median pada jalur tersebut
2. Tipe jalan merupakan tipe alinyemen datar
3. Lebar jalan 7 m beserta dengan kereb

Gambar potongan melintang Jl. Basuki Rachmad, Jombang dan denah lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 1 Potongan Melintang Jl. Basuki Rachmad



Gambar 2 Derah Lokasi Penelitian

Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan selama 2 (dua) hari pada hari Senin dan Selasa dengan pelaksanaan pengamatan lapangan guna mendapatkan data penelitian dimulai pukul 07.00 s/d pukul 18.00 wib.

Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik pengumpulan data primer dan teknik pengumpulan data sekunder. Berikut merupakan data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah volume lalu lintas kendaraan, data panjang durasi tertutupnya pintu lintasan, data geomrti jalan, dan data panjang antrian kendaraan. Adapun data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data jadwal kereta api melintasi perpotongan sebidang.

Analisis Data

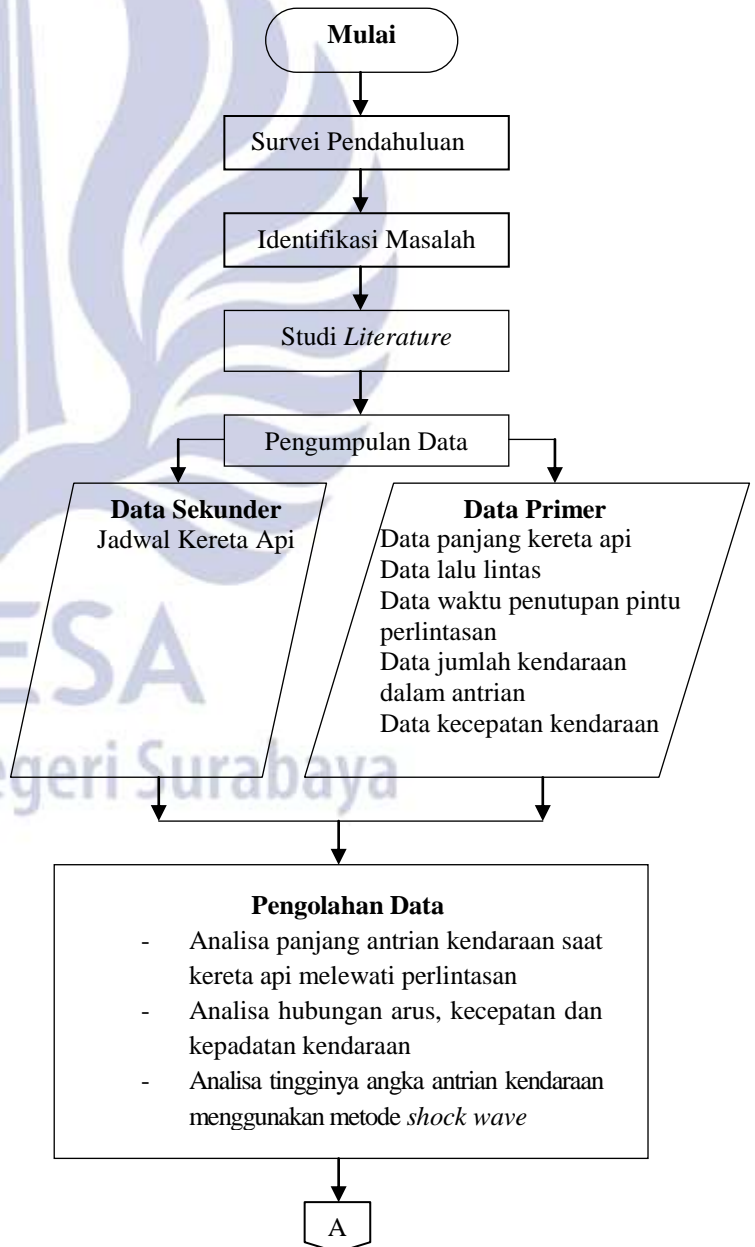
Pada tahap analisis data, akan dilakukan proses analisis data yang telah diperoleh saat proses pengamatan dalam kondisi ketika tidak ada kereta yang melintasi perlintasan dan saat kereta melintasi perlintasan, analisis terhadap panjang durasi tertutupnya pintu lintasan dan perhitungan tingginya angka antrian kendaraan dengan metode *shock wave*. Hasil yang akan didapatkan saat proses analisis data antara lain adalah hasil perbandingan rata – rata tingginya angka antrian lapangan dengan tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave*, persamaan model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan dengan tingginya angka antrian kendaraan lapangan serta tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave*, dan pemilihan model terbaik yang dapat digunakan dalam

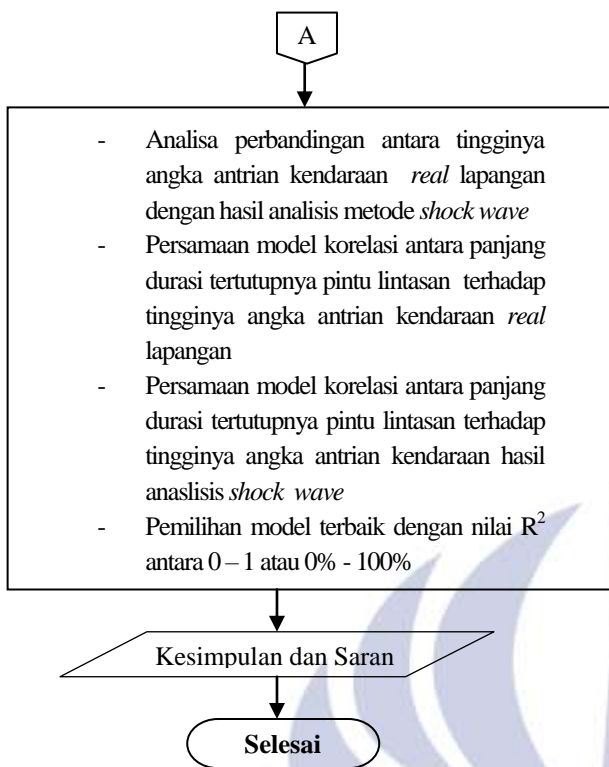
penelitian ini berdasarkan pada nilai angka determinasi (R^2) antara 0 – 1 atau 0% - 100%. Sehingga akan didapatkan hasil akhir dari proses analisis data adalah penarikan kesimpulan.

Pembuatan Model

Korelasi antara tingginya angka antrian kendaraan dengan panjang durasi tertutupnya pintu lintasan kereta api digunakan untuk menilai besarnya pengaruh penggunaan palang pintu perlintasan terhadap ruas jalan yang ditinjau, di mana pembuatan model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan kereta terhadap tingginya angka antrian kendaraan, digunakan analisis regresi. Penggunaan metode analisis ini bertujuan untuk mendapatkan hubungan matematis dalam suatu persamaan antara peubah tak bebas tunggal dengan peubah bebas tunggal.

Berikut merupakan Gambar 3 yang menampilkan proses pengerjaan artikel ilmiah ini.





Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Survei Panjang Durasi Tertutupnya Pintu Lintasan dan Arus Lalu Lintas

Hasil survei panjang durasi tertutupnya pintu lintasan dan volume lalu lintas merupakan hasil survei yang dilakukan oleh surveyor pada titik tertentu yang telah ditetapkan selama proses pengumpulan data berlangsung. Di mana data volume lalu lintas masing – masing kendaraan dalam survei diambil dalam satuan kendaraan per 15 menit, sehingga perlu dilakukannya pengubahan satuan volume lalu lintas menjadi smp. Data volume lalu lintas (q) yang telah diperoleh dalam setiap 15 menit dikalikan dengan 60 menit per 15 menit, untuk mengubah arus lalu lintas (q) dalam satuan smp/jam. Berikut Tabel 1 yang merupakan salah satu contoh tabel hasil survei lama penutupan pintu perlintasan dan volume lalu lintas dalam satuan smp yang didapatkan.

Tabel 1 Salah Satu Contoh Data Survei Panjang Durasi Penutupan Pintu Perlintasan dan Arus Lalu Lintas

Waktu	Lama Waktu Penutupan (detik)	Panjang Antrian (meter)	Arus Lalu Lintas Kendaraan (smp)		
			MC	LV	HV
5:08	75	8.5	51	9	1
7:23	78	9	56	8	0
7:24	75	7.25	61	14	0

Waktu	Lama Waktu Penutupan (detik)	Panjang Antrian (meter)	Arus Lalu Lintas Kendaraan (smp)		
			MC	LV	HV
11:14	120	7.5	58	7	2
11:20	80	12.5	55	16	5
12:51	117	9	56	17	1
13:34	94	10	60	4	0
13:57	75	10	65	11	1
16:32	80	10	53	3	3

Sumber : Hasil survei, 2022

Hasil Survei Kepadatan pada Kondisi Pintu Perlintasan Tertutup

Hasil survei kepadatan saat kondisi pintu perlintasan tertutup memberikan gambaran mengenai kondisi berapa banyak kendaraan yang berada di dalam antrian saat pintu perlintasan kereta tertutup. Survei kepadatan pada kondisi pintu perlintasan tertutup dilakukan selama dua hari pada hari Senin dan Selasa. Untuk lebih jelasnya hasil survei kepadatan pada kondisi pintu perlintasan tertutup selama pengamatan lapangan berlangsung dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2 Hasil Rekapitulasi Data Survei Kepadatan saat Kondisi Pintu Perlintasan Tertutup

Panjang Antrian (meter)	Tingginya Angka Antrian dalam Jarak 50 m			Banyaknya Kendaraan dalam Antrian (smp)	Kepadatan saat Pintu Perlintasan Tertutup (smp/km)
	MC	LV	HV		
8.5	51	9	1	35.8	716
9	56	8	0	36.0	720
7.25	61	14	0	44.5	890
7.5	58	7	2	38.6	772
12.5	55	16	5	50.0	1000
9	56	17	1	46.3	926
10	60	4	0	34.0	680
10	65	11	1	44.8	896
10	53	3	3	33.4	668
Rata - rata kepadatan					807.56

Sumber : Hasil survei dan analisis, 2022

Hasil Survei Tingginya Angka Antrian Kendaraan

Survei tingginya angka antrian kendaraan, dilakukan pada saat pintu perlintasan kereta api tertutup. Berdasarkan pengamatan lapangan yang dilakukan, didapatkan besarnya nilai panjang durasi tertutupnya pintu lintasan serta tingginya angka antrian kendaraan sesuai kondisi yang ada di lapangan. Untuk lebih jelasnya hasil survei tingginya angka antrian kendaraan dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Panjang Durasi Tertutupnya Pintu Lintasan dan Tingginya Angka Antrian Kendaraan di Lapangan

Panjang Durasi Tertutupnya Pintu Perlintasan (detik)	Tingginya Angka Antrian Kendaraan di Lapangan (m)
75	8.5
78	9
75	7.25
120	7.5
80	12.5
117	9
94	10
75	10
80	10

Sumber : Pengamatan Lapangan, 2022

Analisis Hubungan Arus (q), Kepadatan (k), dan Kecepatan (u)

Analisis hubungan arus (q), kepadatan (k) dan kecepatan (u) dilakukan dengan menggunakan metode *greenshields* di mana analisis hubungan arus (q), kepadatan (k) dan kecepatan (u) dapat dianalisis menggunakan Persamaan 1 di bawah ini.

$$q = k.u \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- u = kecepatan kendaraan (km/jam)
- q = arus lalu lintas (kend/jam)
- k = kepadatan lalu lintas (smp/jam)

Untuk lebih jelasnya hasil analisis hubungan antara arus (q), kepadatan (k) dan kecepatan (u) dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan pemodelan *greenshield* didapatkan pula hubungan matematis antara kepadatan dengan arus, hubungan matematis antara kecepatan dengan arus dan hubungan matematis antara kepadatan dengan kecepatan sesuai dengan Persamaan 2, 3, dan 4 di bawah ini.

$$q = k.u_f - (u_f/k_j) k^2 \dots\dots\dots(2)$$

$$q = k_j . u_f - (k_j/u_f)u^2 \dots\dots\dots(3)$$

$$u_f = u_f - (u_f/k_j) k \dots\dots\dots(4)$$

Berikut ini merupakan Tabel 4 yang menunjukkan nilai korelasi antara kecepatan (u), arus (q), dan kepadatan (k) dan Tabel 5 yang menunjukkan korelasi variabel - variabel lalu lintas dalam suatu persamaan.

Tabel 4 Analisis Hubungan Arus (q), Kepadatan (k), dan Kecepatan (u)

WAKTU					q	u	k = q/u
					(smp/jam)	(km/jam)	(smp/km)
06.	00	-	06.	15	759.40	29.46	25.78
06.	15	-	06.	30	950.00	30.59	31.06
06.	30	-	06.	45	798.80	29.69	26.91
06.	45	-	07.	00	798.20	30.67	26.03
07.	00	-	07.	15	706.40	30.54	23.14
07.	15	-	07.	30	804.60	29.60	27.19
07.	30	-	07.	45	863.80	29.33	29.46
07.	45	-	08.	00	785.40	29.31	26.80
08.	00	-	08.	15	770.50	29.10	26.48
08.	15	-	08.	30	710.85	30.26	23.50
08.	30	-	08.	45	840.70	29.90	28.12
08.	45	-	09.	00	713.85	30.14	23.69
11.	00	-	11	15	1145.00	30.33	37.76
11.	15	-	11	30	1115.14	29.78	37.45
11.	30	-	11	45	979.02	30.20	32.42
11.	45	-	12	00	1000.39	30.42	32.89
12.	00	-	12	15	1014.30	30.60	33.15
12.	15	-	12	30	988.06	29.50	33.50
12.	30	-	12	45	899.07	30.05	29.92
12.	45	-	13	00	1070.40	30.60	34.99
15.	00	-	15	15	1070.80	30.33	35.31
15.	15	-	15	30	1092.80	30.06	36.36
15.	30	-	15	45	1122.20	29.46	38.10
15.	45	-	16	00	1093.60	29.73	36.79
16.	00	-	16	15	1197.80	30.28	39.56
16.	15	-	16	30	1188.60	30.55	38.91
16.	30	-	16	45	1252.00	30.00	41.74
16.	45	-	17	00	1139.20	30.27	37.64
Jumlah					26870.88	840.75	894.65
Rata - Rata					959.68	30.03	31.96

Sumber : Pengamatan lapangan dan Analisis, 2022

Tabel 5 Persamaan Korelasi antar Variabel Lalu Lintas

Korelasi antar Variabel	Persamaan
Kepadatan (k) dan kecepatan (u)	$uf = 30.67 - 0.037979k$
Kecepatan (u) dan arus (q)	$q = 807.56 uf - 26.33047u^2$
Kepadatan (k) dan arus (q)	$q = 30.67 k - 0.037979 k^2$

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan persamaan – persamaan yang telah ditampilkan pada Tabel 5 di atas, dapat diketahui perolehan nilai arus maksimum, kepadatan maksimum dan kecepatan maksimum pada perpotongan sebidang jalan dengan lintasan kereta api Jl. Basuki Rachmad, Jombang. Dengan menggunakan Persamaan 5, 6, dan 7 di bawah ini, maka akan didapatkan hasil nilai maksimum variabel lalu lintas yang dapat dilihat pada Tabel 6 di bawah ini.

$$k_m = k_f/2 \dots\dots\dots(5)$$

$$u_m = u_f/2 \dots\dots\dots(6)$$

$$C = q_m = (k_f x u_f)/4 \dots\dots\dots(7)$$

Tabel 6 Nilai Maksimum Variabel Lalu Lintas

Komponen Lalu Lintas	Angka
Kepadatan pada kondisi pintu perlintasan tertutup (kf), smp/jam	807.56
Kecepatan rata – rata (uf), km/jam	30.67
Kepadatan maksimum (km), smp/km	403.78
Kecepatan maksimum (um), km/jam	15.34
Arus rata - rata (q), smp/jam	959.68
Kapasitas maksimum (C), smp/jam	6191.93

Sumber : Hasil perhitungan, 2022

Analisis Panjang Antrian

Selanjutnya akan dilakukan analisis tingginya angka antrian kendaraan, di mana dalam proses analisis ini akan digunakan rumus turunan dari rumus analisis metode *shock wave* yakni rumus *queueing analysis* . Pada penggunaan rumus *queueing analysis* akan digunakan nilai pada variabel lalu lintas untuk metode *shock wave* yang dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini, sehingga akan didapatkan hasil analisis

panjang antrian (QM) menggunakan metode *shock wave* dalam meter. Analisis panjang antrian kendaraan dapat dihitung berdasarkan Persamaan 8 di bawah ini :

$$Q_m = ((r/3600) \times ((wBC \times wAB) / (wBC - wAB))) \dots\dots(8)$$

Keterangan :

Q_m = panjang antrian kendaraan (skr/jam)

r = lama waktu penutupan palang pintu (detik)

w = nilai *shock wave* (km/jam)

Tabel 7 Komponen Lalu Lintas Metode *Shock Wave*

Komponen Lalu Lintas	Angka
Arus rata - rata (qA), smp/jam	959.68
Kepadatan rata - rata (kA), smp/km	32.61
Kepadatan pada kondisi pintu perlintasan tertutup (kB), smp/km	807.56
Kepadatan maksimum (kC), smp/km	403.78
Arus maksimum atau kapasitas maksimum (qC), smp/jam	6191.93

Sumber : Hasil perhitungan, 2022

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka didapatkan nilai tingginya angka antrian kendaraan menggunakan metode *shock wave*. Berikut merupakan Tabel 8 yang menampilkan hasil analisis tingginya angka antrian kendaraan menggunakan metode *shock wave*.

Tabel 8 Hasil Analisis Panjang Antrian Metode *Shock Wave*

Panjang Durasi Tertutupnya Perlintasan (m)	Tingginya Angka Antrian Hasil Analisis Metode <i>Shock Wave</i> (Qm) (meter)
75	28
78	30
75	28
120	45
80	30
117	44
94	35
75	28
80	30

Sumber : Hasil analisis, 2022

Perbandingan Rata – Rata Tingginya Angka Antrian Kendaraan Real Lapangan dan Hasil Analisis *Shock Wave*

Perbandingan rata – rata antara tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan dan hasil analisis metode *shock wave*

dilakukan dengan menggunakan metode ANOVA (*analysis of variance*). Di mana metode ini dipilih, karena metode ini merupakan salah satu metode analisis yang membandingkan dua kelompok data. Dalam proses perbandingan analisis dengan metode ANOVA digunakan bantuan Ms. Excel, dengan hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9 Data Analisis ANOVA (*Analysis of Variance*)

Waktu	Tingginya Angka Antrian Kendaraan Real Lapangan	Tingginya Angka Antrian Kendaraan Analisis Shock Wave
5:08	8.5	28
7:23	9	30
7:24	7.25	28
11:14	7.5	45
11:20	12.5	30
12:51	9	44
13:34	10	35
13:57	10	28
16:32	10	30

Sumber : Hasil analisis, 2022

Uji Hipotesis

Ho = nilai rata - rata tingginya angka antrian kendaraan di lapangan = rata – rata tingginya angka antrian hasil analisis

Ha = nilai rata – rata tingginya angka antrian kendaraan di lapangan ≠ rata – rata tingginya angka antrian hasil analisis

Nilai P value yang didapatkan dari hasil analisis akan dibandingkan dengan nilai signifikansi, alfa (α) = 0.05, sehingga apabila F Hitung \geq F Tabel, maka tolak Ho, P value $< \alpha$, maka tolak Ho.

Berikut Tabel 10 dan Tabel 11 yang menunjukkan hasil analisis menggunakan metode ANOVA.

Tabel 10 Output Analisis Summary ANOVA

Groups	Count	Sum	Average	Varian ce
Panjang Antrian Lapangan	9	83.75	9.306	2.497
Panjang Antrian Analisis Shock ShockWave	9	298	33.111	46.361

Sumber : Hasil analisis, 2022

Tabel 11 Analysis of Variance (ANOVA)

Source of Variation	SS	Df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2550.17	1	2550.17	104.39	2.03 E-08	4.49 3
Within Groups	390.861	16	24.4288			
Total	2941.03	17				

Sumber : Hasil analisis, 2022

Dari Tabel 11 di atas, didapatkan bahwa nilai F Hitung \geq F Tabel yakni $104.391 \geq 4.493$, maka tolak Ho dan P - value $< \alpha$ yakni $0.00000020 < 0.05$, maka tolak Ho. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil analisis adalah Ha diterima, di mana nilai rata – rata tingginya angka antrian kendaraan di lapangan tidak sama dengan nilai rata – rata tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave*.

Persamaan Model

Persamaan model yang didapatkan berdasarkan hasil analisis yang dilakukan menggunakan empat variasi analisis metode regresi yakni regresi linier, regresi exponential, regresi logaritmik, dan regresi polinomial dibagi menjadi dua macam, yakni persamaan model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan dan persamaan model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan dengan tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave*. Hasil analisis persamaan model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan dan tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave* hasil regresi dari data sebagai berikut, dapat dilihat pada Tabel 12.

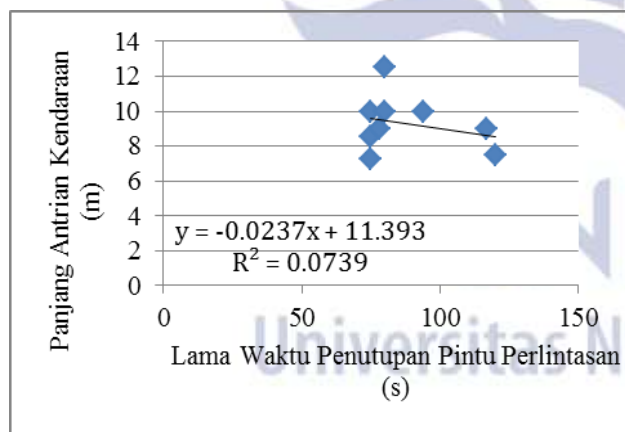
Tabel 12 Data Regresi Panjang Durasi Tertutupnya Pintu lintasan dengan Tingginya Angka Antrian Kendaraan Real Lapangan dan Tingginya Angka Antrian Kendaraan Hasil Analisis Metode Shock Wave

Panjang Durasi Tertutupnya Lintasan (s)	Tingginya Angka Antrian Kendaraan Real Lapangan (meter)	Tingginya Angka Antrian Kendaraan Analisis Shock Wave (Qm) (meter)
75	8.5	28
78	9	30

Panjang Durasi Tertutupnya Lintasan (s)	Tingginya Angka Antrian Kendaraan Real Lapangan (meter)	Tingginya Angka Antrian Kendaraan Analisis Shock Wave (Qm) (meter)
75	7.25	28
120	7.5	45
80	12.5	30
117	9	44
94	10	35
75	10	28
80	10	30

Sumber : Hasil survey dan analisis, 2022

Tujuan dari melakukan analisis menggunakan empat varian analisis regresi terhadap data pada Tabel 12 adalah agar didapatkan model korelasi yang terbaik dari semua hasil analisis regresi yang menunjukkan persamaan model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan. Berikut merupakan Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7 yang menunjukkan grafik model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan serta Gambar 8, Gambar 9, Gambar 10, dan Gambar 11 yang menunjukkan persamaan model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave*.

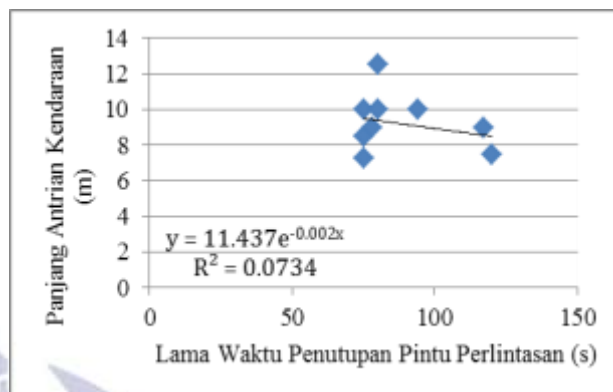


Gambar 4 Model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan dengan tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan hasil regresi linier

Persamaan yang terbentuk berdasarkan Gambar 4 adalah $y = -0.0237x + 11.393$ dengan angka determinasi sebesar 0.0739

Dimana:

- y = panjang antrian kendaraan *real* lapangan (m)
- x = lama waktu penutupan pintu perlintasan (s)

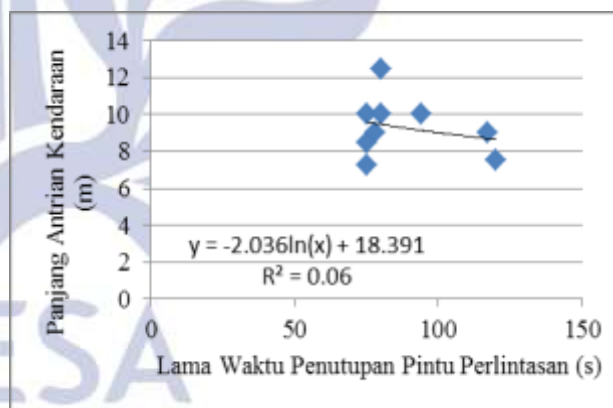


Gambar 5 Model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan dengan tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan hasil regresi exponential

Persamaan yang terbentuk berdasarkan Gambar 5 adalah $y = 11.437e^{-0.002x}$ dengan angka determinasi sebesar 0.0734

Dimana:

- y = panjang antrian kendaraan *real* lapangan (m)
- x = lama waktu penutupan pintu perlintasan (s)

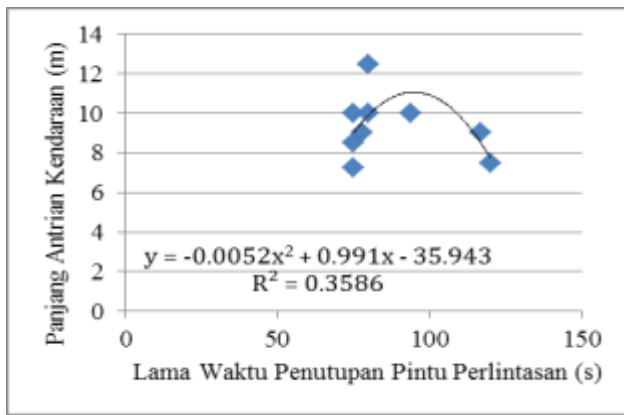


Gambar 6 Model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan dengan tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan hasil regresi logaritmik

Persamaan yang terbentuk berdasarkan Gambar 6 adalah $y = -2.036\ln(x) + 18.391$ dengan angka determinasi sebesar 0.06

Dimana:

- y = panjang antrian kendaraan *real* lapangan (m)
- x = lama waktu penutupan pintu perlintasan (s)

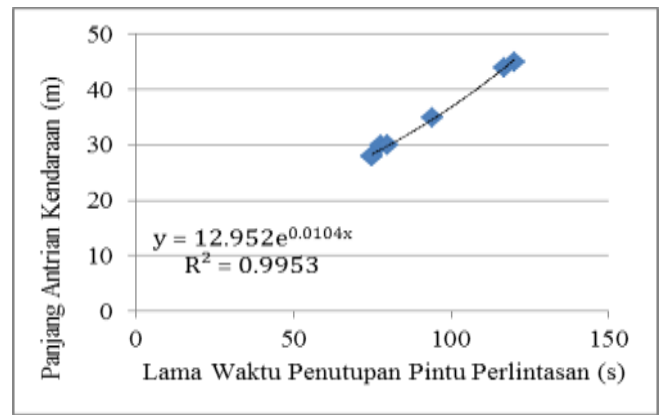


Gambar 7 Model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu perlintasan dengan tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan hasil regresi polinomial

Persamaan yang terbentuk berdasarkan Gambar 7 adalah $y = -0.0052x^2 + 0.991x - 35.943$ dengan angka determinasi sebesar 0.3586

Dimana:

- y = panjang antrian kendaraan *real* lapangan (m)
- x = lama waktu penutupan pintu perlintasan (s)

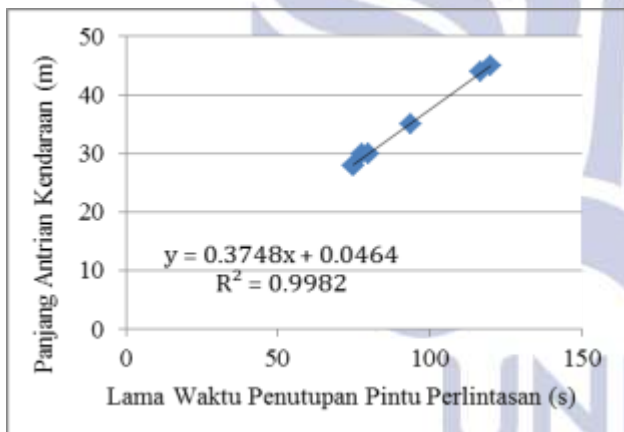


Gambar 9 Model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu perlintasan dengan tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis dengan regresi exponential

Persamaan yang terbentuk berdasarkan Gambar 9 adalah $y = 12.952e^{0.0104x}$ dengan angka determinasi sebesar 0.9953

Dimana:

- y = panjang antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave* (m)
- x = lama waktu penutupan pintu perlintasan (s)

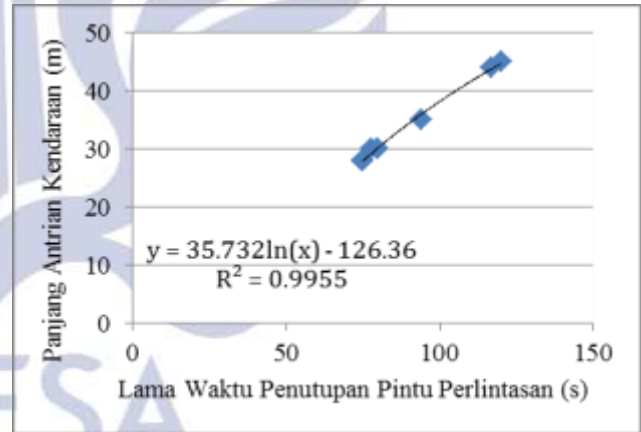


Gambar 8 Model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu perlintasan dengan tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis dengan regresi linier

Persamaan yang terbentuk berdasarkan Gambar 8 adalah $y = 0.3748x + 0.0464$ dengan angka determinasi sebesar 0.9982

Dimana :

- y = panjang antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave* (m)
- x = lama waktu penutupan pintu perlintasan (s)

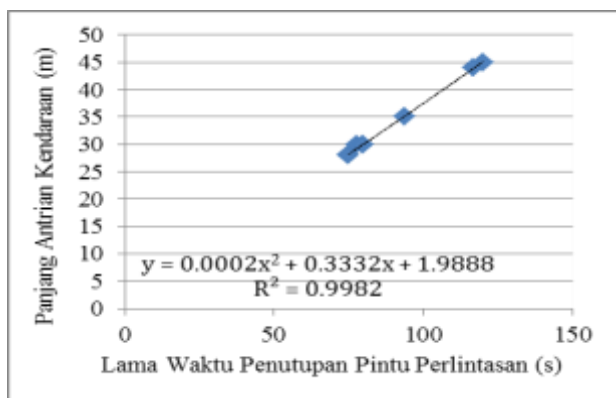


Gambar 10 Model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu perlintasan dengan tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis dengan regresi logaritmik

Persamaan yang terbentuk berdasarkan Gambar 10 adalah $y = 35.732\ln(x) - 126.36$ dengan angka determinasi sebesar 0.9955

dimana:

- y = panjang antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave* (m)
- x = lama waktu penutupan pintu perlintasan (s)



Gambar 11 Model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan dengan tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis dengan regresi polinomial

Persamaan yang terbentuk berdasarkan Gambar 11 adalah $y = 0.0002x^2 + 0.3332x + 1.9888$ dengan angka determinasi sebesar 0.9982

Dimana:

y = panjang antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave* (m)

x = lama waktu penutupan pintu perlintasan (s)

Berdasarkan seluruh hasil analisis yang telah dilakukan maka didapatkan tabel kesimpulan model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan dan tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave*, dapat dilihat pada Tabel 13 di bawah ini.

Tabel 13 Model Korelasi yang Terbentuk

Metode Analisis	Model <i>Real</i> Lapangan	R ²
Regresi linier sederhana	$y = -0.0237x + 11.393$	0.0739
Regresi exponential	$y = 11.437e^{-0.002x}$	0.0734
Regresi logaritmik	$y = -2.036\ln(x) + 18.391$	0.0600
Regresi polinomial	$y = -0.0052x^2 + 0.991x - 35.943$	0.3586
Metode Analisis	Model Hasil Analisis Metode <i>Shock Wave</i>	R ²
Regresi linier sederhana	$y = 0.3748x + 0.0464$	0.9982
Regresi exponential	$y = 12.952e^{0.0104x}$	0.9953
Regresi logaritmik	$y = 35.732\ln(x) - 126.36$	0.9955
Regresi polinomial	$y = 0.0002x^2 + 0.3332x + 1.9888$	0.9982

Sumber : Hasil analisis, 2022

Dari hasil analisis yang dilakukan dapat diketahui persamaan model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan, serta persamaan model korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave*. Di mana berdasarkan Tabel 13 dapat diketahui bahwa model korelasi yang didapatkan berdasarkan analisis korelasi panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan tidak begitu baik, hal ini disebabkan perolehan angka determinasi dari setiap hasil analisis regresi tidak mendekati 1 (satu), sehingga dapat dijelaskan bahwa berdasarkan hasil analisis regresi linier sederhana dengan angka determinasi sebesar 0.0739 dapat diartikan bahwa panjang durasi tertutupnya pintu lintasan memberikan pengaruh terhadap tingginya angka antrian kendaraan sebesar 7.39%, sedangkan sebesar 92.61% tingginya angka antrian yang terjadi dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak termasuk dalam variabel penelitian, sedangkan jika dilihat berdasarkan hasil analisis regresi exponential pengaruh yang diberikan oleh panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan sebesar 7.34%, untuk hasil analisis yang diperoleh berdasarkan analisis regresi logaritmik variasi yang diberikan berdasar angka determinasi yang ada adalah 6% tingginya angka antrian kendaraan dipengaruhi oleh panjang durasi tertutupnya pintu lintasan kereta, hasil terakhir dari analisis regresi polinomial dengan angka determinasi sebesar 0.3586 dapat diartikan bahwa sebesar 35.86% merupakan pengaruh yang diberikan oleh panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan, sedangkan sebesar 64.14% tingginya angka antrian kendaraan dipengaruhi oleh variabel lain.

Menurut hasil penelitian Solimin dan Narusianto Indiyoko (2006) yang berjudul "Pengaruh Lama Penutupan Pintu Kereta Api Terhadap Panjang Antrian Dan Tundaan Kendaraan : Aplikasi Teori Gelombang Kejut Pada Ruas Jalan Mojo Baciro Yogyakarta" yang menjelaskan bahwa berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, besarnya angka determinasi yang diperoleh mempengaruhi variasi dari pengaruh panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan, sedangkan sisanya merupakan variabel – variabel lain yang dapat mempengaruhi panjang antrian kendaraan seperti komposisi arus lalu lintas, volume kendaraan, dan persimpangan. Berdasarkan Tabel 13 pula dapat diketahui bahwa model korelasi yang didapatkan berdasarkan hasil analisis yang dilakukan mengenai korelasi panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave* didapatkan hasil yang begitu baik, dimana hasil dari setiap analisis regresi yang dilakukan baik analisis regresi linier, regresi exponential, regresi logaritmik, dan regresi polinomial memiliki nilai angka determinasi mendekati 1 (satu) dengan

masing – masing angka determinasi sebesar 0.9982, 0.9953, 0.9955, dan 0.9982 di mana dari semua hasil analisis tersebut dapat diartikan bahwa variasi pengaruh panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan yang terjadi sebesar 100%, tanpa adanya pengaruh variabel lain. Dalam menentukan model terbaik yang dapat merumuskan korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan dan korelasi panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave* dapat dipilih dari nilai angka determinasi yang terbesar atau mendekati 1 (satu).

Sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Mahardika Irianda Putra (2017) yang menjelaskan bahwa dengan melihat seluruh nilai angka determinasi terbesar atau yang mendekati angka 1(satu) dengan persamaan yang menghasilkan hubungan positif merupakan model yang paling tepat digunakan untuk menjelaskan sebuah korelasi panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan. Sehingga, berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dengan nilai angka determinasi yang telah didapatkan sesuai dengan Tabel 13 di atas, model terbaik yang dapat merumuskan korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan adalah persamaan regresi polinomial yakni $y = -0.0052x^2 + 0.991x - 35.943$ dengan angka determinasi sebesar 35% yang merupakan nilai angka determinasi terbesar berdasarkan hasil analisis yang diperoleh.

Untuk model terbaik yang dapat merumuskan korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave* adalah persamaan dengan regresi linier sederhana dan persamaan regresi polinomial dimana keduanya memiliki nilai angka determinasi sama dan merupakan angka determinasi terbesar dari seluruh hasil analisis yakni sebesar 99.82% dengan persamaan $y = 0.3748x + 0.0464$ dan $y = 0.0002x^2 + 0.3332x + 1.9888$.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa, model terbaik yang dapat merumuskan korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan adalah $y = -0.0052x^2 + 0.991x - 35.943$ dengan y merupakan tingginya angka antrian kendaraan *real* lapangan serta x panjang durasi tertutupnya pintu lintasan, sedangkan model terbaik yang dapat merumuskan korelasi antara panjang durasi tertutupnya pintu lintasan terhadap tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave* adalah $y = 0.3748x + 0.0464$ dengan y merupakan tingginya angka antrian kendaraan hasil analisis metode *shock wave* serta x merupakan panjang durasi tertutupnya pintu lintasan.

Saran

1. Diperlukan data yang lebih banyak untuk melakukan studi lebih lanjut dengan metode yang sama, sehingga akan diperoleh hasil yang lebih baik.
2. Dengan karakteristik yang hampir sama model korelasi yang terbentuk dapat digunakan pada perpotongan sebidang jalan dengan lintasan yang serupa, sebagai acuan dalam mencari solusi dalam menangani permasalahan yang ditimbulkan.
3. Berdasarkan hasil analisis yang telah didapatkan, model korelasi yang terbentuk perlu dilakukan uji lainnya agar mendapatkan hasil yang lebih baik lagi pada perlintasan sebidang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Rahim, M. Yasir. 2017. Pengaruh Perlintasan Sebidang Jalan M.T Haryono Dengan Rel Kereta Api Terhadap Karakteristik Lalu Lintas. Tugas akhir diterbitkan. Medan : PPs Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Yanti, Winda Fitri. 2018. Studi Pengaruh Perlintasan Sebidang Jalan Dengan Rel Kereta Api Terhadap Karakteristik Lalu Lintas. Skripsi diterbitkan. Medan : PPs Universitas Medan Area.
- Arsyad, Ahmad. 2017. *Studi Analisis Tundaan, Antrian, Dan Biaya Operasional Kendaraan Akibat Perlintasan Sebidang Jalan Dengan Rel Kereta Api Pada Ruas Jalan Malang – Surabaya KM.10*. Skripsi diterbitkan. Malang : PPs Institut Teknologi Nasional Malang.
- Bina Marga, Direktorat Jenderal. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. PT. Bina Karya, Jakarta.
- Putra, Mahardika Irianda. 2017. *Perencanaan Model Hubungan Penutupan Perlintasan Sebidang Dengan Panjang Antrian Kendaraan di Jalan Raya Jemur Sari Surabaya*. Tugas akhir diterbitkan, Surabaya : PPs Institut Teknologi Surabaya.
- Solimin, dkk. 2006. *Pengaruh Penutupan Pintu Kereta Api Terhadap Panjang Antrian Dan Tundaan Kendaraan : Aplikasi Teori Gelombang Kejut Pada Ruas Jalan Mojo Baciro Yogyakarta*. Tugas Akhir diterbitkan Yogyakarta : PPs Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Tamin, Ofyar Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Edisi kedua. ITB. Bandung.
- Anonim. Undang – Undang no, 23 Tahun 2007 pasal 124 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Kereta Api.
- Direktur Jenderal Perhubungan Darat. 2005. *Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Darat nomor : SK.770/KA.401/DRJD/2005*. Jakarta
- Kementerian Perhubungan. 2011. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : PM 36 Tahun 2011. Jakarta.
- Kementerian Perhubungan 2018. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : PM 94 Tahun 2018. Jakarta.
- Khisty, C. Jotin, Lall, B. Kent. 2005. *Dasar – Dasar Rekayasa Transportasi*. Edisi ketiga. Erlangga. Jakarta.
- Utami, Adita, Widyastuti, Hera. 2019. “Model Panjang Antrian Kendaraan pada Perlintasan Sebidang Tanpa

Palang Pintu (Studi Kasus : Perlintasan Sebidang Jl. Gayung Kebonsari Surabaya)". *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*. Vol. 17 (1) : hal 1-8.



UNESA

Universitas Negeri Surabaya