

ANALISIS ALGORITMA DAN KARAKTERISTIK KECEPATAN KENDARAAN DI RUAS JALAN ARTERI KOTA SURABAYA

Afifah Ajeng¹, Vicky Agustin², Hendrata Wibisana³

^{1,2} Alumni Teknik Sipil, UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya

³ Program Studi Teknik Sipil, UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya
Email: hendrata2008@gmail.com

ABSTRAK

Kecepatan kendaraan merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mendeteksi karakteristik lalu lintas di suatu ruas jalan. Kecepatan kendaraan merupakan variable yang menentukan tingkat pelayanan jalan sekaligus nilai perbandingan antara arus lalu lintas dan kerapatan kendaraan pada ruas jalan yang diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun algoritma yang sesuai yang dapat menggambarkan situasi di ruas jalan arteri Ir.H. Soekarno tentang kecepatan kendaraan yang melintas di dalamnya. Metode yang digunakan adalah regresi polynomial dengan kecepatan kendaraan sebagai variable tak bebas dan waktu pengukuran sebagai variable bebas. Model dikatakan baik dan dapat mewakili dengan melihat nilai korelasi R2 yang ada pada masing-masing model yang dihitung. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah hubungan antara kecepatan kendaraan terhadap waktu pengukuran memiliki hasil yang terbaik pada model polynomial derajat 6 untuk pengukuran di pagi hari dan juga sore hari dengan model polynomial yang berderajat sama. Hal ini menunjukkan bahwa grafik dari kecepatan terhadap waktu tidak bersifat linier melainkan merupakan fungsi polynomial. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ruas jalan Ir.H. Soekarno memiliki karakteristik kecepatan kendaraan yang bervariasi dan algoritma model matematis yang sesuai adalah model polynomial derajat 6 dengan nilai korelasi R2 sebesar 0,88.

Kata kunci: Algoritma, Analisis model matematis, Kecepatan kendaraan, Karakteristik jalan

ABSTRACT

Vehicle speed is one of the parameters used to detect the characteristics of traffic on a road segment. Vehicle speed is a variable that determines the level of road service as well as the value of the comparison between traffic flow and vehicle density on the road section under study. This study aims to develop an appropriate algorithm that can describe the situation on the arterial road Ir. H. Soekarno about the speed of vehicles passing in it. The method used in this study is polynomial regression with vehicle speed as a dependent variable and the measurement time as a independent variable. The model is said to be good and can be represented by looking at the correlation value R2 that is in each calculated model. The results obtained from this study are that the relationship between vehicle speed and measurement time has the best results on the polynomial model level 6 for measurements in the morning and evening with the same polynomial model. This shows that the graph of the velocity of time is not linear but is a polynomial function. From this research, it can be concluded that the Ir.H. Soekarno road section has varied vehicle speed characteristics and the appropriate mathematical model algorithm is the 6th polynomial model with R2 correlation value of 0.88

Keywords: Algorithm, Mathematical models analysis, Speed of vehicles, Road characteristic.

1. PENDAHULUAN

Kecepatan kendaraan merupakan salah satu parameter yang menentukan dari kepadatan disuatu ruas jalan disamping volume lalu lintas, baik itu yang terdapat pada ruas jalan arteri maupun jalan kolektor. Bilamana suatu ruas jalan terdapat kendaraan dengan kecepatan yang rendah dibawah 30 km/jam, maka dapat dipastikan pada ruas jalan tersebut memiliki volume

kendaraan yang tinggi, hal ini dikarenakan variable kecepatan kendaraan dan volume lalu lintas saling berbanding terbalik, sehingga apabila volume lalu lintas kecil maka kendaraan dapat melaju dengan baik dan kecepatannya akan meningkat.

Dalam mempelajari karakteristik dari suatu ruas jalan arteri yang ramai maka kecepatan kendaraan memainkan peranan yang penting, dan telah banyak penelitian yang dilakukan dengan melibatkan factor kecepatan kendaraan(Daganzo, Laval, & Munoz, 2002; Mekky, 2004; Quarterly, 2009). Banyak faktor yang mempengaruhi kecepatan kendaraan disuatu ruas jalan, salah satunya adalah sifat atau perangai dari seorang pengemudi kendaraan. Seorang pengemudi saat menjalankan kendaraan dipengaruhi oleh banyak faktor sehingga kecepatan kendaraan juga akan berakibat mengalami fluktuasi peningkatan atau penurunan kecepatan di jalan raya(Huang & Abdel-Aty, 2010; Rhee, Kim, Lee, & Ulfarsson, 2016; Siddiqui, Abdel-Aty, & Choi, 2011).

Kecepatan kendaraan menarik untuk diteliti karena dari beberapa penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa dengan adanya faktor kecepatan kendaraan mempengaruhi situasi di jalan raya, dan kepadatan jalan akan meningkat atau menurun seiring dengan peningkatan kecepatan kendaraan. Disamping itu banyaknya kecelakaan yang terjadi di jalan raya banyak yang disebabkan oleh banyaknya kendaraan yang melintas dengan kecepatan tinggi sehingga seorang pengendara saat saling berhadapan tidak memiliki waktu yang cukup untuk mengendalikan kendaraannya sehingga terjadi kecelakaan yang banyak merugikan dipandang dari segala aspek(Abel-Aty & Radwan, 2000; Alhasan, Nlenanya, Smadi, & MacKenzie, 2018; Hendrata Wibisana, Utomo, & Wibowo, 2017), baik dari manusianya atau pengendaranya yang menjadi korban, kendaraan yang dikemudikan juga rusak, serta terjadinya perlambatan kendaraan akibat kejadian kecelakaan yang pada akhirnya akan menyebabkan penumpukan kendaraan sehingga volume lalu lintas akan membengkak dan terjadinya kemacetan pada ruas jalan tersebut(Kustarto & Wibisana, 2013; Hendra Wibisana, 2007).

Ruas jalan arteri "*middle east ring road*" H. Soekarno-Hatta atau yang dikenal dengan MERR merupakan ruas jalan arteri yang menghubungkan kawasan Surabaya Utara dengan Surabaya Selatan yang berbatasan dengan kabupaten Sidoarjo. Ruas jalan ini memiliki kepadatan arus lalu lintas yang cukup tinggi terutama pada saat jam sibuk baik di pagi hari maupun saat sore hari, disamping itu ruas jalan ini memiliki dinamisasi pergerakan kendaraan yang sangat bervariasi, dimana sepanjang ruas jalan MERR memiliki peremputan jalan yang menghubungkan kawasan Surabaya Timur dan Pusat Kota.

Dari gambaran tersebut dapat dirumuskan masalah yang dapat dijadikan penelitian dari situasi di ruas jalan Merr, dengan rumusan yang pertama adalah bagaimanakah menyusun model matematis yang dapat menggambarkan karakteristik kecepatan kendaraan di ruas jalan Merr, berapakah nilai korelasi dari model matematis tersebut. Disamping itu apakah ada

perbedaan yang signifikan dari kecepatan kendaraan di jam sibuk pagi hari dan kecepatan kendaraan pada jam sibuk sore.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat algoritma model matematis untuk menemukan model yang paling optimum dari kecepatan kendaraan yang melintas di ruas jalan MERR pada saat jam sibuk pagi hari dan sore hari. Mencari nilai distribusi t untuk menentukan apakah ada perbedaan yang signifikan dari kendaraan yang melintas pada jam sibuk pagi dan jam sibuk sore hari.

2. TEORI PENUNJANG

2.1 Kecepatan Kendaraan

Kecepatan kendaraan merupakan salah satu karakteristik dari suatu pergerakan transportasi di suatu ruas jalan, dengan kecepatan kendaraan merupakan suatu variable yang menentukan karakteristik jalan bersama dengan variable yang lainnya seperti arus lalu lintas dan kepadatan kendaraan. Rumusan karakteristik tersebut dapat dituliskan secara matematis sebagai berikut:

$$v = D * S \quad (1)$$

dengan: v = arus lalu lintas dalam satuan (smp/jam), D adalah kepadatan kendaraan dalam satuan (smp/km) dan S adalah kecepatan kendaraan dalam satuan (km/jam).

Variabel S merupakan perbandingan antara arus lalu lintas dengan kerapatan kendaraan, semakin besar kecepatan kendaraan maka kerapatan semakin kecil atau arus lalu lintas semakin besar.

2.2 Fungsi Linear dan Polinomial

Ada banyak fungsi dalam matematika, dimana masing-masing fungsi tersebut memiliki karakteristik masing-masing. Yang paling sederhana adalah fungsi linier yang banyak digunakan oleh peneliti dalam peramalan suatu fenomena atau suatu kejadian yang hendak dicari solusinya. Model linier tersebut dituliskan pada persamaan 1

$$y = ax + b \quad (2)$$

dengan: y adalah variable tak bebas, x adalah variable bebas, a koefisien variable dan b adalah intersep atau konstanta.

Model yang lainnya adalah model kuadratik, dimana model tersebut diberikan pada persamaan (2) sebagai berikut:

$$y = ax^2 + bx + c \quad (3)$$

dengan: y adalah variable tak bebas, x adalah variable bebas, a , b koefisien variable dan c adalah konstanta.

Model polynomial derajat 3 diberikan pada persamaan (3) sebagai berikut:

$$y = ax^3 + bx^2 + cx + d \quad (3)$$

dengan: y adalah variable tak bebas, x adalah variable bebas, a, b, c koefisien variable dan d adalah konstanta.

Model yang lebih tinggi diperlihatkan pada persamaan (4) dan persamaan (5) yang mewakili model polynomial derajat 4 dan derajat 5.

$$y = ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e \quad (4)$$

dengan: y adalah variable tak bebas, x adalah variable bebas, a, b, c, d koefisien variable dan e adalah konstanta.

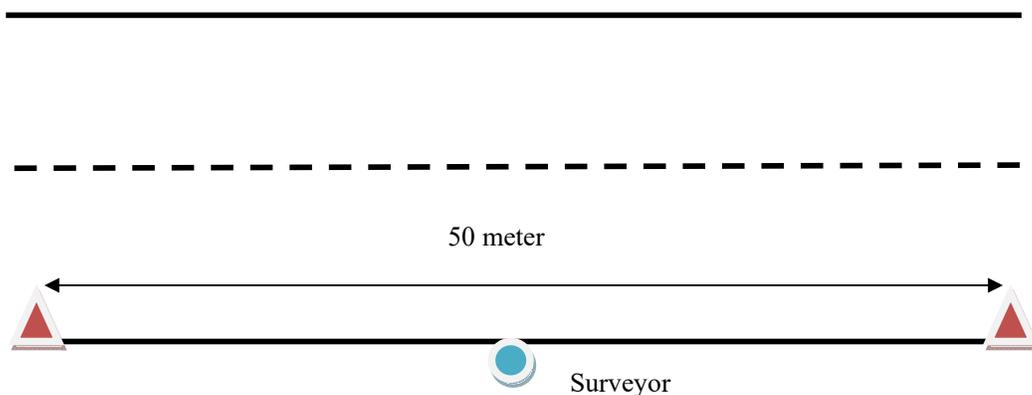
$$y = ax^5 + bx^4 + cx^3 + dx^2 + ex + f \quad (5)$$

dengan: y adalah variable tak bebas, x adalah variable bebas, a, b, c, d, e koefisien variable dan f adalah konstanta.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Pengukuran Kecepatan Kendaraan

Pada penelitian ini kecepatan kendaraan diukur dengan bantuan alat bendera kecil untuk dipasang pada tepi jalan atau bahu jalan batas 50 m agar mata masih dapat melihat pergerakan roda kendaraan bermotor saat melintas bendera yang sudah ditandai tersebut.



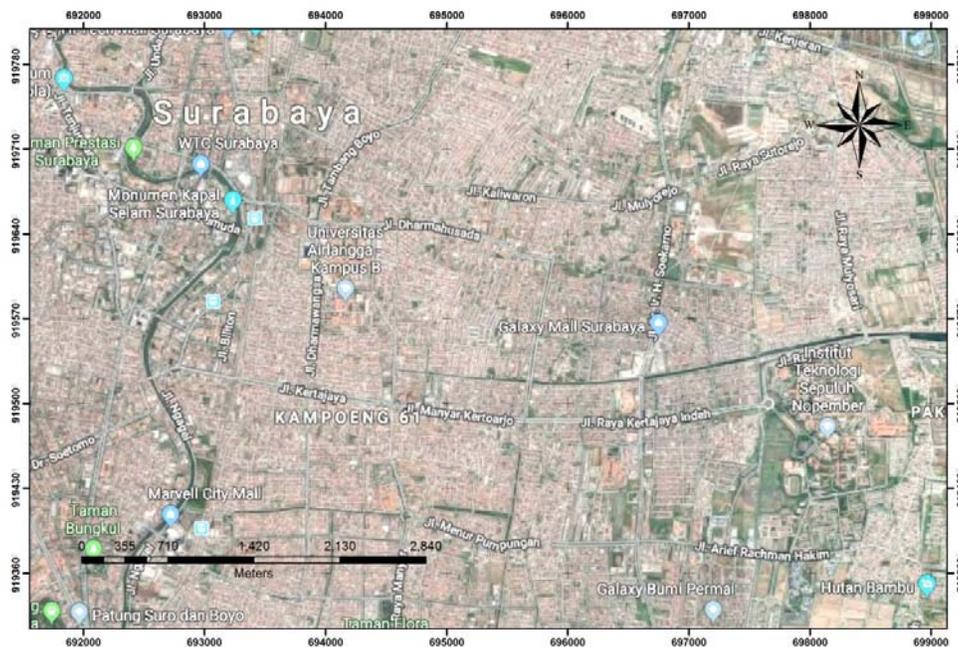
Pengamatan dan pencatatan data dilakukan tiap 10 menit berjalan selama 2 jam dan dari pengamatan tersebut diperoleh 12 data kecepatan kendaraan bermotor roda empat. Penelitian ini dilakukan saat jam sibuk pagi hari yaitu jam 6 pagi hingga jam 8 pagi, jam sibuk sore dilakukan pada saat jam 4 sore hingga jam 6 sore.

3.2 Algoritma Model Matematika

Untuk mendapatkan algoritma model matematis yang paling optimum maka dilakukan serangkaian perhitungan model polynomial dengan cara melakukan pengamatan data lapangan

berupa histogram yang berasal dari data lapangan, dan dari histogram tersebut dapat disimpulkan sementara model mana yang harus dilakukan perhitungan, apakah dapat dimulai dengan model linier ataukah langsung model polynomial. Setelah dilakukan pengamatan untuk menentukan model yang dikerjakan kemudian dilakukan perbandingan dari model yang ada dengan melihat nilai korelasi R^2 mendekati 1 atau diatas 0,5 agar dapat dikatakan algoritma model yang cukup untuk menggambarkan situasi pergerakan kendaraan pada ruas jalan yang diteliti.

3.3 Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi penelitian.

4. HASIL DAN DISKUSI

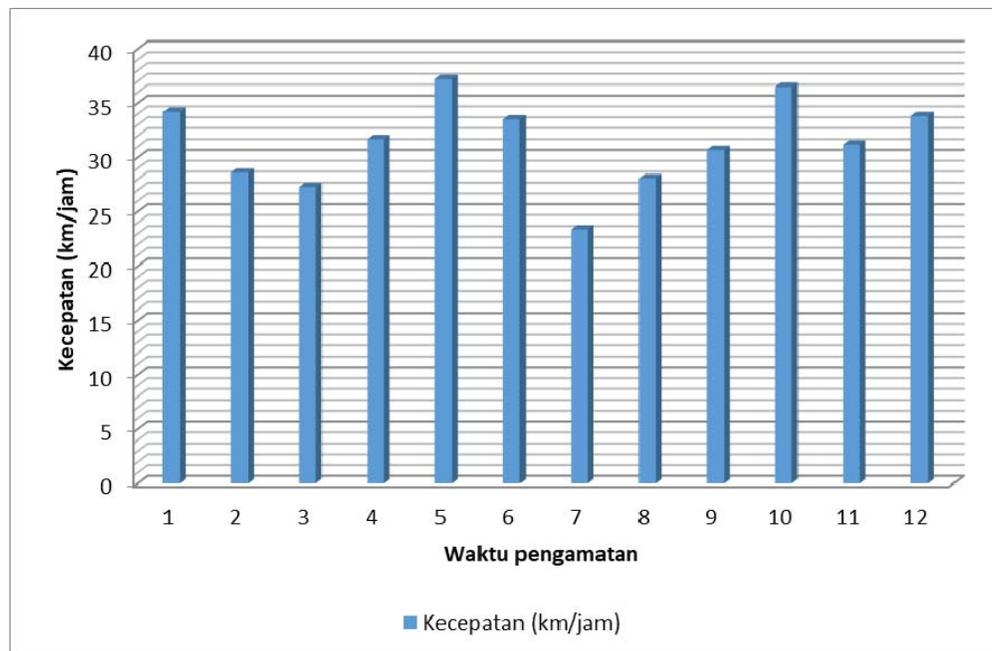
4.1 Analisis Algoritma Model Kecepatan Kendaraan Pagi Hari

Dari hasil pengukuran di lapangan diperoleh data kecepatan kendaraan yang diukur selama 2 jam pengamatan, dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data kecepatan kendaraan jam sibuk pagi hari di ruas jalan Ir. H. Soekarno

Waktu Pengamatan	Kecepatan (km/jam)
1	34.2
2	28.6
3	27.3
4	31.7
5	37.2
6	33.5
7	23.4
8	28.1
9	30.7
10	36.5
11	31.2
12	33.8

Data pada Tabel 1 dibuat dalam bentuk histogram untuk melihat pola dari data lapangan yang ada, bagaimanakah bentuk grafik yang ditampilkan saat pengukuran selama 2 jam di lapangan dan hasilnya diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram pengukuran kecepatan kendaraan jam sibuk pagi di ruas jalan Ir. H. Soekarno

Pergerakan dari data menurut waktu pengukuran ternyata tidaklah bersifat linier ataupun kuadratik, sehingga untuk tahap selanjutnya proses analisis data kecepatan dimulai dengan menggunakan polinomial derajat 3 dan hasilnya akan dilihat berapakah nilai koefisien korelasi R^2 dan juga nilai distribusi F yang dihasilkan apabila dibandingkan dengan nilai Tabel F pada data statistik. Dan untuk keperluan analisis data dengan polinomial derajat 3 dengan metode regresi polinomial diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel regresi polinomial derajat 3 untuk kecepatan kendaraan pada jam sibuk pagi

t	t^2	t^3	Kecepatan (km/jam)
1	1	1	34.2
2	4	8	28.6
3	9	27	27.3
4	16	64	31.7
5	25	125	37.2
6	36	216	33.5
7	49	343	23.4
8	64	512	28.1
9	81	729	30.7
10	100	1000	36.5
11	121	1331	31.2
12	144	1728	33.8

Dari data pada Tabel 2 untuk polinomial derajat 3 setelah diolah diperoleh hasil dengan koefisien R^2 sebesar 0,078 dan standard error sebesar 4,526, hal ini berarti hanya sekitar 7,8% saja dari data yang ada dapat mewakili model regresi yang sudah dihitung sehingga model dapat dikatakan tidak bagus untuk dibuat model polinomial derajat 3. Hal tersebut juga diperjelas dengan Tabel ANOVA seperti yang ditampilkan pada Tabel 3, dimana nilai F hitung hanya sebesar 0,2257 dan nilai F table 0,8759, karena F table lebih besar dari F hitung maka data dikatakan tidak cukup signifikan untuk dijadikan model polinomial derajat 3.

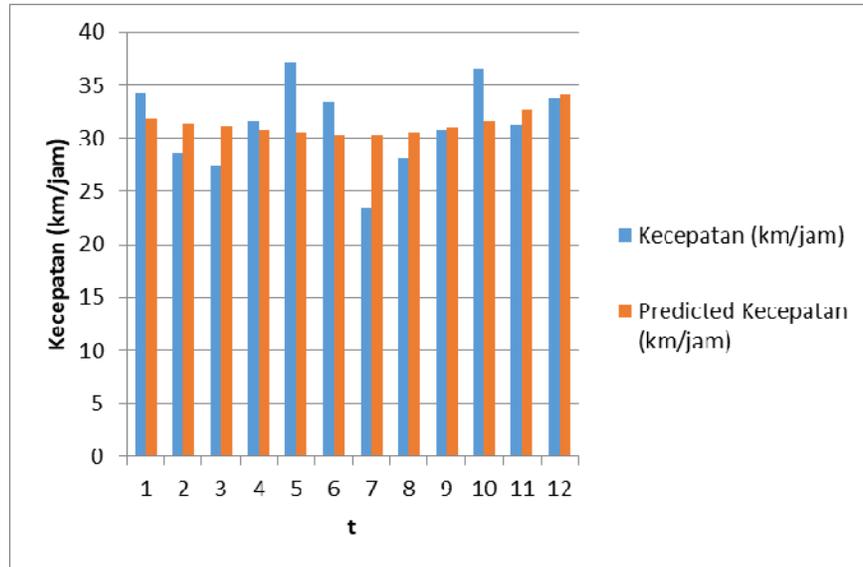
Tabel 3. Anova untuk perhitungan kecepatan kendaraan pada jam sibuk pagi

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	3	13.876	4.625	0.2257	0.8759
Residual	8	163.914	20.489		
Total	11	177.79			

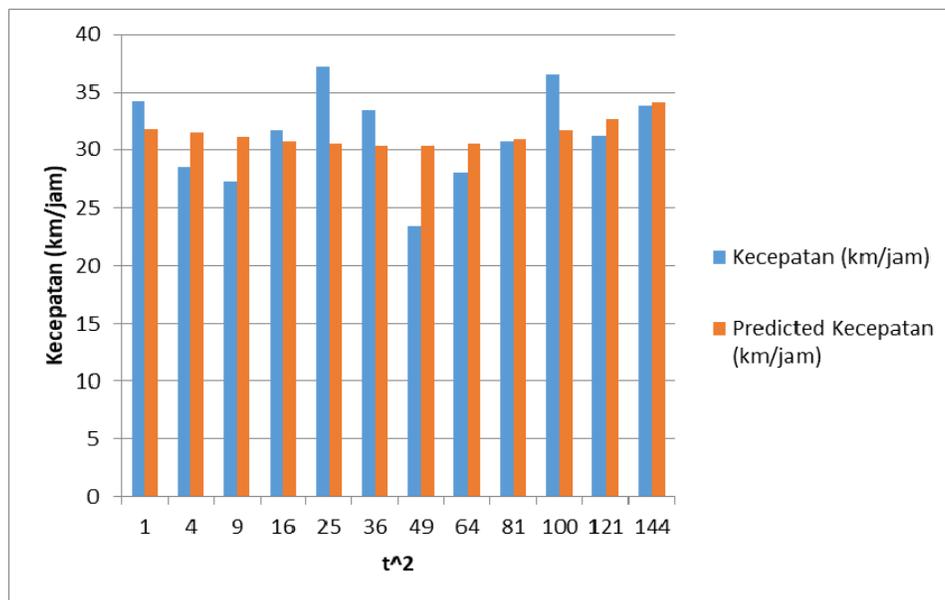
Model polynomial derajat 3 yang dihasilkan adalah:

$$s = 0.007 * t^3 - 0.049 * t^2 - 0.259 * t + 32.129$$

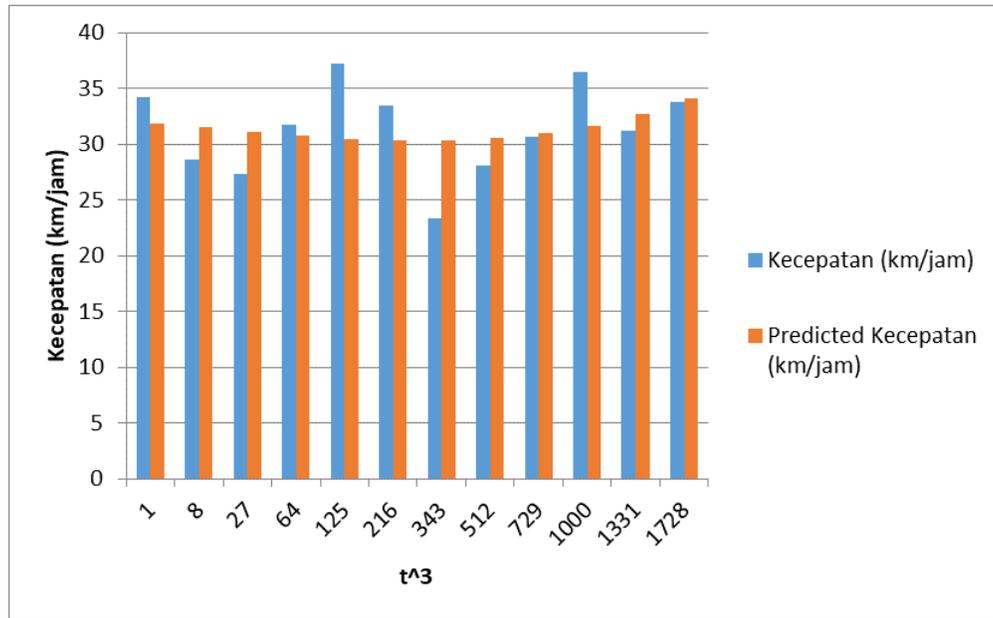
dengan: s = kecepatan kendaraan (km/jam) dan t = waktu



Gambar 3. Grafik regresi kecepatan kendaraan terhadap waktu pengamatan jam sibuk pagi



Gambar 4. Grafik regresi kecepatan kendaraan terhadap waktu pengamatan pangkat 2 pada jam sibuk pagi



Gambar 5. Grafik regresi kecepatan kendaraan terhadap waktu pengamatan pangkat 3 pada jam sibuk pagi

Tabel 4. Resume algoritma model matematis kecepatan kendaraan jam sibuk pagi hari

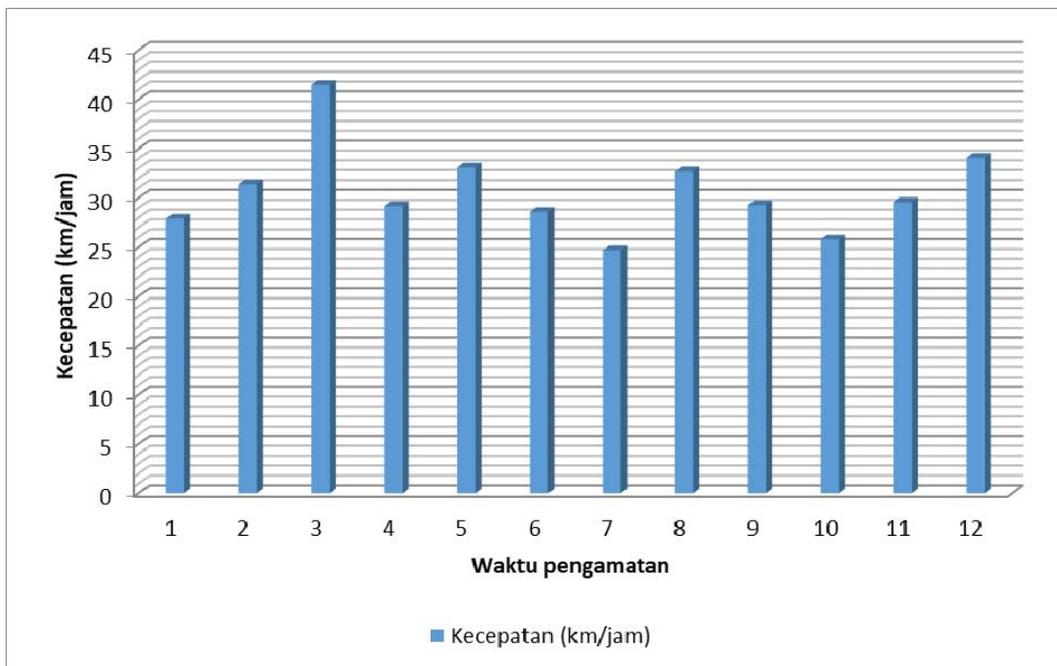
No	Algorithm	Model matematis	R2	Standart Error
1	Polinomial derajat 3	$s = 0.007t^3 - 0.049t^2 - 0.258t + 32.129$	0,078	4,526
2	Polinomial derajat 4	$s = 0.0032t^4 - 0.0778t^3 + 0.68t^2 - 2.57t + 34.165$	0,083	4,824
3	Polinomial derajat 5	$s = -0.0092t^5 + 0.305t^4 - 3.651t^3 + 19.308t^2 - 43.265t + 61.554$	0,427	4,119
4	Polinomial derajat 6	$s = 0.0019t^6 - 0.0834t^5 + 1.423t^4 - 11.839t^3 + 49.2t^2 - 92.827t + 89.051$	0,525	4,109
5	Polinomial derajat 7	$s = 0.0015t^7 - 0.0664t^6 + 1.17t^5 - 10.455t^4 + 49.902t^3 - 123.003t^2 + 138.725t - 22.075$	0,889	2,221

Keterangan: s = kecepatan kendaraan (km/jam); t = waktu pengukuran (menit)

Dari hasil pengukuran di lapangan diperoleh data kecepatan kendaraan pada jam sibuk sore hari yang diukur selama 2 jam pengamatan, dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Data kecepatan kendaraan pada jam sibuk sore di ruas jalan
Ir.H.Soekarno**

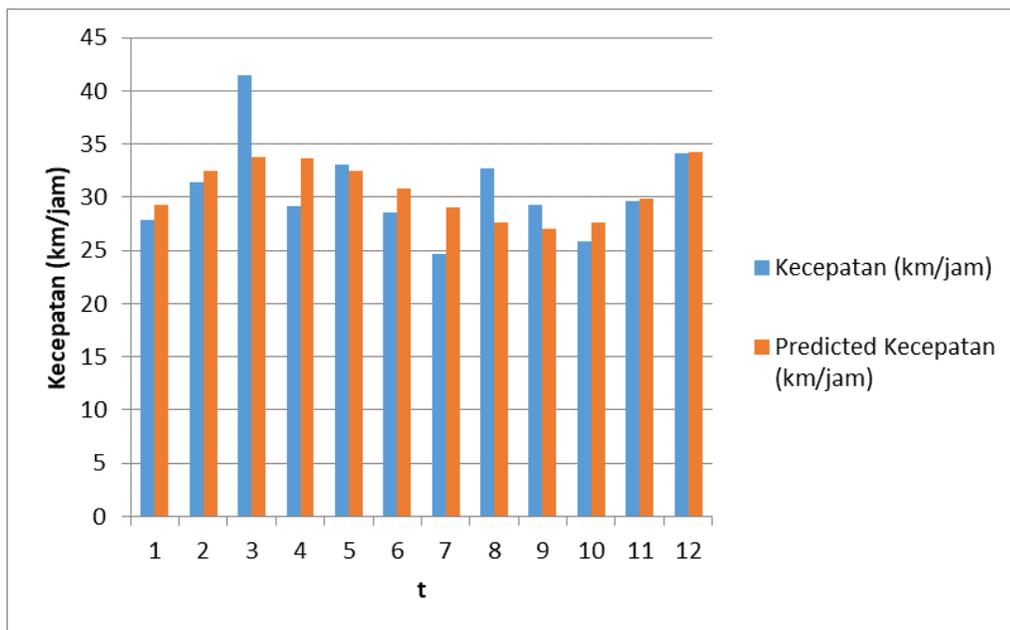
Waktu pengamatan	Kecepatan (km/jam)
1	27.9
2	31.4
3	41.5
4	29.2
5	33.1
6	28.6
7	24.7
8	32.7
9	29.3
10	25.8
11	29.6
12	34.1



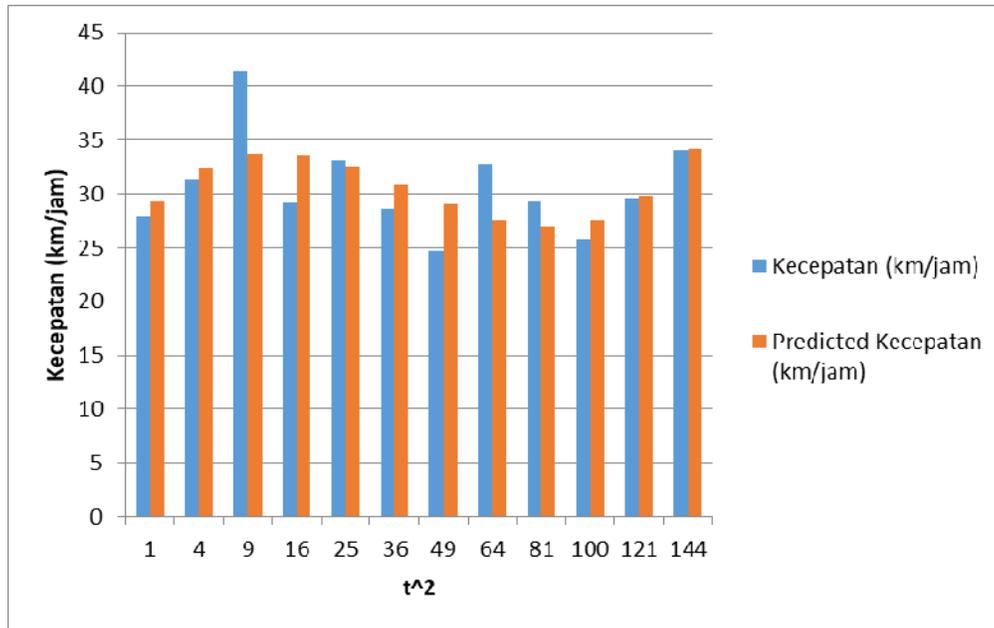
Gambar 6. Histogram pengukuran kecepatan kendaraan jam sibuk sore hari di ruas jalan Ir. H. Soekarno

Tabel 5. Tabel regresi polinomial derajat 3 untuk kecepatan kendaraan pada jam sibuk sore

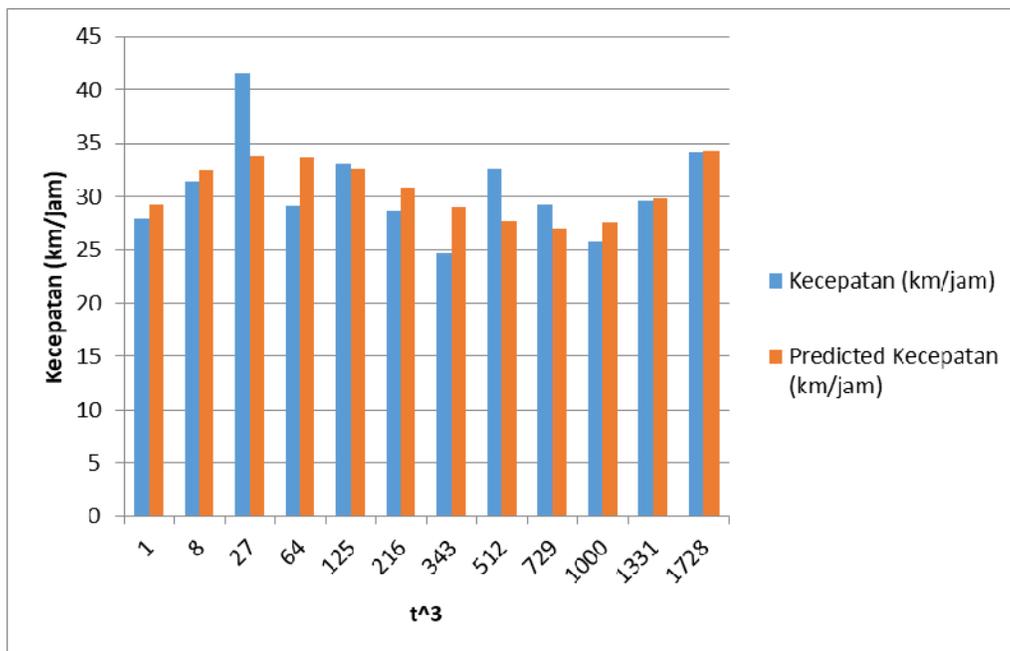
t	t ²	t ³	Kecepatan (km/jam)
1	1	1	27.9
2	4	8	31.4
3	9	27	41.5
4	16	64	29.2
5	25	125	33.1
6	36	216	28.6
7	49	343	24.7
8	64	512	32.7
9	81	729	29.3
10	100	1000	25.8
11	121	1331	29.6
12	144	1728	34.1



Gambar 7. Grafik regresi kecepatan kendaraan terhadap waktu pengamatan fungsi linier pada jam sibuk sore



Gambar 8. Grafik regresi kecepatan kendaraan terhadap waktu pengamatan fungsi kuadrat pada jam sibuk sore



Gambar 9. Grafik regresi kecepatan kendaraan terhadap waktu pengamatan fungsi polynomial 3 pada jam sibuk sore

Tabel 6. Resume algoritma model matematis kecepatan kendaraan jam sibuk sore hari

No	Algorithm	Model matematis	R2	Standart error
1	Polinomial derajat 3	$s = 0.074t^3 - 1.386t^2 + 6.837t + 23.739$	0,346	4,201
2	Polinomial derajat 4	$s = -0.01t^4 + 0.358t^3 - 3.83t^2 + 14.6t + 16.912$	0,399	4,307
3	Polinomial derajat 5	$s = 0.0051t^5 - 0.177t^4 + 2.33t^3 - 14.113t^2 + 37.058t + 1.795$	0,485	4,306
4	Polinomial derajat 6	$s = 0.0013t^6 - 0.0455t^5 + 0.587t^4 - 3.27t^3 + 6.335t^2 + 3.15t + 20.6$	0,523	4,541
5	Polinomial derajat 7	$s = -0.00078t^7 + 0.037t^6 - 0.701t^5 + 6.8t^4 - 35.58t^3 + 96.45t^2 - 118.021t + 78.76$	0,604	4,620

5. KESIMPULAN

Algoritma model matematis untuk kecepatan kendaraan jam sibuk pagi hari diperoleh model polynomial derajat 7 dengan nilai korelasi R2 sebesar 0,889 dan *standard error* sebesar 2,221, sedangkan untuk model matematis kecepatan kendaraan pengukuran sore hari diperoleh model polynomial derajat 7 dengan nilai korelasi R2 sebesar 0,604 dan *standard error* 4,620.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdel-Aty, M. A., & Radwan, A. E. (2000). Modeling traffic accident occurrence and involvement. *Accident Analysis and Prevention*. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(99\)00094-9](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(99)00094-9)
2. Alhasan, A., Nlenanya, I., Smadi, O., & MacKenzie, C. (2018). Impact of Pavement Surface Condition on Roadway Departure Crash Risk in Iowa. *Infrastructures*, 3(2), 14. <https://doi.org/10.3390/infrastructures3020014>
3. Daganzo, C. F., Laval, J., & Munoz, J. C. (2002). Some Ideas for Freeway Congestion Mitigation With Advanced Technologies. *Traffic Engineering & Control*.
4. Huang, H., & Abdel-Aty, M. (2010). Multilevel data and Bayesian analysis in traffic safety. *Accident Analysis and Prevention*. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.03.013>

5. Kustarto, H., & Wibisana, H. (2013). Studi Pendahuluan Pemodelan Arus Lalu Lintas Di Ruas Jalan Rungkut Asri Kota Madya Surabaya Dengan Metode Underwood. *Kern: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(2). Retrieved from <http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/kern/article/view/1373>
6. Mekky, A. (2004). Measuring congestion in the Greater Toronto area. *Traffic Engineering and Control*.
7. Quarterly, A. I. (2009). Results of four vehicle-to-vehicle side crash tests. *Accident Investigation Quarterly*.
8. Rhee, K.-A., Kim, J.-K., Lee, Y.-I., & Ulfarsson, G. F. (2016). Spatial regression analysis of traffic crashes in Seoul. *Accident Analysis and Prevention*, 91, 190–199. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.02.023>
9. Siddiqui, C., Abdel-Aty, M., & Choi, K. (2011). Macroscopic spatial analysis of pedestrian and bicycle crashes. *Accident Analysis and Prevention*, 45, 382–391. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.08.003>
10. Wibisana, Hendra. (2007). Studi Hubungan Arus Lalu Lintas di Ruas Jalan Rungkut Asri Kota Madya Surabaya Dengan Metode Underwood. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 103–112.
Retrieved from <https://journal.maranatha.edu/index.php/jts/article/view/1282>
11. Wibisana, Hendra. (2007). Studi Hubungan Arus Lalu Lintas di Ruas Jalan Rungkut Asri Kota Madya Surabaya Dengan Metode Underwood. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 103–112.
Retrieved from <https://journal.maranatha.edu/index.php/jts/article/view/1282>
12. Wibisana, Hendrata, Utomo, N., & Wibowo, D. (2017). *Analisis Perlambatan Kecepatan Kendaraan Di Penghujung Traffic Light Perempatan Jalan Dengan Menggunakan Persamaan Differensial Derajat Satu*. 15, 61–66.