

PERAMALAN ARUS LALU LINTAS BERDASARKAN WAKTU TEMPUH DAN CUACA MENGGUNAKAN METODE *TIME SERIES DECOMPOSITION*

Muhammad Hudzaifah¹, Ali Akbar Rismayadi²

¹Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya
e-mail: hudzaifah175@gmail.com

²Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya
e-mail: ali@ars.ac.id

Abstrak

Prediksi lalu lintas telah menjadi tren topik penelitian untuk pengembangan transportasi cerdas. Permasalahan lalu lintas pada setiap negara khususnya negara berkembang permasalahan masyarakat umum yang terjadi yaitu tidak dapat memprediksi kondisi lalu lintas di masa yang akan datang. Kondisi lalu lintas pada waktu tertentu berbeda dengan kondisi lalu lintas pada saat yang berbeda karena kebiasaan masyarakat yang berbeda pada setiap waktunya. Kondisi lalu lintas juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca pada saat itu. Dengan mengolah data arus lalu lintas yang dijadikan faktor untuk menganalisa kondisi lalu lintas. Prediksi lalu lintas yang akurat dan efektif akan memberikan informasi arus lalu lintas sesuai kepada pengguna jalan dan efektif dalam memecahkan kepadatan arus lalu lintas. Pada penelitian ini penulis mengusulkan metode *Time series decomposition* guna melakukan prediksi lalu lintas. Metode *time series decomposition* adalah metode peramalan dengan menggunakan analisa pola hubungan antara variable yang akan diperkirakan dengan variabel waktu. Secara umum *time series* menganalisa 4 pola data yaitu pola trend, seasonal, pola horizontal dan pola siklis. Data yang hitung pada penelitian yaitu data waktu tempuh perjalanan dan kondisi cuaca. Metode prediksi *time series decomposition* diterapkan pada pada aplikasi *mobile* berbasis android agar pengguna dapat mengetahui informasi prediksi melalui *smartphone*. Hasil dari penelitian ini menghasilkan prediksi dengan nilai error RMSE sebesar 3.80%. Hasil tersebut membuktikan bahwa *metode time series decomposition* dapat digunakan untuk membantu prediksi lalu lintas.

Kata Kunci: Prediksi, Lalu Lintas, *Time series Decomposition*, Android

Abstract

Traffic prediction has become a trend of research topics for the development of intelligent transportation. Traffic problems in each country, especially developing countries, are common problems that occur, which cannot predict traffic conditions in the future. Traffic conditions at certain times differ from traffic conditions at different times due to different community habits at all times. Traffic conditions were also affected by weather conditions at that time. By processing traffic flow data which is used as a factor to analyze traffic conditions. Accurate and effective traffic prediction will provide traffic information that is appropriate to road users and effective in solving traffic flow densities. In this study the authors propose a Time series decomposition method to predict traffic. The method of time series decomposition is a forecasting method by using a pattern analysis of the relationship between variables that will be estimated with time variables. In general, time series analyzes 4 data patterns, namely trend, seasonal, horizontal patterns and cyclical patterns. The data calculated in the study are travel time data and weather conditions. The time series decomposition prediction method is applied to an Android-based mobile application so that users can find out predictive information via a smartphone. The results of this study produce predictions with an RMSE error value of 3.80%. These results prove that the time series decomposition method can be used to help predict traffic.

Keywords: Prediction, Traffic, *Time series Decomposition*, Android.

1. Pendahuluan

Peramalan atau *forecasting* merupakan perkiraan mengenai sesuatu yang belum terjadi. Peramalan juga didefinisikan sebagai seni atau ilmu untuk memperkirakan kejadian dimasa depan (Hidayah et al., 2017). Prediksi atau ramalan merupakan kegiatan yang dilakukan oleh peneliti dalam memperkirakan kejadian dimasa yang akan datang dengan menggunakan pendekatan tertentu (Virrayyani & Sutikno, 2016).

Peramalan merupakan salah satu unsur penting dalam mengambil keputusan, sebab efektif atau tidaknya suatu keputusan umumnya tergantung dari beberapa faktor yang tidak dapat kita lihat pada saat keputusan diambil. (Hidayah et al., 2017).

Permasalahan arus lalu lintas di perkotaan merupakan suatu permasalahan yang kompleks, satu permasalahan dapat di selesaikan, akan muncul permasalahan berikutnya, bisa disebabkan oleh, padatnya jumlah penduduk, volume kendaraan, dan tentunya kurangnya sarana jalan yang memadai, oleh karena itu akan berdampak pada waktu tempuh dari setiap perjalanan yang di lewati (Julianto, 2010).

Memprediksi waktu tempuh yang akurat ke suatu tempat, dapat juga di pengaruhi oleh keadaan cuaca serta kondisi lalu lintas dengan tingkat kemacetan yang bervariasi (Mardiati, 2014).

Time series Decomposition atau runtun waktu adalah himpunan observasi data terurut dalam waktu. Metode *time series* adalah metode peramalan dengan menggunakan analisa pola hubungan antara variable yang akan diperkirakan dengan variable waktu (Metisen & Sari, 2015). Secara umum terdapat 4 pola data *time series* yaitu pola trend, pola *seasonal*, pola horizontal dan pola siklus (Aghnaita, 2016).

Pada penelitian sebelumnya metode *time series decomposition* digunakan untuk melakukan simulasi peramalan perkembangan akademik mahasiswa (Ashari, 2012). membuktikan bahwa metode *time series* memberikan prediksi yang cukup akurat.

Penggunaan Android sebagai system operasi yang mendukung dalam penerapan metode ini tidak lain adalah, berdasarkan keberhasilan android sebagai sistem operasi yang populer dan mampu mengerjakan berbagai pekerjaan yang sifatnya kecerdaan buatan (Safaat, 2012).

2. Metode Penelitian

Langkah – Ingkah pengumpulan data sangat penting dalam pembuatan skripsi ini, maka teknik pengumpulan data yang penulis digunakan adalah sebagai berikut :

1. Observasi

Pada teknik ini pengumpulan data dengan cara pengamatan langsung dan melakukan pencatatan terhadap data yang dibutuhkan. Penulis melakukan observasi langsung dengan melakukan perjalanan di beberapa waktu berbeda.

2. Wawancara

Penulis melakukan wawancara kepada masyarakat untuk menganalisa kepadatan lalu lintas pada waktu tertentu.

3. Studi Pustaka

Penulis mengumpulkan data dari sumber buku, jurnal dan referensi lainya dari internet yang berhubungan dengan penelitian agar menghasilkan penelitian yang baik sebagai bahan tambahan dalam aplikasi prediksi lalu lintas.

Waterfall

Metode pengembangan aplikasi yang dibutuhkan penulis dalam penelitian ini adalah metode *Waterfall*. Metode *Waterfall* sering disebut dengan alur hidup klasik. Metode ini dapat menyediakan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut mulai dari analisi, desain, pengkodean, pengujian, dan tahap pendukung.

a. Analisis Kebutuhan.

Proses ini dilakukan secara sungguh-sungguh untuk mengkhususkan kebutuhan perangkat lunak agar bisa dipahami perangkat lunak seperti apa yang dibutuhkan oleh pengguna

b. Desain

Pada tahap ini mentranslasi kebutuhan perangkat lunak mulai dari analisi kebutuhan ke representasi desain agar dapat diimplementasikan menjadi program pada tahap berikutnya.

c. Pembuatan kode program

Pada tahap ini penulis menggunakan metode *Time series* sebagai perhitungan algoritma dan bahasa pemrograman Java.

d. Pengujian

Pada tahap ini pengujian digunakan untuk meminimalisir kesalahan dan dapat memastikan *output* yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan.

Data Mining

Data Mining adalah suatu istilah yang digunakan untuk menentukan pengetahuan yang tersembunyi didalam data base. Data mining merupakan proses semi otomatis yang menggunakan teknik statistik, matematika, kecerdasan buatan dan machine learning untuk mengekstrasi dan mengidentifikasi informasi pengetahuan yang terkait dari berbagai data base besar (Apostolakis, 2010).

Data mining dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan tugas yang dapat dilakukan, yaitu :

1. Deskripsi
Mencari cara menggambarkan pola dan kecenderungan yang terdapat dalam data.
2. Klasifikasi
Dalam klasifikasi, terdapat target variable kategori, sebagai contoh, penggolongan pendapatan dapat dipisahkan dalam tiga kategori, yaitu pendapatan tinggi, pendapatan sedang dan pendapatan rendah.
3. Estimasi
Dalam Estimasi, target variable berbentuk numerik tidak berbentuk kategori. Model dibangun dengan menggunakan record lengkap yang menyediakan nilai dari variable prediksi.
4. Prediksi
Prediksi hampir sama dengan klasifikasi dan estimasi, kecuali bahwa dalam prediksi nilai dari hasil akan ada dimasa mendatang.
5. Pengklusteran
Merupakan pengelompokan record pengamatan atau memperhatikan dan membentuk kelas objek-objek yang memiliki kemiripan satu dengan yang lainnya dan memiliki ketidakmiripan dengan record-record dalam kluster lain.
6. Asosiasi
Dalam data mining asosiasi adalah menentukan atribut yang muncul dalam satu waktu.

Time series

Analisis *Time series* merupakan metode peramalan kuantitatif untuk menentukan pola data masa lampau yang dikumpulkan berdasarkan urutan waktu, yang disebut data *time series*. Suatu data *time series* dapat dilihat sebagai suatu representasi dari realisasi suatu variable random yang biasa mempunyai interval

waktu yang sama dan diamati pada periode tertentu.

Data *time series* ini merupakan suatu deskripsi lampau dan digunakan untuk meramalkan masa depan. Dalam membuat prediksi dengan asumsi bahwa masa depan merupakan fungsi dari masa lalu dengan kata lain apa terjadi di selama kurun waktu tertentu dan menggunakan data masa lalu tersebut untuk melakukan peramalan. Tipe data *time series* menurut berbagai jenis adalah (Ryan & Wijanarto, 2018).

- a. Trend adalah pola data yang terjadi pada saat terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data
- b. Musiman (Seasonal) adalah pola data yang terjadi di perngaruhi oleh faktor musiman.
- c. Pola Siklis adalah pola data yang terjadi jika data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan bisnis.

Metode Decomposition

Metode dekomposisi adalah salah metode peramalan yang didasarkan dengan pada kenyataan bahwa biasanya apa yang terjadi akan berulang atau kembali pada pola yang sama. Artinya yang dulu selalu naik pada waktu yang akan datang akan naik juga yang biasa berkurang akan berkurang juga, yang biasanya fluktuasi akan fluktuasi juga dan yang biasanya tidak teratur maka akan teratur (Fitria et al., 2016).

Perubahan suatu hal itu biasanya mempunyai pola yang kompleks, misalnya ada suatu unsur yang mengalami kenaikan, berfluktuasi, dan tidak teratur. Untuk melakukan analisis dan meramalkan umumnya sangat sulit, sehingga biasanya diadakan dekomposisi (pemecahan) kedalam 3 komponen, yakni: trend, fluktuasi musiman, dan perubahan-perubahan yang bersifat random (Aghnaita, 2016).

Masing masing komponen akan dicari besar nilainya dan digabungkan menjadi nilai taksiran dan ramalan dengan persamaan :

$$X = T \times M \times S \times R \quad (1)$$

Dimana :

X = forecast

T = Trend

M = Fluktuasi musiman,

S = Fluktuasi Siklis
R = Fluktuasi Random.

1. Mencari Nilai *Trend*

Jika m adalah bilangan genap, nilai *trend – cycle component* T_t menggunakan $2m$ -MA (*Moving Average*). Jika m adalah ganjil, nilai *trend – cycle component* T_t menggunakan m -MA. Rumus MA (*Moving Average*) adalah :

$$T_t = \frac{1}{m} \sum_{j=-k}^k y_{t+j} \quad (2)$$

2. Mencari Nilai Musiman (Seasonal)

Untuk memperkirakan komponen musiman untuk setiap musim, cukup rata-rata nilai yang ditentukan untuk musim itu. Misalnya, dengan data bulanan, komponen musiman untuk Maret adalah rata-rata dari semua nilai Maret yang didepresi dalam data.

Nilai-nilai komponen musiman ini kemudian disesuaikan untuk memastikan bahwa mereka menambahkan ke nol. Komponen musiman diperoleh dengan merangkai nilai-nilai bulanan ini, dan kemudian mereplikasi urutan untuk setiap tahun data. Untuk memberikan S_t

3. Mencari Nilai Random (*Remainder*)

Komponen *Remainder* bisa dihitung dengan mengurangi komponen musiman dan *trend*.

RMSE (Root Mean Square Error)

RMSE adalah metode alternatif untuk mengevaluasi teknik peramalan yang digunakan untuk mengukur tingkat akurasi hasil prakiraan suatu model. RMSE merupakan nilai rata-rata dari jumlah kuadrat kesalahan, juga dapat menyatakan ukuran besarnya kesalahan yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan. Nilai RMSE rendah menunjukkan bahwa variasi nilai yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan mendekati variasi nilai obeservasinya.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (a_{0i} - a_{pi})^2}{m}}$$

(3)

Dimana :

a_0 adalah nilai data observasi ke- i
 a_p adalah nilai data prediksi ke- i
 m adalah jumlah data

3. Hasil dan Pembahasan

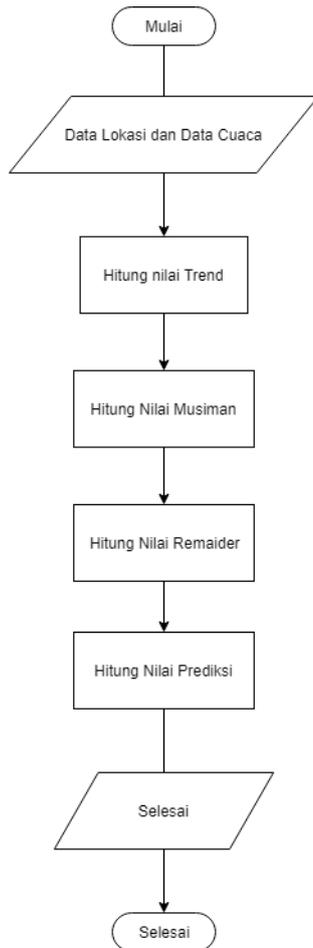
3.1 Data *Time series*

Tabel 1. Data Kondisi Cuaca dan Waktu Tempuh

Jam	Kondisi Cuaca	Waktu tempuh
1:00	Cerah	21 Menit
2:00	Cerah	21 Menit
3:00	Cerah	21 Menit
4:00	Cerah	21 Menit
5:00	Cerah	25 Menit
6:00	Cerah	29 Menit
7:00	Cerah	28 Menit
8:00	Cerah	36 Menit
9:00	Cerah	39 Menit
10:00	Cerah	33 Menit
11:00	Cerah	32 Menit
12:00	Cerah	31 Menit
13:00	Cerah	29 Menit
14:00	Cerah	29 Menit
15:00	Cerah	28 Menit
16:00	Cerah	34 Menit
17:00	Cerah	32 Menit
18:00	Cerah	35 Menit
19:00	Cerah	34 Menit
20:00	Cerah	34 Menit
21:00	Cerah	28 Menit
22:00	Cerah	25 Menit
23:00	Cerah	21 Menit
24:00	Cerah	27 Menit

3.2 Rancangan Algoritma

Berikut flowchart dari rancangan algoritma *Time series* :



Gambar 1. Flowchart *Time series*

1. Menghitung Nilai Trend

$$T_t = \frac{1}{m} \sum_{j=-k}^k y_{t+j}$$

Jika $m = 24$, maka $k = 11$ $j = -12$

$$T_t = \frac{1}{24} (693)$$

$$T_t = \frac{693}{24}$$

$$T_t = 28.875$$

2. Menghitung Nilai Detrend

$$Det = 21 - 28.875$$

$$Det = -7.875$$

3. Menghitung Nilai Seasonal

$$\frac{(7.20) + (-7.24) + (-8.52) + (-6.35) + (-5.52) + (-11.18)}{7}$$

$$= -7.67$$

4. Menghitung Nilai Remainder

$$R_t = y_t - T_t - S_t$$

$$R_t = 21 - 28.875 - (-7.67361)$$

$$R_t = -0.201388889$$

3.3. Data Time series Decomposition

Tabel 2. Data *Time series* Kondisi Cuaca dan Waktu Tempuh

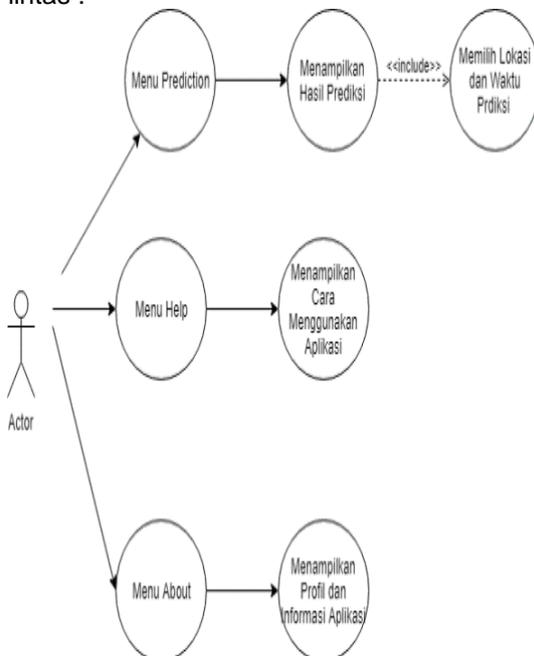
Waktu	Nilai Trend	Nilai DeTrended	Nilai Seasonal	Nilai Remainder
1:00	28.8 7	-7.87	-7.67	-0.20
2:00	28.8 7	-7.87	-8.40	0.53
3:00	28.8 7	-7.87	-8.31	0.44
4:00	28.8 7	-7.87	-7.36	-0.51
5:00	28.8 7	-3.87	-7.18	3.31
6:00	28.8 7	0.12	-1.54	1.67
7:00	28.8 7	-0.87	-1.27	0.40
8:00	28.8 7	7.12	0.17	6.95
9:00	28.8 7	10.12	0.17	9.95
10:00	28.8 7	4.12	2.52	1.60
11:00	28.8 7	3.12	-1.48	4.61
12:00	28.8 7	2.12	1.30	0.81
13:00	28.8 7	0.12	7.628	-7.50
14:00	28.8 9	0.10	5.64	-5.54
15:00	28.9 1	-0.91	4.64	-5.56
16:00	28.9 1	5.08	4.64	0.44
17:00	28.9 1	3.08	6.80	-3.71
18:00	28.9 1	6.08	9.80	-3.72
19:00	28.8 9	5.10	8.64	-3.54

20:00	28.8 9	5.10	6.14	-1.04
21:00	28.8 3	-0.83	-0.99	0.16
22:00	28.6 2	-3.62	-1.77	-1.84
23:00	28.5 4	-7.54	-1.55	-5.98
24:00	28.7 0	-	-8.65	6.94
		1.708		

3.4. Use Case

Use Case diagram digunakan untuk mengenali proses pada sistem . pada Use Case diagram dapat mengetahui bagaimana user melakukan iteraksi pada aplikasi.

Berikut adalah scenario alur kinerja setiap Use Case pada aplikasi prediksi lalu lintas :



Gambar 2. Use Case Aplikasi Prediksi

3.5. Implementasi

prediksi *time series decomposition* diimplementasikan kedalam program berbasis android .

A. Tampilan Utama

Pada menu utama aplikasi akan menampilkan 3 menu yaitu *Prediction*, *Help* dan *About*



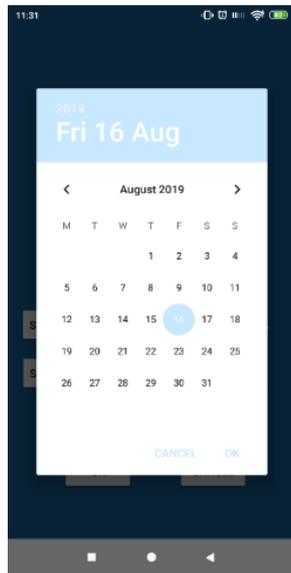
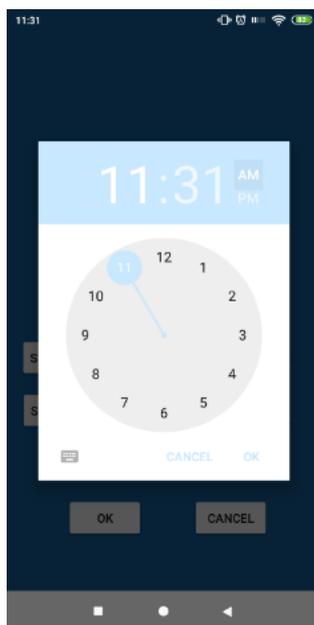
Gambar 3. Menu Utama Aplikasi Prediksi
B. Menu Tampilan Prediksi

Menu prediksi aplikasi adalah menu dimana *user* akan melakukan input waktu dan tujuan untuk melihat prediksi keadaan lalu lintas berdasarkan waktu tempuh

1. *Field input* untuk Prediksi



Gambar 4. Menu *Field* Input Waktu dan Lokasi

2. Tampilan *Select Date*Gambar 5. Tampilan *Select Date*3. Tampilan *Select Time*Gambar 6. Tampilan *Select Time***C. Implementasi Menu Hasil Prediksi**

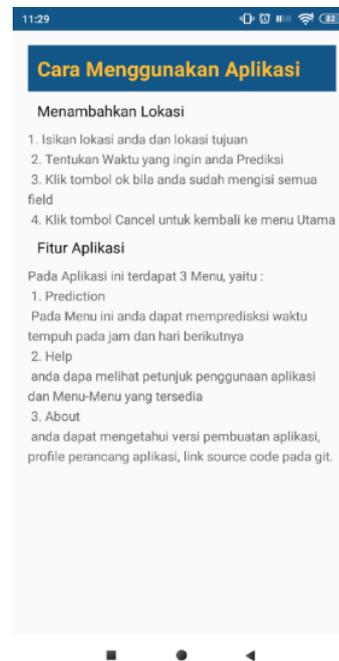
Hasil prediksi akan ditampilkan dalam bentuk waktu tempuh dan cuaca, serta akan ditampilkan pula lokasi dan waktu secara *real time*.



Gambar 7. Tampilan Hasil Prediksi

D. Implementasi Menu Help

Menu ini bertujuan untuk memberikan keterangan kepada *user* mengenai penggunaan aplikasi dan fitur-fitur yang terdapat dalam aplikasi

Gambar 8. Tampilan Menu *Help*

3.6. Hasil

Tabel 3. Hasil Prediksi

Jam	Kondisi Cuaca	Waktu tempuh	Prediksi
1:00	Cerah	21 Menit	21.17
2:00	Cerah	21 Menit	20.45
3:00	Cerah	21 Menit	20.54
4:00	Cerah	21 Menit	21.5
5:00	Cerah	25 Menit	21.68
6:00	Cerah	29 Menit	27.6
7:00	Cerah	28 Menit	29.6
8:00	Cerah	36 Menit	29.06
9:00	Cerah	39 Menit	31.43
10:00	Cerah	33 Menit	27.42
11:00	Cerah	32 Menit	27.42
12:00	Cerah	31 Menit	30.22
13:00	Cerah	29 Menit	35.48
14:00	Cerah	29 Menit	32.88
15:00	Cerah	28 Menit	33.34
16:00	Cerah	34 Menit	34.38
17:00	Cerah	32 Menit	34.04
18:00	Cerah	35 Menit	37.56
19:00	Cerah	34 Menit	36.41
20:00	Cerah	34 Menit	36.41
21:00	Cerah	28 Menit	27.95
22:00	Cerah	25 Menit	26.88
23:00	Cerah	21 Menit	26.29
24:00	Cerah	27 Menit	21.18

3.7. RMSE

Tabel 4. Hasil RMSE

Jam	Kondisi Cuaca	Waktu tempuh	Prediksi	ERROR
1:00	Cerah	21 Menit	21.17	-0.17
2:00	Cerah	21 Menit	20.45	0.55
3:00	Cerah	21 Menit	20.54	0.46
4:00	Cerah	21 Menit	21.5	-0.5
5:00	Cerah	25 Menit	21.68	3.32
6:00	Cerah	29 Menit	27.6	1.4
7:00	Cerah	28 Menit	29.6	-1.6
8:00	Cerah	36 Menit	29.06	6.94
9:00	Cerah	39 Menit	31.43	7.57
10:00	Cerah	33 Menit	27.42	5.58
11:00	Cerah	32 Menit	27.42	4.58
12:00	Cerah	31 Menit	30.22	0.78
13:00	Cerah	29 Menit	35.48	-6.48
14:00	Cerah	29 Menit	32.88	-3.88
15:00	Cerah	28 Menit	33.34	-5.34
16:00	Cerah	34 Menit	34.38	-0.38
17:00	Cerah	32 Menit	34.04	-2.04
18:00	Cerah	35 Menit	37.56	-2.56
19:00	Cerah	34 Menit	36.41	-2.41
20:00	Cerah	34 Menit	36.41	-2.41
21:00	Cerah	28 Menit	27.95	0.05
22:00	Cerah	25 Menit	26.88	-1.88
23:00	Cerah	21 Menit	26.29	-5.29
24:00	Cerah	27 Menit	21.18	5.82
RMS E	3.8076387			

Berdasarkan Tabel di atas dapat dijelaskan bahwa Metode *time series decomposition* yang digunakan dalam

memprediksi lalu lintas berdasarkan waktu tempuh dan cuaca dapat memberikan prediksi yang cukup akurat dengan nilai *RMSE (Root Mean Square Error)* yaitu 3,80% hasil tersebut membuktikan bahwa dapat digunakan dalam memprediksi lalu lintas berdasarkan waktu tempuh dan kendaraan

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Metode *Time series* dengan *variable* rata-rata waktu tempuh dan kondisi cuaca yang sesuai dapat memprediksi lalu lintas yang cukup akurat.
2. Aplikasi Metode *Time series Decomposition* berdasarkan waktu tempuh dan kondisi cuaca mampu memberikan prediksi lalu lintas sebesar 3.80% hasil tersebut membuktikan bahwa aplikasi dapat digunakan untuk memprediksi lalu lintas berdasarkan waktu tempuh dan cuaca

Saran

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan data yang digunakan lebih besar dan memiliki jangka waktu yang lebih panjang.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat memasukkan variabel kepadatan lalu lintas agar prediksi lalu lintas lebih akurat
3. Dapat menambahkan menu map agar pengguna dapat mengisikan input lokasi dengan menunjuk lokasi yang akan di tempuh
4. Pengembangan kembali aplikasi dapat memprediksi cuaca selain memprediksi waktu tempuh

Referensi

- Aghnaita, F. K. (2016). *Peramalan Jumlah Penjualan Tiket Kereta Api Di Stasiun Semarang Poncol Tahun 2016 Menggunakan Metode Dekomposisi*. <http://lib.unnes.ac.id/26629/>
- Apostolakis, J. (2009). An introduction to data mining. In *Data Mining in Crystallography* (pp. 1-35). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Ashari. (2012). Penerapan Metode Times Series Dalam Simulasi Forecasting Perkembangan Akademik Mahasiswa. *Stmikakba*, 2(1), 9–16.
- Fitria, J. D., Karohmah, N., & Sunarmi. (2016). Peramalan Jumlah Pasien DBD Di RSUD Dr. Soeselo Slawi Dengan Metode Dekomposisi Dan Triple Exponential Smoothing Winter's. In *Seminar Nasional Pendidikan, Sains dan Teknologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Muhammadiyah Semarang* (pp. 145–152).
- Hidayah, N., Purnamasari, I., & Hayati, M. N. (2017). Penerapan metode fuzzy *time series* using percentage change. *Jurnal Eksponensial*, 7(2), 187–192. <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/exponensial/article/view/67>
- Julianto, E. N. (2010). Hubungan Antara Kecepatan, Volume Dan Kepadatan Lalu Lintas Ruas Jalan Siliwangi Semarang. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 12(2), 151–160. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v12i2.1348>
- Mardiati, R. (2014). Studi Tentang Pemodelan Arus Lalu Lintas. *Jurusan Teknik Elektro*, VIII(2), 177–198.
- Metisen, B. M., & Sari, H. L. (2015). Analisis clustering menggunakan metode K-Means dalam pengelompokan penjualan produk pada Swalayan Fadhila. *Jurnal Media Infotama*, 11(2), 110–118.
- Ryan, F., & Wijanarto, W. (2018). Analisis Dan Implementasi Model Peramalan Berbasis Algoritma Moving Average Untuk Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dolar. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 9(1), 381–394. <https://doi.org/10.24176/simet.v9i1.1997>
- Safaat, N. (2012). Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android. In *Android* (Cetakan Pe). Informatika Bandung.
- Virrayyani, A., & Sutikno, S. (2016). Prediksi Penjualan Barang Menggunakan Metode Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS). *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 2(2), 57. <https://doi.org/10.23917/khif.v2i2.2554>