

SISTEM PERAMALAN VOLUME KENDARAAN DI JALAN TOL MENGUNAKAN METODE *DOUBLE MOVING AVERAGE* DAN *DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING* (STUDI KASUS DI JASAMARGA PANDAAN TOL)

Mesach Habel Wiyono Pranataningtyas, Yosep Agus Pranoto, Deddy Rudhistiar
Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
1918045@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Forecasting atau peramalan telah dijadikan salah satu pertimbangan, khususnya dalam bidang bisnis dan ekonomi. Hal ini dilakukan agar kerugian perusahaan dapat diminimalisir dan keuntungan perusahaan dapat dimaksimalkan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu sistem yang dapat mempermudah dalam mendapatkan hasil peramalan yang akurat. Namun dalam kasus nyata pengadaan konsultan IT membutuhkan biaya yang cukup mahal. Sehingga penelitian memberikan solusi untuk merancang sebuah sistem peramalan volume kendaraan di jalan tol berbasis *website* yang dilakukan di PT. Jasamarga Pandaan Tol. Sistem ini diharapkan mampu memudahkan tim *Traffic Collection* dalam memproyeksikan volume kendaraan di jalan tol dimasa mendatang.

Metode yang dipakai dalam peramalan volume kendaraan ini adalah metode *Double Moving Average* dan *Double Exponential Smoothing*. Metode *Double Moving Average* merupakan salah satu metode *time series* yang hasil dari metode ini dipengaruhi oleh orde atau periode waktu. Metode *Exponential Smoothing* (Penghalusan Eksponensial) merupakan salah satu metode *time series* yang hasil dari metode ini dipengaruhi oleh parameter alpha. Hasil dari kedua metode ini akan dibandingkan berdasarkan keakurasian datanya sehingga user memudahkan untuk melihat hasil peramalan volume kendaraan dimasa mendatang.

Mean Absolut Percentage Error (MAPE) adalah persentase kesalahan rata-rata secara mutlak.(absolut). Pengertian *Mean Absolut Percentage Error* adalah Pengukuran statistik tentang akurasi perkiraan (prediksi) pada metode peramalan. Hasil akurasi dari penerapan metode *Double Moving Average* memberikan nilai rata-rata MAPE sebesar 30.124% dan metode *Double Exponential Smoothing* memberikan nilai rata-rata MAPE sebesar 5.368%.

Kata kunci : *Double Exponential Smoothing, Double Moving Average, Forecasting, Jalan tol, Peramalan.*

1. PENDAHULUAN

Jawa Timur merupakan provinsi yang cukup padat. Berdasarkan data dari detik.com (06/12/20) Jawa Timur mempunyai jumlah penduduk sebesar 40.963.227 jiwa, dimana provinsi Jawa Timur mempunyai jumlah penduduk terbanyak kedua setelah Jawa Barat. Hal ini berpengaruh terhadap kepadatan arus lalu lintas [1]. Kepadatan ini disebabkan oleh laju pertumbuhan fasilitas jalan tidak sebanding dengan laju pertumbuhan jumlah kendaraan yang berujung pada kemacetan.

Kemacetan seperti ini harus segera diatasi menggunakan sistem yang sesuai agar dapat memperlancar aktivitas masyarakat dan juga dapat mendukung kelancaran mobilitas dengan daerah lain. Penelitian dengan studi lapangan yang panjang dan melibat variabel jalan relatif tidak efisien karena mengandalkan pengamatan manusia yang memiliki keterbatasan studi observasi dan perhitungan [1].

Pengadaan konsultan IT merupakan salah satu penyelesaian pada permasalahan sistem perusahaan yang dapat diatasi melalui identifikasi isu teknis, inisiasi, analisis, hingga implementasi. Namun dalam pengadaan konsultan IT membutuhkan biaya yang cukup mahal. Oleh karena itu, pada sistem peramalan volume kendaraan yang saya rancang diharapkan dapat memberikan kemudahan kepada pihak *Traffic Collection* dalam menentukan proyeksi volume

kendaraan yang melintas di ruas Gempol – Pandaan. Hasil dari proyeksi volume kendaraan yang telah didapatkan akan membantu pihak *Finance* dalam penentuan pendapatan perusahaan pada bulan mendatang.

Metode yang sesuai untuk meramalkan kepadatan jalan didalam penelitian ini yaitu dengan peramalan [2]. Peramalan yang dibuat biasanya didasarkan pada data history yang di analisis dengan metode tertentu. Dengan menggunakan data *time series* untuk di prediksi memiliki sifat trend dan juga musiman [3], maka pada dalam penelitian ini digunakan metode *Double Exponential Smoothing* dan metode *Double Moving Average*. Perbandingan akan dilihat dari nilai *Mean Absolut Percentage Error* (MAPE) serta hasil peramalan dari jumlah volume kendaraan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian yang berjudul “Perbandingan Metode *Exponential Smoothing* Dan *Moving Average* Dalam Peramalan Retribusi Pengujian Kendaraan Bermotor di Dinas Perhubungan Kota Blitar” pada tahun 2022, penelitian melakukan perbandingan 2 metode terhadap suatu data yang sama, data dianalisis menggunakan metode *exponential smoothing* dan *moving average* serta menghitung kesalahan dalam peramalan menggunakan MAD, MSE dan MAPE, serta menarik kesimpulan. Pada penelitian ini

diperoleh hasil bahwa metode yang sesuai untuk meramalkan jumlah retribusi pengujian kendaraan bermotor Dinas Perhubungan Kota Blitar adalah metode *single exponential smoothing* $\alpha = 0,3$ dengan peramalan jumlah retribusi pengujian kendaraan bermotor pada bulan September 2020 sebesar Rp. 49.995.278. [4].

Pada tahun 2022 penelitian yang berjudul “Aplikasi Sistem Peramalan Ketersediaan Stok Barang di Toko Mebel Abadi Jaya Menggunakan Metode *Single Moving Average* Dan *Exponential Smoothing*” metode yang dipakai pada penelitian ini didasarkan pada tingkat kesalahan dengan menggunakan akurasi MAD, MSE, dan MAPE dengan hasil metode *Moving Average* digunakan karena memiliki tingkat kesalahan yang rendah jika dibandingkan dengan menggunakan metode *Exponential Smoothing*. Proses perbandingan mendapatkan hasil terkecil dengan menggunakan metode *exponential smoothing alpha* 0,5 dengan hasil yaitu 17,06% (kategori baik) [5].

2.1 Peramalan (Forecasting)

Peramalan (*Forecasting*) merupakan seni dan ilmu yang meramalkan peristiwa masa depan. Peramalan ini membutuhkan pengambilan data historis dan meramalkan ke masa depan. Peramalan yang dibuat biasanya didasarkan pada data masa lampau yang di analisis dengan menggunakan metode tertentu [18]. Dengan adanya peramalan ini maka dapat diketahui berapakah pertumbuhan volume kendaraan yang akan melintasi jalan tol pada masa mendatang.

2.2 Golongan Kendaraan

Diambil dari Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 370/KPTS/M/2007 dijelaskan bahwa golongan kendaraan dibagi menjadi 6 golongan [6]. Daftar golongan jenis kendaran antara lain:

1. Golongan 1 yaitu Jeep, Pick Up, Sedan, Truk Kecil, dan Bus
2. Golongan 2 yaitu Truck dengan dua (2)
3. Golongan 3 yaitu Truck dengan tiga (3)
4. Golongan 4 yaitu Truck dengan empat (4)
5. Golongan 5 yaitu Truck dengan lima (5)
6. Golongan 6 yaitu Kendaraan roda dua (2)

2.3 Website

Situs web adalah kumpulan halaman yang digunakan untuk menyediakan teks, animasi, suara, gambar atau kombinasinya, baik statis maupun dinamis, membentuk satu kesatuan yang koheren. [20]. Diera sekarang *website* tidak hanya sebatas wadah bertukar informasi tapi juga memiliki manfaat yang sangat luas. Saat ini *website* telah menjadi alat komunikasi yang cukup penting, karena kita dapat saling terhubung tanpa adanya batasan ruang dan waktu.

2.4 Database MySQL

Database atau basis data merupakan kumpulan file data yang saling terhubung dan terorganisasi demikian rupa sehingga data tersebut bisa diakses dengan cepat, mudah, dan diproses jadi sebuah informasi yang bermanfaat [14]. MySQL adalah suatu Database Management System (DBMS) yang menggunakan perintah Structured Query Language (SQL) dan banyak digunakan untuk membangun aplikasi dan *website*.

2.5 Metode Double Moving Average

Rata-rata pergerakan ganda adalah rata-rata pergerakan yang mengambil data dari rata-rata pergerakan tunggal selama periode waktu tertentu dan dapat membuat penyesuaian pada rata-rata pergerakan sederhana dan rata-rata pergerakan ganda dan membuat perubahan pada nilai tren.

Persamaan dalam metode *Double Moving Average* :

1. Menghitung single moving average
$$S' = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-k-1}}{k} \quad [1]$$
2. Menghitung *Double Moving Average*
$$S'' = \frac{S_t + S_{t-1} + S_{t-2} + \dots + S_{t-k-1}}{k} \quad [2]$$
3. Menghitung nilai konstanta
$$a_t = 2S'_t - S''_t \quad [3]$$
4. Menghitung koefisien trend
$$b_t = \frac{2}{k-1} (S'_t - S''_t) \quad [4]$$
5. Menentukan besar nilai peramalan
$$f_{t+p} = a_t + b_t m \quad [5]$$

Keterangan :

- S'_t = single moving average
- S''_t = *Double Moving Average*
- a_t = konstanta
- b_t = koefisien trend
- f_{t+p} = peramalan
- k = orde waktu

2.6 Metode Double Exponential Smoothing

Pemulusan eksponensial adalah metode deret waktu yang menggunakan bobot data historis untuk membuat prediksi. Berat bervariasi sesuai dengan informasi sebelumnya. Parameter yang digunakan dalam metode ini adalah parameter α yang nilainya antara 0 dan 1.

Persamaan dalam metode *Double Exponential Smoothing* :

1. Menghitung single exponential smoothing
$$S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha)S'_{t-1} \quad [6]$$
2. Menghitung *Double Exponential Smoothing*
$$S''_t = \alpha S'_t + (1-\alpha)S''_{t-1} \quad [7]$$
3. Menghitung nilai konstanta
$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t \quad [8]$$
4. Menghitung koefisien trend
$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t) \quad [9]$$
5. Menentukan besar nilai peramalan.
$$f_{t+p} = a_t + b_t p \quad [10]$$

Keterangan:

- S'_t = single exponential smoothing
- S''_t = Double Exponential Smoothing
- X_t = data demand pada suatu periode
- a_t = konstanta
- b_t = koefisien trend
- f_{t+p} = peramalan
- α = parameter alpha

2.7 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah metode yang dipakai untuk menghitung tingkat akurasi perkiraan atau prediksi. MAPE memberikan informasi tentang tingkat kesalahan ramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya dari rangkaian. Semakin kecil persentase kesalahan MAPE, semakin akurat hasil prediksinya.

Nilai MAPE dapat dicari dengan menggunakan rumus pada persamaan dibawah ini:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|X_t - y_t|}{X_t}}{n} \times 100\% \quad [11]$$

Keterangan :

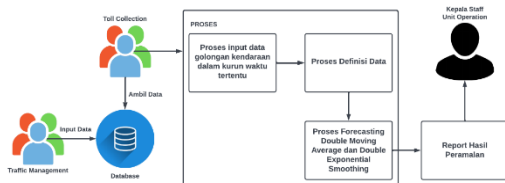
- X_t = Nilai Aktual
- Y_t = Hasil Prediksi
- N = Banyak data yang diuji

2.8 Framework Laravel

Laravel adalah *framework* PHP yang dirilis di bawah lisensi MIT dengan kode sumber yang disediakan oleh Github, seperti *framework* lainnya, Laravel dibangun menggunakan konsep MVC (Model, View, dan Controller), Laravel juga dilengkapi dengan alat baris perintah yang disebut "Artisan", dengan paket mana paket dan instal paket dari command prompt [16].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Blok Diagram Sistem



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Dari gambar blok diagram pada gambar 1, tim Traffic Management akan menginput data ke database yang menyimpan semua data kendaraan. tim Toll Collection akan mengambil data tersebut kemudian melakukan proses proyeksi pada data yang ada.

Proses dimulai ketika tim Toll Collection akan menginputkan data kendaraan berdasarkan golongan kendaraan dalam kurun waktu tertentu. Kemudian data yang telah diinput akan didefinisikan dan diproses kembali dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dan metode *Double Moving Average* sebagai bentuk peramal.

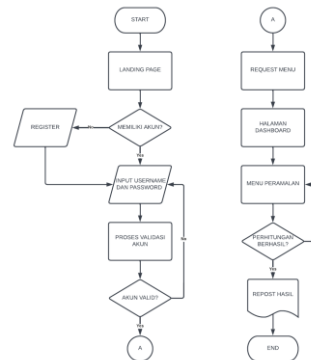
3.2 Struktur Menu



Gambar 2. Struktur Menu

Pada Gambar 2 digambarkan bahwa *website* ini memiliki 4 menu utama yaitu menu beranda yang berisi informasi singkat mengenai *website*, data volume kendaraan yang memiliki fitur CRUD didalamnya, data hasil peramalan untuk melihat hasil dari pengolahan data volume kendaraan dengan metode yang telah ditentukan, dan menu laporan untuk memberikan report yang baik.

3.3 Flowchart Sistem



Gambar 3. Flowchart Sistem

Pada Gambar 3 merupakan diagram untuk mengakses menu yang ada, user diminta untuk memasukkan username dan juga password. Jika tidak sesuai maka user akan dikembalikan ke tampilan login dan jika benar maka user diarahkan pada halaman dashboard.

3.4 Flowchart Metode Moving Average



Gambar 4. Flowchart *Double Moving Average*

Pada Gambar 4 merupakan perhitungan nilai hasil peramalan dan dimulai ketika user menginputkan data yang dipakai sebagai data training. Dalam proses peramalan dengan menggunakan metode *Double Moving Average* user diminta untuk menginputkan nilai orde yang akan digunakan sebagai nilai dalam menghitung nilai rata-rata.

3.5 Flowchart Metode Exponential Smoothing



Gambar 5. Flowchart *Double Exponential Smoothing*
 Gambar 5 menunjukkan penyelesaian prediksi nilai ramalan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*, dimulai dari input pengguna terhadap data yang digunakan sebagai data latih. Pada proses perhitungan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*, user diminta untuk memasukkan nilai parameter α .

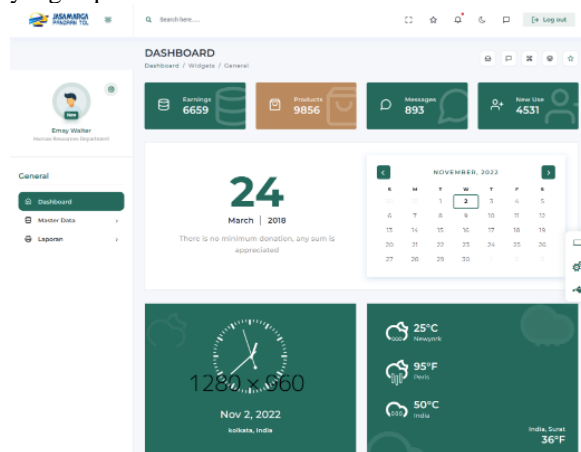
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Antarmuka

Dalam pengimplementasi antarmuka dengan menggunakan framework Laravel yang menerapkan konsep MVC. Pengimplementasi antarmuka memiliki tampilan halaman Landing Page, Login, Dashboard, Data Volume Kendaraan, dan *Forecasting*.

A. Halaman Dashboard

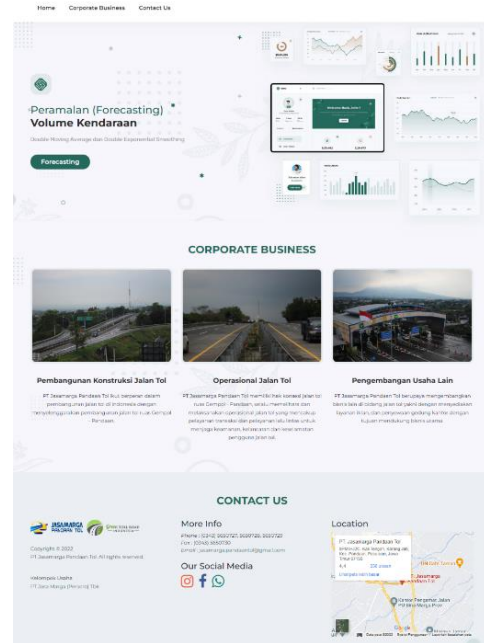
Gambar 6 menunjukkan tampilan untuk halaman Dashboard. Pada dashboard menampilkan nama user yang sedang login dan terdapat tampilan menu volume kendaraan, menu peramalan, dan menu laporan data yang dapat diakses oleh user.



Gambar 6. Desain Tampilan Dashboard

B. Halaman Landing Page

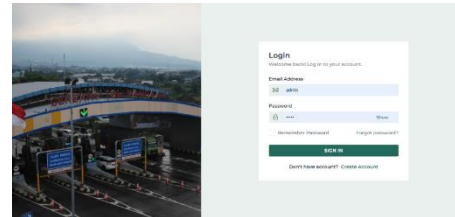
Gambar 7 menunjukkan tampilan untuk halaman Landing page. Landing Page merupakan tampilan pertama kali muncul ketika user mengunjungi *website*.



Gambar 7. Desain Tampilan Landing Page

C. Halaman Login

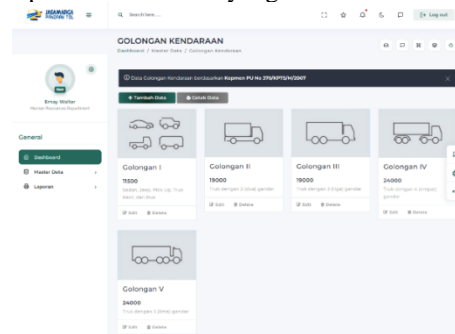
Gambar 8 menunjukkan tampilan pada halaman Login. User diminta untuk memasukkan email dan password dengan benar agar dapat masuk ke halaman dashboard.



Gambar 8. Desain Tampilan Login

D. Halaman Golongan kendaraan

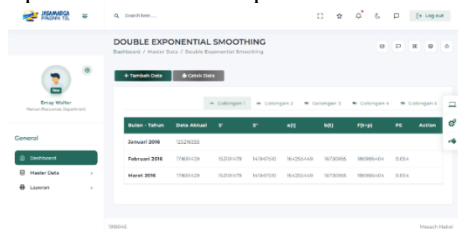
Gambar 9 menunjukkan tampilan untuk halaman golongan kendaraan. Pada halaman ini berfungsi untuk menampilkan semua data yang telah dibuat.



Gambar 9. Desain Tampilan Golongan Kendaraan

E. Halaman Forecasting

Gambar 10 menunjukkan tampilan untuk halaman *Forecasting*. Pada ini berfungsi untuk menampilkan semua variabel permalan.



Gambar 10. Desain Tampilan *Forecasting*

4.2 Perhitungan Double Moving Average

Dalam perhitungan Metode *Double Moving Average* penulis mengambil data pada bulan Januari 2016 sampai September 2022 pada PT. Jasmarga Pandaan Tol. Data yang diambil adalah data volume semua golongan kendaraan pada tahun 2016 sampai 2022.

Tabel 1. Volume Kendaraan

	Gol.1	Gol.2	Gol.3	Gol.4	Gol.5
Jan-16	451493	13050	1899	525	221
Feb-16	419554	14268	2128	534	269
...
Aug-22	1442704	114455	49931	16385	10685
Sep-22	1384271	109407	37762	11279	7464

Pada Tabel 2 merupakan perhitungan volume kendaraan golongan I yang datanya di ambil dari tabel 1, dengan kolom S' merupakan kolom peramalan pertama yang dihitung dengan persamaan 6, S'' merupakan kolom peramalan kedua yang dihitung dengan persamaan 7, at merupakan kolom konstanta yang dihitung dengan persamaan 8, bt merupakan kolom koefisien trend yang dihitung dengan persamaan 9, dan ft+p yang merupakan kolom hasil prediksi yang dihitung dengan persamaan 10.

Tabel 2. Perhitungan Metode Moving Average

Gol I	Aktual	S'	S''	at	bt	ft+p
Jan-16	451493					
Feb-16	419554					
Mar-16	429102					
Apr-16	419846	433383				
May-16	493527	422834				
Jun-16	389432	447492				
Jul-16	570838	434268	434570	433966	-302	433664
Aug-16	444455	484599	434865	534333	49734	584067
...
Sep-22	1384271	1579365	1658384	1500346	-79019	1421327

4.3 Perhitungan Double Exponential Smoothing

Dalam perhitungan Metode *Double Exponential Smoothing* penulis mengambil data pada bulan Januari 2016 sampai September 2022 pada PT. Jasmarga Pandaan Tol. Data yang diambil adalah data volume pada semua golongan kendaraan di tahun 2016 sampai 2022.

Pada Tabel 3 merupakan perhitungan volume kendaraan golongan I yang datanya di ambil dari tabel 1, dengan kolom S' merupakan kolom peramalan pertama yang dihitung dengan persamaan 1, S'' merupakan kolom peramalan kedua yang dihitung dengan persamaan 2, at merupakan kolom konstanta yang dihitung dengan persamaan 3, bt merupakan kolom koefisien trend yang dihitung dengan persamaan 4, dan ft+p yang merupakan kolom hasil prediksi yang dihitung dengan persamaan 5.

Tabel 3. Perhitungan Metode Exponential Smoothing

Gol I	Aktual	S'	S''	at	bt	ft+p
Jan-16	451493	451493	451493	451493	0	451493
Feb-16	419554	433927	441832	426022	-9662	416360
Mar-16	429102	431273	436025	426521	-5808	420713
Apr-16	419846	424988	429955	420021	-6071	413950
May-16	493527	462684	447956	477412	18001	495413
Jun-16	389432	422395	433897	410893	-14058	396835
Jul-16	570838	504039	472475	535603	38578	574181
Aug-16	444455	471268	471811	470725	-664	470061
Sep-16	468815	469919	470770	469068	-1040	468028
...
Sep-22	1384271	1463109	1524993	1401225	-75636	1325589

4.4 Pengujian MAPE Moving Average

Pada tabel 4. menampilkan uji akurasi volume kendaraan pada semua golongan kendaraan, didapat bahwa nilai MAPE untuk Golongan I adalah 26.99 %, nilai MAPE untuk Golongan II adalah 20.586 %, nilai MAPE untuk Golongan III adalah 33.131 %, nilai MAPE untuk Golongan IV adalah 38.969 %, nilai MAPE untuk Golongan V adalah 30.943 %.

Tabel 4. Perhitungan MAPE Moving Average

	MAPE	Hasil Peramalan
Gol I	26.99 %	1421327
Gol II	20.586 %	126167
Gol III	33.131 %	47978
Gol IV	38.969 %	14783
Gol V	30.943 %	8693

4.5 Pengujian MAPE Exponential Smoothing

Pada tabel 5 menampilkan uji akurasi volume kendaraan pada semua golongan kendaraan didapat bahwa nilai MAPE untuk Golongan I adalah 4.673 %, nilai MAPE untuk Golongan II adalah 3.794 %, nilai MAPE untuk Golongan III adalah 5.959 %, nilai MAPE untuk Golongan IV adalah 6.652 %, nilai MAPE untuk Golongan V adalah 5.76 %.

Tabel 5. Perhitungan MAPE Exponential Smoothing

	MAPE	Hasil Peramalan
Gol I	4.673 %	1325589
Gol II	3.794 %	113741
Gol III	5.959 %	42917
Gol IV	6.652 %	13065
Gol V	5.76 %	8283

4.6 Perbandingan nilai MAPE

Pada tabel 6 menampilkan hasil peramalan dan nilai mape dari kedua metode tersebut dan dari tabel inilah dapat disimpulkan bahwa metode Exponential Smoothing adalah metode yang lebih baik dalam memberikan hasil peramalan pada bulan mendatang menghasilkan nilai rata-rata MAPE sebesar 5.368% dibandingkan metode *Double Moving Average* menghasilkan nilai rata-rata MAPE sebesar 30.124%.

Tabel 6. Perbandingan Perhitungan Metode

	Moving Average		Exponential Smoothing	
	MAPE	Hasil Peramalan	MAPE	Hasil Peramalan
Gol I	26.99 %	1421327	4.673 %	1325589
Gol II	20.586 %	126167	3.794 %	113741
Gol III	33.131 %	47978	5.959 %	42917
Gol IV	38.969 %	14783	6.652 %	13065
Gol V	30.943 %	8693	5.76 %	8283
Rata Rata	30.124%	-	5.368%	-

4.7 Pengujian Sistem dengan Black Box

Hal ini dilakukan untuk menguji fitur-fitur yang ada pada Sistem Peramalan Volume Kendaraan di Jalan Tol. Hasil pengujian fungsional sistem ditunjukkan dalam Tabel 7

Tabel 7. Pengujian Black Box

Skenario Pengujian	Kasus Pengujian	Hal yang diharapkan	Hasil Pengujian	Ke-Simpulan
Halaman Login	Email, password sesuai dengan	Masuk ke halaman Dashboard	Sesuai Harapan	Valid

	validasi dan berhasil			
Halaman Login	Email, password tidak sesuai dengan validasi dan gagal	Muncul message box dengan tulisan email atau password salah	Sesuai Harapan	Valid
Halaman Dashboard	User yang telah berhasil login	Menampilkan Username dan Email user yang telah login	Sesuai Harapan	Valid
Halaman Dashboard	Total Golongan Kendaraan	Menampilkan jumlah Golongan Kendaraan	Sesuai Harapan	Valid
Halaman Golongan Kendaraan	Button Tambah Data Golongan Kendaraan	Masuk ke halaman tambah data dengan form yang siap di input	Sesuai Harapan	Valid
Halaman Golongan Kendaraan	Button Edit Data Golongan Kendaraan	Masuk ke halaman edit data dengan form yang berisi data sebelumnya dan siap untuk diganti	Sesuai Harapan	Valid
Halaman Golongan Kendaraan	Button Hapus Data Golongan Kendaraan	Data Golongan Kendaraan terhapus dari tabel	Sesuai Harapan	Valid
Halaman Golongan Kendaraan	Button Cetak Data Golongan Kendaraan	Dialihkan ke halaman PDF yang siap di cetak	Sesuai Harapan	Valid

Halaman Perbandingan Metode	Sidebar Perbandingan Metode	Dialihkan ke halaman perbandingan kedua metode dengan grafik	Sesuai Harapan	Valid
Logout	User melakukan Logout	User dikembalikan ke halaman Landing Page	Sesuai Harapan	Valid

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diuraikan dari hasil pembuatan Sistem Peramalan Volume Kendaraan di Jalan Tol yaitu : Berdasarkan hasil pengujian akurasi dengan MAPE pada metode *Double Moving Average* menunjukkan bahwa nilai MAPE untuk Golongan I adalah 26.99 %, nilai MAPE untuk Golongan II adalah 20.586 %, nilai MAPE untuk Golongan III adalah 33.131 %, nilai MAPE untuk Golongan IV adalah 38.969 %, nilai MAPE untuk Golongan V adalah 30.943 %. Berdasarkan hasil pengujian akurasi dengan MAPE pada metode *Double Exponential Smoothing* menunjukkan bahwa nilai MAPE untuk Golongan I adalah 4.673 %, nilai MAPE untuk Golongan II adalah 3.794 %, nilai MAPE untuk Golongan III adalah 5.959 %, nilai MAPE untuk Golongan IV adalah 6.652 %, nilai MAPE untuk Golongan V adalah 5.76 %. Berdasarkan hasil pengujian akurasi dengan MAPE metode *Double Exponential Smoothing* memiliki perhitungan peramalan yang lebih baik dengan nilai rata rata MAPE sebesar 5.368% dibandingkan metode *Double Moving Average* dengan nilai rata rata MAPE sebesar 30.124%.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk Sistem Peramalan Volume Kendaraan di Jalan Tol yaitu : Diharapkan penelitian selanjutnya dapat melakukan peramalan dengan menggunakan metode *Forecasting* lain, antara lain Autoregresif Integrated Moving Average (ARIMA), Weighted Moving Averages, Linear Regression dan metode lainnya. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat dapat dibuat dan dikembangkan berbasis mobile. Diharapkan penelitian selanjutnya bisa memberikan fitur import data, agar memudahkan user dalam menginputkan data. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat melakukan integrasi counting volume kendaraan berdasarkan golongan dalam satuan periode waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anggri, S. W., Wijono, & M., A. M. (2014). Analisis Dan Peramalan Kepadatan Jalan Raya Kodya Malang Dengan Fts Average Based. Jurnal Eccis.
- [2] Nasution, A. (2019). Metode Weighted Moving Average Dalam M-Forecasting. Jurteksi (Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi) .
- [3] Hudiyanti, C. V., Bachtiar, F. A., & Setiawan, B. D. (2019). Perbandingan Double Moving Average Dan Double Exponential Smoothing Untuk Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara Di Bandara Ngurah Rai. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer.
- [4] Endah , S. (2022). Perbandingan Metode Exponential Smoothing Dan Moving Average Dalam Peramalan Retribusi Pengujian Kendaraan Bermotor Di Dinas Perhubungan Kota Blitar. J. Sains Dasar.
- [5] Erfanda , A., Febriana , S. W., & Renaldi , P. P. (2022). Aplikasi Sistem Peramalan Ketersediaan Stok Barang Di Toko Mebel Abadi Jaya Menggunakan Metode Single Moving Average Dan Exponential Smoothing. Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika).
- [6] Fridyanthie, E. W., & Mahdiati, T. (2016). Rancang Bangun Sistem Informasi Permintaan Atk Berbasis Intranet (Studi Kasus: Kejaksaa Negeri Rangkasbitung). Jurnal Khatulistiwa Informatika.
- [7] Heru , L., Hozairi, Buhari, & Markus , T. (2020). Prediksi Jumlah Pelanggaran Hukum Di Laut Indonesia Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing. Jurnal Mnemonic.
- [8] Herwanto, R., Gunadi, K., & Setyati, E. (2020). Pengenalan Golongan Jenis Kendaraan Bermotor Pada Ruas Jalan Tol Menggunakan Cnn. Jurnal Infra.
- [9] Lis, U., & Novi, T. (2017). Prediksi Jumlah Produksi Mobil Pada Perusahaan Karoseri Dengan Menggunakan Metode Exponential Smoothing. Jurnal Ilmiah Teknologi - Informasi Dan Sains (Teknois).
- [10] Maslikhatu , S., Rony , W., & Nugroho , E. B. (2018). Metode K-Nearest Neighbor Untuk Peramalan Kepadatan Arus Lalu. Momentum.
- [11] Muhammad , H., & Ali , A. R. (2021). Peramalan Arus Lalu Lintas Berdasarkan Waktu Tempuh Dan Cuaca Menggunakan Metode Time Series Decomposition. Jurnal Responsif.
- [12] Ni Luh , W. R., & Ida Bagus , G. A. (2019). Penerapan Metode Single Exponential Smoothing Dalam Peramalan Penjualan Barang. Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-Sakti).
- [13] Sulthan , I. R., & Agustini , T. (2021). Peramalan Jumlah Kendaraan Bermotor Yang Melakukan Uji Kir Di Dinas Perhubungan Kabupaten Purbalingga Tahun 2022 Dengan Menggunakan

- Metode Holt-Winters. Prosiding Seminar Nasional Dan Call For Papers.
- [14] Wijaya, Y. D., & Astuti, M. W. (2019). Sistem Informasi Penjualan Tiket Wisata Berbasis Web Menggunakan Metode Waterfall. Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi.
- [15] Yuseva, R., & Moh, Y. D. (2018). Perbandingan Peramalan Metode Moving Average Dan Exponential Smoothing Holt Winter Untuk Menentukan Peramalan Inflasi Di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus.
- [16] Aminudin. 2015. Cara Efektif Belajar Framework Laravel. Yogyakarta:Lokomedia.
- [17] Ginting, R. 2007. Sistem Produksi Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [18] Heizer, Jay Dan Barry Render. 2011. Operations Management, Buku 1 Edisi Ke Sembilan. Salemba Empat : Jakarta.
- [19] Heizer, J., & Render, B. (2009). Manajemen Operasi Buku 1 Edisi 9. Jakarta: Salemba, 4, 47.
- [20] Hidayat. Rahmat. 2010. Cara Praktis Membangun Website Gratis. Jakarta: Pt. Elex Media Komputindo Kompas, Gramedia.
- [21] Priyadi, Yudi. (2014). Kolaborasi Sql Dan Erd Dalam Implementasi Database. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- [22] Raharjo. 2015 Framework Web Untuk Bahasa Pemrograman Php Semarang: Cv. Andi Ofset
- [23] Santoso, Singgih. 2009, Business Forecasting: Metode Peramalan Bisnis Masa Kini Dengan Minitab Dan Spss Jakarta: Elex Media Komputindo