



ANALISIS DAN IMPLEMENTASI *FORECASTING* PERSIAPAN ARMADA MENGGUNAKAN METODE *LEAST SQUARE* DAN *EXPONENTIAL SMOOTHING*

(Study Kasus PT. Kamadjaja Logistics – *Land Transport* Surabaya)

Didik Trisianto¹ Pupy Eko Rusdiono²

¹Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Narotama Surabaya, didik.trisianto@narotama.ac.id¹

²Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Narotama Surabaya, pupy.eko@gmail.com²

STATUS ARTIKEL

Dikirim 23 Juni 2023

Direvisi 30 Juni 2023

Diterima 06 Juli 2023

Kata Kunci:

Least Square, Exponential Smoothing, Forecasting, MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

ABSTRAK

Perencanaan Armada membutuhkan penanganannya yang tepat dalam persiapan armada yang akan di gunakan untuk eksekusi Order, dengan perkembangan teknologi dan komunikasi yang sangat cepat sehingga dapat mempermudah pengambilan keputusan pada jangka waktu tertentu dengan dukungan data yang memadai, data tersebut dapat dianalisis sehingga menjadi smart data yang dapat berinteraksi dengan sendirinya dan memberikan solusi untuk meramalkan armada yang akan digunakan dari data penggunaan armada sebelumnya, peramalan sering digunakan di dunia kerja dengan memprediksi jumlah Order yang akan turun, sehingga perusahaan dapat mempersiapkan pengadaan armada di masa depan dengan membandingkan data Order yang lampau menggunakan metode Exponential Smoothing dan Least Square dengan persentase kesalahan paling kecil. Dalam penelitian ini dengan menggunakan dua metode yaitu Least Square dan Exponential Smoothing yang di bandingkan menggunakan data Order Trailer per bulan selama 2 tahun dari Januari 2020 sampai dengan Desember 2021 (24 data) hasilnya adalah untuk Metode Least Square mendapatkan akurasi yang baik (10% - 20%) dengan MAPE masing-masing 12,377 % untuk Trailer 20' dan 15,333% untuk Trailer 40' sedangkan untuk Metode Exponential Smoothing menghasilkan akurasi yang Baik (10% - 20%) dan sangat baik (<10%) tergantung dari alpha yang di gunakan, alpha yang paling bagus berbeda untuk kedua tipe armada ini, yaitu 0,8 untuk Trailer 20' dengan MAPE 9,737% dan 0,9 untuk Trailer 40' dengan MAPE 12,874.

1. PENDAHULUAN

Persiapan armada memerlukan perencanaan yang tepat untuk memaksimalkan utilisasi armada dan menghasilkan keuntungan sesuai dengan rencana manajemen, dengan dukungan data yang cukup dan sistem informasi yang sesuai, Analisa dapat dilakukan untuk membantu menghasilkan keputusan yang tepat, kegiatan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi disebut peramalan atau forecasting. Forecasting ini dapat membantu manajer yang bertanggung jawab di sebuah perusahaan transportasi untuk menentukan berapa armada yang harus di persiapkan untuk melayani Order yang sehari-hari di oleh tim nya. Suatu bukti tertulis yang dapat diterima bahwa semakin kualitas baik ramalan tersedia untuk pimpinan semakin baik pula prestasi kerja mereka sehubungan dengan keputusan yang diambil. Di PT. Kamadjaja Logistics yang merupakan sebuah perusahaan multi business yang salah satu bisnis nya adalah Land Transport atau transportasi darat yang bertugas melayani Order dari customer-customer yang sudah menjadi mitra bisnis PT. Kamadjaja Logistics, dalam kegiatan ini tentunya persiapan jumlah armada yang akan di pakai untuk menjalankan Order harus di perkirakan dengan tepat, fluktuasi Order yang tidak teramalkan bisa menjadi sebab terjadinya kerugian karena armada tidak jalan sedangkan biaya yang harus di tanggung untuk setiap armada perhari tetap torus berjalan meskipun armada tidak mendapatkan Order. Berdasarkan uraian di atas, maka penulis berkeinginan untuk bisa membuat kajian lebih dalam bagaimana peramalan atau

forecasting persiapan armada di PT. Kamadjaja Logistics dengan metode Least Square dan Exponential Smoothing. Dalam kehidupan manusia, antara kesadaran akan terjadinya suatu peristiwa di masa depan dan kejadian nyata peristiwa itu seringkali dipisahkan oleh waktu yang cukup lama. selisih waktu itulah yang menjadi alasan utama diperlukannya suatu perencanaan dan peramalan. Berdasarkan periode atau jangka waktu ramalan yang telah disusun yaitu:

1. Jangka Pendek (Short Term)

Peramalan jangka pendek adalah peramalan yang memiliki rentang waktu pendek yaitu tiga bulan atau kurang. Karena peramalannya singkat, maka data historis sebelumnya masih relevan untuk meramalkan keadaan dimasa depan. Peramalan jangka pendek biasanya dipakai untuk merencanakan pembelian, penjadwalan shift, jumlah kebutuhan karyawan, dan tingkat produksi pabrik.

2. Jangka Menengah (Medium Term)

Peramalan jangka menengah adalah peramalan yang menggunakan rentang waktu sedang yaitu antara tiga bulan sampai dengan tiga tahun. Kegiatan peramalan ini masih menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif karena data historis sebelumnya dianggap masih cukup relevan. Peramalan ini sangat sering dipakai dalam perencanaan penjualan produk, menganalisis berbagai rencana operasional, juga perencanaan dan penganggaran produksi pabrik.

3. Jangka Panjang (Long Term)

Peramalan jangka panjang adalah peramalan yang mempunyai rentang waktu lama, yaitu tiga tahun atau lebih. Peramalan ini umumnya digunakan berdasarkan intuisi dan pengalaman pelaku, tapi ada sebagian pengguna yang tetap menggunakan data historis. Peramalan jangka panjang biasanya dipakai untuk merencanakan pembuatan produk baru, pengeluaran modal untuk proyek atau umum, ekspansi usaha, serta penelitian dan pengembangan.

2.METODE

Metode Exponential Smoothing adalah metode yang menunjukkan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai pengamatan yang lebih lama. Terdapat satu atau lebih parameter penulisan yang ditentukan secara eksplisit, dan hasil pilihan ini menentukan bobot yang dikenakan pada nilai observasi. Metode pemulusan eksponensial tunggal (Single Exponential Smoothing/SES) minimal membutuhkan dua buah data untuk meramalkan nilai yang akan terjadi pada masa yang akan datang. metode canggih, namun masih mudah digunakan. Metode ini sangat sedikit memerlukan pencatatan data masa lalu. Rumus exponential smoothing dapat ditunjukkan sebagai berikut:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Keterangan :

F_t	= Prediksi Baru
F_{t-1}	= Prediksi Sebelumnya
A	= Konstanta Penghalus (Pembobot) ($0 \leq \alpha \leq 1$)
A_{t-1}	= Permintaan Aktual Periode Lalu

2.1.Metode Least Square

Dalam Collins English Dictionary mengatakan bahwa metode Least Square adalah metode terbaik untuk menentukan nilai kuantitas yang tidak diketahui terkait dengan satu atau lebih set pengamatan atau pengukuran. Least Square adalah metode untuk menentukan pendekatan fungsi polinomial $y = f(x)$ data terdekat (x_1, y_1) ke (x_n, y_n) [3]. dan jika kita jabarkan seperti di bawah ini:

$$Y = a + bx$$

Keterangan :

Y	= Jumlah Order
a dan b	= Koefisien
x/t	= waktu tertentu dalam bentuk kode

Dalam persamaan tersebut, y merupakan variabel yang akan dicari, x merupakan satuan waktu (diketahui). Dengan demikian maka variabel a dan b masih harus dicari terlebih dahulu. Adapun cara mencari variabel a dan b dengan :

$$a = \frac{\sum Y}{n} \tag{3}$$

$$b = \frac{\sum tY}{\sum t^2} \tag{4}$$

Dalam menentukan nilai x / t seringkali digunakan teknik alternatif dengan memberikan skor atau kode. Dalam hal ini dilakukan pembagian data menjadi dua kelompok, yaitu :

- Data genap, maka skor nilai t nya : ..., -5, -3, -1, 1, 3, 5, ...
- Data ganjil, maka skor nilai t nya : ..., -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, ...

2.2.Pengujian Metode Peramalan

Dalam melakukan forecasting, hasil peramalan yang diperoleh pasti tidak akan 100% tepat. Selisih yang ada antara nilai forecast dengan nilai yang terjadi sebenarnya dapat kita sebut sebagai error (kesalahan). melalui nilai kesalahan ini dapat dilakukan beberapa jenis analisis sehingga dapat membandingkan metode peramalan mana yang paling sesuai dengan data yang dimiliki serta seberapa cocok metode yang digunakan tersebut. Hal ini dapat diketahui dari perbandingan antara nilai-nilai kesalahan yang dihasilkan oleh masing-masing metode. Tujuan dilakukannya perbandingan kedua metode peramalan ini adalah karena setiap metode peramalan memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing dalam menganalisis data, sehingga dapat dipilih metode yang memiliki kesalahan paling minim. Untuk mengetahui nilai kesalahan dalam peramalan dapat menggunakan beberapa pengujian statistik seperti MAPE (Mean Absolute Percentage Error) bertujuan untuk memilih metode yang memiliki penyimpangan terkecil [10].MAPE merupakan cara untuk mengukur efektifitas ketepatan peramalan (nilai dugaan model) dengan menghitung persentase rata-rata absolut kesalahan yang terjadi. MAPE secara umum dirumuskan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} 100 \tag{5}$$

Keterangan :

- Xt = Data aktual pada periode ke t
- Ft = Nilai ramalan pada periode ke t
- n = Banyak nya periode waktu

Metode peramalan terbaik diperoleh dengan MAPE terkecil dari masing-masing metode. Semakin kecil nilainya, semakin kecil nilai kesalahannya. Oleh karena itu, dalam menetapkan model terbaik yang akan digunakan dalam peramalan, pilihlah model dengan nilai MAPE yang paling kecil karena semakin kecil nilainya, maka peramalan semakin mendekati nilai aslinya(akurat). Nilai yang dihasilkan melalui evaluasi (MAPE), menunjukkan kemampuan peramalan seperti yang ditunjukkan dalam kriteria MAPE pada Tabel berikut ini :

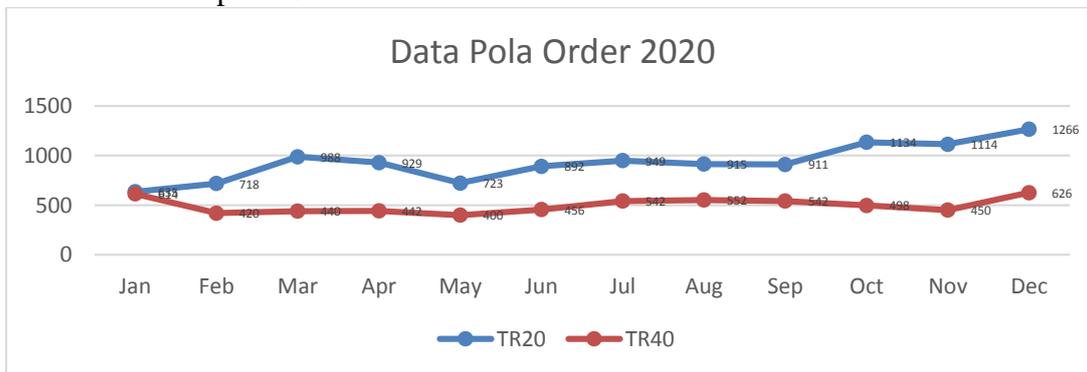
Tabel 1. Tabel Tingkat Akurasi MAPE

MAPE	Pengertian
< 10%	Kemampuan peramalan sangat baik
10% - 20%	Kemampuan peramalan baik
20% - 50%	Kemampuan peramalan cukup
>50%	Kemampuan peramalan buruk

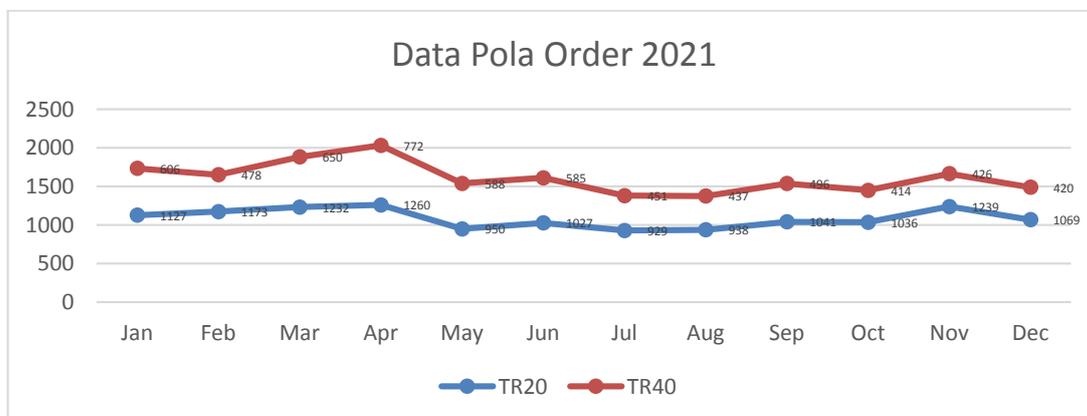
2.3.Analisa dan Penentuan Pola Data

Pada tahapan ini data yang sudah dikumpulkan akan dianalisis untuk memastikan bahwa data yang sudah diperoleh sudah memenuhi syarat untuk peramalan. Kemudian dilakukan penentuan pola data yang sudah dianalisis. Penentuan pola data ini bertujuan untuk membantu mempermudah penentuan metode peramalan yang dipakai untuk

menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini. Analisis penentuan pola dilakukan dengan menggunakan alat bantu Ms. Excel. dan di ilustrasikan pada Gambar:



Gambar 1. Gambar Pola Data Order 2020



Gambar 2. Gambar Pola Data Order 2021

2.4. Pemilihan Teknik Peramalan

Pada tahapan ini dilakukan pemilihan metode peramalan berdasarkan pola data yang ada. Pemilihan teknik peramalan ini dilakukan untuk mempermudah perhitungan peramalan order. Berdasarkan pola data yang ada, metode Least Square dan Exponential Smoothing, dari kedua metode itu diuji dan ditemukan dari pengujian tersebut metode yang terbaik. Pada tahapan ini dilakukan proses peramalan persiapan armada dan pengadaan armada dalam waktu tertentu. Peramalan dilakukan menggunakan Ms. Excel. Proses peramalan ini mengacu pada data Order Trailer 20’ dan Trailer 40’ di PT. Kamadjaja logistics Surabaya selama 2 tahun yang lalu dan dihitung menggunakan metode Least Square dan Exponential Smoothing untuk memperoleh hasil peramalan yang lebih akurat.

2.5. Pengujian Peramalan

Pada tahapan ini dilakukan pengujian peramalan untuk mengetahui seberapa akurat hasil peramalan yang sudah dilakukan. Pengujian peramalan dilakukan dengan mencari nilai Means Absolute Percentage Error (MAPE) dari hasil peramalan menggunakan metode Least Square dan Exponential Smoothing. Hasil peramalan dikatakan akurat jika nilai MAPE kecil. Pengujian hasil peramalan akan menghasilkan dua kemungkinan yaitu akurat dan tidak akurat. Jika peramalan sudah akurat tahap selanjutnya yang dilakukan adalah analisa hasil dari peramalan. Sedangkan jika tidak akurat kembali ke tahapan analisa data.

2.6. Analisis Hasil Peramalan

Pada tahapan ini dilakukan analisa hasil dari percobaan peramalan. Analisa hasil percobaan dilakukan dengan membandingkan nilai MAPE dari masing-masing metode peramalan. Analisa ini bertujuan untuk mengetahui metode peramalan mana yang

mempunyai hasil terbaik, juga mengetahui kelebihan dan kekurangan metode peramalan yang digunakan dalam pengerjaan penelitian ini.

2.7.Pembuatan Aplikasi

Pada Tahap ini di lakukan pembuatan aplikasi dari hasil analisis yang sudah kita buat, pembuatan aplikasi menggunakan bahasa pemrograman PHP dan Mysql sesuai dengan metode Least Square dan Exponential Smoothing.

2.8.Pengujian Aplikasi

Aplikasi yang sudah dibuat dilakukan pengujian dan di bandingkan dengan pengujian peramalan tingkat kebutuhan Armada Trailer yang dibuat manual menggunakan software Microsoft Excel sehingga memperoleh hasil yang lebih akurat.

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perhitungan manual ini peneliti menggunakan Spreadsheet yaitu Microsoft Excel 365 sebagai implementasi awal penghitungan manual yang akan di lakukan sehingga dihasilkan perbandingan untuk dasar membuat program yang akan dibuat.

3.1.Perhitungan Least Square Trailer 20'

Pada perhitungan metode Least Square ini kita terlebih dahulu menentukan nilai X berdasarkan data yang akan kita olah, kemudian menghitung nilai XY dan X² untuk menghitung 24 data dan menentukan nilai a dan b yang akan di gunakan untuk meramalkan data Order,

Karena data yang akan di olah adalah data genap yaitu 24 data maka X nya harus -12,-11,-10,...-3,-2,-1,1,2,3,.....,10,11,12.

Kita harus menghitung XY pada bulan pada setiap data.

Menghitung nilai X²

Menghitung Nilai a

Menghitung Nilai b

Lalu meramalkan setiap bulan dari rumus $Y' = a + bx$

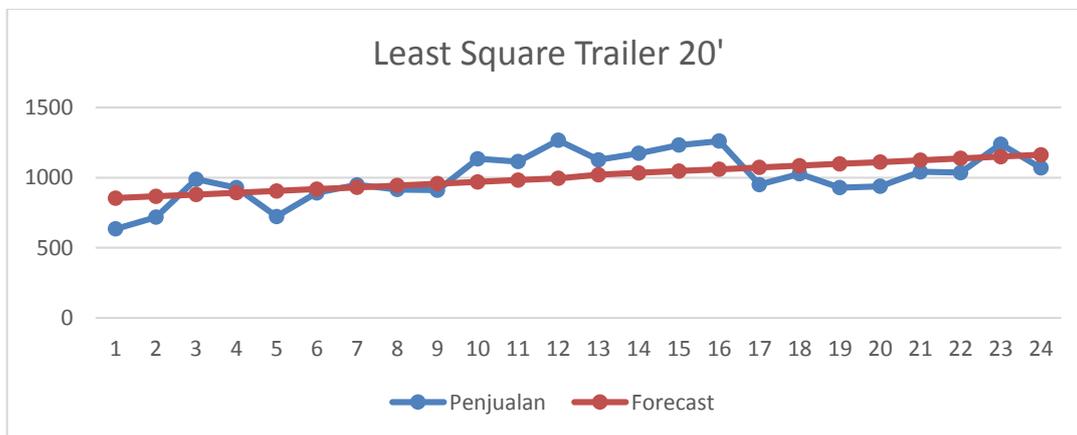
Seperti tabel di bawah in :

Tabel 1.Tabel Least Square Triler 20'

Tahun	Bulan	Y	X	XY	X ²	Y'
2020	January	635	-12	-7,620	144	853.81
2020	February	718	-11	-7,898	121	866.67
2020	March	988	-10	-9,880	100	879.53
2020	April	929	-9	-8,361	81	892.39
2020	May	723	-8	-5,784	64	905.25
2020	June	892	-7	-6,244	49	918.11
2020	July	949	-6	-5,694	36	930.97
2020	August	915	-5	-4,575	25	943.83
2020	September	911	-4	-3,644	16	956.69
2020	October	1,134	-3	-3,402	9	969.55
2020	November	1,114	-2	-2,228	4	982.41
2020	December	1,266	-1	-1,266	1	995.27
2021	January	1,127	1	1,127	1	1,020.99
2021	February	1,173	2	2,346	4	1,033.85
2021	March	1,232	3	3,696	9	1,046.71
2021	April	1,260	4	5,040	16	1,059.57
2021	May	950	5	4,750	25	1,072.43
2021	June	1,027	6	6,162	36	1,085.29
2021	July	929	7	6,503	49	1,098.15
2021	August	938	8	7,504	64	1,111.01

2021	September	1,041	9	9,369	81	1,123.87
2021	October	1,036	10	10,360	100	1,136.73
2021	November	1,239	11	13,629	121	1,149.59
2021	December	1,069	12	12,828	144	1,162.45

Pada Tabel maka terlihat grafik antara Order dan peramalannya sebagai Gambar berikut :



Gambar 3. Grafik Least Square Trailer 20'

Dan pada Tabel 2 Least Square Trailer 20' adalah tahap – tahap proses perhitungan dengan menggunakan metode Least Square dimana nilai a = 1008.125 dan nilai b = 12.86 dan nilai X pada bulan Januari tahun 2022 adalah = 1329.625, maka untuk memprediksi bulan tersebut adalah :

$$\begin{aligned}
 Y &= a + bx && (2) \\
 &= 1008.125 + (12.86 * 13) \\
 &= 1175.305
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut peramalan menggunakan metode Least Square pada bulan Januari 2022 yaitu sebesar 1175.305 atau bisa di bulat kan ke atas menjadi 1330 Trailer 20' pada bulan Januari 2022, dari data diatas pula kita akan menghitung presentase error MAPE dari hasil peramalan kita dengan mencari selisih dari data order dan data peramalan, dan juga kita mengabsolutekan nilai dari hasil pengurangan tersebut untuk meniadakan nilai negatif, kemudian menghitung MAPE pada Tabel berikut :

Tabel 2. MAPE Least Square Trailer 20'

Tahun	Bulan	Xt	Ft	Xt-Ft	Xt-Ft	Xt-Ft /Xt
2020	January	635	853.81	-218.81	218.81	0.34
2020	February	718	866.67	-148.67	148.67	0.21
2020	March	988	879.53	108.48	108.48	0.11
2020	April	929	892.39	36.62	36.62	0.04
2020	May	723	905.25	-182.25	182.25	0.25
2020	June	892	918.11	-26.11	26.11	0.03
2020	July	949	930.97	18.04	18.04	0.02
2020	August	915	943.83	-28.83	28.83	0.03
2020	September	911	956.69	-45.68	45.68	0.05
2020	October	1,134	969.55	164.46	164.46	0.15
2020	November	1,114	982.41	131.60	131.60	0.12
2020	December	1,266	995.27	270.74	270.74	0.21
2021	January	1,127	1,020.99	106.02	106.02	0.09
2021	February	1,173	1,033.85	139.16	139.16	0.12
2021	March	1,232	1,046.71	185.30	185.30	0.15
2021	April	1,260	1,059.57	200.44	200.44	0.16

2021	May	950	1,072.43	-122.43	122.43	0.13
2021	June	1,027	1,085.29	-58.29	58.29	0.06
2021	July	929	1,098.15	-169.15	169.15	0.18
2021	August	938	1,111.01	-173.01	173.01	0.18
2021	September	1,041	1,123.87	-82.87	82.87	0.08
2021	October	1,036	1,136.73	-100.73	100.73	0.10
2021	November	1,239	1,149.59	89.42	89.42	0.07
2021	December	1,069	1,162.45	-93.44	93.44	0.09

Berdasarkan pada Data Table 3 diketahui jika selisih data pemakaian dan data peramalan yang telah diabsolutkan dibagi dengan data aktual sebesar 2.971. maka MAPE nya akan seperti di bawah ini :

$$\begin{aligned}
 \text{MAPE} &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} 100 \quad (5) \\
 &= \frac{1}{24} * 2.971 * 100 \\
 &= 12.3773 \%
 \end{aligned}$$

3.2.Perhitungan Least Square Trailer 40'

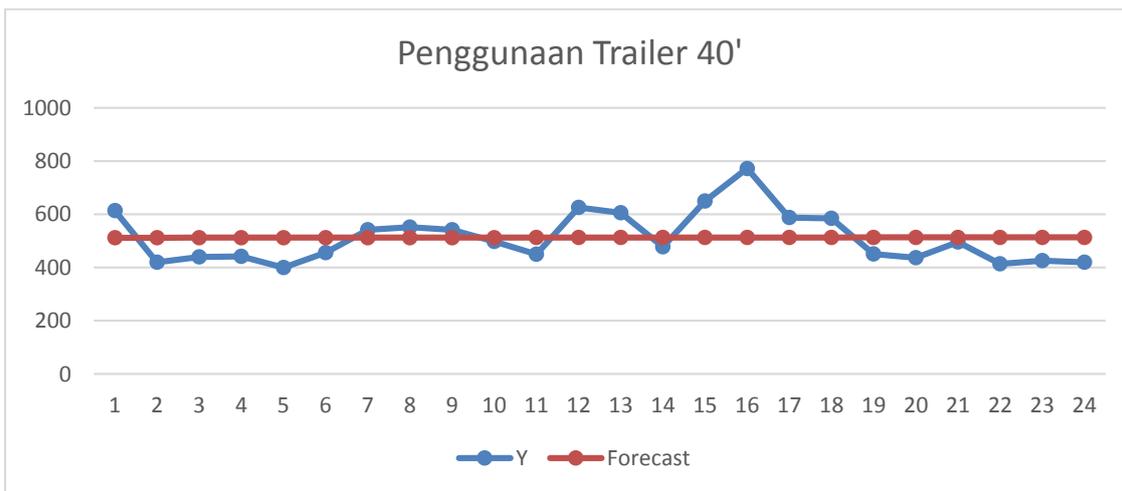
Pada perhitungan ini Langkah dan jumlah data yang di gunakan sama dengan perhitungan sebelumnya pada Trailer 20'

Berikut perhitungan Least Square Trailer 40' pada tabel di bawah ini Tabel

Tabel 3.Tabel Least Square Triler 40'

Tahun	Bulan	Y	X	XY	X2	Y'
2020	January	614	-12	-7,368	144	512.02
2020	February	420	-11	-4,620	121	512.07
2020	March	440	-10	-4,400	100	512.13
2020	April	442	-9	-3,978	81	512.19
2020	May	400	-8	-3,200	64	512.25
2020	June	456	-7	-3,192	49	512.30
2020	July	542	-6	-3,252	36	512.36
2020	August	552	-5	-2,760	25	512.42
2020	September	542	-4	-2,168	16	512.48
2020	October	498	-3	-1,494	9	512.54
2020	November	450	-2	-900	4	512.59
2020	December	626	-1	-626	1	512.65
2021	January	606	1	606	1	512.77
2021	February	478	2	956	4	512.82
2021	March	650	3	1,950	9	512.88
2021	April	772	4	3,088	16	512.94
2021	May	588	5	2,940	25	513.00
2021	June	585	6	3,510	36	513.05
2021	July	451	7	3,157	49	513.11
2021	August	437	8	3,496	64	513.17
2021	September	496	9	4,464	81	513.23
2021	October	414	10	4,140	100	513.29
2021	November	426	11	4,686	121	513.34
2021	December	420	12	5,040	144	513.40

Pada Tabel tersebut maka terlihat grafik antara Order dan peramalannya sebagai Gambar berikut



Gambar 4. Grafik Least Square Trailer 40'

Dan pada Tabel Least Square Trailer 40' adalah tahap – tahap proses perhitungan dengan menggunakan metode Least Square dimana nilai a = 512.71 dan nilai b = 0.06 dan nilai X pada bulan Januari tahun 2022 adalah = 513.458, maka untuk memprediksi bulan tersebut adalah :

$$\begin{aligned}
 Y &= a + bx && (2) \\
 &= 512.71 + (0.06 * 13) \\
 &= 513.458
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut peramalan menggunakan metode Least Square pada bulan januari 2022 yaitu sebesar 513.458 atau bisa di bulat kan ke atas menjadi 514 Trailer 40' pada bulan januari 2022, dari data diatas pula kita akan menghitung presentase error MAPE dari hasil peramalan kita dengan mencari selisih dari data order dan data peramalan, dan juga kita mengabsolutekan nilai dari hasil pengurangan tersebut untuk meniadakan nilai negatif, kemudian menghitung MAPE pada Table

Tabel 4. MAPE Least Square Trailer 40'

Tahun	Bulan	Xt	Ft	Xt-Ft	Xt-Ft	Xt-Ft /Xt
2020	January	614	512.02	101.98	101.98	0.17
2020	February	420	512.07	-92.07	92.07	0.22
2020	March	440	512.13	-72.13	72.13	0.16
2020	April	442	512.19	-70.19	70.19	0.16
2020	May	400	512.25	-112.25	112.25	0.28
2020	June	456	512.30	-56.30	56.30	0.12
2020	July	542	512.36	29.64	29.64	0.05
2020	August	552	512.42	39.58	39.58	0.07
2020	September	542	512.48	29.52	29.52	0.05
2020	October	498	512.54	-14.54	14.54	0.03
2020	November	450	512.59	-62.59	62.59	0.14
2020	December	626	512.65	113.35	113.35	0.18
2021	January	606	512.77	93.23	93.23	0.15
2021	February	478	512.82	-34.82	34.82	0.07
2021	March	650	512.88	137.12	137.12	0.21
2021	April	772	512.94	259.06	259.06	0.34
2021	May	588	513.00	75.00	75.00	0.13
2021	June	585	513.05	71.95	71.95	0.12
2021	July	451	513.11	-62.11	62.11	0.14
2021	August	437	513.17	-76.17	76.17	0.17
2021	September	496	513.23	-17.23	17.23	0.03

2021	October	414	513.29	-99.29	99.29	0.24
2021	November	426	513.34	-87.34	87.34	0.21
2021	December	420	513.40	-93.40	93.40	0.22

Berdasarkan pada Data Tabel diketahui jika selisih data pemakaian dan data peramalan yang telah diabsolutkan dibagi dengan data aktual sebesar 3.680. maka MAPE nya akan seperti di bawah ini :

$$\begin{aligned}
 \text{MAPE} &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} 100 \\
 &= \frac{1}{24} * 3.680 * 100 \\
 &= 15.3338 \%
 \end{aligned}$$

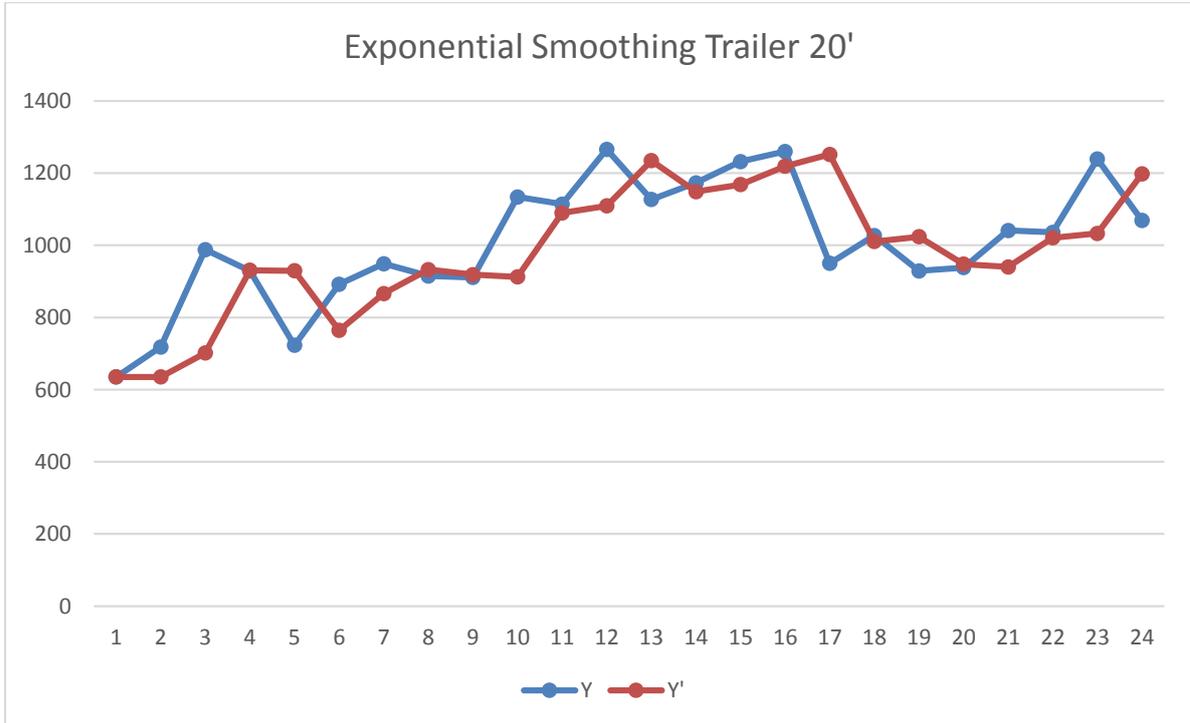
3.3.Perhitungan Exponential Smoothing Trailer 20'

Pada perhitungan metode Exponential Smoothing akan kita hitung peramalan dari $\alpha = 0,1$ hingga $\alpha = 0,9$ dimana nilai parameter dari α adalah dari $0 < \alpha < 1$ dengan trial dan error menggunakan Microsoft Excel dan pada Exponential Smoothing kita harus menghitung satu - persatu nilai prediksi dari $\alpha = 0,1$ hingga $\alpha = 0,9$ dan menentukan MAPE terkecil, dan α yang memiliki MAPE yang paling kecil saja di gunakan sebagai data prediksi dan pembanding dari metode Least Square, dari serangkaian uji coba kita menggunakan nilai $\alpha = 0,8$ sebagai bahan uji coba untuk prediksi Trailer 20' seperti Tabel 6 di bawah ini :

Tabel 5. Tabel Exponential Smoothing Trailer 20'

Tahun	Bulan	Y	Y'
2020	Januari	635	635
2020	Februari	718	635
2020	Maret	988	701.4
2020	April	929	930.68
2020	Mei	723	929.336
2020	Juni	892	764.2672
2020	Juli	949	866.4534
2020	Agustus	915	932.4907
2020	September	911	918.4981
2020	Oktober	1134	912.4996
2020	November	1114	1089.7
2020	Desember	1266	1109.14
2021	Januari	1127	1234.628
2021	Februari	1173	1148.526
2021	Maret	1232	1168.105
2021	April	1260	1219.221
2021	Mei	950	1251.844
2021	Juni	1027	1010.369
2021	Juli	929	1023.674
2021	Agustus	938	947.9348
2021	September	1041	939.987
2021	Oktober	1036	1020.797
2021	November	1239	1032.959
2021	Desember	1069	1197.792

Pada Tabel 6 di atas maka terlihat grafik dengan metode Exponential Smoothing pada Trailer 20' antara Order dan peramalannya sebagai berikut yang di ilustrasikan pada Gambar 5



Gambar 5. Grafik Exponential Smoothing Trailer 20'

Dari perhitungan Tabel menggunakan metode Exponential Smoothing maka dapat juga kita hitung perkiraan atau peramalan untuk Order trailer 20' yaitu menggunakan rumus :

$$Y't+1 = \alpha X_t + (1-\alpha)Y't$$

Nilai Y_t di peroleh dari data volume uji Order trailer 20' adalah data ke 24 , sedangkan data ramalan terakhir kita peroleh adalah data ke 24 untuk $\alpha = 0,8$ maka untuk periode data selanjut nya untuk diramal adalah data yang ke 25 sebagai berikut : $Y'_{24+1} = 0.8 (1069) + ((1-0.8) 1197.792) Y'_{25} = 1094.758$

Dari perhitungan peramalan menggunakan metode Exponential Smoothing maka pada data ke 25 yang bertepatan pada bulan Januari 2022 yaitu sebesar 1094.758 atau dapat dibulatkan menjadi 1095 Order pada bulan Januari 2022 untuk penggunaan trailer 20' , dari data diatas pula kita akan menghitung presentase error MAPE dari hasil peramalan kita dengan mencari selisih dari data Order dan data peramalan, dan juga kita mengabsolutekan nilai dari hasil pengurangan tersebut untuk meniadakan nilai negatif, kemudian menghitung MAPE pada Tabel 7 berikut

Tabel 6.MAPE Exponential Smoothing Trailer 20'

Tahun	Bulan	Xt	Ft	Xt-Ft	Xt-Ft	Xt-Ft /Xt
2020	Januari	635	635	0	0	0.000
2020	Februari	718	635	83	83	0.116
2020	Maret	988	701	287	287	0.290
2020	April	929	931	-2	2	0.002
2020	Mei	723	929	-206	206	0.285
2020	Juni	892	764	128	128	0.143
2020	Juli	949	866	83	83	0.087
2020	Agustus	915	932	-17	17	0.019
2020	September	911	918	-7	7	0.008
2020	Oktober	1,134	912	222	222	0.195
2020	November	1,114	1,090	24	24	0.022
2020	Desember	1,266	1,109	157	157	0.124
2021	Januari	1,127	1,235	-108	108	0.095
2021	Februari	1,173	1,149	24	24	0.021
2021	Maret	1,232	1,168	64	64	0.052
2021	April	1,260	1,219	41	41	0.032
2021	Mei	950	1,252	-302	302	0.318
2021	Juni	1,027	1,010	17	17	0.016
2021	Juli	929	1,024	-95	95	0.102
2021	Agustus	938	948	-10	10	0.011
2021	September	1,041	940	101	101	0.097
2021	Oktober	1,036	1,021	15	15	0.015
2021	November	1,239	1,033	206	206	0.166
2021	Desember	1,069	1,198	-129	129	0.120
Jumlah		24,195	23,620	575	2,326	2.337

Berdasarkan pada data Tabel 7 di ketahui jika selisih data Order dan data peramalan yang telah di absolutkan di bagi dengan data actual sebesar 2.337. maka MAPE nya akan seperti di bawah ini :

$$\begin{aligned}
 \text{MAPE} &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} \cdot 100 \quad (5) \\
 &= \frac{1}{24} * 17.112172 * 100 \\
 &= 9.737 \%
 \end{aligned}$$

Dan jika kita hitung MAPE dari $\alpha = 0,1$ hingga $0,9$ maka akan terbentuk MAPE seperti tabel hasil seperti di bawah ini :

Tabel 7.MAPE Exponential Smoothing Trailer 20'

α	MAPE
0,1	16.419
0,2	13.168
0,3	11.720
0,4	10.782
0,5	10.329
0,6	9.986
0,7	9.770
0,8	9.737
0,9	10.049

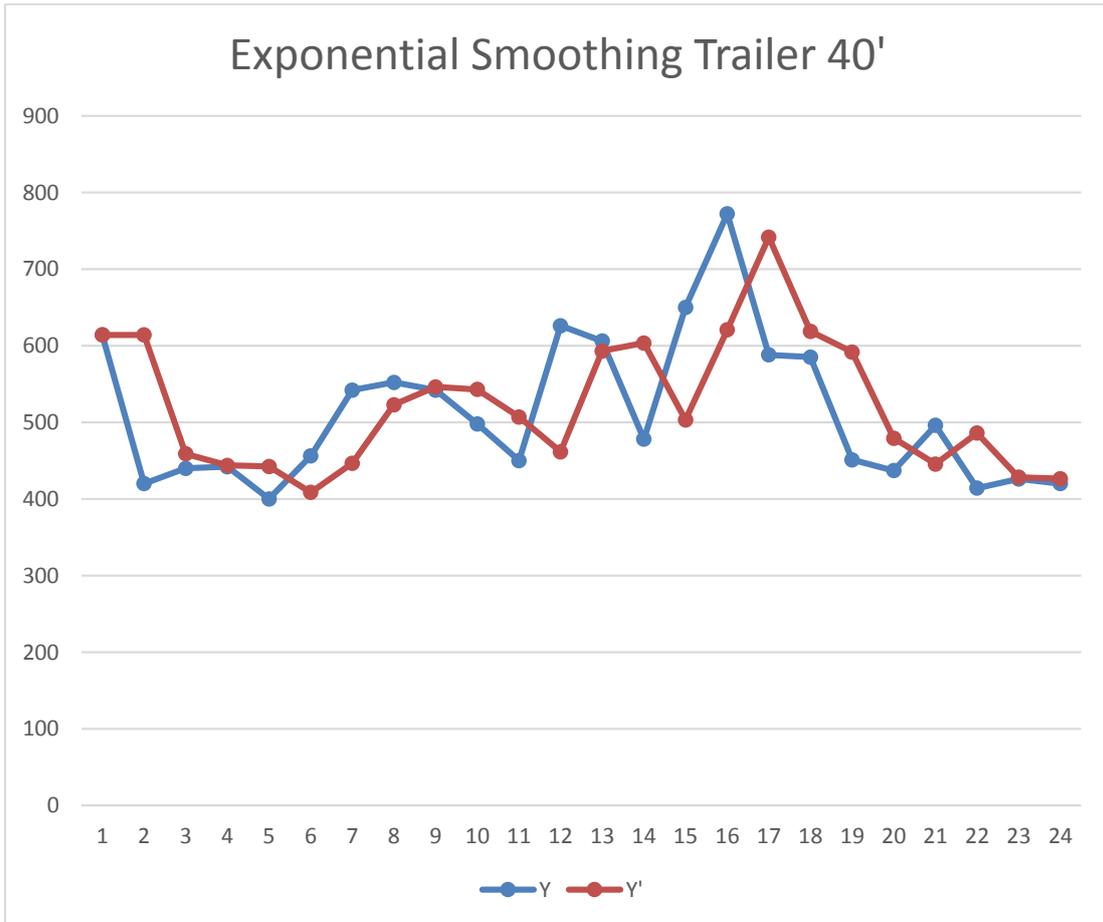
Pada perhitungan metode Exponential Smoothing akan kita hitung peramalan dari $\alpha = 0,1$ hingga $\alpha = 0,9$ dimana nilai parameter dari α adalah dari $0 < \alpha < 1$ dengan trial dan error

menggunakan Microsoft Excel dan pada Exponential Smoothing kita harus menghitung satu - persatu nilai prediksi dari $\alpha = 0,1$ hingga $\alpha = 0,9$ dan menentukan MAPE terkecil, dan α yang memiliki MAPE yang paling kecil saja di gunakan sebagai data prediksi dan perbandingan dari metode Least Square, dari serangkaian uji coba kita menggunakan nilai $\alpha = 0,8$ sebagai bahan uji coba untuk prediksi Trailer 40' seperti Tabel 9 di bawah

Tabel 8. Exponential Smoothing Trailer 40'

Tahun	Bulan	Y	Y'
2020	Januari	614	614
2020	Februari	420	614
2020	Maret	440	458.8
2020	April	442	443.76
2020	Mei	400	442.352
2020	Juni	456	408.4704
2020	Juli	542	446.4941
2020	Agustus	552	522.8988
2020	September	542	546.1798
2020	Oktober	498	542.836
2020	November	450	506.9672
2020	Desember	626	461.3934
2021	Januari	606	593.0787
2021	Februari	478	603.4157
2021	Maret	650	503.0831
2021	April	772	620.6166
2021	Mei	588	741.7233
2021	Juni	585	618.7447
2021	Juli	451	591.7489
2021	Agustus	437	479.1498
2021	September	496	445.43
2021	Oktober	414	485.886
2021	November	426	428.3772
2021	Desember	420	426.4754

Pada Tabel di atas maka terlihat grafik dengan metode Exponential Smoothing pada Trailer 40' antara Order dan peramalannya sebagai berikut yang di ilustrasikan pada Gambar



Gambar 6. Grafik Exponential Smoothing Trailer 40'

Dari perhitungan Tabel menggunakan metode Exponential Smoothing maka dapat juga kita hitung perkiraan atau peramalan untuk Order trailer 40' yaitu menggunakan rumus :

$$Y't+1 = \alpha X_t + (1-\alpha)Y't$$

Nilai Y_t di peroleh dari data volume uji Order trailer 20' adalah data ke 24 , sedangkan data ramalan terakhir kita peroleh adalah data ke 24 untuk $\alpha = 0,8$ maka untuk periode data selanjut nya untuk diramal adalah data yang ke 25 sebagai berikut :

$$Y'_{24+1} = 0.8 (420) + ((1-0.8) 426.4754)$$

$$Y'_{25} = 421.295$$

Dari perhitungan peramalan menggunakan metode Exponential Smoothing maka pada data ke 25 yang bertepatan pada bulan Januari 2022 yaitu sebesar 421.295 atau dapat dibulatkan menjadi 421 Order pada bulan Januari 2022 untuk penggunaan trailer 40', dari data diatas pula kita akan menghitung presentase error MAPE dari hasil peramalan kita dengan mencari selisih dari data Order dan data peramalan, dan juga kita mengabsolutkan nilai dari hasil pengurangan tersebut untuk meniadakan nilai negatif, kemudian menghitung MAPE pada Tabel 10 berikut

Tabel 9.MAPE Exponential Smoothing Trailer 40

Tahun	Bulan	Xt	Ft	Xt-Ft	Xt-Ft	Xt-Ft /Xt
2020	Januari	614	614	0	0	0.000
2020	Februari	420	614	-194	194	0.462
2020	Maret	440	459	-19	19	0.043
2020	April	442	444	-2	2	0.004
2020	Mei	400	442	-42	42	0.106
2020	Juni	456	408	48	48	0.104
2020	Juli	542	446	96	96	0.176
2020	Agustus	552	523	29	29	0.053
2020	September	542	546	-4	4	0.008
2020	Oktober	498	543	-45	45	0.090
2020	November	450	507	-57	57	0.127
2020	Desember	626	461	165	165	0.263
2021	Januari	606	593	13	13	0.021
2021	Februari	478	603	-125	125	0.262
2021	Maret	650	503	147	147	0.226
2021	April	772	621	151	151	0.196
2021	Mei	588	742	-154	154	0.261
2021	Juni	585	619	-34	34	0.058
2021	Juli	451	592	-141	141	0.312
2021	Agustus	437	479	-42	42	0.096
2021	September	496	445	51	51	0.102
2021	Oktober	414	486	-72	72	0.174
2021	November	426	428	-2	2	0.006
2021	Desember	420	426	-6	6	0.015
Jumlah		12,305	12,546	-241	1,638	3.165

Berdasarkan pada data table di atas di ketahui jika selisih data Order dan data peramalan yang telah di absolutkan di bagi dengan data actual sebesar 3.165. maka MAPE nya akan seperti di bawah ini :

$$\begin{aligned}
 \text{MAPE} &= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Xt-Ft|}{Xt} * 100 \\
 &= \frac{1}{24} * 3.165 * 100 \\
 &= 13.188 \%
 \end{aligned}$$

Dan jika kita hitung MAPE dari $\alpha = 0,1$ hingga $0,9$ maka akan terbentuk MAPE seperti tabel hasil seperti di bawah ini :

Tabel 10.Tabel MAPE Exponential Smoothing Trailer 40'

α	MAPE
0,1	18.476
0,2	17.291
0,3	16.312
0,4	15.366
0,5	14.746
0,6	14.211
0,7	13.668
0,8	13.188

0,9	12.874
-----	--------

3.4 Implementasi

Implementasi pada penelitian ini dilakukan dengan Bahasa Pemrograman PHP, berupa halaman utama yang berisi menu untuk mengakses dua metode yaitu metode Least Square dan metode Exponential Smoothing. Berikut tampilan halaman utama pada Gambar ini



Gambar 7.Halaman Utama Web

Pada halaman ini kita bisa mengakses dari komputer untuk memproses data yang akan kita masukan, kita pilih metode pertama yaitu metode Least Square dan akan menuju ke menu Type kendaraan untuk Least Square yang di jelaskan pada Gambar :



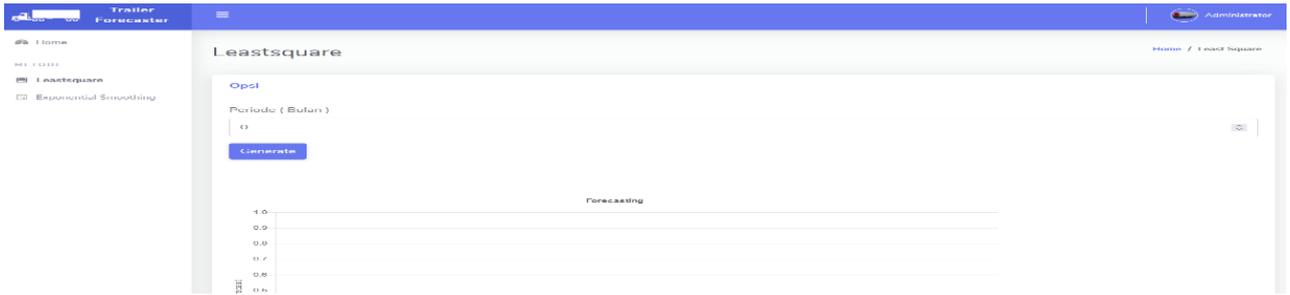
Gambar 8.Halaman menu Least Square

Pada menu Least Square ini kita bisa menambahkan tipe Baru di button **Add** maka akan keluar javascript seperti Gambar 9 untuk menambah tipe armada yang akan kita forecast.



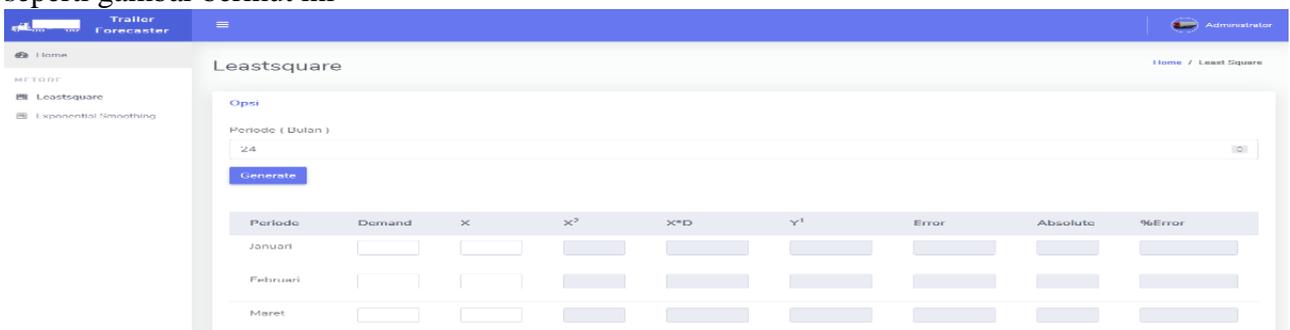
Gambar 9.Menu Tambah Tipe Armada

Pada halaman tersebut lalu kita pilih tipe Armada sesuai dengan keinginan kita, beri keterangan tahun forecast lalu klik button **Simpan** untuk menambah kan data tersebut, atau klik tombol **Close** untuk membatalkan pengisian menu tambah tipe Armada, jika sudah menambah dan menginput tahun forecast maka kita akan menginput data forecast kita ke sistem dengan mengclick tombol **6** di menu Gambar 8 maka akan menampilkan seperti di Gambar 10



Gambar 10.Menu input Least Square

Pada halaman menu input Least Square , pilih berapa banyak data yang akan di gunakan untuk forecasting kemudian tekan tombol **Generate** dan akan muncul kolom isian seperti gambar berikut ini



Gambar 11.Menu isian Least Square

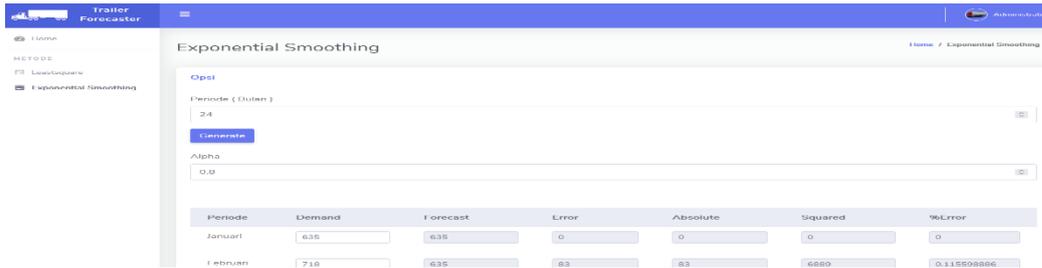
Isikan data di bagian demand dan X sampai penuh dan akan muncul hasil seperti gambar berikut ini :



Gambar 12.hasil forecast Least Square

Dari hasil yang terbentuk forecast di 1 bulan berikutnya adalah 1175.305 dan Mape pada program 12.331

Untuk Metode Exponential Smoothing sama caranya dengan Metode Least Square, perbedaanya hanya pada menu inputan di dalamnya seperti gambar berikut ini



Gambar 13.Menu isian Exponential Smoothing

Dalam isian ini ada tambahan yaitu kolom alpha yang harus di isi dengan koefisien Exponential Smoothing yang akan di pakai. Selebihnya tidak jauh berbeda dengan Least Square yang mengisi data di kolom demand dan hasilnya akan muncul seperti gambar berikut ini



Gambar 14.hasil forecast Exponential Smoothing

Dari hasil program menunjukkan MAPE 9.737 dan Forecast Order untuk bulan berikutnya adalah 1094.6

4.KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil percobaan yang telah di lakukan penulis menggunakan 2 metode, hasilnya adalah untuk Metode Least Square mendapatkan akurasi yang baik (10% - 20%) dengan MAPE masing-masing 12,377 % untuk Trailer 20' dan 15.333% untuk Trailer 40' sedangkan untuk Metode Exponential Smoothing menghasilkan akurasi yang Baik (10% - 20%) dan sangat baik (<10%) tergantung dari alpha yang di gunakan, alpha yang paling bagus berbeda untuk kedua tipe armada ini, yaitu 0.8 untuk Trailer 20' dengan MAPE 9.737% dan 0.9 untuk Trailer 40' dengan MAPE 12.874% sedangkan untuk MAPE terbesar sama-sama ada di alpha 0.1 dengan MAPE masing-masing 16.419% untuk Trailer 20' dan 18.476% untuk Trailer 40'. Dari hasil tersebut maka metode forecasting yang paling cocok di gunakan untuk persiapan armada Trailer adalah Exponential Smoothing dengan alpha 0.8 untuk data Trailer 20' dan alpha 0.9 untuk data Trailer 40'.

5.DAFTAR PUSTAKA

- Makridakis, "Metode dan aplikasi peramalan," Metode dan aplikasi peramalan, p. Edisi 2, 1991.
- A. H. Nasution, Manajemen Industri Yogyakarta, Yogyakarta: Andi, 2006.
- B. d. J. H. Render, Prinsip-prinsip Manajemen Operasi, Jakarta: Salemba Empat, 2001.
- F. M., Analisis Deret Waktu Satu Ragam, Jakarta: IPB Press, 2006.
- W. S. d. V. E. M. Makridakis Spyros, Metode dan Aplikasi Peramalan,

- Terjemahan Hari Suminto Jakarta, Jakarta: Binarupa Aksara, 1995.
- J. d. W. D. Hanke, Business Forecasting. 8th, New Jersey: Prentice-Hall, 2005.
- J. Cryer, Time Series Analysis Boston, University of Iowa PWS Kent: Publishing Company, 1986.
- Makridakis, Metode dan aplikasi peramalan, Jakarta: Binarupa Aksara, 1999.
- H. J. Barry, Prinsip - prinsip Manajemen Operasi., Jakarta: Salemba Empat, 2005.
- Z. Soejati, Analisis Runtun Waktu Jakarta, Jakarta: Karunika Universitas Terbuka, 1987.
- Exellina, Jurnal Informatika "ANALISIS DAN RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PERAMALAN TINGKAT PENJUALAN PRODUK TELKOM", 2015
- Eka Yuniarti, Artikel "PERBANDINGAN METODE SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING DAN LEAST SQUARE PADA PREDIKSI PENJUALAN" 2018
- Lei Zhang, Tianqi Gu, Ji Zhao, Shijun Ji, Ming Hu, and Xiangbo Li, Research Article "An Improved Moving Least Squares Method for Curve and Surface Fitting" 2013
- Dwi Mulyani, Jurnal Internasional "Prediction of New Student Numbers using Least Square Method" 2015