

**PERBANDINGAN METODE *FORECASTING SINGLE MOVING AVERAGE*,
WEIGHTED MOVING AVERAGE, DAN *CENTERED MOVING AVERAGE*
UNTUK MEMPREDIKSI JUMLAH MOBILITAS KONTAINER EKSPOR**

ARTIKEL SIDANG TUGAS AKHIR



**Oleh:
SAIFULLAH
NIM. 4132001042**

**PROGRAM STUDI LOGISTIK PERDAGANGAN INTERNASIONAL
JURUSAN MANAJEMEN BISNIS
POLITEKNIK NEGERI BATAM
BATAM
2024**

LEMBAR PENGESAHAN ARTIKEL SKRIPSI

PERBANDINGAN METODE *FORECASTING SINGLE MOVING AVERAGE*, *WEIGHTED MOVING AVERAGE*, DAN *CENTERED MOVING AVERAGE* UNTUK MEMPREDIKSI JUMLAH MOBILITAS EKSPOR KONTAINER

Oleh:
SAIFULLAH
NIM. 4132001042

Mahasiswa



Saifullah
NIM. 4132001042

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Dian Mulyaningtyas, S.Si., M.M
NIK. 198110022014042002

PERBANDINGAN METODE *FORECASTING SINGLE MOVING AVERAGE*, *WEIGHTED MOVING AVERAGE*, DAN *CENTERED MOVING AVERAGE* UNTUK MEMPREDIKSI JUMLAH MOBILITAS KONTAINER EKSPOR

Saifullah¹, Dian Mulyaningtyas²

¹Mahasiswa Program Studi Logistik Perdagangan Internasional

²Dosen Jurusan Manajemen Bisnis

e-mail: saifullah27821@gmail.com

Abstrak

*Aktivitas perdagangan global sangat bergantung pada sistem logistik yang efisien, terutama penggunaan kontainer. Kota Batam, sebagai pusat industri manufaktur di Provinsi Kepulauan Riau, berkontribusi signifikan dalam ekspor Indonesia, dengan 78,84% dari total ekspor provinsi pada 2023. Fluktuasi musiman mempengaruhi permintaan kontainer, berdampak pada biaya dan kebijakan transportasi. Penelitian ini membandingkan tiga metode peramalan *Single Moving Average (SMA)*, *Weighted Moving Average (WMA)*, dan *Centered Moving Average (CMA)* untuk memprediksi kebutuhan kontainer 40 feet di Batam menggunakan data mobilitas tahun 2022-2023 dari BPS Kota Batam. Hasil analisis menunjukkan metode *Centered Moving Average* dengan periode 3 bulan memiliki akurasi terbaik (MAD 187,61, MSE 42863,52, MAPE 2,9%), namun tidak cocok untuk prediksi masa depan. Sebagai alternatif, metode *Weighted Moving Average* dengan periode 5 bulan memberikan akurasi yang baik (MAD 387,97, MSE 304794,60, MAPE 5,9%), menjadikannya metode terbaik untuk peramalan masa depan. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan *Weighted Moving Average* untuk mengoptimalkan ketersediaan kontainer dan mengurangi risiko kenaikan tarif akibat fluktuasi musiman.*

Kata kunci: *Forecasting, SMA, WMA, CMA, dan Kontainer*

COMPARISON OF *SINGLE MOVING AVERAGE*, *WEIGHTED MOVING AVERAGE*, AND *CENTRED MOVING AVERAGE FORECASTING METHODS TO PREDICT THE MOBILITY OF EXPORT CONTAINERS*

Abstract

*Global trade activities heavily rely on efficient logistics systems, particularly the use of containers. Batam, a key manufacturing hub in the Riau Islands Province, significantly contributes to Indonesia's exports, accounting for 78.84% of the province's total exports in 2023. Seasonal fluctuations affect container demand, impacting costs and transportation policies. This study compares three forecasting methods—*Single Moving Average (SMA)*, *Weighted Moving Average (WMA)*, and *Centered Moving Average (CMA)*—to predict the need for 40-foot containers in Batam using data from 2022-2023 provided by BPS Kota Batam. Analysis reveals that the *Centered Moving Average* with a 3-month period offers the highest accuracy (MAD 187.61, MSE 42863.52, MAPE 2.9%), but is not suitable for future predictions. Alternatively, the *Weighted Moving Average* with a 5-month period provides good accuracy (MAD 387.97, MSE 304794.60, MAPE 5.9%) and is recommended for future*

forecasting. This study suggests using the Weighted Moving Average to optimize container availability and mitigate risks of cost increases due to seasonal fluctuations.

Key words: Forecasting, SMA, WMA, CMA, and Container

PENDAHULUAN

Aktivitas perdagangan global saat ini sangat bergantung pada sistem logistik yang efisien dan terorganisir. Menurut United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) pada tahun 2018, sekitar 70% aktivitas perdagangan dunia didukung oleh penggunaan kontainer (D. Song, 2021). Hal ini menunjukkan betapa pentingnya peran kontainer dalam rantai pasok global. Aktivitas ekonomi dan makroekonomi global memiliki dampak signifikan terhadap kebutuhan dan penggunaan kontainer. Misalnya, permintaan kontainer cenderung memuncak pada musim semi dan musim gugur, mencerminkan pola musiman yang jelas. Puncak permintaan pada musim semi disebabkan oleh pemulihan pergerakan kontainer setelah libur panjang Tahun Baru Imlek, sementara musim gugur dipengaruhi oleh meningkatnya pengiriman komoditas menjelang Hari Raya Natal. Pola musiman ini menyebabkan fluktuasi tarif kontainer dalam jangka pendek, yang berdampak pada pengambilan keputusan dalam kebijakan transportasi, arus kas perusahaan pelayaran, dan biaya pengiriman (Yin & Shi, 2018).

Kota Batam, sebagai salah satu kawasan industri manufaktur andalan di Provinsi Kepulauan Riau, memainkan peran vital dalam perdagangan ekspor Indonesia. Pada tahun 2023, Batam menyumbang 78,84% dari total ekspor provinsi Kepulauan Riau, dengan nilai mencapai US\$ 1.169,38 juta dari total US\$ 1.464,66 juta. Komoditas ekspor utama non-migas dari Kota Batam meliputi mesin/peralatan listrik (54,08%), mesin-mesin/pesawat mekanik (10,87%), dan benda-benda dari besi dan baja (6,49%) (Badan Pusat Statistik Kota Batam, 2023). Melihat jenis komoditas yang diekspor, kontainer 40 feet memiliki peran penting

sebagai wadah pengiriman barang, khususnya untuk perusahaan industri manufaktur skala besar yang membutuhkan volume pengiriman besar (Notteboom et al., 2022).

Namun, pada tahun 2017, Kota Batam mengalami penurunan aktivitas ekonomi akibat naiknya tarif bongkar muat di pelabuhan, yang sebagian besar disebabkan oleh faktor musiman (Kurniawan et al., 2019). Seperti yang telah dijelaskan, tanpa prediksi yang akurat mengenai faktor musiman, kenaikan tarif bongkar muat di pelabuhan Batam tidak dapat dihindari, yang pada gilirannya dapat menurunkan aktivitas ekonomi dan merugikan banyak pihak. Oleh karena itu, penelitian mengenai prediksi kebutuhan kontainer ekspor di Kota Batam sangat penting untuk menghindari kendala kenaikan tarif di masa mendatang. Penelitian ini juga bermanfaat bagi berbagai pihak sebagai acuan dalam mempersiapkan jumlah kontainer sebelum musim puncak.

Dalam penelitian ini, digunakan metode kuantitatif dalam peramalan, yaitu metode Single Moving Average (SMA), Weighted Moving Average (WMA), dan Centered Moving Average (CMA) dengan menggunakan data historis mobilitas kontainer Kota Batam tahun 2022-2023 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Batam. Pengolahan data dilakukan menggunakan software Microsoft Excel. Metode peramalan yang memiliki nilai error terkecil akan dipilih sebagai metode paling akurat untuk meramalkan kebutuhan kontainer di periode mendatang.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk meneliti mobilitas kontainer 40 feet di Kota Batam menggunakan data time series dua tahun terakhir dari BPS Kota Batam

untuk melakukan peramalan. Mengingat pangsa pasar ekspor yang besar di Indonesia, ketersediaan kontainer yang memadai sangat penting bagi Kota Batam untuk memastikan kelancaran ekspor dengan biaya yang terjangkau. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam memprediksi kebutuhan kontainer dan mengurangi risiko kenaikan tarif akibat faktor musiman.

LITERATUR REVIEW

Kontainer

Kontainer atau biasa disebut *The Box* adalah media angkut berbentuk persegi panjang yang terbuat dari baja dengan ukuran tertentu dan mampu bertahan dalam berbagai kondisi. Kontainer ini digunakan untuk menyimpan dan mengangkut berbagai unit kargo, paket, atau barang curah. Kontainer dapat dipisahkan dari alat angkut dan diperlakukan sebagai satu unit muatan, sehingga memungkinkan untuk dipindahkan tanpa membongkar isinya. Kapasitas maksimum kontainer muatan kering 20 feet adalah 24.000 kg, sedangkan untuk kontainer 40 feet, termasuk high cube, kapasitasnya mencapai 30.480 kg. Menurut *International Organization for Standardization (ISO)*, kontainer yang memenuhi persyaratan teknis yaitu sebagai alat pengangkutan kargo yang dapat digunakan di berbagai moda mulai dari inland transport melalui truk kontainer dan kereta api maupun *marine transport* melalui kapal angkut kontainer (Ling et al., 2020).

Forecasting

Forecasting adalah metode yang digunakan untuk memprediksi atau mengestimasi nilai dimasa depan dengan landasan data historis yang berasal dari periode sebelumnya (Kadang et al., 2022). Sehingga *forecasting* berguna dalam mempersiapkan sesuatu untuk kondisi yang mungkin terjadi periode selanjutnya, maka dari itu *forecasting* bisa menjadi gambaran untuk melakukan pengambilan keputusan (Sa'diyah & Narto, 2021). Setelah itu, dalam *forecasting* perlu dilakukan akurasi prediksi, yaitu bagaimana cara mengukur

kesinambungan antara data yang ada dengan data *forecasting* (Stevenson, 2015). Berikut ini adalah beberapa perhitungan nilai *error* pada *forecasting* diantara lain, *mean absolute deviation* (MAD), *mean squared error* (MSE) dan *mean absolute percent error* (MAPE).

Pola Data Forecasting Metode Time Series

Pada pola *forecasting* dengan metode time series terdapat empat tipe pola yang umum terjadi. Pola pertama adalah Pola Trend, yang menunjukkan pergerakan data yang meningkat atau menurun secara bertahap dalam jangka waktu yang panjang. Pola kedua adalah Pola Cycles, yang ditandai dengan data yang bergerak naik dan turun secara berulang dalam rentang waktu yang lama, biasanya lebih dari satu tahun. Pola ketiga adalah Pola Seasonal, yang memperlihatkan fluktuasi data yang terjadi secara berkala dalam jangka waktu pendek dan berulang. Terakhir, Pola Random Variations menggambarkan pergerakan data yang tidak dapat diprediksi dan tidak mengikuti pola tertentu, sehingga hampir tidak bisa diramalkan. (Sa'diyah & Narto, 2021).

Forecasting pada Metode Time Series

Metode time series adalah teknik statistik yang menggunakan data historis untuk melakukan prediksi, di mana data tersebut diolah menjadi dasar untuk *forecasting*. Terdapat beberapa metode *forecasting time series* diantara lain:

1) Single Moving Average

Single moving average merupakan metode *forecasting* menggunakan beberapa nilai data historis untuk membuat perkiraan dengan cara meredam atau memperhalus (*smoothing*) kenaikan maupun penurunan yang acak pada *forecasting* yang hanya menggunakan satu periode. metode ini berguna untuk memprediksi permintaan yang cenderung stabil dan tidak menunjukan perilaku yang khusus, seperti Pola *Seasonal* ataupun Pola *Trend*. Oleh karena itu metode *forecasting* ini disebut jug dengan *Naive forecast*.

Selain itu, perhitungan pada metode *single moving average* diperuntukan pada periode yang spesifik seperti 3 bulan atau 5 bulan. hal ini tergantung pada kebutuhan *forecasting* untuk memperhalus (*Smoothing*) data yang tersedia (Taylor III & Russel, 2011). Berikut ini adalah rumus untuk perhitungan *forecasting* metode *simple moving average* diantaranya sebagai berikut (Stevenson, 2015) :

$$F_t = MA_n = \frac{\sum_{i=1}^n A_{t-i}}{n} = \frac{A_{t-n} + \dots + A_{t-2} + A_{t-1}}{n}$$

Keterangan:

- F_t = *Forecast* untuk periode waktu t
- MA_n = *Moving Average* pada periode n
- A_{t-1} = Nilai aktual pada periode $t - i$
- n = Jumlah periode pada data yang dilakukan *moving average*

2) *Weighted Moving Average*

Metode *weighted moving average* memiliki kesamaan dengan metode *moving average* hanya saja memiliki bobot. metode ini memberikan bobot berbeda terhadap data historis yang diramal, asumsi yang digunakan adalah bahwa data terbaru memiliki bobot lebih besar dibandingkan data sebelumnya karena data terbaru dianggap paling relevan untuk *forecasting*. Oleh karena itu, bobot-bobot tersebut dirancang sedemikian rupa sehingga jika dijumlahkan, totalnya adalah satu.

Berikut adalah rumus perhitungan metode *weighted moving average* diantara lain (Taylor III & Russel, 2011):

$$WMA_n = \sum_{i=1}^n W_i D_i$$

Keterangan:

- W_i = Bobot pada nilai ke - i
- D_i = Kebutuhan pada nilai ke - i

3) *Centered Moving Average*

Centered moving average adalah teknik *smoothing* yang menghitung rata-rata (nilai tengah) data historis baik sebelum mau sesudah, sehingga data yang dihitung lebih kompleks dari pada metode *single moving average* (Rakhman et al., 2017). Tujuannya dari metode ini adalah menemukan dasar dari *trend* pada data historis tersebut dengan cara

menghilangkan atau mengurangi (*smoothing*) instabilitas (naik turun) data musiman (Lee et al., 2018). Berikut ini adalah rumus dari perhitungan *centered moving average* diantara lain (Sa'diyah & Narto, 2021):

$$F_{t+1} = \frac{x_{t-2} + x_{t-1} + x_t + x_{t+1} + x_{t+2}}{n}$$

- x_t = Data historis pada periode t
- n = periode pada data yang dilakukan *Centered Moving Average*
- F_{t+1} = Nilai historis pada periode $t+1$

Pengujian Akurasi *Forecasting*

Akurasi *forecasting* adalah faktor esensial dalam penentuan alternatif *forecasting* yang akan digunakan (Stevenson, 2015). Akurasi tersebut dilandasi oleh *error* pada data historis saat di *forecasting*. Berikut ini adalah beberapa metode pengujian akurasi *forecasting* yang umum digunakan diantara lain:

1) *Mean Absolute Deviation (MAD)*

Mean Absolute Deviation merupakan nilai yang di perhatikan pertama kali dalam *error* dari sebuah hasil prediksi. Nilai ini ditentukan dengan nilai deviasi dan kemudian membaginya dengan data jumlah periode (n). Perhatian utama dalam metode ini adalah nilai *error* yang muncul lalu dijadikan parameter dari keberhasilan suatu model. Berikut ini adalah rumus perhitungan dari metode *mean absolute deviation* (Stevenson, 2015):

$$MAD = \frac{\sum |Actual_t - Forecast_t|}{n}$$

Keterangan:

- t = Jumlah periode
- $Actual_t$ = Nilai aktual pada periode t
- $Forecast_t$ = *Forecasting* untuk periode t
- n = Total jumlah periode yang di hitung
- $||$ = Nilai absolut

2) *Mean Squared Error (MSE)*

Mean Squared Error adalah Metode pengujian akurasi dilakukan dengan menilai

rata-rata selisih kuadrat antara nilai aktual dan nilai hasil forecasting (Syafira et al., 2022). Nilai akurasi dinyatakan baik jika nilai tersebut tergolong kecil, tetapi metode ini memiliki kekurangan karena cenderung menghasilkan deviasi yang besar akibat dari pengkuadratan. Berikut adalah rumus untuk mengakulasi *mean squared error* diantara lain (Stevenson, 2015):

$$MPE = \frac{\Sigma(\text{Actual}_t - \text{Forecast}_t)^2}{n - 1}$$

Keterangan :

t = jumlah periode
 Actual_t = nilai aktual pada periode t
 Forecast_t = forecasting untuk periode t
 n = total jumlah periode yang di hitung

3) Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error adalah metode yang mengkalkulasi *error Absolute* pada setiap periode kemudian dibagi dengan nilai aktual untuk periode tersebut lalu di rata-ratakan. Hal ini dilakukan untuk mengukur *error* pada perhitungan persentase deviasi antara data aktual dengan data *forecasting* (Syafira et al., 2022). Metode ini dianggap lebih akurat dibandingkan *Mean Absolute Deviation*, karena *MAPE* terdiri atas persentase *error* dari forecasting terhadap data aktual yang outputnya akan di lengkapi dengan informasi terkait persentase *error* tersebut, apakah terlalu tinggi ataupun terlalu rendah (Alex & Nur Rahmawati, 2023). Berikut ini adalah rumus untuk mengkalkulasi *Mean Absolute Percentage Error* dan Indikator kesuksesan MAPE diantara lain (Stevenson, 2015):

$$MAPE = \frac{\Sigma \frac{|\text{Actual}_t - \text{Forecast}_t|}{\text{Actual}_t}}{n} \times 100$$

Keterangan :

t = Jumlah periode
 Actual_t = Nilai aktual pada periode t
 Forecast_t = Forecasting untuk periode t
 n = Total jumlah periode yang di hitung

|| = Nilai absolut

Tabel 1 Indikator Kesuksesan Metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Indikator Nilai MAPE	Kesimpulan
< 10 %	Sangat Baik
10% - 20%	Baik
20% - 50%	Cukup Baik
> 50%	Buruk

Sumber : (Asyrof H. & Rahmawati, 2023)

Tracking Signal

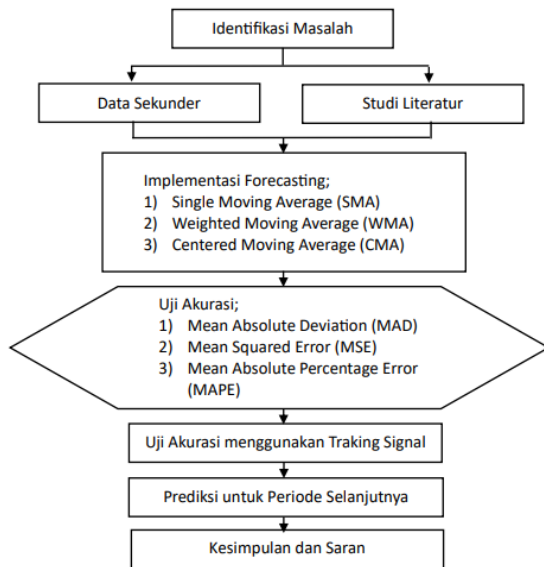
Tracking Signal merupakan cara untuk mengamati nilai *error* yang tidak bersifat *random* dan sebagai pembanding nilai aktual dan nilai yang di *forecasting*. Hal ini dilakukan untuk menguji keakuratan metode peramalan yang telah dipilih. Untuk mengetahuinya dapat di perhatikan jika *tracking signal* (T_t) \geq *control limit* (CL) maka nilai *error* dinyatakan tidak valid. Nilai *tracking* dapat berupa negatif dan positif, nilai positif ditunjukkan dengan nilai aktual lebih besar dari pada nilai *forecasting* sebaliknya nilai negatif nilai aktual lebih kecil dari pada nilai *forecasting*. selain itu nilai *tracking signal* dikategorikan baik ketika pusat *tracking signal* paling mendekati 0 (nol). berikut adalah rumus perhitungan dari *tracking signal* diantara lain (Bilaffayza et al., 2023):

$$T_t = \frac{RSFE}{MAD}$$

Keterangan :

$RSFE$ = Running sum of the forecast error
 MAD = Mean absolute deviation

METODE PENELITIAN



Gambar 1 Kerangka Penelitian

(Sumber: Hasil pengolahan Data, 2024)

Objek Penelitian ini adalah mobilitas kontainer di Kota Batam khususnya kontainer Ekspor 40 feet dalam periode Januari 2022 – Maret 2024. Sumber data yang diolah peneliti dengan merupakan data sekunder dari Badan Pusat Statistik Kota Batam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

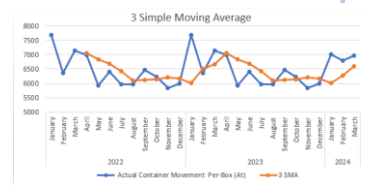
Forecasting

Single Moving Average (SMA)

- a. Pengolahan data *Single Moving Average* dengan periode 3 Bulan

Tabel 2 Pengolahan Data dengan Metode Single Moving Average Periode 3 Bulan

3 Single Moving Average			
Year	Period (t)	Actual Container Movement Per-Box (At)	3 SMA
2022	January	7678	
	February	6353	
	March	7142	
	April	6987	7057,7
	May	5916	6827,3
	June	6399	6681,7
	July	5968	6434,0
	August	5968	6094,3
	September	6459	6111,7
	October	6219	6131,7
	November	5838	6215,3
	December	5985	6172,0
2023	January	7678	6014,0
	February	6353	6500,3
	March	7142	6672,0
	April	6987	7057,7
	May	5916	6827,3
	June	6399	6681,7
	July	5968	6434,0
	August	5968	6094,3
	September	6459	6111,7
	October	6219	6131,7
	November	5838	6215,3
	December	5985	6172,0
2024	January	7002	6014,0
	February	6797	6275,0
	March	6966	6594,7

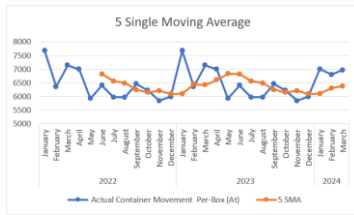


Gambar 2 Pengolahan Data dengan Metode Single Moving Average Periode 3 Bulan

- b. Perhitungan Single Moving Average 5 Bulan

Tabel 3 Pengolahan Data dengan Metode Single Moving Average Periode 5 Bulan

5 Single Moving Average			
Year	Period (t)	Actual Container Movement Per-Box (At)	5 SMA
2022	January	7678	
	February	6353	
	March	7142	
	April	6987	
	May	5916	
	June	6399	6815,2
	July	5968	6559,4
	August	5968	6482,4
	September	6459	6247,6
	October	6219	6142
	November	5838	6202,6
	December	5985	6090,4
2023	January	7678	6093,8
	February	6353	6435,8
	March	7142	6414,6
	April	6987	6599,2
	May	5916	6829
	June	6399	6815,2
	July	5968	6559,4
	August	5968	6482,4
	September	6459	6247,6
	October	6219	6142
	November	5838	6202,6
	December	5985	6090,4
2024	January	7002	6093,8
	February	6797	6300,6
	March	6966	6368,2



Gambar 3 Pengolahan Data dengan Metode Single Moving Average Periode 5 Bulan

Berdasarkan *forecasting* dari 2 periode *single moving average* yakni periode 3 bulan dan 5 bulan, diperoleh bahwasanya *forecasting* dengan periode 3 bulan lebih unggul dalam memprediksi *demand* kontainer. Hal ini terlihat dari banyak jumlah akurasi yang mendekati dengan demand aktual. Selain itu pada peramalan *single moving average* baik peramalan periode 3 bulan maupun 5 bulan tidak terpengaruh oleh fluktuasi *trend* sehingga menyebabkan nilai forecast pada bulan-bulan tertentu tidak sesuai dengan nilai demand aktual. Karena fokus perhitungan pada metode ini mengambil rata-rata nilai periode sebelumnya dengan asumsi seluruh data sebelumnya memiliki nilai yang sama untuk meramalkan periode selanjutnya.

Weighted Moving Average (WMA)

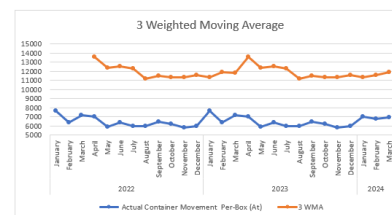
- a. Pengolahan Data dengan metode *Weighted Moving Average* periode 3 Bulan

Tabel 4 Pengolahan Data dengan Metode *Weighted Moving Average* Periode 3 Bulan

3 Weighted Moving Average		Actual Container Movement 3 WMA Per-Box (At)
Year	Period (t)	
2022	January	7678
	February	6353
	March	7142
	April	6987
	May	5916
	June	6399
	July	5968
	August	5968
	September	6459
	October	6219
	November	5838
	December	5985
2023	January	7678
	February	6353
	March	7142
	April	6987
	May	5916
	June	6399
	July	5968
	August	5968
	September	6459
	October	6219
	November	5838
	December	5985
2024	January	7002
	February	6797
	March	6966

Tabel 5 Pembobotan pada Metode *Weighted Moving Average* periode 3 Bulan

3 Month-Weighted Moving Average (WMA)	
W1	0,571
W2	0,286
W3	0,143
Total	1



Gambar 4 Gamber Pengolahan Data dengan Metode *Weighted Moving Average* Periode 5 Bulan

Berdasarkan pengolahan data menggunakan *weighted moving average* dengan periode 3 bulan, hasil *forecast* berbanding jauh bahkan nilainya lebih besar daripada *demand* aktual. sehingga perhitungan metode ini tidak dapat digunakan dalam *forecasting* kontainer.

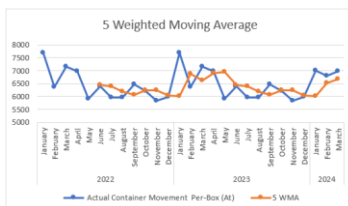
- b. Perhitungan *Weighted Moving Average* 5 Bulan

Tabel 6 Pengolahan Data dengan Metode Weighted Moving Average Periode 5 Bulan

5 Weighted Moving Average			
Year	Period (t)	Actual Container Movement Per-Box (At)	5 WMA
2022	January	7678	
	February	6353	
	March	7142	
	April	6987	
	May	5916	
	June	6399	6435,261
	July	5968	6397,061
	August	5968	6176,293
	September	6459	6052,827
	October	6219	6247,707
	November	5838	6237,986
	December	5985	6029,017
2023	January	7678	6007,526
	February	6353	6870,003
	March	7142	6609,615
	April	6987	6890,649
	May	5916	6958,055
	June	6399	6435,261
	July	5968	6397,061
	August	5968	6176,293
	September	6459	6052,827
	October	6219	6247,707
	November	5838	6237,986
	December	5985	6029,017
2024	January	7002	6007,526
	February	6797	6521,187
	March	6966	6664,311

Tabel 7 Pembobotan pada Metode Weighted Moving Average Periode 5 Bulan

5 Month-Weighted Moving Average (WMA)	
W1	0,516
W2	0,258
W3	0,129
W4	0,065
W5	0,032
Total	1



Gambar 5 Pengolahan Data dengan Metode Weighted Moving Average Periode 5 Bulan

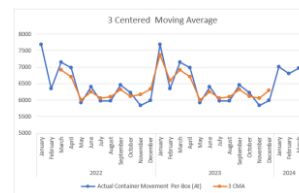
Dari kedua pengolahan data pada metode *weighted moving average*, hasil *forecast* yang paling mendekati nilai aktual adalah pengolahan data menggunakan *weighted moving average* dengan periode 5. Hal ini dikarenakan terdapat pada bulan tertentu nilai *forecast* mendekati nilai aktual demand kontainer sedangkan metode pengolahan data menggunakan *weighted moving average* dengan periode 3 bulan tidak satu pun mendekati dengan nilai aktual *demand* kontainer dan cenderung lebih besar daripada nilai *demand* aktual.

Centered Moving Average (CMA)

a. Pengolahan Data dengan metode *Centered Moving Average* periode 3 Bulan

Tabel 8 Pengolahan Data dengan Metode Centered Moving Average Periode 3 Bulan

3 Centered Moving Average			
Year	Period (t)	Actual Container Movement Per-Box (At)	3 CMA
2022	January	7678	
	February	6353	
	March	7142	6911,833
	April	6987	6710,5
	May	5916	6005,167
	June	6399	6255,333
	July	5968	6049,833
	August	5968	6091,667
	September	6459	6315,5
	October	6219	6116,5
	November	5838	6169,167
	December	5985	6328,5
2023	January	7678	7367,833
	February	6353	6590,167
	March	7142	6911,833
	April	6987	6710,5
	May	5916	6005,167
	June	6399	6255,333
	July	5968	6049,833
	August	5968	6091,667
	September	6459	6315,5
	October	6219	6116,5
	November	5838	6056,5
	December	5985	6289,833
2024	January	7002	
	February	6797	
	March	6966	

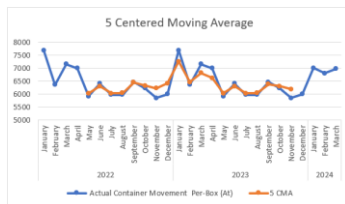


Gambar 6 Pengolahan Data dengan Metode Centered Moving Average Periode 3 Bulan

b. Perhitungan *Centered Moving Average* 5 Bulan

Tabel 9 Pengolahan Data dengan Metode Centered Moving Average Periode 5 Bulan

5 Centered Moving Average			
Year	Period (t)	Actual Container Movement Per-Box (At)	5 CMA
2022	January	7678	
	February	6353	
	March	7142	
	April	6987	
	May	5916	6029
	June	6399	6300,8
	July	5968	6029,2
	August	5968	6030,9
	September	6459	6447,4
	October	6219	6316,8
	November	5838	6218,6
	December	5985	6407
2023	January	7678	7246,6
	February	6353	6456,2
	March	7142	6812,2
	April	6987	6617,3
	May	5916	6029
	June	6399	6300,8
	July	5968	6029,2
	August	5968	6030,9
	September	6459	6379,8
	October	6219	6293,6
	November	5838	6177,8
	December	5985	
2024	January	7002	
	February	6797	
	March	6966	



Gambar 7 Pengolahan Data dengan Metode Single Moving Average Periode 3 Bulan

Dari pengolahan data pada kedua metode *centered moving average* berhasil mengidentifikasi pola trend pada data historis, selain itu pada perhitungan ini berhasil menghasilkan nilai forecast yang mendekati nilai actual.

Uji Akurasi Forecasting

Langkah selanjutnya adalah menguji akurasi forecasting menggunakan metode *Mean Squared Deviation (MAD)*, *Mean Squared Error (MSE)* dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. Berikut ini adalah hasil uji akurasi terhadap 3 metode *forecasting* yang telah dilakukan:

1. Uji Akurasi MAD, MSE dan MAPE terhadap hasil Metode Forecasting Single Moving Average dengan Periode 3 Bulan

Tabel 10 Uji Akurasi pada Metode Single Moving Average dengan Periode 3 Bulan

3 Single Moving Average								
Year	Period (t)	Actual Container Movement Per-Box (At)	3 SMA	Error (At-Ft)	Absolute Deviation	Squared Error	Absolute Percentage Error (%)	
2022	January	7678						
	February	6353						
	March	7142						
	April	6987	7057,7		-70,7	70,7	4993,8	1,0%
	May	5916	6827,3		-911,3	911,3	830528,4	15,4%
	June	6399	6681,7		-282,7	282,7	79900,4	4,4%
	July	5968	6434,0		-466,0	466,0	217156,0	7,8%
	August	5968	6094,3		-126,3	126,3	15960,1	2,1%
	September	6459	6111,7		347,3	347,3	120640,4	5,4%
	October	6219	6131,7		87,3	87,3	7627,1	1,4%
	November	5838	6215,3		-377,3	377,3	142380,4	6,5%
	December	5985	6172,0		-187,0	187,0	34969,0	3,1%
2023	January	7678	6014,0	1664,0	1664,0	2768396,0	21,7%	
	February	6353	6500,3	-147,3	147,3	21707,1	2,3%	
	March	7142	6672,0	470,0	470,0	220900,0	6,6%	
	April	6987	7057,7	-70,7	70,7	4993,8	1,0%	
	May	5916	6827,3	-911,3	911,3	830528,4	15,4%	
	June	6399	6681,7	-282,7	282,7	79900,4	4,4%	
	July	5968	6434,0	-466,0	466,0	217156,0	7,8%	
	August	5968	6094,3	-126,3	126,3	15960,1	2,1%	
	September	6459	6111,7	347,3	347,3	120640,4	5,4%	
	October	6219	6131,7	87,3	87,3	7627,1	1,4%	
	November	5838	6215,3	-377,3	377,3	142380,4	6,5%	
	December	5985	6172,0	-187,0	187,0	34969,0	3,1%	
2024	January	7002	6014,0	988,0	988,0	976144,0	14,1%	
	February	6797	6275,0	522,0	522,0	272484,0	7,7%	
	March	6966	6594,7	371,3	371,3	137888,4	5,3%	
				Averages	411,4	304430,5	6%	
				MAD		MSE	MAPE	

Dari pengujian akurasi pada metode ini diperoleh nilai MAD sebesar 411,4, MSE sebesar 304430,5, dan MAPE sebesar 6 %.

2. Uji Akurasi MAD, MSE dan MAPE terhadap hasil Metode Forecasting Single Moving Average dengan Periode 5 Bulan

Tabel 11 Uji Akurasi pada Metode Single Moving Average dengan Periode 5 Bulan

5 Single Moving Average								
Year	Period (t)	Actual Container Movement Per-Box (At)	5 SMA	Error (At-Ft)	Absolute Deviation	Squared Error	Absolute Percentage Error (%)	
2022	January	7678						
	February	6353						
	March	7142						
	April	6987						
	May	5916						
	June	6399	6815,2		-416,2	416,2	173222,44	6,5%
	July	5968	6559,4		-591,4	591,4	349753,96	9,9%
	August	5968	6482,4		-514,4	514,4	264607,36	8,6%
	September	6459	6247,6		211,4	211,4	44689,96	3,3%
	October	6219	6142		77	77	5929	1,2%
	November	5838	6202,6		-364,6	364,6	132933,16	6,2%
	December	5985	6090,4		-105,4	105,4	11109,16	1,8%
2023	January	7678	6093,8	1584,2	1584,2	2509689,64	20,8%	
	February	6353	6495,8	-82,8	82,8	6855,84	1,3%	
	March	7142	6414,6	727,4	727,4	529110,76	10,2%	
	April	6987	6599,2	387,8	387,8	150388,64	5,6%	
	May	5916	6829	-913	913	833569	15,4%	
	June	6399	6815,2	-416,2	416,2	173222,44	6,5%	
	July	5968	6559,4	-591,4	591,4	349753,96	9,9%	
	August	5968	6482,4	-514,4	514,4	264607,36	8,6%	
	September	6459	6247,6	211,4	211,4	44689,96	3,3%	
	October	6219	6142	77	77	5929	1,2%	
	November	5838	6202,6	-364,6	364,6	132933,16	6,2%	
	December	5985	6090,4	-105,4	105,4	11109,16	1,8%	
2024	January	7002	6093,8	908,2	908,2	824827,24	13,0%	
	February	6797	6300,6	496,4	496,4	246412,96	7,3%	
	March	6966	6368,2	597,8	597,8	357364,84	8,6%	
				Averages	466,291	337395,8727	7,1%	
				MAD		MSE	MAPE	

Dari pengujian akurasi pada metode ini diperoleh nilai MAD sebesar 466,291, MSE sebesar 337395,87 dan MAPE sebesar 7,1%.

3. Uji Akurasi MAD, MSE dan MAPE terhadap hasil Metode Forecasting

Weighted Moving Average dengan Periode 3 Bulan.

Tabel 12 Uji Akurasi pada Metode Weighted Moving Average dengan Periode 3 Bulan

3 Weighted Moving Average							
Year	Period (t)	Actual Container Movement Per-Box (At)	3 WMA	Error (At-Ft)	Absolute Deviation Squared Error	Absolute Percentage Error (%)	
2022	January	7678					
	February	6353					
	March	7142					
	April	6987	13573,2	-6586,18	6586,18	43377806,51	94,3%
	May	5916	12385,3	-6469,33	6469,33	41852256,53	109,4%
	June	6399	12518,5	-6119,46	6119,46	37447802,93	95,6%
	July	5968	12332,9	-6364,95	6364,95	40512563,04	106,7%
	August	5968	11154	-5185,99	5185,99	26894440,42	86,9%
	September	6459	11513,1	-5054,72	5054,72	25550184,17	78,3%
	October	6219	11363,1	-5144,08	5144,08	26461559,05	82,7%
	November	5838	11366,5	-5528,47	5528,47	30563936,31	94,7%
	December	5985	11571,3	-5586,28	5586,28	31206468,38	93,3%
2023	January	7678	11306,2	-3628,25	3628,25	13164169,04	47,3%
	February	6353	11934	-5589,99	5589,99	31147460,54	87,8%
	March	7142	11808,6	-4666,61	4666,61	21777286,22	65,3%
	April	6987	13573,2	-6586,18	6586,18	43377806,51	94,3%
	May	5916	12385,3	-6469,33	6469,33	41852256,53	109,4%
	June	6399	12518,5	-6119,46	6119,46	37447802,93	95,6%
	July	5968	12332,9	-6364,95	6364,95	40512563,04	106,7%
	August	5968	11154	-5185,99	5185,99	26894440,42	86,9%
	September	6459	11513,1	-5054,72	5054,72	25550184,17	78,3%
	October	6219	11363,1	-5144,08	5144,08	26461559,05	82,7%
	November	5838	11366,5	-5528,47	5528,47	30563936,31	94,7%
	December	5985	11571,3	-5586,28	5586,28	31206468,38	93,3%
2024	January	7002	11306,2	-4304,25	4304,25	18526533,63	61,5%
	February	6797	11548	-4751,8	4751,8	22571955,49	69,9%
	March	6966	11868,8	-4902,8	4902,8	24037467,45	70,4%
				Averages	5496,37	30789954,38	86,9%
				MAD	MSE	MAPE	

Dari pengujian akurasi pada metode ini diperoleh nilai MAD sebesar 5496,37, MSE sebesar 30789954,38 dan MAPE sebesar 89,7%.

4. Uji Akurasi MAD, MSE dan MAPE terhadap hasil Metode Forecasting Weighted Moving Average dengan Periode 5 Bulan

Tabel 13 Uji Akurasi pada Metode Weighted Moving Average dengan Periode 5 Bulan

5 Weighted Moving Average							
Year	Period (t)	Actual Container Movement Per-Box (At)	5 WMA	Error (At-Ft)	Absolute Deviation Squared Error	Absolute Percentage Error (%)	
2022	January	7678					
	February	6353					
	March	7142					
	April	6987					
	May	5916					
	June	6399	6435,261	-36,261	36,26	1314,86	0,6%
	July	5968	6397,061	-429,061	429,06	184093,34	7,2%
	August	5968	6176,293	-208,293	208,29	43385,97	3,5%
	September	6459	6052,827	406,173	406,17	164976,51	6,3%
	October	6219	6247,707	-28,707	28,71	824,09	0,5%
	November	5838	6237,986	-399,986	399,99	159888,80	6,9%
	December	5985	6029,017	-44,017	44,02	1937,50	0,7%
2023	January	7678	6007,526	1670,474	1670,47	2790483,38	21,8%
	February	6353	6870,003	-517,003	517,00	267292,10	8,1%
	March	7142	6609,615	532,385	532,38	283433,79	7,5%
	April	6987	6890,949	96,351	96,35	9283,52	1,4%
	May	5916	6958,055	-1042,06	1042,06	1083878,62	17,6%
	June	6399	6435,261	-36,261	36,26	1314,86	0,6%
	July	5968	6397,061	-429,061	429,06	184093,34	7,2%
	August	5968	6176,293	-208,293	208,29	43385,97	3,5%
	September	6459	6052,827	406,173	406,17	164976,51	6,3%
	October	6219	6247,707	-28,707	28,71	824,09	0,5%
	November	5838	6237,986	-399,986	399,99	159888,80	6,9%
	December	5985	6029,017	-44,017	44,02	1937,50	0,7%
2024	January	7002	6007,526	994,474	994,47	988978,54	14,2%
	February	6797	6521,187	275,813	275,81	76072,81	4,1%
	March	6966	6664,311	301,689	301,69	91016,25	4,3%
				Averages	387,97	304794,60	5,9%
				MAD	MSE	MAPE	

Dari pengujian akurasi pada metode ini diperoleh nilai MAD sebesar 387,97, MSE sebesar 304794,60 dan MAPE sebesar 5,9%.

5. Uji Akurasi MAD, MSE dan MAPE terhadap hasil Metode Forecasting Centered Moving Average dengan Periode 3 Bulan

Tabel 14 Uji Akurasi pada Metode Centered Moving Average dengan Periode 3 Bulan

3 Centered Moving Average							
Year	Period (t)	Actual Container Movement Per-Box (At)	3 CMA	Error (At-Ft)	Absolute Deviation Squared Error	Absolute Percentage Error (%)	
2022	January	7678					
	February	6353					
	March	7142	6911,833	230,1667	230,17	52976,69	3,2%
	April	6987	6710,5	276,5	276,50	76452,25	4,0%
	May	5916	6005,167	-89,1667	89,17	7950,69	1,5%
	June	6399	6255,333	143,6667	143,67	20640,11	2,2%
	July	5968	6049,833	-81,8333	81,83	6696,69	1,4%
	August	5968	6091,667	-123,667	123,67	15299,44	2,1%
	September	6459	6315,5	143,5	143,50	20592,25	2,2%
	October	6219	6116,5	102,5	102,50	10506,25	1,6%
	November	5838	6169,167	-331,167	331,17	109671,36	5,7%
	December	5985	6328,5	-343,5	343,50	117992,25	5,7%
2023	January	7678	7367,833	310,1667	310,17	96203,36	4,0%
	February	6353	6590,167	-237,167	237,17	56248,03	3,7%
	March	7142	6911,833	230,1667	230,17	52976,69	3,2%
	April	6987	6710,5	276,5	276,50	76452,25	4,0%
	May	5916	6005,167	-89,1667	89,17	7950,69	1,5%
	June	6399	6255,333	143,6667	143,67	20640,11	2,2%
	July	5968	6049,833	-81,8333	81,83	6696,69	1,4%
	August	5968	6091,667	-123,667	123,67	15299,44	2,1%
	September	6459	6315,5	143,5	143,50	20592,25	2,2%
	October	6219	6116,5	102,5	102,50	10506,25	1,6%
	November	5838	6169,167	-331,167	331,17	109671,36	5,7%
	December	5985	6289,833	-304,833	304,83	92923,36	5,1%
2024	January	7002					
	February	6797					
	March	6966					
				Averages	187,61	42863,52	2,9%
				MAD	MSE	MAPE	

Dari pengujian akurasi pada metode ini diperoleh nilai MAD sebesar 187,61, MSE sebesar 42863,52 dan MAPE sebesar 2,9%

6. Uji Akurasi MAD, MSE dan MAPE terhadap hasil Metode Forecasting Centered Moving Average dengan Periode 5 Bulan

Tabel 15 Uji Akurasi pada Metode Centered Moving Average dengan Periode 5 Bulan

5 Centered Moving Average							
Year	Period (t)	Actual Container Movement Per-Box (At)	5 CMA	Error (At-Ft)	Absolute Deviation Squared Error	Absolute Percentage Error (%)	
2022	January	7678					
	February	6353					
	March	7142					
	April	6987					
	May	5916	6029	-113	113,00	12769,00	1,9%
	June	6399	6300,8	98,2	98,20	9645,24	1,5%
	July	5968	6029,2	-61,2	61,20	3745,44	1,0%
	August	5968	6030,9	-62,9	62,90	3956,41	1,1%
	September	6459	6447,4	11,6	11,60	134,56	0,2%
	October	6219	6316,8	-97,8	97,80	9564,84	1,6%
	November	5838	6218,6	-380,6	380,60	144856,36	6,5%
	December	5985	6407	-422	422,00	178084,00	7,1%
2023	January	7678	7246,6	431,4	431,40	186105,96	5,6%
	February	6353	6456,2	-103,2	103,20	10650,24	1,6%
	March	7142	6812,2	329,8	329,80	108768,04	4,6%
	April	6987	6617,3	369,7	369,70	136678,09	5,3%
	May	5916	6009	-113	113,00	12769,00	1,9%
	June	6399	6300,8	98,2	98,20	9645,24	1,5%
	July	5968	6029,2	-61,2	61,20	3745,44	1,0%
	August	5968	6030,9	-62,9	62,90	3956,41	1,1%
	September	6459	6379,8	79,2	79,20	6272,64	1,2%
	October	6219	6295,6	-74,6	74,60	5565,16	1,2%
	November	5838	6177,8	-339,8	339,80	115464,04	5,8%
	December	5985					
2024	January	7002					
	February	6797					
	March	6966					
				Averages	174,23	50651	2,7%
				MAD	MSE	MAPE	

Dari pengujian akurasi pada metode ini diperoleh nilai MAD sebesar 174,24, MSE sebesar 50651 dan MAPE sebesar 2,7%

Tabel 16 Peringkat Metode Forecasting berdasarkan Uji Akurasi MAD, MSE dan MAPE

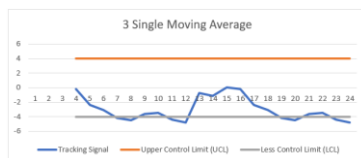
	MAD	MSE	MAPE	RANK
5 CMA	174,23	50651,16	2,7%	1
3 CMA	187,61	42863,52	2,9%	2
5 WMA	387,97	304794,60	5,9%	3
3 SMA	411,44	304430,46	6%	4
5 SMA	466,29	337395,87	7,1%	5
3 WMA	5496,37	30789954,38	86,9%	6

Setelah menguji akurasi setiap metode peramalan, langkah selanjutnya adalah membandingkan hasilnya dengan cara memeringkatkan untuk menentukan keandalannya. Meski demikian, masih diperlukan validasi dengan metode tracking signal pada setiap metode tersebut.

Menguji Validasi Forecasting Menggunakan Tracking Signal

Tabel 17 Uji Validasi pada Metode Single Moving Average dengan Periode 3 Bulan

3 Single Moving Average					
Year	Period (t)	RSFE	Tracking Signal	Upper Control Limit (UCL)	Less Control Limit (LCL)
2022					
January					
February					
March					
April		-70,7	-0,171752633	4	-4
May		-982,0	-2,386713476	4	-4
June		-1264,7	-3,073724008	4	-4
July		-1730,7	-4,206319201	4	-4
August		-1857,0	-4,51336754	4	-4
September		-1509,7	-3,669187146	4	-4
October		-1422,3	-3,456926816	4	-4
November		-1799,7	-4,374021064	4	-4
December		-1986,7	-4,828517418	4	-4
2023					
January		-322,7	-0,784229004	4	-4
February		-470,0	-1,14231704	4	-4
March		0,0	0	4	-4
April		-70,7	-0,171752633	4	-4
May		-982,0	-2,386713476	4	-4
June		-1264,7	-3,073724008	4	-4
July		-1730,7	-4,206319201	4	-4
August		-1857,0	-4,51336754	4	-4
September		-1509,7	-3,669187146	4	-4
October		-1422,3	-3,456926816	4	-4
November		-1799,7	-4,374021064	4	-4
December		-1986,7	-4,828517418	4	-4
2024					
January		-998,7	-2,427221172	4	-4
February		-476,7	-1,158520119	4	-4
March		-105,3	-0,256008642	4	-4

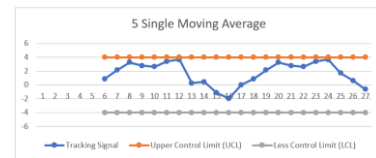


Gambar 7 Tracking Signal pada Metode Single Moving Average dengan Periode 3 Bulan

Berdasarkan dari pengujian validasi diatas disimpulkan bahwasanya hasil forecasting tergolong tidak valid, karena hasil forecasting melewati ambang batas dari Less Control Limit (LCL) yaitu -4.

Tabel 18 Uji Validasi pada Metode Single Moving Average dengan Periode 5 Bulan

5 Single Moving Average					
Year	Period (t)	RSFE	Tracking Signal	Upper Control Limit (UCL)	Less Control Limit (LCL)
2022					
January					
February					
March					
April					
May					
June		416,2	0,89257584	4	-4
July		1007,6	2,160882789	4	-4
August		1522	3,264056773	4	-4
September		1310,6	2,810691726	4	-4
October		1233,6	2,645558762	4	-4
November		1598,2	3,42747407	4	-4
December		1703,6	3,653513218	4	-4
2023					
January		119,4	0,256063324	4	-4
February		202,2	0,433634875	4	-4
March		-525,2	-1,12635491	4	-4
April		-913	-1,958005147	4	-4
May		0	0	4	-4
June		416,2	0,89257584	4	-4
July		1007,6	2,160882789	4	-4
August		1522	3,264056773	4	-4
September		1310,6	2,810691726	4	-4
October		1233,6	2,645558762	4	-4
November		1598,2	3,42747407	4	-4
December		1703,6	3,653513218	4	-4
2024					
January		795,4	1,705802074	4	-4
February		299	0,641230601	4	-4
March		-298,8	-0,640801684	4	-4

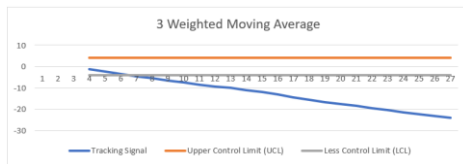


Gambar 8 Tracking Signal pada Metode Single Moving Average dengan Periode 5 Bulan

Berdasarkan dari pengujian validasi diatas disimpulkan bahwasanya hasil forecasting tergolong valid, karena hasil forecasting tidak melewati ambang batas dari Upper Control Limit (UCL) dan Less Control Limit (LCL) yaitu berkisar 4 untuk UCL dan -4 untuk FCL.

Tabel 19 Uji Validasi pada Metode Weighted Moving Average dengan Periode 3 Bulan

3 Weighted Moving Average					
Year	Period (t)	RSFE	Tracking Signal	Upper Control Limit (UCL) Less Control Limit (LCL)	
2022	January				
	February				
	March				
	April	-6586,18	-1,19828	4	-4
	May	-13055,5	-2,3753	4	-4
	June	-19175	-3,48866	4	-4
	July	-25539,9	-4,64669	4	-4
	August	-30725,9	-5,59022	4	-4
	September	-3780,6	-6,50987	4	-4
	October	-40924,7	-7,44578	4	-4
	November	-48453,2	-8,45162	4	-4
	December	-52039,4	-9,46797	4	-4
2023	January	-55667,7	-10,1281	4	-4
	February	-61248,7	-11,1435	4	-4
	March	-65913,3	-11,9925	4	-4
	April	-72501,5	-13,1908	4	-4
	May	-78970,8	-14,3678	4	-4
	June	-85090,3	-15,4812	4	-4
	July	-91455,2	-16,6392	4	-4
	August	-96641,2	-17,5827	4	-4
	September	-101696	-18,5024	4	-4
	October	-106840	-19,4383	4	-4
	November	-112368	-20,4441	4	-4
	December	-117955	-21,4605	4	-4
2024	January	-122259	-22,2436	4	-4
	February	-127010	-23,108	4	-4
	March	-131913	-24	4	-4

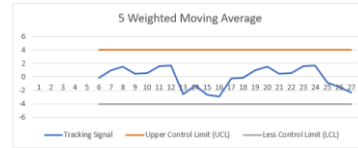


Gambar 9 Tracking Signal pada Metode Weighted Moving Average dengan Periode 3 Bulan

Berdasarkan dari pengujian validasi diatas disimpulkan bahwasanya hasil *forecasting* tergolong tidak valid, karena hasil *forecasting* melewati ambang batas dari *Less Control Limit* (LCL) yaitu -4.

Tabel 20 Uji Validasi pada Metode Weighted Moving Average dengan Periode 5 Bulan

5 Weighted Moving Average					
Year	Period (t)	RSFE	Tracking Signal	Upper Control Limit (UCL) Less Control Limit (LCL)	
2022	January				
	February				
	March				
	April				
	May				
	June	-36,261	-0,0934645	4	-4
	July	392,8	1,01246128	4	-4
	August	601,093	1,54934671	4	-4
	September	194,92	0,50241587	4	-4
	October	223,627	0,57640957	4	-4
	November	623,613	1,60739311	4	-4
	December	667,63	1,72084909	4	-4
2023	January	-1002,844	-2,5848796	4	-4
	February	-485,841	-1,252279	4	-4
	March	-1018,226	-2,6245275	4	-4
	April	-1114,577	-2,8728769	4	-4
	May	-72,522	-0,186929	4	-4
	June	-36,261	-0,0934645	4	-4
	July	392,8	1,01246128	4	-4
	August	601,093	1,54934671	4	-4
	September	194,92	0,50241587	4	-4
	October	223,627	0,57640957	4	-4
	November	623,613	1,60739311	4	-4
	December	667,63	1,72084909	4	-4
2024	January	-326,844	-0,8424565	4	-4
	February	-602,657	-1,553378	4	-4
	March	-904,346	-2,3309952	4	-4

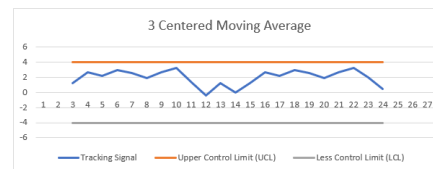


Gambar 10 Tracking Signal pada Metode Weighted Moving Average dengan Periode 5 Bulan

Berdasarkan dari pengujian validasi diatas disimpulkan bahwasanya hasil *forecasting* tergolong valid, karena hasil *forecasting* tidak melewati ambang batas dari *Upper Control Limit* (UCL) dan *Less Control Limit* (LCL) yaitu berkisar 4 untuk UCL dan -4 untuk FCL.

Tabel 21 Uji Validasi pada Metode Centered Moving Average dengan Periode 3 Bulan

3 Centered Moving Average					
Year	Period (t)	RSFE	Tracking Signal	Upper Control Limit (UCL)	Less Control Limit (LCL)
2022	January				
	February				
	March	230,1666667	1,226861573	4	-4
	April	506,6666667	2,700694557	4	-4
	May	417,5	2,22540785	4	-4
	June	561,1666667	2,991196899	4	-4
	July	479,3333333	2,554999192	4	-4
	August	355,6666667	1,895816508	4	-4
	September	499,1666667	2,56071717	4	-4
	October	601,6666667	3,207074786	4	-4
	November	270,5	1,441851074	4	-4
	December	-73	-0,389113229	4	-4
2023	January	237,1666667	1,264173801	4	-4
	February	0	0	4	-4
	March	230,1666667	1,226861573	4	-4
	April	506,6666667	2,700694557	4	-4
	May	417,5	2,22540785	4	-4
	June	561,1666667	2,991196899	4	-4
	July	479,3333333	2,554999192	4	-4
	August	355,6666667	1,895816508	4	-4
	September	499,1666667	2,56071717	4	-4
	October	601,6666667	3,207074786	4	-4
	November	383,1666667	2,042400258	4	-4
	December	78,33333333	0,417541593	4	-4
2024	January				
	February				
	March				

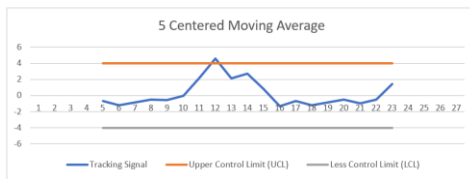


Gambar 11 Tracking Signal pada Metode Centered Moving Average dengan Periode 3 Bulan

Berdasarkan dari pengujian validasi diatas disimpulkan bahwasanya hasil *forecasting* tergolong valid, karena hasil *forecasting* tidak melewati ambang batas dari *Upper Control Limit* (UCL) dan *Less Control Limit* (LCL) yaitu berkisar 4 untuk UCL dan -4 untuk FCL.

Tabel 22 Uji Validasi pada Metode Centered Moving Average dengan Periode 5 Bulan

5 Centered Moving Average					
Year	Period (t)	RSFE	Tracking Signal	Upper Control Limit (UCL)	Less Control Limit (LCL)
2022					
January					
February					
March					
April					
May		-113	-0,6485817	4	-4
June		-211,2	-1,212216415	4	-4
July		-150	-0,860949159	4	-4
August		-87,1	-0,495924478	4	-4
September		-98,7	-0,566504546	4	-4
October		-0,9	-0,005165695	4	-4
November		379,7	2,179349304	4	-4
December		801,7	4,60148627	4	-4
2023					
January		370,3	2,12539649	4	-4
February		473,5	2,71729511	4	-4
March		143,7	0,824789284	4	-4
April		-226	-1,297163399	4	-4
May		-113	-0,6485817	4	-4
June		-211,2	-1,212216415	4	-4
July		-150	-0,860949159	4	-4
August		-87,1	-0,495924478	4	-4
September		-166,3	-0,95405634	4	-4
October		-91,7	-0,526326919	4	-4
November		248,1	1,424009908	4	-4
December					
2024					
January					
February					
March					



Gambar 12 Tracking Signal pada Metode Centered Moving Average dengan Periode 5 Bulan

Berdasarkan dari pengujian validasi diatas disimpulkan bahwasanya hasil *forecasting* tergolong tidak valid, karena hasil *forecasting* melewati ambang batas dari *Upper Control Limit* (UCL) yaitu 4.

Tabel 23 Peringkat hasil forecasting setelah dilakukan uji validasi *tracking signal*

	MAD	MSE	MAPE	RANK
3 CMA	187,61	42863,52	2,9%	1
5 WMA	387,97	304794,60	5,9%	2
5 SMA	466,29	337395,87	7,1%	3

Setelah memvalidasi semua metode *forecasting* dengan metode tracking signal, metode yang layak digunakan dalam penelitian ini adalah *single moving average* periode 5 bulan, *weighted moving average* periode 5 bulan, dan *centered moving average* periode 3 bulan.

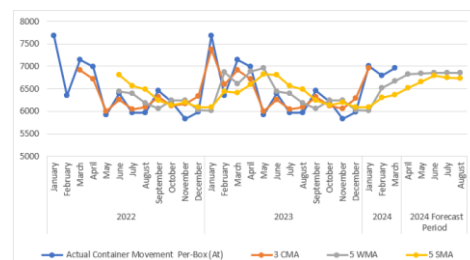
HASIL PREDIKSI PERIODE SELANJUTNYA

Setelah melaksanakan serangkaian uji coba terhadap beberapa metode peramalan untuk menentukan metode yang paling sesuai dalam meramalkan kebutuhan kontainer

pada periode mendatang, berikut disajikan hasil pengolahan data terkait metode peramalan *centered moving average* dengan periode 3 bulan, *weighted moving average* dengan periode 5 bulan, dan *single moving average* dengan periode 5 bulan.

Tabel 24 Perhitungan forecasting periode selanjutnya.

Year	Period (t)	Actual Container Movement Per-Box (At)	3 CMA	5 WMA	5 SMA
2022					
January		7678			
February		6353			
March		7142	6911,8		
April		6987	6710,5		
May		5916	6005,2		
June		6399	6255,3	6435,26	6815,2
July		5968	6049,8	6397,06	6559,4
August		5968	6091,7	6176,29	6482,4
September		6459	6315,5	6052,83	6247,6
October		6219	6116,5	6247,71	6142
November		5838	6169,2	6237,99	6202,6
December		5985	6328,5	6029,02	6090,4
2023					
January		7678	7367,8	6007,53	6093,8
February		6353	6590,2	6870	6435,8
March		7142	6911,8	6609,62	6414,6
April		6987	6710,5	6890,65	6599,2
May		5916	6005,2	6958,06	6829
June		6399	6255,3	6435,26	6815,2
July		5968	6049,8	6397,06	6559,4
August		5968	6091,7	6176,29	6482,4
September		6459	6315,5	6052,83	6247,6
October		6219	6116,5	6247,71	6142
November		5838	6056,5	6237,99	6202,6
December		5985	6289,8	6029,02	6090,4
2024					
January		7002	6961,8	6007,53	6093,8
February		6797		6521,19	6300,6
March		6966		6664,31	6366,2
April				6827,18	6517,6
May				6843,52	6653,52
June				6857,15	6787,22
July				6854,92	6744,27
August				6855,77	6733,72



Gambar 12 Grafik forecasting periode selanjutnya.

Berdasarkan hasil pengolahan data pada metode peramalan yang tercantum dalam Tabel 24, metode *centered moving average* dengan periode 3 bulan tidak mampu memprediksi mobilitas kontainer melampaui Januari 2024. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan metode tersebut yang bergantung pada nilai tengah dari periode peramalan, sehingga memerlukan data historis dan periode mendatang untuk perhitungan rata-rata. Sebaliknya, metode *weighted moving average* dan *single moving average* dengan periode 5 bulan dapat memprediksi hingga Agustus 2024. Dengan

demikian, dari ketiga metode yang diuji, hanya *weighted moving average* dan *single moving average* dengan periode 5 bulan yang efektif dalam meramalkan mobilitas kontainer untuk periode yang lebih panjang.

KESIMPULAN

Penelitian ini membandingkan tiga metode *forecasting time series* yaitu *single moving average*, *weighted moving average*, dan *centered moving average* untuk memprediksi mobilitas ekspor kontainer 40 feet di kota Batam. Pengujian dilakukan dengan periode *forecast* 3 dan 5 bulan menggunakan MAD, MSE, dan MAPE, serta validasi dengan *tracking signal*.

Hasilnya menunjukkan bahwa metode *centered moving average* dengan periode 3 bulan memiliki akurasi tertinggi dengan MAD sebesar 187,61, MSE sebesar 42863,52, dan MAPE sebesar 2,9%. Namun, metode ini tidak dapat digunakan untuk prediksi masa depan karena membutuhkan data periode mendatang. Oleh karena itu, metode terbaik yang direkomendasikan adalah *weighted moving average* tertimbang dengan periode 5 bulan, yang memiliki MAD sebesar 387,97, MSE sebesar 304794,60, dan MAPE sebesar 5,9%.

Meskipun telah dilakukan *forecasting*, hasil peramalan tersebut harus dianalisis lebih lanjut. Pada objek penelitian ini, yaitu kontainer 40 feet di kota Batam, fluktuasi musiman mencerminkan pola perdagangan ekspor di kota Batam dan permintaan jumlah kontainer pada periode tersebut. Hal ini tercermin pada gambar 12, yang menunjukkan adanya lonjakan permintaan kontainer pada periode-periode tertentu, seperti Februari-Maret, Mei-Juni, Agustus-September, dan Desember-Januari. Oleh karena itu, pengguna hasil *forecasting* harus mempertimbangkan fluktuasi musiman pada periode tersebut karena kejadian ini berulang setiap tahun. Hal ini juga penting karena metode *forecasting* yang dipilih, yaitu

weighted moving average, tidak dapat mendeteksi pola musiman pada data *time series*.

SARAN

Berdasarkan kesimpulan dari penelitian ini, beberapa saran untuk regulasi, keputusan bisnis, dan aliansi bisnis dapat diambil. Pemerintah dan otoritas pelabuhan di Batam disarankan untuk mengatur kapasitas dan operasional pelabuhan dengan mempertimbangkan fluktuasi musiman serta memberikan insentif untuk adopsi teknologi *forecasting* canggih. Perusahaan pelayaran dan logistik perlu mengoptimalkan stok kontainer dan merencanakan logistik dengan lebih efektif berdasarkan hasil *forecasting*. Selain itu, investasi dalam sistem informasi dan teknologi untuk meningkatkan kemampuan *forecasting* juga penting. Aliansi bisnis di kota Batam dapat melakukan kolaborasi dengan pemasok dan pelanggan untuk berbagi data serta kemitraan strategis dengan pelabuhan untuk memastikan kesiapan infrastruktur. Koordinasi dengan pemangku kepentingan juga dapat membantu dalam menghadapi fluktuasi musiman secara lebih efisien. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan metode *forecasting* yang lebih maju, seperti SARIMA atau Holt-Winters, yang dapat mendeteksi pola musiman dengan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alex, M. A. H., & Nur Rahmawati. (2023). Application of the Single Moving Average, Weighted Moving Average and Exponential Smoothing Methods For Forecasting Demand At Boy Delivery. *Tibuana*, 6(1), 32–37. <https://doi.org/10.36456/tibuana.6.1.6442.32-37>
- Azahra, N., Alifia, S. C., Andyka, N. P., Wijayanto, S., & Fathoni, M. Y. (2022).

- Peramalan Jumlah Produksi Tebu Menggunakan Metode Time Series Model Moving Averages. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(4), 840. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i4.4388>
- Badan Pusat Statistik Kota Batam. (2023). *Perkembangan Ekspor dan Impor Kota Batam, Juni 2023*.
- Bilaffayza, E. S., Wahyudin, W., & Herwanto, D. (2023). Forecasting Demand of Moving Average and Linier Regression Methods in Predicting the Production of K93 Disc Brake Product (Case Study of PT United Steel Center Indonesia). *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, 10(01), 32. <https://doi.org/10.25124/jrsi.v10i01.590>
- Borucka, A. (2023). Seasonal Methods of Demand Forecasting in the Supply Chain as Support for the Company's Sustainable Growth. *Sustainability (Switzerland)*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/su15097399>
- Huriati, P., Erianda, A., Alanda, A., Meidelfi, D., & Irma Suryani, A. (2022). Implementation of the Moving Average Method for Forecasting Inventory in Cv. Tre Jaya Perkasa. *International Journal of Advanced Science Computing and Engineering*, 4(2), 67–75.
- Kadang, M. O., Patulak, D., & Upa, S. (2022). IMPLEMENTASI METODE WEIGHTED MOVING AVERAGE DAN SINGLE MOVING AVERAGE DALAM SISTEM INFORMASI PENJUALAN PADA KIOS MAUPA TORAJA UTARA. *JTRISTE*, 9(2), 125–137.
- Kurniawan, C., Rozi, F., & Rizal, S. (2019). PREDIKSI WAKTU SANDAR KAPAL DI PELABUHAN BATU AM PAR, KOTA BATAM, PROVINSI KEPULAUAN RIAU. *Jurnal Sistem Cerdas*, 2(2), 119–134.
- Lee, Y. W., Tay, K. G., & Choy, Y. Y. (2018). Forecasting Electricity Consumption Using Time Series Model. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.30), 218. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.30.22124>
- Ling, P. C. H., Tan, C. S., Lee, Y. H., & Mohammad, S. (2020). Technical Information on ISO Shipping Container. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 884(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/884/1/012042>
- Notteboom, T., Pallis, A., & Rodrigue, J. P. (2022). *PORT ECONOMICS, MANAGEMENT AND POLICY* (1st ed.). Routledge.
- Priadana, S., & Sunarsi, D. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif* (1st ed.). Pascal Books.
- Rakhman, A., Nia, & Puspitasari, B. (2017). *Usulan Perbaikan Perencanaan Produksi Pada Produk Engine Tipe CJ untuk mobil Pick Up di PT. XYZ dengan Metode Time-Series*.
- Sa'diyah, K., & Narto, N. (2021). IMPLEMENTASI PERAMALAN PENJUALAN IKAN LAUT UNTUK OPTIMASI PERSEDIAAN BAHAN BAKU (Studi Kasus di UD Harum Bungah Gresik). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri (JRSI)*, 6(2), 2621–2622.
- Song, D. (2021). A Literature Review, Container Shipping Supply Chain: Planning Problems and Research Opportunities. *Logistics*, 5(2). <https://doi.org/10.3390/logistics5020041>

- Song, D. P., & Dong, J. X. (2015). Empty Container Repositioning. In *International Series in Operations Research and Management Science* (Vol. 220, pp. 163–208). Springer New York LLC. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11891-8_6
- Stevenson, W. J. (2015). *Operations management* (12th ed.). Mc Graw Hill Education.
- Syafira, S., Hutahaean, J., & Santoso, S. (2022). Perbandingan Metode SMA dan MWA Dalam Memprediksi Jumlah Penjualan Alat Olahraga. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 3(4), 617–631. <https://doi.org/10.47065/bits.v3i4.1409>
- Taylor III, B. W., & Russel, R. S. (2011). *Operations Management* (7th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- William, A., & Rostianingsih, S. (2021). Analisa Forecasting Pada Penjualan Pakaian Di PT X. *Jurnal Infra*, 9(2). <https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-informatika/article/view/11042>
- Yin, J., & Shi, J. (2018). Seasonality patterns in the container shipping freight rate market. *Maritime Policy and Management*, 45(2), 159–173. <https://doi.org/10.1080/03088839.2017.1420260>