

Analisis Forecasting Volume Kontainer di Cikarang *Dry Port* Pada Tahun 2023
Menggunakan Metode *Exponential Smoothing Brown, Winter* dan *Quadratik*

¹Durotun Nafisah, ²Siti Ning Farida

^{1,2}Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email : 21042010082@student.upnjatim.ac.id, sitisaham@yahoo.co.id

Corresponding Mail Author : 21042010082@student.upnjatim.ac.id

Abstract

To regulate business activities that take place at Cikarang Dry Port, there is a process to predict what will happen to the company's operations in the future. The process of predicting things like this is called forecasting. This research aims to determine an effective forecasting method for the Cikarang Dry Port using exponential smoothing forecasting methods such as the Brown method, Winter method and Quadratic method. After the analysis is carried out, the smallest MAD (Mean Absolute Error) will be determined. This research uses a qualitative descriptive method to create a forecasting picture at the Cikarang Dry Port using secondary data obtained through container volume reports at the Cikarang Dry Port over the last year. The research results show that the Exponential Smoothing method from Winter is more suitable for estimating the volume of Cikarang Dry Port containers with forecasting results of 9750 TEUs with the smallest error, namely 1537.

Keywords: *Forecasting, Exponential Smoothing, Brown, Winter, Quadratic, MAD.*

Pendahuluan

Kemajuan teknologi saat ini telah melahirkan neologisme baru yaitu konsep “pelabuhan kering”. Pelabuhan kering berfungsi untuk mengintegrasikan hubungan logistik antara sistem laut dan jaringan lahan kering yang dapat memperkuat dimensi pelabuhan. Sejak tahun 1980an, minat terhadap pengembangan pelabuhan kering terus meningkat hingga saat ini (United Nations 2009). *Dry port* yang biasa dikenal sebagai “pelabuhan kering” atau “terminal darat”, merupakan fasilitas logistik yang berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan dasar laut atau pusat transportasi utama barang. Terminal *dry port* terletak di daratan yang memiliki fungsi yang sama seperti terminal pelabuhan laut sehingga dapat dianggap sebagai gerbang tambahan. Konsep *dry port* muncul sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi pelayaran global, menyediakan hubungan logistik yang dapat mengoptimalkan kargo dan mengurangi limbah. Hingga saat ini, pelabuhan kering terus dikembangkan oleh berbagai negara karena dapat meningkatkan produktivitas dan kapasitas pelabuhan, penyimpanan kontainer dan mempermudah pengangkutan barang. Pada *dry port* dilakukan konsolidasi muatan, pergudangan dan dokumentasi yang nantinya akan dikirimkan ke pelabuhan laut menggunakan moda transportasi seperti truk maupun kereta api (United Nations 2009).

Di Indonesia sendiri, *dry port* cukup banyak dikembangkan di berbagai wilayah. Namun, hanya satu yang berhasil beroperasi hingga saat ini yaitu Cikarang Dry Port. Sebagai Pelabuhan kering, Cikarang Dry Port memiliki fungsi sebagai pintu gerbang pelabuhan ke Tanjung Priok. Cikarang Dry Port menyediakan layanan yang baik untuk penanganan kargo, distribusi domestik dan proses logistik ekspor-impor internasional. Cikarang Dry Port juga menangani izin bea cukai, karantina kontainer dan formalitas ekspor-impor.

Dengan kode pelabuhan internasional yaitu 'IDJBK', Cikarang Dry Port memiliki akses sebagai pusat kegiatan ekspor-impor. Dengan demikian, proses ekspor-impor dapat ditangani langsung di Cikarang Dry Port melalui *bill of landing* transportasi multimoda yang ditawarkan oleh mitra pelayaran perusahaan. Untuk menganalisis aktivitas bisnis yang berlangsung di Cikarang Dry Port, terdapat proses untuk memprediksi apa yang akan terjadi pada operasional perusahaan di masa depan. Proses meramalkan hal-hal seperti ini disebut peramalan (*forecasting*). Teknik *forecasting* merupakan suatu cara atau pendekatan untuk menentukan ramalan (perkiraan) mengenai sesuatu di masa yang akan datang (Maulidah 2012). Proses peramalan perusahaan sangat penting dilakukan karena menjadi dasar dalam menyusun anggaran atau rencana perusahaan.

$$F_{t+1} = a \cdot X_t + (1 - a) \cdot F_t$$

Pada diatas menunjukkan bahwa volume kontainer di Cikarang Dry Port mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak stabil setiap bulannya. Data inilah yang nantinya akan menjadi acuan dalam proses *forecasting* volume kontainer di Cikarang Dry Port.

Di Cikarang Dry Port, proses *forecasting* dilakukan setiap tahunnya terutama di akhir tahun. Peramalan yang dilakukan yaitu memprediksi volume kontainer yang ditampung selama satu tahun ke depan. Hasil dari proses peramalan di Cikarang Dry Port menjadi landasan dalam menyusun *budget* atau anggaran perusahaan.

Proses *forecasting* pada Cikarang Dry Port melalui dua cara: 1) Memprediksi volume kontainer dengan mengamati data pada tahun-tahun sebelumnya dan menentukan jumlah volume berdasarkan hasil diskusi oleh tim *sales* dan *marketing*, 2) membuat *forecasting* dengan mengolah data volume kontainer pada tahun sebelumnya dan tahun sekarang dengan metode *time series* oleh tim *bussines development*.

Berangkat dari data yang telah dikumpulkan, peneliti ingin menentukan metode *forecasting* yang efektif bagi Cikarang Dry Port dengan metode *forecasting exponential smoothing* seperti metode Brown, metode Winter dan metode Kuadratik. Setelah dilakukan analisis, akan ditentukan MAD (*Mean Absolute Error*) terkecil. Hasil analisis kemudian akan menjadi acuan untuk menentukan metode mana yang paling efektif digunakan untuk proses *forecasting* di Cikarang Dry Port.

Melalui penelitian ini, peneliti ingin mendalami dan menganalisis metode *forecasting* yang tepat dan efektif untuk meramalkan volume kontainer di Cikarang Dry Port. Hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat untuk Cikarang Dry Port.

Landasan Teori

Peramalan (*Forecasting*)

Untuk peramalan yang objektif, metode peramalan digunakan untuk memperkirakan secara kuantitatif apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang dengan menggunakan data yang relevan dari masa lalu. Untuk membuat atau membuat peramalan yang akurat dan bermanfaat, ada dua langkah penting yang harus dilakukan. Langkah pertama adalah mengumpulkan data yang relevan dengan tujuan peramalan yang dimaksud dan berdasarkan informasi, yaitu informasi yang dapat menghasilkan peramalan yang akurat. Langkah kedua adalah memilih metode peramalan yang tepat untuk mengolah data yang telah dikumpulkan (Algifari 2021).

Menurut (Maulidah 2012) metode peramalan dibagi menjadi tiga jenis yaitu :

1. Peramalan Ekonomi, memprediksi siklus bisnis dengan memprediksi inflasi, suplai uang, dan indikator ekonomi dan keuangan lainnya;
2. Peramalan Teknologi, memprediksi seberapa jauh kemajuan teknologi akan menghasilkan produk atau peralatan baru; dan
3. Peramalan Permintaan memprediksi permintaan masyarakat akan suatu produk.

Berdasarkan pada waktu yang akan datang, peramalan biasanya dibagi menjadi beberapa periode:

1. Peramalan jangka pendek—terdiri dari kurang dari tiga bulan sampai satu tahun dan digunakan untuk merencanakan pembelian bahan baku, jadwal kerja, tenaga kerja, dan tingkat produksi.
2. Peramalan jangka menengah—terdiri dari bulanan sampai tiga tahun dan digunakan untuk merencanakan penjualan, anggaran produksi, dan kas.
3. Peramalan jangka panjang—terdiri dari lebih dari tiga tahun dan digunakan untuk merencanakan produk baru, anggaran keuangan perusahaan, dan pengembangan sarana dan prasarana.

Exponential Smoothing

Exponential smoothing merupakan metode peramalan rata-rata bergerak yang dikenal sebagai penghalusan eksponensial memberikan bobot secara eksponensial atau bertingkat pada data terbaru (Heizer dan Render 2009). Dengan kata lain, semakin baru data, semakin besar bobotnya. Ini karena data terbaru dianggap lebih relevan, sehingga diberikan bobot yang lebih besar.

$$F_{t+1} = a \cdot X_t + (1 - a) \cdot F_t$$

dengan :

X_t = data permintaan pada periode t

a = konstanta

F_{t+1} = peramalan untuk periode t

Exponential smoothing memiliki beberapa metode berbeda yaitu :

1. Metode Brown satu parameter

Metode *eksponensial* ganda dari Brown yang digunakan ketika data menunjukkan adanya tren pada plot.

Menentukan nilai *exponential* tunggal (S'_t)

$$S'_t = aX_t + (1 - a)S'_{t-1}$$

S'_t = Nilai Pemulusan eksponensial tunggal

a = parameter eksponensial

X_t = nilai riil periode t

S'_{t-1} = nilai eksponensial sebelumnya

Menentukan nilai konstanta (a_t)

$$a_t = a2S'_t - S''_t$$

Menentukan *Slope* (b_t)

$$b_t = \frac{a}{1-a} (S'_t - S''_t)$$

Menentukan nilai peramalan (F_{t+m})

$$F_{t+m} = a_t - b_t(m)$$

m = jangka waktu peramalan

2. Metode Winter tiga parameter

Metode Winters didasarkan atas tiga persamaan pemulusan, yaitu *stationer*, *trend*, dan musiman.

Inisiasi nilai awal *season*

$$I_{t(\text{season})} = \frac{X_t}{\text{average}(Xt_1, Xt_2, Xt_3, Xt_4)}$$

Inisiasi nilai awal level

$$S_{t(\text{level})n} = \frac{X_{tn}}{I_{tn}}$$

Pemulusan eksponensial (level)

$$S_{t(\text{level})} = a \frac{X_t}{I_{t-1}} + (1 - a)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

Pemulusan estimasi tren

$$b_{t(\text{tren})} = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

Pemulusan estimasi musiman

$$I_{t(\text{season})} = \mu \frac{X_t}{S_t} + (1 + \mu)I_{t-L}$$

Ramalan

$$F_{t+m} = (S_t + b_t m)I_{t-L+m}$$

S_t = nilai pemulusan eksponensial

a = konstanta pemulusan untuk data ($0 < a < 1$)

β = konstanta pemulusan untuk data ($0 < \beta < 1$)

μ = konstanta pemulusan untuk data ($0 < \mu < 1$)

X_t = nilai aktual pada periode t

b_t = estimasi *trend*

I_t = estimasi musiman

m = panjangnya musim

F_t = jumlah periode ke depan yang akan diramalkan

3. Metode Kuadrat

$$Y = a + bX + c(X)^2$$

$$\sum Y = n \cdot a + c \sum X^2$$

$$\sum X^2 Y = a \cdot \sum X^2 + c \cdot \sum X^4$$

$$\sum X^4 \sum XY = b \cdot \sum X^2$$

Dengan syarat $\sum X = 0$

Dimana :

Y = Nilai tren (peramalan)

X = Indeks waktu (dimulai dari 0,1,2,...,n)

a = Bilangan konstan

b = Koefisien arah regresi

n = Jumlah data

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif untuk membuat gambaran peramalan (*forecasting*) di Cikarang Dry Port dengan menggunakan data sekunder yang diperoleh melalui laporan volume kontainer di Cikarang Dry Port selama setahun terakhir. Peneliti kemudian mengolah dan menganalisis data menggunakan metode peramalan *exponential smoothing* Brown, Winter dan Kuadrat dengan bantuan microsoft office excel.

Tahapan yang dilakukan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Analisis menggunakan metode *exponential smoothing* dari Brown, Winter dan Kuadrat
2. Menghitung *Error* dan *Error Absolut*.
3. Menentukan nilai MAD (*Mean Absolut Error*) terkecil dari metode *exponential* Brown, Winter dan Kuadrat
4. Menentukan peramalan dengan metode yang lebih efektif
5. Kesimpulan dan Saran

Hasil dan Pembahasan

Volume Kontainer

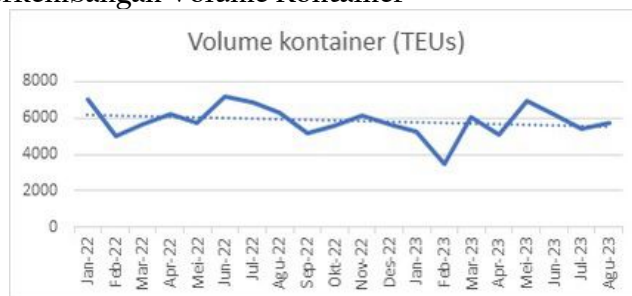
Dapat diketahui bahwa jumlah volume kontainer mulai dari bulan Januari 2022 sampai dengan Agustus 2023 sebanyak 175.106 TEUs. Jumlah volume kontainer ini mengalami peningkatan dan penurunan yang signifikan. Hal ini dapat dilihat pada tabel 1, dimana penurunan terendah terdapat pada bulan Februari 2023 yaitu sebesar -24% dan peningkatan tertinggi terdapat pada bulan Maret 2023 yaitu sebesar 75%.

Tabel 1. Volume Kontainer

| Periode | Bulan | Volume Kontainer | Perkembangan |
|---------|--------|------------------|--------------|
| 1 | Jan-22 | 10.536 | 0% |
| 2 | Feb-22 | 7.515 | -29% |
| 3 | Mar-22 | 8.448 | 12% |
| 4 | Apr-22 | 9.323 | 10% |

| Periode | Bulan | Volume Kontainer | Perkembangan |
|---------|--------|------------------|--------------|
| 5 | Mei-22 | 8.646 | -7% |
| 6 | Jun-22 | 10.778 | 25% |
| 7 | Jul-22 | 10.317 | -4 % |
| 8 | Agu-22 | 9.434 | -9% |
| 9 | Sep-22 | 7.761 | -18% |
| 10 | Okt-22 | 8.399 | 8% |
| 11 | Nov-22 | 9.161 | 9% |
| 12 | Des-22 | 8.474 | -7% |
| 13 | Jan-23 | 7.904 | -7% |
| 14 | Feb-23 | 5.219 | -34% |
| 15 | Mar-23 | 9.114 | 75% |
| 16 | Apr-23 | 7.619 | -16% |
| 17 | Mei-23 | 10.434 | 37% |
| 18 | Jun-23 | 9.348 | -10% |
| 19 | Jul-23 | 8.073 | -14% |
| 20 | Agu-23 | 8.603 | 7% |
| | | 175.106 | |

Analisis Tren Perkembangan Volume Kontainer



Gambar 1. Analisis Tren Perkembangan Volume Kontainer

Gambar diatas merupakan pola data volume kontainer di Cikarang Dry Port pada Januari 2022 sampai dengan Agustus 2023. Sebelum melakukan metode forecasting, pola data penting dilakukan untuk pemilihan metode peramalan.

Pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa pola data bersifat tren. Tren volume kontainer pada Cikarang Dry Port mengalami penurunan yang relatif sedikit. Berdasarkan pola data, peneliti akan mengkaji peramalan volume kontainer menggunakan metode *Exponential Smoothing* dari Brown, Winter dan Kuadratik dengan nilai parameter $\alpha = 0,1$. *Exponential Smoothing* dengan $\alpha 0.1$ artinya memberi bobot yang lebih kecil pada peramalan sebelumnya dibanding dengan data sebelumnya. Ketiga metode tersebut akan memberikan gambaran peramalan volume kontainer pada bulan September 2023.

Perhitungan Peramalan Volume kontainer dengan Metode *Exponential Smoothing* Brown dengan α 0.1

Berikut merupakan hasil peramalan volume kontainer Cikarang Dry Port dengan menggunakan metode *Exponential Smoothing* dari Brown :

Tabel 2. Perhitungan Peramalan Volume Kontainer

| m | bula n | Demanda (d) | St' | St" | a | b | Forcast | Error | Error Absolut | (Error) ² |
|----|-----------|----------------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|------------------|----------------------|
| 1 | Jan-22 | 10536 | 10536 | 10536 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | Feb-22 | 7515 | 10234 | 10506 | 9.962 | (30) | | | | |
| 3 | Mar-22 | 8448 | 10055 | 10461 | 9.650 | (45) | 9.871 | (1.423) | 1.423 | 2.026.011 |
| 4 | Apr-22 | 9323 | 9982 | 10413 | 9.551 | (48) | 9.470 | (147) | 147 | 21.517 |
| 5 | Mei-22 | 8646 | 9848 | 10356 | 9.341 | (56) | 9.312 | (666) | 666 | 443.490 |
| 6 | Jun-22 | 10778 | 9941 | 10315 | 9.568 | (42) | 9.002 | 1.776 | 1.776 | 3.154.658 |
| 7 | Jul-22 | 10317 | 9979 | 10281 | 9.677 | (34) | 9.277 | 1.040 | 1.040 | 1.080.756 |
| 8 | Agu-22 | 9434 | 9924 | 10246 | 9.603 | (36) | 9.408 | 26 | 26 | 683 |
| 9 | Sep-22 | 7761 | 9708 | 10192 | 9.224 | (54) | 9.282 | (1.521) | 1.521 | 2.313.878 |
| 10 | Okt-22 | 8399 | 9577 | 10130 | 9.024 | (61) | 8.687 | (288) | 288 | 82.858 |
| 11 | Nov-22 | 9161 | 9536 | 10071 | 9.000 | (59) | 8.348 | 813 | 813 | 661.194 |
| 12 | Des-22 | 8474 | 9429 | 10007 | 8.852 | (64) | 8.286 | 188 | 188 | 35.176 |
| 13 | Jan-23 | 7904 | 9277 | 9934 | 8.620 | (73) | 8.018 | (114) | 114 | 13.022 |
| 14 | Feb-23 | 5219 | 8871 | 9828 | 7.915 | (106) | 7.598 | (2.379) | 2.379 | 5.660.200 |
| 15 | Mar-23 | 9114 | 8895 | 9734 | 8.056 | (93) | 6.321 | 2.793 | 2.793 | 7.802.975 |
| 16 | Apr-23 | 7619 | 8768 | 9638 | 7.898 | (97) | 6.565 | 1.054 | 1.054 | 1.110.836 |
| 17 | Mei-23 | 10434 | 8934 | 9567 | 8.301 | (70) | 6.255 | 4.179 | 4.179 | 17.466.729 |
| 18 | Jun-23 | 9348 | 8976 | 9508 | 8.443 | (59) | 7.036 | 2.312 | 2.312 | 5.347.632 |

| | | | | | | | | | | |
|-------|--------|------|------|----------|-----------|-----------|-------|-------------|--------|-------------|
| 19 | Jul-23 | 8073 | 8885 | 944 6 | 8.32 5 | (62) | 7.319 | 754 | 754 | 568.105 |
| 20 | Agu-23 | 8603 | 8857 | 9387 | 8.32 7 | (59) | 7.080 | 1.523 | 1.523 | 2.320.728 |
| 21 | Sep-23 | - | 7971 | 924 5 | 6.69 8 | (142) | 7.091 | (7.091) | 7.091 | 50.284.568 |
| Total | | | | | | | | | 36.280 | 117.785.540 |

Jadi jika menggunakan metode *Exponential Smoothing* Brown diramalkan Volume kontainer pada September 2023 adalah sebesar 7.091 TEUs. Dalam peramalan ini, MAD digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan.

$$MAD = \frac{\sum(\text{error absolut})}{n}$$

$$\text{Mean Absolute Error} = \frac{36.280}{21}$$

$$= 1.728$$

Hasil Peramalan September 2023 = 7.091 TEUs

Perhitungan Peramalan Volume Kontainer Metode Winter dengan α 0,1, b 0,6

Berikut merupakan hasil peramalan volume kontainer Cikarang Dry Port dengan menggunakan metode *Exponential Smoothing* Winter :

Tabel 3. Perhitungan Peramalan Volume Kontainer Metode Winter

| Bulan | Demand | St | It | bt | m | Forecast | error | error absolut | et ² |
|--------|--------|--------|----|----|----|----------|---------|---------------|-----------------|
| Jan-22 | 10.536 | 10.536 | 1 | 89 | 1 | - | - | - | - |
| Feb-22 | 7.515 | 10.452 | 1 | 87 | 2 | 8.978 | (1.463) | 1.463 | 2.140.018 |
| Mar-22 | 8.448 | 10.374 | 1 | 85 | 3 | 10.011 | (1.563) | 1.563 | 2.442.323 |
| Apr-22 | 9.323 | 10.303 | 1 | 84 | 4 | 10.965 | (1.642) | 1.642 | 2.695.452 |
| Mei-22 | 8.646 | 10.238 | 1 | 82 | 5 | 10.098 | (1.452) | 1.452 | 2.107.923 |
| Jun-22 | 10.778 | 10.177 | 1 | 81 | 6 | 12.507 | (1.729) | 1.729 | 2.988.603 |
| Jul-22 | 10.317 | 10.122 | 1 | 80 | 7 | 11.900 | (1.583) | 1.583 | 2.506.747 |
| Agu-22 | 9.434 | 10.071 | 1 | 78 | 8 | 10.821 | (1.387) | 1.387 | 1.924.983 |
| Sep-22 | 7.761 | 10.024 | 1 | 77 | 9 | 8.857 | (1.096) | 1.096 | 1.200.309 |
| Okt-22 | 8.399 | 9.980 | 1 | 76 | 10 | 9.539 | (1.140) | 1.140 | 1.299.256 |
| Nov-22 | 9.161 | 9.940 | 1 | 75 | 11 | 10.358 | (1.197) | 1.197 | 1.432.949 |

| | | | | | | | | | |
|--------|--------|-------|---|----|----|--------|---------|--------|-------------|
| Des-22 | 8.474 | 9.902 | 1 | 74 | 12 | 9.542 | (1.068) | 1.068 | 1.140.019 |
| Jan-23 | 7.904 | 9.867 | 1 | 72 | 13 | 8.866 | (962) | 962 | 924.832 |
| Feb-23 | 5.219 | 9.835 | 1 | 71 | 14 | 5.833 | (614) | 614 | 377.032 |
| Mar-23 | 9.114 | 9.805 | 1 | 70 | 15 | 10.152 | (1.038) | 1.038 | 1.077.981 |
| Apr-23 | 7.619 | 9.778 | 1 | 69 | 16 | 8.460 | (841) | 841 | 708.089 |
| Mei-23 | 10.434 | 9.752 | 1 | 68 | 17 | 11.553 | (1.119) | 1.119 | 1.251.282 |
| Jun-23 | 9.348 | 9.728 | 1 | 68 | 18 | 10.322 | (974) | 974 | 948.564 |
| Jul-23 | 8.073 | 9.705 | 1 | 67 | 19 | 8.891 | (818) | 818 | 669.640 |
| Agu-23 | 8.603 | 9.684 | 1 | 66 | 20 | 9.452 | (849) | 849 | 721.329 |
| Sep-23 | - | 8.775 | 1 | 56 | 21 | 9.750 | (9.750) | 9.750 | 95.054.231 |
| Total | | | | | | | | 32.284 | 123.611.562 |

Jadi jika menggunakan metode *Exponential Smoothing* Winter diramalkan Volume kontainer pada September 2023 adalah sebesar 9.50 TEUs. Dalam peramalan ini, MAD digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan.

$$MAD = \frac{\sum(\text{error absolut})}{n}$$

$$\text{Mean Absolute Error} = \frac{32.284}{21} = 1.537$$

Hasil Peramalan September 2023 = 9.750 TEUs

Perhitungan Peramalan Volume Kontainer Metode Kuadratik dengan α 0.1

Berikut merupakan hasil peramalan volume kontainer Cikarang Dry Port dengan menggunakan metode *Exponential Smoothing* Kuadratik

Tabel 4. Perhitungan Peramalan Volume Kontainer Metode Kuadratik

| Bulan | Demand | S't | S''t | S'''t | ct | bt | at | m | Ft | error | error absolut | (Error) ² |
|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-------|-------|---|-------|---------|---------------|----------------------|
| Jan-22 | 10.536 | 10.536 | 10.536 | 10.536 | - | - | - | 1 | - | - | - | - |
| Feb-22 | 7.515 | 10.234 | 10.506 | 10.533 | (3) | (86) | 9.717 | 2 | 9.539 | (2.024) | 2.024 | |
| Mar-22 | 8.448 | 10.055 | 10.461 | 10.526 | (4) | (123) | 9.309 | 3 | 9.445 | (997) | 997 | 994.845 |
| Apr-22 | 9.323 | 9.982 | 10.413 | 10.514 | (4) | (123) | 9.222 | 4 | 8.785 | 538 | 538 | 289.825 |
| Mei-22 | 8.646 | 9.848 | 10.356 | 10.499 | (5) | (140) | 8.975 | 5 | 8.556 | 90 | 90 | 8.100 |
| Jun-22 | 10.778 | 9.941 | 10.315 | | | (89) | 9.360 | 6 | | 2.724 | 2.724 | 7.422.019 |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|-------|--------|--------|-----|-------|-------|----|-------|---------|--------|------------|
| 22 | | | | 10.480 | (3) | | | | 8.054 | | | |
| Jul-22 | 10.317 | 9.979 | 10.281 | 10.460 | (2) | (62) | 9.553 | 7 | 8.674 | 1.643 | 1.643 | 2.701.076 |
| Agu-22 | 9.434 | 9.924 | 10.246 | 10.439 | (2) | (65) | 9.475 | 8 | 9.011 | 423 | 423 | 179.300 |
| Sep-22 | 7.761 | 9.708 | 10.192 | 10.414 | (3) | (113) | 8.963 | 9 | 8.827 | (1.066) | 1.066 | 1.137.172 |
| Okt-22 | 8.399 | 9.577 | 10.130 | 10.386 | (4) | (129) | 8.726 | 10 | 7.667 | 732 | 732 | 536.001 |
| Nov-22 | 9.161 | 9.536 | 10.071 | 10.354 | (3) | (117) | 8.748 | 11 | 7.520 | 1.641 | 1.641 | 2.694.448 |
| Des-22 | 8.474 | 9.429 | 10.007 | 10.320 | (3) | (125) | 8.588 | 12 | 7.369 | 1.105 | 1.105 | 1.221.162 |
| Jan-23 | 7.904 | 9.277 | 9.934 | 10.281 | (4) | (144) | 8.310 | 13 | 7.215 | 689 | 689 | 474.548 |
| Feb-23 | 5.219 | 8.871 | 9.828 | 10.236 | (7) | (231) | 7.366 | 14 | 7.058 | (1.839) | 1.839 | 3.382.237 |
| Mar-23 | 9.114 | 8.895 | 9.734 | 10.186 | (5) | (182) | 7.669 | 15 | 6.898 | 2.216 | 2.216 | 4.911.463 |
| Apr-23 | 7.619 | 8.768 | 9.638 | 10.131 | (5) | (183) | 7.521 | 16 | 6.734 | 885 | 885 | 782.654 |
| Mei-23 | 10.434 | 8.934 | 9.567 | 10.074 | (2) | (99) | 8.176 | 17 | 6.568 | 3.866 | 3.866 | 14.949.055 |
| Jun-23 | 9.348 | 8.976 | 9.508 | 10.018 | (0) | (64) | 8.420 | 18 | 6.398 | 2.950 | 2.950 | 8.704.576 |
| Jul-23 | 8.073 | 8.885 | 9.446 | 9.961 | (1) | (73) | 8.279 | 19 | 6.224 | 1.849 | 1.849 | 3.417.066 |
| Agu-23 | 8.603 | 8.857 | 9.387 | 9.903 | (0) | (62) | 8.314 | 20 | 6.048 | 2.555 | 2.555 | 6.527.704 |
| Sep-23 | - | 7.971 | 9.245 | 9.837 | (8) | (297) | 6.016 | 21 | 5.868 | (5.868) | 5.868 | 34.438.452 |
| Total | | | | | | | | | | | 35.704 | 98.868.561 |

Jadi jika menggunakan metode *Exponential Smoothing* Quadratik diramalkan Volume kontainer pada September 2023 adalah sebesar 5.868 TEUs. Dalam peramalan ini, MAD digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan.

$$MAD = \frac{\sum(\text{error absolut})}{n}$$

$$\text{Mean Absolute Error} = \frac{35.704}{21}$$

$$= 1.700$$

Hasil Peramalan September 2023 = 5.868 TEUs

Perbandingan *Forecast* dan *Error* (MAD)

Dari perhitungan ketiga metode di atas, dapat diketahui bahwa hasil perhitungan dengan metode *Exponential Smoothing* Winter lebih cocok untuk diterapkan pada proyeksi volume kontainer di Cikarang Dry Port pada bulan September 2023. Hal ini karena metode *Exponential Smoothing* Winter memiliki *error* yang lebih rendah atau lebih kecil dibandingkan dengan *Exponential Smoothing* Brown dan *Exponential Smoothing* Quadratik.

Sementara itu, tingkat kesalahan peramalan MAD (*Mean Absolut Error*) dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 5. Perbandingan *Forecast* dan *Error* (MAD)

| Metode | Forecast | Error |
|--------------------------------------|----------|-------|
| Metode Exponential Smoothing Brown | 7901 | 1728 |
| Metode Exponential Smoothing Winter | 9750 | 1537 |
| Metode Exponential Smoothing Kuadrat | 5.868 | 1700 |

Dari tabel di atas terlihat metode *Exponential Smoothing* dari Winter peramalan volume kontainer (*forecast*) sebesar 9750 TEUs dengan error 1537, *Exponential Smoothing* Brown dengan proyeksi volume kontainer sebesar 7901 TEUs dengan tingkat Error 1728 Sedangkan Metode *Exponential Smoothing* sKuadrat dengan proyeksi volume kontainer sebesar 5868 TEUs dengan error 1700. Dapat disimpulkan bahwa metode *Exponential Smoothing* Winter memiliki tingkat *error* terkecil.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah diteliti, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Volume Kontainer Cikarang Dry Port mengalami pola tren yang menurun
2. *Forecast* Volume Kontainer di Cikarang Dry Port pada bulan September 2023:
 - a. Metode *Exponential Smoothing* Brown *forecast* volume kontainer sebesar 7901 TEUs dengan MAD 1728
 - b. Metode *Exponential Smoothing* Winter *forecast* volume kontainer 9750 TEUs dengan MAD 1537
 - c. Metode *Exponential Smoothing* Kuadrat *forecast* Volume kontainer Sebesar 5868 TEUs dengan MAD 1700
3. Metode *Exponential Smoothing* Winter dengan *error* yang lebih kecil atau lebih rendah dari metode peramalan yang lain, metode ini lebih cocok untuk diterapkan pada proyeksi peramalan volume kontainer Cikarang Dry Port pada bulan September 2023.

Daftar Pustaka

- Algifari, Shita Lusi Wardhani. 2021. *BPFE Teknik Proyeksi untuk Bisnis dan Ekonomi*. Yogyakarta: BPFE. [http://repositorybaru.stieykpn.ac.id/82/1/Teknik Proyeksi untuk Bisnis dan Ekonomi.pdf](http://repositorybaru.stieykpn.ac.id/82/1/Teknik%20Proyeksi%20untuk%20Bisnis%20dan%20Ekonomi.pdf).
- Ariyanto, Rudy, Dwi Puspitasari, dan Fifi Ericawati. 2017. "Penerapan Metode Double Exponential Smoothing Pada Peramalan Produksi Tanaman Pangan." *Jurnal Informatika Polinema* 4(1): 57-62.
- Aryani, Lili, Fatmasari, Afriyudi, dan Novri Hadinata. 2021. "PREDIKSI JUMLAH SISWA BARU DENGAN MENGGUNAKAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING (STUDI KASUS : SMK ETHIKA PALEMBANG)." *Bina Darma Conference on Computer Science*: 237-44.
- Biri, Romy, Yohanes A.R. Langi, dan Marline S. Paendong. 2013. "PENGUNAAN METODE SMOOTHING EKSPONENSIAL DALAM MERAMAL PERGERAKAN INFLASI KOTA PALU." *Jurnal Ilmiah Sains* 13(1): 68-73.
- Dewi, Nindian Puspa, dan Indah Listiowarni. 2020. "Implementasi Holt-Winters

- Exponential Smoothing untuk Peramalan Harga Bahan Pangan di Kabupaten Pamekasan.” *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi* 11(2): 219–31.
- Djauhari, Maman. 2014. *Metode Peramalan*. 2 ed. Tangerang: Universitas Terbuka.
- Fauziah, Yulia Istia Ningsih, dan Eva Setiarini. 2019. “Analisis Peramalan (Forecasting) Penjualan Jasa Pada Warnet Bulian City di Muara Bulian.” *Eksis: Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Bisnis* 10(1): 61.
- Hamidah, Siti Nur, Nur Salam, dan Dewi Sri Susanti. 2020. “Teknik Peramalan Menggunakan Metode Pemulusan Eksponensial Holt-Winters.” *Jurnal Matematika Murni dan Terapan “epsilon”* 07(02): 26–33.
- Heizer, Jay, dan Barry Render. 2009. *Operations management manajemen operasi*. 9 ed. Jakarta: Salemba Empat.
- Ishak, A. 2010. *Manajemen Operasi*. 1 ed. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Juriah, Siti. 2021. “PERAMALAN (FORECASTING) VOLUME PENJUALAN SEPATU DENGAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING PADA PT KUJANG UTAMA ANTASENA - BOGOR.” *Judicious: Jurnal Of Management* 2(2): 134–37. <https://doi.org/10.37010/jdc.v2i2>.
- Mardayanti, Rani, dan Pasukat Sembiring. 2023. “PENERAPAN METODE PEMULUSAN EKSPONENSIAL GANDA DUA PARAMETER HOLT DAN KUADRATIK SATU PARAMETER BROWN PADA PERAMALAN PENGGUNA NARKOBA DI KOTA BINJAI.” *Leibniz: Jurnal Matematika* 3(2): 30–39.
- Maulidah, Silvana. 2012. *Peramalan (Forecasting) Permintaan*.
- Nurrohmah, Safitri, dan Eti Kurniati. 2022. “Penerapan Metode Double Exponential Smoothing Dari Brown Untuk Peramalan Jumlah Produksi Air.” *Matematika* 21(1): 49–60.
- Pang, Gu, dan Bartosz Gebka. 2017. “Forecasting container throughput using aggregate or terminal-specific data? The case of Tanjung Priok Port, Indonesia.” *International Journal of Production Research* 55(9): 1–41.
- Reynaldo, Charazevo, dan Yonathan Palinggi. 2020. “ANALISIS FORECASTING VOLUME PENJUALAN PRODUK INDIHOME PT. TELKOM CABANG TENGGARONG.” *JEMI* 20(2): 1–9.
- Ridwan, Muhammad, Syafwandi, dan Yulasmi. 2022. *Teknik Peramalan Bisnis*. Padang: Pustaka Galeri Mandir.
- Said, Suriyawati. 2011. UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR “Peramalan (forecasting) volume penjualan dengan metode exponential smoothing (Study Kasus Pada PT.Harfia Graha Perkasa).” UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR.
- United Nations. 2009. *United Nations Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific: United Nations ESCAP - ECONOMIC AND SOCIAL COMMISSION FOR ASIA AND THE PACIFIC*.
- Zufri, dan Amelia. 2022. “FORECASTING PERTUMBUHAN JUMLAH PENDUDUK DI KABUPATEN ACEH TIMUR DENGAN MENGGUNAKAN METODESMOOTHING GANDA BROWN.” *Ganna-P: Jurnal Matematika dan Terapan* 4(1): 9–14.