

USULAN PERAMALAN (FORECASTING) PRODUK CYLINDER BLOCK EJ59 MENGUNAKAN METODE TIME SERIES (STUDI KASUS: PT ASIAN ISUZU CASTING KARAWANG)

Ni Putu Sasti Wulandari Dwipa^{1*}, Susatyo Nugroho Widyo Pramono

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah (50275)

*Email: sastiwulandari@students.undip.ac.id

Abstrak

Pada proses produksi perusahaan membutuhkan sebuah perencanaan produksi guna menghindari kelebihan maupun kekurangan produk yang akan dikirimkan pada konsumen. Perencanaan produksi dapat dicari dengan membuat sebuah peramalan (forecasting) terhadap demand konsumen suatu produk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan metode terbaik dalam menghitung forecasting serta mendapatkan hasil forecasting untuk produk Cylinder Block EJ59 dalam 12 periode mendatang. Pada kasus PT AICC ini akan dilakukan peramalan kuantitatif dengan metode forecasting time series. Data yang digunakan adalah data demand historis untuk produk Cylinder Block EJ59. Pemilihan metode Time Series ini karena perusahaan akan melakukan forecasting dengan menggunakan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu. Hasil menunjukkan metode peramalan yang terpilih adalah metode Holt's Winter. Metode Holt's Winter menghasilkan nilai error terkecil. Nilai error dihitung menggunakan metode MSD (Mean Squarred Deviation) dengan nilai error 63974.7, MAD (Mean Absolute Deviation) dengan nilai error 231.2, dan MAPE (Mean Absolute Persentage Error) dengan nilai error 3.3%. Kesimpulan 1.395, 1.422, 725, 2.585, 135.347, 10.715, 10.513, 6.336, 12.479, 9.408, 14.959, 20.259. Hasil menunjukkan peramalan dengan metode Holt's winter menunjukkan hasil yang stabil dibandingkan dari peramalan sebelumnya yang telah dilakukan oleh perusahaan.

Kata-kata Kunci: peramalan, time series, permintaan, Cylinder Block EJ59.

1. PENDAHULUAN

PT Asian Isuzu Casting Center (AICC) merupakan sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak pada bidang industri casting produk untuk *automobile* yang berdiri pada 24 April 1997. Hingga tahun 2023 AICC telah memiliki lebih dari 160 jenis produk yang sudah diproduksi serta dipasarkan secara lokal maupun ekspor. PT AICC merupakan perusahaan yang terfokus dalam memproduksi blok mesin untuk kendaraan berbahan bakar diesel. Saat ini AICC menerima pemesanan lokal dari beberapa perusahaan seperti Hino dan Mitsubishi. AICC lebih banyak melayani pemesanan luar negeri seperti Thailand, Filipina, Singapore, Vietnam, dan Jepang. Dalam proses produksi, PT AICC menerapkan 2 *shift* dengan jam kerja 8 jam per shift dan 5 hari kerja dalam satu minggu. Sampai saat ini PT AICC memiliki 788 orang pekerja. Pada awalnya PT AICC hanya memiliki satu lantai produksi yang disebut dengan *JSH line*. Kemudian pada tahun 2012 kembali dibangun sebuah lantai produksi yang disebut *ACE line*.

Seperti halnya PT Asian Isuzu Casting Center (PT AICC), pada divisi PPIC (*Production Planning and Inventory Control*) salah satu tanggung jawabnya ialah menyusun sistem perencanaan produksi dengan membuat *forecasting* jangka pendek dan jangka panjang. *Forecasting* ini akan selalu berubah-ubah seiring dengan *demand* dari konsumen. *Forecasting* dapat mengalami lonjakan maupun penurunan. PT AICC melayani pemesanan dari *customer* lokal dan ekspor. Sistem yang diberlakukan untuk 2 jenis pemesanan ini terdapat perbedaan, Pada ekspor, pemesanan biasanya dilakukan oleh *customer* minimal satu bulan sebelum produk tersebut ingin digunakan. Serta jumlah pemesanan cenderung konstan. Sedangkan untuk pemesanan lokal menggunakan sistem *just in time* di mana pesanan yang masuk baru akan diterima oleh perusahaan 2-4 hari sebelum pengiriman.

Sejak awal tahun 2023 pesanan yang masuk ke PT AICC mengalami penurunan. Penurunan yang paling banyak terjadi adalah pada produk *Cylinder Block EJ59* yakni sampai menyentuh angka

40%. Penurunan ini menurut staff di PT AICC disebabkan karena faktor pemilu juga transisi penggunaan kendaraan bensin menjadi kendaraan listrik sehingga tidak banyak pihak yang berani membeli *part* dengan jumlah seperti biasanya. Oleh karena itu, dikhawatirkan akan membuat penumpukan persediaan di gudang dan melebihi kapasitas yang diperbolehkan oleh perusahaan. Selain itu dengan adanya penumpukan persediaan akan berpengaruh pada kualitas produk yang semakin menurun serta timbulnya biaya-biaya tambahan seperti biaya perbaikan dan biaya simpan. Selama ini peramalan permintaan dilakukan dengan metode yang telah dibentuk sendiri oleh perusahaan sehingga tidak terdapat kepastian metode serta nilai *error* yang diterapkan. Pihak PPIC (*Production Planning and Inventory Control*) membutuhkan perbaikan data peramalan terhadap permintaan pesanan produk *Cylinder Block EJ59* untuk beberapa bulan ke depan agar dapat menyesuaikan dengan situasi yang terjadi saat ini.

Forecasting dapat diklasifikasikan atas dua kelompok besar yaitu metode kualitatif dan kuantitatif walau pada akhirnya *output* yang akan diberikan adalah hasil *forecasting* yang kuantitatif. Metode kualitatif atau teknologis yaitu peramalan yang didasarkan atas pertimbangan akal sehat (*human judgement*) dan pengalaman. Metode yang termasuk ke dalam *forecasting* kualitatif adalah metode eksploratif dan normatif. Kelompok selanjutnya adalah metode *forecasting* kuantitatif yaitu metode yang mempunyai asumsi bahwa data permintaan masa lalu dari produk atau item yang diramalkan mempunyai pola yang diperkirakan masih berlanjut ke masa yang akan datang. Pola permintaan tersebut mungkin kurang jelas terlihat karena faktor random yang menghasilkan fluktuasi (Sinulingga, 2009). Metode *forecasting* kuantitatif juga terbagi atas dua jenis model yaitu model *time series* dan model kausal. Pada teknik *forecasting* deret waktu memiliki empat jenis komponen yaitu *trend*, komponen jangka panjang yang menjadi dasar peningkatan dan penurunan suatu data runtut waktu. Pergerakan data mengalami perubahan sedikit demi sedikit. Kemudian ada komponen siklikal yaitu pola dalam data yang terjadi tiap beberapa tahun akibat perubahan kondisi ekonomi. Ketiga, terdapat komponen musiman atau *seasonal* yaitu pola data yang berulang pada kurun waktu tertentu. Sering dijumpai pada data kuartalan, bualanan, maupun mingguan. Komponen terakhir adalah eratik atau *random* yaitu pola data permintaan dalam jangka panjang yang tidak dapat diprediksi oleh ketiga komponen sebelumnya (Baroto, 2002).

Pada kasus PT AICC ini akan dilakukan peramalan kuantitatif dengan model *time series*. Data yang digunakan adalah data *demand* historis untuk produk *Cylinder Block EJ59*. Pemilihan metode *Time Series* ini karena perusahaan akan melakukan *forecasting* dengan menggunakan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu. Untuk itu pada metode ini dibutuhkan tipe atau pola data untuk dapat menentukan metode yang akan digunakan nantinya (Hamirsa, 2022).

Pada *time series* kembali dibagi atas beberapa metode perhitungan berdasarkan plot data yang dihasilkan. Metode yang dapat digunakan dalam membuat *forecasting* ini adalah metode *Single Moving Average* (SMA), *Double Moving Average* (DMA), *Single Exponential Smoothing* (SES), *Double Exponential Smoothing* (DES), dan *Holts-Winters Method*. Pada kasus ini juga mencari nilai *error* dengan metode perhitungan *error* yang digunakan adalah metode *Mean Squared Error* (MSE) merupakan perhitungan *error* dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan, *Mean Average Deviation* (MAD) merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya, dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yaitu menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan actual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah sehingga akan lebih akurat (Sri Hartini, 2011).

Setelah perhitungan *error* dilakukan, maka akan didapatkan rekapitulasi nilai *error*. Maka dari itu dapat memilih metode terbaik yang memiliki nilai *error* terkecil. Setelah mendapat metode terpilih dilakukan validasi dengan cara *Moving Range*, uji T, dan uji F. *Input* dari penelitian ini adalah data historis market *demand* untuk produk *Cylinder Block EJ59*. *Output* dari penelitian ini adalah hasil *forecasting* terhadap data permintaan konsumen dalam 12 periode yang akan datang.

Berdasarkan uraian di atas. Jika tidak dilakukan perbaikan akan membuat penumpukan persediaan di gudang dan melebihi kapasitas yang diperbolehkan oleh perusahaan. Selain itu dengan adanya penumpukan persediaan akan berpengaruh pada kualitas produk yang semakin menurun serta

timbulnya biaya-biaya tambahan seperti biaya perbaikan dan biaya simpan. Tujuan dari adanya penelitian ini adalah untuk mengetahui metode terbaik yang dapat digunakan untuk menghitung *forecasting*, mengetahui *forecasting demand* produk *Cylinder Block* selama satu tahun ke depan agar permintaan terhadap produk tetap dapat terpenuhi, mengetahui perbandingan hasil peramalan sebelum dan sesudah perbaikan.

2. METODOLOGI

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan kerja praktek ini dilaksanakan di PT Asian Isuzu Casting Center yang berlokasi di Kawasan Industri *Karawang International Industrial City* (KIIC) Lot N6-9 Toll Jakarta – Cikampek KM. 47, Desa Wadas dan Magakarya, Kecamatan Teluk Jambe Barat dan teluk Jambe Timur, Kabupaten Karawang. Waktu pelaksanaan kerja praktek di mulai pada 25 Desember 2023 – 25 Januari 2024 dengan penempatan pada divisi PPIC (*Production Planning and Inventory Control*).

2.2. Desain Penelitian

Desain penelitian memberikan gambaran tentang tata cara menyusun informasi serta pengolahan data dalam rangka menjawab seluruh pernyataan penelitian. Desain penelitian juga akan menentukan tingkat efisiensi sebuah penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Penelitian ini ingin memberikan sebuah gambaran atau hasil suatu objek dengan menggunakan angka yang dimulai dari proses pengumpulan, pengolahan, hingga penyajian data. Teknik yang digunakan dalam studi kasus ini adalah sebagai berikut:

1. Wawancara

Wawancara dilakukan pada saat proses mengidentifikasi masalah. Proses wawancara ini berguna dalam kegiatan pengenalan lingkungan perusahaan, sehingga penulis memiliki lebih banyak ruang untuk mengulas permasalahan yang muncul di perusahaan ketika melakukan identifikasi masalah.

2. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan sebuah metode untuk pengumpulan data dengan cara mengambil data historis yang telah dimiliki oleh perusahaan untuk kembali diolah. Selain itu juga digunakan untuk melakukan komparasi dengan hasil yang didapat oleh penulis nantinya.

2.3. Variabel Penelitian

Berikut merupakan variabel yang ditentukan oleh penulis:

1. Variabel Bebas (Variabel X)

Variabel bebas merupakan variabel yang memberi pengaruh atau yang menjadi sebab dalam perubahan variabel terikat (variabel Y) (Wahyu Ningsih, 2021). Dalam studi kasus ini yang menjadi variabel bebas adalah data *demand historis* atau jumlah pemesanan dari pelanggan pada tahun 2020 – 2023.

2. Variabel Terikat (Variabel Y)

Variabel terikat yaitu variabel yang mendapat pengaruh atau merasakan akibat dari variabel bebas (Variabel X) (Wahyu Ningsih, 2021). Dalam studi kasus ini yang menjadi variabel terikat adalah hasil peramalan *demand* produk selama 12 periode (12 bulan) ke depan. Hasil *forecasting* ini dapat digunakan sebagai data awal untuk menghitung jumlah yang harus diproduksi serta kapasitas produksi yang dimiliki suatu perusahaan.

2.4. Metode Penelitian

Pada metode *time series*, peramalan dapat dihitung dengan metode yang berbeda berdasarkan pada pola data yang berbeda pula. Berikut merupakan metode yang terdapat pada *time series*.

2.4.1. Metode Peramalan 1 (SMA)

Single Moving Average merupakan metode rata-rata bergerak tunggal yang menggunakan sejumlah data aktual permintaan atau *demand* yang baru untuk membuat peramalan permintaan atau *demand* di masa yang akan datang. Metode ini efektif diterapkan apabila dapat mengasumsikan bahwa permintaan pada pasar terhadap produk akan tetap stabil sepanjang waktu (Anisya & Wandrya, 2016). Berikut merupakan rumus perhitungan metode peramalan menggunakan *Single Moving Average*:

$$F_{t+1} = \frac{1}{N} \sum_{t=t-N-1}^t X_t$$

Keterangan:

X_t = data pengamatan pada waktu ke- t

F_{t+1} = nilai *forecasting* pada waktu ke- $t+1$

$T = 5$

$$F_6 = \bar{X} = \sum_{i=1}^T \frac{X_i}{T} = \frac{F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5}{5}$$

2.4.2. Metode Peramalan 2 (DMA)

Rata-rata bergerak kedua merupakan salah satu metode dalam *moving average* yang menggunakan data *single moving average* pada waktu tertentu dengan penyesuaian antara *single moving average - double moving average* serta penyesuaian *trend*. (Hudiyanti, Bachtiar, & Setiawan, 2019). *Double Moving Average* melakukan estimasi terhadap data point sebanyak 2 kali (double) SMA. Biasanya, DMA dilakukan apabila tersedia data *time series* yang cukup panjang (Agustian & Wibowo, 2019). Berikut merupakan contoh perhitungan manual dari metode *Double Moving Average* (DMA) dengan periode 5.

- $S'_t = \frac{\sum_{i=1}^{t-N+1} X_i}{N}$
 $S'_5 = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{5}$
- $S''_t = \frac{\sum_{i=1}^{t-N+1} S'_i}{N}$
 $S''_9 = \frac{S'_5 + S'_6 + S'_7 + S'_8 + S'_9}{5}$
- $a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t$
 $a_9 = 2S'_9 - S''_9$
- $b_t = \frac{2}{N-1} \times (S'_t - S''_t)$
 $b_9 = \frac{2}{t-1} \times (S'_9 - S''_9)$
- $ft + m = at + bt.m$
- $F_{t_{10}} = a_9 + b_9$

2.4.3. Metode Peramalan 3 (SES)

Metode *Single Exponential Smoothing* merupakan sebuah metode peramalan yang menggunakan pembobotan menurun secara eksponensial dari nilai historis yang didapatkan. Pada SES nilai yang lebih baru diberikan bobot yang lebih besar dibanding nilai historis sebelumnya. Metode ini akan menghasilkan pembobotan eksponensial rata-rata bergerak dari semua nilai historis (Hartono, 2012). Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung dengan metode SES:

- $F(t) = ax(t) + (1 - a)F(t - 1)$
- $f(t + h) = F(t)$

Keterangan:

a = konstanta *smoothing* yang bernilai $0 < a < 1$, dan data ke-0.

2.4.4. Metode Peramalan 4 (DES)

Metode *Exponential Smoothing* merupakan metode peramalan dengan prosedur perbaikan terus-menerus terhadap peramalan data terbaru, dimana metode ini lebih mengacu pada penurunan prioritas secara eksponensial atau bertahap pada data observasi yang lebih lampau. Oleh karena itu, data observasi terbaru akan lebih diprioritaskan dalam peramalan dibandingkan data observasi yang lebih lama. Berikut merupakan perhitungan metode peramalan 4 menggunakan *Double Exponential Smoothing*.

- $S'_t = \alpha x + (1 - \alpha)S'_{t-1}$
- $S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha)S''_{t-1}$
- $a_t = S'_t + (S'_t - S''_t)$
- $b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} + (S'_t - S''_t)$
- $F_{t+m} = a_t + b_t \times m$

Keterangan:

S'_t = *Smoothing* pertama untuk periode ke-t

S''_t = *Smoothing* kedua untuk periode ke-t

F_t = Hasil peramalan periode ke-t

a_t = Konstanta

b_t = Slope

2.4.5. Metode Peramalan 5 (Holts-Winters Method)

Langkah awal dalam melakukan peramalan dengan menggunakan metode Holt-Winters adalah menentukan nilai α , β , dan γ dengan menggunakan bantuan *software* EViews. Adapun langkah-langkahnya yang pertama adalah mengatur waktu data menjadi *monthly* atau data bulanan sesuai dengan data yang telah kita dapatkan, kemudian pada kolom *start date* dapat mengisinya dengan Jan 2021 dan pada kolom *end date* kita dapat mengisinya dengan Dec 2022 sesuai dengan data *demand* historis yang akan di *input*, langkah selanjutnya adalah menginput data *demand* historis untuk kemudian mengolahnya dengan menggunakan metode Holt-Winters Multiplikatif yang telah tersedia pada *software* sehingga nantinya akan muncul *output* dari *software* EViews berupa nilai α , β , dan γ . Berikut merupakan *output* nilai α , β , dan γ metode Holts-Winters dengan menggunakan *Software* EViews.

2.5. Verifikasi Peramalan

Sebuah *forecasting* sulit untuk mencapai ketepatan hingga 100%, maka dari itu dibutuhkan sebuah usaha untuk meningkatkan ketepatan nilai yang diperoleh. Untuk mengetahui nilai ini dapat dilakukan pendekatan dengan membandingkan nilai *fits* dan *actual* dari data pada masa yang lalu. Secara grafis, ini ditunjukkan oleh perbedaan antara titik-titik pada garis biru putus-putus dengan titik-titik pada garis hitam tidak terputus-putus dari grafik di atas (pada tahun yang sama). Berikut merupakan metode yang dapat digunakan untuk verifikasi peramalan (Juniadi, 2014):

2.5.1. MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

Merupakan metode untuk mengukur ketepatan nilai dengan dugaan model, yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata persentase absolut kesalahan.

$$MAPE = \frac{\sum |y_t - \hat{y}_t|}{n y_t} \times 100$$

Berikut merupakan kriteria nilai MAPE.

Tabel 1. Kategori MAPE

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

2.5.2. MAD (Mean Absolute Deviation)

Merupakan metode untuk mengukur ketepatan nilai dengan dugaan model yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata absolut kesalahan. Berikut merupakan rumus untuk MAD:

$$MAD = \frac{\sum |y_t - \hat{y}_t|}{n}$$

2.5.3. MSD (Mean Squarred Deviation)

Merupakan metode untuk mengukur ketepatan nilai dugaan model yang dinyatakan dalam rata-rata kuadrat dari kesalahan. Berikut merupakan rumus untuk MSD:

$$MSD = \frac{\sum (y_t - \hat{y}_t)^2}{n}$$

2.6. Validasi Hasil Peramalan

Validasi metode peramalan terpilih merupakan kegiatan untuk menilai suatu parameter tertentu, berdasarkan sebuah percobaan menggunakan suatu metode, untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya (Harmita, 2004). Validasi dilakukan dengan memetakan nilai *error* dari metode terpilih dan melihat pergerakan *error*-nya. Sebuah hasil metode peramalan dikatakan valid jika nilai *error* berada di antara batas atas dan batas bawah. Jika nilai *error* sudah melewati batas, maka harus dikaji lebih lanjut apakah lonjakan *demand* yang terjadi itu positif atau negatif serta apakah akan terjadi Kembali. Jika masih dapat dikendalikan maka metode tetap dapat digunakan (Sri Hartini, 2011). Contoh metode validasi yang digunakan pada modul ini adalah metode *moving range*, uji F, dan uji T berpasangan. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung validasi dengan metode *moving range*:

$$MR = (X_t - F_t) - (X_{t-1} - F_{t-1})$$

Keterangan:

MR = *Moving Range*

$(X_t - F_t)$ = nilai *error* periode t

$(X_{t-1} - F_{t-1})$ = nilai *error* periode t-1

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengolahan Data

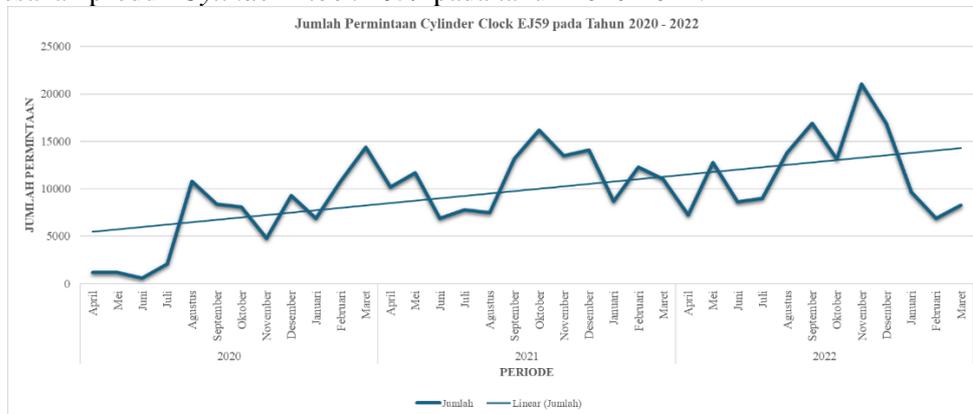
Berikut merupakan data pemesanan produk *Cylinder Block EJ59* selama tahun 2020 – 2022:

Tabel 2. Data Historis Demand Produk pada Tahun 2020-2022

Periode	Tahun	Jumlah	Periode	Tahun	Jumlah
April	2020	1,200	Oktober	2021	16,200
Mei	2020	1,200	November	2021	13,485
Juni	2020	600	Desember	2021	14,100
Juli	2020	2,100	Januari	2022	8,700
Agustus	2020	10,800	Februari	2022	12,300
September	2020	8,400	Maret	2022	11,040
Oktober	2020	8,100	April	2022	7,245
November	2020	4,800	Mei	2022	12,765
Desember	2020	9,300	Juni	2022	8,625
Januari	2021	6,900	Juli	2022	8,970
Februari	2021	10,800	Agustus	2022	13,800
Maret	2021	14,400	September	2022	16,905
April	2021	10,200	Oktober	2022	13,110
Mei	2021	11,700	November	2022	21,045
Juni	2021	6,900	Desember	2022	16,905
Juli	2021	7,800	Januari	2023	9,661
Agustus	2021	7,500	Februari	2023	6,900
September	2021	13,200	Maret	2023	8,280

3.1.1. Identifikasi Plot Data

Dalam melakukan *forecasting* langkah yang awal yang dapat dilakukan adalah dengan membuat plot data. Hasil dari plot data akan membantu dalam mengetahui jenis data serta metode yang harus digunakan dalam penyelesaian *forecasting*. Berikut merupakan plot data dari data pemesanan produk *Cylinder Block EJ59* pada tahun 2020-2022:



Gambar 1. Plot Data Demand Historis Cylinder Block EJ59

Metode Holt’s winter

Berikut merupakan perhitungan peramalan permintaan produk *Cylinder Block EJ59* dalam 12 periode ke depan, menggunakan metode *Holt’s Winter*. Peramalan ini dihitung menggunakan *Eviews* dan *Minitab*.

1. Perhitungan Forecasting

Dalam perhitungan *forecasting* dengan metode *Holt’s Winter* menggunakan *alpha*. Angka *alpha* dihitung dengan bantuan *Software Eviews*. Berikut merupakan hasil *alpha* yang diperoleh:

Tabel 3. Perhitungan Alpha

Date: 01/23/24 Time: 10:16
 Sample: 2020M04 2022M03
 Included observations: 24
 Method: Holt-Winters Multiplicative Seasonal
 Original Series: DEMAND
 Forecast Series: DEMANDSWINTERS

Parameters:	Alpha	1.0000
	Beta	0.0000
	Gamma	0.0000
	Sum of Squared Residuals	2.33E+08
	Root Mean Squared Error	3113.734

End of Period Levels:	Mean	8495.287
	Trend	378.6458
	Seasonals: 2021M04	0.726288

Berikut merupakan perhitungan *forecasting* dengan metode *Holt’s Winter* dengan bantuan *Software Minitab*.

Tabel 4. Perhitungan dengan Metode Holt's Winter

Time	Demand	Smooth	Predict	Error
1	1200	678.7	711.8	488.186
2	1200	1195.4	1228.4	-28.437
3	600	597.7	614.2	-14.164
4	2100	2092.0	2149.4	-49.386
5	10800	10759.2	11053.0	-253.028
6	8400	8368.4	8596.1	-196.058
7	8100	8069.6	8288.3	-188.347

8	4800	4782.1	4911.2	-111.196
9	9300	9265.4	9514.6	-214.640
10	6900	6874.4	7058.7	-158.658
11	10800	10760.1	11047.4	-247.417
12	14400	14347.0	14728.7	-328.675
13	10200	10162.6	10432.0	-231.957
14	11700	11657.2	11965.1	-265.096
15	6900	6874.9	7055.8	-155.769
16	7800	7771.7	7975.4	-175.448
17	7500	7472.9	7668.1	-168.090
18	13200	13152.4	13494.8	-294.773
19	16200	16141.9	16560.5	-360.469
20	13485	13436.8	13784.0	-298.984
21	14100	14049.7	14411.5	-311.505
22	8700	8669.1	8891.5	-191.523
23	12300	12256.5	12569.8	-269.815
24	11040	11001.1	11281.3	-241.322
25	7245	7219.5	7402.8	-157.811
26	12765	12720.3	13042.1	-277.074
27	8625	8594.9	8811.6	-186.559
28	8970	8938.8	9163.3	-193.347
29	13800	13752.2	14096.4	-296.426
30	16905	16846.6	17266.9	-361.868
31	13110	13064.9	13389.7	-279.666
32	21045	20972.8	21492.4	-447.398
33	16905	16847.2	17263.2	-358.157
34	9661	9628.1	9865.0	-203.985
35	6900	6876.6	7045.2	-145.194
36	8280	8252.0	8453.6	-173.644

Berikut merupakan *output forecast* dengan Metode *Holt's Winter*

Tabel 5. Output Forecast Metode Holt's Winter Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
37	1394.3	827.8	1960.8
38	1422.0	620.9	2223.2
39	724.7	-360.0	1809.5
40	2584.4	1196.7	3972.0
41	13534.6	11835.1	15234.0
42	10714.9	8698.8	12731.1
43	10512.2	8176.5	12847.9
44	6335.3	3678.3	8992.4
45	12478.3	9498.6	15457.9
46	9408.0	6104.8	12711.1
47	14958.4	11331.1	18585.7
48	20252.8	16300.9	24204.8

2. Nilai Error

Berikut merupakan rekapitulasi nilai *error* untuk *forecasting* dengan metode *Holt's Winter*:

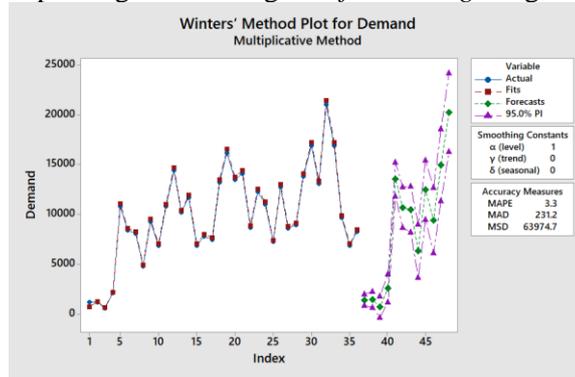
Tabel 6. Nilai Error untuk Perhitungan Holt's Winter Winters' Method for Demand Multiplicative Method

```

Data      Demand
Length   36
Smoothing Constants
α (level) 1
γ (trend) 0
δ (seasonal) 0
Accuracy Measures
MAPE     3.3
MAD      231.2
MSD     63974.7
    
```

3. Grafik Forecasting

Berikut merupakan gambar dari grafik *forecasting* dengan metode *Holt's Winter*:



Gambar 2. Grafik Forecasting dengan Metode Holt's Winter

3.1.2. Rekapitulasi Nilai Error

Berikut merupakan rekapitulasi dari nilai *error* untuk metode-metode yang digunakan dalam menghitung *forecasting* dengan mempertimbangkan nilai *error* terkecil.

Tabel 7. Rekapitulasi Nilai Error

Metode	Verifikasi		
	MSE	MAD	MAPE
SMA	17678680	3198.172	33.832%
DMA	21408438.843	3982.233	41%
SES	141663510	2918.701	32.38%
DES	14521327.972	3135.838	31%
<i>Holt's Winter</i>	63974.7	231.2	3.3%

3.1.3. Validasi Metode Terpilih

1. Perhitungan Validasi

Metode yang terpilih kemudian dilakukan perhitungan validasi dengan metode *moving range*. Metode terpilih merupakan metode *Holt's Winter*. Berikut merupakan hasil perhitungan *moving range* yang dilakukan dengan bantuan *software* Minitab.

Tabel 8. Hasil Validasi Metode Terpilih

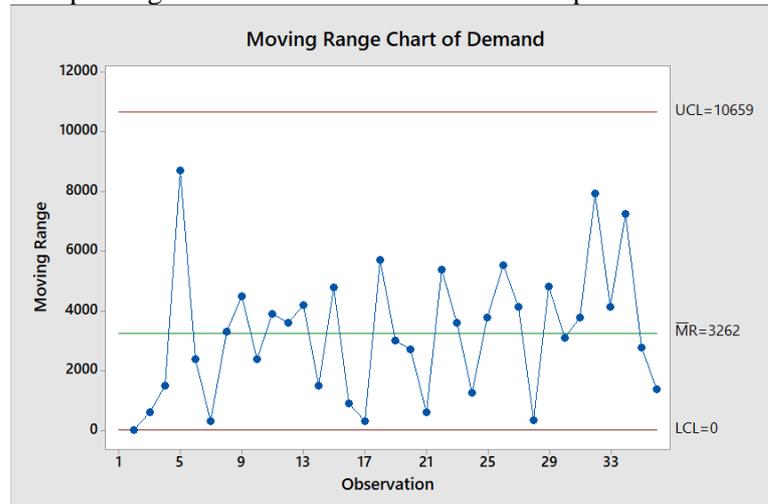
```

Forecasts
Period  Forecast  Lower  Upper
37      1394.3      827.8  1960.8
38      1422.0      620.9  2223.2
39       724.7     -360.0  1809.5
40      2584.4     1196.7  3972.0
    
```

41	13534.6	11835.1	15234.0
42	10714.9	8698.8	12731.1
43	10512.2	8176.5	12847.9
44	6335.3	3678.3	8992.4
45	12478.3	9498.6	15457.9
46	9408.0	6104.8	12711.1
47	14958.4	11331.1	18585.7
48	20252.8	16300.9	24204.8

2. Grafik Error

Berikut merupakan grafik *error* dari validasi metode terpilih:



Gambar 3. Grafik Error Metode Terpilih

3. Hasil Peramalan (*Forecasting*)

Berikut merupakan hasil peramalan untuk 12 periode ke depan (April 2023 – Maret 2024) dengan metode.

Tabel 9. Forecasting Demand Produk Cylinder Block EJ59

Periode	Hasil
1	1395
2	1422
3	725
4	2585
5	135347
6	10715
7	10513
8	6336
9	12479
10	9408
11	14959
12	20259

3.2. Pembahasan Pengolahan Data

3.2.1. Hasil Identifikasi Plot Data

Hasil plot data menunjukkan bentuk grafik cenderung *trend*, stasioner dengan adanya naik turun grafik, serta beberapa titik yang memiliki pola sama (*seasonal*). Oleh karena itu pada metode *time series* dapat diperhitungkan dengan metode *Double Moving Average*, *Double Eksponential*, serta *Holt's Winter*. Namun sebagai perbandingan hasil nantinya sehingga dilakukan juga perhitungan *Single Moving Average* dan *Single Exponential Smoothing*.

3.2.2. Pemilihan Metode Terbaik

Metode peramalan yang terpilih adalah metode *Holt's Winter*. Metode ini biasanya digunakan pada peramalan dengan plot data *seasonal*. Metode *Holt's Winter* terbagi kembali menjadi *Holt's Winter Multiplicative* dan *Holt's Winter Addative*. Namun pada perhitungan ini menggunakan *Holt's Winter Multiplicative*. Dari perhitungan *error* dengan empat metode lainnya. Metode *Holt's Winter* menghasilkan nilai *error* terkecil. Nilai *error* dihitung menggunakan metode MSD (*Mean Squarred Deviation*) dengan nilai *error* 63974.7, MAD (*Mean Absolute Deviation*) dengan nilai *error* 231.2, dan MAPE (*Mean Absolute Persentage Error*) dengan nilai *error* 3.3%.

3.2.3. Validasi Metode Terpilih

Validasi dilakukan dengan metode *moving range* dengan bantuan *software* Minitab. untuk membandingkan nilai yang diamati yaitu data demand dengan hasil peramalan. Uji validasi dilakukan untuk menguji kevaliditasan, dimana metode peta kendali *Moving Range* digunakan untuk memperhatikan kestabilan peramalan. Validasi hasil peramalan dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil peramalan dengan data demand masa lalu. Hasil menunjukkan bahwa *forecasting* untuk 12 periode ke depan itu masih berada dalam batas UCL dan LCL. Nilai UCL (*Upper Control Limit*) berada pada nilai 10659 dan nilai LCL (*Lower Control Limit*) berada pada nilai 0 dengan nilai rata-rata *moving range* sebesar 3262.

4. KESIMPULAN

Berikut merupakan kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yang telah dilakukan:

1. Metode terbaik untuk *forecasting demand cylinder block EJ59* adalah dengan metode kuantitatif *time series Holt's Winter*. Metode ini dapat mengetahui pola-pola musiman pada data yang ada. Metode *Holt's Winter* menghasilkan nilai *error* terkecil. Nilai *error* dihitung menggunakan metode MSD (*Mean Squarred Deviation*) dengan nilai *error* 63974.7, MAD (*Mean Absolute Deviation*) dengan nilai *error* 231.2, dan MAPE (*Mean Absolute Persentage Error*) dengan nilai *error* 3.3%. Hasil menunjukkan bahwa *forecasting* untuk 12 periode ke depan itu masih berada dalam batas UCL dan LCL. Nilai UCL (*Upper Control Limit*) berada pada nilai 10659 dan nilai LCL (*Lower Control Limit*) berada pada nilai 0 dengan nilai rata-rata *moving range* sebesar 3262.
2. Dengan melakukan peramalan ini, perusahaan dapat mengetahui *demand* produk untuk 12 periode ke depan serta dapat melihat adanya lonjakan maupun penurunan *demand* pada periode tertentu. Pada periode 1 memiliki hasil 1395, periode 2 dengan hasil 1422, periode 3 dengan hasil 725, periode 4 dengan hasil 2585, periode 5 dengan hasil 135374, periode 6 dengan hasil 10715, periode 7 dengan hasil 10513, periode 8 dengan hasil 6366, periode 9 dengan hasil 12479, periode 10 dengan hasil 9408, periode 11 dengan hasil 14959, periode 12 dengan hasil 20259. Dengan adanya hasil peramalan ini perusahaan dapat mengambil keputusan-keputusan terkait proses produksi agar dapat memenuhi kebutuhan pelanggan.
3. Terdapat perbedaan hasil peramalan antara peramalan yang dilakukan oleh perusahaan dengan usulan peramalan yang telah dihitung. Pada perusahaan hasil peramalan cenderung stabil, dan pada usulan hasil peramalan cenderung fluktuatif. Hal ini dapat terjadi karena perbedaan metode yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, S., & Wibowo, H. (2019). *Perbandingan Metode Moving Average untuk Prediksi Hasil Produksi Kelapa Sawit*. Pekanbaru.
- Ahman. (2009). Permintaan dalam Ekonomi Mikro. *media.neliti.com*.
- Anisya, & Wandya. (2016). Rekayasa Perangkat Lunak Pengendalian Inventori Menggunakan Metode Sma (Single Moving Average) Berbasis Ajax (Asynchronous Javascript And Xml) (Studi Kasus: Ptp Nusantara Vi (Persero) Unit Usaha Kayu Aro). *Teknoif*, 14.
- Astuti. (2019). Penerapan metode Single Moving Average (SMA) pada peramalan penjualan anak.
- Baroto. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Dharmesta, A. &. (2019). Peramalan Perencanaan Produksi Terak dengan Metode Exponential Smoothing with Trend pada PT Semen Indonesia (Persero) Tb. *Jurnal Teknik Industri*. 1-10.
- Gazpersz. (2005). Landasan Teori Peramalan (Forecasting). *eprints.ums.ac.id*.
- Hamirsa, M. H. (2022). Usulan Perencanaan Peramalan (Forecasting) dan Safety Stock Persediaan Spare Part Busi Champion Type RA7YC-2 (EV-01/EW-01/2) Menggunakan Metode Time Series pada PT Traingle Motorindo Semarang. *E-JournalUNDIP*, 2.
- Harmita. (2004). Validasi Metode Spektrofotometri-Visibel Pada Penetapan Kadar Boraks Di Dalam Bakso. *e-journal.unair.ac.id*, 8, 41.
- Hartono. (2012). *Buku Ajar Statistika*. Jakarta: Salembamedika.
- Heizer, J. H. (2004). *Principles of Operations Management*. Prentice Hall.
- Hendaryani, R. S. (2016). Analisis Penggunaan Peramalan Dalam Meminimalkan Biaya Simpan Produk Linzhi Plus pada CV. HN.
- Hudiyanti, C. V., Bachtiar, F., & Setiawan, B. D. (2019). *Perbandingan Double Moving Average dan Double Exponential Smoothing untuk Peramalan Jumlah Kedatangan Wisatawan Mancanegara di Bandara Ngurah Rai*.
- Juniadi. (2014). Estimasi Pemilihan Model dan Peramalan Hubungan Deret Waktu. *repository.unja.ac.id*.
- Maulana. (2019). Penerapan Metode Single Exponential Smoothing pada Persediaan Bahan Baku Ikan Pindang Asapan.
- Pratama, M. (2005). Analisis Permintaan Konsumen Terhadap Minyak Makan di Kota Pekanbaru . *media.neliti.com*.
- Silvana Maulidah, S. M. (2012). *Modul 4 Manajemen Produksi dan Operasi Dalam Perusahaan Agribisnis*. Malang: Lab of Agribusiness Analysis and Management.
- Sinulingga. (2009). Bab 2 tinjauan Pustaka; 2.1 Forecasting (Peramalan). *elibrary.unikom.ac.id*.
- Soedarso. (2009). Analisis Permintaan Konsumen Terhadap Minyak Makan di Kota Pekanbaru . *media.neliti.com*.
- Sri Hartini, P. K. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal* (I ed.). Bandung: CV. Lubuk Agung.
- Stevenson, W. J. (2009). *Management Operation* (7th Edition ed). UK: Mc Graw-Hill Book Company.
- Sukirno. (2011). Permintaan dalam Ekonomi Mikro. *media.neliti.com*.
- Suzuki. (2021, July 23). *Mari Mengenal Fungsi Blok Silinder Mobil dan Komponennya*. Retrieved from [www.suzuki.co.id: https://www.suzuki.co.id/tips-trik/mari-mengenal-fungsi-blok-silinder-mobil-dan-komponennya?pages=all](https://www.suzuki.co.id/tips-trik/mari-mengenal-fungsi-blok-silinder-mobil-dan-komponennya?pages=all)
- Wahyu Ningsih, M. K. (2021). Hubungan Media Pembelajaran dengan Peningkatan Motivasi Belajar Siswa pada Mata Pelajaran PAI di SMP IPTEK Sengkol Tangerang Selatan. *Jurnal Tarwbawi*, 81.
- Yuliarty, A. L. (2020). Penerapan Metode Peramalan (Forecasting) pada Permintaan Atap di PT X. *Industri Inovatif- Jurnal Teknik Industri ITN Malang*.