

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Peramalan**

Peramalan (forecasting) adalah kegiatan memperkirakan atau memprediksi apa yang akan terjadi di masa yang akan datang dengan waktu yang relatif lama. Sedangkan ramalan adalah suatu situasi atau kondisi yang diperkirakan akan terjadi di masa yang akan datang. Peramalan melibatkan data historis seperti permintaan di masa lalu dan memproyeksikan data tersebut untuk di masa yang akan datang dengan model matematis. Prediksi ini mungkin didasari oleh data yang didorong oleh permintaan seperti rencana konsumen untuk melakukan pembelian dan memproyeksikan data tersebut ke masa yang akan datang (Han & goleman, 2019)

Menurut (Indriastiningsih & Darmawan, 2019) peramalan merupakan suatu aktivitas untuk memperkirakan beberapa kebutuhan dimasa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa. Dengan menggunakan data permintaan pada periode sebelumnya yang akan menjadi dasar peramalan yang diperlukan oleh setiap perusahaan untuk merencanakan jumlah produksi yang akan datang, peramalan juga mempunyai peranan langsung terhadap pengambilan keputusan.

#### **2.2 Peramalan Kualitatif**

Metode peramalan bersifat subyektif, karena dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti intuisi, emosi, dan pengalaman manusia (Adryan et al., 2022) Klasifikasi metode peramalan kualitatif menjadi beberapa metode, sebagai berikut :

1. Metode Management Decision

Memiliki kelebihan memberikan pandangan yang lebih luas dan lebih cepat dalam mencapai kata sepakat dalam menentukan nilai. Dengan

kelebihannya metode ini juga memiliki kelemahan eksekutifnya dapat mendominasi eksekutif yang lain.

## 2. Metode Delphi

Kelebihan dari metode ini yakni memberikan prespektif lebih luas, umumnya untuk perencanaan jangka panjang termasuk perubahan teknologi. Sedangkan kelemahannya dapat memakan waktu yang lebih lama dan tidak menghasilkan satu kesepakatan tapi rentang jawaban.

## 3. Metode Market Research

Biasanya digunakan untuk perencanaan produk baru, iklan dan promosi. Kelebihan metode ini hasil yang diperoleh dapat digunakan secara langsung untuk peramalan produk baru.

## 4. Metode User's Expectation

Untuk memastikan apakah peramalan tersebut cukup realistis dan digabungkan pada tingkat wilayah dan nasional untuk memperoleh peramalan secara menyeluruh.

### 2.3 Peramalan Kuantitatif

Menurut (Aden & Angela Supriyanti, 2020), "*quantitative forecasts use a variety of mathematical models that rely on historical data and/or associative variables to forecast demand*". Jika diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia, definisi ini memiliki arti bahwa pendekatan kuantitatif adalah peramalan atau memperkirakan yang menggunakan berbagai model matematis berdasarkan data historis atau variabel asosiatif untuk meramalkan atau memprediksi permintaan.

Pendekatan kuantitatif memiliki lima metode peramalan yang menggunakan data historis yang dibagi menjadi dua kategori, yaitu:

#### 1. *Time Series Model* (Model Deret Waktu)

Model deret waktu memprediksi berdasarkan pada asumsi bahwa di masa yang akan datang dapat diramalkan dengan data masa lalu. Dengan kata lain model ini melihat pada apa yang terjadi selama periode waktu tertentu kemudian menggunakan sejumlah data masa lalu untuk membuat peramalan.

## 2. *Associative Model* (Model Asosiatif)

Model asosiatif menggabungkan variabel dari faktor yang mungkin mempengaruhi jumlah yang akan di ramalkan.

### 2.4 Time Horizon Peramalan

Menurut (Purwanti & Purwadi, 2019) peramalan biasanya diklasifikasikan berdasarkan time horizon yang dicakup oleh peramalan tersebut. Time Horizon tersebut dibagi menjadi tiga, yaitu:

#### 1. Short-range Forecast (Peramalan Jangka Pendek)

Peramalan jenis ini memiliki rentang waktu hingga satu tahun. Namun secara umum biasanya peramalan jenis ini memiliki rentang waktu kurang dari tiga bulan dan digunakan untuk melakukan perencanaan pembelian, penjadwalan kerja, tingkat tenaga kerja, penugasan pekerjaan, dan tingkat produksi.

#### 2. Medium-range Forecast (Peramalan Jangka Menengah)

Peramalan jangka menengah atau disebut juga *intermediate*, biasanya memiliki rentang waktu sekitar tiga bulan hingga tiga tahun. Peramalan jenis ini berguna dalam merencanakan perencanaan penjualan, perencanaan produksi dan biaya, penganggaran kas, dan untuk menganalisa berbagai rencana operasi.

#### 3. Long-range Forecast (Peramalan Jangka Panjang)

Peramalan jangka panjang biasanya memiliki rentang waktu lebih dari tiga tahun. Peramalan jenis ini digunakan untuk merencanakan produk baru, belanja modal, ekspansi, dan penelitian dan pengembangan.

### 2.5 Metode Deret Waktu

Menurut (Russel dan Taylor 2008) dalam (Rudy Ariyanto, 2017), "*time series methods are statistical techniques that make use of historical data accumulated over a period of time*". Jika diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia, definisi ini memiliki arti bahwa model deret waktu adalah teknik statistik yang menggunakan data historis dari suatu periode waktu tertentu.

Peramalan deret waktu dilakukan berdasarkan pada data mingguan, bulanan, triwulan, dan lain-lain. Metode ini mengasumsikan bahwa apa yang terjadi di masa lalu akan terus terjadi di masa yang datang.

## 2.6 Triple Exponential Smoothing

Metode ini digunakan ketika terdapat unsur trend dan perilaku musiman yang ditunjukkan pada data (R. S. Dewi et al., 2024).

Triple Exponential Smoothing digunakan pada data yang berpola trend dan cocok dipakai untuk membuat peramalan data yang mengalami fluktuasi atau mengalami gelombang pasang surut (Maulidaniar & Widodo, 2023).

Berikut adalah persamaan-persamaan yang digunakan untuk melakukan peramalandengan menggunakan metode Triple Exponential Smoothing.

a. Update Exponential Smoothing

$$F_T = \alpha \cdot \frac{X_T}{S_{T-P}} + (1 - \alpha) \cdot (F_{T-1} + T_{T-1}) \quad (2.1)$$

b. Update Seasonal

$$S_T = \beta \cdot \frac{X_T}{F_T} + (1 - \beta) \cdot S_{T-P} \quad (2.2)$$

c. Update Trend

$$T_T = \gamma \cdot (F_T - F_{T-1}) + (1 - \gamma) \cdot T_{T-1} \quad (2.3)$$

d. Forecast P periods Into Future

$$\hat{F}_{T+P} = (F_T + PT_T) \cdot S_T \quad (2.4)$$

## 2.7 Autoregressive Integrated Moving Average (Arima)

Model ARIMA dikembangkan oleh George Box dan Gwilyn Jenkins. Model ARIMA sangat baik digunakan dalam peramalan jangka pendek. Model ARIMA merupakan analisis data runtun waktu untuk digunakan pada peramalan data yang akan datang berdasarkan data masa lalu. Menurut (Mukron et al., 2021) model ARIMA terdiri beberapa tahap, yaitu tahap

identifikasi, tahap pendugaan parameter, tahap cek diagnostik, dan tahap peramalan.

Metode Arima mengambil kesimpulan bahwa pengidentifikasian plot data awal akan sangat menentukan tingkat keakuratan pada peramalan dengan metode Arima. Karena hal tersebut akan menentukan model mana yang paling sesuai digunakan untuk digunakan dalam peramalan (Nurfadilah, 2021)

Rumus *Autoregressive Integrated Moving Average* (Arima) :

$$Y_t = \gamma_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots + \beta_n Y_{t-p} - \lambda_1 \epsilon_{t-1} - \lambda_2 \epsilon_{t-2} - \dots - \lambda_n \epsilon_{t-q} \quad (2.5)$$

**Keterangan :**

$\beta$  : Koefisien regresi

$Y_t$  : Variabel dependen pada waktu  $t$

$Y_{t-1} \dots Y_{t-p}$  : Variabel lag

$\epsilon_t$  : Residual term

$\lambda_1 \dots \lambda_q$  : Bobot

$\epsilon_{t-1} \dots \epsilon_{t-p}$  : Nilai sebelumnya atau residual

Untuk menentukan model terbaik digunakan kriteria berdasarkan residual dan kesalahan peramalan. Diasumsikan bahwa model deret waktu mempunyai  $M$  parameter. Nilai AIC (Akaike's Information Criterion) didefinisikan sebagai berikut :

$$AIC(M) = n \ln \hat{\sigma}_a^2 + 2M \quad (2.6)$$

dengan :

$n$  : banyaknya residual

$M$  : jumlah parameter di dalam model

$\hat{\sigma}_a^2$  : penduga dari  $\sigma_a^2$

## 2.8 Metode Keakuratan

Ukuran keakuratan hasil peramalan yang merupakan ukuran kesalahan dalam peramalan mengukur tingkat perbedaan antara hasil permintaan dengan permintaan sebenarnya yang terjadi oleh (Puspita, 2022). Beberapa metode dapat digunakan untuk menunjukkan kesalahan yang telah disebabkan suatu teknik peramalan tertentu. Dari semua metode yang ada, hampir semua

pengukuran menggunakan rata – rata beberapa fungsi selisih antara nilai sebenarnya dengan nilai peramalan. Perbedaan antara nilai sebenarnya dengan nilai peramalan ini disebut sebagai residual. Persamaan menghitung error asli atau residual dari setiap periode peramalan adalah sebagai berikut:

$$e_t = X_t - S_t \quad (2.7)$$

Keterangan

$e_t$  = kesalahan peramalan dalam periode t

$X_t$  = data pada periode t

$S_t$  = nilai peramalan pada periode t

Menurut (Yolanda et al., 2024) salah satu cara mengevaluasi teknik peramalan adalah menggunakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan permintaan yang sebenarnya terjadi. Terdapat 4 ukuran yang bisa digunakan, diantaranya:

#### 1. Mean Absolute Deviation (MAD)

MAD yaitu perhitungan yang digunakan untuk menghitung rata-rata kesalahan mutlak atau absolut. Mean Absolute Deviation mengukur akurasi dari forecast dengan membuat sama rata dari besarnya kesalahan perkiraan yang dimana setiap forecasting memiliki nilai absolut untuk setiap errornya. MAD merupakan rata – rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya. Secara matematis, MAD dirumuskan sebagai berikut:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |A_t - F_t|}{n} = \frac{\sum \text{absolute dari forecast error}}{n} \quad (2.8)$$

Keterangan:

$A_t$  = permintaan aktual pada periode t

$F_t$  = peramalan permintaan (forecast) pada periode t

n = jumlah periode peramalan yang terlibat

#### 2. Mean Square Error (MSE)

MSE adalah rata-rata kesalahan kuadrat antara nilai aktual dan nilai peramalan. Metode Mean Squared Error secara umum digunakan untuk mengecek estimasi berapa nilai kesalahan pada peramalan. MSE merupakan

metode alternatif dalam suatu metode peramalan. Pendekatan ini penting karena teknik ini menghasilkan kesalahan yang moderat lebih disukai oleh suatu peramalan yang menghasilkan suatu kesalahan yang sangat besar. MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat seluruh kesalahan peramalan atau perkiraan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara matematis, MSE dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n} \quad (2.9)$$

Keterangan:

$A_t$  = permintaan aktual pada periode  $t$

$F_t$  = peramalan permintaan (forecast) pada periode  $t$

$n$  = jumlah periode peramalan yang terlibat

### 3. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE (Mean Absolute Percentage Error) adalah merupakan ukuran kesalahan relatif. MAPE biasanya lebih berarti dibandingkan MAD karena MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau rendah. Secara matematis, MAPE dirumuskan sebagai berikut:

$$MAPE = \left( \frac{100}{n} \right) \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \quad (2.10)$$

Keterangan:

$A_t$  = permintaan aktual pada periode  $t$

$F_t$  = peramalan permintaan (forecast) pada periode  $t$

$n$  = jumlah periode peramalan yang terlibat

### 4. Mean Forecast Error (MFE)

MFE adalah cara yang sangat efektif untuk mengetahui apakah hasil peramalan selama periode tertentu terlalu tinggi atau terlalu rendah. Bila hasil peramalan tidak bisa, maka nilai MFE akan mendekati nol.

$$MFE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)}{n} = \frac{RSFE}{n} \quad (2.11)$$

Keterangan:

$A_t$  = permintaan aktual pada periode  $t$

$F_t$  = peramalan permintaan (forecast) pada periode  $t$

$n$  = jumlah periode peramalan yang terlibat.

## 2.9 Verifikasi Peramalan

Menurut (R. S. Dewi et al., 2024) Verifikasi data yang dibentuk bersifat saling bebas dengan set data. Prinsip dasar verifikasi adalah melakukan pemilahan data, satu set data digunakan untuk mendapatkan model dan set data lainnya digunakan untuk keperluan menduga resiko dari digunakannya model. Verifikasi peramalan juga merupakan alternatif untuk dapat mengetahui efektivitas metode peramalan yang digunakan. Verifikasi dilakukan dengan menggunakan grafik rentang bergerak (Moving Range chart) untuk membandingkan nilai yang diamati (data aktual) atau observasi dengan nilai peramalan dari kebutuhan yang sama. Grafik pengendali Moving Range juga merupakan grafik pengendali statistik yang digunakan dalam pengendalian kualitas. Moving Range dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$|(F_t - A_t) - (F_{t-1} - A_{t-1})| \quad (2.12)$$

Adapun rata – rata moving average di definisikan sebagai berikut :

$$\overline{MR} = \sum \frac{MR}{n-1} \quad (2.13)$$

Garis tengah pada moving range adalah pada titik nol. Batas control atas dan bawah pada peta *Moving Range* adalah:

$$UCL = +2,66\overline{MR} \quad (2.14)$$

$$LCL = -2,66\overline{MR} \quad (2.15)$$

jika semua titik berada didalam batas kendali, diasumsikan peramalan permintaan yang dihasilkan telah cukup baik. Jika terdapat titik yang berada di luar batas kendali, maka jelas dapat kita katakan bahwa peramalan yang didapat kurang baik dan harus di revisi.



## 2.10 Penelitian Terdahulu

| No. | Tahun | Penulis               | Judul   | Metode                              | Hasil Penelitian  |
|-----|-------|-----------------------|---|-------------------------------------|---|
| 1.  | 2022  | Rindang Ndaru Puspita | Peramalan Tingkat Pengangguran Terbuka Provinsi Banten Dengan Metode Triple Exponential Smoothing | Metode Triple Exponential Smoothing | Berdasarkan hasil penelitian untuk meramalkan atau memprediksi Tingkat Pengangguran Terbuka Provinsi Banten 7 periode kedepan dari Semester 2 Tahun 2022 sampai dengan Semester 2 Tahun 2025 dengan metode Triple Exponential Smoothing diperoleh hasil peramalan yang akurat dikarenakan nilai MAPE <10, sehingga metode Triple Exponential Smoothing sesuai untuk digunakan dalam meramalkan Tingkat Pengangguran Terbuka Provinsi Banten. Dari hasil penelitian yang diperoleh, maka hasil peramalan Tingkat Pengangguran Terbuka Provinsi Banten dengan metode Triple Exponential Smoothing diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan |

|    |      |                           |  |   |  |
|----|------|---------------------------|--|---|--|
|    |      |                           |  |   | keputusan dan penyusunan strategi sebagai upaya untuk menurunkan Tingkat Pengangguran Terbuka Provinsi Banten.   |
| 2. | 2023 | Tarisyah Permata Junita   | Perbandingan Metode Double Exponential Smoothing dan Metode Triple Exponential Smoothing untuk Harga Telur pada Produsen di Kabupaten Sukabumi | Metode Double Exponential Smoothing dan Metode Triple Exponential Smoothing | Dari peramalan yang terbaik yaitu dengan menggunakan metode Triple Exponential Smoothing dari bulan Januari 2022 sampai Desember 2022 mengalami fluktuatif, pada peramalan harga telur terus mengalami kenaikan dan penurunan yang lumayan signifikan, jika harga telur mengalami kenaikan yang berarti ketersediaan telur mengalami penurunan ataupun daya beli telur sedang meningkat, sedangkan untuk penurunan harga telur jika ketersediaan telur mengalami kenaikan dan daya beli telur menurun. |
| 3. | 2024 | Raden Achmad Bobby Syakir | Perbandingan Akurasi Double Exponential Smoothing dan ARIMA dalam Memprediksi  | Metode Double Exponential Smoothing dan ARIMA                               | Aplikasi penjualan menggunakan metode ARIMA dan Double Exponential Smoothing adalah bahwa kedua metode tersebut  |

|    |      |               |   |  |   |
|----|------|---------------|---|--|---|
|    |      |               | Penjualan di E-Commerce Nibans Cake   |  | dapat digunakan untuk memprediksi jumlah penjualan di masa depan. Metode ARIMA lebih cocok digunakan untuk data yang memiliki pola musiman (seasonal) sedangkan metode Double Exponential Smoothing lebih cocok digunakan untuk data yang tidak memiliki pola musiman. Saran dari penggunaan kedua metode tersebut adalah untuk mengevaluasi data yang tersedia dan memilih metode yang paling cocok untuk digunakan dalam konteks yang spesifik. |
| 4. | 2024 | Muhammad Abdy | Penerapan Metode Triple Exponential Smoothing Holt Winters dalam Meramalkan Jumlah Keberangkatan Penumpang Kapal di Pelabuhan Soekarno-Hatta Makassar | Metode Triple Exponential Smoothing Holt Winters | Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan bahwa model additive adalah model terbaik karena memiliki nilai akurasi error yang lebih kecil dengan nilai MSE = 161718521, RMSE = 12583,6952 dan MAD = 8584,4011 dibandingkan dengan nilai akurasi prakiraan yang dimiliki model multiplicative.   |

|    |      |                       |   |                                     |  |
|----|------|-----------------------|---|-------------------------------------|--|
|    |      |                       |   |                                     | <p>Peramalan dengan model additive ini memiliki pendekatan yang paling sesuai untuk meramalkan jumlah keberangkatan penumpang kapal di pelabuhan Soekarno Hatta Makassar dengan parameter yang dipilih yaitu <math>\alpha = 0.5778264</math>, <math>\beta = 0,06587121</math>, dan <math>\gamma = 1</math>. Peramalan pada tahun 2023, mencatat penurunan pada beberapa bulan, terutama pada bulan Mei sebanyak 16945 penumpang kemudian kembali mengalami peningkatan yang signifikan, terlihat dari bulan Juni sebanyak 38844 penumpang hingga Juli sebanyak 47172 penumpang. Pada bulan Juli menunjukkan variasi yang menonjol dengan kinerja yang lebih unggul, di mana nilai peramalan mencapai puncak yang lebih tinggi dibandingkan dengan bulan lainnya.</p> |
| 5. | 2024 | Dhimas Nur Abdurahman | Penerapan Data Mining Untuk Memprediksi | Metode Double Exponential Smoothing | Hasil dari penelitian ini Dengan perolehan MAPE yang lebih kecil   |

|  |  |  |  |   |  |
|--|--|--|--|---|--|
|  |  |  | <p>Pendapatan Perusahaan Dengan Metode Double Exponential Smoothing Dan Triple Exponential Smoothing</p> | <p>Dan Triple Exponential Smoothing</p> | <p>metode TES lebih relevan dalam penelitian ini di bandingkan dengan metode DES. Dari hasil perolehan MAPE tersebut metode TES dengan perolehan MAPE 5,42 berdasarkan kriteria MAPE maka kemampuan untuk memprediksikannya sangat baik.</p> |
|--|--|--|--|---|--|

