

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah suatu metode yang digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis dan menyajikan data supaya dapat memberikan informasi dari sebuah data penelitian. Selain itu dalam statistika deskriptif menurut (Wijaksono, 2018) terdapat ukuran pemusatan data yang meliputi *mean*, variansi, dan nilai maksimum, serta nilai minimum. Contoh penyajian data dalam statistika deskriptif dapat berupa tabel, grafik, dan diagram (diagram batang, diagram garis, diagram lingkaran, dll).

2.2 Peramalan

Peramalan (*Forecasting*) merupakan kegiatan untuk mengetahui peristiwa yang akan terjadi di masa datang dengan menggunakan data dari masa lalu. Peramalan digunakan untuk alat bantu yang penting dalam sebuah perencanaan yang efektif. Hal terpenting dalam perhitungan peramalan adalah bagaimana cara kita memahami karakteristik suatu metode yang akan digunakan supaya sesuai dengan situasi pengambilan keputusan (Kumila, Ais dkk, 2019). Peramalan dilakukan untuk memperkirakan kapan suatu peristiwa akan terjadi dan mengurangi ketidakpastian di masa yang akan datang. Peramalan banyak dilakukan oleh perusahaan-perusahaan besar. Tujuannya ialah untuk memperkirakan bagaimana produk perusahaan akan diproduksi ataupun memperkirakan barang apa yang akan dibutuhkan di masa mendatang oleh konsumen.

Metode peramalan dibagi menjadi dua yaitu peramalan dengan metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif digunakan berdasarkan data kualitatif dan pendapat-pendapat dari sumbernya serta hasil ramalannya sangat bergantung dari peneliti. Sedangkan untuk metode kuantitatif digunakan apabila peramalan yang didasarkan pada data kuantitatif pada masa lalu dan hasil ramalannya tergantung dari metode yang digunakan, apabila metode yang digunakan berbeda maka diperoleh hasil peramalan yang berbeda. Baik tidaknya metode yang digunakan ditentukan dari perbedaan ataupun penyimpangan antara hasil peramalan dengan kenyataan yang terjadi. Semakin kecil penyimpangan antara hasil ramalan dengan kenyataan yang terjadi maka metode yang dipergunakan semakin baik (Marbun, 2017). Karakteristik peramalan yang baik dapat dilihat dari hasil akurasi, biaya yang dikeluarkan, dan kemudahan dalam menggunakan metode maupun saat melakukan peramalan. Untuk memulai peramalan dalam analisis runtun waktu diperlukan langkah yang tepat dalam membuat grafik yang akan diramalkan. Berdasarkan runtun waktunya, jenis peramalan dibedakan menjadi 3, yaitu:

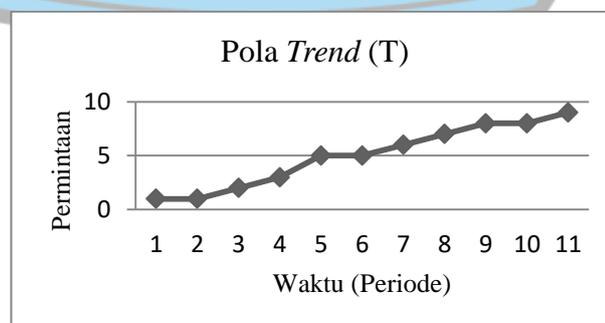
- a) Peramalan Jangka Panjang: waktu dalam peramalan lebih dari 18 bulan. Misalnya perencanaan fasilitas negara.
- b) Peramalan Jangka Menengah: waktu dalam peramalan berkisar 3 bulan sampai 18 bulan. Misalnya perencanaan tenaga kerja tidak tetap.
- c) Peramalan jangka pendek: waktu dalam peramalan kurang dari 3 bulan. Misalnya pembuatan jadwal kerja dalam perusahaan atau instansi.

2.3 Time Series

Time series (data runtun waktu) merupakan jenis data yang dikumpulkan berdasarkan urutan waktu dalam rentang waktu tertentu. Analisis *time series* adalah salah satu prosedur statistika yang diterapkan guna meramalkan struktur probabilitas keadaan mendatang dalam rangka pengambilan keputusan (Tauryawati & Irawan, 2014). Analisis *time series* dapat digunakan karena dengan mengamati data akan terlihat komponen-komponen yang mempengaruhi suatu pola data masa lampau dan sekarang yang cenderung berulang di masa depan. Dari analisis *time series* dapat diperoleh ukuran-ukuran yang dapat digunakan untuk peramalan (*forecasting*). Metode *time series* berdasarkan pada asumsi bahwa pola lama akan terulang. Langkah penting memilih suatu metode *time series* yang tepat ialah dengan cara mempertimbangkan jenis pola data supaya dapat memilih metode yang paling tepat dengan pola data tersebut sehingga dapat di uji. Pola data dibedakan menjadi 4 jenis sebagai berikut (Elison, M H dkk, 2020);

2.3.1 Pola Trend (T)

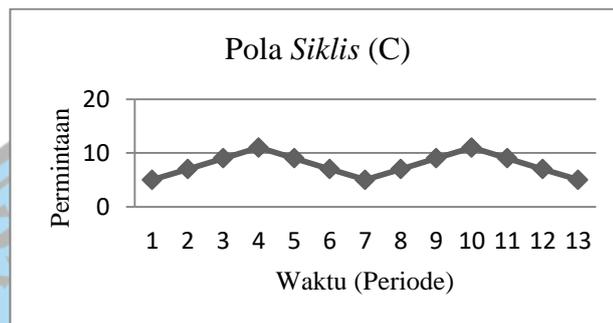
Terjadi karena kenaikan ataupun penurunan jangka panjang dalam sebuah data. Pola *trend* ditunjukkan pada gambar di bawah ini;



Gambar 2.1. Pola Trend (T)

2.3.2 Pola Siklis (C)

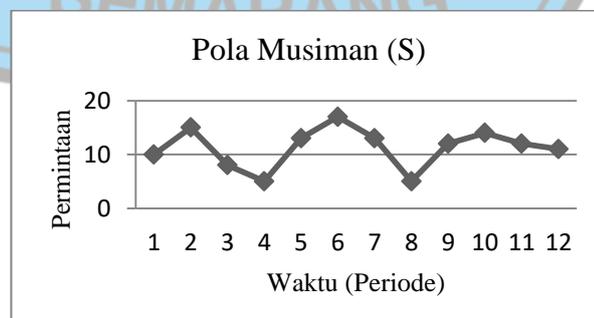
Terjadi karena data dipengaruhi frekuensi ekonomi jangka panjang dan berhubungan dengan siklus bisnis. Pola siklis ditunjukkan pada gambar di bawah ini;



Gambar 2.2. Pola Siklis (C)

2.3.3 Pola Musiman (S)

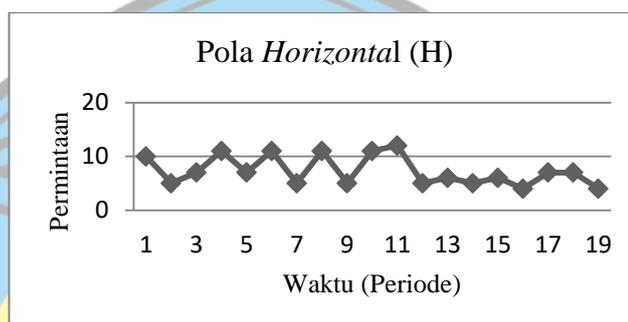
Terjadi karena *deret* dipengaruhi faktor musiman. Disebut musiman karena permintaan biasanya dipengaruhi oleh musim sehingga menyebabkan interval perulangan data ialah satu tahun. Pola musiman ditunjukkan pada gambar di bawah ini;



Gambar 2.3. Pola Musiman (S)

2.3.4 Pola *Horizontal* (H)

Terjadi karena nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Yang termasuk pola ini yaitu apabila suatu produk yang penjualannya tidak meningkat ataupun menurun selama waktu tertentu. Pola *horizontal* ditunjukkan pada gambar di bawah ini;



Gambar 2.4. Pola *Horizontal* (H)

2.4 *Exponential Smoothing*

Pemulusan eksponensial (*Exponential Smoothing*) merupakan suatu metode peramalan rata-rata bergerak dengan melakukan pembobotan menurun secara *exponential* terhadap nilai observasi yang lebih tua. Bobot yang diberikan berkarakteristik menurun secara *exponential* dari titik data terakhir sampai dengan data terawal. Jika dalam perhitungan peramalan diasumsikan nilai rata-ratanya konstan sepanjang waktu maka akan diberikan bobot yang sama terhadap observasi. Untuk itu diberikan bobot yang lebih pada nilai observasi yang baru dan mengurangi bobot pada observasi yang lebih lama (Fitria, V A dkk, 2017). Metode *exponential smoothing* digunakan untuk peramalan dengan jangka pendek. Model berasumsikan bahwa data fluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang tetap tanpa *trend* maupun pola pertumbuhan konsisten. Tidak seperti *moving average*, metode pemulusan eksponensial

memberikan penekanan lebih besar kepada data runtun waktu saat ini melalui penggunaan sebuah konstan *smoothing* (berkisar 0 sampai 1). Nilai yang mendekati 1 artinya memberikan penekanan terbesar pada nilai data saat ini dan untuk nilai yang mendekati 0 artinya memberikan penekanan pada titik data sebelumnya (Pramayudha, 2019).

Metode pemulusan eksponensial (*exponential smoothing*) dibedakan menjadi tiga, yaitu:

2.4.1 Single Exponential Smoothing (SES)

Metode *single exponential smoothing* merupakan metode digunakan saat pola data mendekati *horizontal* (tidak ada variasi siklik ataupun *trend* dalam data *historis*). Metode SES paling banyak digunakan dari semua metode peramalan karena dalam metode ini perhitungannya sedikit (Nazim & Afthanorhan, 2014). Bentuk umum dalam persamaan metode *single exponential smoothing* (Makridakis, 1999) adalah sebagai berikut:

$$F_{t+1} = F_t + \left(\frac{X_t}{N} - \frac{X_{t-N}}{N} \right) \quad (2.1)$$

Jika nilai X_{t-N} tidak diketahui, maka harus diganti dengan nilai pendekatan berupa nilai ramalan periode sebelumnya yaitu F_t sehingga bentuk persamaannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= F_t + \left(\frac{X_t}{N} - \frac{F_t}{N} \right) \\ &= \left(\frac{1}{N} \right) X_t + \left(1 - \frac{1}{N} \right) F_t \end{aligned} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$\frac{1}{N}$ = nilai bobot observasi paling akhir

$1 - \frac{1}{N}$ = nilai bobot ramalan untuk nilai observasi pada periode ke-t

Apabila nilai $\frac{1}{N}$ digantikan dengan nilai konstanta (α) maka bentuk persamaan metode *single exponential smoothing* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= \left(\frac{1}{N}\right) X_t + \left(1 - \frac{1}{N}\right) F_t \\ &= \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t \end{aligned} \quad (2.3)$$

Keterangan:

F_{t+1} = nilai peramalan pada satu periode t+1

α = konstanta pemulusan atau pembobot ($0 < \alpha < 1$)

X_t = nilai data/observasi ke-t

F_t = data hasil peramalan pada periode ke-t

Implikasi dari *exponential smoothing* ialah menggunakan persamaan di bawah ini dengan cara mensubstitusi nilai F_t pada bentuk persamaan di bawah ini, tujuannya untuk meminimalkan *mean square error*. Bentuk persamaan metode *exponential smoothing* seperti berikut ini:

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t \\ &= \alpha X_t + (1 - \alpha) [\alpha X_{t-1} + (1 - \alpha) F_{t-1}] \\ &= \alpha X_t + \alpha(1 - \alpha)X_{t-1} + (1 - \\ &\quad \alpha)^2 F_{t-1} \end{aligned} \quad (2.4)$$

Sehingga bentuk persamaan pada metode *single exponential smoothing* dapat ditulis kembali sebagai berikut:

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= \alpha X_t + (1 - \alpha) F_t \\ &= F_t + \alpha (X_t - F_t) \text{ (nilai } (X_t - F_t) \text{ diganti dengan nilai } e_t) \\ &= F_t + \alpha (e_t) \end{aligned} \quad (2.5)$$

e_t merupakan nilai kesalahan pada ramalan untuk periode ke- t .

Jika nilai *alpha* mendekati 1 artinya nilai ramalan yang baru akan memperhitungkan suatu penyelesaian secara menyeluruh atas kesalahan pada ramalan yang lalu. Sedangkan nilai *alpha* nol artinya nilai ramalan baru akan memperhitungkan suatu penyelesaian sangat kecil atas kesalahan pada ramalan yang lalu (Makridakis, 1999).

2.4.2 Double Exponential Smoothing (DES)

Metode *double exponential smoothing* merupakan metode yang digunakan ketika data menunjukkan adanya *trend*. *Mean* eksponensial dengan *trend* seperti pemulusan sederhana kecuali kedua komponen harus diperbarui di setiap *level-periodik* dan *trendnya*. *Level* yaitu estimasi yang dihaluskan dari nilai data akhir setiap periode. *Trend* yaitu estimasi yang dihaluskan dari rata-rata pertumbuhan pada akhir periode (Sidqi & Sumitra, 2019).

Bentuk persamaan *double exponential smoothing* sebagai berikut:

- 1) Apabila nilai pemulusan eksponensial pertama

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} \quad (2.6)$$

- 2) Apabila nilai pemulusan eksponensial kedua

$$S''_t = \alpha S''_t + (1 - \alpha)S''_{t-1} \quad (2.7)$$

3) Mencari nilai konstanta

$$\alpha_t = 2S'_t - S''_t \quad (2.8)$$

4) Mencari nilai *slope*

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S'_t - S''_t) \quad (2.9)$$

5) Mencari nilai peramalan

$$F_{t+m} = \alpha_t + b_t m \quad (2.10)$$

Keterangan:

S'_t = pemulusan eksponensial pertama

S''_t = pemulusan eksponensial kedua

α_t = besarnya konstanta pada periode-t

b_t = *slope* atau nilai *trend* dari data yang sesuai

F_{t+m} = nilai peramalan untuk periode m dari periode t

X_t = nilai aktual pada periode-t

α = parameter pemulusan eksponensial ($0 < \alpha < 1$)

m = jumlah periode yang akan diramalkan

2.4.3 *Tripel Exponential Smoothing* (TES)

Metode *tripel exponential smoothing* merupakan metode yang digunakan untuk mengurangi ketidakaturan musiman dari data masa lampau melalui tiga tahapan proses perata-rataan/penghalusan terhadap data aktual (Sinaga, B dkk, 2016). Berdasarkan penelitian (Anjasari, D H dkk, 2018), metode *tripel exponential smoothing* dibedakan menjadi 2 berupa *tripel exponential smoothing brown* dan *tripel exponential smoothing holt-winters*.

2.4.3.1 Metode *Tripel Exponential Smoothing Brown*

Metode *tripel exponential smoothing brown* adalah metode dengan bentuk pemulusan sebanyak tiga kali. Kelebihan dalam metode ini yaitu karena pemulusan dilakukan sebanyak 3 kali maka hasil peramalan akan baik sedangkan untuk kelemahannya ialah hanya dapat meramalkan data dengan pola unsur *trend* dasar dan fluktuasi/gelombang pasang surut (Krisma, A dkk, 2019). Berikut ini rumus persamaan metode *tripel exponential smoothing brown*.

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)S'_{t-1} \quad (2.11)$$

$$S''_t = \alpha S''_t + (1 - \alpha)S''_{t-1} \quad (2.12)$$

$$S'''_t = \alpha S'''_t + (1 - \alpha)S'''_{t-1} \quad (2.13)$$

$$\alpha_t = 3S'_t - 3S''_t + S'''_{t-1} \quad (2.14)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{2(1 - \alpha)^2} [(6 - 5\alpha) S'_t - (10 - 8\alpha)S''_t + (4 - 3\alpha)S'''_t] \quad (2.15)$$

$$c_t = \frac{\alpha^2}{(1 - \alpha)^2} (S'_t - 2S''_t + S'''_t) \quad (2.16)$$

$$F_{t+m} = \alpha_t + b_t m + \frac{1}{2} c_t m \quad (2.17)$$

Berdasarkan rumus *tripel exponential smoothing brown* melalui beberapa tahap diatas, S'_t adalah nilai pemulusan eksponensial pertama, S''_t adalah nilai pemulusan eksponensial kedua, dan S'''_t adalah nilai

pemulusan ketiga. Sedangkan untuk X_t adalah nilai data aktual dan a_t , b_t , c_t adalah nilai pemulusan konstanta. Untuk nilai *alpha* (α) yaitu nilai pemulusan parameter berkisar 0 sampai 1. Pada nilai m untuk peramalan adalah jumlah waktu yang diramalkan dan F_t artinya data peramalan.

2.4.3.2 Metode *Tripel Exponential Smoothing Holt-Winters*

Metode *tripel exponential smoothing* dikenal juga sebagai metode *holt winters* sehingga bisa juga disebut dengan metode *Tripel Exponential Smoothing Holt Winters (TES-HW)*. Metode *holt-winters* disebut sebagai pemulusan eksponensial ganda, yang memiliki arti perpanjangan dari pemulusan eksponensial yang dirancang untuk data *time series trend* dan musiman. Metode *holt-winters* banyak digunakan untuk memperkirakan data bisnis yang berisi musim, *trend* yang berubah, dan korelasi musiman (Gelper et al, 2007).

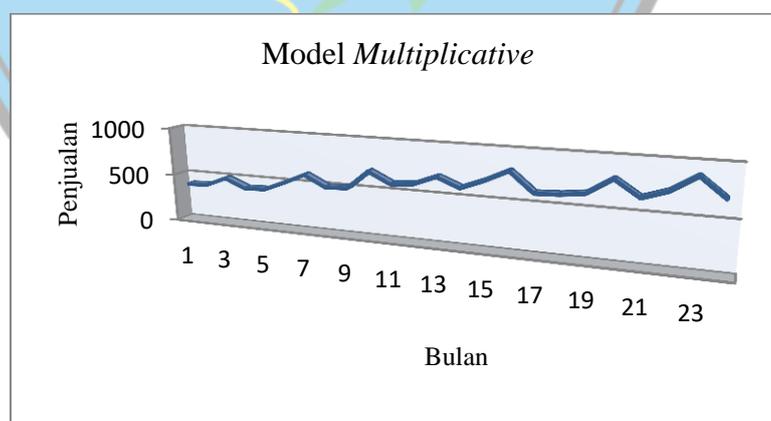
Metode ini memiliki tiga parameter konstanta berupa α , β , dan γ dengan nilai ketiga parameter berkisar 0 sampai 1. Kegunaan dari ketiga parameter tersebut diantaranya parameter *alpha* (α) merupakan parameter yang digunakan untuk mengontrol pemulusan pengamatan yang baru dilakukan untuk mengestimasi unsur dari komponen *level*, sedangkan parameter *beta* (β) merupakan parameter yang digunakan untuk mengontrol pemulusan pengamatan yang baru dilakukan untuk mengestimasi unsur dari komponen *trend*, serta parameter *gamma* (γ) merupakan parameter yang digunakan untuk mengontrol pemulusan

pengamatan yang baru dilakukan untuk mengestimasi unsur dari komponen musiman. Pada umumnya dalam metode ini tidak harus memenuhi syarat data *time series* seperti signifikansi, autokorelasi, dan stasioneritas. Metode *tripel exponential smoothing holt-winters* memiliki kelemahan berupa membutuhkan tiga parameter pemulusan (α , β , dan γ) bernilai antara 0 dan 1 untuk meminimumkan galat sehingga banyak kombinasi yang mungkin digunakan. Metode *tripel exponential smoothing holt-winters* memiliki 2 bentuk model berupa model *multiplicative* dan model *additive*.

2.4.3.2.1 Metode *Tripel Exponential Smoothing Holt-Winters Model*

Multiplicative

Model *Multiplicative TES-HW* adalah metode yang digunakan untuk variasi data musiman yang mengalami fluktuasi (penurunan/peningkatan). Berikut ini contoh plot data metode *tripel exponential smoothing holt-winters model multiplicative*.



Gambar 2.5. Contoh Plot Data Asli Metode *Holt-Winters Model Multiplicative* (Data Penjualan Ekspor Perusahaan Perancis dalam Waktu 6 Periode)

Persamaan dalam metode *Tripel Exponential Smoothing Holt-Winters* model *Multiplicative* adalah sebagai berikut:

$$L_t = \alpha \frac{X_t}{S_{t-c}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.18)$$

$$T_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2.19)$$

$$S_t = \gamma \frac{X_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-c} \quad (2.20)$$

$$F_{t+m} = (L_t + T_t m) S_{t-c+m} \quad (2.21)$$

Keterangan:

L_t = pemulusan *level*

T_t = pemulusan *trend*

S_t = pemulusan *seasonal*

F_{t+m} = ramalan pada periode- m

X_t = data periode- t

α = nilai konstanta pemulus untuk data asli ($0 < \alpha < 1$)

β = nilai konstanta pemulus untuk data *trend* ($0 < \beta < 1$)

γ = nilai konstanta pemulus untuk data musiman ($0 < \gamma < 1$)

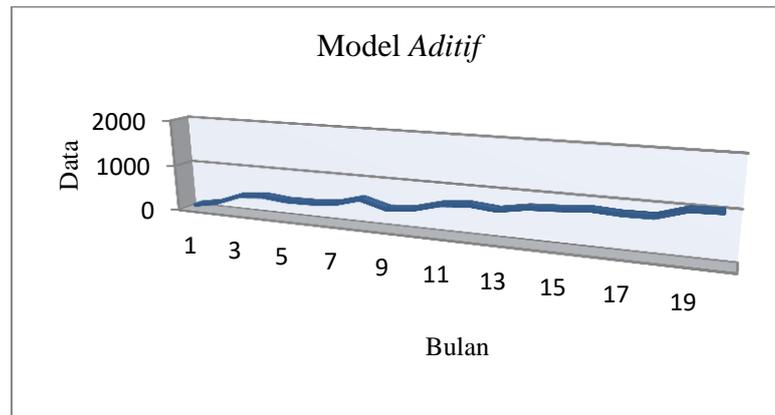
m = periode yang akan diramalkan

c = panjang musiman

2.4.3.2.2 Metode *Tripel Exponential Smoothing Holt-Winters* Model

Additive

Model *Additive TES-HW* adalah metode yang digunakan untuk variasi data musiman yang mengalami konstan. Berikut ini contoh plot data metode *holt-winters* model *additive*.



Gambar 2.6. Contoh Plot Data Asli Metode *Holt-Winters* Model *Additive* (Data Kuartalan)

Persamaan dalam metode *Tripel Exponential Smoothing Holt-Winters* model *Additive* adalah sebagai berikut:

$$L_t = \alpha (X_t - S_{t-c}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.22)$$

$$T_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2.23)$$

$$S_t = \gamma (X_t - L_t) + (1 - \gamma) S_{t-c} \quad (2.24)$$

$$F_{t+m} = L_t + T_t m + S_{t-c+m} \quad (2.25)$$

Keterangan:

L_t = pemulusan *level*

T_t = pemulusan *trend*

S_t = pemulusan *seasonal*

F_{t+m} = ramalan pada periode- m

X_t = data periode- t

α = nilai konstanta pemulus untuk data asli ($0 < \alpha < 1$)

β = nilai konstanta pemulus untuk data *trend* ($0 < \beta < 1$)

γ = nilai konstanta pemulus untuk data musiman ($0 < \gamma < 1$)

c = panjang musiman

2.5.3 Penentuan Nilai Awal

Penentuan nilai awal sangat dibutuhkan ketika menghitung peramalan. Menurut Thoplan yang dikutip oleh (Safitri, 2016) menyatakan bahwa pemilihan nilai awal dalam prosedur peramalan penting karena ramalan bergantung pada nilai awal yang ditetapkan. Penentuan nilai awal dalam metode *holt-winters* diperlukan adanya sebuah data musiman dengan waktu yang sudah diketahui sehingga bisa menafsirkan faktor *level* dari waktu satu ke waktu selanjutnya (Kristianti, 2020). Artinya nilai pemulusan L_{t-1} belum ada atau belum tersedia maka perlu mencari nilainya terlebih dahulu supaya dapat menghitung nilai pemulusan. Proses tersebut dinamakan penentuan nilai awal.

2.5.3.1 Metode *TES-HW Model Multiplicative*

Penentuan nilai awal menggunakan metode ini dapat menggunakan secara sembarang beberapa nilai awal (Yang, Yu, and Sun, 2017) sebagai berikut;

$$L_c = \frac{1}{c} (X_1 + X_2 + \dots + X_c) \quad (2.26)$$

$$T_c = \frac{1}{c} \left(\frac{X_{c+1} - X_1}{c} + \frac{X_{c+2} - X_2}{c} + \dots + \frac{X_{c+c} - X_c}{c} \right) \quad (2.27)$$

dengan L_c merupakan nilai pemulusan eksponensial untuk periode awal, dan untuk c berupa panjangnya musim. Sedangkan pemulusan musiman untuk *holt-winters* dapat menggunakan nilai awal dalam bentuk persamaan berikut ini:

$$S_m = \frac{X_m}{L_c} \quad (2.28)$$

dengan $m = 1, 2, 3, \dots, c$. Sedangkan nilai parameter α , β , dan γ dapat ditentukan melalui program *linier* yang bertujuan meminimumkan kesalahan atau nilai *error*.

2.5.3.2 Metode TES-HW Model Additive

Penentuan nilai awal menggunakan metode ini dapat menggunakan secara sembarang beberapa nilai awal (Yang, Yu, and Sun, 2017) sebagai berikut;

$$L_c = \frac{1}{c} (X_1 + X_2 + \dots + X_c) \quad (2.29)$$

$$T_c = \frac{1}{c} \left(\frac{X_{c+1}-X_1}{c} + \frac{X_{c+2}-X_2}{c} + \dots + \frac{X_{c+c}-X_c}{c} \right) \quad (2.30)$$

$$S_m = X_m - L_c \quad (2.31)$$

dengan $m = 1, 2, 3, \dots, c$, nilai L_c merupakan nilai pemulusan eksponensial untuk periode awal, dan untuk c berupa panjangnya musim. Sedangkan nilai parameter α , β , dan γ dapat ditentukan melalui program *linier* yang bertujuan meminimumkan kesalahan atau nilai *error*.

2.6 Ketepatan Peramalan

Proses *forecasting* yang mengandung adanya derajat ketidakpastian berasal dari *error* dan ketidakmampuan suatu model peramalan mengenali unsur yang lain dalam data deret, artinya besar penyimpangan hasil peramalan disebabkan oleh besarnya faktor *outliers* dimana dalam situasi ini metode peramalan tidak mampu menghasilkan peramalan yang sangat akurat dan metode yang digunakan tidak tepat (Pranata dkk, 2018). Untuk itu diperlukan alat untuk mengukur kesalahan dalam peramalan supaya hasil peramalan dapat akurat. Ketepatan peramalan merupakan sebuah alat yang sangat

penting dalam mengukur kesesuaian data peramalan yang biasanya terjadi kesalahan dalam meramalkan sebuah data. Ketepatan peramalan digunakan untuk mengukur kesesuaian data asli dan data peramalan.

Berikut ini beberapa metode yang digunakan untuk mengukur kesalahan dalam sebuah peramalan;

2.6.1 Mean Squared Error (MSE)

Metode ini digunakan untuk mengevaluasi metode peramalan. Masing-masing kesalahan dikuadratkan kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah observasi. MSE mengukur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan (Dewi, 2018). *Mean Squared Error* dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum e_t^2}{n} = \frac{\sum (X_t - F_t)^2}{n} \quad (2.32)$$

Keterangan:

e_t = kesalahan periode-t

X_t = data periode-t

F_t = ramalan periode-t

n = jumlah periode data

2.6.2 Root Mean Square Error (RMSE)

Root Mean Square Error (RMSE) merupakan nilai rata-rata dari jumlah kuadrat kesalahan yang dihasilkan oleh suatu model peramalan. Nilai dari RMSE menunjukkan perbedaan antara hasil peramalan dengan hasil yang akan diramalkan. Metode ini menghitung keakuratan hasil peramalan menggunakan

data *historis* (Lestari dkk, 2020). *Root Mean Square Error* dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum (X_t - F_t)^2}{n}} \quad (2.33)$$

Keterangan:

X_t = nilai aktual pada data t

F_t = nilai peramalan pada data t

n = jumlah periode data

2.6.3 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan rata-rata dari keseluruhan persentase kesalahan (selisih) antara data asli dengan data hasil peramalan. Ukuran akurasi dicocokkan dengan data runtun waktu dan ditunjukkan dalam persentase (Rabil, 2017). MAPE digunakan sebagai ukuran ketepatan relatif yang mampu mengetahui persentase penyimpangan hasil peramalan. *Mean Absolute Percentage Error* dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \left(\sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} \right) \times 100\% \quad (2.34)$$

Keterangan:

X_t = nilai aktual pada data t

F_t = nilai peramalan pada data t

n = jumlah periode data

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) memiliki ketentuan penilaian (Lewis, 1982), adapun ketentuannya sebagai berikut:

Tabel 2.1. Ketentuan Nilai MAPE

Nilai MAPE	Keterangan
<10%	Sangat Akurat
10 – 20%	Baik
20 – 50%	Wajar
>50%	Tidak Akurat

2.7 Penduduk Miskin

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS, 2021), penduduk miskin adalah penduduk yang dikategorikan sebagai penduduk apabila memiliki rata-rata pengeluaran per kapita per bulan di bawah garis kemiskinan. Garis kemiskinan menggambarkan nilai rupiah pengeluaran minimum yang diperlukan orang untuk memenuhi kebutuhan pokok hidupnya selama sebulan dari kebutuhan makanan atau non makanan. Garis kemiskinan terdiri dari garis kemiskinan makanan (GKM) dan garis kemiskinan non makanan (GKNM). Garis kemiskinan makanan (GKM) merupakan nilai pengeluaran minimum untuk kebutuhan konsumsi berupa makanan yaitu 2100 kalori per kapita per hari (dari 52 berupa padi, umbi, ikan, daging, telur, susu, buah, sayuran, dll). Sedangkan untuk garis kemiskinan non makanan (GKNM) merupakan nilai pengeluaran minimum sebagai kebutuhan non-makanan dimulai dari sandang, pangan, perumahan, pendidikan, dan kesehatan. Persentase penduduk miskin disebut juga *Head Count Index* (HCI-P0), yang artinya persentase penduduk yang berada di bawah garis kemiskinan (GK).

Karakteristik kemiskinan di Indonesia menurut BPS dalam (Maulana, 2019) terdapat 14 kriteria karakteristik. Adapun kriteria katakteristik kemiskinan sebagai berikut:

1. Luas lantai tempat tinggal < 8 m² per orang.
2. Jenis lantai terbuat dari tanah, bambu, dan kayu murah.
3. Jenis dinding terbuat dari bambo, rumbia, kayu berkualitas rendah tanpa di plester.
4. Tidak ada fasilitas sanitasi.
5. Sumber penerangan tidak menggunakan listrik.
6. Sumber air minum dari sumur, mata air tidak terlindung, sungai, dan air hujan.
7. Bahan memasak ialah kayu bakar, arang, dan minyak tanah.
8. Mengonsumsi daging, susu, dan ayam seminggu sebanyak satu kali.
9. Membeli satu pakaian baru setahun sebanyak satu kali.
10. Sanggup makan sehari sebanyak satu atau dua kali.
11. Tidak sanggup membayar biaya pengobatan di tempat pelayanan kesehatan.
12. Sumber penghasilan kepala rumah tangga yaitu Petani dengan luas 0,5 ha, buruh tani, nelayan, buruh bangunan, buruh perkebunan, dan pekerjaan lainnya dengan pendapatan di bawah Rp600.00, perbulan tahun 2005/Rp166.697 perkapita perbulan tahun 2007.
13. Kepala rumah tangga pendidikan tertinggi yaitu tidak sekolah, tidak tamat SD, dan hanya SD.

14. Tidak memiliki tabungan dan barang yang mudah dijual dengan nilai Rp500.000, misalnya sepeda motor, emas, ternak, kapal motor, dan barang modal lainnya.

Jika minimal 9 variabel terpenuhi maka keluarga tersebut dikatakan miskin.

Menurut (Zartika, 2016) seiring kemajuan pembangunan, tingkat kemiskinan menurut Badan Pusat Statistik dibedakan menjadi 2 berupa:

a. Menurut Daerah Perkotaan

1. Tidak miskin jika pendapatan perkapita pertahun sebanding dengan >720 kg beras.
2. Miskin jika pendapatan perkapita pertahun sebanding dengan 541-720 kg beras.
3. Miskin sekali jika pendapatan perkapita pertahun sebanding dengan 361-540 kg beras.
4. Nyaris cukup pangan jika pendapatan perkapita pertahun sebanding dengan 360 kg beras.

b. Menurut Daerah Perdesaan

1. Tidak miskin jika pendapatan perkapita pertahun sebanding dengan >480 kg beras.
2. Miskin jika pendapatan perkapita pertahun sebanding dengan 361-480 kg beras.
3. Miskin sekali jika pendapatan perkapita pertahun sebanding dengan 241-360 kg beras.

4. Nyaris cukup pangan jika pendapatan perkapita pertahun sebanding dengan ≤ 240 kg beras.

Penyebab kemiskinan adalah tingkat pendidikan rendah, malas dalam bekerja, kualitas kesehatan tidak layak/dikatakan buruk, sumber daya alam tidak ada, tidak ada modal untuk usaha bahkan makan saja tidak ada, harga kebutuhan semakin naik/tinggi, dan lapangan kerja terbatas. Sedangkan untuk dampak akibat kemiskinan yaitu tingkat pengangguran semakin tinggi karena sangat sulit mendapatkan akses pendidikan sehingga kurang keterampilan dalam mendapatkan pekerjaan yang layak, angka kriminalitas tinggi karena dorongan kebutuhan mengakibatkan masyarakat menghalalkan jalur apapun untuk memenuhi kebutuhan hidup, tertutupnya akses pendidikan karena biaya pendidikan sangat mahal sehingga mengakibatkan masyarakat memilih tidak sekolah, serta angka kematian tinggi karena masyarakat hidup di bawah garis kemiskinan sehingga menyebabkan mereka kelaparan karena kekurangan gizi dan tidak mampu membeli obat/membayar pelayanan kesehatan.