

## BAB II

### STUDI LITERATUR

#### 2.1 Kajian Pustaka

Terdapat beberapa penelitian yang dijadikan acuan, yaitu :

**Tabel 2.1 Daftar penelitian**

No	Nama	Judul Penelitian	Metode	Kesimpulan	Lokasi
1.	Slamet Riyadi	Aplikasi Peramalan Penjualan Obat Menggunakan Metode Pemulusan	<i>Single Exponential Smoothing</i>	Penggunaan Metode <i>Single Exponential Smoothing</i> tidak cukup baik diterapkan jika datanya bersifat tidak stasioner, karena persamaan yang digunakan tidak terdapat prosedur pemulusan pengaruh trend yang mengakibatkan data tidak stasioner menjadi tetap tidak stasioner. [5]	Instalasi Farmasi Rsud Dr Murjani
2.	Ryan Putranda Kristianto	Penerapan Algoritma Forecasting Untuk Prediksi Penderita Demam Berdarah Dengue	Double Exponential Smoothing	jumlah data terus menerus menunjukkan peningkatan pada setiap tahunnya, sehingga apabila dilakukan analisa datanya akan ditemukan pola trend. [6]	Kabupaten Sragen
3.	Moh. Yamin Darsyah	Peramalan Pola Data Musiman Dengan Model Winter's & ARIMA	Arima	Dengan data uji 45 bulan, hasil perhitungan menunjukan metode ARIMA memiliki nilai <i>Mean Square Error (MSE)</i> terkecil. [7]	Semarang
4.	Irpan Saepullooh	Forecasting kebutuhan obat menggunakan pola konsumsi, pola mordibitas, dan winter exponential smoothing	Winter exponential smoothing	Hasil penelitian dengan menggunakan metode winter eksponetial smoothing. [8]	RS. Paru Dr. H. H.A Rotinsulu
5.	Imaya Indriani, Achmad Slamet	Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Pada PT. Enggal Subur Kertas	EOQ	Metode EOQ lebih efisien dibandingkan dengan metode konvensional yang diterapkan perusahaan. Dengan menggunakan metode Economic Order Quantity dalam perhitungan jumlah persediaan yang optimal, dan menjadikan pembelian persediaan lebih efisien. [9]	Universitas Negeri Semarang
6.	Rizki Mandala, Eva Darnila	Peramalan Persediaan Optimal Beras Menggunakan Model Economic Order Quantity (EOQ) Pada UD. Jasa Tani	EOQ, Single Exponential Smoothing	Hasil peramalan yang digunakan menunjukkan bahwa peramalan dengan menggunakan metode linear memiliki nilai kesalahan, atau MSE (Mean Square Error) yang lebih kecil. [10]	Loksumawe

## **2.2 Rumah Sakit**

Berdasarkan [11] undang-undang republik indonesia nomor 44 tahun 2009 tentang rumah sakit, pada pasal 1 dijelaskan bahwa Rumah sakit mempunyai ketentuan umum sebagai berikut

1. Rumah Sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat.
2. Gawat Darurat adalah keadaan klinis pasien yang membutuhkan tindakan medis segera guna penyelamatan nyawa dan pencegahan kecacatan lebih lanjut.
3. Pelayanan Kesehatan Paripurna adalah pelayanan kesehatan yang meliputi promotif, preventif, kuratif, dan rehabilitatif.
4. Pasien adalah setiap orang yang melakukan konsultasi masalah kesehatannya untuk memperoleh pelayanan kesehatan yang diperlukan, baik secara langsung maupun tidak langsung di Rumah Sakit.
5. Pemerintah Pusat yang selanjutnya disebut Pemerintah, adalah Presiden Republik Indonesia yang memegang kekuasaan pemerintahan Republik Indonesia sebagaimana dimaksud dalam Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945.
6. Pemerintah Daerah adalah Gubernur, Bupati, atau Walikota dan perangkat daerah sebagai unsur penyelenggara pemerintahan daerah.
7. Menteri adalah menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang kesehatan.

### **2.2.1 Tugas dan Fungsi Rumah Sakit**

Pasal 4 menjelaskan mengenai tugas rumah sakit yaitu : Rumah Sakit mempunyai tugas memberikan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna[11]. Untuk menjalankan tugas sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4, Rumah Sakit mempunyai fungsi:

1. penyelenggaraan pelayanan pengobatan dan pemulihan kesehatan sesuai dengan standar pelayanan rumah sakit
2. pemeliharaan dan peningkatan kesehatan perorangan melalui pelayanan kesehatan yang paripurna tingkat kedua dan ketiga sesuai kebutuhan medis;
3. penyelenggaraan pendidikan dan pelatihan sumber daya manusia dalam rangka peningkatan kemampuan dalam pemberian pelayanan kesehatan

4. penyelenggaraan penelitian dan pengembangan serta penapisan teknologi bidang kesehatan dalam rangka peningkatan pelayanan kesehatan dengan memperhatikan etika ilmu pengetahuan bidang kesehatan.

### **2.2.2 Persyaratan Rumah Sakit**

Pada pasal 7 dijelaskan mengenai persyaratan rumah sakit[11], yaitu :

1. Rumah Sakit harus memenuhi persyaratan lokasi, bangunan, prasarana, sumber daya manusia, kefarmasian, dan peralatan.
2. Rumah Sakit dapat didirikan oleh Pemerintah, Pemerintah Daerah, atau swasta.
3. Rumah Sakit yang didirikan oleh Pemerintah dan Pemerintah Daerah sebagaimana dimaksud pada ayat (2) harus berbentuk Unit Pelaksana Teknis dari Instansi yang bertugas di bidang kesehatan, Instansi tertentu, atau Lembaga Teknis Daerah dengan pengelolaan Badan Layanan Umum atau Badan Layanan Umum Daerah sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
4. Rumah Sakit yang didirikan oleh swasta sebagaimana yang dimaksud pada ayat (2) harus berbentuk badan hukum yang kegiatan usahanya hanya bergerak di bidang perumah-sakitan.

### **2.2.3 Kefarmasian**

Pasal 15 menjelaskan mengenai salah satu syarat yang ada pada rumah sakit, yaitu :

1. Persyaratan kefarmasian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (1) harus menjamin ketersediaan sediaan farmasi dan alat kesehatan yang bermutu, bermanfaat, aman dan terjangkau.
2. Pelayanan sediaan farmasi di Rumah Sakit harus mengikuti standar pelayanan kefarmasian.
3. Pengelolaan alat kesehatan, sediaan farmasi, dan bahan habis pakai di Rumah Sakit harus dilakukan oleh Instalasi farmasi sistem satu pintu.
4. Besaran harga perbekalan farmasi pada instalasi farmasi Rumah Sakit harus wajar dan berpatokan kepada harga patokan yang ditetapkan Pemerintah.
5. Ketentuan lebih lanjut mengenai standar pelayanan kefarmasian sebagaimana dimaksud pada ayat (2) diatur dengan Peraturan Menteri.

## **2.3 Peramalan**

### **2.3.1 Definisi Peramalan**

Peramalan menurut[12] adalah proses 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. Menurut[13], aktivitas peramalan merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan permintaan penggunaan produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat.

Peramalan juga diartikan sebagai penggunaan teknik-teknik statistik dalam bentuk gambaran masa depan berdasarkan pengolahan angka-angka historis[14]. Peramalan merupakan suatu perhitungan yang dilakukan untuk memperkirakan kejadian dimasa depan dengan menggunakan referensi data-data dimasa lalu, serta teknik yang telah ditentukan berdasarkan pola data. Maka dapat disimpulkan bahwa peramalan merupakan suatu taksiran dengan menggunakan cara-cara tertentu dan mempunyai lebih dari satu taksiran, dengan melihat pola data serta data pada masa lalu.

### **2.3.2 Kategori Waktu**

Peramalan diklasifikasikan berdasarkan horizon waktu masa depan yang dilingkupinya. Menurut[15], mengatakan bahwa peramalan diklarifikasikan berdasarkan horizon waktu masa depan yang dilingkupinya. Horizon waktu terbagi menjadi beberapa kategori:

#### **1. Peramalan Jangka Pendek**

Peramalan ini meliputi jangka waktu hingga satu tahun, tetapi umumnya kurang dari tiga bulan. Peramalan ini digunakan untuk merencanakan pembelian, penjadwalan kerja, jumlah tenaga kerja, penugasan kerja, dan tingkat produksi.

#### **2. Peramalan Jangka Menengah**

Peramalan jangka menengah atau intermediate umumnya mencakup hitungan bulan hingga tiga tahun. Peramalan ini bermanfaat untuk merencanakan penjualan, perencanaan dan anggaran produksi, anggaran kas, serta menganalisis bermacam-macam rencana operasi.

#### **3. Peramalan Jangka Panjang**

Umumnya untuk perencanaan masa tiga tahun atau lebih. Peramalan jangka panjang digunakan untuk merencanakan produk baru, pembelanjaan modal, lokasi atau pengembangan fasilitas, serta penelitian dan pengembangan (litbang).

### **2.3.3 Jenis-Jenis Peramalan**

Jenis peramalan dilihat dari perencanaan operasi di masa depan dibagi menjadi tiga [15], yaitu:

1. Peramalan ekonomi (economic forecast). Peramalan ini menjelaskan siklus bisnis dengan memprediksi tingkat inflasi, ketersediaan uang, dana yang dibutuhkan untuk membangun perumahan dan indikator perencanaan lainnya.
2. Peramalan teknologi (technological forecast). Peramalan ini memperhatikan tingkat kemajuan teknologi yang dapat meluncurkan produk baru yang menarik, yang membutuhkan pabrik dan peralatan yang baru.
3. Peramalan permintaan (demand forecast). Peramalan ini merupakan proyeksi permintaan untuk produk atau layanan perusahaan. Proyeksi permintaan untuk produk atau layanan suatu perusahaan. Peramalan ini juga disebut peramalan penjualan yang mengendalikan produksi, kapasitas, serta sistem penjadwalan dan menjadi input bagi perencanaan keuangan, pemasaran, dan sumber daya manusia.

### **2.3.4 Kategori Peramalan**

Teknik peramalan dapat dibagi dalam 2 bagian dilihat dari sifatnya menurut [16], yaitu:

#### **a. Peramalan Kualitatif**

Peramalan kualitatif adalah peramalan yang didasarkan atas data kualitatif pada masa lalu. Hasil peramalan sangat bergantung pada orang yang menyusunnya, karena berdasarkan pemikiran yang bersifat instuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman dari orang-orang yang menyusunnya.

Metode kualitatif dapat dibagi menjadi dua, yaitu metode eksploratoris dan normatif.

#### **b. Peramalan Kuantitatif**

Peramalan kuantitatif adalah peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif pada masa lalu. Peramalan yang baik adalah peramalan yang dilakukan dengan mengikuti prosedur peramalan penyusunan dengan baik. Semakin baik dalam menggunakan prosedur peramalan, maka penyimpangan antara hasil peramalan dengan kenyataan yang terjadi juga semakin kecil. Metode peramalan kuantitatif dapat dibagi dalam deret berkala (time series) dan metode kausal.

Peramalan kuantitatif dapat digunakan bila memenuhi syarat berikut:

1. Adanya informasi tentang masa lalu.
2. Informasi tentang masa lalu dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data.
3. Informasi tentang masa lalu dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa yang akan datang dan disebut dengan kondisi yang konstan.

## **2.4 Time Series Model**

Time series adalah suatu rangkaian atau seri dari nilai-nilai suatu variabel atau hasil observasi [17]. Metode time series adalah metode peramalan dengan menggunakan analisa pola hubungan antara variable yang akan diperkirakan dengan variabel waktu atau analisis time series, antara lain:

1. Metode Smoothing
2. Metode Box–Jenkins (ARIMA)
3. Metode Proyeksi trend dengan Regresi.

Hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan peramalan adalah pada galat (error), yang tidak dapat dipisahkan dalam metode peramalan. Untuk mendapatkan hasil yang mendekati data asli, maka seorang peramal berusaha membuat error-nya sekecil mungkin. Dengan adanya data time series, maka pola gerakan data dapat diketahui[17]. Dengan demikian, data time series dapat dijadikan sebagai dasar untuk:

- a. Pembuatan keputusan pada saat ini
- b. Peramalan keadaan perdagangan dan ekonomi pada masa yang akan datang.
- c. Perencanaan kegiatan untuk masa depan.

### **2.4.1 Pola Data Time Series**

Analisa data *time series* adalah analisa yang menukur dan menerangkan berbagai perubahan atau perkembangan data selama satu periode[18]. Analisis *time series* dilakukan untuk memperoleh pola data *time series* dengan menggunakan data masa lalu yang akan digunakan untuk meramalkan suatu nilai pada masa yang akan datang. Dalam *time series* terdapat empat macam tipe pola data, yaitu:

1. Horizontal

Tipe data horizontali yaitu ketika data observasi berubah-ubah di sekitar tingkatan atau rata-rata yang konstan. Sebagai contoh penjualan tiap bulan suatu produk tidak meningkat atau menurun secara konsisten pada suatu waktu.

2. Musiman (Seasonal)

Tipe data seasonal ialah ketika observasi dipengaruhi oleh musiman, yang ditandai dengan adanya pola perubahan yang berulang secara otomatis dari tahun ke tahun. Sebagai contoh adalah pola data pembelian buku baru pada tahun ajaran baru.

3. Trend

Tipe data trend ialah ketika observasi naik atau menurun pada perluasan periode suatu waktu. Sebagai contoh adalah data populasi.

4. Cyclical

Tipe data cyclical ditandai dengan adanya fluktuasi bergelombang data yang terjadi di sekitar garis trend. Sebagai contoh adalah data-data pada kegiatan ekonomi dan bisnis.

## **2.5 Exponential Smoothing**

Metode Exponential Smoothing ,merupakan prosedur perbaikan terus-menerus pada peramalan terhadap objek pengamatan terbaru. Metode peramalan ini menitik-beratkan pada penurunan prioritas secara eksponensial pada objek pengamatan yang lebih tua[16]. Menurut[15] Penghalusan exponential adalah teknik peramalan rata-rata bergerak dengan pembobotan dimana data diberi bobot oleh sebuah fungsi exponential. Exponential Smoothing adalah suatu tipe teknik peramalan rata-rata bergerak yang melakukan penimbangan terhadap data masa lalu dengan cara eksponensial sehingga data paling akhir mempunyai bobot atau timbangan lebih besar dalam rata-rata bergerak[19]. Metode exponential smoothing dibagi lagi berdasarkan menjadi beberapa metode.

### **2.5.1 Single Eksponential Smoothing**

Metode single exponential smoothing lebih cocok digunakan untuk meramalkan hal-hal yang fluktuasoninya secara random (tidak teratur)[20]. Single eksponential smoothing, juga dikenal sebagai simple exponential smoothing yang digunakan pada peramalan jangka pendek, biasanya hanya 1 bulan ke depan. Model mengasumsikan bahwa data berfluktuasi di sekitar nilai

mean yang tetap, tanpa trend atau pola pertumbuhan konsisten[16]. Rumus untuk Simple exponential smoothing adalah pada persamaan 2.1:

$$F_{t+1} = \alpha * X_t + (1 - \alpha) * F_t \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana:

$F_t$  = peramalan untuk periode t.

$X_t + (1-\alpha)$  = Nilai aktual time series

$F_{t+1}$  = peramalan pada waktu t + 1

$\alpha$  = konstanta perataan antara 0 dan 1.

### 2.5.2 Double Eksponential Smoothing

Metode ini digunakan ketika data menunjukkan adanya trend. Exponential smoothing dengan adanya trend seperti pemulusan sederhana kecuali bahwa dua komponen harus diupdate setiap periode – level dan trendnya. Level adalah estimasi yang dimuluskan dari nilai data pada akhir masing-masing periode. Trend adalah estimasi yang dihaluskan dari pertumbuhan rata-rata pada akhir masing-masing periode[16].

Metode ini digunakan ketika berbentuk data trend. Ada dua metode dalam *Double Exponential Smoothing*, yaitu :

#### a) Metode Linier Satu Parameter dari Brown’s

Metode ini dikembangkan oleh Brown’s untuk mengatasi perbedaan yang muncul antara data aktual dan nilai peramalan apabila ada trend pada poltnya. Dasar pemikiran dari pemulusan eksponensial linier dari Brown’s adalah serupa dengan rata-rata bergerak linier (*Linier Moving Average*), karena kedua nilai pemulusan tunggal dan ganda ketinggalan dari data yang sebenarnya bilamana terdapat unsur trend, perbedaan antara nilai pemulusan tunggal dan ganda ditambahkan kepada nilai pemulusan dan disesuaikan untuk trend. Berikut adalah rumus persamaan double exponential smoothing adalah:

$$\left. \begin{aligned} S_t &= \alpha * Y_t + (1 - \alpha) * (S_t - 1 + b_t - 1) \\ b_t &= \gamma * (S_t - S_t - 1) + (1 - \gamma) * b_t - 1 \\ F_t + m &= S_t + b_t m \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana:

$S_t$  = peramalan untuk periode t.

$Y_t + (1-\alpha)$  = Nilai aktual time series



$b_t$  = trend pada periode ke - t  
 $\alpha$  = parameter pertama perataan antara nol dan 1, = untuk pemulusan nilai observasi  
 $\gamma$  = parameter kedua, untuk pemulusan trend  
 $F_{t+m}$  = hasil peramalan ke - m  
m = jumlah periode ke muka yang akan diramalkan.

**b) Metode Dua Parameter dari Holt**

Metode ini nilai trend tidak dimuluskan dengan pemulusan ganda secara langsung, tetapi proses pemulusan trend dilakukan dengan parameter berbeda dengan parameter pada pemulusan data asli[16]. Berikut rumus dari dua parameter Holt pada persamaan 2.3 :

$$F_{t+m} = S_t + T_t * m \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana,

- $F_{t+m}$  = nilai ramalan
- $S_t$  = Nilai pemulusan tunggal
- $T_t$  = Pemulusan trend
- m = Periode masa mendatang

**c) Triple Exponentials Smoothing**

Metode *Winter's three parameters linier and seasonal exponential smoothing*. Ini termasuk dalam model Holt's ditambah indeks-indeks musiman dan sebuah koefisien smoothing untuk indeks-indeks tersebut. Metode ini digunakan ketika data menunjukkan adanya trend dan perilaku musiman. Untuk menangani musiman, telah dikembangkan parameter persamaan ketiga yang disebut metode "*Holt-Winters*" sesuai dengan nama penemunya. Terdapat dua model *Holt-Winters* tergantung pada tipe musimannya yaitu *Multiplicative seasonal model* dan *Additive seasonal model*. Komponen musiman sering menjadi faktor yang paling penting untuk menerangkan variasi-variasi dalam variabel tak bebas selama periode satu tahun[16].

## 2.6 *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*

ARIMA merupakan Model time series yang digunakan berdasarkan asumsi bahwa data time series itu adalah stationer. ARIMA merupakan suatu metode yang menghasilkan ramalan – ramalan berdasarkan sintesis dari pola data secara historis. Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) atau biasa disebut juga sebagai metode Box-Jenkins merupakan metode yang secara intensif dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins (1976), yang merupakan perkembangan baru dalam metode peramalan ekonomi, tidak bertujuan membentuk suatu model struktural yang berbasis dari teori ekonomi dan logika, namun dengan menganalisis probabilistik atau stokastik dari data time series[21].

Model Box-Jenkins (ARIMA) dibagi kedalam 3 kelompok, yaitu: model autoregresif (AR), rata-rata bergerak (MA), dan model campuran ARIMA (autoregressive moving average) yang mempunyai karakteristik dari dua model pertama.

### 2.6.1 **Identifikasi Model**

Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa model ARIMA hanya dapat diterapkan untuk deret waktu yang stasioner. Oleh karena itu, pertama kali yang harus dilakukan adalah menyelidiki apakah data yang kita gunakan sudah stasioner atau belum. Jika data tidak stasioner maka perlu dilakukan penstasioneran dahulu. Data tidak stasioner dalam ragam akan dapat dilihat dari plot deret berkala, yaitu apabila penyebaran nilai  $Z_t$  terlihat tidak sama (semakin besar atau semakin kecil) dari waktu ke waktu. Untuk data yang tidak stasioner dalam ragam, salah satu langkah yang dilakukan adalah melakukan tranformasi sehingga diperoleh data stasioner[21].

Jenis tranformasi yang sesuai bisa didapat dengan uji Box-cox. Selain mengetahui stasioner ragam, plot deret berkala juga bisa digunakan untuk melihat stasioneritas rata-rata. Selain menggunakan plot deret berkala, pemeriksaan stasioneritas rata-rata juga dapat menggunakan plot ACF. Apabila nilai ACF turun secara linier mengidentifikasi adanya ketidakstasioneran dalam rata-rata. data tidak stasioner dalam rata rata dapat diatasi dengan melakukan pembedaan (differencing)[21].

Plot ACF dan PACF dapat menunjukkan identifikasi model dari data apabila data yang digunakan stasioner. Model mengikuti autoregressive (AR) orde p jika plot PACF signifikan pada semua lag p dan plot ACF menurun secara eksponensial menuju nol[16]. Model mengikuti

autoregressive (AR), rata-rata bergerak (MA), rata-rata bergerak autoregressive (ARMA) atau rata-rata bergerak terpadu autoregressive (ARIMA), dapat dilihat dari bentuk plot ACF dan PACF pada tabel berikut :

**Tabel 2.2 Tipe dan Pola ARIMA**

Tipe Model	Pola ACF	Pola PACF
AR (p)	Menurun secara eksponensial menuju nol	Signifikan pada semua lag p
MA (q)	Signifikan pada semua lag p	Menurun secara eksponensial menuju nol
ARMA(p,q)	Menurun secara eksponensial menuju nol	Menurun secara eksponensial menuju nol
ARIMA (p,d,q)	Menurun secara eksponensial menuju nol dengan pembedaan	Menurun secara eksponensial menuju nol dengan pembedaan

Sumber : Wei, W.W., 1990, "Time Series Analysis" [23]

Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) merupakan salah satu model yang populer dalam peramalan data runtun waktu. Proses ARIMA ( $p,d,q$ ) merupakan model runtun waktu ARMA( $p,q$ ) yang memperoleh *differencing* sebanyak  $d$ . Proses ARMA ( $p,q$ ) adalah suatu model campuran antara *autoregressive* orde  $p$  dan *moving average* orde  $q$ [23].

- Jika ACF menunjukkan pola dying down, dan PACF menunjukkan cut off, maka dapat dikatakan model ARIMA berupa AR murni.
- Jika ACF menunjukkan pola cut off, dan PACF menunjukkan dying down, maka dapat dikatakan model ARIMA berupa MA murni.
- Jika ACF dan PACF menunjukkan dying down maka dapat dikatakan model ARIMA berupa gabungan AR dan MA.

### 2.6.2 Model Autoregressive (AR)

Model AR atau (ARIMA ( $p,0,0$ )) adalah model yang menggambarkan bahwa variabel dependen dipengaruhi oleh variabel dependen itu sendiri pada periode-periode sebelumnya[23]. Bentuk umum dari Autoregressive Model (AR) pada persamaan 2.4 ;

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

$Y_t$  = nilai AR yang di prediksi

$Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-n}$  = nilai lampau series yang bersangkutan ; nilai lag dari time series.

$\phi_p$  = Koefisien

$e_t$  = residual; error yang menjelaskan efek dari variabel yang tidak dijelaskan oleh model.

### 2.6.3 Moving Average (MA)

Suatu series yang stasioner merupakan fungsi linier dari kesalahan peramalan sekarang dan masa lalu yang berurutan, persamaan itu dinamakan model moving average[23]. Bentuk umum dari model moving average (MA) dinyatakan pada persamaan 2.5:

$$X_t = \mu' + e_t - \theta_1 e_{t-1} + \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dengan,  $\mu'$  = suatu konstanta

$e_{t-q}$  = nilai kesalahan pada saat t-q

$\theta_1$  sampai  $\theta_2$  adalah parameter- parameter moving average.

### 2.7 Stasioneritas

Stasioneritas berarti bahwa tidak terjadinya pertumbuhan dan penurunan data. Suatu data dapat dikatakan stasioner apabila pola data tersebut berada pada kesetimbangan disekitar nilai rata-rata yang konstan dan variansi disekitar rata-rata tersebut konstan selama waktu tertentu[16]. Selain dari plot time series, stasioner dapat dilihat dari plot Autocorrelation Function (ACF) data tersebut. Apabila plot data Autocorrelation Function(ACF) turun mendekati nol secara cepat, pada umumnya setelah lag kedua atau ketiga maka dapat dikatakan stasioner[24].

### 2.8 Nilai Ketepatan Prediksi

Sebuah notasi matematika dikembangkan untuk menunjukkan periode waktu yang lebih spesifik karena metode kuantitatif peramalan sering kali memperlihatkan data runtun waktu. Notasi matematika juga harus dikembangkan untuk membedakan antara sebuah nilai nyata dari runtun waktu dan nilai ramalan. Beberapa metode lebih ditentukan untuk meringkas ke salahan (error) yang dihasilkan oleh fakta (keterangan) pada teknik peramalan. Sebagian besar dari pengukuran ini melibatkan rata-rata beberapa fungsi dari perbedaan antara nilai aktual dan nilai peramalannya. Berikut adalah Persamaan 2.6 digunakan untuk menghitung error atau sisa untuk tiap periode peramalan.

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

$e_t$  = error ramalan pada periode waktu t

$Y_t$  = nilai aktual pada periode waktu t

$\hat{Y}_t$  = nilai ramalan untuk periode waktu t

Ketepatan ramalan adalah suatu hal yang penting untuk peramalan, yaitu bagaimana mengukur kesesuaian antara data yang sudah ada dengan data peramalan.

### 2.8.1 Mean Absolute Deviation (MAD)

Satu metode untuk mengevaluasi metode peramalan menggunakan jumlah dari kesalahan-kesalahan yang absolut. The Mean Absolute Deviation (MAD) mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan (nilai absolut masing-masing kesalahan). MAD paling berguna ketika orang yang menganalisa ingin mengukur kesalahan ramalan dalam unit yang sama sebagai deret asli. MAD merupakan ukuran pertama kesalahan peramalan keseluruhan untuk sebuah model. Berikut adalah rumus MAD pada persamaan 2.7 :

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i| \dots\dots\dots(2.7)$$

### 2.8.2 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Ada kalanya persamaan ini sangat berguna untuk menghitung kesalahan-kesalahan peramalan dalam bentuk presentase. The Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. Kemudian, merata-rata kesalahan persentase absolut tersebut. Pendekatan ini berguna ketika ukuran atau besar variabel ramalan itu penting dalam mengevaluasi ketepatan ramalan. MAPE mengindikasi seberapa besar kesalahan dalam meramal yang dibandingkan dengan nilai nyata pada deret. Metode MAPE digunakan jika nilai. MAPE juga dapat digunakan untuk membandingkan

ketepatan dari metode yang sama atau berbeda dalam dua deret yang berbeda sekali dan mengukur ketepatan nilai dugaan model yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata persentase absolut kesalahan. Berikut adalah rumus MAPE pada persamaan 2.8 :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \dots\dots\dots (2.8)$$

**2.8.3 Mean Squared Error (MSE)**

*Mean Squared Error (MSE)* adalah metode lain untuk mengevaluasi metode peramalan. Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Kemudian dijumlahkan dan ditambahkan dengan jumlah observasi. pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan. Metode itu menghasilkan kesalahan-kesalahan sedang yang kemungkinan lebih baik untuk kesalahan kecil, tetapi kadang menghasilkan perbedaan yang besar. Tujuan optimalisasi statistik sering sekali untuk memilih suatu model agar MSE minimum, tetapi ukuran ini punya dua kelemahan Pertama, ukuran ini menunjukkan pencocokan suatu model terhadap data historis.

Suatu model yang terlalu cocok dengan deret data yang berarti sama dengan memasukkan unsur random sebagai bagian proses bangkitan. Hal ini sama buruknya dengan tidak berhasilnya mengenali pola non random, dalam data. Perbandingan nilai MSE yang terjadi selama fase pencocokan peramalan mungkin memberikan sedikit indikasi ketepatan model dalam peramalan.

Kekurangan kedua pada MSE sebagai ukuran ketepatan model adalah berhubungan dengan kenyataan bahwa metode yang berbeda akan menggunakan prosedur yang berbeda pula dalam fase pencocokannya seakan-akan unsur diketahui. Metode regresi meminimumkan MSE dengan memberikan bobot yang sama pada semua nilai pengamatan dan metode Box-Jenkin meminimumkan MSE dari suatu prosedur optimasi non linear. Jadi, perbandingan metode atas suatu kriteria tunggal, yaitu MSE yang mempunyai nilai terbatas.

Dalam fase peramalan, penggunaan MSE sebagai suatu ukuran ketepatan juga dapat menimbulkan masalah. Ukuran ini tidak dapat memudahkan perbandingan antar deret berkala yang berbeda dan untuk selang waktu yang berlainan karena MSE merupakan absolut. Selain itu,

interpretasinya tidak bersifat intuitif bahkan untuk para spesialis sekalipun, karena ukuran ini menyangkut pengkuadratan sederetan nilai. Berikut adalah rumus MSE pada persamaan 2.9 :

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( Y_i - \hat{Y}_i \right)^2 \dots\dots\dots(2.9)$$

**2.9 Persediaan**

Persediaan menurut[25] adalah sejumlah bahan baku, barang yang sedang dalam proses, atau barang yang sudah jadi dimana dianggap sebagai asset suatu perusahaan yang dalam periode tertentu akan dijual. Salah satu aset penting dalam sebuah bisnis, dikarenakan persediaan merupakan sumber utama pendapatan atau laba untuk pemilik perusahaan. Menurut[26], Persediaan adalah bahan atau barang yang disimpan yang akan digunakan untuk memenuhi tujuan tertentu.

Persediaan akan mempermudah jalannya kegiatan operasi perusahaan karena merupakan aset penting. Persediaan berperan bagi perusahaan karena dapat menghilangkan resiko keterlambatan pengiriman barang yang dibutuhkan perusahaan, menghilangkan resiko jika material yang dipesan kondisinya tidak baik sehingga harus dikembalikan, serta menghilangkan resiko terhadap kenaikan harga barang secara musiman atau inflasi[26].

Persediaan harus ideal, karena itu cara pembelian barang tersebut juga harus benar (benar yang dimaksud adalah berarti paling ekonomis), adapun secara sederhana hal tersebut dapat diketahui dengan berdasarkan rumus jumlah pemesanan ekonomis atau economic order quantity (EOQ)[27]. Jumlah persediaan tidak dalam jumlah terlalu banyak dan terlalu sedikit karena keduanya mengandung resiko, yang dimaksud pernyataan tersebut yaitu jumlah pesanan mempengaruhi jumlah persediaan, hal tersebut berarti persediaan yang ekonomis terjadi apabila jumlah pesanan yang dilakukan akan secara ekonomis atau economically order quantity (EOQ)[28].

**2.10 Economic Order Quantity (EOQ)**

Teori konsep economic order quantity (EOQ) atau jumlah pemesanan ekonomis menurut[29], EOQ adalah jumlah pembelian yang paling ekonomis yaitu dengan melakukan pembelian secara teratur sebesar EOQ itu maka, perusahaan akan menanggung biaya-biaya pengadaan bahan yang minimal”. Menurut[30] economical order quantity (EOQ) adalah salah satu

teknik pengendalian persediaan yang paling tua dan terkenal secara luas, metode pengendalian persediaan ini menjawab dua pertanyaan penting yakni kapan harus memesan dan berapa banyak harus memesan.

Berdasarkan beberapa definisi dan konsep diatas mengenai EOQ, maka dapat disimpulkan bahwa dengan metode ini, maka perusahaan akan mampu memperkecil akan terjadinya out of stock, dapat mengurangi biaya penyimpanan, biaya penghematan ruang (ruangan gudang dan ruangan kerja), mampu menyelesaikan masalah-masalah penumpukan persediaan, sehingga resiko yang dapat timbul bisa berkurang yang dikarenakan persediaan pada gudang.

### **2.10.1 Bagian EOQ**

Economic order quantity (EOQ) terdiri dari biaya pemesanan (ordering cost/set up cost) yaitu semua biaya dari persiapan pemesanan sampai barang yang dipesan datang, mempunyai sifat konstan, tidak tergantung pada jumlah barang yang dipesan [31]. Biaya-biaya tersebut adalah :

- a. Biaya persiapan pemesanan
- b. Biaya mengirim atau menugaskan karyawan untuk melakukan pemesanan.
- c. Biaya saat penerimaan bahan yang dipesan.
- d. Biaya penyelesaian pembayaran pemesanan.

Economic order quantity (EOQ) terdapat biaya Penyimpanan di Gudang (Inventory Carrying Cost) yang terdiri dari :

- a. Biaya sewa gudang
- b. Biaya pemeliharaan bahan
- c. Biaya asuransi bahan
- d. Biaya tk di gudang
- e. Biaya kerusakan bahan baku

Biaya pemesanan menghendaki yang dipesan sebesar-besarnya agar biaya pemesanan minimal sedangkan biaya penyimpanan menghendaki jumlah yang dipesan sekecil-kecilnya agar menghemat biaya penyimpanan[32]. Model persediaan yang paling sederhana ini menggunakan asumsi-asumsi sebagai berikut :

- a. Hanya satu item barang (produk) yang diperhitungkan.
- b. Kebutuhan (permintaan) setiap periode diketahui (tertentu).



- c. Barang yang dipesan diasumsikan dapat segera tersedia (instaneously) atau tingkat produksi (production rate) barang yang dipesan berlimpah (tak terhingga)
- d. Waktu ancap-ancang (lead time) bersifat konstan.
- e. Setiap pesanan diterima dalam sekali pengiriman dan langsung dapat digunakan.

Berikut adalah rumus untuk menghitung EOQ[25] :

$$\text{Rumus EOQ} = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

H = Biaya penyimpanan unit

D = Total kebutuhan unit

S = Biaya pembelian

**2.10.2 Lead Time**

Lead time menurut[33] adalah merupakan waktu yang dibutuhkan antara pemesanan dengan barang sampai diperusahaan, sehingga lead time berhubungan dengan reoder point dan saat penerimaan barang. Keberadaan lead time ada karena setiap pesanan membutuhkan waktu dan tidak semua pesanan bisa dipenuhi seketika, sehingga selalu ada jeda waktu. Lead time sangat berguna bagi perusahaan yaitu pada saat persediaan mencapai nol, pesanan akan segera tiba diperusahaan. Dalam EOQ, lead time diasumsikan konstan artinya dari waktu ke waktu selalu tetap. Sebagai contoh lead time 5 hari, maka akan berulang dalam setiap periode. Akan tetapi dalam prakteknya lead time banyak berubah-ubah, untuk mengantisipasi perusahaan sering menyediakan safety stock.

**2.10.3 Safety Stock**

Pengertian persediaan pengaman (safety stock) menurut[22] adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan (Stock Out). Sedangkan pengertian menurut[33] safety stock merupakan persediaan yang digunakan dengan tujuan supaya tidak terjadi stock out (kehabisan stock).

Tujuan safety stock adalah untuk meminimalkan terjadinya stock out dan mengurangi penambahan biaya penyimpanan dan biaya stock out total, biaya penyimpanan disini akan bertambah seiring dengan adanya penambahan yang berasal dari reorder point oleh karena adanya safety stock. Keuntungan adanya safety stock adalah pada saat jumlah permintaan mengalami lonjakan, maka persediaan pengaman dapat digunakan untuk menutup permintaan tersebut.

Terdapat 3 elemen yang dipertimbangkan dalam perhitungan *safety stock*[33], yaitu:

1. Variasi Permintaan ( $\sigma$ ) Tidak pernah ada situasi dimana permintaan konstan. Permintaan dari waktu ke waktu selalu berubah atau bervariasi. Oleh karena itu variasi tersebut harus dimasukkan dalam perhitungan *safety stock*. Semakin besar variasi permintaan, maka semakin besar *safety stock* yang harus disiapkan.
2. *Leadtime* (L). *Leadtime* adalah durasi waktu sejak pesanan dilakukan sampai pemesan menerima pesannya. Tentu saja semakin lama *leadtime*, maka semakin besar juga stok yang harus disiapkan.
3. *Service Level* (z). *Service level* sudah dibahas pada posting sebelumnya. Semakin tinggi *service level* yang ditetapkan oleh manajemen, maka semakin tinggi stok yang harus disiapkan. Terkait dengan *safety stock*, *service level* direpresentasikan oleh parameter z, nilai standar pada distribusi normal. Secara praktis nilai z dapat dihitung dengan fungsi matematis pada microsoft excel  $z = \text{normsinv}(\text{prob})$ . parameter prob adalah probabilitas pada distribusi normal (luas area di bawah kurva normal). Sebagai contoh, kebijakan *service level* 95%, identik artinya probabilitas distribusinya adalah 95%, sehingga nilai  $z = \text{normsinv}(0,95) = 1,64$ .

Safety stock yang ditetapkan bukan untuk menghilangkan stock out, namun ini hanya memayoritaskan saja. Misalnya bila Anda menetapkan sebuah service level 95% artinya 95% orderan bisa dipenuhi, namun yang 5% tidak bisa dipenuhi atau stock out. Namun jumlah safety stock akan berbanding lurus dengan service level. Dengan menggunakan rumus bisa menentukan sebuah safety stock yang sesuai dengan customer service level. Namun untuk mendapatkan angka dari safety stock, perlu kita lihat data historis actual demand. Setelah itu data tersebut dicari standar deviasinya, lalu dikalikan dengan safety factor. Ini untuk mendapatkan safety stock.

**Rumus dari sebuah safety stock = safety factor x standar deviasi.**

$$\text{Safety stock} = Z \times \sqrt{(\text{PC}/T) \times \sigma D}$$

dengan:

- $Z$  = safety factor (lihat tabel)
- $PC$  = performance cycle = siklus forecast dan juga siklus order
- $\sigma D$  = standar deviasi dari demand
- $T$  = siklus periode demand