

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Penjualan

Suatu Perusahaan baik barang ataupun jasa, strategi penjualan sangat diperlukan untuk mendapatkan keuntungan yang besar. Salah satu cara yang dilakukan untuk strategi penjualan ini adalah dengan melakukan prediksi penjualan. Peramalan penjualan (*sales forecasting*) ialah teknik proyeksi permintaan langganan yang potensial untuk suatu waktu tertentu dengan berbagai asumsi [3].

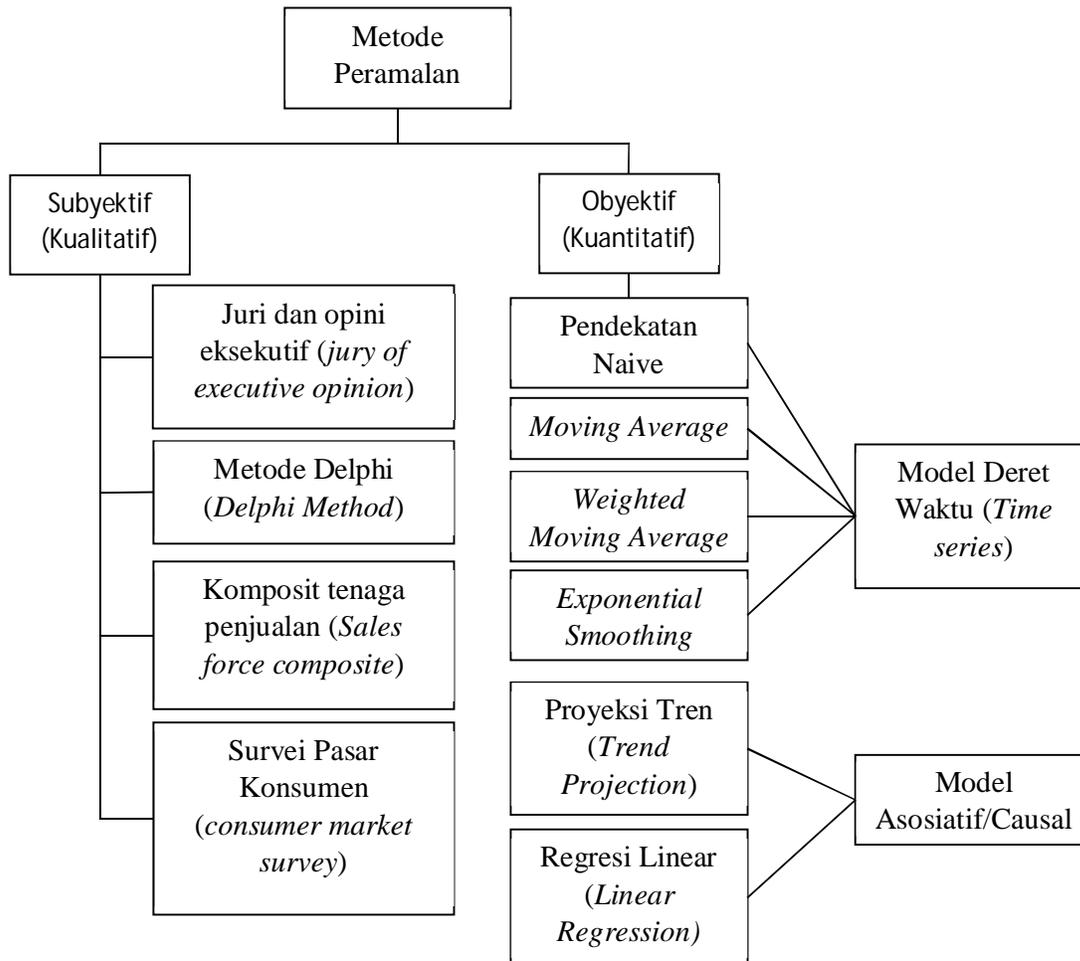
2.1.2 Peramalan

Peramalan adalah penggunaan data masa lalu dari sebuah variabel atau kumpulan variabel untuk mengestimasi nilainya di masa yang akan datang.

Menurut [4]. jangka waktu peramalan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu :

- a. Peramalan jangka pendek, peramalan untuk jangka waktu kurang dari tiga bulan.
- b. Peramalan jangka menengah, peramalan untuk jangka waktu antara tiga bulan sampai tiga tahun.
- c. Peramalan jangka panjang, peramalan untuk jangka waktu lebih dari tiga tahun.

Menurut [5], untuk membuat peramalan permintaan harus menggunakan suatu metode tertentu. Pada dasarnya, semua metode peramalan memiliki ide sama, yaitu menggunakan data masa lalu untuk memperkirakan atau memproyeksikan data di masa yang akan datang. Berdasarkan tekniknya, metode peramalan dapat dikategorikan ke dalam metode kualitatif dan kuantitatif



Gambar 2.1 Metode Peramalan Menurut Jay Heizer dan Barry Render

Sumber: Heizer & Render [6]

2.1.2.1 Metode Peramalan Kualitatif

Metode ini digunakan dimana tidak ada model matematik atau perhitungan, biasanya disebabkan data yang ada tidak cukup representatif untuk meramalkan masa yang akan datang (*long term forecasting*). Peramalan kualitatif menggunakan pertimbangan pendapat-pendapat para pakar yang ahli atau *expert* dibidangnya. Adapun kelebihan dari metode ini adalah biaya yang dikeluarkan sangat murah

(tanpa data) dan cepat diperoleh. Sementara kekurangannya yaitu bersifat subyektif dan kurang akurat sehingga seringkali dikatakan kurang ilmiah.

2.1.2.2 Metode Peramalan Kuantitatif

Penggunaan metode ini didasari ketersediaan data mentah disertai serangkaian kaidah matematis untuk meramalkan hasil di masa depan. Terdapat beberapa macam model peramalan yang tergolong metode kualitatif, yaitu [7] :

a) Model Regresi

Perluasan dari metode Regresi Linier dimalan meramalkan suatu variabel yang memiliki hubungan secara linier dengan variabel bebas yang diketahui atau diandalkan.

b) Model Ekonometrik

Menggunakan serangkaian persamaan regresi dimana terdapat variabel-variabel tidak bebas yang menstimulasi segmen-segmen ekonomi seperti harga dan lainnya.

c) Model *Time series Analysis* (Deret Waktu)

Memasang suatu garis trend yang representatif dengan data masa lalu (*historis*) berdasarkan kecenderungan datanya dan memproyeksikan data tersebut ke masa yang akan datang. Pendugaan masa depan dilakukan berdasarkan nilai masa lalu dari suatu variabel atau kesalahan masa lalu. Tujuan metode peramalan deret berkala adalah menemukan pola dalam deret data historis dan Langkah penting dalam memilih suatu metode deret berkala (*time series*) yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji.

2.1.3 Time Series Analysis

Data *time series* adalah data deret waktu yaitu sekumpulan data pada satu periode waktu tertentu. Peramalan *time series* adalah peramalan berdasarkan perilaku data masa lampau untuk diproyeksikan ke masa depan dengan memanfaatkan persamaan matematika dan statistika.

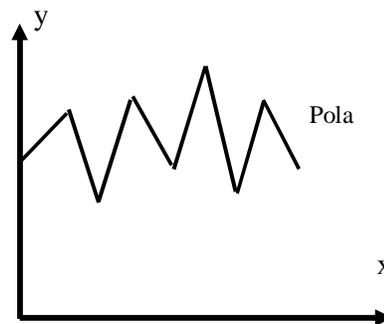
Metode ini berdasarkan pada asumsi data yang memiliki struktur didalamnya, seperti Autokorelasi, trend ataupun variasi musiman. *Time series* telah digunakan dalam beberapa dekade untuk bidang ekonomi, *Digital Signal Processing* (DSP), seperti halnya prakiraan beban listrik. contoh metode yang sering digunakan: AR (*Auto Regressive*), MA (*Moving Average*), lalu dikembangkan menjadi ARMA (*Auto Regressive Moving Average*), ARIMA (*Auto Regressive Integrated Moving Average*), ARMAX (*Auto Regressive Moving Average with Exogeneous Variables*), ARIMAX (*Auto Regressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables*).

Dalam memilih suatu metode *time series* yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji.

Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu [7] :

1. Pola Horizontal (H) atau *Horizontal Data Pattern*

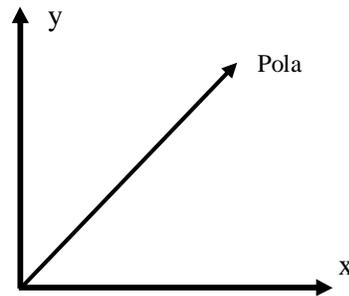
Pola data ini terjadi bilamana data tidak terlalu berfluktuasi atau berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata. Suatu pola penjualan yang tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu.



Gambar 2.2 Pola Horizontal

2. Pola Trend (T) atau *Trend Data Pattern*

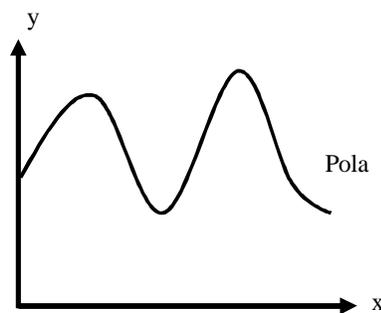
Pola data ini terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data.



Gambar 2.3 Pola Data Trend

3. Pola Musiman (S) atau *Seasonal Data Pattern*

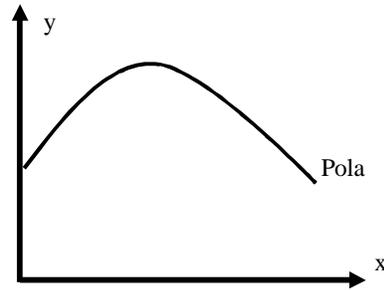
Pola data ini terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulan atau hari-hari pada minggu tertentu).



Gambar 2.4 Pola Data Musiman

4. Pola Siklis (S) atau *Cyclied Data Pattern*

Pola data ini terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Contoh dipengaruhi data inflasi.



Gambar 2.5 Pola Data Siklis

2.1.3.1 Peramalan *Trend Analysis*

Trend adalah pergerakan jangka panjang dalam deret waktu yang kadang-kadang dapat digambarkan dengan kurva lurus atau halus[13]. Metode memisahkan tiga komponen tiga komponen terpisah dari pola dasar yang cenderung mencirikan deret data ekonomi dan bisnis. Komponen tersebut adalah faktor *trend*, siklus dan musiman. Pencocokan suatu garis lurus terhadap data stationer (horizontal) dapat dilakukan dengan cara meminimumkan MSE menggunakan:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_t}{n} \dots\dots\dots(1)$$

garis trend linier untuk data deret berkala :

$$X_t = a + bt \dots\dots\dots(2)$$

Nilai a dan b yang meminimumkan MSE dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut :

$$b = \frac{n \sum tX - \sum t \sum X}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$$a = \frac{\sum X}{n} - b \frac{\sum t}{n} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

a = intersep

b = kemiringan (slope)

2.1.3.2 *Moving Average*

Tujuan dari metode ini adalah memanfaatkan data masa lalu untuk mengembangkan suatu sistem peramalan pada periode mendatang. Metode perataan ini meliputi :

2.1.3.2.1 *Metode Rata-Rata Bergerak Sederhana (Simple Moving Average)*

Metode rata-rata sederhana adalah mengambil rata-rata dari semua data dalam kelompok inisialisasi pada rumus :

$$F_{T+1} = \bar{X} = \sum_{i=1}^T X_i / T \dots \dots \dots (4)$$

sebagai ramalan untuk periode (T+1). Kemudian bilamana data periode (T+1) tersedia, maka dimungkinkan untuk menghitung nilai kesalahannya pada rumus :

$$e_{T+1} = X_{T+1} - F_{T+1} \dots \dots \dots (5)$$

Metode ini akan menghasilkan ramalan yang baik hanya jika proses yang mendasari nilai pengamatan X : tidak menunjukkan adanya trend dan tidak menunjukkan adanya unsur musiman.

2.1.3.2.2 *Metode Rata-Rata Bergerak Tunggal (Single Moving Average)*

Metode ini memiliki karakteristik sebagai berikut :

- Hanya menyangkut T periode terakhir dari data yang diketahui
- Jumlah titik data dalam setiap rata-rata tidak berubah dengan berjalannya waktu

Secara aljabar, rata-rata bergerak (MA) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$F_{t+1} = \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^T X_i}{T} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana : F = Hasil ramalan (forecast)
 Xi = Demand pada periode t
 T = Periode

2.1.3.2.3 Metode Rata-Rata Bergerak Ganda (*Double Moving Average*)

Metode ini dapat mengatasi adanya trend secara lebih baik. Rata-rata bergerak ganda ini merupakan rata-rata bergerak dari rata-rata bergerak, dan menurut simbol dituliskan sebagai MA(M x N) dimana artinya adalah MA M-periode dari MA N-periode. Prosedur rata-rata bergerak linier secara umum dapat diterangkan melalui persamaan berikut :

$$S'_t = \frac{X_t + X_{t+1} + X_{t+2} + \dots + X_{t-N+1}}{N}$$

$$S''_t = \frac{S_t + S_{t+1} + S_{t+2} + \dots + S_{t-N+1}}{N}$$

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t)$$

$$b_t = \frac{2}{N-1} + (S'_t - S''_t)$$

$$F_t = a_t + b_t \cdot m \dots\dots\dots(7)$$

dimana : X_t = Demand actual periode t
 F_t = Peramalan periode t
 S'_t = Pemulusan pertama
 S''_t = Pemulusan kedua

2.1.3.2.4 Metode Rata-Rata Bergerak Berbobot *Weight Moving Average* (WMA)

Metode ini dapat mengatasi adanya trend secara lebih baik. Rata-rata bergerak ganda ini merupakan rata-rata bergerak dari rata-rata bergerak, dan menurut simbol dituliskan sebagai MA(M x N) dimana artinya adalah MA M-

periode dari MA N-periode. Prosedur rata-rata bergerak linier secara umum dapat diterangkan melalui persamaan berikut :

Model rata-rata bergerak terbobot lebih responsif terhadap perubahan, karena data dari periode yang baru biasanya diberi bobot lebih besar. Suatu model rata-rata bergerak n-periode terbobot, *Weighted MA(n)*, dinyatakan sebagai berikut:

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha_t y_t + \alpha_{t-1} y_{t-1} + \alpha_{t-2} y_{t-2} + \dots + \alpha_{t-N+1} y_{t-N+1} \dots \dots \dots (8)$$

dimana:

\hat{y}_{t+1}	=	Ramalan permintaan pada periode t+1
y	=	Pemintaan aktual
t	=	Periode
n	=	Jumlah data
α	=	Bobot

2.1.3.3 Exponential Smoothing

Metode *Exponential Smoothing* [8]. 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.

Dalam pemulusan eksponensial atau exponential smoothing terdapat satu atau lebih parameter pemulusanyang ditentukan secara eksplisit, dan hasil ini menentukan bobot yang dikenakan pada nilai observasi.

Dengan kata lain, observasi terbaru akan diberikan prioritas lebih tinggi bagi peramalan daripada observasi yang lebih lama. Metode exponential smoothing dibagi lagi berdasarkan menjadi beberapa metode.

2.1.3.3.1 Single Exponential Smoothing

Single 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. [8]. Rumus untuk Single exponential smoothing adalah sebagai berikut:

$$F_{t+1} = \alpha * X_t + (1 - \alpha) * F_t \dots \dots \dots (9)$$

F_t = peramalan untuk periode t.

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

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

α = konstanta perataan antara 0 dan 1

2.1.3.3.2 Double Exponential 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 [8].

Rumus double exponential smoothing adalah:

$$S_t = \alpha * Y_t + (1 - \alpha) * (S_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \gamma * (S_t - S_{t-1}) + (1 - \gamma) * b_{t-1}$$

$$F_{t+m} = S_t + b_t m \dots \dots \dots (10)$$

S_t = peramalan untuk periode t.

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

b_t = trend pada periode ke - t

α = parameter pertama perataan antara nol dan

1, = untuk pemulusan nilai observasi

γ = parameter kedua, untuk pemulusan trend

F_{t+m} = hasil peramalan ke - m

m = jumlah periode ke muka yang akan diramalkan

2.1.3.3 Triple Exponential Smoothing

Metode ini digunakan ketika data menunjukkan adanya trend dan perilaku musiman [8]. Meskipun demikian, metode ini dapat menangani faktor musiman secara langsung. [8].

Rumus yang digunakan untuk triple exponential smoothing adalah:

Pemulusan *trend*:

$$B_t = g(S_t - S_{t-1}) + (1 - g)B_{t-1} \dots\dots\dots(11)$$

Pemulusan Musiman:

$$I = b t X$$

$$t S + (1-b) t^{-L} + m \dots\dots\dots(12)$$

Ramalan:

$$F_{t+m} = (S_t + b t m) I_{t-L+m} \dots\dots\dots(13)$$

Dimana L adalah panjang musiman (misal, jumlah kuartal dalam suatu tahun), b adalah komponen trend, I adalah faktor penyesuaian musiman, dan F_{t+m} adalah ramalan untuk m periode ke muka.

2.1.3.4 ARIMA

ARIMA juga memiliki keterbatasan pada akurasi prediksi namun digunakan lebih luas untuk memperkirakan nilai-nilai berturut-turut di masa depan dalam seri waktu [9,10]. ARIMA sering juga dipanggil *Box-Jenkins* models. ARIMA mewakili tiga pemodelan yaitu dari *Auto Regressive model (AR)*, *Moving Average (MA)*, dan *Auto Regressive dan Moving Average model (ARMA)* [11]. Tahapan pelaksanaan dalam pencarian model yaitu:

- 1) Identifikasi model sementara dengan menggunakan data masa lalu untuk mendapatkan model dari ARIMA. Tahap identifikasi dilakukan

dengan mengamati pola estimasi ACF (*Autocorellation Function*) dan PACF (*Partial Autocorellation Function*) yang diperoleh dari data yang selanjutnya digunakan untuk mendapatkan dugaan model yang sesuai dengan pola data.

- 2) Penafsiran atau estimasi parameter dari model ARIMA dengan menggunakan data masa lalu.
- 3) Pengujian diagnostik untuk menguji kelayakan model. Bila model tidak layak maka lakukan langkah identifikasi, estimasi, pengujian diagnostik hingga mendapat model yang layak.
- 4) Penerapan, yaitu peramalan nilai data deret berkala yang akan datang menggunakan metode yang telah diuji.

Model *Box-Jenkins* (ARIMA) dibagi kedalam 3 kelompok, yaitu: model *Auto Regressive* (AR), *Moving Average* (MA), dan model campuran ARIMA (*Autoregressive Moving Average*) yang mempunyai karakteristik dari dua model pertama.

- 1) *Auto Regressive Model* (AR). Bentuk umum model *Auto Regressive* dengan ordo p (AR(p)) atau model ARIMA (p,0,0) dinyatakan sebagai berikut :

$$X_t = \mu + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + e_t \quad (14)$$

Dimana :

μ = suatu konstanta

ϕ_p = parameter Autogresif ke-p

e_t = nilai kesalahan pada saat t

- 2) *Moving Average Model* (MA). Bentuk umum model *Moving Average* ordo q (MA(q)) atau ARIMA (0,0,q) dinyatakan sebagai berikut:

$$X_t = \mu + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (15)$$

Dimana :

μ = suatu konstanta

θ_1 sampai θ_k adalah parameter-parameter Moving Average

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

3) Model campuran

a) Proses ARMA

Model umum untuk campuran proses AR(1) murni dan MA(1) murni, misal ARIMA (1,0,1) dinyatakan sebagai berikut:

$$X_t = \mu^1 + \phi_1 X_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1} \dots \dots \dots (16)$$

Atau

Dimana :

$$(I - \phi_1 B)X_t = \mu^1 + (I - \theta_1 B)e_t$$

AR(1)

MA(1)

b) Proses ARIMA

Apabila nonStasioneritas ditambahkan pada campuran proses ARMA, maka model umum ARIMA (p,d,q) terpenuhi. Persamaan untuk kasus sederhana ARIMA (1,1,1) adalah sebagai berikut:

$$(I - B)(I - \phi_1 B)X_t = \mu^1 + (I - \theta_1 B)e_t \dots \dots \dots (17)$$

AR(1)

MA(1)

2.1.3.5 Winters Method

Model Holt-Winters digunakan untuk memodelkan data dengan pola musiman, baik mengandung trend maupun tidak. Titik berat metode ini adalah pada nilai ramalan (α), kemiringan slope (β), maupun efek musiman (γ).

Tingkat Pemulusan: $E_i = U(E_{i-1} + T_{i-1}) + (1-U) Y_i$

Trend : $T_i = V T_{i-1} + (1-V)(E_i - E_{i-1}) \dots \dots \dots (18)$

Dimana:

E_i = tingkat pemulusan pada periode i

E_{i-1} = tingkat pemulusan pada periode $i-1$

- T_i = nilai komponen trend pada periode i
 T_{i-1} = nilai komponen trend pada periode $i-1$
 Y_i = nilai yang diketahui pada periode i
 U = konstanta pemulusan ($0 < b_1 < 1$)
 V = konstanta pemulusan ($0 < b_1 < 1$)

2.1.4 Stasioneritas dan Differencing

Menurut [8]. Stasioneritas mempunyai makna bahwa tidak terdapat pertumbuhan atau penurunan pada data. Dengan kata lain, fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan varians dari fluktuasi tersebut. Plot data deret berkala dapat digunakan untuk mengetahui suatu data telah stasioner atau belum. Demikian juga plot autokorelasi juga dapat memperlihatkan kestasioneritasan suatu data deret berkala.

Suatu deret waktu yang tidak stasioner harus diubah menjadi data stasioner dengan melakukan differencing. Yang dimaksud dengan *differencing* adalah menghitung perubahan atau selisih nilai observasi. Nilai selisih yang diperoleh dicek lagi apakah stasioner atau tidak. Jika belum Stasioner maka dilakukan differencing lagi. Jika varian tidak stasioner, maka dilakukan transformasi logaritma.

Jika proses pembangkitan yang mendasari suatu deret berkala didasarkan pada nilai tengah konstan dan varians konstan, maka deret berkala berupa stasioner, dimana artinya bahwa sebuah deret sudah stasioner jika sifat statistiknya bebas dari periode selama pengamatan. Jadi, Stasioneritas adalah tidak terdapat pertumbuhan atau penurunan pada data dan harus horizontal sepanjang waktu. Dengan kata lain, fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan varians dari fluktuasi tersebut serta tetap konstan setiap waktu.

Dalam metode deret berkala (*time series*) pengujian kestasioneran data sangat diperlukan, dimana apabila data tersebut sudah stasioner maka dapat digunakan untuk melakukan peramalan di masa yang akan datang. Ada beberapa hal yang diperlukan untuk melihat suatu data telah stasioner antara lain sebagai berikut :

- a. Apabila suatu deret berkala diplot, dan kemudian tidak terbukti adanya perubahan nilai tengah dari waktu ke waktu, maka dikatakan bahwa deret tersebut stasioner pada nilai tengahnya.
- b. Apabila plot deret berkala tidak memperlihatkan adanya perubahan yang jelas dari waktu ke waktu, maka dapat dikatakan bahwa deret berkala tersebut adalah stasioner pada variasinya.
- c. Apabila plot deret berkala memperlihatkan adanya penyimpangan nilai tengah atau terjadi perubahan varian yang jelas dari waktu ke waktu, maka dikatakan bahwa deret berkala tersebut mempunyai nilai tengah yang tidak Stasioner atau mempunyai nilai variasi yang tidak stasioner.
- d. Apabila plot deret berkala memperlihatkan adanya penyimpangan pada nilai tengah serta terjadi perubahan varians dari waktu ke waktu, maka dikatakan bahwa deret data tersebut mempunyai nilai tengah dan variasi yang tidak stasioner.

Untuk melakukan peramalan dengan menggunakan metode deret berkala *Box-Jenkins*, maka dipilih deret berkala yang stasioner baik nilai tengahnya maupun variasinya, sehingga untuk deret berkala yang tidak stasioner baik nilai tengah maupun variasinya perlu dilakukan suatu proses untuk mendapatkan keadaan yang stasioner. Proses untuk mendapatkan keadaan stasioner nilai tengah adalah dengan melakukan difference (pembedaan), sedangkan untuk mendapatkan keadaan stasioner varians perlu dilakukan transformasi. Kedua hal tersebut bisa dilakukan salah satu saja atau kedua-duanya, tergantung dari keadaan stasioneritas dari deret data deret berkala yang akan dipilih untuk peramalan.

Pembedaan adalah usaha untuk menstabilkan nilai tengah dari deret berkala. Proses pembedaan bisa dilakukan beberapa kali yang biasanya disebut dengan pembedaan order ke-d, sehingga bila melakukan pembedaan satu kali maka disebut *difference* order-1, bila dilakukan pembedaan dua kali maka *difference* order-2 dan seterusnya. Namun pembedaan yang biasa dilakukan paling tinggi adalah sampai dengan orde-2 saja, karena bila dilakukan pembedaan lebih dari order-2 maka deret berkala akan semakin mendekati linier, sehingga sifat-sifat deret berkala akan hilang.

Yang dimaksud dengan *differencing* adalah menghitung perubahan atau selisih nilai observasi. Persamaan *differencing* sebagai berikut [10] :

$$X't = X_t - BX_t \dots\dots\dots(19)$$

Keterangan :

$X't$: nilai deret berkala setelah *differencing*

X_t : nilai deret berkala pada waktu t

BX_t : orde differencing

Suatu deret berskala dikatakan stasioner atau menunjukkan kesalahan acak adalah jika koefisien autokorelasi untuk semua lag, yaitu angka yang ditunjukkan pada setiap interval secara statistik tidak berbeda dari nol atau berbeda dari nol hanya untuk beberapa lag yang di depan. Suatu koefisien autokorelasi dikatakan tidak berbeda dari nol jika berada dalam interfal.

2.1.4.1 Autocorrelation Function (ACF)

ACF adalah kolerasi antara data pada periode waktu t dengan periode waktu sebelumnya t-1. Nilai tengah dan ragam dari suatu data deret berkala mungkin tidak bermanfaat apabila deret tersebut tidak stasioner, akan tetapi nilai maksimum dan minimum dapat digunakan untuk tujuan *plotting*. Bagaimana statistik kunci di dalam analisis deret berkala adalah koefisien Autokorelasi.

Suatu proses (X_t) yang Stasioner akan mempunyai nilai rata-rata konstan $E(X_t) = \mu$ dan varian konstan $\text{Var}(X_t) = E(X_t - \mu)^2 = \sigma^2$. Kovarian antara X_t dan X_{t+k} adalah :

$$\gamma = \text{Cov}(X_t, X_{t+k}) = E(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu) \dots\dots\dots(20)$$

Autokorelasi (ACF) merupakan korelasi atau hubungan antar data pengamatan suatu data deret berkala. Menurut Hanke dan Wichern [11]. Untuk menghitung koefisien Autokorelasi lag-k (ρ_k) antara observasi X_t dan X_{t+k} pada populasi adalah :

$$\rho_k = \frac{\text{Cov}(X_t, X_{t+k})}{\sqrt{\text{Var}(X_t)}\sqrt{\text{Var}(X_{t+k})}} \dots\dots\dots(21)$$

dimana $\text{Var}(X_t) = \text{Var}(X_{t+k}) = \gamma_0$, γ_k dinamakan fungsi autokovarian dan ρ_k dinamakan fungsi autokorelasi (ACF). [12].

Dalam praktiknya ρ tidak diketahui dan diperkirakan dengan (r_k) yang merupakan koefisien korelasi pada sampel dengan rumus berikut :

$$r_k = \frac{\sum_{t=b}^{n-k} (X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X})}{\sum_{t=b}^n (X_t - \bar{X})^2} \dots\dots\dots(22)$$

dimana

r_k : koefisien autokorelasi

x_t : nilai variabel X pada periode t

x_{t+k} : nilai variabel X pada periode t + k

\bar{x} : nilai rata-rata variabel X

Untuk mengetahui apakah koefisien Autokorelasi yang diperoleh signifikan atau tidak perlu dilakukan pengujian dengan hipotesis

H_0 : $\rho_k = 0$ (koefisien Autokorelasi tidak signifikan)

H_1 : $\rho_k \neq 0$ (koefisien Autokorelasi signifikan)

$$t = \frac{rk}{SE(rk)}$$

$$SE(rk) = \sqrt{\frac{1+2\sum_{i=1}^{k-1} r_i^2}{n}} \dots\dots\dots(23)$$

dengan,

SE(rk) : standar Error untuk Autokorelasi pada lag ke-k

r_i : Autokorelasi pada lag ke-i

k : selisih waktu

n : banyaknya observasi dalam deret berkala

Kriteria keputusannya H_0 ditolak jika :

$$t < -t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \text{ atau } t > t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \dots\dots\dots(24)$$

2.1.4.2 Partial Autocorrelation Function (ACF)

Koefisien Autokorelasi parsial digunakan untuk mengukur derajat hubungan antara nilai-nilai sekarang dengan nilai-nilai sebelumnya dengan pengaruh nilai variabel time lag yang lain dianggap konstan. Sedangkan Partial Autocorrelation adalah tingkat keeratan hubungan antara variabel X_t dan X_{t+k} setelah hubungan linear dengan variabel X_{t+1} , X_{t+2} ,... X_{t+k} dihilangkan sehingga fungsi Autokorelasi parsial dapat dinyatakan sebagai berikut [14] :

$$\phi_{kk} = \text{Corr}(X_{t+1}, X_{t+2}, \dots, X_{t+k}) \dots\dots\dots(25)$$

Autokorelasi parsial diperoleh melalui model regresi dimana variabel dependen X_{t+k} dari proses yang Stasioner pada lag k, sehingga variabel X_{t+k-1} , X_{t+k-2} ,..., X_t dapat ditulis sebagai berikut :

$$X_{t+k} = \phi_{k1} X_{t+k-1} + \phi_{k2} X_{t+k-2} + \dots + \phi_{kk} X_{t+1} + \varepsilon_{t+k} \dots\dots\dots(26)$$

Dimana ϕ_{ki} = parameter regresi ke- i dan ε_{t+k} = residual normal yang tidak berkorelasi dengan X_{t+k-j} untuk $j \geq 1$.

Autokorelasi Partial digunakan untuk mengukur tingkat kecerdasan antara X_t dan X_{t-k} , apabila pengaruh dari lag time dianggap terpisah. Satu-satunya tujuan di dalam analisis deret berkala adalah untuk membantu menetapkan model ARIMA yang tepat. Nilai sample PACF berorde k dapat di lihat pada rumus berikut :

$$r_{kk} = \frac{\left(r_k^1 - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-j} r_{j-1} \right)}{\left(1 - \sum_{j=1}^{k-1} r_{k-j} r_{j-1} \right)} \dots \dots \dots (27)$$

If $k=1$, if $k=2,3,\dots$

2.1.5 Ketepatan Metode Peramalan

Ukuran ketepatan yang dapat digunakan untuk melihat ketepatan metode peramalan terdiri dari empat ukuran yaitu MAPE, MAD, MSE dan MPE. MPE digunakan untuk melihat apakah metode peramalan mengandung bias, sedangkan ukuran MAD digunakan untuk mengukur galat ramalan dalam unit yang sama dengan deret asli. MAPE memperlihatkan berapa besar galat ramalan dibandingkan dengan nilai aktual datanya. MSE digunakan untuk melihat nilai rata-rata kesalahan kuadrat [11].

Ketepatan metode peramalan secara garis besar dibagi menjadi :

1. Ukuran Statistik Standar

Jika X_i merupakan data aktual untuk periode i dan F_i merupakan ramalan untuk periode yang sama, maka kesalahan didefinisikan sebagai berikut :

$$e_i = X_i - F_i$$

Jika terdapat nilai pengamatan dan ramalan untuk n periode waktu, maka ukuran statistik standar berikut yang dapat didefinisikan :

- a. Nilai Tengah Galat (*Mean Error*)

$$ME = \frac{\sum_{t=1}^n e^t}{n} \dots\dots\dots (28)$$

- b. Nilai Tengah Galat Absolut (*Mean Absolute Error*)

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n [e^t]}{n} \dots\dots\dots (29)$$

- c. Jumlah Kuadrat Galat (*Sum Squared Error*)

$$SSE = \sum_{t=1}^n e_{t2} \dots\dots\dots (30)$$

- d. Nilai Tengah Galat Kuadrat (*Mean Squared Error*)

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_{t2}}{n} \dots\dots\dots (31)$$

- e. Nilai Rata-rata Kesalahan (*Mean Absolute Deviation*)

Akurasi peramalan akan tinggi apabila nilai-nilai MAD, *mean absolute percentage error*, dan *mean squared error* semakin kecil. MAD merupakan nilai total absolut dari *forecast error* dibagi dengan data. Atau yang lebih mudah adalah nilai kumulatif absolut *error* dibagi dengan periode. Jika diformulasikan maka formula untuk menghitung MAD adalah sebagai berikut:

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t| \dots\dots\dots (32)$$

Dimana :

Y_t = Data aktual

\hat{Y}_t = Hasil peramalan

n = jumlah periode

f. Deviasi Standar Galat (*Standard Deviation of Error*)

$$SDE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_{t2}}{n-1}} \dots\dots\dots(33)$$

g. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

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 mengindikasikan seberapa besar kesalahan dalam meramal yang dibandingkan dengan nilai nyata.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|x_t - f_t|}{x_t}}{n} \times 100\% \dots\dots\dots(34)$$

di mana:

n = nilai periode waktu

x_t = nilai sebenarnya pada periode ke-t

f_t = nilai peramalan pada periode ke-t

Semakin rendah nilai MAPE, maka dapat dikatakan model peramalan memiliki kemampuan yang baik. *Range* nilai untuk MAPE [15,16]. Dapat dilihat pada Tabel 2.1 :

Tabel 2.1 Signifikansi Nilai MAPE

MAPE	Signifikansi
<10%	Kemampuan peramalan sangat baik
10-20%	Kemampuan peramalan baik
20-50%	Kemampuan peramalan layak / memadai
>50%	Kemampuan peramalan buruk

Sumber : Chang, P.-C., Wang, Y.-W., & Liu, C.-H. (2007). The development of a weighted evolving fuzzy neural network for PCB sales forecasting

2.2 Distribution Requirement Planning

2.2.1 Proses Manajemen DRP

DRP adalah proses manajemen yang menjelaskan tentang kebutuhan persediaan di tempat lokasi penyimpanan dan menjamin sumber persediaan akan sesuai dengan permintaan [17]. Metode ini dengan jelas terbagi dalam tiga tahapan [17] :

1. Pertama, penerimaan input drp dari teks dibawah ini
 - a. Peramalan penjualan dengan unit penyimpanan stok.
 - b. Pesanan konsumen untuk saat ini dan akan datang. Ketersediaan persediaan untuk penjualan dengan SKU.
 - c. Pesanan penjualan yang belum diselesaikan dan pesanan manufaktur dengan penjualan produk atau manufaktur.
 - d. Logistik, manufaktur, dan *lead times* penjual
 - e. Cara cara yang digunakan dalam transportasi sebaik seperti keseringan frekuensi penyebaran
 - f. Menjaga *safety stok* dengan *stock keeping unit*.
2. Setelah input diterima, drp dikembangkan kedalam model fase waktu dari sumber permintaan untuk mendukung strategi logistik. Termasuk dalam hal dibawah ini [17] :
 - a. Produk mana yang dibutuhkan, berapa banyak, dimana dan kapan produk tersebut dibutuhkan.
 - b. Kapasitas transportasi yang dibutuhkan dengan cara cara transportasi.
 - c. Ruang yang dibutuhkan, tenaga manusia dan kapasistas peralatan.
 - d. Permintaan investasi persediaan.
 - e. Level permintaan produksi dan pembelian berdasarkan produk dan sumber persediaan
 - f. Jumlah minimum normal dari produk untuk penjualna, manufaktur dan distribusi
3. DRP membandingkan permintaan sumber yang dapat di sumber persediaan dan yang akan dapat pada masa depan. Kemudian drp menganjurkan apa

yang harus dilakukan diambil untuk memperlancar atau memperlambat penjualan dan permintaan. Tahap kekuatan penggabungan dan arus bolak balik ke dalam system, demikian dapat disimpulkan mengenai manufaktur, pembelian, logistik dan konsumen.

Dalam perhitungan *Distribution Requirement Planning* (DRP) terdapat empat tahap yang harus dilakukan diantaranya adalah [17] :

1. *Netting*

Proses perhitungan kebutuhan bersih, yang besarnya merupakan selisih antara kebutuhan kotor dengan keadaan persediaan ditambah dengan *safety stock*. Data yang harus diketahui adalah kebutuhan kotor untuk setiap periode, persediaan yang dimiliki pada awal perencanaan dan *safety stock* yang direncanakan untuk setiap periode perencanaan.

2. *Lotting*

Adalah perhitungan untuk menentukan besar pengiriman tiap produk berdasarkan perhitungan kebutuhan bersih sebelumnya. Pada tahap ini lotting menggunakan *Lot For Lot*, ini dikarenakan bahwa pendistribusian sesuai dengan permintaan setiap daerah pemasaran

3. *Offsetting*

Setelah dilakukan proses *lotting* selanjutnya dilakukan *Offsetting* dengan tujuan untuk mengetahui saat yang tepat dalam melakukan proses pengiriman, sehingga terpenuhi *lead time*.

4. *Exploding*

Pada tahap ini proses perhitungan ketiga langkah diatas, untuk level distribusi yang lebih bawah, sesuai dengan rencana pemesanan. Dalam proses *exploding* ini data struktur distribusi sangat memegang peranan, karena atas dasar struktur distribusi inilah proses *exploding* akan berjalan dan dapat menentukan arah kemana dilakukan proses *exploding*.

2.2.2 Metode untuk rencana jadwal pengiriman ke *Distribution Center*

Ada dua metode yang bisa digunakan untuk melakukan penyesuaian rencana pemesanan dalam sistem DRP yang didasarkan pada rencana jadwal pengiriman ke *distribution center*. Metode kedua-duanya, yang memerlukan komputer, untuk bisa diterapkan pada situasi-situasi berikut [17] :

1. Sistem pengiriman mingguan, satu atau lebih pengiriman yang diterima di *distribution center* lebih sedikit tiap minggunya.
2. Pengiriman atau perencanaan berdasarkan sistem tanggal, ini adalah jadwal pengiriman yang ditetapkan harian.

2.2.3 Alat (*tool*) yang digunakan dalam sistem DRP

Setelah proses manajemen DRP ditempatkan, banyak *tool* yang akan dihapus pada pengguna untuk penyetelan baik dalam rencana operasi. Pada bagian ini menguraikan bagaimana *tool* digunakan. Dibawah ini merupakan *tool* yang tersedia [17] :

- 1) Display DRP : salah satu laporan yang dicetak atau display *cathode ray tube* (CRT), ini adalah *tool* agar jadwal pemasok atau rencana pendistribusian bisa digunakan untuk merencanakan setiap item. Display yang sama juga bisa digunakan untuk rencana bagian fabrikasi atau membeli item.
- 2) *Master schedule display* : seperti display DRP, ini salah satu laporan yang dicetak atau display CRT. *Master scheduler* ini bisa digunakan untuk menganalisis perubahan agar dapat terjadi untuk setiap item, dan mengevaluasi ulang *master production schedule*. Itu juga bisa digunakan untuk menjadwalkan pemasok jika item tersebut dibeli.
- 3) *Pegging* : *tool* ini runutan semua sumber permintaan. Sungguh bermanfaat ketika semua permintaan untuk item tidak bisa dijumpai, *pegging* adalah secara umum hanya digunakan ketika perencanaan atau master scheduler dibutuhkan untuk menemukan sumber pada permintaan untuk setiap item.
- 4) *The firm planned order* : *the firm planned order* (FPO) membiarkan perencanaan untuk mengesampingkan logika rencana pemesanan dan

menetapkan tanggalnya atau kuantitas untuk pemesanan. Ini hanya digunakan ketika perencanaan ingin digunakan untuk menentukan tanggal atau kuantitas yang berbeda agar apa logika rencana pemesanan aka dapat dihitung.

Berikut adalah *tool* yang digunakan pada display DRP :

a. *Lead time*

Waktu yang diperlukan dari saat waktu pesanan dikeluarkan hingga diterima di gudang/toko, agen atau pusat distribusi. Lead time dimulai dari saat kamu menentukan bahwa kamu membutuhkan produk untuk mengisi kembali persediaan yang tersedia untuk memenuhi permintaan pelanggan. Intinya lead time merupakan waktu tenggang yang dibutuhkan untuk memesan suatu barang sejak saat pesanan dilakukan sampai barang itu diterima [17].

b. *On-hand*

Jumlah kuantitas yang tersedia untuk penjualan dalam gudang, dalam ruang penyimpanan atau pada pusat distribusi. Untuk komponen suku cadang atau bahan mentah, *on-hand* merupakan kuantitas yang tersedia dikeluarkan untuk diproduksi [17].

c. *Safety stock*

Untuk menjaga persediaan dalam menghadapi banyaknya ketidakpastian permintaan. Yang digunakan untuk menutupi situasi ketika penjualan melebihi peramalan [17].

d. *Lot size*

Lot size (ukuran pemesanan) yang umum digunakan yaitu, *minimum*- ini diterapkan dimana penjualan ditentukan dengan kuantitas minimum pemesanan yang akan dijual, *maximum*- digunakan untuk item-item yang besar dimana ruang penyimpanan dibatasi [18].

- e. *Gross requirement* (kebutuhan kotor)
Digunakan sebagai pengganti pada peramalan. *Gross requirement* merupakan *demand* untuk setiap item. Jika item tersebut adalah produk yang ada di gudang atau pusat distribusi, *gross requirement* adalah hasil peramalan. Jika item pada bagian produksi/ menghasilkan atau pembelian, maka *gross requirement*-nya adalah apa yang dibutuhkan untuk mencukupi produksi atau suplayer diluar [17].
- f. *Scheduled receipts*
Dalam drp *schedule receipt* perubahan dalam perpindahan/perjalan, *schedule receipt* merupakan kuantitas penjadwalan untuk mengisi kembali persediaan. Jika ini adalah item produk di gudang atau pusat pendistribusian, *schedule receipt* merupakan perpindahan/perjalanan dari sumber penyalur. Jumlah item yang akan diterima pada suatu periode tertentu berdasarkan pesanan yang dibuat/ jumlah pesanan yang sudah dipesan dalam periode waktu tertentu. *Schedule receipt* merupakan *order* yang siap dikeluarkan untuk diproduksi, jika ingin memesan pembelian atau menjual [17].
- g. *Projected available balance I*
Sama dengan *project on-hand* yang merupakan keadaan persediaan pada awal periode sebelum dilakukannya pemesanan.
- h. *Net requirement* (kebutuhan bersih)
Merupakan kebutuhan yang harus dipenuhi setelah kekurangan persediaan yang tersedia dan jadwal yang diterima (*schedule receipt*) dari *gross requirement* [18].
- i. *Planned order receipt*
Merupakan waktu pembatalan item untuk report. Ini hanya diperlukan untuk melihat rencana waktu pemesanan dimulai. Mereka masih menambahkannya untuk menyeimbangkan project on-hand (persediaan diakhir periode), sama seperti itu lini *planned order receipt* juga akan ditampilkan. Jumlah pesanan yang direncanakan untuk diterima [18].

j. *Planned order release*

Digunakan untuk merencanakan jumlah item yang dipesan untuk memenuhi perencanaan pada masa yang akan datang. Sebagai saran, bahwa *planned order* masih dalam tahap perencanaan dan merilis, Tidak seperti *schedule receipt*. Yang akan dikirim atau sedang diproses. Jika item ini adalah produk yang ada di gudang atau pusat distribusi, maka rencana kan order merupakan jadwal untuk pengiriman kedepannya dari sumber penyalur. Jika order itu pada bagian produksi atau pembelian item, rencana order-nya merupakan jadwal kapan memproduksi atau membeli untuk kedepannya. Rencana pemesanan pada umumnya menunjukkan kapan pemesanan itu dimulai. Dalam kasus pendistribusian item, kapan pengiriman dilakukan dari sumber penyalur [17].

k. *Project available balance II*

Keadaan persediaan pada akhir periode setelah dilakukannya pemesanan.

2.2.4 Safety Stock (stok pengaman) dalam DRP

Dibagian ini pada informasi deskripsi dalam display DRP berhubungan dengan *safety stock*, yang digunakan untuk mengkoper situasi ketika penjualan melebihi peramalan.

Safety stock adalah penanganan dengan cara yang berbeda dalam DRP statistik tradisional sistem manajemen persediaan. Dalam masa lalu, kebijakan konvensional dikatakan agar lebih banyak *safety stock*, lebih baik. Pembatasannya adalah jumlah yang dapat dipertimbangkan pada *safety stock*. Semua menjaga agar *safety stock* tidak mahal, juga studi berada dibauran untuk mengevaluasi dimana ini paling dibutuhkan, apakah item adalah varian peramalan paling banyak. Tetapi masih ada ide yang sama lebih banyak *safety stock* kamu bisa membenarkannya, pelayanan konsumen akan menjadi lebih baik [17].

Dalam kenyataannya, terlalu banyak *safety stock* tidak banyak memperbaiki pelayanan konsumen: agaknya, itu akan berpengaruh buruk. Penerapannya dalam membuktikan pilosofi JIT/TQC ini. Terlalu banyak persediaan menjadi permasalahan tersembunyi, ini adalah kebijakan dan perlu dipertimbangkan

pembarosannya karena tidak ada sistem lebih lama mengatakan kebenaran mengenai apa dan kapan produk tersebut dibutuhkan. Kekuatan pada DRP agar dapat dipercaya menunjukkan kebutuhan dalam istilah pada kuantitas dan tanggal agar item tersebut dibutuhkan. Satu kelebihan dalam safety stock memperlemah integritas pada perhitungan [17].

Akhirnya perkiraan kerja dengan baik dalam prakteknya karena kuantitas *safety stock* bisa dimonitor dan disesuaikan sebagai kebutuhan. DRP hebat memonitor dan alat penjejukan. Jika kuantitas *safety stock* kelihatannya kamu ambil untuk pekerjaan yang baik, lengket dengannya. Jika, bagaimanapun, kamu menemukannya masih dalam situasi dimana lokasi persediaan produk akan dikeluarkan, lihat faktor seperti pada *lead time*, peramalan error peramalan, dan kemudian coba membuat yang lainnya. Kemampuan menyulingnya dalam perkiraan untuk *safety stock* dalam dunia nyata lebih berharga dari semua formula yang canggih dan kombinasi perhitungan [17].

Fungsi *Distribution Requirement Planning* antara lain :

- 1) Memberikan informasi kebutuhan produk terhadap sistem manufakturing untuk menentukan kebijaksanaan dalam pembuatan jadwal induk produksi.
- 2) Menyediakan data yang perlu untuk mencocokkan permintaan konsumen dengan hasil suplai hasil produksi di bermacam tahap dalam sistem distribusi.
- 3) Merencanakan gerakan material didalam jaringan distribusi.

Uji kebaikan suaian dapat dipakai untuk menentukan apakah suatu populasi mempunyai suatu distribusi teoritis tertentu. Uji tersebut didasarkan atas baiknya kekesuaian yang ada antara frekuensi terjadinya pengamatan dalam sampel teramati dan frekuensi harapan yang diperoleh dari distribusi yang dihipotesiskan. Distribusi *chi-square* memegang peran penting dalam statistik inverensi. Distibusi *chi-square* mempunyai parameter tunggal v , disebut sebagai derajat kebebasan [19].

Penentuan nilai *Safety Stock* dilakukan dengan mengetahui jumlah pengaman yang harus ada digudang. Adapun untuk menguji permintaan yang

bersifat probabilistik, maka perlu dilakukan pengujian distribusi. Metode yang akan digunakan adalah metode *goodness of fit test*. Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk melihat nilai rata-rata kebutuhan selama *lead time* mengetahui standar deviasi kebutuhan, dan bentuk dari distribusi kebutuhan [19].

Prosedur yang harus dilakukan dalam pengujian distribusi dengan menggunakan metode *goodness of fit test* yaitu [19] :

A. Prosedur pengujian chi-square adalah sebagai berikut :

- 1) menentukan hipotesa awal (H_0) dan hipotesa akhir (H_1).
 - Hipotesa awal (H_0) = data berdistribusi Normal
 - Hipotesa akhir (H_1) = data tidak berdistribusi Normal
- 2) Menentukan taraf keberartian.
- 3) Menentukan daerah kritis, derajat kebebasan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$V = K - 1 \dots\dots\dots(35)$$
- 4) Statistik hitung.
- 5) Membandingkan X^2_{hitung} dengan $X^2_{(\alpha,v)}$ dari tabel nilai kritis *chi-square*.

Kriteria penerimaan dan penolakan H_0 adalah :

- a. Terima H_0 , jika $X^2_{hitung} \leq X^2_{(\alpha,v)}$ (36)
- b. Tolak H_0 , jika $X^2_{hitung} > X^2_{(\alpha,v)}$ (37)

Langkah-langkah statistik hitung dari pengujian *goodness of fit test* adalah [19] :

1. Mengelompokkan data menjadi beberapa kelas dengan menentukan terlebih dahulu jumlah kelas interval dan lebar kelas interval. Jumlah kelas interval (K) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$K = 1 + 3,3 \text{ Log } n \dots\dots\dots(38)$$

Dimana : n = jumlah data yang diamati

Untuk lebar kelas (L) dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$L = \frac{R}{K} \dots\dots\dots(39)$$

Dimana : R dapat ditentukan dengan menggunakan rumus

R = data terbesar – data terkecil

2. Menentukan frekuensi observasi (O_i) untuk masing-masing kelas interval.
3. Menghitung nilai rata-rata menggunakan persamaan berikut :

$$\mu = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots(40)$$

4. Menghitung standar deviasi dengan menggunakan persamaan :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(41)$$

5. Menghitung batas kelas atas (BKA) dan batas kelas bawah (BKB) dengan menggunakan persamaan :

$$Z_1 = \frac{BKA - \mu}{\sigma} \dots\dots\dots(42)$$

6. Menentukan nilai peluang untuk batas atas dan batas bawah dari tabel normal.
7. Menentukan nilai P(Z) menggunakan persamaan berikut :

$$P(Z) = P(Z_1) - P(Z_2) \dots\dots\dots(43)$$

8. Menentukan nilai frekuensi harapan (e_i) menggunakan persamaan :

$$e_i = P(Z) \times \sum O_i \dots\dots\dots(44)$$

9. Menggabungkan kelas-kelas sehingga diperoleh nilai $e_i \geq 5$

10. Menentukan nilai χ^2 menggunakan persamaan berikut :

$$\chi^2_{hitung} = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - e_i)^2}{e_i} \dots\dots\dots(45)$$

Langkah-langkah penentuan *safety stock* adalah [5]:

1. Menentukan tingkat pelayanan (*Level of servis*) yang diinginkan oleh perusahaan.
2. Setelah diketahui *level of service* maka dilanjutkan dengan menghitung *safety stock* dengan rumus sebagai berikut :

$$SS = Z \times \sigma \sqrt{t} \dots\dots\dots(46)$$

dimana : SS = safety stock
 Z = Standar deviasi distribusi normal
 σ = Standar deviasi Permintaan
 t = *Lead time*

2.3 Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah beberapa penelitian terdahulu yang membahas tentang peramalan. Dapat dilihat dari tabel 2.2 :

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis	Data	Hasil Penelitian	Tahun
1	Peramalan penjualan produk keripik pisang kemasan bungkus dengan	Siti Wardah, Iskandar	Data penjualan dan data permintaan keripik pisang	Metode <i>Trend Analysis</i> mempunyai	2016

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

	menggunakan metode <i>moving average</i> , metode <i>exponential smoothing with trend</i> , dan metode <i>trend analysis</i>			tingkat kesalahan yang lebih kecil dibandingkan metode yang lainnya	
2	Penerapan Metode ARIMA untuk Peramalan Pengunjung Perpustakaan UIN Suska Riau	Syarfi Aziz, Ahmad Sayuti, Mustakim	Data pengunjung perpustakaan UIN SUSKA Riau	Model MA dalam ARIMA yang dilakukan dalam penelitian ini lebih sesuai untuk data pengunjung perpustakaan UIN SUSKA Riau	2017
3	Penerapan Metode Moving Average dan Exponential Smoothing pada Peramalan Produksi Industri <i>Garment</i>	Rizal Rachman	Data permintaan <i>garment</i>	Metode <i>Exponential Smoothing</i> Menghasilkan tingkat kesalahan yang rendah	2018

Penelitian ini melakukan peramalan suatu barang yang memiliki risiko kerusakan yang tinggi dan masa kadaluarsa yang cepat. Untuk itu peramalan ini dilakukan dalam periode mingguan. Dan diharapkan dengan penelitian ini dapat membuka jalan bagi penelitian lainnya terutama untuk suatu barang yang mempunyai siklus kerusakan dan kadaluarsa yang cepat.