

Bab 2

Landasan Teori

2.1. Sistem Produksi

Sistem produksi menggambarkan aktivitas-aktivitas dalam perencanaan produksi dan suatu ilmu khusus yang ada dalam sistem manufaktur. Manufaktur dapat didefinisikan sebagai sekumpulan aktivitas fisik dan intelektual yang digabungkan dengan perancangan dan pembuatan produk nyata, sehingga memberikan nilai tambah pada *item*, baik secara manual dan menggunakan mesin. Menurut Henny (2014:119), produksi memegang peranan penting ketika kita akan menentukan jumlah unit produk. Hal-hal ini berkaitan dengan jumlah unit yang akan diproduksi dan komponen yang harus disediakan untuk produk [1].

Pengendalian *manufacturing* melibatkan semua kegiatan yang dimulai dari pemasokan bahan baku hingga menjadi produk akhir. Kegiatan dalam proses perencanaan produksi melibatkan perencanaan, penjadwalan induk produksi, bahan perencanaan kebutuhan, perencanaan kapasitas, dan pengendalian kegiatan produksi. Perencanaan manufaktur dapat diuraikan ke dalam proses apa yang harus dilakukan, kapan, dimana, dan estimasi biaya yang dikeluarkan.

Menurut Baroto (2002:13), perencanaan dan pengendalian produksi melibatkan berbagai proses yang meliputi mengelola pesanan dari pelanggan, meramalkan permintaan atau yang biasa disebut dengan *forecast*, mengelola persediaan, menyusun rencana agregat, membuat jadwal induk produksi, merencanakan kebutuhan, melakukan penjadwalan pada mesin atau fasilitas produksi, *monitoring* pembebanan kerja, dan evaluasi skenario pembebanan kerja [2]. Keberhasilan dari perencanaan dan pengendalian produksi dipengaruhi dengan signifikan oleh proses-proses tersebut.

2.2. Peramalan

Menurut Kusuma (2009:13), Peramalan adalah teknik untuk menentukan kebutuhan data produksi pada masa depan, dengan bentuk perhitungan dari data yang lalu beserta informasi lainnya yang dibutuhkan [3]. Kategori dalam meramalkan suatu horizon waktu yaitu:

1. Peramalan jangka pendek

Peramalan ini memiliki jangka waktu sampai 1 tahun tetapi biasanya kurang dari 3 bulan. Peramalan ini digunakan untuk penjadwalan kerja, merencanakan pembelian, jumlah tenaga kerja dan tingkat produksi.

2. Peramalan jangka menengah

Peramalan ini memiliki jangka hitungan bulanan hingga 3 tahun. Peramalan ini digunakan untuk merencanakan penjualan, anggaran produksi, anggaran kas dan menganalisis bermacam-macam rencana operasi.

3. Peramalan jangka panjang

Peramalan ini memiliki jangka waktu 3 tahun atau lebih. Peramalan ini digunakan untuk merencanakan produk baru, pembelanjaan modal, lokasi atau pengembangan fasilitas serta penelitian dan pengembangan. Permintaan suatu produk pada suatu perusahaan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan yang saling berinteraksi dalam pasar yang berada di luar kendali perusahaan. Dimana faktor-faktor lingkungan tersebut juga akan mempengaruhi peramalan.

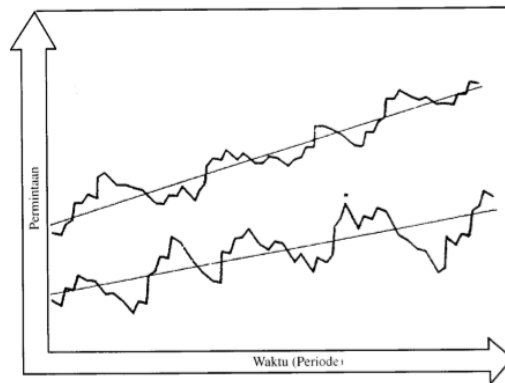
Metode peramalan terbagi menjadi dua yaitu metode *time series* dan metode *causal*. Menurut Baroto (2002:31), metode *time series* memerlukan beberapa prosedur seperti [2]:

1. Tentukan pola data permintaan yang dilakukan dengan cara memplotkan data secara grafis dan menyimpulkan apakah data itu berpola *trend*, musiman, siklikal, atau eratik *random*.
2. Mencoba beberapa metode time series yang sesuai dengan pola permintaan tersebut untuk melakukan peramalan. Metode yang dicoba semakin banyak semakin baik. Pada setiap metode, sebaiknya dilakukan pula peramalan dengan parameter yang berbeda.
3. Mengevaluasi tingkat kesalahan masing-masing metode yang telah dicoba. Tingkat kesalahan diukur dengan kriteria MAD, MSE, MAPE, atau lainnya. Sebaiknya, nilai tingkat kesalahan (apakah MAD, MSE, atau MAPE) ini ditentukan dulu. Tidak ada ketentuan mengenai berapa tingkat kesalahan maksimal dalam peramalan.
4. Memilih metode peramalan terbaik di antara metode yang dicoba. Metode terbaik adalah metode yang memberikan tingkat kesalahan terkecil dibanding metode lainnya dan tingkat kesalahan tersebut di bawah batas tingkat kesalahan yang telah ditetapkan.
5. Melakukan peramalan permintaan dengan metode terbaik yang telah dipilih.

Peramalan *time series* dapat dilakukan jika telah dilakukan plot pola data secara grafis. Menurut Baroto (2002:31-35), pola data dapat diklasifikasikan menjadi [2]:

a) Pola data *trend*

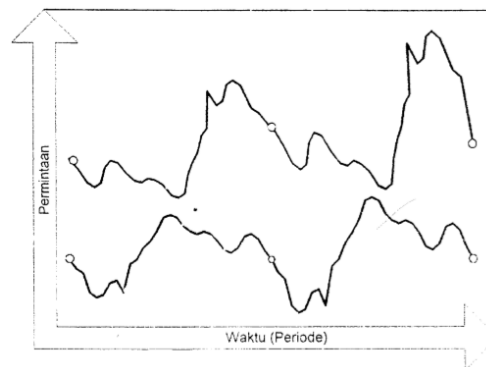
Pola data *trend* dapat diidentifikasi bila data permintaan menunjukkan pola kecenderungan gerakan penurunan atau kenaikan jangka panjang serta dapat diidentifikasi dengan garis *trend*. Bila data berpola *trend*, maka metode peramalan yang sesuai adalah metode *moving average with linear trend*, *exponential smoothing*, atau *double exponential smoothing*. Contoh pola data *trend* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.1 Contoh pola data *trend*

b) Pola data musiman

Pola data musiman dapat diidentifikasi bila terdapat perulangan tertentu pada grafik yang telah diplot dan biasanya perulangan tersebut terjadi dalam jangka waktu 1 tahun. Metode peramalan yang sesuai dengan pola musiman adalah metode *winter* (sangat sesuai), metode *moving average* dan metode *weighted moving average*. Contoh pola data musiman dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

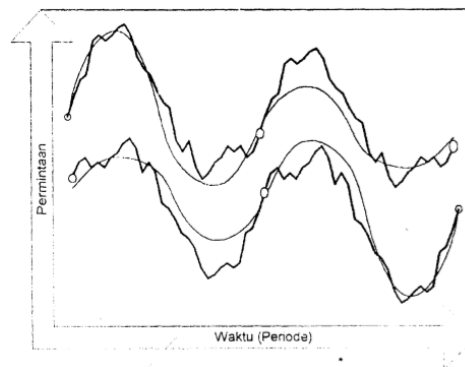


Gambar 2.2 Contoh pola data musiman

c) Pola data siklikal

Pola siklikal dapat diidentifikasi bila fluktuasi permintaannya secara jangka panjang membentuk gelombang atau siklus. Pola siklikal hamper sama dengan pola musiman. Pola musiman tidak harus berbentuk gelombang, bentuknya dapat bervariasi. Namun waktunya akan berulang setiap tahun (umumnya). Pola

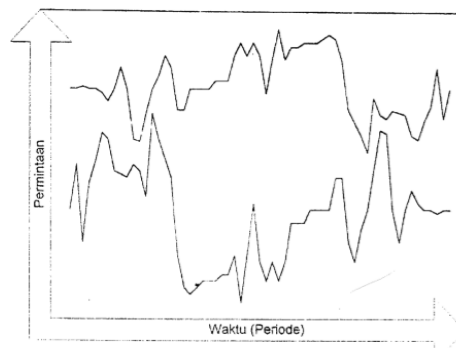
siklikal memiliki bentuk seperti gelombang sinusoid. Untuk menentukan data berpola siklis tidaklah mudah. Kalau pola musiman rentang waktu satu tahun dapat dijadikan pedoman sedangkan rentang waktu perulangan siklikal tidak tentu. Metode yang sesuai untuk pola data siklikal adalah metode *moving average*, metode *weighted moving average* dan eksponensial *smoothing*.



Gambar 2.3 Contoh pola data siklikal

d) Pola data eratik/*random*

Pola eratik memiliki fluktuasi data permintaan yang tidak dapat digambarkan dalam jangka panjang dan tidak dapat digambarkan oleh ketiga pola lainnya. Fluktuasi permintaan bersifat acak atau tidak jetas. Tidak ada metode peramalan yang direkomendasikan untuk pola ini, Kemampuan seorang analis diperlukan untuk menentukan metode yang tepat pada pola data eratik.



Gambar 2.4 Contoh pola data eratik/*random*

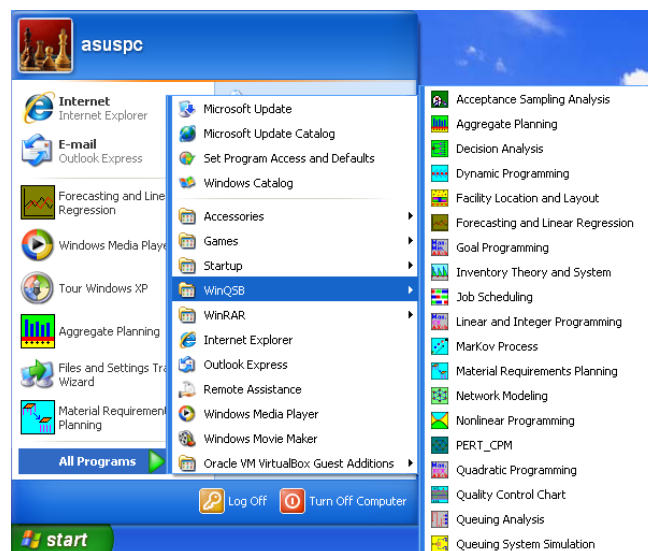
2.2.1. Peramalan menggunakan *Windows Quantitative System and Business*

Software Windows Quantitative System and Business (WinQSB) merupakan sebuah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk membantu memecahkan masalah kuantitatif pada bidang manajemen. *Software* WinQSB memiliki sebuah fitur yang disebut dengan *forecasting and linear regression* yang dapat membantu dalam proses peramalan data tertentu. Peramalan yang digunakan terdiri dari dua tipe yaitu *time series* dan peramalan linear regresi. Peramalan *time series* pada *software* WinQSB terdiri dari:

1. Perataan sederhana (*Simple Average*)
2. Perataan bergerak (*Moving Average*)
3. Perataan bergerak yang dibobotkan (*Weighted Moving Average*)
4. Perataan bergerak dengan trend *linear* (*Moving Average with Linear Trend*)
5. Pemulusan eksponensial tunggal (*Single Exponential Smoothing*)
6. Pemulusan eksponensial tunggal dengan trend *linear* (*Single Exponential Smoothing with Linear Trend*)
7. Pemulusan eksponensial berganda (*Double Exponential Smoothing*)
8. Pemulusan eksponensial berganda dengan trend *linear* (*Double Exponential Smoothing with Linear Trend*)
9. Pemulusan eksponensial *adaptive* (*Adaptive Exponential Smoothing*)
10. Algoritma *Winter* dengan *Additive* dari Holt (*Holt-Winters Additive Algorithm*)
11. Algoritma *Winter* dengan *Multiplicative* dari Holt (*Holt-Winters Multiplicative Algorithm*)

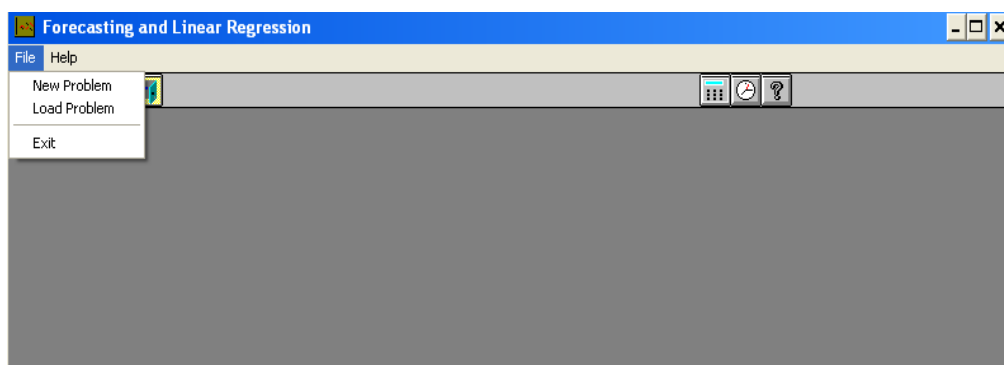
Menurut Prasetyawati, dkk. (2017:108), *software* WinQSB merupakan salah satu perangkat lunak yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan perhitungan peramalan dalam perencanaan dan pengendalian produksi [4]. Prosedur melakukan peramalan menggunakan *Software* WinQSB terdiri dari:

1. Melakukan pemilihan menu pada *software* WinQSB dengan cara klik pada menu *windows*, setelah itu klik *all programs* dan folder WinQSB. Selanjutnya, pilih menu *forecasting and linear regression*.



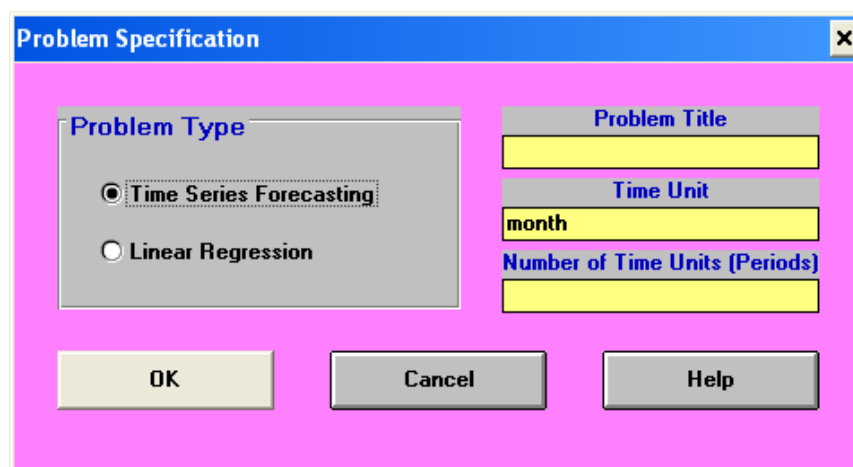
Gambar 2.5 Memulai *software* WinQSB

2. Menu yang telah dipilih akan memunculkan tampilan seperti gambar 2.6. Langkah selanjutnya adalah memilih *file*, kemudian *new problem* untuk memunculkan menu *problem spesification*.



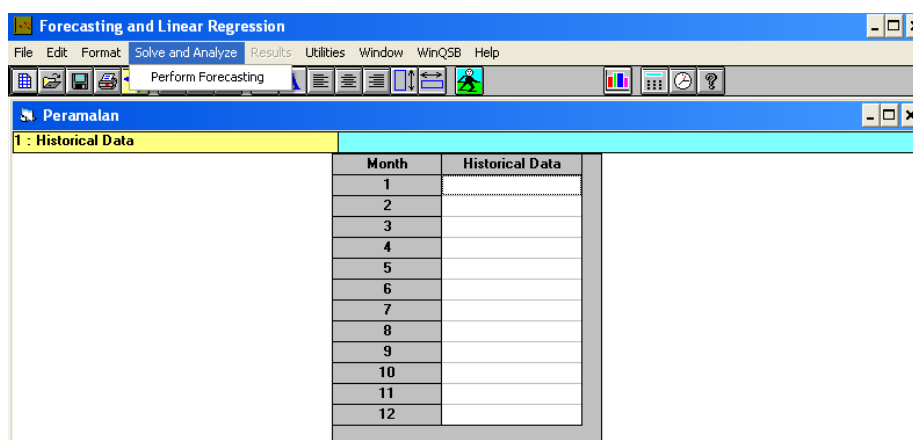
Gambar 2.6 Memulai halaman baru pada WinQSB

3. Langkah selanjutnya setelah menu *problem spesification* muncul adalah memilih tipe *forecasting* yang akan digunakan, dimana pada menu ini terdiri dari dua pilihan yaitu *time series* dan *linear regression*. Isi pada bagian *problem title*, nama dari *file* yang akan diramalkan. Setelah itu, *time unit* diisi dengan bulan, dan isi bagian *number of time units*, jumlah data yang akan diramalkan. Setelah itu, pilih OK.



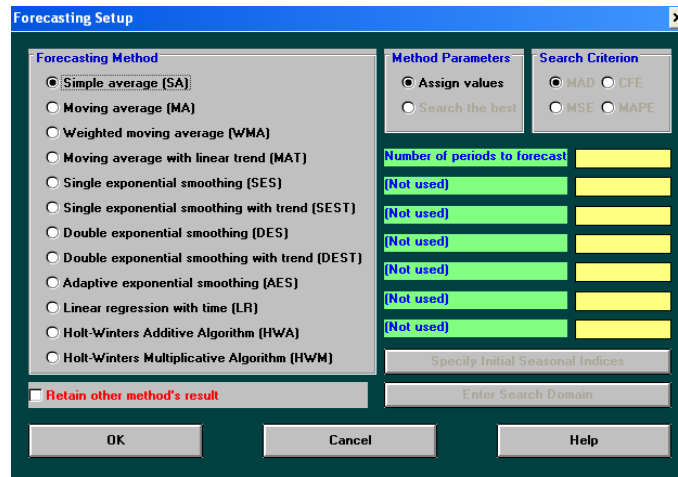
Gambar 2.7 Menu *problem spesification*

4. Langkah selanjutnya adalah mengisi menu yang telah ditampilkan dengan data yang akan diramalkan. Setelah data diisi, pilih menu *solve and analyze* dan pilih *perform forecasting*.



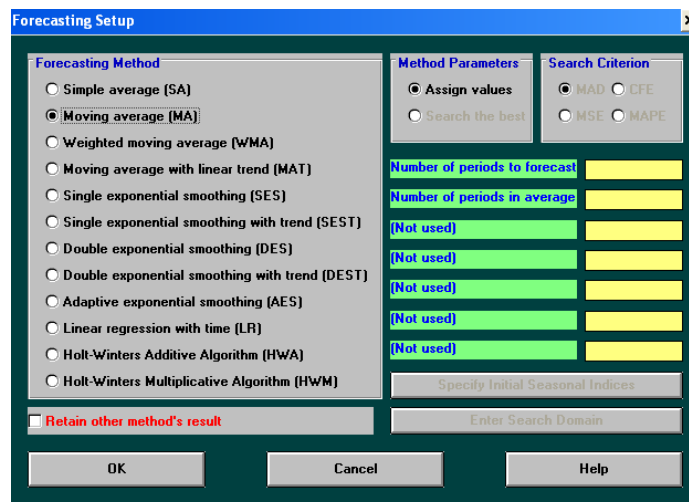
Gambar 2.8 Melakukan peramalan pada WinQSB

5. Langkah terakhir adalah memilih metode yang akan digunakan. Contohnya adalah memilih metode *Simple Average*. Langkah selanjutnya adalah memilih metode *assign value* atau *search the best* untuk memilih metode dengan hasil terbaik. Setelah itu, isi jumlah periode yang akan diramalkan dan pilih OK.



Gambar 2.9 Forecasting Setup metode SA

Forecasting setup dari metode *Moving Average*, *Weighted Moving Average* dan *Moving Average with Linear Trend* terdiri dari menu yang harus diisi yaitu jumlah periode yang akan diramalkan serta jumlah periode rata-rata bergerak dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Forecasting setup metode MA, WMA, MAT

Forecasting setup dari metode *Single Exponential Smoothing*, *Single Exponential with linear trend*, *Double Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing with Linear Trend* dan *Adaptive Exponential Smoothing* terdiri dari menu yang harus diisi yaitu jumlah periode yang akan diramalkan serta konstan α dapat dilihat pada gambar 2.11.

The screenshot shows the 'Forecasting Setup' dialog box. The 'Forecasting Method' section has the following options: Simple average (SA), Moving average (MA), Weighted moving average (WMA), Moving average with linear trend (MAT), **Single exponential smoothing (SES)**, Single exponential smoothing with trend (SEST), Double exponential smoothing (DES), Double exponential smoothing with trend (DEST), Adaptive exponential smoothing (AES), Linear regression with time (LR), Holt-Winters Additive Algorithm (HWA), and Holt-Winters Multiplicative Algorithm (HWM). The 'Method Parameters' section has 'Assign values' selected. The 'Search Criterion' section has 'MAD' selected. The 'Number of periods to forecast' field is empty. The 'Smoothing constant alpha' field is highlighted in yellow. The 'Initial value F(0) if known' field is highlighted in green. The 'Specify Initial Seasonal Indices' and 'Enter Search Domain' fields are also present. The 'Retain other method's result' checkbox is unchecked. The 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons are at the bottom.

Gambar 2.11 *Forecasting setup* metode SES, SEST, DES, DEST, AES

Forecasting setup dari metode *Holt-Winters Additive Algorithm* dan *Holt-Winters Multiplicative Algorithm* terdiri dari menu yang harus diisi yaitu jumlah periode yang akan diramalkan serta jumlah siklus musim dapat dilihat pada gambar 2.12.

The screenshot shows the 'Forecasting Setup' dialog box. The 'Forecasting Method' section has the following options: Simple average (SA), Moving average (MA), Weighted moving average (WMA), Moving average with linear trend (MAT), Single exponential smoothing (SES), Single exponential smoothing with trend (SEST), Double exponential smoothing (DES), Double exponential smoothing with trend (DEST), Adaptive exponential smoothing (AES), Linear regression with time (LR), **Holt-Winters Additive Algorithm (HWA)**, and Holt-Winters Multiplicative Algorithm (HWM). The 'Method Parameters' section has 'Assign values' selected. The 'Search Criterion' section has 'MAD' selected. The 'Number of periods to forecast' field is empty. The 'Seasonal cycle length [c]' field is highlighted in green. The 'Smoothing constant alpha' field is highlighted in yellow. The 'Smoothing constant beta' field is highlighted in yellow. The 'Smoothing constant gamma' field is highlighted in yellow. The 'Initial value F(c) if known' field is highlighted in green. The 'Initial value T(c) if known' field is highlighted in green. The 'Specify Initial Seasonal Indices' and 'Enter Search Domain' fields are also present. The 'Retain other method's result' checkbox is unchecked. The 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons are at the bottom.

Gambar 2.12 *Forecasting setup* metode HWA, HWM

Kriteria yang terdapat dalam perangkat lunak WinQSB untuk membandingkan tingkat kesalahan yang didapatkan dari masing-masing metode *time series* yaitu:

1. *Mean Absolute Deviation* (MAD), adalah rata-rata dari data yang telah dilakukan proses absolut dan deviasi.
2. *Mean Squared Error* (MSE), adalah rata-rata dari data yang telah dihitung tingkat kesalahannya serta dipangkat dua.
3. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), adalah rata-rata dari data yang telah dihitung tingkat kesalahannya, biasanya berbentuk persentase untuk memudahkan pemilihan tingkat kesalahan paling kecil.

Selain kriteria pengukuran tingkat kesalahan juga terdapat tingkat pengukuran kriteria validitas yang disebut dengan *Tracking Signal*. Menurut Alfatiyah dkk. (2013:43), beberapa ahli dalam sistem peramalan yaitu George Plossl dan Oliver Wight menyarankan nilai *Tracking Signal* untuk validitas dan pengendalian berada di antara -4 dan 4. Jika *Tracking Signal* melebihi nilai tersebut, maka model peramalan perlu dievaluasi kembali, karena akurasi peramalan tidak tepat [5].

2.3. Lot Sizing

Ukuran *lot* atau *batch* berarti ukuran jumlah yang harus disediakan oleh suatu perusahaan dalam melakukan produksinya setiap periode, ukuran *lot* berhubungan dengan beberapa biaya, yaitu ongkos *set up* (pengadaan barang), ongkos simpan, ongkos pesan dan harga barang yang akan dijualnya sendiri. Sehingga metode-metode yang ada sampai sekarang ini adalah untuk membuat perhitungan dengan hasil total ongkos yang paling kecil tetapi semua permintaan persediaan dapat dipenuhi. Penentuan *lot* yang baik tentunya tidak lepas dari aspek penting pada aspek produksi. Selain itu dalam proses produksi, menurut Anthara (2018:1), berbagai aspek seperti *supplier* juga memainkan peranan penting dalam suksesnya proses produksi perusahaan [6]. Menurut Robecca (2018:1), proses *lotting* diperlukan untuk menentukan ukuran pesan bahan baku yang tepat [7].

Menurut Kusuma (2017:82), dalam suatu industri, permintaan terhadap *item – item* produksi dapat dikategorikan menjadi dua tipe, yaitu permintaan bergantung (*Dependent demand*) dan permintaan tidak tergantung (*independent demand*). Suatu *item* dianggap memiliki *independent demand* bila permintaan terhadap *item* tersebut tidak dipengaruhi oleh permintaan terhadap *item* yang lain, permintaan hanya dipengaruhi oleh faktor pasar. Permintaan terhadap produk jadi atau produk akhir umumnya bersifat *independent* yang berarti permintaan hanya dipengaruhi oleh kondisi pasar dan tidak dipengaruhi oleh permintaan terhadap barang lain yang diproduksi di perusahaan tersebut [8].

Menurut Widodo (2018:92), masalah utama yang diinginkan pada pengendalian persediaan yaitu untuk meminimalkan total biaya operasional. Untuk meminimalkan biaya persediaan tersebut ada tiga pendekatan model dalam pengambilan keputusan yaitu menentukan berapa jumlah yang harus dipesan setiap kali pemesanan, kapan pemesanan itu dilakukan, serta biaya dan waktu penyimpanan [9]. Berbagai metode yang dipakai dalam *lot sizing* yaitu:

2.3.1. Metode Algoritma *Wagner-Within*

Menurut Usman (2020:15), metode Algoritma *Wagner-Within* (AWW) menggunakan pendekatan program dinamis untuk mendapatkan solusi yang optimal [10]. Langkah-langkah yang harus dilakukan pada metode AWW adalah:

1. Langkah pertama adalah menghitung total inventori berdasarkan data dari jadwal induk produksi. Rumus untuk menghitung total inventori dapat dilihat pada rumus 2.1.

$$Q = Demand + Demand\ kumulatif_{-1} \dots \dots \dots (2.1.)$$

Keterangan:

Q adalah jumlah inventori

Demand kumulatif₋₁ adalah *demand* kumulatif periode sebelumnya

2. Langkah kedua adalah menghitung variabel *cost*. Rumus untuk menghitung variabel *cost* dapat dilihat pada rumus 2.2.

$$Z_{ce} = C + h \sum_{i=c}^e (Q_{ce} - Q_{ci}) \dots \dots \dots (2.2.)$$

Keterangan:

Z_{ce} adalah variabel *cost*

C adalah ongkos pesan

h adalah ongkos simpan

Q_{ce} adalah inventori pada periode sekarang

Q_{ci} adalah inventori pada periode sebelumnya

3. Langkah ketiga adalah menghitung biaya minimasi. Rumus untuk menghitung biaya minimasi dapat dilihat pada rumus 2.3.

$$f_e = \text{Min}(Z_{ce} + f_{c-1}) \dots \dots \dots (2.3.)$$

Keterangan:

f_e adalah minimasi biaya periode sekarang

Z_{ce} adalah variabel *cost*

f_{c-1} adalah minimasi biaya periode sebelumnya

4. Langkah terakhir adalah mengimplementasikan perhitungan tersebut untuk menentukan periode pesan pada tabel MRP. Perhitungan tersebut menggunakan rumus (2.19.), (2.20.), (2.21.), dan (2.22.).

2.3.2. Metode *Economic Order Quantity*

Metode *Economic Order Quantity* (EOQ) adalah metode yang digunakan untuk meminimalkan biaya penyimpanan persediaan serta biaya pemesanan persediaan.

Langkah-langkah yang harus dilakukan pada metode EOQ adalah:

- Langkah pertama adalah menghitung jumlah *lot* yang akan digunakan sebagai kriteria pemesanan. Menurut Baroto (2002:58). Rumus untuk menghitung EOQ yang dikembangkan oleh Ford Harris dapat dilihat pada rumus 2.4. [2].

$$EOQ = \sqrt{\frac{2.A.D}{I.C}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

EOQ adalah jumlah *lot* atau jumlah ekonomis pemesanan

A adalah biaya pemesanan

D adalah rata-rata permintaan

I adalah biaya simpan

C adalah harga per unit

- Langkah terakhir adalah mengimplementasikan perhitungan tersebut untuk menentukan ukuran *lot* pada tabel MRP. Perhitungan tersebut menggunakan rumus (2.19.), (2.20.), (2.21.), dan (2.22.).

2.3.3. Metode *Period Order Quantity*

Metode *Period Order Quantity* (POQ) merupakan metode yang digunakan untuk menentukan siklus pemesanan. Metode POQ masih berhubungan dengan metode EOQ untuk menentukan ukuran *lot*. Langkah-langkah yang harus dilakukan pada metode POQ adalah:

- Langkah pertama adalah menghitung POQ atau disebut juga dengan jangka waktu periode pemesanan. Menurut Henny (2014:141), rumus untuk menghitung POQ dapat dilihat pada rumus 2.5. [1].

$$POQ = T \times \frac{EOQ}{D} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

POQ adalah jangka waktu pemesanan atau *lead time*

EOQ adalah jumlah lot atau jumlah ekonomis pemesanan

D adalah rata-rata permintaan

2. Langkah terakhir adalah mengimplementasikan perhitungan tersebut untuk menentukan perhitungan pada tabel MRP. Perhitungan tersebut menggunakan rumus (2.19.), (2.20.), (2.21.), dan (2.22.).

2.3.4. Metode *Lot for Lot*

Metode *Lot for Lot* merupakan metode yang bersifat dinamis jika terjadi perubahan pada kebutuhan bersih. Menurut Chandradevi dkk. (2016:79), metode *Lot for Lot* bertujuan untuk meminimalisasi biaya penyimpanan per *unit* sampai nol, karena ukuran *lot* sama dengan kebutuhan [11].

Metode *Lot for Lot* juga sering digunakan dalam pembuatan sistem produksi yang telah menerapkan sifat permanen terhadap proses produksi. pemesanan dibuat berdasarkan pertimbangan biaya penyimpanan. Dalam teknik ini, kebutuhan bersih dipenuhi di setiap periode yang diperlukan, sedangkan ukuran besar kuantitas pesanan (ukuran *lot*) adalah sama dengan kebutuhan bersih yang harus dipenuhi selama periode tersebut. Implementasi perhitungan dari metode *Lot for Lot* pada tabel MRP menggunakan rumus (2.19.), (2.20.), (2.21.), dan (2.22.).

2.3.5. Metode *Fixed Order Quantity*

Metode *Fixed Order Quantity* (FOQ) adalah metode yang menggunakan jumlah pemesanan tetap untuk persediaan barang-barang tertentu dan dapat ditentukan sewenang-wenang atau berdasarkan faktor-faktor intuitif. Menurut Sawlani dkk. (2016:260), metode FOQ dapat membantu perusahaan dalam investasi persediaan serta manajemen persediaan [12]. Teknik ini diimplementasikan dengan pembesaran jumlah pesanan untuk mencocokkan tingginya jumlah kebutuhan bersih pada suatu periode tertentu yang harus dipenuhi, ini berarti bahwa ukuran kuantitas pemesanan (*lot sizing*) adalah sama untuk semua periode berikutnya di perencanaan. Metode ini dapat digunakan untuk barang yang memiliki harga

pemesanan yang tinggi. Implementasi perhitungan dari metode *Fixed Order Quantity* pada tabel MRP menggunakan rumus (2.19.), (2.20.), (2.21.), dan (2.22.).

2.3.6. Metode *Fixed Period Requirements*

Metode *Fixed Period Requirements* (FPR) adalah metode dengan konsep jarak pemesanan yang konstan, sedangkan ukuran pemesanan dapat berbeda-beda. Ketidaksamaan antara metode FPR dan FOQ metode adalah metode FOQ, ukuran *lot* pemesanan tetap, sedangkan jangka waktu antara pemesanan tidak tetap, sedangkan metode FPR, jangka waktu antara pemesanan dibuat permanen serta ukuran *lot* sesuai dengan kebutuhan yang bersih.

Ukuran jumlah pesanan adalah jumlah kebutuhan bersih setiap periode yang dicakup oleh interval pemesanan yang telah ditentukan. Penentuan jangka waktu pemesanan secara acak. Dalam metode FPR, jika pemesanan dilakukan pada periode yang kebutuhan bersihnya adalah nol, pemesanan dilakukan pada periode berikutnya. Implementasi perhitungan dari metode *Fixed Period Requirements* menggunakan rumus (2.19.), (2.20.), (2.21.), dan (2.22.).

2.3.7. Metode *Least Unit Cost*

Metode *Least Unit Cost* (LUC) merupakan metode yang digunakan untuk menentukan periode pesan dengan menentukan ongkos per unit yang terkecil. Menurut Fatma (2019:25), metode ini menggunakan jarak permintaan yang akan datang menggunakan tabel perencanaan kebutuhan *material* (MRP) untuk melengkapi kuantitas permintaan aktual dan usaha untuk meminimasi biaya total persediaan [13]. Pada metode LUC, LTC, dan PPB mempunyai kesamaan tertentu yaitu pada ketiga metode ini, ukuran kuantitas pemesanan dan *interval* pemesanannya bervariasi. Langkah-langkah yang harus dilakukan pada metode LUC adalah:

1. Menentukan biaya per unit dengan menghitung beberapa variabel sebelumnya seperti kumulatif *demand*. Kumulatif *demand* dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.6.)

$$D_{cum} = D + D_{cum-1} \dots \dots \dots (2.6.)$$

Keterangan:

D_{cum} adalah kumulatif *demand*

D adalah *demand* periode sekarang

D_{cum-1} adalah kumulatif *demand* periode sebelumnya

2. Langkah kedua adalah menghitung biaya simpan, biaya total dan biaya per unit yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.7.), (2.8.), dan (2.9.).

$$I_e = D \times \text{Lama simpan} \times I \dots \dots \dots (2.7.)$$

$$TRC_e = I_e + TRC_{e-1} \dots \dots \dots (2.8.)$$

$$\text{Ongkos per unit} = \frac{TRC_e}{D} \dots \dots \dots (2.9.)$$

Keterangan:

I_e adalah biaya simpan periode ke-e

D adalah *demand*

I adalah biaya simpan

TRC_e adalah biaya total periode ke-e

TRC_{e-1} adalah biaya total periode sebelumnya

3. Langkah terakhir adalah menentukan keputusan pemesanan. Jika ongkos per unit meningkat di periode selanjutnya, maka pemesanan akan berhenti di periode tersebut. Jika ongkos per unit menurun di periode selanjutnya, maka dilanjutkan lagi ke perhitungan selanjutnya menggunakan rumus (2.7.), (2.8.), (2.9.), (2.10.). Setelah keputusan tersebut diketahui, langkah selanjutnya adalah

mengimplementasikan perhitungan pada tabel MRP. Perhitungan tersebut menggunakan rumus (2.19.), (2.20.), (2.21.), dan (2.22.).

2.3.8. Metode *Least Total Cost*

Metode *Least Total Cost* (LTC) adalah metode dengan asumsi bahwa jika pemesanan dilakukan berdasarkan ongkos simpan dan ongkos total yang mendekati atau sama dengan ongkos pesan, maka biaya total dapat diperkecil. Langkah-langkah yang harus dilakukan pada metode LTC adalah:

1. Langkah pertama adalah menentukan biaya simpan yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.7.). Setelah itu, dilakukan perhitungan kumulatif biaya simpan menggunakan rumus (2.10.)

$$\text{Cum } I = I_e + I_{e-1} \dots \dots \dots (2.10.)$$

Keterangan:

Cum I adalah kumulatif biaya simpan

I_e adalah biaya simpan periode ke-e

I_{e-1} adalah biaya simpan periode sebelumnya

2. Langkah kedua adalah menentukan keputusan pemesanan. Keputusan pemesanan didasarkan pada kumulatif biaya simpan yang paling mendekati biaya pesan yang akan dipilih untuk penentuan periode pesan. Jika ongkos semakin meningkat dan menjauhi biaya simpan, maka perhitungan dihentikan pada periode tersebut. Setelah keputusan tersebut diketahui, langkah selanjutnya adalah mengimplementasikan perhitungan pada tabel MRP. Perhitungan tersebut menggunakan rumus (2.19.), (2.20.), (2.21.), dan (2.22.).

2.3.9. Metode *Part Period Balancing*

Metode *Part Period Balancing* (PPB) adalah variasi dari metode *Least Total Cost*. Perbedaannya adalah pada metode PPB, keputusan pemesanan didasarkan pada

kumulatif *part* yang mendekati atau sama dengan EPP atau periode *part* ekuivalen yang telah dihitung dimana tujuan dari teknik ini yaitu meminimasi ongkos total. Langkah-langkah yang harus dilakukan pada metode PPB adalah:

1. Langkah pertama adalah menghitung *Equivalent Part Period* menggunakan rumus (2.11.).

$$EPP = \frac{A}{I} \dots \dots \dots (2.11.)$$

Keterangan:

EPP adalah *Equivalent Part Period*

A adalah ongkos pesan

I adalah biaya simpan

2. Langkah kedua adalah menentukan periode *part* dan kumulatif *part* yang dapat dihitung menggunakan rumus (2.12.) dan (2.13.).

$$PP_e = D \times \text{Lama simpan} \dots \dots \dots (2.12.)$$

$$\text{Cum PP} = PP_e + PP_{e-1} \dots \dots \dots (2.13.)$$

Keterangan:

Cum PP adalah kumulatif *part* periode

PP_e adalah *part* periode ke-e

PP_{e-1} adalah *part* periode sebelumnya

3. Langkah kedua adalah menentukan keputusan pemesanan. Keputusan pemesanan didasarkan pada kumulatif *part* periode yang paling mendekati EPP yang akan dipilih untuk penentuan periode pesan. Jika kumulatif *part* periode semakin meningkat dan menjauhi EPP, maka perhitungan dihentikan pada periode tersebut. Setelah keputusan tersebut diketahui, langkah selanjutnya adalah mengimplementasikan perhitungan pada tabel MRP. Perhitungan tersebut menggunakan rumus (2.19.), (2.20.), (2.21.), dan (2.22.).

2.3.10. Metode *Silver Meal Algorithm*

Metode *Silver Meal Algorithm* (SM) dikembangkan oleh Edward Silver dan Harlan Meal berdasarkan pada periode biaya. Pada metode ini, ongkos pemesanan, ongkos simpan dan ongkos pembelian bahan baku dihitung. Jika terdapat penambahan biaya pada periode selanjutnya, maka pemesanan dilakukan pada periode sebelumnya.

Menurut Rahayu dkk. (2017:15), metode *Silver Meal* hampir sama dengan *Economic Order Quantity* (EOQ), hanya saja pada metode EOQ pengulangan setiap periode menggunakan kelipatan pemesanan yang ekonomis sedangkan pada metode *Silver Meal* memperhitungkan total biaya relevan terkecil yang dibandingkan setiap periode. Metode ini mencoba mencari biaya rata-rata minimal pada tiap periode untuk sejumlah periode yang direncanakan [14]. Langkah yang harus dilakukan pada metode SM adalah:

1. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menghitung biaya yang dikeluarkan untuk pemesanan, pembelian, dan penyimpanan dengan menggunakan rumus (2.14.). Perhitungan kumulatif biaya juga dilakukan dengan menggunakan rumus (2.15.).

$$I_e = D \times T \times I \times C \dots \dots \dots (2.14.)$$

$$Cum I = I_e + I_{e-1} \dots \dots \dots (2.15.)$$

Keterangan:

D adalah *demand*

T adalah lama simpan

I adalah biaya simpan

C adalah biaya pembelian

Cum I adalah kumulatif biaya simpan

I_e adalah biaya simpan periode ke-e

I_{e-1} adalah biaya simpan periode sebelumnya

2. Langkah kedua adalah menghitung biaya total dan biaya total per periode dengan menggunakan rumus (2.16.) dan (2.17.).

$$TRC_e = I_e + TRC_{e-1} \dots \dots \dots (2.16.)$$

$$TRC = \frac{TRC_e}{T} \dots \dots \dots (2.17.)$$

Keterangan:

TRC_e adalah total ongkos periode ke-e

TRC_{e-1} adalah total ongkos periode sebelumnya

TRC adalah total ongkos per periode

Perhitungan total biaya dari seluruh metode yaitu metode *Algoritma Wagner-Within, Economic Order Quantity, Period Order Quantity, Fixed Order Quantity, Fixed Period Requirements, Least Unit Cost, Least Total Cost, Part Period Balancing*, dan *Silver Meal Algorithm* menggunakan rumus (2.18.).

$$TRC = (\text{Jumlah pesan} \times A) + (POR \times C) + (OHI \times I) \dots \dots \dots (2.18.)$$

Keterangan:

TRC adalah total biaya

A adalah ongkos pesan

POR adalah *Planned Order Receipt* atau jumlah unit dipesan

C adalah biaya pembelian

OHI adalah *On Hand Inventory* atau persediaan

I adalah biaya simpan

2.4. Material Requirement Planning

Material Requirement Planning (MRP) merupakan metode perencanaan serta pengendalian persediaan dan pesanan untuk permintaan terhadap *item-item* tertentu, dimana permintaan bersifat tidak berkelanjutan dan tidak teratur. *Item-item* yang

dimaksud dari permintaan yang tidak berkelanjutan adalah inventori manufaktur. Inventori manufaktur terdiri dari bahan baku, *assembly*, *sub-assembly* yang digunakan untuk membuat produk.

Material requirement planning juga dirancang untuk membuat pesanan produksi dan pembelian serta mengatur aliran bahan baku dan persediaan dalam proses sehingga sesuai dengan jadwal produksi untuk produksi akhir. Hal ini memungkinkan perusahaan memelihara tingkat minimum dari *item-item* yang kebutuhannya *dependant*, tetapi tetap dapat menjamin terpenuhinya jadwal produk untuk produk akhirnya. Sistem *material requirement planning* dikenal sebagai perencanaan kebutuhan berdasarkan tahapan waktu (*time phase requirements planning*). Format tabel MRP dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 2.1 *Material Requirement Planning*

<i>Material requirements planning</i>												
<i>Part number :</i>											<i>Description :</i>	
<i>BOM/UOM :</i>											<i>On hand :</i>	
<i>Lead time :</i>											<i>Order policy :</i>	
<i>Safety stock :</i>											<i>Lot size :</i>	
<i>Period</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Gross requirements</i>												
<i>Scheduled receipt</i>												
<i>On hand inventory</i>												
<i>Nett requirements</i>												
<i>Planned order receipt</i>												
<i>Planned order release</i>												

Tabel bagian atas memuat berbagai informasi seperti nama komponen atau bahan baku, metode yang akan digunakan, jangka waktu pemesanan dan informasi lainnya. Informasi-informasi tersebut diperlukan untuk pengolahan data MRP. Penjelasan dari informasi-informasi tersebut adalah:

1. *Part Number* menunjukkan nomor komponen dari produk.
2. *BOM/UOM* menunjukkan berapa jumlah yang terpakai pada produk, contohnya *each* atau *tube*.

3. *Lead time* menunjukkan berapa jumlah waktu yang diperlukan untuk melakukan pemesanan bahan baku.
4. *Safety stock* menunjukkan jumlah pengaman yang harus dimiliki oleh perusahaan untuk menghindari terjadinya *lost sale*.
5. *Description* menampilkan nama bahan baku.
6. *On hand* menunjukkan jumlah persediaan yang dimiliki oleh perusahaan pada awal periode.
7. *Order policy* menunjukkan metode yang akan digunakan untuk pengendalian persediaan bahan baku.
8. *Lot size* menunjukkan jumlah pemesanan dalam satu *lot*.
9. *Period* menunjukkan periode-periode pada tabel MRP.

Tabel bagian kiri juga memuat informasi-informasi penting seperti *gross requirements*, *scheduled receipt*, *on hand inventory*, *nett requirements*, *planned order receipt*, dan *planned order release*. Penjelasan dari masing-masing informasi tersebut yaitu:

1. *Gross requirements* merupakan permintaan atas bahan baku yang harus dipenuhi. Menurut Baroto (2002:101), perusahaan dengan sistem *Make to Stock*, mendapatkan MPS dari permintaan yang telah diramalkan sebelumnya [2].
2. *Scheduled receipt* adalah jumlah *item* yang akan diterima berdasarkan pesanan pada suatu periode tertentu.
3. *On hand inventory* adalah jumlah persediaan yang dimiliki oleh perusahaan pada periode-periode tertentu. Menurut Henny (2014:129-130), rumus untuk menghitung *on hand inventory* dapat dilihat pada rumus 2.19. dan rumus 2.20. [1].

$$OHI = OHI_{-1} + SR - GR \dots \dots \dots (2.19.)$$

$$OHI = POR - NR \dots \dots \dots (2.20.)$$

Keterangan:

OHI adalah *on hand inventory*

OHI₋₁ adalah *on hand inventory* periode sebelumnya

GR adalah *gross requirements*

NR adalah *nett requirements*

4. *Nett requirements* adalah jumlah yang harus dipesan pada periode tertentu karena inventori tidak dapat memenuhi permintaan. Rumus untuk menghitung *nett requirements* dapat dilihat pada rumus 2.21.

$$NR = GR - OHI_{-1} \dots \dots \dots (2.21.)$$

Keterangan:

NR adalah *nett requirements*

GR adalah *gross requirements*

OHI₋₁ adalah *on hand inventory* periode sebelumnya

5. *Planned order receipt* adalah jumlah pemesanan berdasarkan *lot* yang telah ditentukan. Pemesanan dilakukan berdasarkan *nett requirement* atau jumlah yang dibutuhkan pada periode tertentu. Rumus untuk menghitung *planned order receipt* dapat dilihat pada rumus 2.22.

$$POR = LS \times \text{Jumlah Lot} \dots \dots \dots (2.22.)$$

Keterangan:

POR adalah *planned order receipt*

LS adalah *lot size*

6. *Planned order release* adalah jumlah *item* yang telah direncanakan untuk dipesan untuk memenuhi permintaan pada masa yang akan datang. Jumlah dari *planned order release* dipesan sesuai dengan *lead time* yang telah ditentukan.