

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan diuraikan mengenai landasan teori dan acuan yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan penelitian. Tinjauan pustaka digunakan sebagai pedoman agar pelaksanaan penelitian dapat terfokus pada tujuan yang ingin dihasilkan.

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam melaksanakan penelitian ini, penulis mengacu kepada beberapa penelitian yang pernah dilaksanakan sebelumnya sebagai referensi yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian. Rangkuman penelitian terdahulu dan perbandingan dengan penelitian saat ini terdapat pada Tabel 2.1. Adapun penelitian terdahulu yang berkaitan dengan pengendalian persediaan barang jadi adalah sebagai berikut:

1. Ayu (2015) melakukan penelitian mengenai perencanaan produksi cat genteng untuk mengurangi *overstock*. Peneliti melakukan peramalan menggunakan metode Holt Winter dengan komponen musiman untuk mengetahui peramalan permintaan produk cat. Setelah itu dilakukan perencanaan agregat dengan *chase strategy*. Setelah itu, dilakukan disagregasi dengan metode Hax dan Meal. Volume produksi optimal digunakan untuk mengetahui jadwal induk produksi. Dari jadwal induk produksi diketahui bahwa perusahaan dapat mengurangi penumpukan persediaan diawal periode sebesar 484 jam dan diakhir periode sebesar 93 jam yang mendekati *safety stock* yaitu 113 jam.
2. Dewi (2014) melakukan penelitian mengenai optimasi perencanaan *level production* untuk *perishable product* menggunakan *integer linear programming*. Pendekatan *integer linear programming* diformulasikan dengan variabel *overstock*, *shortage*, *scrapped*, dan bilangan non-negatif dengan fungsi tujuan meminimasi total biaya. Pengolahan data dilakukan dengan menghitung biaya total awal dengan data eksisting, mengidentifikasi konsep sistem perencanaan produksi pada perusahaan, membuat formulasi model dengan fungsi tujuan meminimasi biaya dan fungsi kendala mengenai biaya, menghitung biaya optimal dengan *solver*, melakukan *forecast* dengan monte carlo, melakukan pendugaan parameter. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diidentifikasi perbaikan biaya sebesar 75,71% dan 77,66% untuk dua jenis produk susu pasteurisasi.

3. Putri (2013) melakukan penelitian mengenai persediaan produk teh PT Sinar Sosro Cibitung dimana masalah persediaan yang terjadi adalah kekurangan atau kelebihan stok produk jadi. Peneliti melakukan peramalan dengan metode *Additive Decomposition* dan *Multiplicative Decomposition*, perencanaan agregat dengan *mixed strategy*, dan pembuatan Jadwal Induk Produksi yang optimal untuk memenuhi permintaan dan meminimalkan biaya produksi. Biaya produksi minimal yang dihasilkan adalah sekitar 20 milyar rupiah untuk dua jenis produk yang diteliti.
4. Palit dan Octavia (2006) melakukan penelitian mengenai perancangan *inventory management system* pada sebuah perusahaan distributor bahan makanan yang seringkali disimpan sampai lebih dari batas kadaluarsa. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan sistem pengendalian persediaan produk yang meminimalkan total biaya simpan. Metode yang digunakan meliputi *ABC Classification*, pembuatan *periodic review model* dengan mempertimbangkan expired date dari suatu produk. Hasil rancangan menunjukkan bahwa *inventory management system* yang diusulkan memberikan penghematan biaya simpan sebanyak 25%.

Tabel 2.1 Rangkuman Penelitian Terdahulu

Keterangan	Ayu (2015)	Dewi (2014)	Putri (2013)	Palit dan Octavia (2006)	Penelitian yang dilakukan	
Tujuan Penelitian	Mengurangi <i>overstock</i>	Mengurangi <i>overstock and stockout</i>	Mengurangi <i>overstock and stockout</i>	Mengurangi stok bahan makanan kadaluarsa	Mengurangi <i>overstock multi-product</i>	
Objek Penelitian	Pabrik cat genteng	KUD susu pasteurisasi	Perusahaan teh	Perusahaan distributor bahan makanan	Perusahaan teh	
Metode	Menentukan jenis produk	-	-	ABC <i>Classification</i>	-	
	Peramalan	<i>Holt-Winter Seasonal</i>	Monte Carlo	-	Menyesuaikan pola data setiap jenis produk	
	Perencanaan Agrerat	<i>Chase Strategy</i>	ILP untuk meminimalkan biaya penyimpanan persediaan	<i>Mixed Strategy</i>	-	<i>Chase Strategy</i>
	Penentuan Jumlah Produksi	Volume Produksi Optimal dengan Hax and Meal, <i>Safety Stock</i> , dan JIP	-	Pembuatan Jadwal Induk Produksi	<i>Inventory Management System (Periodic Review Model)</i>	Disagregasi Presentase, <i>Safety Stock</i> , Database Jadwal Induk Produksi

2.2 Perencanaan Produksi

Perencanaan produksi sebagai suatu perencanaan taktis yang bertujuan untuk memberikan keputusan berdasarkan sumber daya yang dimiliki perusahaan dalam

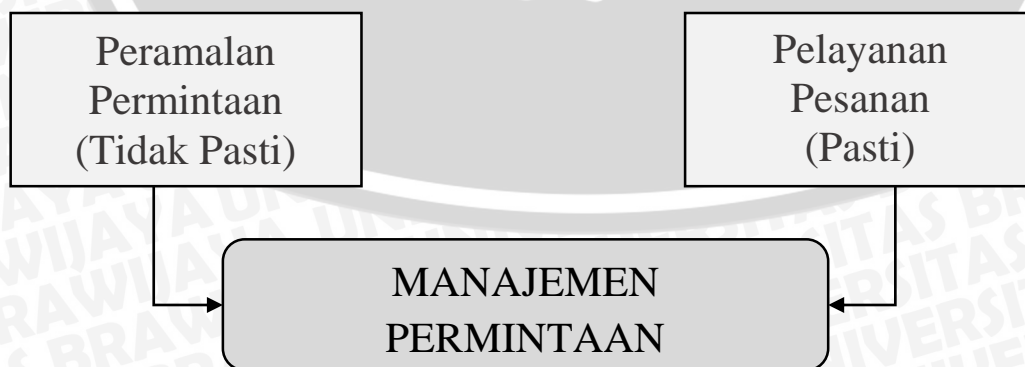
memenuhi permintaan akan produk yang dihasilkan (Nasution dan Prasetyawan, 2008). Perencanaan produksi adalah perencanaan dan pengorganisasian sebelumnya mengenai orang, bahan, mesin dan peralatan lain serta modal yang diperlukan untuk memproduksi barang atau jasa pada suatu periode tertentu dimasa depan sesuai dengan yang diramalkan (Assauri, 1987).

Perencanaan produksi yang tidak tepat dapat mengakibatkan tingginya atau rendahnya tingkat persediaan, sehingga mengakibatkan peningkatan ongkos simpan atau ongkos kehabisan persediaan. Dan yang lebih fatal, hal tersebut dapat mengurangi pelayanan kepada konsumen karena keterlambatan penyerahan produk (Nasution dan Prasetyawan, 2008).

2.3 Manajemen Permintaan

Pada dasarnya manajemen permintaan (*demand management*) didefinisikan sebagai suatu fungsi pengelolaan dari semua permintaan produk untuk menjamin bahwa penyusun jadwal induk (*master scheduler*) mengetahui dan menyadari semua permintaan produk itu (Gaspersz, 1998). Aktivitas utama dalam manajemen permintaan terbagi menjadi dua hal, yaitu pelayanan pesanan dan peramalan permintaan. Pelayanan pesanan merupakan aktivitas manajemen permintaan yang bersifat pasti, sedangkan peramalan permintaan merupakan aktivitas manajemen permintaan yang bersifat tidak pasti.

Peramalan permintaan merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan penjualan dan penggunaan produk sehingga produk-produk dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat (Gaspersz, 1998). Peramalan permintaan didasarkan pada data perusahaan yang bersifat historis selama jangka waktu tertentu. Aktivitas manajemen permintaan ini berkaitan dengan rencana perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan untuk periode berikutnya. Gambar 2.1 menunjukkan aktivitas utama manajemen permintaan.



Gambar 2.1 Aktivitas utama dalam manajemen permintaan
Sumber: Gaspersz (1998)

Pelayanan pesanan merupakan suatu proses yang mencakup aktivitas-aktivitas penerimaan pesanan, pemasukan pesanan, serta membuat janji kepada pelanggan berkaitan dengan produk dari perusahaan (Gaspersz, 1998). Pelayanan pesanan merupakan aktivitas menanggapi kebutuhan pelanggan dan berinteraksi dengan penyusun jadwal induk produksi untuk menjamin ketersediaan produk. Aktivitas manajemen permintaan ini berkaitan dengan komunikasi antara penjualan dengan ketersediaan perusahaan.

2.3.1 Definisi Peramalan Permintaan

Menurut Nasution dan Prasetyawan (2008), peramalan 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. Sedangkan menurut Kusuma (2009), peramalan adalah perkiraan tingkat permintaan satu atau lebih produk selama beberapa periode mendatang. Peramalan akan semakin baik jika mengandung sedikit kesalahan, walaupun kesalahan peramalan tetap merupakan suatu hal yang sangat manusiawi.

Pada dasarnya, terdapat sembilan langkah yang harus diperhatikan untuk menjamin efektivitas dan efisiensi dari sistem peramalan dalam manajemen permintaan (Gaspersz, 1998), yaitu:

1. Menentukan tujuan dari peramalan.
2. Memilih item *independent demand* yang akan diramalkan.
3. Menentukan horizon waktu dari peramalan (jangka pendek, menengah, atau panjang).
4. Memilih model-model peramalan.
5. Memperoleh data yang dibutuhkan untuk melakukan peramalan.
6. Validasi model peramalan.
7. Membuat peramalan
8. Implementasi hasil-hasil peramalan
9. Memantau keandalan hasil peramalan.

2.3.2 Horison Waktu Peramalan

Menurut Nasution dan Prasetyawan (2008), horison waktu peramalan dapat diklasifikasikan dalam tiga kelompok, yaitu:

1. Peramalan jangka panjang, umumnya 2 sampai 10 tahun. Peramalan ini digunakan untuk perencanaan produk dan perencanaan sumber daya.

2. Peramalan jangka menengah, umumnya 1 sampai 24 bulan. Peramalan ini lebih menghusus dibandingkan peramalan jangka panjang, biasanya digunakan untuk menentukan aliran kas, perencanaan produksi dan penentuan anggaran.
3. Peramalan jangka pendek, umumnya 1 sampai 5 minggu. Peramalan ini digunakan untuk mengambil keputusan dalam hal perlu tidaknya lembur, penjadwalan kerja dan lain-lain berkaitan dengan keputusan kontrol jangka pendek.

Menurut Gaspersz (1998), dalam sistem peramalan berlaku aturan bahwa semakin jauh periode dimasa mendatang yang diramalkan (dengan asumsi faktor-faktor lain tetap), hasil-hasil ramalan akan semakin kurang akurat.

2.3.3 Prosedur Peramalan Permintaan

Menurut Baroto (2002), secara umum untuk memastikan bahwa peramalan yang dilakukan dapat mencapai taraf ketepatan yang optimal, beberapa langkah yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut.

1. Penentuan tujuan

Tujuan peramalan tergantung pada kebutuhan informasi para manajer. Analisis peramalan peramalan membicarakan dengan para “*decision maker*” untuk mengetahui kebutuhan dan selanjutnya menentukan:

- a. Variabel apa yang akan diramalkan.
- b. Siapa yang akan menggunakan hasil peramalan.
- c. Untuk tujuan apa hasil peramalan digunakan.
- d. Peramalan jangka panjang atau jangka pendek yang diperlukan.
- e. Derajat ketepatan peramalan yang diinginkan.
- f. Kapan peramalan dilakukan.
- g. Bagian-bagian peramalan yang diinginkan.

2. Pengembangan model

Model merupakan cara pengolahan dan penyajian data agar lebih sederhana sehingga mudah untuk dianalisis. Pemilihan model bersifat krusial, setiap model memiliki asumsi yang harus sesuai dengan tipe data *input*. Validitas dan reabilitas ramalan sangat ditentukan oleh model yang digunakan.

3. Pengujian model

Pengujian model dilakukan untuk melihat tingkat akurasi dan realibilitas yang diharapkan. Nilai suatu model ditentukan oleh derajat ketepatan hasil peramalan dengan kenyataan (aktual).

4. Penerapan model

Penerapan model dengan cara memasukkan data historis (data masa lalu) untuk menghasilkan suatu ramalan.

5. Revisi dan evaluasi

Hasil peramalan yang telah dibuat harus senantiasa ditinjau ulang untuk diperbaiki. Perbaikan perlu dilakukan bila terdapat perubahan berarti pada variabel *input*-an.

2.3.4 Model Peramalan

Model peramalan dapat diidentifikasi berdasarkan pola data historis. Pemilihan model peramalan akan berdampak pada nilai ketepatan dan kesalahan hasil peramalan. Menurut Gaspersz (1998), model peramalan dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok utama, yaitu metode peramalan kualitatif dan kuantitatif. Menurut Nasution dan Prasetyawan (2008), peramalan juga dikelompokkan dalam dua kelompok, yaitu peramalan bersifat subjektif dan peramalan bersifat objektif.

1. Peramalan yang bersifat subyektif (Metode Peramalan Kualitatif)

Peramalan subyektif menekankan pada keputusan-keputusan hasil diskusi, pendapat pribadi seseorang dan intuisi yang meskipun terlihatnya kurang ilmiah tetapi dapat memberikan hasil yang baik. Beberapa model peramalan yang digolongkan sebagai model kualitatif adalah:

- a. Dugaan manajemen (*management estimate*), dimana peramalan semata-mata berdasarkan pertimbangan manajemen, umumnya manajemen senior. Metode ini akan cocok dalam situasi yang sangat sensitif terhadap intuisi dari satu atau sekelompok kecil orang yang karena pengalamannya mampu memberikan opini yang kritis dan relevan.
- b. Riset pasar (*market research*), merupakan metode peramalan berdasarkan hasil-hasil dari survey pasar yang dilakukan oleh tenaga-tenaga pemasar produk atau yang mewakilinya. Metode ini akan menjaring informasi dari pelanggan atau pelanggan potensial (konsumen) berkaitan dengan rencana pembelian mereka di masa mendatang.
- c. Metode kelompok terstruktur (*structured group methods*), seperti metode Delphi, dll. Metode Dhelphi merupakan teknik peramalan berdasarkan pada proses konvergensi dari opini beberapa orang atau ahli secara interaktif tanpa menyebutkan identitasnya.
- d. Analogi historis (*historical analogy*), merupakan teknik peramalan berdasarkan pola data masa lalu dari produk-produk yang dapat disamakan secara analogi. Analogi

historis cenderung akan menjadi terbaik untuk penggantian produk di pasar dan apabila terdapat hubungan substitusi langsung dari produk dalam pasar itu.

2. Peramalan yang bersifat objektif

Peramalan objektif merupakan prosedur peramalan yang mengikuti aturan-aturan matematis dan statistik dalam menunjukkan hubungan antara variabel-variabel bebas dengan permintaan yang terjadi pada masa lalu akan berulang pada masa yang akan datang. Peramalan objektif terdiri atas dua metode, yaitu metode ekstrinsik dan metode intrinsik.

a. Metode ekstrinsik, metode yang mempertimbangkan faktor-faktor eksternal yang dapat mempengaruhi besarnya permintaan di masa datang dalam model peramalannya. Metode ini lebih cocok untuk peramalan jangka panjang karena dapat menunjukkan hubungan sebab-akibat yang jelas dalam hasil peramalannya sehingga disebut Metode Kausal dan dapat memprediksi titik-titik perubahan. Kelemahan dari metode ini terletak dalam hal mahal biaya aplikasinya dan frekuensi perbaikan hasil peramalan yang rendah karena sulitnya menyediakan informasi perubahan faktor-faktor eksternal yang terukur. Metode ini akan diwakili oleh Metode Regresi.

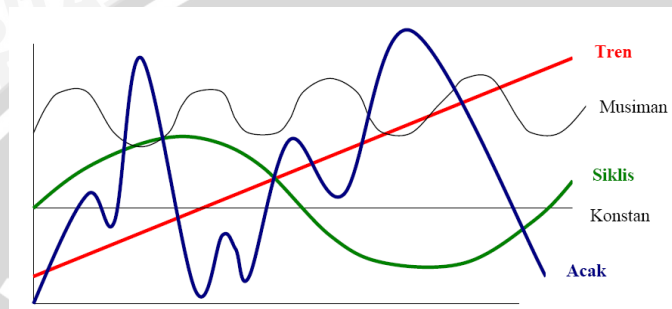
b. Metode intrinsik, metode ini membuat peramalan hanya berdasarkan pada proyeksi permintaan historis tanpa mempertimbangkan faktor-faktor eksternal yang mungkin mempengaruhi besarnya biaya permintaan. Metode ini hanya untuk peramalan jangka pendek pada kegiatan produksi, dimana dalam rangka pengendalian produksi dan pengendalian bahan baku seringkali perusahaan harus melibatkan banyak item yang berbeda. Metode intrinsik diwakili oleh Analisis Deret Waktu (*Time Series*).

2.3.5 Peramalan Deret Waktu

Analisis deret waktu didasarkan pada asumsi bahwa deret waktu tersebut itu terdiri dari komponen-komponen *Trend* (T), Siklus atau *Cycle* (C), Pola Musiman atau *Season* (S) dan Variasi acak atau *Random* (R) yang akan menunjukkan suatu pola tertentu. Gambar 2.2 menunjukkan komponen peramalan. Penjelasan komponen-komponen tersebut adalah sebagai berikut (Nasution dan Prasetyawan, 2008).

1. *Trend* (T), merupakan sifat dari permintaan dimasa lalu terhadap waktu terjadinya apakah permintaan dimasa lalu terhadap waktu terjadinya apakah permintaan tersebut cenderung naik, turun atau konstan.
2. Siklus atau *Cycle* (C), permintaan suatu produk dapat memiliki siklus yang berulang secara periodik, biasanya lebih dari satu tahun, sehingga pola ini tidak perlu dimasukkan dalam peramalan jangka pendek.

3. Pola Musiman atau *Season (S)*, fluktuasi permintaan suatu produk dapat naik turun disekitar garis *trend* dan biasanya berulang setiap tahun. Pola ini biasanya berulang setiap tahun. Pola ini biasanya disebabkan oleh faktor cuaca, musim libur panjang dan hari raya keagamaan yang akan berulang secara periodik setiap tahunnya.
4. Variasi Acak atau *Random (R)*, permintaan suatu produk dapat mengikuti pola bervariasi secara acak karena faktor-faktor adanya bencana alam, bangkrutnya perusahaan pesaing, promosi khusus, dan kejadian-kejadian lainnya yang tidak mempunyai pola tertentu.



Gambar 2.2 Komponen *forecasting*
Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

2.3.6 Metode Time Series

Berdasarkan penjelasan mengenai *time series*, alasisi metode *time series* sendiri dibagi menjadi beberapa jenis, antara lain:

1. *Simple Moving Average (MA)*

Moving average diperoleh dengan merata-rata permintaan berdasarkan beberapa data masa lalu yang terbaru, dimana bobot dari masing-masing data dianggap sama. Rumus MA dapat dilihat pada Persamaan (2-1).

$$F_{t+1} = \frac{1}{n} \sum_{i=t+1-n}^t D_i \quad (2-1)$$

Sumber: Gaspersz (1998)

Keterangan:

- F_{t+1} = ramalan untuk periode ke $t+1$
 D_t = nilai riil periode ke- t
 n = jangka waktu rata-rata bergerak

2. *Weighted Moving Average (WMA)*

Metode ini hampir sama dengan metode *simple moving average*, hanya saja bobot dari masing-masing data tidaklah sama, semakin terbaru data tersebut maka semakin berat bobotnya. Rumus WMA dapat dilihat pada Persamaan (2-2).

$$WMA_{(n)} = \frac{\sum(\text{pembobot untuk periode } n) \times (\text{permintaan aktual pada periode } n)}{\sum \text{pembobot}} \quad (2-2)$$

Sumber: Gaspersz (1998)

3. Exponential Smoothing (ES)

Metode peramalan yang hanya membutuhkan data permintaan terakhir dan peramalan terakhir. Persamaan pemulusannya menggunakan unsur penyesuaian stasioner atau disebut alpha (α). Rumus ES dapat dilihat pada Persamaan (2-3).

$$F_t = \alpha (D_{t-1}) + (1-\alpha)F_{t-1} \quad (2-3)$$

Sumber: Gaspersz (1998)

Keterangan:

F_t = Nilai ramalan untuk periode waktu ke-t

F_{t-1} = Nilai ramalan untuk satu periode waktu yang lalu, t-1

D_{t-1} = Nilai aktual untuk satu periode waktu yang lalu, t-1

α = Konstanta pemulusan (*smoothing constant*)

4. Holt's Double Exponential Smoothing (DES)

Digunakan pada saat data permintaan mempunyai trend, sehingga peramalannya menggunakan dua persamaan smoothing, masing-masing menggunakan menggunakan unsur penyamaan stasioner (α) dan unsur penyesuaian trend (β). Rumus-rumus DES dapat dilihat pada Persamaan (2-4), Persamaan (2-5), dan Persamaan (2-6).

Smooth the series forecast S_t

$$S_t = \alpha D_t + (1-\alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2-4)$$

Sumber: Gaspersz (1998)

Smooth the trend forecast T_t

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2-5)$$

Sumber: Gaspersz (1998)

Peramalan k periode dimasa mendatang

$$F_{t+k} = S_t + kT_t \quad (2-6)$$

Sumber: Gaspersz (1998)

Keterangan:

S_t = *Base Value* untuk periode-t

T_t = *Trend Value* untuk periode-t

T_{t-1} = *Trend Value* untuk periode sebelum periode-t

S_{t-1} = *Base Value* untuk periode sebelum periode-t

α = konstanta pemulusan (*smoothing constant*)

β = konstanta pemulusan *trend*

k = periode

F_{t+k} = Forecast pada periode t+k

5. Metode Holt-Winter dengan Faktor Musim

Digunakan pada saat data permintaan bersifat musiman dan mempunyai *trend*, sehingga peramalannya menggunakan tiga persamaan *smoothing*, masing-masing yaitu menggunakan unsur penyamaan stasioner (α), unsur penyesuaian *trend* (β), dan unsur penyesuaian musiman (γ). Terdapat dua rumus peramalan dengan metode winter dengan faktor musim yaitu Holt-Winter *Additive* dan Holt-Winter *Multiplicative*. Rumus Holt-Winter *Additive* dapat dilihat pada Persamaan (2-7) sampai (2-14). Rumus Holt-Winter *Multiplicative* dapat dilihat pada Persamaan (2-15) sampai (2-22).

Untuk Inisiasi Holt-Winter *Additive* (1 seasonal pertama):

$$S_t = Y_t - \sum_{i=1}^p \frac{Y_i}{p} \quad (2-7)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

$$E_p = Y_p - S_p \quad (2-8)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

$$T_p = 0 \quad (2-9)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

$$E_t = \alpha (Y_t - S_{t-p}) + (1 - \alpha) (E_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2-10)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

$$T_t = \beta (E_t - E_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad (2-11)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

$$S_t = \gamma (Y_t - E_t) + (1 - \gamma) S_{t-1} \quad (2-12)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

$$F_{t+1} = E_t + T_t + S_t \quad (2-13)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

$$F_{t+n} = E_t + nT_t + S_{t+n-p} \quad (2-14)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

Keterangan:

Y_p = Permintaan aktual pada periode ke p pada seasonal pertama

E_p = Base Level pada periode ke p pada seasonal pertama

T_p = Ekspektasi Nilai Trend pada periode ke p pada seasonal pertama

S_p = Faktor Seasonal pada periode ke p pada seasonal pertama

E_t = Base Level pada periode t

T_t = Ekspektasi Nilai Trend pada periode t

S_t = Faktor Seasonal pada periode t

p = Banyaknya periode (t) dalam satu seasonal

F_t = Forecast periode ke t

t = Periode peramalan

- n = Periode peramalan mendatang
 α = konstanta pemulusan untuk Base Level
 β = konstanta pemulusan untuk Ekspektasi Nilai Trend
 γ = konstanta pemulusan untuk Faktor Seasonal

Selain Holt-Winter *Additive*, terdapat Holt-Winter *Multiplicative*. Perbedaan dengan Holt-Winter *Additive* adalah komponen pemulusan data, *trend*, dan musiman dikalikan satu sama lain sehingga menghasilkan data *time series* yang lebih aktif.

$$S_t = \frac{Y_t}{\sum_{i=1}^p \frac{Y_i}{p}} \quad (2-15)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

$$E_p = \frac{Y_t}{S_t} \quad (2-16)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

$$T_p = 0 \quad (2-17)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

$$E_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-p}} + (1 - \alpha) (E_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2-18)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

$$T_t = \beta (E_t - E_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1} \quad (2-19)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

$$S_t = \gamma \left(\frac{Y_t}{E_t} \right) + (1 - \gamma) S_{t-p} \quad (2-20)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

$$F_{t+1} = (E_t + T_t) S_{t-p} \quad (2-21)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

$$F_{t+n} = (E_t + nT_t) S_{t+n-p} \quad (2-22)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

Keterangan:

- E_p = Base Level pada periode ke p pada seasonal pertama
 T_p = Ekspektasi Nilai Trend pada periode ke p pada seasonal pertama
 S_p = Faktor Seasonal pada periode ke p pada seasonal pertama
 E_t = Base Level pada periode t
 T_t = Ekspektasi Nilai Trend pada periode t
 S_t = Faktor Seasonal pada periode t
 p = Banyaknya periode (t) dalam satu seasonal
 F_t = *Forecast* periode ke t
 t = Periode peramalan
 n = Periode peramalan mendatang
 α = konstanta pemulusan untuk Base Level
 β = konstanta pemulusan untuk Ekspektasi Nilai Trend

γ = konstanta pemulusan untuk Faktor Seasonal

2.3.7 Analisis Kesalahan Peramalan

Ukuran akurasi hasil peramalan yang merupakan ukuran kesalahan peramalan merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan permintaan yang terjadi. Rumus dalam penetapan standar galat (*standard error*) antara lain *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Forecast Error* (MFE), *Mean Standar Error* (MSE), dan *Mean Absolute Presentation Error* (MAPE) (Nasution dan Prasetyawan, 2008).

Pada penelitian ini hanya digunakan Standar Error (MSE) dengan beberapa alasan. Minimasi galat dengan MFE kurang akurat karena penjumlahan antara nilai galat positif dan negatif. Nilai MFE akan semakin menurun apabila semakin banyak nilai galat yang negatif, namun pada kenyataannya nilai galat yang negatif tidak menunjukkan bahwa galat tersebut baik untuk diterima. Untuk menghindari kesalahan ini, dilakukan perhitungan galat absolut dengan MAD, MAPE, dan MSE. Jika dilihat dari segi perhitungannya, rumus standar galat dengan MSE lebih mudah digunakan dibanding MAD dan MAPE. Selain itu, MSE akan memberikan bobot yang besar kepada nilai-nilai galat yang ekstrim. Hasil ini menarik karena galat yang besar kurang disukai dibandingkan nilai galat yang kecil.

2.3.7.1 Mean Square Error (MSE)

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara sistematis MSE dirumuskan sesuai Persamaan (2-23).

$$MSE = \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \quad (2-23)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

Dimana:

e_t = permintaan aktual pada periode $-t$

n = jumlah periode peramalan yang terlibat

2.3.7.2 Tracking Signal

Tracking signal merupakan hasil dari *running sum of the forecast error* (RSFE) yang dibagi dengan *mean absolute deviation* (MAD). Fungsi dari *tracking signal* adalah untuk mengetahui perbandingan nilai aktual dengan nilai peramalan. *Tracking signal* seringkali disajikan dalam bentuk grafik atau *chart* sehingga dapat mengawasi *error* yang terjadi pada peramalan tiap periode. Rumus yang digunakan untuk menghitung *tracking signal* dapat

dilihat pada Persamaan (2-24), sedangkan perhitungan MAD secara sistematis dapat dilihat pada persamaan (2-25).

$$\text{Tracking Signal} = \frac{\text{RSFE}}{\text{MAD}} \quad (2-24)$$

Sumber: Gaspersz (1998)

Dimana:

RSFE = *Running sum of the forecast error*

MAD = *Mean absolute Deviation*

$$\text{MAD} = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \quad (2-25)$$

Sumber: Nasution dan Prasetyawan (2008)

Dimana:

A_t = permintaan aktual pada periode $-t$

F_t = peramalan permintaan pada periode $-t$

n = jumlah periode peramalan yang terlibat

Dalam pembuatan *tracking* signal, Batas Kendali Atas (BKA) yang digunakan adalah +4 dan Batas Kendali Bawah (BKB) yang digunakan adalah -4. Hal ini karena ± 4 MAD sama dengan $\pm 3,2$ standar deviasi sehingga agar sebuah ramalan berada dalam kontrol maka 99,9% dari galat atau kesalahan akan berada pada ± 4 MAD sehingga nilai ini masuk akal untuk digunakan (Heizer dan Render, 2011).

2.4 Perencanaan Agregat

Agregat menyatakan bahwa perencanaan dibuat pada tingkat kasar untuk memenuhi total kebutuhan semua produk yang akan dihasilkan dengan menggunakan sumber daya yang ada. Perencanaan agregat dibuat untuk menyesuaikan kemampuan produksi dalam menghadapi permintaan pasar yang tidak pasti dengan mengoptimalkan penggunaan tenaga kerja dan peralatan produksi yang tersedia sehingga ongkos total produksi dapat ditekan seminim mungkin (Nasution dan Prasetyawan, 2008).

Menurut Smith (1989), rencana produksi merupakan pernyataan tingkat produksi yang digambarkan dalam bentuk pernyataan agregat. Agregat menjadi penting karena dapat menentukan berapa banyak produksi yang dibuat dalam jangka panjang.

2.4.1 Strategi Perencanaan Agregat

Menurut Nasution dan Prasetyawan (2008), umumnya terdapat empat strategi yang dapat dipilih dalam membuat perencanaan agregat, sebagai berikut.

1. Memproduksi banyak barang pada saat permintaan rendah dan menyimpan kelebihannya sampai saat yang dibutuhkan.
2. Merekrut tenaga kerja pada saat permintaan tinggi dan memberhentikannya pada saat permintaan rendah.
3. Melemburkan tenaga kerja. Jika permintaan naik, maka kapasitas produksi dapat dinaikan dengan melemburkan tenaga kerja.
4. Mensubkontrakan sebagian pekerjaan pada saat sibuk. Alternatif ini akan mengakibatkan tambahan ongkos karena subkontrak dan ongkos kekecewaan konsumen bila terjadi keterlambatan penyerahan dari barang yang disubkontrakan.

Menurut Gaspersz (1998), terdapat tiga alternatif strategi perencanaan produksi, sebagai berikut:

1. Metode *level*. Didefinisikan sebagai metode perencanaan produksi yang mempunyai distribusi merata dalam produksi. Dalam perencanaan produksi, metode *level* mempertahankan tingkat kestabilan produksi sementara menggunakan *inventory* yang bervariasi untuk mengakumulasi *output*.
2. Strategi *chase*. Didefinisikan sebagai metode perencanaan produksi yang mempertahankan tingkat kestabilan persediaan, sementara produksi bervariasi.
3. Strategi *compromise*. Merupakan kompromi antara kedua metode perencanaan produksi diatas.

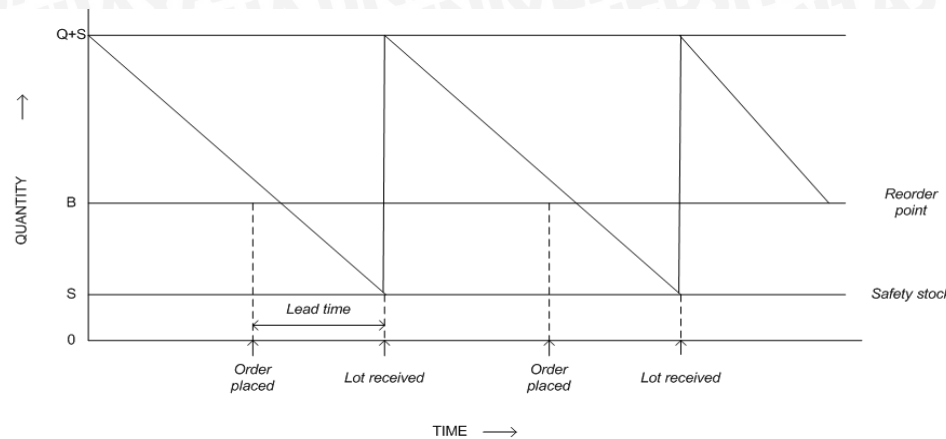
2.5 Persediaan

Persediaan merupakan produk yang disimpan untuk digunakan di masa mendatang. Produk tersebut dapat berupa bahan baku, produk setengah jadi, ataupun produk jadi. (Silver, Pyke, dan Peterson 1998). Terdapat dua model persediaan yang dipilih berdasarkan karakteristik dari pola permintaan. Berikut adalah penjelasan dari model persediaan.

1. *Deterministic model*

Model ini digunakan apabila jumlah permintaan dan waktu *lead time* yang dimiliki adalah konstan. Sehingga perusahaan tidak perlu menyediakan persediaan produk di gudangnya. Pada saat pemesanan produk dilakukan, jumlah persediaan produk adalah nol. Model ini biasa digunakan pada model persediaan tradisional. Gambar 2.3 menunjukkan model persediaan ideal (*deterministik model*).

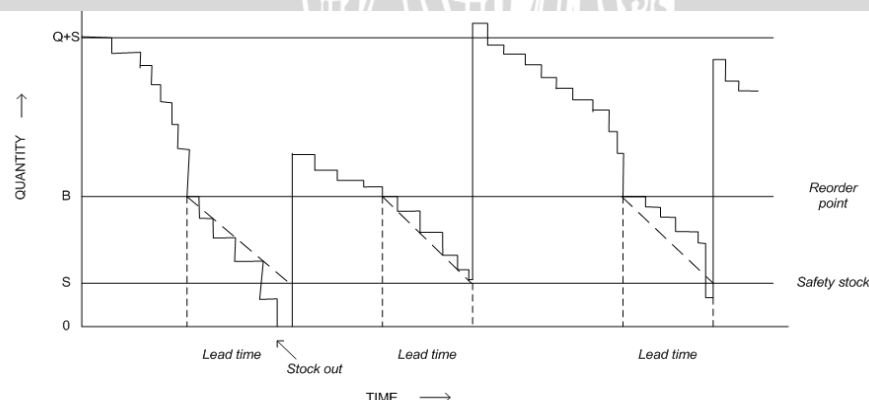
Pada Gambar 2.3 dapat dilihat pada saat B (*reorder point*) akan dilakukan pemesanan sampai memenuhi titik $Q+S$, dimana Q adalah jumlah permintaan dan S adalah *safety stock*. Perusahaan tidak perlu memiliki persediaan produk dikarenakan jumlah permintaan dan lead time yang dibutuhkan sama pada setiap waktunya.



Gambar 2.3 Model persediaan yang ideal
Sumber: Tersine (1994)

2. Probabilistic model

Model ini digunakan apabila jumlah permintaan dan waktu *lead time* yang dimiliki berubah-ubah. Berikut adalah gambar model persediaan pada masa sekarang. Gambar 2.4 menunjukkan bahwa pemesanan dilakukan apabila jumlah persediaan produk yang dimiliki sudah mencapai *safety stock*, sehingga waktu pemesanan tidak pasti. Dan apabila lead time pengiriman terlalu lama akan menyebabkan perusahaan tidak mampu memenuhi permintaan konsumennya (*stock out*). *Probabilistic model* dapat diklasifikasikan dalam 3 kategori.



Gambar 2.4 Model persediaan pada masa sekarang
Sumber: Tersine (1994)

Ketiga kategori *probabilistic model* adalah sebagai berikut.

- a. Jumlah permintaan konstan dan *lead time* berubah-ubah

Karena jumlah permintaan (Q) konstan dan lead time (L) berubah-ubah, maka harus dicari reorder point (B) untuk menentukan lead time pengiriman produk. Reorder point yang berpatokan pada minimum lead time cenderung tidak memiliki persediaan produk, sedangkan reorder point yang berpatokan pada maximum lead time cenderung memiliki persediaan produk yang berlebihan.

- b. Jumlah permintaan berubah-ubah dan lead time konstan

Karena lead time (L) konstan dan jumlah permintaan (Q) berubah-ubah, maka dibutuhkan data distribusi permintaan, sehingga dapat dicari nilai *safety stock* (S) yang seharusnya dimiliki oleh perusahaan. Tujuan dari permodelan ini adalah untuk mengurangi biaya penyimpanan atau mencari biaya penyimpanan yang paling minimal.

- c. Jumlah permintaan dan lead time berubah-ubah

Jumlah permintaan (Q) dan lead time (L) pengiriman produk berubah-ubah, tujuan dari permodelan ini adalah menetapkan reorder point (B) dengan biaya simpan yang paling minimal.

2.6 Safety Stock

Safety stock merupakan persediaan yang ada untuk mengurangi resiko kehabisan barang bila ada permintaan pelanggan karena terdapat ketidakpastian baik di permintaan pelanggan ataupun produksi yang dilakukan perusahaan (Tersine, 1994). Rumus perhitungan *safety stock* dapat dilihat pada Persamaan (2-26).

$$SS = \sigma \times k \quad (2-26)$$

Sumber: Tersine (1994)

2.7 Disagregasi

Dalam hirarki sistem perencanaan, mempersiapkan MPS dilakukan dengan proses disagregasi (Smith, 1989). Proses disagregasi dilakukan dari proses pemisahan rencana agregat menjadi rencana produksi terperinci untuk setiap produk. Hasil dari disagregasi adalah jumlah produksi setiap jenis produk teh kemasan untuk setiap periode yang akan menjadi masukan dalam jadwal induk produksi. Disagregasi digunakan dengan metode persentase, karena semua produk tidak memiliki waktu setup yang sama (bukan *family product*).

2.8 Jadwal Induk Produksi

Menurut Handoko (2000), jadwal induk produksi (atau disebut *master production scheduling*) merupakan rencana induk perusahaan dan setelah disetujui akan mengendalikan sistem perencanaan dan pengawasan produksi. Menurut Gaspersz (1998), bentuk umum dari jadwal induk produksi dapat dilihat pada Gambar 2.5.

Fungsi jadwal induk produksi adalah menerjemahkan dan merinci dan rencana-rencana agregat menjadi produk-produk akhir tertentu, mengevaluasi jadwal alternatif, merinci dan menentukan kebutuhan material, merinci dan menentukan kebutuhan kapasitas, memudahkan pemrosesan informasi, menjaga validitas prioritas dan menggunakan kapasitas secara efektif.

1. *Lead time* adalah waktu (banyaknya periode) yang dibutuhkan untuk memproduksi atau membeli suatu item.

MASTER PRODUCTION SCHEDULE (MPS)						
	Lot Size: Safety Stock:		Demand Time Fence: Planning Time Fence:			
Lead Time: On Hand:	Time Periods (Weeks)					
	1	2	3	4	5	6
Sales Plan (Sales Forecast)						
Actual Orders						
Projected Available Balance (PAB)						
Available to Promise (ATP)						
Cumulative ATP						
MPS						

Gambar 2.5 Bentuk umum dari *Master Production Scheduling*
Sumber: Gaspersz (1998)

2. *On hand* adalah posisi awal persediaan awal yang secara fisik tersedia dalam stok, yang merupakan kuantitas dari item yang ada dalam stok.
3. *Lot size* adalah kuantitas dari item yang biasanya dipesan dari pabrik atau pemasok. Sering disebut juga sebagai kuantitas pesanan (*order quantity*) atau ukuran *batch* (*batch size*).
4. *Safety stock* adalah stock tambahan dari item yang direncanakan untuk berada dalam persediaan yang dijadikan sebagai stok pengaman guna mengatasi fluktuasi dalam ramalan penjualan, pesanan-pesanan pelanggan dalam waktu singkat (*short-term customer orders*), penyerahan item untuk pengisian kembali persediaan, dan lain – lain.
5. *Demand time fence* adalah periode mendatang dari jadwal induk produksi di mana dalam periode ini perubahan-perubahan terhadap jadwal induk produksi tidak diijinkan

atau tidak diterima karena akan menimbulkan kerugian biaya yang besar akibat ketidaksesuaian atau kekacauan jadwal.

6. *Planning time fence* adalah periode mendatang dari jadwal induk produksi di mana dalam periode ini perubahan-perubahan dalam jadwal induk produksi dievaluasi guna mencegah ketidaksesuaian atau kekacauan jadwal yang akan menimbulkan kerugian dalam biaya.
7. *Time periods for display* adalah banyaknya periode waktu yang ditampilkan dalam format jadwal induk produksi.
8. *Sales plan* merupakan rencana penjualan atau peramalan penjualan untuk item yang dijadwalkan itu.
9. *Actual order* merupakan pesanan-pesanan yang diteruma dan bersifat pasti. Semua pesanan yang bersifat pasti akan dikelompokkan ke dalam aktivitas *order service*, sedangkan *sales plan* akan dikelompokkan ke dalam aktivitas peramalan.
10. *Projected available balances* merupakan proyeksi *on-hand inventory* dari waktu ke waktu selama horizon perencanaan jadwal induk produksi, yang menunjukkan status persediaan yang diproyeksikan pada akhir dari setiap periode waktu dalam horizon perencanaan. PAB dihitung dengan Persamaan (2-27).

$$\text{PAB} = \text{On Hand} \text{ atau PAB periode sebelumnya} + \text{MPS} - \text{Sales Forecast} \quad (2-27)$$

Sumber: Gaspersz (1998)

11. *Available to promise* memberikan informasi tentang berapa banyak item atau produk tertentu yang dijadwalkan pada periode waktu itu tersedia untuk pesanan pelanggan, sehingga berdasarkan informasi ini bagian pemasaran dapat membuat janji yang tepat kepada pelanggan. ATP dihitung dengan Persamaan (2-28).

$$\text{ATP} = \text{On Hand} + \text{MPS} - \text{safety stock} - \text{act. order sebelum MPS berikutnya} \quad (2-28)$$

Sumber: Gaspersz (1998)

12. *Master production scheduling* merupakan jadwal produksi atau manufaktur yang diantisipasi untuk item tertentu.

2.9 Konsep Excel Vba

Menurut Kiong (2009), Visual Basic for Application (VBA) merupakan integrasi dari bahasa *event-driven programming* Microsoft Visual Basic dengan aplikasi Microsoft Office, seperti Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point, dan lain-lain. Dengan menggunakan Visual Basic dalam aplikasi Microsoft Office, pengguna dapat membuat pengaturan dan program untuk meningkatkan kapabilitas dari aplikasi tersebut.

Microsoft Excel VBA merupakan aplikasi yang paling populer pada Visual Basic for Application. Dengan mempelajari Excel VBA, pengguna dapat mengatur fungsi untuk melengkapi *built-in formula* dan fungsi dari Microsoft Excel. Pengguna juga dapat mempelajari dasar pemrograman dengan Visual Basic dalam Microsoft Excel tanpa harus membeli aplikasi Microsoft Visual Basic.

2.10 Konsep Pemecahan Masalah

Pada sub-bab ini dijabarkan mengenai analisa permasalahan yang sebelumnya disinggung pada Bab I dan metode-metode yang relevan yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah tersebut, seperti yang telah dijelaskan pada Bab II. Sub-bab ini menjelaskan secara sistematis hubungan antara permasalahan dalam penelitian dan menjelaskan terperinci mengenai akar permasalahan dan solusi dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. Konsep pemecahan masalah dimulai dari menganalisa masalah, memilih metode yang relevan dan konsep solusi.

2.10.1 Analisis Masalah

Terjadinya fluktuasi permintaan pada divisi teh celup CV Duta Java Tea Industri mempengaruhi tingkat produksi dan persediaan teh kemasan. Hal tersebut menyebabkan terjadinya penumpukan persediaan 11 jenis produk teh celup yang diproduksi oleh divisi teh celup CV Duta Java Tea Industri. Penumpukan persediaan produk teh celup tersebut menyebabkan biaya persediaan meningkat. Oleh sebab itu, diperlukan perencanaan produksi untuk meminimalkan persediaan yang disusun dalam jadwal induk produksi. Berikut identifikasi variabel yang berpengaruh pada penelitian pada Tabel 2.2 dan Tabel 2.3.

Tabel 2.2 Variabel masukan yang berpengaruh

	No	Nama Variabel	Jenis	Jenis Variabel	Tipe dan satuan data	Keterangan
Input	1	Permintaan konsumen	Sekunder	Independen	Box	Jumlah permintaan terhadap produk teh celup CV Duta Java Tea Industri
	2	Persediaan	Sekunder	Independen	Box	Jumlah persediaan produk teh celup CV Duta Java Tea Industri
	3	Waktu Produksi	Primer	Independen	Jam	Waktu yang dibutuhkan dalam memproduksi suatu produk
	4	Sumber daya	Primer	Independen	Orang/mesin	Jumlah sumber daya yang digunakan dalam rangka memproduksi suatu produk
	5	Hari Kerja	Sekunder	Independen	hari	Jumlah hari yang dimiliki dalam rangka memproduksi produk setiap periode perencanaan

Tabel 2.3 Variabel keluaran yang berpengaruh

	No	Nama Variabel	Jenis	Jenis Variabel	Tipe dan satuan data	Keterangan
Output	1	Peramalan Produk	-	Independen	Box	Jumlah produk yang diperkirakan menjadi permintaan konsumen pada periode mendatang
	2	<i>Safety stock</i>	-	Independen	Box	Jumlah produk minimal yang disimpan untuk menghindari <i>loss of sales</i> karena fluktuasi permintaan
	3	Biaya Agregat	-	Dependen	Rupiah	Biaya yang disebabkan oleh biaya produksi dan biaya persediaan pada periode perencanaan
	4	Biaya Persediaan	-	Independen	Rupiah	Biaya yang dibebankan karena timbulnya persediaan
	5	Biaya Produksi	-	Independen	Rupiah	Biaya yang dibebankan dalam rangka memproduksi suatu produk
	6	Jadwal Induk Produksi	-	Independen	Box	Jumlah produk yang diproduksi perusahaan setiap bulan
	7	Rencana Produksi Harian	-	Dependen	Box	Jumlah produk yang diproduksi perusahaan setiap hari

2.10.2 Metode Relevan

Dari studi pustaka di Bab II dapat dipilih metode yang relevan yang akan memberi penyelesaian pada permasalahan yang ada sebagai berikut :

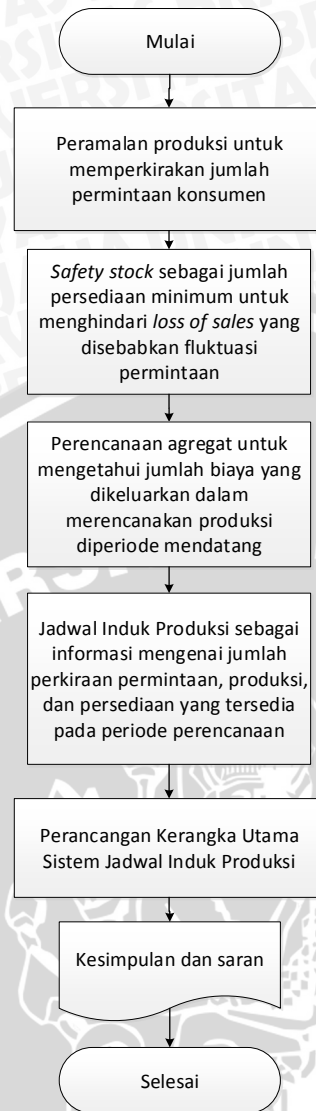
- Peramalan permintaan untuk memperkirakan jumlah produk yang diminta oleh konsumen pada periode mendatang. Peramalan menggunakan metode *moving average*, *weight moving average*, dan *exponential smoothing* untuk produk dengan grafik historis permintaan bersifat acak. Peramalan menggunakan metode *double exponential smoothing* untuk produk dengan grafik historis permintaan membentuk trend. Peramalan menggunakan metode *winter additive* dan *winter multiplicative* untuk produk dengan grafik historis permintaan yang memiliki pola musiman. Setelah dilakukan peramalan dengan beberapa metode peramalan, metode peramalan diuji dengan rumus standar galat *mean square error* dan tracking signal untuk menentukan metode peramalan terpilih berdasarkan galat ramalan minimum. Setelah itu, metode peramalan terpilih digunakan untuk memperkirakan permintaan produk untuk 12 periode mendatang.
- Menggunakan Solver pada Microsoft Excel untuk menentukan nilai alfa optimum pada peramalan *exponential smoothing*, menentukan alfa dan beta optimum pada peramalan *double exponential smoothing*, dan alfa, beta, gamma optimum pada peramalan *winter*

additive dan *winter multiplicative* berdasarkan nilai *mean square error* minimum dalam peramalan permintaan.

- *Safety stock* dengan metode yang diambil dari literatur Tersine tahun 1994 untuk menentukan jumlah persediaan minimum pada 11 produk teh celup yang diproduksi CV Duta Java Tea Industri. *Safety stock* digunakan untuk mengurangi resiko kehabisan barang bila ada permintaan pelanggan karena terdapat ketidakpastian baik di permintaan pelanggan ataupun produksi yang dilakukan perusahaan.
- Perencanaan agregat dengan metode *chase* untuk mengetahui biaya yang diperlukan dalam memproduksi produk teh celup setiap bulan dalam periode perencanaan. Perencanaan agregat menggunakan metode *chase* karena metode ini tepat digunakan untuk meminimalkan tingkat persediaan yang menjadi permasalahan utama dalam penelitian ini. Hasil akhir dari perencanaan agregat adalah biaya perencanaan agregat dan rencana produksi setiap bulan yang kemudian digunakan sebagai data masukan dari jadwal induk produksi.
- Jadwal induk produksi disusun sistematis sebagai informasi mengenai ramalan permintaan produksi setiap periode (bulanan), rencana produksi 11 produk teh celup (bulanan dan harian), dan jumlah produk yang tersedia (bulanan) untuk masing – masing produk yang diproduksi oleh divisi teh celup CV Duta Java Tea Industri.
- Perancangan aplikasi sistem jadwal induk produksi menggunakan Excel, Solver dan VBA dengan tujuan sebagai alat bantu pengolahan data peramalan permintaan, *safety stock*, perencanaan agregat, jadwal induk produksi untuk mengetahui jumlah produk yang diproduksi pada periode perencanaan dan biaya yang dikeluarkan dalam memproduksi produk.

2.10.3 Konsep Solusi

Dari analisis permasalahan dan pemilihan metode yang relevan diatas, maka disusun konsep solusi yang dinyatakan dalam algoritma seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Kerangka Solusi Masalah

Dari Gambar 2.6 dapat dijelaskan bahwa akan dirancang sistem jadwal induk produksi. Sistem tersebut akan mempunyai fitur peramalan dengan menggunakan Solver, perhitungan *safety stock*, perencanaan agregat, dan pernyataan mengenai jadwal induk produksi. Data yang diperoleh dari perusahaan di masukkan ke dalam sistem informasi untuk dapat diolah sehingga didapatkan perkiraan permintaan konsumen pada periode mendatang. Setelah itu, akan dihitung biaya perencanaan agregat berdasarkan biaya yang produksi dan biaya persediaan yang dikeluarkan oleh perusahaan. Dari hasil perhitungan peramalan, *safety stock*, dan perencanaan agregat akan disusun jadwal induk produksi untuk mengetahui jumlah produksi setiap bulannya. Jadwal induk produksi kemudian dijelaskan terperinci dalam rencana produksi harian untuk menjelaskan rencana produksi perusahaan setiap hari.

