

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan mengenai landasan teori dan referensi yang digunakan dalam menyelesaikan masalah penelitian. Tinjauan pustaka digunakan sebagai pedoman agar pelaksanaan penelitian dapat terfokus pada tujuan yang ingin dicapai dan bersumber dari beberapa literatur.

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu terkait dengan pengukuran efektifitas produksi adalah sebagai berikut:

1. Hayun dan Johanda (2008) meneliti tentang usulan penerapan *Manufacturing Resource Planning* (MRP II) untuk penerapan pada produk Nata De Coco jenis Cup, SP dan PB yang diproduksi oleh PT KSP. Untuk metode peramalan digunakan *Double Moving Average*, *Double Exp. Smoothing*, *Triple Exp. Smoothing* dan *Linear Regression*, didapatkan metode peramalan yg tepat adalah Regresi dengan tinjauan MSE dan MAPE terkecil, lalu *Agregate Planning* dilakukan dengan metode konstan dan *Case*, didapatkan metode *Case* yang paling optimal. Setelah dilakukan penyusunan MPS disertai dengan validasi oleh RCCP, maka dicarilah ukuran pemesanan lot yang tepat dengan metode *lot sizing Lot for Lot*, EOQ, POQ, *Fixed Period Requirement* (FPR). Didapatkan hasil optimal dengan *lot sizing LFL* dan FPR dengan total biaya Rp 20.149.219,20. Setelah dilakukan penyusunan MRP maka dilakukanlah validasi kapasitas perusahaan dengan menggunakan CRP. Untuk perhitungan kapasitas RCCP dan CRP tidak mengalami kekurangan kapasitas.
2. Fuad (2011) meneliti tentang perencanaan persediaan bahan baku kayu gelondongan dengan metode *silver meal* dengan metode *Material Requirement Planning* (MRP). Adapun tujuan dari penelitiannya ini adalah mengidentifikasi *safety stock*, biaya pemesanan, *lot size*, serta *reorder point* bahan baku untuk kemudian melakukan perencanaan persediaan bahan baku. Data-data yang ada pada perusahaan memiliki karakteristik tingkat permintaan yang bervariasi sehingga data-data tersebut diolah

dengan model *silver meal*. Metode peramalan yang terpilih berdasarkan nilai MAD dan MFE terkecil adalah *Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,5$. Sedangkan *lot size* untuk jenis Meranti 11 kali pemesanan, untuk jenis kayu Rimba Campuran 6 kali pemesanan, dan untuk jenis Kayu Indah 1 kali pemesanan. Kemudian dilakukan perencanaan persediaan yang menghasilkan biaya persediaan total Rp 2.259.845.527,19 atau menghasilkan efisiensi biaya sebesar 12,09 dibandingkan kebijakan perusahaan yaitu sebesar Rp 2.570.690.100,00.

3. Pratama (2014) meneliti tentang Perencanaan produksi dengan validasi *Capacity Requirement Planning* untuk produk pallet dengan ukuran 71 x 101,63 x 88,89 x 120,67 x 102,81 x 111,94 x 113 dan 97 x 114. Proses produksi terdiri dari mesin Saw Mill, *Cross Cut*, Ketam Press Papan, Ketam Press Balok, Perakitan Kaki, Perakitan Akhir dan Oven. Hasil dari penelitian ini adalah terbentuknya peramalan permintaan selama 12 periode serta usulan penambahan mesin serta pekerja untuk proses Ketam Press papan serta Ketam Press Balok.
4. Heryanto, Suhandi dan Suherman (2015) meneliti tentang perancangan kebutuhan bahan baku dengan menggunakan teknik *lot sizing Lot for Lot*, *Wagner Within* dan *Joint Replenishment* dalam upaya meminimasi biaya persediaan. Penelitian diawali dengan pengklasifikasian supplier bahan baku dalam klasifikasi ABC untuk mengetahui supplier mana saja yang memiliki total pemakaian tertinggi dari semua supplier PT X. Hasil dari klasifikasi ABC terpilih 3 supplier *import* dari kelas A teratas yaitu supplier H, A dan M. Setelah dilakukan metode *lot sizing*, dipilihlah metode *Wagner-Within* dengan pada supplier H dengan total biaya biaya pesan Rp 4.265.049,00 serta biaya simpan Rp 24.118.651,00 dengan biaya total Rp 28.383.700,00 dan menghasilkan penghematan Rp 455.055,00.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Objek	Metode	Hasil
Anggara Hayun; Johanda (2008)	PT. Kara Santan Pertama	MRP II dengan: Peramalan; <i>Double Moving Average, Double Exp. Smoothing, Triple Exp. Smoothing</i> dan <i>Linear Regression</i> <i>Lot Sizing; Lot for Lot, EOQ, POQ, Fixed Period Requirement (FPR).</i>	Analisa MRP II untuk penerapan pada produk <i>Nata De Coco</i> jenis Cup, SP dan PB didapatkan metode peramalan yg tepat adalah Regresi dengan tinjauan MSE dan MAPE terkecil, lalu <i>Agregate Planning</i> metode Case, lalu dengan <i>Lot Sizing LFL</i> dan FPR dengan total biaya Rp 20.149.219,20. Untuk perhitungan kapasitas RCCP dan CRP tidak mengalami kekurangan kapasitas.
Fuad Ath Harry (2011)	PT. Kantingan Timber Celebes	MRP dengan: Peramalan; <i>Weighted Moving Average, Exponential Smoothing</i> <i>Lot Sizing; Silver Meal</i>	Penyusunan MRP untuk baku kayu gelondongan dengan metode <i>silver meal</i> . Berdasarkan MAD dan MFE terkecil, peramalan dipilih adalah <i>Exponential Smoothing</i> dengan $\alpha = 0,5$ dan biaya persediaan total Rp 2.259.845.527,19
Anda Mulya Pratama (2014)	CV. Riau Pallet	<i>Capacity Requirement Planning</i> dengan; Peramalan; <i>Moving Average, Single Exp. Smoothing</i> dan <i>Linear Regreesion. Lot Sizing; EOQ</i>	Perencanaan produksi dengan validasi <i>Capacity Requirement Planning</i> untuk produk pallet dengan 7 macam ukuran. Hasil dari penelitian ini adalah terbentuknya peramalan permintaan selama 12 periode serta usulan penambahan mesin serta pekerja untuk proses Ketam Press papan serta Ketam Press Balok.
Rainisa Maini Heryanto, Victor Suhandi dan Mega Kurniawati Suherman. (2015)	PT. X	MRP dengan metode <i>Wagner-Within</i> dan <i>Joint Replenishment</i>	Penyusunan MRP untuk perencanaan pemesanan bahan baku pembuatan tas dan peralatan petualangan. Penelitian diawali dengan pengklasifikasian <i>supplier</i> bahan baku dalam klasifikasi ABC dan terpilih 3 <i>supplier import</i> dari kelas A teratas yaitu <i>supplier H, A</i> dan <i>M</i> . Setelah dilakukan metode <i>lot sizing</i> , dipilihlah metode <i>Wagner-Within</i> dengan pada <i>supplier H</i> dengan penghematan Rp 455.055,00

2.2 Persediaan

Pada dasarnya persediaan akan mempermudah atau memperlancar jalannya operasi perusahaan pabrik yang harus dilakukan secara berturut-turut untuk memproduksi barang-barang, selanjutnya menyampaikan kepada langganan atau konsumen.

Menurut Rangkuti (2002:8) persediaan yang diadakan mulai dari bahan baku sampai barang jadi, antara lain berguna untuk:

1. Menghilangkan risiko keterlambatan datangnya barang
2. Menghilangkan risiko barang yang rusak
3. Mempertahankan stabilitas operasi perusahaan
4. Mencapai penggunaan mesin yang optimal
5. Memberi pelayanan yang sebaik-baiknya bagi konsumen

2.2.1 Jenis Persediaan Menurut Fungsinya

Menurut Rangkuti (2002:20) jenis-jenis persediaan menurut fungsinya yaitu:

1. *Batch Stock/Lot size Inventory*

Persediaan yang diadakan karena kita membeli atau membuat bahan-bahan atau barang-barang dalam jumlah yang lebih besar dari jumlah yang dibutuhkan saat itu.

Keuntungannya adalah potongan harga pada harga pembelian, efisiensi produk, penghematan biaya angkutan.

2. *Fluctuation Stock*

Persediaan yang diadakan untuk menghadapi fluktuasi permintaan konsumen yang tidak dapat diramalkan.

3. *Anticipation Stock*

Persediaan yang diadakan untuk menghadapi fluktuasi permintaan yang dapat diramalkan, berdasarkan pola musiman yang terdapat dalam satu tahun dan untuk menghadapi penggunaan atau penjualan atau permintaan yang meningkat.

2.2.2 Jenis Persediaan Menurut Jenis dan Posisi Barang

Menurut Rangkuti (2002:20) berikut ini merupakan jenis-jenis persediaan menurut jenis dan posisi barang.

1. Persediaan bahan baku yaitu persediaan barang berwujud, seperti besi, kayu, serta komponen-komponen lain yang digunakan dalam proses produksi.
2. Persediaan bagian produk atau komponen yang dibeli yaitu persediaan barang-barang yang terdiri dari komponen-komponen yang diperoleh dari perusahaan lain secara langsung dapat dirakit menjadi suatu produk.
3. Persediaan bahan-bahan pembantu atau penolong yaitu persediaan barang-barang yang diperlukan dalam proses produksi, tetapi bukan merupakan bagian atau komponen barang jadi.
4. Persediaan barang-barang setengah jadi atau barang dalam proses yaitu persediaan barang-barang yang merupakan keluaran dari tiap-tiap bagian dalam proses produksi atau telah diolah menjadi suatu bentuk, tetapi masih perlu diproses lebih lanjut menjadi barang jadi.
5. Persediaan barang jadi yaitu persediaan barang-barang yang telah selesai diproses atau diolah dalam pabrik dan siap dijual atau dikirim kepada pelanggan

2.2.3 Biaya-Biaya dalam Sistem Persediaan

Menurut Nasution (2008:121) adapun biaya-biaya yang harus dipertimbangkan dalam sistem persediaan, yaitu:

- **Biaya Pembelian (*Purchasing Cost*)**

Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang. Besarnya biaya pembelian ini bergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang. Biaya pembelian menjadi faktor penting ketika harga barang yang dibeli bergantung pada ukuran pembelian. Situasi ini akan diistilahkan sebagai *quantity discount* atau *price break* di mana harga barang per-unit akan turun bila jumlah barang yang dibeli meningkat. Dalam kebanyakan teori persediaan, komponen biaya pembelian tidak dimasukkan dalam total biaya sistem persediaan karena diasumsikan bahwa harga barang per-unit tidak dipengaruhi oleh jumlah barang yang dibeli sehingga komponen biaya pembelian untuk periode waktu tertentu (misalnya satu tahun) konstan dan hal ini tidak akan mempengaruhi jawaban optimal tentang berapa banyak barang yang harus dipesan.

- **Biaya Pengadaan (*Procurement Cost*)**

Biaya pengadaan dibedakan atas 2 jenis sesuai asal-usul barang yaitu biaya pemesanan (*ordering cost*) bila barang yang diperlukan diperoleh dari pihak luar (*supplier*) dan biaya pembuatan (*setup cost*) bila barang diperoleh dengan memproduksi sendiri.

- **Biaya Pemesanan (*Ordering Cost*)**

Biaya pemesanan adalah semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar. Biaya ini meliputi biaya untuk menentukan pemasok (*supplier*), pengetikan pesanan, pengiriman pesanan, biaya pengangkutan, biaya penerimaan dan seterusnya. Biaya ini diasumsikan konstan untuk setiap kali pesan.

- **Biaya Pembuatan (*Setup Cost*)**

Biaya pembuatan adalah semua pengeluaran yang timbul dalam mempersiapkan produksi suatu barang. Biaya ini timbul di dalam pabrik yang meliputi biaya menyusun peralatan produksi, menyetel mesin, mempersiapkan gambar kerja dan seterusnya.

Karena kedua biaya tersebut mempunyai peran yang sama, yaitu pengadaan barang, maka kedua biaya tersebut disebut sebagai biaya pengadaan (*procurement cost*).

- **Biaya Penyimpanan (*Holding Cost/Carrying Cost*)**

Biaya simpan adalah semua pengeluaran yang timbul akibat menyimpan barang. Biaya ini meliputi:

- Biaya Memiliki Persediaan (Biaya Modal)

Penumpukan barang di gudang berarti penumpukan modal, dimana modal perusahaan mempunyai ongkos (*expense*) yang dapat diukur dengan suku bunga bank. Oleh karena itu, biaya yang ditimbulkan karena memiliki persediaan harus diperhitungkan dalam biaya sistem persediaan. Biaya memiliki persediaan diukur sebagai presentase nilai persediaan untuk periode tertentu.

- Biaya Gudang

Barang yang disimpan memerlukan tempat penyimpanan sehingga timbul biaya gudang. Bila gudang dan peralatannya disewa maka biaya gudangnya merupakan biaya sewa sedangkan bila perusahaan mempunyai gudang sendiri maka biaya gudang merupakan biaya *depresiasi*.

- Biaya Kerusakan dan Penyusutan

Barang yang disimpan dapat mengalami kerusakan dan penyusutan karena beratnya berkurang ataupun jumlahnya berkurang karena hilang. Biaya kerusakan dan penyusutan biasanya diukur dari pengalaman sesuai persentasenya.

- Biaya Kadaluwarsa

Barang yang disimpan dapat mengalami penurunan nilai karena perubahan teknologi dan model seperti barang-barang elektronik. Biaya kadaluwarsa biasanya diukur dengan besarnya penurunan nilai jual dari barang tersebut.

- Biaya Asuransi

Barang yang disimpan diasuransikan untuk menjaga dari hal-hal yang tidak diinginkan seperti kebakaran. Biaya asuransi tergantung jenis barang yang diasuransikan dan perjanjian dengan perusahaan asuransi.

- Biaya Administrasi dan Pемindahan

Biaya ini dikeluarkan untuk mengadministrasi persediaan barang yang ada, baik pada saat pemesanan, penerimaan barang maupun penyimpanannya dan biaya untuk memindahkan barang dari, ke dan di dalam tempat penyimpanan, termasuk upah buruh dan biaya peralatan *handling*.

Dalam manajemen persediaan, terutama yang berhubungan dengan masalah kuantitatif, biaya simpan per-unit diasumsikan linear terhadap jumlah barang yang disimpan (misalnya: Rp/unit/tahun)

- Biaya Kekurangan Persediaan (*Shortage Cost*)

Bila perusahaan kehabisan barang pada saat ada permintaan, maka akan terjadi keadaan kekurangan persediaan. Keadaan ini akan menimbulkan kerugian karena proses produksi akan terganggu dan kehilangan kesempatan mendapatkan keuntungan atau kehilangan kesempatan mendapatkan keuntungan atau kehilangan konsumen pelanggan karena kecewa sehingga beralih ke tempat lain. Biaya kekurangan persediaan dapat diukur dari:

- Kuantitas yang Tidak Dapat Dipenuhi

Biasanya diukur dari keuntungan yang hilang karena tidak dapat memenuhi permintaan atau dari kerugian akibat terhentinya proses produksi. Kondisi ini diistilahkan sebagai biaya *penalty* atau hukuman kerugian bagi perusahaan dengan satuan (misalnya Rp/unit).

- Waktu Pemenuhan

Lamanya gudang kosong berarti lamanya proses produksi terhenti atau lamanya perusahaan tidak mendapatkan keuntungan, sehingga waktu menganggur tersebut dapat diartikan sebagai uang yang hilang. Biaya waktu pemenuhan diukur berdasarkan waktu yang diperlukan untuk memenuhi gudang dengan satuan (misalnya Rp/satuan waktu).

- Biaya Pengadaan Darurat

Supaya konsumen tidak kecewa maka dapat dilakukan pengadaan darurat yang biasanya menimbulkan yang lebih besar daripada pengadaan normal. Kelebihan biaya dibandingkan pengadaan normal ini dapat dijadikan ukuran untuk menyenukan biaya kekurangan persediaan dengan satuan (misalnya Rp/setiap kedatangan).

Kadang-kadang biaya ini disebut juga biaya kesempatan (*opportunity cost*). Ada perbedaan pengertian antara biaya persediaan aktual yang dihitung secara akuntansi dengan biaya persediaan yang digunakan dalam menentukan kebijakan persediaan. Biaya persediaan yang diperhitungkan dalam penentuan kebijakan persediaan hanyalah biaya-biaya yang bersifat *variable cost* / *incremental cost*, sedangkan biaya yang bersifat *fixed cost* seperti biaya pembelian tidak akan mempengaruhi hasil optimal yang diperoleh sehingga tidak perlu diperhitungkan.

2.3 Kapasitas

Menurut Handoko (2000:289) kapasitas adalah suatu *level output*, suatu tingkat kuantitas *output* di suatu periode waktu tertentu, dan merupakan kuantitas *output* tertinggi yang mungkin didapatkan selama periode waktu tersebut. Menurut Heizer (2005:275) kapasitas dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Kapasitas Desain

Kapasitas desain adalah *output* maksimum sistem teoritis saat periode tertentu, bisa juga didefinisikan sebagai kuantitas *output* yang dapat dihasilkan oleh suatu perusahaan setiap harinya. Kapasitas desain dapat dinyatakan dalam tingkatan tertentu, seperti jumlah produk yang dapat diproduksi setiap minggu, setiap bulan atau setiap tahun. Bagi banyak perusahaan, pengukuran kapasitas dapat dilakukan secara langsung.

2. Kapasitas Efektif

Kapasitas efektif merupakan kapasitas yang diharapkan dapat dicapai oleh sebuah perusahaan dengan adanya berbagai keterbatasan operasi yang ada saat ini. Kapasitas yang diharapkan dapat dicapai dengan bauran produk, metode, penjadwalan, pemeliharaan dan standar kualitas yang diberikan. Hal seperti ini umumnya terjadi pada perusahaan besar, dimana kapasitas efektifnya lebih kecil daripada kapasitas desain, karena perusahaan besar fokus pada produksi dengan *back up* fasilitas dan bahan baku dalam jumlah besar. Akan tetapi berbeda dengan usaha kecil dan menengah (UKM), dimana kapasitas efektif lebih besar daripada kapasitas desain.

2.3.1 Metode Pengukuran Kapasitas

Menurut Fogarty (1991:422) terdapat tiga jenis metode pengukuran kapasitas, yaitu.

1. *Theoretical Capacity (Design Capacity)*

Merupakan kapasitas maksimum yang mungkin dari sistem manufaktur yang didasarkan pada asumsi mengenai adanya kondisi ideal seperti: tiga *shift* per hari, tujuh hari per minggu, tidak adanya *downtime* mesin. Dengan demikian *theoretical capacity* diukur berdasarkan pada jam kerja yang tersedia untuk melakukan pekerjaan, tanpa adanya suatu kesempatan untuk berhenti atau istirahat, *downtime* mesin ataupun alasan lainnya. Sebagai contoh jika suatu *work center* memiliki 4 mesin dan dijadwalkan untuk beroperasi dalam satu *shift* selama 8 jam, dalam periode 5 hari seminggu, maka kapasitas teoritis *work center* adalah $4 \text{ mesin} \times 8 \text{ jam} \times 5 \text{ hari} = 160 \text{ jam/minggu}$. Jam kerja ini selanjutnya dapat diterjemahkan kedalam unit

produksi dengan menggunakan jam kerja standar. Sebagai misal untuk memproduksi 1 unit produk membutuhkan waktu standar 0,2 jam, maka secara teoritis 160 jam/minggu akan menghasilkan 800 unit/minggu.

2. *Demonstrated Capacity (Actual Capacity)*

Merupakan tingkat *output* yang dapat diharapkan berdasarkan pada pengalaman, yang mengukur produksi secara actual dari *work center* di waktu lalu, yang biasanya diukur menggunakan angka rata-rata berdasarkan beban kerja normal. Sebagai contoh jika suatu *work center* menghasilkan rata-rata 650 unit per periode kerja, sedangkan jam kerja standar adalah 0,2 jam per unit produk, maka *demonstrated capacity* dihitung sebagai $650 \text{ unit/periode} \times 0,2 \text{ jam/unit} = 130 \text{ jam standar/periode}$.

3. *Rated Capacity (Calculated Capacity)*

Diukur berdasarkan penyesuaian kapasitas teoritis dengan faktor produktivitas yang telah ditentukan oleh *demonstrated capacity*. Dihitung melalui penggandaan waktu kerja dengan faktor utilisasi dan efisiensi. Utilisasi adalah pecahan yang menggambarkan persentase *clock time* yang tersedia dalam pusat kerja yang secara aktual digunakan untuk produksi berdasarkan pengalaman lalu. Utilisasi dapat ditentukan untuk mesin atau tenaga kerja atau keduanya, tergantung pada mana yang lebih cocok untuk situasi dan kondisi aktual di perusahaan. Angka utilisasi tidak dapat melebihi 1 (100%). Faktor *adjustment* yang kedua adalah efisiensi. Efisiensi adalah faktor yang mengukur performansi aktual dari pusat kerja relatif terhadap standar yang ditetapkan. Faktor efisiensi dapat lebih besar dari 1,0. Untuk menghitung kapasitas yang dibutuhkan dari masing-masing pusat kerja (*work center*) dengan menggunakan *operation time per unit*. Utilisasi dan efisiensi dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut.

$$\text{Utilisasi} = \frac{\text{Jam Aktual Untuk Produksi}}{\text{Jam Kerja pada Jadwal}} \quad (2-1)$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Jam Standar Produksi}}{\text{Jam Aktual Untuk Produksi}} \quad (2-2)$$

2.4 Peramalan

Menurut Nasution (2008:29) peramalan adalah memperkirakan besarnya atau jumlah sesuatu pada waktu yang akan datang berdasarkan data pada masa lampau yang dianalisis secara alamiah khususnya menggunakan metode statistika. Peramalan produksi merupakan tahap awal perencanaan produksi, dimana termasuk perencanaan jangka panjang.

Suatu usaha untuk mengurangi ketidakpastian tersebut dilakukan dengan menggunakan metode peramalan. Metode peramalan dibagi ke dalam dua kategori utama, yaitu peramalan yang bersifat subyektif dan peramalan yang bersifat obyektif. Peramalan yang bersifat subyektif adalah metode peramalan kualitatif yang lebih menekankan pada keputusan-keputusan hasil diskusi, pendapat pribadi seseorang dan intuisi yang kelihatannya kurang ilmiah tapi dapat memberikan hasil yang baik. Metode peramalan yang bersifat obyektif adalah metode peramalan kuantitatif yang pengambilan keputusannya berdasarkan perhitungan. Menurut Nasution (2008:29) peramalan dengan metode kuantitatif dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu *time series model* dan *causal model*. *Time series model* didasarkan pada data yang dikumpulkan, dicatat, atau diamati berdasarkan urutan waktu dan peramalannya dilakukan berdasarkan pola tertentu dari data.

Ada empat pola data yang menjadi dasar peramalan dengan model ini, yaitu pola musiman, siklis, *trend*, dan *irregular*. Pola musiman merupakan fluktuasi dari data yang terjadi secara periodik dalam kurun waktu satu tahun, seperti triwulan, kuartalan, bulanan, mingguan, atau harian. Pola siklis merupakan fluktuasi dari data untuk waktu yang lebih dari satu tahun. Pola ini sulit dideteksi dan tidak dapat dipisahkan dari pola *trend*. Pola *trend* merupakan kecenderungan arah data dalam jangka panjang, dapat berupa kenaikan maupun penurunan. Sedangkan pola *irregular* merupakan kejadian yang tidak terduga dan bersifat acak, tetapi kemunculannya dapat mempengaruhi fluktuasi data *time series*. Metode peramalan yang termasuk dalam *time series model*, antara lain *decomposition*, *moving averages*, *exponential smoothing*, dan Box-Jenkins (ARIMA). *Causal model* didasarkan pada hubungan sebab-akibat dan peramalan dilakukan dengan dugaan adanya hubungan antar variabel yang satu dengan yang lain. Pada model ini dikembangkan mana variabel *dependent* dan mana variabel *independent*, kemudian dilanjutkan dengan membuat sebuah model dan peramalan dilakukan berdasarkan model tersebut. Tahapan atau langkah-langkah untuk melakukan peramalan, antara lain:

1. Menentukan masalah yang akan dianalisis (perumusan masalah) dan mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam proses analisis tersebut.
2. Menyiapkan data sehingga data dapat diproses dengan benar.
3. Menetapkan metode peramalan yang sesuai dengan data yang telah disiapkan.
4. Menerapkan metode yang sudah ditetapkan dan melakukan prediksi pada data untuk beberapa waktu depan.
5. Mengevaluasi hasil peramalan.

2.4.1 Analisa Time Series

Analisis *time series* dikenalkan oleh George E. P. Box dan Gwilym M. Jenkins pada tahun 1976 melalui bukunya yang berjudul *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Analisis *time series* merupakan metode peramalan kuantitatif untuk menentukan pola data pada masa lampau yang dikumpulkan berdasarkan urutan waktu, yang disebut data *time series*. Beberapa konsep yang berkaitan dengan analisis *time series* adalah *Autocorrelation Function* (ACF) atau fungsi autokorelasi. Autokorelasi merupakan korelasi atau hubungan antar data pengamatan suatu data *time series*. Menurut Makridakis (1999:521) koefisien autokorelasi untuk *lag-k* dari data runtun waktu dinyatakan sebagai berikut:

$$r_k = \rho_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z}_t)(Z_{t+k} - \bar{Z}_t)}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z}_t)^2} \quad (2-3)$$

dengan r_k = koefisien autokorelasi

Z_t = nilai variabel Z pada waktu t

Z_{t+k} = nilai variabel Z pada waktu $t+k$

$\bar{Z}_t$ = nilai rata-rata variabel Z_t

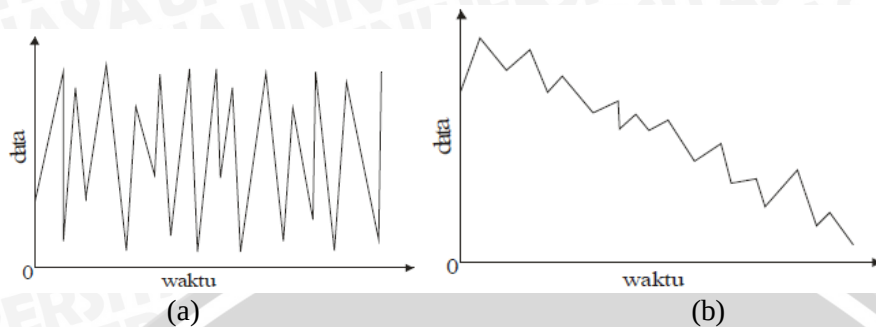
Menurut Makridakis (1999:521) karena r_k merupakan fungsi atas k , maka hubungan koefisien autokorelasi dengan *lag*nya disebut dengan fungsi autokorelasi dan dinotasikan dengan ρ_k . Untuk mengetahui apakah koefisien autokorelasi signifikan atau tidak, perlu dilakukan uji. Pengujian dapat dilakukan menggunakan statistik uji $t = \frac{r_k}{SE_{r_k}}$ dengan $SE_{r_k} = \frac{1}{\sqrt{n}}$ dengan hipotesis $H_0: \rho_k = 0$ (koefisien autokorelasi yang diperoleh tidak signifikan) dan $H_1: \rho_k \neq 0$ (koefisien autokorelasi yang diperoleh signifikan).

Kriteria keputusan H_0 ditolak jika $t_{hit} > t_{\frac{\alpha}{2}, n-1}$. Selain menggunakan uji tersebut, untuk mengetahui apakah koefisien autokorelasi yang diperoleh signifikan atau tidak dapat dilihat pada *output* MINITAB, yaitu grafik ACF. Jika pada grafik ACF tidak ada *lag* (bar) yang melebihi garis batas signifikansi (garis putus-putus), maka koefisien autokorelasi yang diperoleh signifikan atau tidak terjadi korelasi antar *lag*.

2.4.2 Stasioneritas

Stasioneritas berarti bahwa tidak terdapat perubahan yang drastis pada data. Fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan varians dari fluktuasi tersebut (Makridakis, 1999:522). Bentuk visual dari plot data *time series* sering kali cukup meyakinkan para *forecaster* bahwa data tersebut stasioner atau nonstasioner. Data *time series* dikatakan stasioner dalam rata-rata jika rata-ratanya tetap

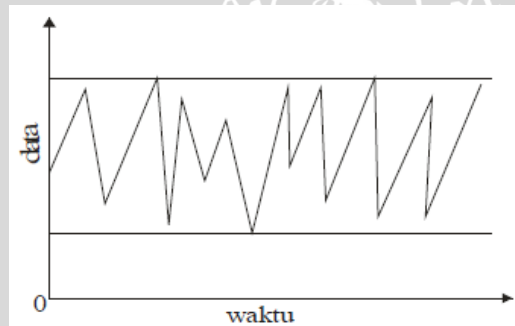
(tidak terdapat pola *trend*). Gambar 2.1 (a) merupakan contoh plot data *time series* yang stasioner dalam rata-rata dan varians. Gambar 2.1 (b) menunjukkan plot data *time series* yang nonstasioner dalam rata-rata.



Gambar 2.1 (a) Contoh Plot Data Stasioner dalam Rata-Rata Dan Varians dan (B) Contoh Plot Data Nonstasioner dalam Rata-Rata.

Sumber: Makridakis (1999:522)

Data *time series* dikatakan stasioner dalam varians jika fluktuasi datanya tetap atau konstan (horizontal sepanjang sumbu waktu), seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Contoh Plot Data Stasioner dalam Varians

Sumber: Makridakis (1999:521)

Untuk menstasionerkan data nonstasioner dalam rata-rata dapat dilakukan proses *differencing* (pembedaan). Operator shift mundur (*backward shift*) sangat tepat untuk menggambarkan proses *differencing* (Makridakis, 1999:480). Penggunaan *backward shift* adalah sebagai berikut

$$BZ_t = Z_{t-1} \quad (2-4)$$

dengan Z_t = nilai variabel Z pada waktu t

Z_{t-1} = nilai variabel Z pada waktu $t-1$

B = *backward shift*

Notasi B yang dipasang pada Z mempunyai pengaruh menggeser data satu waktu belakang. Sebagai contoh, jika suatu data *time series* nonstasioner, maka data tersebut dapat dibuat mendekati stasioner dengan melakukan *differencing* orde pertama dari data. Rumus untuk *differencing* orde pertama, yaitu

$$Z'_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (2-5)$$

dengan Z'_t = nilai variabel Z pada waktu t setelah *differencing*. Dengan menggunakan *backward shift*, persamaan (2.8) dapat ditulis menjadi

$$Z'_t = Z_t - BZ_t \quad (2-6)$$

atau

$$Z'_t = (1 - B)Z_t \quad (2-7)$$

Differencing pertama pada persamaan (2-10) dinyatakan oleh $1-B$. *Differencing* orde kedua, yaitu *differencing* pertama dari *differencing* pertama sebelumnya. Jika *differencing* orde kedua harus dihitung, maka

$$\begin{aligned} Z''_t &= Z'_t - Z'_{t-1} \\ &= (1 - 2B + B^2)Z_t \\ &= (1 - B)^2 Z_t \end{aligned} \quad (2-8)$$

Differencing orde kedua pada persamaan (2-11) dinotasikan oleh $(1 - B)^2$. Secara umum jika terdapat *differencing* orde ke- d untuk mencapai stasioneritas, maka dapat dinotasikan dengan

$$(1 - B)^d, \quad d \geq 1. \quad (2-9)$$

Sedangkan untuk menstasionerkan data nonstasioner dalam varians dapat dilakukan transformasi. Pendekatan utama untuk memperoleh stasioneritas dalam varians adalah melalui suatu transformasi logaritma atau transformasi kemampuan data (Makridakis, 1995:391). Jika data telah stasioner setelah dilakukan transformasi, maka tahap selanjutnya dapat dilakukan.

2.4.3 Metode Single Exponential Smoothing

Menurut Smith (1989:149) metode peramalan *Single Exponential Smoothing* merupakan metode peramalan dimana data kegiatan yang terakhir dianggap memiliki probabilitas yang lebih besar dan berulang daripada data kegiatan sebelumnya dan menurun secara eksponensial. Metode *Single Exponential Smoothing* ini cocok untuk data yang fluktuasinya relatif besar dan jumlah data terbatas.

$$F_t = \alpha(D_{t-1}) + (1 - \alpha)F_{t-1} \quad (2-10)$$

Dimana F_t = nilai ramalan untuk periode ke- t

F_{t-1} = nilai ramalan pada periode ke $t-1$

D_{t-1} = nilai aktual permintaan pada periode ke $t-1$

α = konstanta pemulusan (*exponential constanta*) untuk $0 \leq \alpha \leq 1$

Apabila pola historis data aktual permintaan tidak stabil, maka pilih nilai α mendekati 1. Semakin fluktuatif permintaan, maka nilai α mendekati 1. Namun apabila pola permintaan relatif stabil maka nilai α mendekati 0.

2.4.4 Metode *Double Exponential Smoothing*

Menurut Smith (1989:153) metode peramalan *Double Exponential Smoothing* merupakan metode peramalan dimana terdapat kecenderungan *trend* dalam data yang berfluktuatif. Pada metode ini proses penentuan ramalan dimulai dengan menentukan besarnya alpha dan beta secara *trial and error*. Nilai alpha dan beta berada diantara *range* nol dan satu. Perhitungan dimulai dengan perhitungan *base level* dengan rumus.

$$S_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad t = 1, 2, 3, \dots k; 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (2-11)$$

Setelahnya, perhitungan dilanjutkan untuk menghitung ekspektasi nilai *trend* dengan rumus.

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad t = 1, 2, 3, \dots k; 0 \leq \beta \leq 1 \quad (2-12)$$

Lalu dilanjutkan dengan perhitungan nilai *forecast* dengan rumus.

$$F_t = S_t + T_t \quad \text{untuk periode } t = 1, 2, 3, \dots k \quad (2-13)$$

$$F_{t+k} = S_t + kT_t \quad \text{untuk periode } t + k$$

Pada perhitungan *Double Exponential Smoothing*, tahap inisialisasi pada $t = 1$ adalah untuk nilai untuk S_1 adalah nilai D_1 dan nilai T_1 bernilai nol.

2.4.5 Metode *Decomposition*

Menurut Makridakis (1995:150) metode *decomposition* atau sering juga disebut metode deret berkala adalah salah satu metode peramalan yang didasarkan pada kenyataan bahwa biasanya apa yang telah terjadi akan berulang atau terjadi kembali dengan pola yang sama, artinya yang dulu selalu naik, pada waktu yang akan datang biasanya akan naik juga, yang biasanya berkurang akan berkurang juga, yang biasanya berfluktuasi akan berfluktuasi juga dan yang biasanya tidak teratur maka akan tidak teratur juga. Metode *decomposition* digunakan untuk meramalkan data deret berkala yang menunjukkan adanya pola *trend* dan musiman. Metode *decomposition* merupakan suatu metode peramalan yang menggunakan empat komponen utama dalam meramalkan masa depan. Keempat komponen tersebut antara lain *trend* (T), fluktuasi musiman (S), fluktuasi siklis (C) dan perubahan-perubahan yang bersifat *random* (I).

Metode *decomposition* dilandasi oleh asumsi bahwa data yang ada merupakan gabungan dari beberapa komponen, secara sederhana diilustrasikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Data} &= \text{Pola} + \text{error} \\ &= f(\text{trend}, \text{siklus}, \text{musiman}) + \text{error}\end{aligned}\quad (2-14)$$

Dalam metode *decomposition* terdapat model *decomposition* aditif dan multiplikatif. Model *decomposition* aditif dan multiplikatif dapat digunakan untuk meramalkan faktor *trend*, musiman, dan siklus. Metode *decomposition* rata-rata sederhana berasumsi pada model aditif menurut Makridakis (1995:151). Secara matematis dapat ditulis.

$$Y_x = T_x + S_x + C_x + I_x \quad (2-15)$$

Sedangkan metode *decomposition* rasio pada rata-rata bergerak (*decomposition* klasik) dan metode Census II berasumsi pada model multiplikatif. Secara matematis dapat ditulis

$$Y_x = T_x \times S_x \times C_x \times I_x \quad (2-16)$$

dimana Y_x = data deret berkala periode x

T_x = data *trend* periode x

S_x = faktor musiman (indeks) periode x

C_x = faktor siklis periode x

I_x = faktor *error* x

2.4.6 Ketepatan Penggunaan Menggunakan Metode Peramalan

Menurut Nasution (2008:33) peramalan jangka pendek lebih akurat dibandingkan peramalan jangka panjang. Hal ini disebabkan karena pada peramalan jangka pendek, faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan relatif masih konstan, sedangkan semakin panjang periode peramalan maka semakin besar pula kemungkinan terjadi perubahan faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan. Menurut Nasution (2008:34) ukuran akurasi hasil peramalan yang merupakan ukuran kesalahan peramalan merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan permintaan yang sebenarnya terjadi. Hasil peramalan dikatakan konsisten bila besarnya kesalahan peramalan relatif kecil.

Menurut Tersine (1994:42) alat ukur yang digunakan untuk menghitung kesalahan prediksi antara lain:

1. *Mean Squared Error* (MSE)

$$MSD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (2-17)$$

2. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i| \quad (2-18)$$

3. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y - \hat{Y}_i}{Y_i} \right| \quad (2-19)$$

dengan n = banyaknya data

Y_i = data aktual pada waktu i

$\hat{Y}_i$ = data asli peramalan pada waktu i

Alat ukur yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu MSE. *Mean Squared Error* (MSE). Menurut Makridakis (1999:30) nilai MSE merupakan suatu ukuran ketepatan perhitungan dengan mengkuadratkan masing-masing *error* untuk masing-masing *item* dalam sebuah susunan data. Menurut Tersine (1994:42) pengukuran dengan MSE menghasilkan *error* sedang yang kemungkinan lebih baik untuk *error* kecil, tetapi kadang menghasilkan perbedaan yang besar. Semakin kecil nilai yang dihasilkan oleh MSD, maka metode peramalan yang digunakan akan semakin baik.

2.5 Master Production Scheduling (MPS)

Menurut Sinulingga (2009:131) *Master Production Scheduling* ialah suatu pernyataan tentang produk akhir apa atau *item* apa yang direncanakan untuk diproduksi, berapa banyak produk atau *item* tersebut diproduksi pada setiap periode sepanjang rentang waktu perencanaan. Menurut Tersine (1994:339) data yang dimasukkan ke dalam MPS tidak sama dengan hasil peramalan dikarenakan hasil peramalan tersebut akan disesuaikan terlebih dahulu dengan kapasitas produksi serta *inventory level*.

MPS masuk dalam perencanaan produksi jangka menengah. MPS dibuat sesuai dengan *time bucket* yang telah ditetapkan perusahaan. Berikut isi laporan untuk setiap *time bucket* melalui horizon perencana menurut Smith (1989:401):

1. Peramalan, perkiraan permintaan independent. Jika *item* adalah produk akhir, akan menjadi perkiraan dari total permintaan. Jika *item* adalah komponen dan memiliki permintaan layanan, akan menjadi proyeksi permintaan layanan.
2. Perkiraan produksi, dihitung permintaan *dependent*-nya, jika *item* tersebut komponen.
3. Permintaan aktual, pesanan pelanggan yang dijanjikan.
4. MPS, penerimaan dijadwalkan oleh pesanan dan FPO.
5. *Project available balance*, proyeksi persediaan di tangan dikurangi alokasi atau urutan belakang. Saldo saat ini ditampilkan di sebelah kiri periode pertama.
6. *Available to promise* (ATP), jumlah dari saldo saat ini dan dari setiap pemesanan MPS yang sudah dijanjikan kepada pelanggan.

7. Pesanan terencana (*planned order*), berdasarkan periode diman pesanan dijadwalkan untuk diterima.

2.6 *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP)

Menurut Fogarty (1991:404) *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP) adalah proses pengubahan dari perencanaan produksi atau MPS menjadi kebutuhan kapasitas untuk menentukan kebutuhan pekerja, mesin, kapasitas gudang, kapabilitas vendor, dan lainnya. RCCP merupakan urutan kedua dari hierarki perencanaan prioritas-kapasitas yang berperan dalam mengembangkan MPS. RCCP melakukan validasi terhadap MPS yang juga menempati urutan kedua dalam hierarki perencanaan prioritas produksi. Menurut Sinulingga (2009:140) *Rough Cut Capacity Planning* menghitung kebutuhan kapasitas secara kasar dan membandingkannya dengan kapasitas yang tersedia. Menurut Gaspersz (2009:173) terdapat empat langkah yang diperlukan untuk melaksanakan RCCP, yaitu:

- a. Memperoleh informasi tentang rencana produksi dari MPS.
- b. Memperoleh informasi tentang struktur produk dan waktu tunggu (*lead time*).
- c. Menentukan *bill of resources*.
- d. Menghitung kebutuhan sumber daya spesifik dan membuat laporan RCCP.

2.6.1 Teknik-Teknik RCCP

Teknik RCCP ini berfungsi untuk mengubah MPS ke dalam kebutuhan kapasitas yang berkaitan dengan sumber sumber daya kritis. Berikut adalah teknik teknik yang digunakan dalam RCCP (Fogarty, 1991:410):

1. *Capacity Planning Using Overall Factor Approach* (CPOF)

CPOF membutuhkan tiga masukan yaitu MPS, waktu total yang diperlukan untuk memproduksi suatu produk dan proporsi waktu penggunaan sumber. CPOF mengalikan waktu total tiap *family* terhadap jumlah MPS untuk memperoleh total waktu yang diperlukan pabrik untuk mencapai MPS. Total waktu ini kemudian dibagi menjadi waktu penggunaan masing-masing sumber dengan mengalikan total waktu terhadap proporsi penggunaan sumber.

2. *Bill Of Labour Approach* (BOLA)

Pendekatan Daftar Tenaga Kerja (BOLA) menggunakan data detail waktu standar untuk setiap unit produk. Waktu standar adalah waktu yang diperlukan operator untuk memproduksi satu unit produk. Jika memproduksi lebih dari satu kategori produk maka kapasitas yang dibutuhkan tiap unit produk dapat diidentifikasi dengan perkalian antara BOLA dan MPS. Perkalian yang digunakan adalah perkalian matriks yang akan digunakan untuk membuat *Rough Cut Requirement* dengan *matrix* BOLA dan MPS harus di transpose untuk melakukan perkalian. Dalam BOLA ada 2 jenis perhitungan, yaitu perhitungan untuk satu produk dan perhitungan untuk dua produk atau lebih.

3. *Resource Profile Approach* (RPA)

Pendekatan CPOF dan BOLA tidak memperhitungkan adanya *lead time*. Kedua pendekatan tersebut mengasumsikan bahwa seluruh komponen dibuat bersamaan dengan perakitan. RPA merupakan teknik perencanaan kapasitas kasar yang paling rinci tetapi tidak serinci perencanaan kebutuhan kapasitas (*capacity requirement planning*).

2.6.2 Pengambilan keputusan RCCP

Ketika kapasitas tidak mencukupi, beberapa alternatif pilihan dasar tersedia untuk meningkatkan kapasitas, antara lain (Ginting, 2007:100) :

1. *Overtime*

Overtime atau yang lebih dikenal dengan istilah “lembur” adalah suatu keputusan yang diambil oleh suatu perusahaan untuk meningkatkan kapasitas produksi dalam memenuhi demand dengan cara menambah jam kerja untuk operator. *Overtime* mungkin adalah solusi paling populer bagi kapasitas yang tidak memadai karena sedikit pengaturan yang harus dibuat. Semua departemen harus mencapai neraca keuangan untuk satu tahun, yang mana menentukan batasan pada *overtime* tahunan.

2. Penambahan tenaga kerja (*hiring and Layoff*)

Ada tiga jalan untuk menambah personel: menambah *shift*, menambah pekerja baru pada *shift* yang sudah ada atau memindahkan personel yang sudah ada dari *work center* yang sedikit digunakan.

3. *Subcontracting*

Subcontracting adalah suatu keputusan yang diambil oleh perusahaan untuk meningkatkan kapasitas produksi dalam memenuhi *demand* dengan cara bekerja sama dengan perusahaan lain untuk membuat produk. Kelemahan *subcontracting* adalah *lead time*-nya meningkat, biaya transportasi meningkat, dan sulit menjamin kualitas produk.

4. *Alternate Routing*

Jika hanya sedikit *work center* yang bekerja penuh, *work center* yang tersisa akan cenderung untuk bekerja sangat sedikit selama periode yang diberikan. Adalah mungkin untuk mempertimbangkan perubahan sementara dalam *routing* dari *part* yang spesifik, jadi kerja yang biasanya dilaksanakan di *work center* A sementara dilaksanakan di *work center* B. Ada 2 alasan bahwa *work center* B tidak sedang digunakan, yaitu:

- Jika *work center* B tidak dapat menghasilkan kualitas yang dibutuhkan maka jangan pakai *alternate routing*.
- Jika *work center* B tidak sedang digunakan karena waktu, *alternate routing* bisa dipakai.

5. Revisi MPS

Banyak perusahaan menganggap revisi MPS sebagai solusi terakhir pada saat kekurangan kapasitas, hanya dilakukan ketika pilihan yang lain tidak berhasil. Padahal revisi MPS sebenarnya harus menjadi hal pertama yang dipertimbangkan oleh perusahaan. Macam-macam sebab dapat menyebabkan pesanan dipercepat dan jarang memperlambat pesanan. Mungkin ada beberapa pesanan pada MPS yang ada, tidak lagi dibutuhkan secepat yang ditunjukkan tanggal jatuh tempo. Jika ada kapasitas yang tidak mencukupi tidak mungkin untuk menyelesaikan semua order pesanan sesuai waktu. Pilihan kita adalah dengan membuat manajemen menentukan pesanan mana yang akan terlambat. Sebaliknya, jika ada kelebihan yang tidak dapat dihindari manajemen harus mengambil tanggung jawab untuk merevisi tanggal jatuh tempo suatu pekerjaan supaya menghasilkan MPS yang realistis.

2.7 Safety Stock

Menurut Tersine (1994:205) *safety stock* merupakan persediaan yang ada untuk mengurangi resiko kehabisan barang bila ada permintaan pelanggan karena terdapat ketidakpastian baik di permintaan pelanggan maupun produksi yang dilakukan perusahaan. Menurut Nasution (2008:135) semakin besar *safety stock* akan mengurangi kemungkinan kehabisan barang, begitu pula ketika *safety stock* kecil akan meningkatkan kemungkinan kekurangan barang. Besar kecilnya *safety stock* berbanding lurus dengan biaya yang dikeluarkan perusahaan. Dengan demikian diperlukan metode untuk melakukan perhitungan yang memberikan hasil *safety stock* cukup untuk memenuhi permintaan pelanggan pada periode tertentu dengan tetap mempertimbangkan biaya yang minimum, karena nilai optimal dari *safety stock* diperoleh apabila biaya persediaan minimum. Perhitungan ini dapat dilakukan apabila kondisi permintaan memenuhi asumsi permintaan berdistribusi normal, dengan perhitungan sebagai berikut (Tersine, 1994:208):

$$SS = Z \times \sigma \quad (2-20)$$

Dimana: SS = jumlah *safety stock*

Z = nilai tabel normal

σ = standar deviasi *demand*

2.8 Bill of Material Tree (BOM Tree)

Menurut Sinulingga (2009:157) *Bill of Material (BOM Tree)* dari suatu produk adalah sebuah diagram (menirukan pohon dengan cabang-cabangnya) yang memperlihatkan bagaimana suatu produk dibentuk dari komponen-komponennya. *BOM Tree* digunakan untuk mengetahui susunan dari produk yang akan diproduksi menggunakan bahan apa saja, apakah bahan tersebut langsung dibeli atau dibuat dengan bahan dasar yang lain sehingga jelas dalam menentukan pemesanan bahan-bahan baku agar produksi tetap berjalan lancar.

Menurut Nasution (2008:267) struktur produk yang kompleks kearah vertikal akan membuat proses MRP (proses *netting, lotting, offseting, explosion*) yang berulang-ulang dilakukan satu per satu dari atas ke bawah serta tingkat demi tingkat dan priode demi periode. Khususnya untuk proses *lotting*, penentuan *lot sizing* pada tingkat yang lebih bawah, membutuhkan teknik-teknik yang sangat sulit (*multi-level lot size technique*). Sehingga dengan semakin kompleksnya struktur produk akan membuat perhitungan MRP semakin kompleks pula.

2.9 Metode Lot Sizing

Menurut Tersine (1994:178) metode *lot sizing* merupakan metode untuk meminimalkan jumlah barang yang akan dipesan dan meminimalkan biaya persediaan. Objek dari manajemen persediaan adalah untuk menghitung tingkat persediaan yang optimum yang sesuai dengan permintaan pasar dan kapasitas perusahaan. Metode penentuan ukuran *lot* mana yang paling baik dan tepat bagi suatu perusahaan adalah persoalan yang sangat sulit, karena sangat tergantung pada hal-hal sebagai berikut:

1. Variasi dari kebutuhan, baik dari segi jumlah maupun periodenya
2. Lamanya horison perencanaan
3. Ukuran periodenya (mingguan, bulanan, dan sebagainya)
4. Perbandingan biaya pesan dan biaya unit.

Hal-hal itulah yang mempengaruhi keefektifan dan keefisienan suatu metode dibandingkan metode lainnya. Dalam perhitungan *lot size*, menurut Sipper (1998:247) tersedia berbagai metode yang terbagi dalam dua kelompok besar yaitu model *lot size* Statis dan model *lot size* Dinamis. Penggunaan dari masing-masing model ini adalah tergantung kepada kondisi dari permintaan/ pengorderan (*Planned Order Release* hasil MRP) yang dihadapi. Apabila permintaan bersifat konstan atau kontinyu, maka model *lot size* Statis lebih tepat dipergunakan. Sedangkan apabila permintaan bersifat lumpy/dinamis, maka model *lot size* dinamis yang lebih tepat dipergunakan.

2.9.1 Peterson-Silver Rule

Menurut Sipper (1998:256) untuk menentukan jenis *demand*, maka dapat digunakan dalil *Peterson-Silver Rule*. Pada tahun 1979, Peterson dan Silver mengajukan cara untuk mengukur variabilitas dari *demand*, yang disebut dengan koefisien variabilitas (V). Untuk mencari nilai dari koefisien variabilitas, dapat digunakan rumus sebagai berikut.

$$V = \frac{\text{Variansi dari demand per periode}}{\text{Kuadrat dari rata-rata per periode}} = \frac{n \sum_{t=1}^n D_t^2}{(\sum_{t=1}^n D_t)^2} - 1 \quad (2-21)$$

Dimana D_t adalah nilai dari *demand* yang terjadi. Dari persamaan 2-21, Peterson dan Silver mengajukan dalil dengan aturan sebagai berikut:

Apabila nilai $V < 0,25$, maka pemesanan bahan baku menggunakan *lot sizing* EOQ

Apabila nilai $V \geq 0,25$, maka pemesanan bahan baku menggunakan *dynamic lot sizing*.

2.9.2 Fixed Order Quantity (FOQ)

Menurut Nasution (2008:269) pada metode *lot sizing* FOQ, penentuan jumlah *lot* dapat mencerminkan faktor-faktor luar seperti peristiwa atau kejadian yang tak dapat dihitung dengan teknik algoritma *lot sizing*. Dapat juga berupa keterbatasan kapasitas atau proses yang harus dipertimbangkan seperti keterbatasan waktu aus/rusak (*die file*), pengepakan, penyimpanan dan lain sebagainya.

Apabila teknik ini ditetapkan pada sistem MRP, maka akibatnya besar jumlah pesanan dapat menjadi sama atau lebih besar daripada *net requirement*, yang kadang-kadang diperlukan apabila terdapat lonjakan permintaan.

2.9.3 Economic Order Quantity (EOQ)

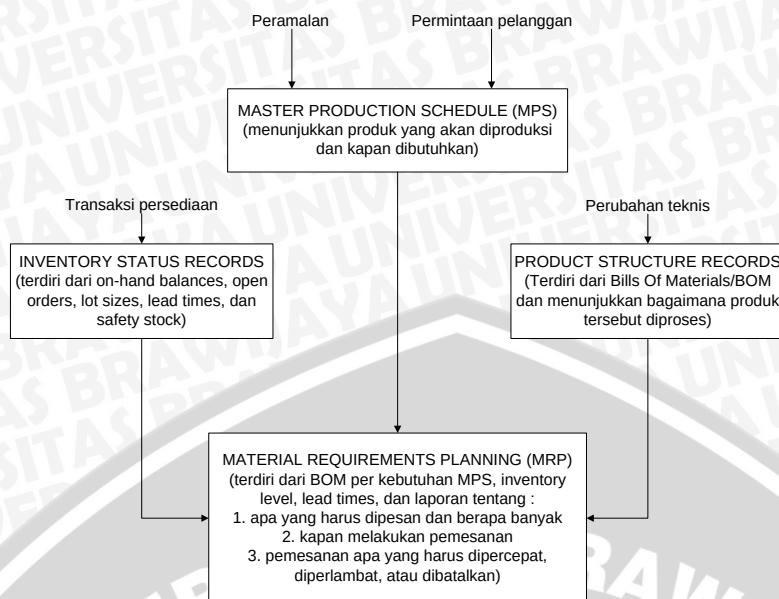
Menurut Nasution (2008:270) dalam teknik *lot sizing* EOQ, besar ukuran *lot* adalah tetap. Namun perhitungannya sudah mencakup biaya-biaya pesan maupun biaya-biaya simpan. Menurut Tersine (1994:340) cara menghitung ukuran *lot* pada metode EOQ adalah sebagai berikut.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2\bar{D}s}{h}} \quad (2-22)$$

dimana : $\bar{D}$ = nilai rata-rata *demand*
 h = biaya simpan per periode
 s = biaya pesan per pemesanan

2.10 Material Requirement Planning (MRP)

Menurut Tersine (1994:337) *Material Requirement Planning* (MRP) adalah suatu sistem perencanaan dan penjadwalan kebutuhan material untuk produksi yang memerlukan beberapa tahapan proses/fase atau dengan kata lain adalah suatu rencana produksi untuk sejumlah produk jadi yang diterjemahkan ke bahan baku yang dibutuhkan dengan menggunakan waktu tenggang. MRP adalah tahap dari perencanaan produksi yang masuk pada tahap perencanaan jangka pendek. Tujuan MRP adalah dapat ditentukan kapan dan berapa banyak yang dipesan untuk masing-masing komponen suatu produk yang akan dibuat. MRP memang lebih kompleks pengelolaannya tapi dapat menghasilkan banyak keuntungan, seperti mengurangi persediaan dan biaya gabungannya karena biaya itu hanya sebesar materi dan komponen yang dibutuhkan dan kalau bisa malah tidak ada biaya sama sekali. Adapun komponen sistem MRP adalah data persediaan (*inventory records file*), jadwal produksi (*master production schedule*), spesifikasi produk (*bill of material file*).



Gambar 2.3 Sistem MRP
Sumber: Gaspersz (2009:178)

2.10.1 Proses Pengolahan MRP

Tabel 2.2 *Matrix MRP*

	Periode												
	PD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gross Requirements (GR)													
Scheduled Receipts (SR)													
Projected-on-hand (POH)													
Net Requirements (NR)													
Planned Order Receipts (POREC)													
Planned Order Release (POREL)													

Sumber: Tersine (1993:350)

Menurut Tersine (1993:358) berikut ini merupakan langkah-langkah pada proses pengolahan MRP dan kemudian akan diletakkan pada *matrix MRP* yang dapat dilihat pada Tabel 2.2:

1. Gross Requirements (GR)

Gross requirement atau kebutuhan kotor adalah total produk yang akan diproduksi atau total bahan baku yang akan digunakan untuk periode tersebut. Untuk *end items* atau produk banyaknya kebutuhan kotor pada periode tersebut diambil dari hasil *Master Production Schedule* (MPS), sedangkan untuk komponen pendukungnya atau bahan baku, banyaknya kebutuhan kotor pada periode tersebut diambil dari “*planned order release*” dari MRP induk (MRP *end items*).

2. Scheduled Receipts (SR)

Scheduled receipt adalah penerimaan produk atau bahan baku yang telah dijadwalkan akan datang.

3. *Projected-on-hand* (POH)

Projected-on-hand adalah jumlah produk atau bahan baku di gudang yang masih tersisa di akhir periode dan dapat digunakan untuk periode selanjutnya. Adapun cara menghitung POH yaitu

$$POH_t = NR_t - GR_t + (POH_{t-1} + SR_{t-1}) \quad (2-23)$$

4. *Net Requirements* (NR)

Net requirement atau kebutuhan bersih adalah total produk atau bahan baku yang dibutuhkan untuk produksi pada periode tersebut. Adapun cara menghitung NR yaitu

$$NR_t = GR_t - (SR_t + POH_{t-1}) \quad (2-24)$$

NR juga dapat ditambahkan dengan jumlah persediaan pengaman yang dibutuhkan selama produksi.

5. *Planned Order Receipts* (POREC)

Planned order receipt adalah ukuran pemesanan yang direncanakan untuk memenuhi kebutuhan pada periode tertentu. Ukuran pemesanannya dapat dihitung menggunakan metode *lot size*.

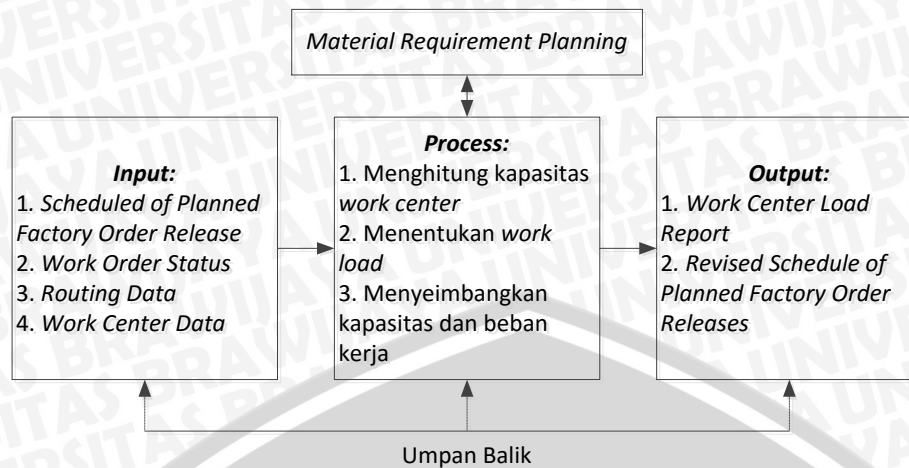
6. *Planned Order Release* (POREL)

Planned order release adalah waktu atau kapan pemesanan dilakukan agar produk atau bahan baku yang dibutuhkan datang atau telah tersedia pada saat produksi akan dilakukan. POREL akan mengikuti lamanya waktu pemesanan terhadap bahan baku tersebut atau waktu pengerjaan terhadap produk tersebut.

2.11 *Capacity Requirement Planning* (CRP)

Menurut Fogarty (1991:430) *Capacity Requirements Planning* berfungsi untuk menetapkan, mengukur dan menyesuaikan batasan dari kapasitas. Istilah untuk mengartikan CRP adalah proses dari pengukuran berapa jumlah pekerja dan mesin yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kebutuhan produksi. Input dari CRP adalah *planned order* dari MRP yang mana akan diterjemahkan ke dalam jam kerja di *work center* tiap periode. Menurut Gazpersz (2009:205) data-data yang diperlukan untuk melakukan perhitungan CRP adalah sebagai berikut:

1. *BOM Tree*
2. Data induk produk setiap komponen
3. MPS untuk setiap komponen
4. *Routing* setiap komponen
5. *Work Center Master File*



Gambar 2.4 Sistem CRP

Sumber: Gaspersz (2009:206)

Berdasarkan CRP, proses selanjutnya yaitu menghitung MRP kemudian direkapitulasi menjadi rencana pelaksanaan pesanan (*Planned Order Release*).

2.11.1 Menyeimbangkan Kapasitas dan Beban

CRP memungkinkan untuk menyeimbangkan beban (*load*) terhadap kapasitas (*capacity*). Berikut ini adalah lima tindakan dasar menurut Gaspersz (2009:211) yang mungkin diambil apabila terjadi perbedaan (ketidakseimbangan) antara kapasitas yang ada dengan beban yang dibutuhkan. Tindakan-tindakan ini dapat dilakukan secara sendiri atau dalam berbagai bentuk kombinasi yang disesuaikan dengan situasi dan kondisi aktual dari perusahaan industri manufaktur tersebut.

1. Meningkatkan kapasitas (*increasing capacity*)
 - a. Menambah *extra shifts*.
 - b. Menjadwalkan lembur (*overtime*) atau bekerja di akhir pekan (*work weekends*).
 - c. Menambah peralatan dan/atau personel.
 - d. Subkontrak satu atau lebih shop orders.
2. Mengurangi kapasitas (*reducing capacity*)
 - a. Menghilangkan shifts atau mengurangi panjang dari shifts.
 - b. Reassign personnel temporarily (JIT menyarankan penggunaan waktu ini untuk investasi dalam pendidikan tenaga kerja, atau melakukan perawatan terhadap peralatan dan fasilitas).

3. Meningkatkan beban (*increasing load*)
 - a. Meningkatkan *lot size*.
 - b. Meningkatkan MPS.
 - c. Membuat *item* yang dalam keadaan normal *item* itu dibeli atau disubkontrakkan.
4. Mengurangi beban (*reducing load*)
 - a. Subkontrakkan pekerjaan ke pemasok luar (membeli beberapa *item* yang dalam keadaan normal *item* itu dibuat).
 - b. Mengurangi *lot size*.
 - c. Mengurangi MPS.
 - d. Menahan pekerjaan dalam pengendalian produksi (mengeluarkan pesanan lebih lambat).
 - e. Meningkatkan waktu tunggu penyerahan (*delivery lead times*).
5. Mendistribusikan kembali beban (*redistributing load*)
 - a. Menggunakan alternate *work centers*.
 - b. Menggunakan alternate *routings*.
 - c. Menyesuaikan tanggal mulai operasi ke depan atau ke belakang (lebih awal atau lebih lambat).
 - d. Menahan beberapa pekerjaan dalam pengendalian produksi untuk memperlambat pengeluaran pesanan manufaktur.
 - f. Memperbaiki MPS.

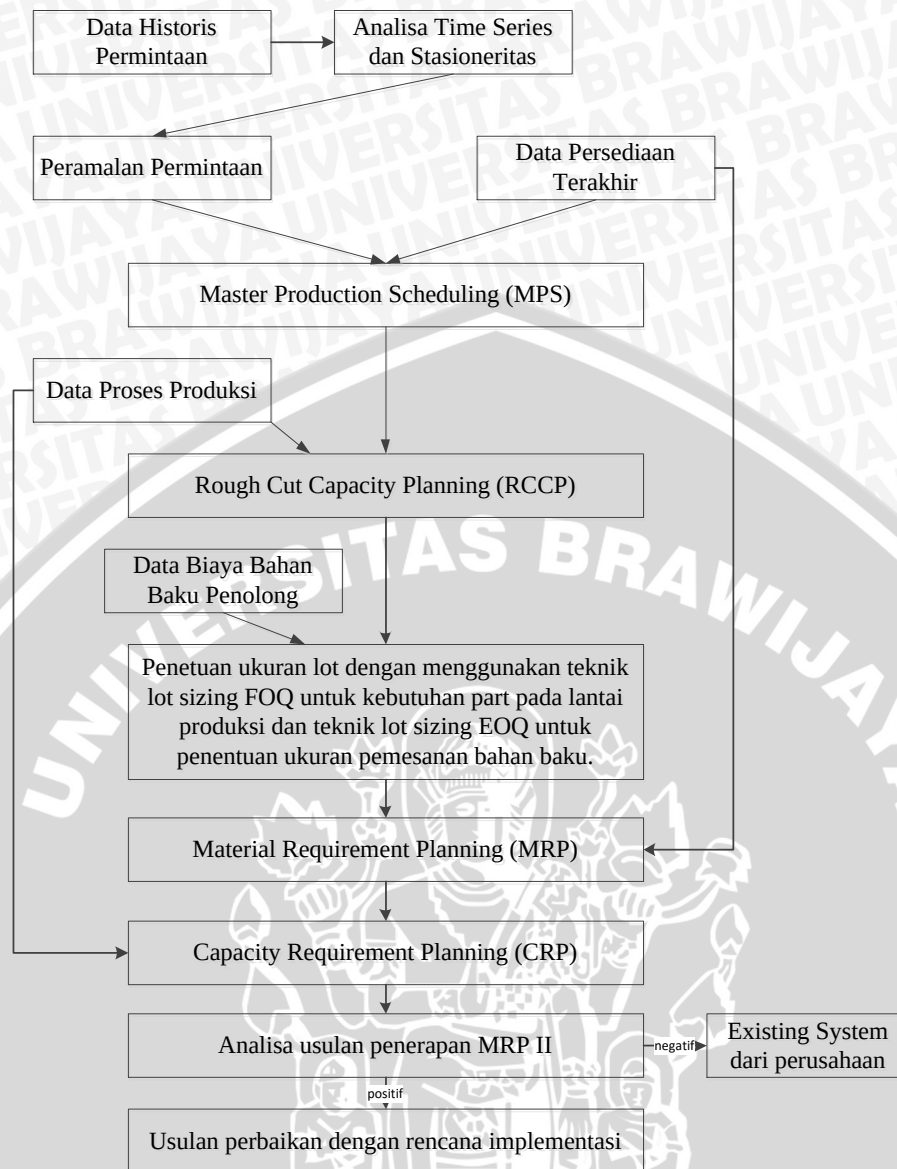
2.12 Kerangka Pemikiran Teoritis

Kerangka pemikiran teoritis merupakan rangkuman dari analisa tinjauan pustaka dan teori yang menunjukkan keterkaitan antar variabel penelitian. Konsep pemecahan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Masalah perencanaan produksi untuk menangani permintaan yang fluktuatif serta sesuai dengan *service level* dari perusahaan.
2. Analisa *Time Series* dan Stasioneritas pada data historis permintaan untuk menentukan metode peramalan yang tepat sesuai pola data historis (dengan menganggap faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan relatif konstan).
3. Melakukan peramalan permintaan yang akan terjadi dengan metode-metode yang telah ditentukan. Pemilihan metode peramalan yang digunakan berdasarkan nilai *Mean Square Error* (MSE) pada masing-masing metode peramalan.

4. Membuat *Master Production Scheduling* (MPS) dari hasil peramalan permintaan yang akan terjadi dan dengan masukan tambahan data persediaan produk pada gudang.
5. Melakukan validasi hasil dari *Master Production Scheduling* (MPS) dengan *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP) berdasarkan data proses produksi pada perusahaan. Validasi dilakukan untuk memeriksa bahwa beban produksi yang direncanakan sesuai dengan kapasitas produksi yang tersedia di perusahaan. Apabila beban produksi lebih besar daripada kapasitas produksi, maka dilakukan perbaikan MPS hingga beban produksi sesuai dengan kapasitas produksi.
6. Penentuan metode *Lot Sizing* dengan metode FOQ untuk *part* Rokok SKM serta Rokok pada rantai produksi dengan ukuran sesuai batasan kapasitas dari proses produksi. Pada pemesanan bahan baku penolong, metode *Lot Sizing* yang digunakan adalah EOQ dengan pertimbangan biaya pesan dan biaya simpan.
7. Penyusunan *Material Requirement Planning* (MRP) sebagai perencanaan pemesanan bahan baku penolong.
8. Melakukan validasi hasil dari *Material Requirement Planning* (MRP) dengan *Capacity Requirement Planning* (CRP) berdasarkan data proses produksi pada perusahaan.
9. Melakukan analisa usulan penerapan sistem *Manufacturing Resources Planning* dengan Existing System dari perusahaan. Hasil positif didapatkan apabila usulan penerapan sistem MRP II menghasilkan Total Biaya Persediaan yang lebih kecil daripada *Existing System* dari perusahaan.
10. Memberikan usulan perbaikan dengan penerapan sistem MRP II pada perusahaan untuk menggantikan *Existing System* yang telah diterapkan sebelumnya.

Berikut adalah gambar dari kerangka pemikiran teoritis pada penelitian ini yang merupakan rangkuman dari analisa tinjauan pustaka dan teori yang menunjukkan keterkaitan antar variabel penelitian.



Gambar 2.5 Kerangka Pemikiran Teoritis

Pada *Material Requirement Planning* (MRP atau MRP I), penelitian bertujuan untuk memesan item barang, dengan jumlah dan waktu yang tepat. Guna melengkapi diri dengan perangkat perencanaan tersebut, maka dikembangkan metodologi *Manufacturing Resources Planning* (MRP II) yang melakukan perhitungan sumber daya bahan, tenaga kerja, peralatan, perkakas dan lain sebagainya. Untuk setiap sumber daya tersebut diatas, MRP II dapat memperkirakan apa yang diperlukan, kapan diperlukan, dan jumlah sumber daya tersebut. Pada penelitian ini, usulan penerapan sistem MRP II dibatasi untuk validasi dari pembuatan jadwal induk produksi dan perencanaan kebutuhan bahan baku penolong dengan kapasitas yang tersedia di perusahaan. Hal ini bertujuan untuk mengukur ketersediaan kapasitas untuk mengatasi permintaan yg fluktuatif, meminimasi total biaya persediaan serta meratakan beban produksi berdasarkan perencanaan jadwal induk dan dari perencanaan jumlah bahan baku yang masuk.