

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Strategi Sistem Perencanaan dan Pengendalian Manufaktur

Pada dasarnya manajemen industri dapat memilih satu atau lebih atau mengkombinasikan pilihannya dari enam strategi perencanaan dan pengendalian manufaktur yang dikenal saat ini. Keenam strategi itu adalah :

1. *Project Management (PM)*

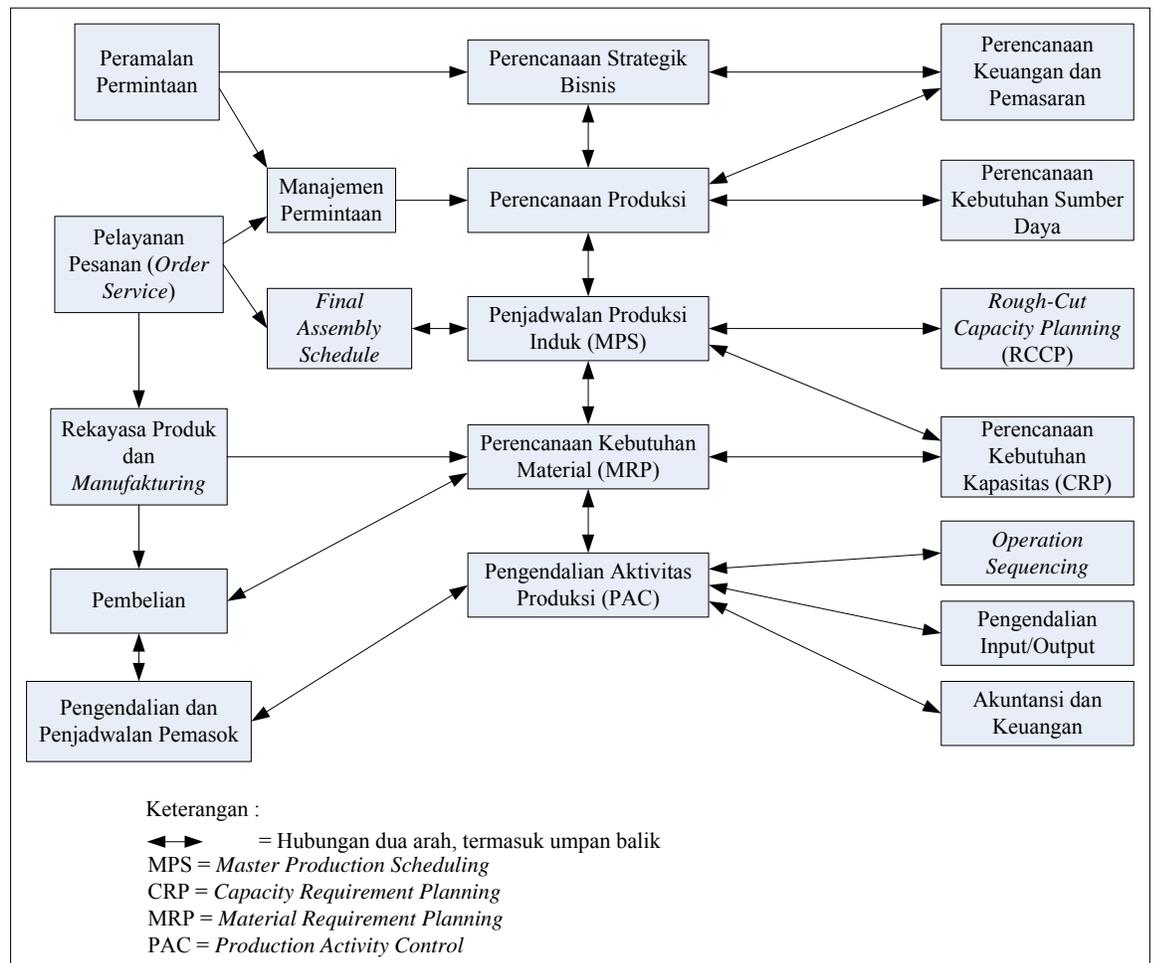
Suatu proyek didefinisikan sebagai kumpulan aktivitas yang memiliki waktu awal dan akhir serta dijalankan untuk memenuhi tujuan yang telah ditetapkan, berupa kepuasan pelanggan dalam hal : biaya, kualitas, dan ketetapan waktu. Langkah-langkah umum yang dipergunakan dalam sistem perencanaan dan pengendalian manajemen proyek adalah :

- Penyusunan dan pendefinisian proyek
- Perencanaan proyek
- Pelaksanaan proyek
- Penyelesaian dan evaluasi proyek

2. *Manufacturing Resource Planning (MRP II)*

MRP II merupakan suatu sistem informasi terintegrasi yang menyediakan data di antara berbagai aktivitas produksi dan area fungsional lainnya dari bisnis secara keseluruhan. Sistem MRP II mengkoordinasikan pemasaran,

manufakturing, pembelian, dan rekayasa melalui pengapdosian rencana produksi serta melalui penggunaan satu data base terintegrasi guna merencanakan dan memperbaharui aktivitas dalam sistem industri modern secara keseluruhan. Pada dasarnya, dalam sistem MRP II perencanaan produksi dikembangkan dari perencanaan startegik bisnis yang melibatkan manajemen puncak dari perusahaan industri itu.



Gambar 2.1 Sistem *Manufacturing Resource Planning (MRP II)*

3. *Just-In-Time (JIT)*

Pada dasarnya sistem JIT merupakan suatu konsep filosofi yaitu : memproduksi produk yang dibutuhkan, pada saat dibutuhkan oleh pelanggan, dalam jumlah sesuai kebutuhan pelanggan, pada tingkat kualitas yang prima, dari setiap tahap proses dalam sistem manufakturing, dengan cara yang paling ekonomis dan efisien melalui eliminasi pemborosan (*waste elimination*) dan perbaikan proses terus-menerus (*continuous process improvement*).

4. *Continuous Process Control*

Terdapat empat tingkat fungsional utama secara berurut yang dimulai dari tingkat terendah sampai tertinggi dalam *continuous process control*, yaitu :

- Pengukuran Proses dan Pengendalian Input-Output (*Process Measurement and Input-Output Control*), berkaitan dengan pengukuran proses dan pengendalian tingkat input dan output dalam proses itu agar menjadi seimbang.
- Pengendalian Proses Langsung yang Lain (*Other Direct Process Control*), berkaitan dengan pengendalian parameter proses, seperti : aliran, temperatur, dan variabel-variabel lain.
- Pemantauan Proses (*Process Monitoring*), berkaitan dengan presentasi dari semua data yang terkait dengan proses secara keseluruhan kepada operator agar memberikan mereka suatu informasi yang berguna untuk mengambil tindakan-tindakan perbaikan yang tepat apabila dibutuhkan.

- Manajemen Proses (*Process Management*), merupakan tingkat tertinggi yang memudahkan dalam mendiagnosis suatu masalah yang terjadi dalam proses secara keseluruhan kemudian berusaha untuk menyelesaikan masalah itu agar tercapai perbaikan proses terus menerus (*continuous process improvement*).

5. *Flexible Control System*

Flexible Control System (FCS) berfungsi untuk mengendalikan *Flexible Manufacturing System* (FMS). Karena FMS dapat menjadi efektif dan efisien untuk pembuatan sejumlah jenis produk-mulai dari produk yang unik dan dibuat khusus (*one-of-a-kind customized products*) sampai produk-produk komoditas bervolume tinggi (*high-volume commodity products*)-maka FCS harus memiliki fleksibilitas yang sama serta harus mampu mengendalikan semua sumber daya yang dibutuhkan untuk pembuatan produk-produk itu.

6. *Agile Control System*

Agile Control System (ACS) berfungsi untuk mengendalikan *Agile Manufacturing System* (AMS). ACS merupakan perpaduan terbaik antara JIT dan MRP II. Sistem ini menggunakan manajemen pesanan, manajemen keuangan, dan kapabilitas komunikasi dalam sistem MRP II termasuk keterkaitan elektronik dengan pelanggan dan pemasok, meminimumkan waktu transit informasi dan kesalahan-kesalahan. Kemudian menggunakan filosofi JIT untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*),

dan teknik-teknik JIT untuk penjadwalan dan pengendalian di lantai produksi (*shop floor control and scheduling*).

2.2 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. Secara garis besar aktivitas-aktivitas dalam manajemen permintaan dapat dikategorikan ke dalam dua aktivitas utama, yaitu : pelayanan pesanan (*order service*) bersifat pasti, dan peramalan (*forecasting*) bersifat tidak pasti.

2.2.1 Konsep Dasar Sistem Peramalan dalam Manajemen Permintaan

Pada dasarnya terdapat sembilan langkah yang harus diperhatikan untuk menjamin efektivitas dan efisiensi dari sistem peramalan dalam manajemen peramalan, 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.

Tujuan utama dari peramalan dalam manajemen permintaan adalah untuk meramalkan permintaan dari item-item *independent demand* di masa yang akan datang. Pemilihan item-item *independent demand* yang akan diramalkan tergantung pada situasi dan kondisi aktual dari masing-masing industri manufaktur. Namun yang terpenting bagi manajemen industri adalah memperhatikan bahwa item-item independent demand adalah item-item yang bebas atau tidak terkait langsung dengan struktur *bill of material* (BOM) untuk produk akhir yang akan dibuat oleh industri manufaktur itu. Jelas dalam setiap industri manufaktur, produk akhir merupakan item *independent demand* yang dipilih untuk diramalkan.

2.2.2 Double Exponential Smoothing 1 Parameter dari Brown

Model-model peramalan terdiri dari metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif berdasarkan intuisi atau pertimbangan. Metode kuantitatif berdasarkan analisis hubungan numerik dari data. Metode kuantitatif terdiri dari intrinsik dan ekstrinsik. Intrinsik berdasarkan pada pola historis dari data itu sendiri sedangkan ekstrinsik berdasarkan pada pola-pola eksternal. Formula yang digunakan adalah :

- Inisialisasi

$$S''_t = S'_t = X_t$$

- Formulasi

$$S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha)S'_{t-1}$$

$$S''_t = \alpha X_t + (1-\alpha)S''_{t-1}$$

$$A_t = 2S'_t - S''_t$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S'_t - S''_t)$$

$$F_{t+m} = A_t + b_{t-m}$$

Ket

X_t = Data historis periode ke-t

S'_t = Pemulusan eksponensial tunggal

S''_t = Pemulusan eksponensial ganda

A_t = Variabel a periode ke-t

b_t = Variabel b periode ke-t

F = Peramalan

$m = 1, 2, 3, \dots, n$

2.3 Fungsi Persediaan

Persediaan memiliki fungsi tersendiri bagi suatu usaha industri, yaitu:

1. Dapat menghilangkan resiko keterlambatan penerimaan bahan baku atau barang yang dibutuhkan oleh suatu industri.

2. Dapat meminimalkan resiko terjadinya penerimaan barang yang salah, namun produksi dapat berjalan terus.
3. Dapat meminimalkan resiko kenaikan harga material atau inflasi akibat kenaikan mata uang negara asing.
4. Memberikan keuntungan dari pembelian berdasarkan *quantity discount*
5. Dapat memberikan pelayanan yang memuaskan kepada konsumen dengan tersedianya barang jadi yang diinginkan.

2.4 Perencanaan Agregat

Menurut Narasimhan, perencanaan agregat mempertimbangkan hal-hal yang mempengaruhi produksi, seperti persediaan, penjadwalan, kapasitas dan sumber daya. Dengan semakin berkembangnya kegiatan produksi pada perusahaan, masalah-masalah mengenai perencanaan dan pengendalian menjadi sangat kompleks. Tujuan perencanaan agregat adalah untuk menggunakan sumber daya manusia dan peralatan-peralatan yang ada sehingga masalah yang ada dapat diatasi.

Perencanaan agregat berarti perencanaan yang dilakukan pada tingkat yang masih kasar untuk memenuhi total permintaan dari semua produk yang menggunakan sumber daya yang sama pada fasilitas yang digunakan. Dengan adanya perencanaan agregat, maka diharapkan dapat meminimalkan total biaya yang dikeluarkan untuk produksi dengan melakukan perencanaan dan menentukan kombinasi yang optimal dari tingkat tenaga kerja dan persediaan.

Biaya-biaya yang berhubungan dengan perencanaan agregat antara lain:

1. Biaya dasar produksi

Biaya ini terbagi menjadi 2, yaitu:

- Biaya tetap, misalnya biaya asuransi
- Biaya variabel, misalnya biaya lembur

2. Biaya yang berkaitan dengan perubahan pada laju produksi

Contoh dari biaya ini adalah biaya sewa tenaga kerja, biaya pelatihan tenaga kerja.

3. Biaya penyimpanan

Merupakan biaya yang dikeluarkan untuk persediaan yang berlebih penggunaan perencanaan agregat harus dapat memenuhi tujuan tertentu, yaitu harus dapat memenuhi keseluruhan *output*, persediaan dan hal-hal lain seperti yang ada dalam rencana perusahaan, penggunaan fasilitas perusahaan yang maksimal sehingga perusahaan menjadi efektif dan efisien, rencana yang dibuat harus konsisten dengan tujuan perusahaan yang sudah ditetapkan dan kebijakan mengenai karyawan perusahaan.

Disamping itu, perencanaan agregat juga harus memperhatikan fluktuasi dari setiap periode permintaan dan rencana dari lini produksi. Untuk mengatasi hal ini, ada beberapa pilihan yang dapat dilakukan:

1. Memproduksi pada tingkat konstan, sehingga pada saat permintaan sedikit maka akan terjadi kelebihan produksi yang kemudian disimpan dalam gudang. Cara ini akan mengakibatkan biaya yang tinggi pada biaya persediaan.

2. Merekrut atau memberhentikan karyawan sesuai dengan permintaan pasar terhadap produk. Cara ini akan mengakibatkan biaya yang tinggi pada perekrutan karyawan, pelatihan dan pesangon.
3. Melakukan lembur yang tidak bisa dilakukan secara terus-menerus karena ada batasnya.
4. Melakukan sub-kontrak pekerjaan dengan perusahaan lain pada saat permintaan tinggi.
5. Perusahaan memiliki kapasitas tetap yang digunakan secara penuh apabila permintaan tinggi.

Perencanaan agregat biasanya didasarkan pada kombinasi dari pilihan-pilihan tersebut. Dalam tugas akhir ini, akan digunakan dua strategi perencanaan agregat, yaitu:

- Strategi *Chase Production*

Strategi ini dilakukan dengan cara mengubah jumlah tenaga kerja dan tingkat produksi sesuai dengan permintaan produk.

- Strategi Konstan (*Level Production*)

Strategi ini dilakukan dengan cara melakukan produksi yang konstan pada tiap periode tanpa memperhatikan jumlah permintaan.

2.5 Perencanaan Kebutuhan Sumber Daya (*Resource Requirement Planning*)

Menurut Gasperz, perencanaan kebutuhan sumber daya merupakan tingkat perencanaan tertinggi dalam hierarki perencanaan kapasitas. Pada dasarnya perencanaan kebutuhan sumber daya dapat dilakukan melalui lima langkah berikut:

1. Memperoleh rencana produksi seperti yang telah dikemukakan dalam perencanaan produksi sebelumnya.
2. Menentukan struktur produk.
3. Menemukan *bill of resources* melalui formula:

Rata-rata waktu *assembly* = Proporsi *product mix* x Jam standar *assembly* per unit.

4. Menghitung kebutuhan sumber daya total.
5. Mengevaluasi rencana yang telah dilakukan. Dalam langkah ini setiap rencana dievaluasi performansinya berkaitan dengan tingkat efisiensi dan biaya, karena setiap rencana membutuhkan tingkat inventori maupun penggunaan tenaga kerja yang berbeda.

2.6 *Master Production Scheduling*

Pada dasarnya jadwal produksi induk (*Master Production Scheduling*) merupakan suatu pernyataan tentang produk akhir (termasuk *parts* pengganti dan suku cadang) dari suatu perusahaan industri manufaktur yang merencanakan memproduksi *output* berkaitan dengan kuantitas dan periode waktu. *MPS*

mengimplementasikan rencana produksi. Apabila rencana produksi yang merupakan hasil dari proses perencanaan produksi dinyatakan dalam bentuk agregat, jadwal produksi induk (*MPS*) dinyatakan dalam konfigurasi spesifik dengan nomor-nomor *item* yang ada dalam *Bill of Materials*.

Aktivitas penjadwalan produksi induk pada dasarnya berkaitan dengan bagaimana menyusun dan memperbaharui jadwal produksi induk, memproses transaksi dari *MPS*, memelihara catatan-catatan *MPS*, mengevaluasi efektivitas dari *MPS* dan memberikan laporan evaluasi dalam periode waktu yang teratur untuk keperluan umpan balik dan tinjauan ulang.

Berdasarkan uraian diatas kita mengetahui bahwa *MPS* berkaitan dengan pernyataan tentang produksi dan bukan pernyataan tentang permintaan pasar. *MPS* sering didefinisikan sebagai *anticipated built schedule* untuk item-item yang disusun oleh perencana jadwal produksi induk. *MPS* membentuk jalinan komunikasi antara bagian pemasaran dan bagian manufacturing sehingga seyogianya bagian pemasaran juga mengetahui informasi yang ada dalam *MPS* terutama berkaitan dengan jumlah barang yang dapat dijanjikan kepada konsumen.

Informasi-informasi yang terdapat dalam *MPS* antara lain adalah:

- *Demand Time Fences (DTF)* adalah periode mendatang dari *MPS* dimana dalam periode ini perubahan-perubahan terhadap *MPS* tidak diizinkan karena akan menimbulkan kerugian yang besar akibat ketidaksesuaian jadwal.
- *Planning Time Fences (PTF)* adalah periode mendatang dari *MPS* dimana dalam periode ini perubahan terhadap *MPS* dievaluasi guna mencegah

ketidaksesuaian atau kekacauan jadwal yang akan menimbulkan kerugian dalam biaya. *PTF* sering ditetapkan dalam waktu tunggu kumulatif. Waktu tunggu kumulatif merupakan waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi produk sejak awal, yang merupakan jalur waktu terpanjang dari puncak (*end item*) ke bawah (*raw material*) dalam struktur produk.

- *Time Periods for Display* adalah banyaknya periode waktu yang ditampilkan dalam format *MPS*. Dalam system *MRP II* biasanya periode waktu ditampilkan dalam unit waktu mingguan.
- *Sales Forecast* adalah rencana penjualan atau peramalan penjualan untuk item yang dijadwalkan.
- *Actual orders* merupakan pesanan-pesanan yang diterima dan bersifat pasti.
- *Projected Available Balances (PAB)* merupakan proyeksi *on-hand inventory* dari waktu ke waktu selama horizon perencanaan *MPS*, yang menunjukkan status inventori yang diproyeksikan pada akhir dari setiap periode waktu dalam horizon perencanaan *MPS*. *PAB* dapat dipandang sebagai suatu perbandingan penawaran dan permintaan. Apabila *PAB* bernilai negatif berarti pada periode itu penawaran tidak mampu memenuhi permintaan.
- *Available to Promise* merupakan informasi yang sangat berguna bagi departemen pemasaran untuk mampu memberikan jawaban yang tepat mengenai waktu pengiriman barang kepada konsumen. Nilai *ATP* memberikan informasi tentang berapa banyak item tertentu yang dijadwalkan

pada periode waktu itu tersedia untuk pesanan pelanggan, sehingga bagian pemasaran dapat membuat janji yang tepat kepada pelanggan.

- *Master Production Schedule* merupakan jadwal produksi yang diantisipasi untuk item tertentu.

Tabel 2.1 *Master Production Scheduling*

<i>Demand Time Fences :</i>		<i>Lot Size :</i>		
<i>Planning Time Fences :</i>		<i>Safety Stock :</i>		
	<i>Time Periods (Week)</i>			
	1	2	3	4
<i>Sales Forecast</i>				
<i>Actual Orders</i>				
<i>Projected Available Balance</i>				
<i>Available to Promise</i>				
<i>Cumulative ATP</i>				
<i>MPS</i>				

2.7 *Rough Cut Capacity Planning*

Rough Cut Capacity Planning 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. Guna menetapkan sumber-sumber spesifik tertentu, khususnya yang diperkirakan akan menjadi hambatan potensial, adalah cukup untuk melaksanakan *MPS*. Dengan demikian kita dapat membantu manajemen untuk melaksanakan *Rough Cut Capacity Planning*, dengan memberikan informasi tentang tingkat produksi di masa mendatang yang akan memenuhi permintaan total itu.

Pada dasarnya *RCCP* didefinisikan sebagai proses konversi dari Rencana Produksi dan *MPS* ke dalam kebutuhan kapasitas yang berkaitan dengan sumber-sumber daya kritis seperti: tenaga kerja, mesin dan peralatan, kapasitas gudang, kapabilitas pemasok material dan *parts*, dan sumber daya keuangan. *RCCP* adalah serupa dengan Perencanaan Kebutuhan Sumber Daya (*Resource Requirement Planning=RRP*), kecuali bahwa *RCCP* adalah lebih terperinci daripada *RRP* dalam beberapa hal, seperti: *RCCP* diagregasikan kedalam level item atau *sku* (*Stock keeping unit*); *RCCP* diagregasikan berdasarkan periode waktu harian atau mingguan; dan *RCCP* mempertimbangkan lebih banyak sumber daya produksi.

Pada dasarnya terdapat empat langkah yang diperlukan untuk melaksanakan *RCCP*, yaitu:

1. Memperoleh informasi tentang rencana produksi dari *MPS*.
2. Memperoleh informasi tentang struktur produk dan waktu tunggu.
3. Menentukan *bill of resources*

Perhitungan terhadap waktu *assembly* rata-rata untuk setiap produk menggunakan formula: Waktu *assembly* rata-rata = unit produk yang dihasilkan x jam standar *assembly* per unit.

4. Menghitung kebutuhan sumber daya spesifik dan membuat laporan *RCCP*

Perhitungan kebutuhan sumber daya spesifik perlu mempertimbangkan kondisi aktual dalam perusahaan seperti tingkat efisiensi yang ada.

Selanjutnya hasil-hasil dari *RCCP* ditampilkan dalam suatu diagram yang dikenal sebagai *load profile*. *Load profile* merupakan metode yang umum dipergunakan untuk menggambarkan kapasitas yang dibutuhkan *versus* kapasitas yang tersedia. Dengan demikian *load profile* didefinisikan sebagai tampilan dari kebutuhan kapasitas di waktu mendatang berdasarkan pesanan-pesanan yang direncanakan dan dikeluarkan sepanjang suatu periode waktu tertentu.

2.8 *Material Requirement Planning*

Menurut Gasperz, perencanaan kebutuhan material (*Material Requirement Planning = MRP*) adalah metode penjadwalan untuk *purchased planned orders* dan *manufactured planned orders*. *Planned manufacturing orders* kemudian diajukan untuk analisis lanjutan berkenaan dengan ketersediaan kapasitas dan keseimbangan menggunakan perencanaan kebutuhan kapasitas (*Capacity Requirement Planning*).

Metode *MRP* merupakan metode perencanaan dan pengendalian pesanan dan inventori untuk item-item *dependent demand*, dimana permintaan cenderung *discontinuous*. Item-item yang termasuk dalam *dependent demand* adalah: bahan baku (*raw materials*), *parts*, *subassemblies* dan *assemblies*, yang kesemuanya disebut *manufacturing inventories*. Teknik-teknik *MRP* dan *CRP* paling cocok diterapkan dalam lingkungan *job shop manufacturing*, meskipun *MRP* dapat pula diadopsi dalam lingkungan *repetitive manufacturing*.

Berdasarkan *MPS* yang diturunkan dari rencana produksi, suatu sistem *MRP* mengidentifikasi item apa yang harus dipesan, berapa banyak kuantitas item yang harus dipesan, dan bilamana waktu memesan item itu. Horizon perencanaan (*planning horizon*) yang dipilih untuk pengembangan *MRP* secara umum adalah sama dengan yang dipilih untuk *MPS*, yaitu harus paling sedikit selama waktu tunggu kumulatif terpanjang (*longest cumulative lead time*) diantara semua item yang diproduksi.

Long of time buckets yang dipilih tergantung pada lingkungan *manufacturing*, dimana untuk lingkungan yang sangat dinamik dengan frekuensi perencanaan ulang (*replanning frequencies*) yang sangat sering seperti dalam situasi *Just In Time* periode waktu yang tercakup oleh setiap *time bucket* lebih pendek, sedangkan untuk lingkungan *manufacturing* yang memiliki waktu tunggu produksi yang sangat panjang, *length of time buckets* nya menjadi lebih panjang.

Frekuensi perencanaan ulang (*replanning frequencies*) menunjukkan berapa sering seharusnya aplikasi *MRP* dilakukan, yang tergantung pada lingkungan *manufacturing* dan ukuran dari *time bucket* yang dipilih. Dalam lingkungan dinamik, dimana perubahan-perubahan sering terjadi atau prosesnya tidak stabil, membutuhkan frekuensi perencanaan ulang yang lebih sering dibandingkan apabila berada dalam lingkungan yang lebih stabil.

Tabel 2.2 *Material Requirement Planning*

<i>Material Requirement Planning</i>						
<i>Lead Time :</i>			<i>Lot Size :</i>			
<i>On Hand :</i>			<i>Safety Stock :</i>			
		<i>Time Periods (Minggu)</i>				
		1	2	3	4	5
<i>Gross Requirement</i>						
<i>Scheduled Receipts</i>						
<i>Projected On Hand</i>						

<i>Projected Available</i>					
<i>Net Requirements</i>					
<i>Planned Order Receipts</i>					
<i>Planned Order Release</i>					

Berikut keterangan istilah-istilah dalam tabel:

1. *Lead Time*

Merupakan jangka waktu yang dibutuhkan sejak *MRP* menyarankan suatu pesanan sampai item yang dipesan itu siap untuk digunakan.

2. *On Hand*

Merupakan inventori *on-hand* yang menunjukkan kuantitas dari item yang secara fisik ada dalam gudang.

3. *Lot Size*

Merupakan kuantitas pesanan (*order quantity*) dari item yang memberitahukan *MRP* berapa banyak kuantitas yang harus dipesan serta teknik *lot-sizing* apa yang dipakai.

4. *Safety Stock*

Merupakan stok pengaman yang ditetapkan oleh perencana *MRP* untuk mengatasi fluktuasi dalam permintaan (*demand*) ataupun *supply*. *MRP* merencanakan untuk mempertahankan tingkat stok pada level ini pada semua periode waktu.

5. *Planning Horizon*

Merupakan banyaknya waktu ke depan (masa mendatang) yang tercakup dalam perencanaan. Dalam praktek, horizon perencanaan harus ditetapkan paling sedikit sepanjang waktu tunggu kumulatif dari sekumpulan item yang terlibat dalam proses *manufacturing*.

6. *Gross Requirement*

Merupakan total dari semua kebutuhan, termasuk kebutuhan yang diantisipasi (*anticipated requirements*) untuk setiap periode waktu. Suatu *part* tertentu dapat mempunyai kebutuhan kotor (*gross requirements*) yang mencakup *dependent* dan *independent demand*.

7. *Projected On Hand*

Merupakan *projected available balance (PAB)* dan tidak termasuk *planned orders*. *Projected On Hand* dihitung berdasarkan formula:

$$\text{Projected On Hand} = (\text{On Hand pada awal periode} + \text{Scheduled Receipts}) - \text{Gross Requirements}$$

8. *Projected Available*

Merupakan kuantitas yang diharapkan ada dalam inventori pada akhir periode, dan tersedia untuk penggunaan dalam periode selanjutnya. *Projected available* dihitung berdasarkan formula berikut:

$$\text{Projected Available} = \text{On Hand pada awal periode (atau Projected Available pada periode sebelumnya)} + \text{Scheduled Receipts periode sekarang} + \text{Planned Order Receipts periode sekarang} - \text{Gross Requirements periode sekarang.}$$

9. *Net Requirements*

Merupakan kekurangan material yang diproyeksikan untuk periode ini sehingga perlu diambil tindakan ke dalam perhitungan *planned order receipts* agar menutupi kekurangan material pada periode itu. *Net Requirements* dihitung berdasarkan formula berikut:

$$\text{Net Requirements} = (\text{Gross Requirements} + \text{Allocations} + \text{Safety Stock}) - \text{Scheduled Receipts} - \text{Projected Available pada akhir periode lalu.}$$

10. *Planned Order Receipts*

Merupakan kuantitas pesanan pengisian kembali (pesanan *manufacturing* atau pesanan pembelian) yang telah direncanakan oleh *MRP* untuk diterima pada periode tertentu guna memenuhi kebutuhan bersih (*net requirements*). Apabila menggunakan teknik *lot for lot* maka *planned order receipts* dalam setiap periode selalu sama dengan *net requirements* pada periode itu. Jika *planned order* dimodifikasi melalui kebijaksanaan *lot sizing* maka *planned orders* dapat melebihi *net requirements*. Setiap kelebihan diatas *net requirements* akan dimasukkan kedalam *projected available inventory* untuk penggunaan pada periode berikutnya.

11. *Planned Order Releases*

Merupakan kuantitas *planned orders* yang ditempatkan atau dikeluarkan dalam periode tertentu, agar item yang dipesan itu akan tersedia pada saat dibutuhkan. Item yang tersedia pada saat dibutuhkan itu tidak lain adalah kuantitas *planned order receipts* yang ditetapkan menggunakan *lead time offset*.

2.9 *Capacity Requirement Planning*

Gasparz. *MRP* mengasumsikan bahwa apa yang dijadwalkan dapat diterapkan, tanpa memperhatikan keterbatasan kapasitas. Kadang-kadang asumsi ini *valid*, tetapi kadang-kadang tidak dapat dipenuhi. Perencanaan kebutuhan kapasitas (*Capacity Requirement Planning*) menguji asumsi ini dan mengidentifikasi area yang melebihi kapasitas (*overload*) dan yang berada dibawah kapasitas (*underload*), sehingga perencana dapat mengambil tindakan yang tepat. *CRP* membandingkan beban yang diterapkan pada setiap *work center* melalui *open and planned orders* yang diciptakan oleh *MRP*, dengan kapasitas yang tersedia pada setiap pusat kerja dalam setiap periode waktu dari horizon perencanaan.

Input CRP

- *Scheduled of Planned Factory Order Release*: jadwal ini merupakan salah satu *output* dari *MRP*. *CRP* memiliki dua sumber utama dari *load data*, yaitu (1) *scheduled receipts* yang berisi data *order due date*, *order quantity*, *operation completed*, *operation remaining*, dan (2) *planned order release* yang berisi data *planned order release date*, *planned order receipt date*, *planned order quantity*. Sumber-sumber lain seperti *product rework*, *quality recalls*, *engineering prototypes*, *excess scrap* dan lain-lain harus diterjemahkan ke dalam satu dari dua jenis pesanan yang digunakan oleh *CRP* tersebut.
- *Work Order Status*; informasi status ini diberikan untuk semua *open orders* yang ada dengan operasi yang masih harus diselesaikan, *work center* yang terlibat dan perkiraan waktu.
- *Routing Data*; memberikan jalur yang direncanakan untuk *factory orders* melalui proses produksi dengan perkiraan waktu operasi. Setiap *part*, *assembly* dan produk yang dibuat memiliki suatu *routing* yang unik, terdiri dari satu atau lebih operasi. Informasi yang diperlukan untuk *CRP* adalah: *operation number*, *operation*, *planned work center*, *possible alternate work center*, *standars setup time*, *standard run time per unit*, *tooling needed at each work center* dan lain-lain. *Routing* memberikan petunjuk pada *powers CRP* sebagaimana layaknya *BOM* memberikan petunjuk pada proses *MRP*.

- *Work Center Data*; data ini berkaitan dengan setiap *production work center*, termasuk sumber-sumber daya, standar-standar utilisasi dan efisiensi, serta kapasitas. Elemen-elemen data pusat kerja adalah: identifikasi dan deskripsi, banyaknya mesin atau stasiun kerja, banyaknya hari kerja per periode, banyaknya *shift* yang dijadwalkan per hari kerja, banyaknya jam kerja per *shift*, factor utilisasi, factor efisiensi, rata-rata waktu antrian, rata-rata waktu menunggu dan bergerak.

Proses CRP

- Menghitung kapasitas *work center*
Kapasitas *work center* ditentukan berdasarkan sumber-sumber daya mesin dan manusia, faktor jam operasi, efisiensi, dan utilisasi. Kapasitas *work center* biasanya ditentukan secara manual. Termasuk dalam penentuan kapasitas pusat kerja adalah: identifikasi dan definisi *work center*, serta perhitungan kapasitas *work center*.
- Menentukan beban (*load*)
Perhitungan *load* pada setiap *work center* dalam setiap periode waktu dilakukan dengan menggunakan *backward scheduling*, menggunakan *infinite loading*, menggandakan *load* untuk setiap item melalui kuantitas dari item yang dijadwalkan dalam suatu periode waktu pusat kerja untuk periode waktu mendatang yang diakumulasikan berdasarkan pada *open orders (scheduled receipts)* dan *planned order release*. Proses ini biasanya menggunakan komputer.

- Menyeimbangkan kapasitas dan beban

Apabila tampak ketidakseimbangan antara kapasitas dan beban, salah satu dari kapasitas atau beban harus disesuaikan kembali untuk memperoleh jadwal yang seimbang. Apabila penyesuaianpenyesuaian rutin tidak cukup memadai, penjadwalan ulang dari output *MRP* atau *MPS* perlu dilakukan. Hal ini biasanya merupakan suatu *human judgement* dan dilakukan secara *iterative* (berkali-kali) bersama dengan output laporan *work center load* dari *CRP*. Dengan kata lain proses akan diulang sampai memperoleh beban yang dapat diterima (*acceptable load*).

Output CRP

- Laporan Beban Pusat Kerja (*Work Center Load Report*)

Laporan ini menunjukkan hubungan antara kapasitas dan beban. Apabila dalam laporan ini tampak ketidakseimbangan antara kapasitas dan beban, proses *CRP* secara keseluruhan mungkin perlu diulang. *Work center load report* sering ditampilkan dalam bentuk grafik batang (*bar chart*) yang sangat bermanfaat untuk melihat hubungan antara beban yang diproyeksikan dan kapasitas yang tersedia, sekaligus mengidentifikasi apakah terjadi *overload* atau *underload*. *CRP* biasanya menghasilkan *work center load profile* untuk setiap pusat kerja yang diidentifikasi dalam pabrik. Perbandingan antara beban dan kapasitas dapat juga ditampilkan dalam format kolom.

- Perbaiki *scheduled of planned factory order release*

Perbaikan jadwal ini menggambarkan bahwa output dari *MRP* disesuaikan terhadap *specific release dates* untuk *factory orders* berdasarkan perhitungan keterbatasan kapasitas. Perbaikan *scheduled of planned factory order releases* merupakan output tidak langsung (*indirect output*) dari proses *CRP* sebab mereka adalah hasil dari *human judgement* yang berdasarkan pada analisa dari output laporan *work center load*. Salah satu pilihan penyesuaian yang mungkin, di samping perubahan kapasitas, adalah mengubah *planned start dates* yang dibuat melalui rencana *MRP*. Hal ini mempunyai pengaruh terhadap pergeseran beban diantara periode waktu untuk mencapai keseimbangan yang lebih baik.

2.10 Metode Pengukuran Kapasitas

Pada dasarnya terdapat tiga metode pengukuran kapasitas yaitu:

1. *Theoretical Capacity (Design Capacity)*

Merupakan kapasitas maksimum yang mungkin dari system manufacturing yang didasarkan pada asumsi mengenai adanya kondisi ideal seperti: tiga *shift* per hari, tujuh hari per minggu, tidak ada *downtime* mesin. Dengan demikian *theoretical capacity* diukur berdasarkan pada jam kerja yang tersedia untuk melakukan pekerjaan, tanpa 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 adalah $4 \times 8 \times 5 = 160$ 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 kerja/minggu akan menghasilkan 800 unit/minggu.

2. *Demonstrated Capacity (Actual Capacity)*

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

3. *Rated Capacity (Calculated Capacity)*

Diukur berdasarkan penyesuaian kapasitas teoritis dengan factor produktivitas yang telah ditentukan oleh *demonstrated capacity*. Dihitung melalui penggandaan waktu kerja yang tersedia dengan faktor utilisasi dan efisiensi. Waktu kerja yang tersedia adalah banyaknya jam kerja aktual yang dijadwalkan atau tersedia, pada pusat kerja selama periode tertentu. Waktu kerja yang tersedia per periode waktu dihitung sebagai: banyaknya orang atau mesin x jam per *shift* x *shift* per hari x hari kerja per periode. Utilisasi adalah pecahan yang menggambarkan persentase *clock time* yang tersedia dalam

pusat kerja 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. Utilisasi tidak dapat melebihi 100%.

$$\text{Utilisasi} = \frac{(\text{Jam aktual yang digunakan untuk produksi})}{\text{Jam yang tersedia menurut jadwal}}$$

Efisiensi adalah faktor yang mengukur performansi aktual dari pusat kerja relatif terhadap standar yang ditetapkan. Faktor efisiensi dapat lebih besar dari 1,0.

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Jam standar yang diperoleh}}{\text{Jam aktual untuk produksi}}$$

Dengan demikian *calculated capacity* per periode = banyaknya orang atau mesin x jam per *shift* x *shift* per hari x hari kerja per periode x utilisasi x efisiensi.