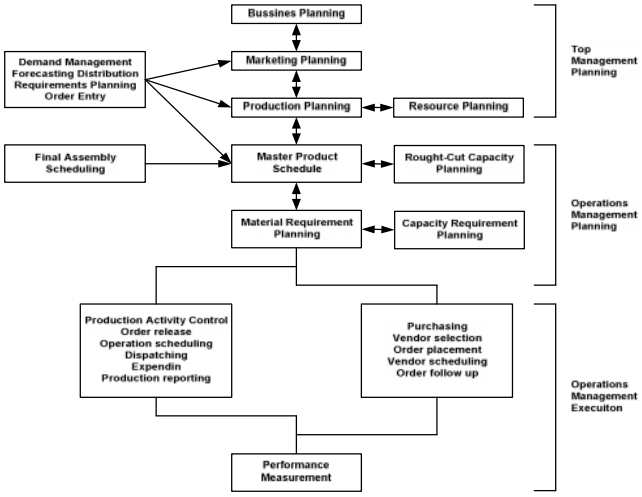
Bab 2
Tinjauan Pustaka

2.1. Pendahuluan

Sistem produksi merupakan suatu mata kuliah yang menggambarkan mengenai aktivitas-aktivitas dalam perencanaan produksi dan suatu ilmu khusus yang ada dalam jurusan Teknik Industri.

Manufaktur (Bedworth, 1991) dapat didefinisikan sebagai “Sekumpulan aktivitas fisik dan intelektual yang digabungkan dengan perancangan dan pembuatan produk nyata, sehingga memberikan nilai tambah pada *item*, baik secara manual atau menggunakan mesin”.

Pengendalian *manufacturing* melibatkan seluruh aktifitas mulai dari pemasukan bahan mentah sampai menjadi produk jadi. Termasuk diantaranya *accounting, order entry*, pelayanan pelanggan, logistik, *budgeting*, dan perencanaan strategi dalam *manufacturing*. Keterpaduan semua hal ini sering disebut dengan MRP II (*Manufacturing Resource Planning)*, yang keterkaitannya dapat dilihat pada bagan dibawah ini:



Gambar 2.1. Keterkaitan MRP II

Aktivitas-aktivitas dalam perencanaan produksi meliputi perencanaan proses, jadwal induk produksi, perencanaan kebutuhan material, perencanaan kapasitas, dan pengendalian aktivitas produksi (*shop floor*). Dalam penjabaran lebih lanjut, maka perencanaan *manufacturing* diuraikan menjadi proses apa saja yang harus dikerjakan, siapa pelaksananya, kapan, dimana dan perkiraan ongkos yang ditimbulkan.

- **Fungsi-Fungsi Sistem Produksi**

Fungsi-fungsi sistem produksi meliputi:

- *Bussiness planning.*
- *Product design and Engineering.*
- *Manufacturing Engineering.*
- *Supervision.*
- *Production Planning.*
- *Material Planning.*
- *Purchasing.*
- *Production.*
- *Production Control.*
- *Quality Control.*
- *Receiving, Shipping* dan *Inventory Control.*

- **Faktor Penentu Keberhasilan Sistem Produksi**

- Kedekatan hubungan antara pekerja dan sistemnya.
- Adanya sistem perencanaan dan pengendalian yang baik.

- **Aspek Perusahaan Dalam Perencanaan dan Pengendalian Produksi**

Perkembangan industri dewasa ini ditandai dengan terjadinya perubahan-perubahan yang sangat cepat. Implikasi dari perubahan-perubahan ini adalah di satu pihak masyarakat sebagai konsumen mempunyai pilihan yang semakin banyak dan di lain pihak perusahaan industri sebagai produsen didorong secara terus menerus untuk mengikuti arah perubahan kebutuhan masyarakat tersebut.

Secara umum misi perusahaan industri adalah memenuhi kebutuhan masyarakat (konsumen) dengan memproduksi barang-barang yang sesuai dengan kebutuhan konsumen. Untuk dapat memerankan misi tersebut, perusahaan industri perlu mengintegrasikan setiap aktivitas baik kegiatan produksi maupun pendukung.

Kunci keberhasilan perusahaan industri terletak pada kemampuan perusahaan untuk memenuhi kepuasan konsumen (*customer satisfaction*). Apabila kepuasan konsumen dapat dijabarkan lebih lanjut, maka faktor kunci keberhasilan perusahaan industri pada dasarnya mencakup:

- ❖ Kualitas (*Quality*).
- ❖ Biaya atau Ongkos (*Cost*).
- ❖ Waktu Penyerahan (*Delivery Time*).

Faktor keberhasilan ini lebih dikenal dengan istilah QCD.

Dalam sistem produksi terdapat ruang lingkup yang terdiri dari:

1. *Production and Inventory Management* (PIM)

   Merupakan suatu aktivitas yang meliputi *design, operation* dan *control* suatu *system* manufaktur sampai dengan distribusi produk jadi. Dalam arti lain PIM adalah serangkaian rantai *logistic* yang meliputi:

   - ❖ Tingkat *retail.*
   - ❖ Tingkat *warehouse.*
   - ❖ Tingkat *manufacturing.*

2. Strategi *Product Positioning*

   Terdapat empat tipe industri jika dilihat dari *Product Positioning* yaitu:

   - ❖ *Make to Stock*

     Merupakan tipe industri yang membuat produk akhir untuk disimpan. Kebutuhan konsumen diambil dari persediaan digudang. Ciri–ciri dari tipe *Make to Stock* yaitu:

     - *Standard item, high volume.*
     - Terus menerus dibuat, lalu disimpan.

❖ *Make to Order*

Merupakan tipe industri yang membuat produk hanya untuk memenuhi pesanan. Ciri–ciri dari *Make to Order* yaitu:

- *Input*nya bahan baku.
- Biasanya untuk *item* dengan banyak jenis.
- Harga cukup mahal.
- *Lead Time* ditetapkan oleh konsumen atau pesaing.
- Perlu keahlian khusus.
- Komponen biasa dibeli untuk persediaan.

❖ *Assemble to Order*

Merupakan tipe industri yang membuat produk dengan cara *assembling* hanya untuk memenuhi pesanan. Ciri–ciri dari *Assembly to Order* yaitu:

- *Input*nya komponen.
- Untuk *suplly item* dengan banyak jenis.
- Harga cukup mahal.
- *Lead Time* ditetapkan oleh konsumen.

❖ *Enginnering to Order*

Merupakan tipe industri yang membuat produk untuk memenuhi pesanan khusus dimulai dari perancangan produksi sampai pengiriman produk. Ciri–cirinya yaitu:

- Produk sangat spesifik.
- *Lead Time* panjang.
- Harganya mahal.

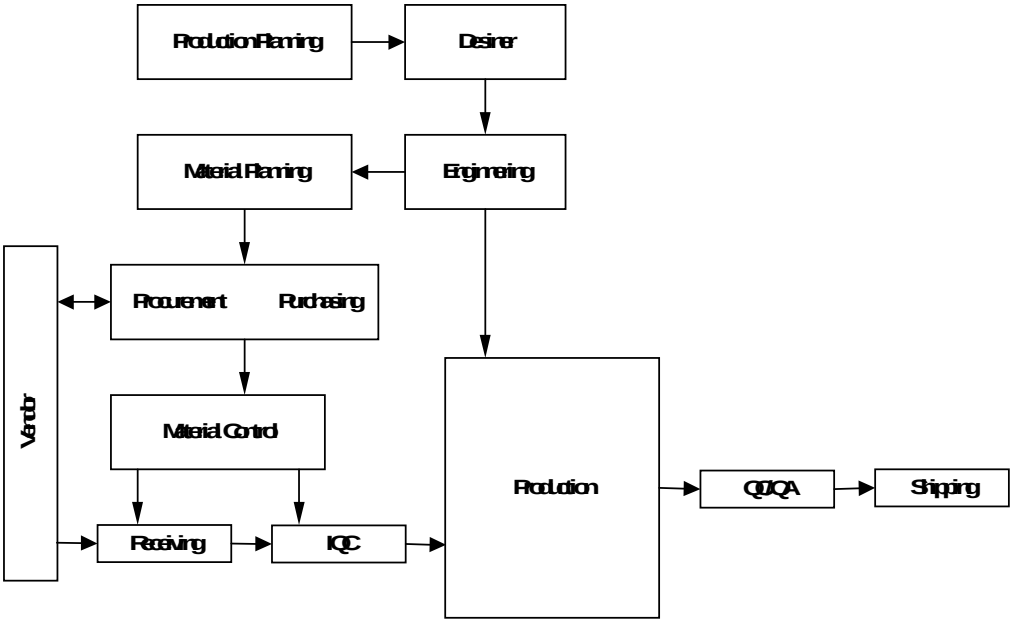
3. Strategi *Process Positioning*

Merupakan strategi yang dipilih suatu industri untuk menentukan jenis proses yang akan digunakan untuk menghasilkan produk. Tipe industri ditinjau dari strategi *Process Design* yaitu:

- *Flow Shop.*
- *Continuous Flow*.

- *Dedicated Repetitive.*
- *Batch Flow.*
- *Mixed Model Repetitive Flow.*
- *Job Shop.*
- *Fixed Site / Project.*

Manufacturing Layout



Gambar 2.2. *Manufacturing Layout*

2.2. Proses Perakitan Produk

Dalam menganalisis suatu sistem atau cara kerja berarti mencatat secara sistematis, meneliti seluruh kegiatan/operasi, serta menyajikan berbagai fakta dan spesifikasi kerja yang ada pada sistem kerja tersebut.

***Assembling Process Chart* (APC)**

Assembly Process Chart (APC) adalah suatu peta kerja yang menggambarkan langkah-langkah proses perakitan yang akan dialami oleh komponen (produk), berikut pemeriksaan (inspeksi) dari awal sampai produk jadi selesai dan juga memuat informasi- informasi yang diperlukan untuk analisa lebih lanjut, seperti waktu yang dihabiskan, komponen yang digunakan, dan alat- alat yan dipakai. Tujuan dari *Assembly Process Chart* terutama untuk menunjukkan keterkaitan antara komponen, yang dapat juga digambarkan oleh sebuah " gambar terurai " yang digunakan untuk mengajar pekerja yang tidak ahli untuk mengetahui urutan suatu rakitan yang rumit.

Dengan adanya informasi-informasi yang bisa dicatat melalui peta proses operasi, kita bisa memperoleh banyak kegunaan dan manfaat dari APC, antara lain:

- Untuk menentukan kebutuhan operator.
- Untuk mengetahui kebutuhan tiap komponen.
- Alat untuk menentukan tata letak fasilitas.
- Alat untuk melakukan perbaikan cara kerja.
- Alat untuk latihan kerja.

Untuk bisa menggambarkan peta proses operasi dengan baik, ada beberapa prinsip-prinsip pembuatan peta proses operasi yang perlu diikuti sebagai berikut:

- Pertama-tama, pada baris yang paling atas dinyatakan sebagai kepalanya "(Peta Proses Operasi)" yang diikuti oleh identifikasi lain seperti: nama obyek, nomor peta (nomor gambar), diptakan oleh siapa, tanggal dipetakan, cara lama atau cara sekarang dan usulan.
- Material yang akan diproses diletakkan diatas garis *horizontal*, yang menunjukkan bahwa material tersebut masuk kedalam proses.
- Lambang-lambang ditempatkan dalam arah vertikal yang menunjukkan terjadinya perubahan proses.
- Penomoran terhadap suatu kegiatan operasi diberikan secara berurutan sesuai dengan urutan operasi yang dibutuhkan untuk pembuatan produk tersebut atau sesuai dengan proses yang terjadi.

- Penomoran terhadap suatu kegiatan pemeriksaan diberikan secara tersendiri dan prinsipnya sama dengan penomoran untuk kegiatan operasi.

Agar diperoleh gambar peta proses operasi yang baik, produk biasanya paling banyak memerlukan operasi, harus dipetakan terlebih dahulu, berarti dipetakan dengan garis vertikal disebelah kanan halaman kertas. Dengan peta perakitan akan lebih mudah untuk memahami tentang:

- Komponen- komponen yang membentuk produk.
- Bagaimana komponen- komponen ini bergabung bersama.
- Komponen yang menjadi bagian suatu rakitan- bagian.
- Aliran komponen ke dalam sebuah rakitan.
- Gambaran menyeluruh dari proses rakitan.
- Kebutuhan operator.
- Tata letak fasilitas.
- Perbaikan tata cara kerja.

***Operation Process Chart* (OPC)**

Operation Process Chart (OPC) adalah suatu diagram yang menggambarkan langkah- langkah proses yang dialami oleh bahan baku yang meliputi urutan proses operasi dan pemeriksaan.

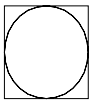
Lambang-lambang dari OPC yang akan digunakan, yaitu seperti yang tertera sebagai berikut:



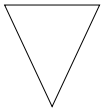
Operasi adalah kegiatan dimana komponen mengalami perubahan karena dirakit dengan komponen lain.



Pemeriksaan adalah kegiatan memeriksa benda atau objek baik-baik dari segi kualitas maupun kuantitas



Aktivitas Gabungan adalah kegiatan dimana antara *assembling* dan pemeriksaan dilakukan bersamaan atau dalam selang waktu yang relative singkat



Penyimpanan adalah seandainya benda kerja disimpan dalam waktu yang lama dan jika mau diambil kembali biasanya harus berdasarkan rekomendasi atau izin terlebih dahulu.

2.3. Peramalan (*Forecasting).*

Forecasting atau peramalan diartikan sebagai upaya untuk memperkirakan apa yang akan terjadi dimasa yang akan datang. Analisa kebutuhan adalah suatu usaha untuk melihat atau memperkirakan prospek ekonomi atau kegiatan usaha sejauh mana pengaruh lingkungan terhadap kelangsungan kegiatan usaha tersebut. Salah satu tugas pengendalian produksi adalah meramalkan permintaan konsumen akan produk yang dihasilkan perusahaan. Peramalan adalah perkiraan tingkat permintaan satu atau lebih produk selama beberapa periode mendatang. Peramalan pada dasarnya merupakan suatu taksiran. Namun demikian dengan menggunakan teknik-teknik tertentu maka peramalan akan menjadi bukan hanya sekedar taksiran.

Peramalan diperlukan disamping untuk memperkirakan apa yang akan terjadi dimasa yang akan datang juga para pengambil keputusan perlu untuk membuat *planning*, disamping itu didalam suatu *manufacturing* ada yang dinamakan dengan *Lead time* atau pembagian waktu dalam membuat suatu rencana produksi. Oleh sebab itu pembahasan peramalan dalam suatu *manufacturing* banyak berkisar dalam konteks peramalan kebutuhan, peramalan penjualan dan lain–lain.

Dalam suatu *manufakturing* peramalan merupakan langkah awal dalam penyusunan *Production Inventory Management*, *Manufacturing and Planning Control* dan *Manufacturing Resource Planning*, dimana objek yang diramalkan adalah kebutuhan. Pada industri yang menganut sistem *Make To Stock* peramalan

merupakan *input* utama, sedangkan pada industri yang menganut *Make To Order* peramalan hanya merupakan bahan pertimbangan dalam menentukan kebutuhan mesin. Selain itu ada beberapa informasi yang penting yang bisa didapat dari peramalan yaitu informasi penjadwalan produksi, transportasi, personal, maupun inforamsi tentang rencana perluasan usaha baik jumlah atau sumber daya. Ditinjau dari segi proyeksi, peramalan secara teknis di kualifikasikan dalam dua cara yaitu peramalan kualitatif dan kuantitatif.

2.3.1. Peranan dan Kegunaan Peramalan.

Beberapa bagian organisasi dimana peramalan kini memainkan peranan yang penting antara lain: (Makridakis, 1988)

a. Penjadwalan sumber daya yang tersedia
   penggunaan sumber daya yang efisien memelukan penjadwalan produksi, tranportasi, kas, personalia dan sebagainya.
b. Penyediaan sumber daya tambahan.
   Waktu tenggang (*lead time*) untuk memperoleh bahan baku, menerima pekerja baru, atau membeli mesin dan peralatan dapat berkisar antara beberapa hari sampai beberapa tahun. Peramalan diperlukan untuk menentukan kebutuhan sumber daya di masa mendatang.
c. Penentuan sumber daya yang diinginkan.
   Setiap organisasi harus menentukan sumber daya yang ingin dimiliki dalam jangka panjang. Keputusan semacam itu bergantung pada kesempatan pasar, faktor-faktor lingkungan dan pengembangan internal dari sumber daya finansial, manusia, produk dan teknologis. Semua penentuan ini memerlukan ramalan yang baik dan manajer dapat menafsirkan perkiraan serta membuat keputusan yang tepat.

Walaupun terdapat banyak bidang lain yang memerlukan peramalan namun tiga kelompok di atas merupakan bentuk khas dari keperluan peramalan jangka pendek, menengah dan panjang dari organisasi saat ini. Dengan adanya serangkaian kebutuhan itu, maka perusahaan perlu mengembangkan pendekatan

berganda untuk memperkirakan peristiwa yang tiak tentu dan membangun suatu sistem peramalan. Pada gilirannya, organisasi perlu memiliki pengetahuan dan keterampilan yang meliputi paling sedikit empat bidang yaitu identifikasi dan definisi masalah peramalan, aplikasi serangkaian metode peramalan, prosedur pemilihan metode yang tepat untuk situasi tertentu dan dukungan organisasi untuk menerapkan dan menggunakan metode peramalan secara formal.

Tiga kegunaan peramalan antara lain adalah:

1. Menentukan apa yang dibutuhkan untuk perluasan pabrik.
2. Menentukan perencanaan lanjutan bagi produk-produk yang ada untuk dikerjakan dengan fasilitas yang ada.
3. Menentukan penjadwalan jangka pendek produk-produk yang ada untuk dikerjakan berdasarkan peralatan yang ada.

2.3.2. Jenis-jenis Peramalan.

Situasi peramalan sangat beragam dalam *horizon* waktu peramalan, faktor yang menentukan hasil sebenarnya, tipe pola dan berbagai aspek lainnya. Untuk menghadapi penggunaan yang luas seperti itu, beberapa teknik telah dikembangkan. Peramalan pada umumya dapat dibedakan dari berbagai segi tergantung dalam cara melihatnya.

Dilihat dari jangka waktu ramalan yang disusun, peramalan dapat dibedakan atas dua macam, yaitu:

a. Peramalan jangka panjang, yaitu peramalan yang dilakukan untuk penyusunan hasil ramalan yang jangka waktunya lebih dari satu setengah tahun atau tiga semester. Lebih tegasnya peramalan jangka panjang ini berorientasi pada dasar atau perencanaan.
b. Peramalan jangka pendek, yaitu peramalan yang dilakukan untuk penyusunan hasil ramalan yang dilakukan kurang dari satu setengah tahun atau tiga semester.

Penetapan jadwal induk produksi untuk bulan yang akan datang atau periode kurang dari satu tahun sangat tergantung pada peramalan jangka pendek.

Apabila dilihat dari sifat penyusunannya, maka peramalan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1. Peramalan subjektif, yaitu peramalan yang didasarkan atas perasaan atau intuisi dari orang yang menyusunnya.
2. Peramalan objektif, yaitu peramalan yang didasarkan atas data yang relevan pada masa lalu dengan menggunakan teknik-teknik dan metode-metode dalam penganalisaan data tersebut.

Dilihat dari sifat ramalan yang telah disusun, maka peramalan dapat dibedakan atas dua macam, yaitu:

1. Peramalan kualitatif atau teknologis, yaitu peramalan yang didasarkan atas data kualitatif masa lalu. Hasil peramalan yang ada tergantung pada orang yang menyusunnya, karena peramalan tersebut sangat ditentukan oleh pemikiran yang bersifat intuisi, *judgement* (pendapat) dan pengetahuan serta pengalaman dari penyusunnya.

Metoda kualitatif dibagi menjadi dua metode, yaitu:

a. Metode eksploratif.

   Pada metoda ini dimulai dengan masa lalu dan masa kini sebagai awal dan bergerak ke arah masa depan secara heuristik, sering kali dengan melihat semua kemungkinan yang ada.

b. Metode normatif.

   Pada metode ini dimulai dengan menetapkan sasaran tujuan yang akan datang, kemudian bekerja mundur untuk melihat apakah hal ini dapat dicapai berdasarkan kendala, sumber daya dan teknologi yang tersedia.

2. Peramalan kuantitatif, yaitu peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif pada masa lalu. Hasil peramalan yang dibuat tergantung pada metode yang digunakan dalam peramalan tersebut. Metode yang baik adalah metode yang memberikan nilai-nilai perbedaan atau penyimpangan yang mungkin.

Peramalan kuantitatif hanya dapat digunakan apabila terdapat tiga kondisi sebagai berikut: (Makridakis, 1988)

1. Informasi tentang keadaan masa lalu.
2. Informasi tersebut dapat dikuantifikasikan dalam bentuk data numerik.
3. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berkelanjutan pada masa yang akan datang.

Metode peramalan kuantitatif terbagi atas dua jenis model peramalan yang utama, yaitu:

1. Model deret berkala (*time series*), yaitu:

   Metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu, yang merupakan deret waktu.
2. Model kausal, yaitu metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisa pola hubungan antara variabel lain yang mempengaruhinya, yang bukan waktu yang disebut metode korelasi atau sebab akibat.

   Model kausal terdiri dari:

   a. Metode regresi dan korelasi.
   b. Metode ekonometri..
   c. Metode i*nput* dan *output.*

2.3.3. Karakteristik Peramalan Yang Baik.

Karakteristik dari peramalan yang baik harus memenuhi beberapa kriteria yaitu dari hal-hal sebagai berikut:

a. Ketelitian/ Keakuratan.

   Tujuan utama peramalan adalah menghasilkan prediksi yang akurat. Peramalan yang terlalu rendah mengakibatkan kekurangan persediaan (*inventory*). Peramalan yang terlalu tinggi akan menyebabkan *inventory* yang berlebihan dan biaya operasi tambahan.

b. Biaya.

   Biaya untuk mengembangkan model peramalan dan melakukan peramalan akan menjadi signifikan jika jumlah produk dan data lainnya semakin besar.

c. Responsif.

   Ramalan harus stabil dan tidak terpengaruhi oleh fluktuasi *demand.*

d. Sederhana.

   Keuntungan utama menggunakan peramalan yang sederhana yaitu kemudahan untuk melakukan peramalan. Jika kesulitan terjadi pada metode sederhana, diagnosa dilakukan lebih mudah. Secara umum, lebih baik menggunakan metode paling sederhana yang sesuai dengan kebutuhan peramalan.

2.3.4. Prinsip – Prinsip Peramalan

Plossi mengemukakan lima prinsip peramalan yang perlu dipertimbangkan:

- Peramalan yang melibatkan kesalahan (*error*). Peramalan hanya mengurangi ketidakpastian tetapi tidak menghilangkannya, ini memungkinkan adanya kesalahan peramalan
- Peramalan sebaiknya memakai tolak ukur kesalahan peramalan. Besar kesalahan dapat dinyatakan dalam satu unit atau persentase permintaan aktual akan jatuh dalam *interval* peramalan.
- Peramalan *family* produk lebih akurat dari peramalan produk individu (*item*). Jika satu *family* produk tertentu diramalkan sebagai satu kesatuan, persentase kesalahan cenderung lebih kecil daripada persentase kesalahan peramalan produk–produk individu penyusunan *family*.
- Peramalan jangka pendek lebih akurat dari pada peramalan jangka panjang. Dalam waktu jangka pendek, kondisi yang mempengaruhi permintaan cenderung tetap atau berubah lambat, sehingga peramalan jangka pendek cenderung lebih akurat
- Jika dimungkinkan, hitung permintaan dari pada meramal permintaan. Untuk produk yang bersifat memproduksi untuk disimpan (*make to stock*), jumlah permintaan belum diketahui sehingga jadwal produksi harus dibuat berdasarkan peramalan. Pada saat jadwal produksi telah disusun, kebutuhan komponen dan bahan baku untuk mendukung jadwal produksi dapat dihitung dan peramalan tidak perlu dilakukan.

2.3.5. Prosedur Peramalan

Dalam melakukan peramalan perlu diikuti prosedur yang benar untuk mendapatkan hasil yang baik. Prosedur peramalan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

- Urutkan data untuk *random sampling* sekitar tiga puluh *item* dengan interval waktu harian, mingguan, atau bulanan tergantung dari kebutuhan perusahaan.
- Jika data termasuk kedalam jenis *trend* dan *season*, lebih baik menggunakan model *winters*.
- Tentukan konstanta *smoothing* dengan cara eksperimen atau coba-coba.
- Inisialisasi sistem dengan faktor *smoothing* yang terpilih.
- Perbaharui sistem secara periodik.
- Lakukan verifikasi peramalan.

Beberapa metode peramalan yang dikembangkan yaitu:

- *Metode Brown's*

  Metode ini dikembangkan oleh *Brown* untuk mengatasi adanya perbedaan yang muncul antara data *actual* dan nilai peramalan apabila terdapat *trend* pada plot data.

- *Metode Holts-Winter*

  Metode ini sebenarnya adanya penggabunngan dari dua metode yaitu metode *double exponential smoothing* dengan dua parameter yang dikembangkan oleh *Holt* dan metode *Triple exponential smoothing* dengan tiga parameter yang dikembangkan oleh *Winter*.

- *Metode Linier Regresi*

  Untuk pola data yang memperlihatkan fluktuasi *random* di sekitar garis lurus yang menunjuk atau menurun terhadap waktu.

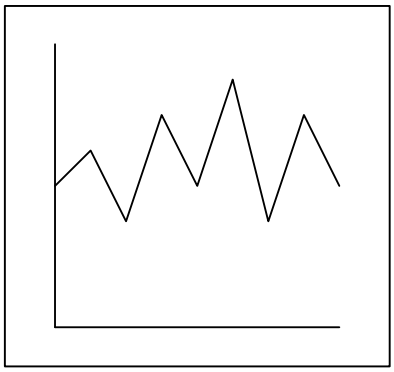
2.3.6. Jenis-jenis Pola Data.

Langkah penting dalam memilih suatu metode deret berkala (*time series*) yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji.

Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu: (Makridakis, 1988)

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

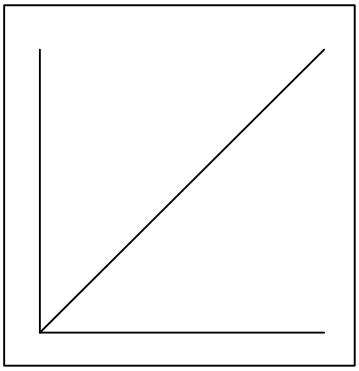
   Pola data ini terjadi bilamana data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata. Suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini. Bentuk pola horizontal ditunjukan seperti gambar 2.2..



Gambar 2.3. Pola Data Horizontal.

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

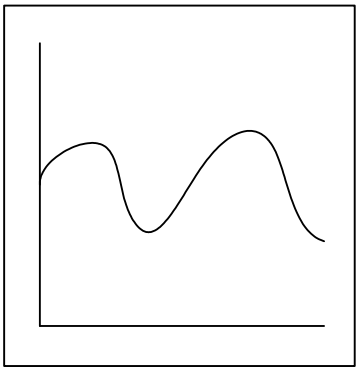
   Pola data ini terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Contohnya penjualan perusahaan, produk bruto nasional (GNP) dan berbagai indikator bisnis atau ekonomi lainnya, selama perubahan sepanjang waktu. Bentuk pola *trend* ditunjukan seperti gambar 2.3..



Gambar 2.4. Pola Data *Trend.*

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

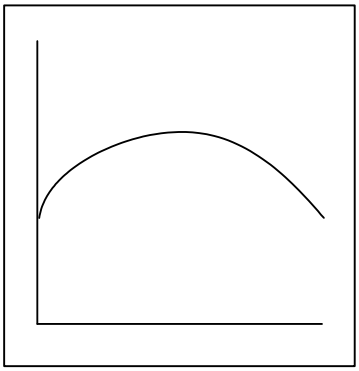
   Pola data ini terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulan atau hari-hari pada minggu tertentu). Penjualan dari produk seperti minuman ringan, es krim dan bahan bakar pemanas ruang semuanya menunjukan jenis pola ini. Bentuk pola *trend* ditunjukan seperti gambar 2.4..



Gambar 2.5. Pola Data Musiman.

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

   Pola data ini terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Contohnya penjualan produk seperti mobil, baja. Bentuk pola siklis ditunjukan seperti gambar 2.5.



Gambar 2.6. Pola Data Siklis.

2.3.7. Teknik Peramalan.

Teknik peramalan secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu:

A. Metode *Time Series* (Deret Waktu).

Secara garis besar metode time series dapat dikelompokkan menjadi:

1. Metode *Averaging*..

Dipakai untuk kondisi dimana setiap data pada waktu yang berbeda mempunyai bobot yang sama sehingga fluktasi random data dapat direndam dengan rata-ratanya, biasanya dipakai untuk peramalan jangka pendek.

Adapun metode-metode yang termasuk didalamnya, antara lain:

a. *Simple Average.*

Rumus yang digunakan:

$$F_{T+n} = \overline{X} = \sum_{i=n}^{T+(n-1)} \frac{X_i}{T} \quad \text{……..……..……..……(2.1)}$$

dimana:

$\overline{X}$ = F = Hasil ramalan

T = Periode

X_i = *Demand* pada periode t

b. *Single Moving Average.*

Apabila diperoleh data yang stasioner, metode ini cukup baik untuk meramalkan keadaan.

Rumus yang digunakan:

$$F_{T+n} = \overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + ... + X_n}{T} \text{…….(2.2)}$$

dimana:

$\overline{X}$ = F = Hasil ramalan

T = Periode

X_i = *Demand* pada periode t

c. *Double Moving Average.*

Jika data tidak stasioner serta mengandung pole *trend*, maka dilakukan *moving average* terhadap hasil *single moving average*.

Rumus yang digunakan:

$$S'_t = \frac{X_t + X_{t-1} + .. + X_{t-1}}{N} \text{ ……..……..(2.3)}$$

$$S''_t = \frac{S'_t + S'_{t-1} + .. + S'_{t-1}}{N} \text{ ……..……(2.4)}$$

$$a_t = 2S'_t - S''_t \text{ ……..…….……(2.5)}$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \text{……..…….……(2.6)}$$

2. Metode *Smoothing* (Pemulusan).

Dipakai pada kondisi dimana bobot data pada periode yang satu berbeda dengan data pada periode sebelumnya dan membentuk fungsi *Exponential* yang biasa disebut *Exponential smoothing.*

Adapun metode-metode yang termasuk didalamnya, antara lain:

a. *Single Exponential Smoothing*.

Metode ini banyak mengurangi masalah penyimpangan data karena tidak perlu lagi menyimpan data historis. Pengaruh besar kecilnya α berlawanan arah dengan pengaruh memasukan jumlah pengamatan. Metode ini selalu mengikuti setiap *trend* dalam data sebenarnya karena yang dapat dilakukannya tidak lebih dari mengatur ramalan mendatang dengan suatu persentase dari kesalahan terakhir. Untuk menentukan α mendekati optimal memerlukan beberapa kali percobaan.

Rumus yang digunakan:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha \times (X_t - F_t) \text{.....(2.7)}$$

Dimana: F_{t+1} = Hasil peramalan untuk periode t + 1

α = Konstanta pemulusan

X_t = Data *demand* pada periode t

F_t = Periode sebelumnya

b. *Double Exponential Smoothing* satu parameter dari Browns.

Dasar pemikiran dari pemulusan eksponensial linier dari Browns adalah serupa dengan rata-rata bergerak linier, karena kedua nilai pemulusan tunggal dan ganda ketinggalan dari data yang sebenarnya bilamana terdapat unsur *trend*. Persamaan yang dipakai dari metode ini adalah sebagai berikut:

$$S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha)S'_{t-1} \text{.....(2.8)}$$

$$S''_t = \alpha S' + (1-\alpha)S''_{t-1} \text{.....(2.9)}$$

$$\alpha_t = S' + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t \text{.....(2.10)}$$

$$bt = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t) \text{.....(2.11)}$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \text{.....(2.12)}$$

dimana:

X_t = Data *demand* pada periode t

S'_t = Nilai pemulusan I periode t

S''_t = Nilai pemulusan II periode t

S'_{t-1} = Nilai pemulusan pertama sebelumnya (t-1)

S''_{t-1} = Nilai pemulusan kedua sebelumnya (t-1)

α = Konstanta pemulusan

a_t = Intersepsi pada periode t

b_t = Nilai trend periode t

F_{t+1} = Hasil peramalan untuk periode t+1

m = Jumlah periode waktu kedepan yang diramalkan

c. *Double Exponential Smoothing* Dua Parameter dari Holt.

Metode pemulusan eksponensial linier dari Holt pada prinsipnya serupa dengan Browns kecuali bahwa Holt tidak menggunakan rumus pemulusan berganda secara langsung. Sebagai gantinya, Holt memutuskan nilai *trend* dengan parameter yang berbeda dari dua parameter yang digunakan pada deret yang asli.

Ramalan dari pemulusan eksponensial linier Holt didapat dengan menggunakan dua konstanta pemulusan dan tiga persamaan, yaitu:

$$S_t = \alpha X_t + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1}) \quad \text{.....(2.13)}$$

$$b = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1} \quad \text{.....(2.14)}$$

$$F_{t+m} = S_t + b_t m \quad \text{.....(2.15)}$$

d. Regresi Linier.

Regresi linier digunakan untuk peramalan apabila set data yang ada linier, artinya hubungan antara variabel waktu dan permintaan berbentuk garis (linier). Metode regresi linier didasarkan atas perhitungan *least square error*, yaitu dengan memperhitungkan jarak terkecil kesuatu titik pada data untuk ditarik garis. Adapun untuk persamaan peramalan regresi linier dipakai tiga konstanta, yaitu a, b dan Y. Dengan masing-masing formulasinya adalah sebagai berikut:

$$b = \frac{n\sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n\sum X_i^{\,2} - \left(\sum X_i\right)^2} \quad \text{.....(2.15)}$$

$$a = \frac{\sum Y_i}{n} - \frac{b\sum X_i}{n} \quad \text{……..……(2.16)}$$

$$y = a + b(t) \quad \text{……..……(2.17)}$$

Dimana:

y = Variabel yang diprediksi

a,b = Parameter peramalan

t = Variabel independen

2.3.8. Ukuran Statistik Standar.

Jika X_i merupakan data aktual untuk periode i dan F_i merupakan ramalan (atau nilai kecocokan/*fitted value*) untuk periode yang sama, maka kesalahan didefinisikan sebagai:

$$e_i = X_i - F_i \quad \text{……..……(2.18)}$$

Dimana:

Ei : kesalahan pada periode ke i

Xi : data aktual periode ke i

Fi : nilai peramalan periode ke i

Jika terdapat nilai pengamatan dan ramalan untuk n periode waktu, maka akan terdapat n buah kesalahan. Ada 2 macam ukuran kesalahan yaitu ukuran statistik dan Ukuran relatif. Dalam menentukan ukuran kesalahan secara statistik ada 4 cara, yaitu:

a. *Mean Error* (ME).

$$ME = \frac{\sum_{t=1}^{n} e_t}{n} \quad \text{……..……(2.19)}$$

b. *Mean Absolute Deviation* (MAD).

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{n} |e_t|}{n} \quad \text{……..…..……(2.20)}$$

c. *Mean Squared Error* (MSE).

MSE memperkuat pengaruh angka-angka kesalahan besar, tetapi memperkecil angka kesalahan peramalan yang lebih kecil dari satu unit. Adapun rumus yang digunakan yaitu sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^{n} et^2}{n} \quad \text{……..……..…..……(2.21)}$$

d. *Standard Deviation Error* (SDE).

$$SDE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n} et^2}{n-1}} \quad \text{……..……...…..……(2.22)}$$

Sedangkan dalam menentukan kesalahan secara relatif ada 3 macam cara, yaitu:

a. *Percentage Error* (PE).

$$PE_t = \left[\frac{X_t - F_t}{X_t}\right].100 \quad \text{……..……....……(2.23)}$$

b. *Mean Percentage Error* (MPE).

$$MPE = \frac{\sum_{t=1}^{n} PE_t}{n} \quad \text{……..……....……(2.24)}$$

c. *Mean Absolute Percentage error* (MAPE).

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n} |PE_t|}{n} \quad \text{……..……....……(2.25)}$$

2.3.9. *Tracking Signal.*

Untuk mengetahui sejauh mana keandalan dari model yang dipilih, seyogianya kita membangun peta kontrol *tracking signal*. Suatu *tracking signal* yang baik memiliki RSFE (*running sum of the forecast errors*) yang rendah dan mempunyai positif *error* yang sama banyak atau seimbang dengan negatif *error* sehingga pusat dari *tracking signal* mendekati nol. Apabila *tracking signal* telah dihitung, kita dapat membangun peta kontrol *tracking signal* sebagaimana halnya dengan peta-peta kontrol dalam pengendalian proses statistikal (*statistical process control* = SPG), yang memiliki batas kontrol atas (*upper control limit*) dan batas kontrol bawah (*lower control limit*).

Beberapa ahli dalam sistem peramalan seperti George Plossl dan Oliver Wright, dua pakar *production and inventory control*, menyarankan untuk menggunakan nilai *tracking signal* maksimum ± 4 sebagai batas-batas pengendalian untuk *tracking signal*. Dengan demikian apabila *tracking signal* telah berada di luar batas-batas pengendalian, modelramalan perlu ditinjau kembali, karena akurasi peramalan tidak dapat diterima.

2.4. Perencanaan Produksi.

Perencanaan produksi merupakan pernyataan rencana produksi kedalam bentuk agregat. Perencanaan produksi ini merupakan alat komunikasi antara manajemen teras (*top management*) dan manufaktur. Disamping itu juga, perencanaan produksi merupakan pegangan untuk merancang jadwal induk produksi.

2.4.1. Rencana Produksi Agregrat (RPA)

Dalam suatu organisasi yang sehat, para perencana terus menerus merencanakan jadwal terinci aktivitas untuk beberapa periode mendatang, merencanakan bagaimana kondisi optimal ketersediaan sumber daya dengan ekspektasi permintaan produk, serta mengembangkan strategi penggunaan sumber daya itu. Dalam bab ini akan dibahas rencana jangka menengah yang ditujukan bagi periode perencanaan antara satu bulan sampai dengan satu tahun kedepan.

Dalam kurun waktu ini fasilitas fisik diasumsikan tetap selama periode perencanaan. Perencanaan *agregate* mencari kombinasi terbaik untuk meminimasi ongkos atas beberapa pilihan yang dihadapi untuk memenuhi permintaan produk. Tujuan perencanaan *agregate* adalah merencanakan jadwal induk produksi untuk beberapa periode mendatang, merencanakan kondisi optimal ketersediaan sumber daya terhadap ekspektasi permintaan produk, serta pengembangan strategi penggunaan sumber daya itu.

Pada dasarnya terdapat empat tingkat dalam hierarki perencanaan prioritas dan kapasitas yang terintegrasi, antara lain:

1. Perencanaan produksi dan perencanaan kebutuhan sumber daya,
2. Penjadwalan produk induk (MPS) dan *Rought Cut Capacity Planning* (RCCP),
3. Perencanaan kebutuhan material (MRP) dan perencanaan kebutuhan kapasitas (CRP),
4. Pengendalian aktivitas produksi (PAC) dan pengendalian *input*/*output*.

Langkah pelaksanaan dalam rencana produksi agregat:

a. Tentukan batasan perencanaan produksi yang akan dilakukan. Cari informasi mengenai data yang dibutuhkan,
b. Tentukan standar satuan yang akan digunakan dalam perencanaan produksi,
c. Tentukan tenaga kerja yang dibutuhkan dalam kurun perencanaan dengan kriteria ongkos minimum, dengan menggunakan *mix* strategi dan strategi transportasi,
d. Rencana jumlah produksi dalam agregat,
e. Jika *item* > 1, lakukan proses disagregasi sesuai dengan faktor konversi.

Tujuan perencanaan produksi yaitu untuk:

1. Mengatur strategi produksi.
    a) Memproduksi sesuai *demand,*
    b) Memproduksi pada kegiatan konstan.

2. Menentukan kebutuhan sumber daya yang meliputi: tenaga kerja, material, fasilitas, peralatan dan dana.
3. Menjadi langkah awal bagi seluruh kegiatan produksi.

Dalam menghadapi *demand* yang berfluktuasi, strategi metode perencanaan produksi agregat yang menghadapi meliputi:

1. Produksi bervariasi mengikuti tingkat demand yang terjadi, yaitu:
   a. Dengan menambah atau mengurangi tenaga kerja, atau mengubah jumlah *shift*,
   b. Dengan melakukan lembur atau mengurangi jumlah waktu kerja.
2. Produksi pada tingkat konstan, yaitu:
   a. Dengan menumpuk jumlah tenaga kerja, tetapi melakukan lembur atau mengurangi jumlah waktu kerja,
   b. Dengan menambah atau mengurangi sub-kontrak.
3. Kombinasi strategi-strategi di atas.
4. Metode program linier (Transprotasi).

Ongkos-ongkos dalam perencanaan aggregat:

1. Ongkos Penambahan tenaga kerja,
2. Ongkos pengurangan tenaga kerja,
3. Ongkos lembur dan pengurangan waktu kerja,
4. Ongkos persediaan dan kekurangan persediaan,
5. Ongkos subkontrak.

2.4.2. Metode-metode Perencanaan Agregat.

Metode yang digunakan perencanaan agregat yaitu sebagai berikut:

1. Metode *trial and error,*
2. Metode Hibrid

   Menggunakan aturan-aturan tertentu untuk memperoleh solusi yang baik tidak ada jaminan bahwa solusi itu optimum. Yang termasuk ke dalam metode ini adalah:

   a. Model Koefisien Manajemen,

b. Model Grafik,
c. Model Parameterik,
d. *Search Decision Rules.*

3. Metode matematis:
   a. Model Programa Linier,
   b. Model Transportasi,
   c. Model Programa Integer Campuran,
   d. *Linier Decision Rule.*
4. Metode simulasi.

2.4.2.1. Perencanaan Produksi dengan Metoda Hibrid

Metode hibrid ini Menggunakan aturan-aturan tertentu untuk memperoleh solusi yang baik tetapi tidak ada jaminan bahwa solusi itu optimum.

Tenaga Kerja Tetap.

Langkah-langkahnya:

1. Tentukan rencana produksi untuk periode waktu tertentu.

$$\text{Ramalan } \textit{Demand} + \textit{Inventori}_{\text{Akhir}} - \textit{Inventori}_{\text{Awal}}$$

2. Tentukan Kebutuhan Jam-orang untuk periode waktu tertentu.

$$\text{Rencana Produksi} * \text{Jam.orang/unit}$$

3. Tentukan Kebutuhan Tenaga Kerja untuk periode waktu tertentu.

$$\frac{\text{Kebutuhan jam.orang}}{\text{Waktu kerja pada periode waktu tertentu (satuan jam)}} = \frac{\text{Kebutuhan jam.orang}}{(\sum \text{hari kerja} * \text{jam kerja/hari})}$$

4. Lakukan Perencanaan untuk periode waktu tertentu (lakukan perhitungan secara rinci untuk tiap periode/bulan).
   a. Hitung jumlah unit yang dapat diproduksi pada *Reguler Time.*

$$\frac{(\sum \text{Tenaga Kerja})_t * (\text{Hari Kerja})_t * (\text{Jam Kerja})_t}{\text{Waktu baku}}$$

b. Hitung jumlah unit yang dapat diproduksi pada *Over Time (jika diperlukan)*.

$$\text{Hari kerja}_t \text{ x Maks } \textit{Output} \text{ Lembur/hari}$$

c. Hitung jumlah unit yang dapat diproduksi pada Sub kontrak (jika diperlukan).

d. Hitung *Inventori* Akhir pada tiap periode/bulan.

$$\textit{Inventori}_{\text{ Akhir}} = \textit{Inventori}_{\text{ Awal}} + \text{Produksi}_t - \textit{Demand}_t$$

5. Hitung semua Ongkos yang terjadi.

Tenaga Kerja Berubah Sesuai Dengan *Demand.*

Langkah-langkahnya:

1. Tentukan rencana produksi untuk setiap periode

$$\text{Rencana produksi}_{(t)} + \textit{inventory}_{\text{akhir}} - \textit{inventory}_{\text{awal}}$$

2. Tentukan kebutuhan tenaga kerja untuk tiap periode.

$$\frac{\text{Rencana produksi}_{(t)} * WB}{(\text{ Hari kerja}_{(t)} * \text{ jam kerja/hari})}$$

3. Lakukan Perencanaan untuk periode waktu tertentu (lakukan perhitungan secara rinci untuk tiap periode/bulan).

a. Hitung jumlah unit yang diproduksi pada waktu normal (UPRT).

$$\frac{\text{Tenaga Kerja}_{(t)} * \text{ Hari Kerja}_{(t)} * \text{ Jam Kerja}}{\text{Waktu baku}}$$

b. Hitung jumlah unit yang dapat diproduksi pada *Over Time.*

Hari kerja $_t$ * Maks *Output* lembur/hari

c. Hitung jumlah unit yang dapat diproduksi pada Sub kontrak (jika diperlukan).

d. Hitung *Inventori* Akhir pada tiap periode/bulan

$$Inventori_{Akhir} = Inventori_{Awal} + Produksi_t - Demand_t$$

Contoh tabel Metode Hibrid

table 2.1. Metode Hibrid

Periode	HK	*Demand*	UPRT	UPOT
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
Total				

2.4.2.2. Perencanaan Produksi dengan Metoda Matematis.

Model Transportasi.

Untuk pengerjaan dengan metode transportasi digunakan metode *Least Cost Method* (metode ongkos terkecil), dimana *demand* harus terpenuhi, sebaliknya kapasitas tidak mesti terpenuhi. Format dari tabel transportasi dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 2.2. metode Trasportasi

Periode		1	2	3	4	Kapasitas
1	Reguler time					
	Over time					
	Sub Kontrak					
2	Reguler time					
	Over time					
	Sub Kontrak					
3	Reguler time					
	Over time					
	Sub Kontrak					
4	Reguler time					
	Over time					
	Sub Kontrak					
Demand						

2.4.3. **Jadwal Induk Produksi**

Pada dasarnya jadwal induk (*master production schedule*) merupakan suatu pernyataan tentang produksi akhir (termasuk *parts* pengganti dan suku cadang) dari suatu perusahaan industri menufaktur yang merencanakan memperoduksi output berkaitan dengan kuantitas dan periode waktu. Dengan kata lain jadwal induk produksi adalah suatu set perencanaan yang mengidentifikasikan kuantitas dari item tetentu yang dapat dan akan dibuat oleh suatu perusahaan manufaktur (dalam satuan waktu) (*Vincent Gaspersz*,2002).

Penjadwalan produksi induk pada dasarnya berkaitan dengan aktivitas melakukan empat fungsi utama berikut :

a. Menyediakan atau memberikan input utama kepada sistem perencanaankebutuhan material dan kapasitas (*material and capacity requirements planning*).

b. Menjadwalkan pesanan-pesanan produksi dan pembelian (*production and purchase orders*) untuk item-item MPS.

c. Memberikan landasan untuk penentuan kebutuhan sumber daya dan kapasitas.

d. Memberikan basis untuk pembuatan janji tentang penyerahan produk (*delivery promises*) kepada pelanggan.

Adapun beberapa yang menjadi tujuan penjadwalan produksi induk diantaranya yaitu: :

a. Memenuhi target tingkat pelayanan terhadap konsumen.
b. Efisiensi dalam penggunaan sumber daya produksi.
c. Mencapai target tingkat produksi.

Dalam penjadwalan produksi induk terdapat kriteria-kriteria dasar sebagai berikut:

a. Jenis *item* tidak terlalu banyak
b. Dapat diramalkan kebutuhannya
c. Mempunyai *Bill of Material* (BOM) sehingga dapat ditentukan komponen dan bahan bakunya.
d. Dapat diperhitungkan dalam menentukan kebutuhan kapasitas.
e. Menyatakan konfigurasi produk yang dapat dikirim (Produk akhir tertentu atau koponen berlevel tinggi dari produk akhir tertentu)

Sebagai suatu aktivitas proses, penjadwalan produksi induk (MPS) membutuhkan lima *input* utama diantaranya yaitu :

a. Data Permintaan Total merupakan salah satu sumber data bagi proses penjadwalan produksi induk yang berkaitan dengan ramalan penjualan (*sales forecasts*) dan pesanan-pesanan (*order*).
b. Status Inventori berkaitan dengan informasi tentang *on-hand inventory*, stok yang dialokasikan untuk penggunaan tertentu (*allocated stock*), pesanan-pesanan produksi dan pembelian yang dikeluarkan (*released production and purchase orders*), dan *firm planned order*.

c. Rencana Produksi memberikan sekumpulan batasan kepada MPS. MPS harus menjumlahkan untuk menentukan tingkat produksi, inventori, dan sumber-sumber daya lain dalam rencana produksi itu.

d. Data Perencanaan berkaitan dengan aturan-aturan tentang *lot-sizing* yang harus digunakan, stok pengaman (*safety stock*), dan waktu tunggu (*lead time*).

e. Informasi dari RCCP berupa kebutuhan kapasitas untuk mengimplementasikan MPS menjadi salah satu input bagi MPS.



Gambar 2.7. Aktivitas Operasi Maslah Jadwal Induk Produksi

Berikut ini akan dikemukakan penjelasan singkat berkaitan dengan informasi yang ada dalam MPS seperti di bawah ini :

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

b. *On Hand* adalah posisi inventori awal yang secara fisik tersedia dalam stock, yang merupakan kuantitas dari item yang ada dalam stock.

c. *Lot Size* adalah kuantitas dari item yang biasanya dipesan dari pabrik atau pemasok.

d. *Safety Stock* adalah stock tambahan dari item yang direncanakan untuk berada dalam inventori yang dijadikan sebagai stock pengaman guna mengatasi fluktuasi dalam ramalan penjualan, pesanan-pesanan pelanggan dalam waktu singkat, penyerahan item untuk pengisian kembali inventori.

e. *Time Bucket* pembagian planning periode yang digunakan dalam MPS atau MRP.

f. *Time Phase Plan* adalah penyajian perencanaan, dimana *demand, order, inventory* disajikan dalam *time bucket.*

g. *Time Fences* adalah batas waktu penyesuaian pesanan.

h. *Demand Time fence* (DTF) adalah periode mendatang dari MPS dimana dalam periode ini perubahan-perbahan terhadap MPS tidak diijinkan atau tidak diterima karena akan menimbulkan kerugian biaya yang besar akibat ketidaksesuaian atau kekacuan jadwal.

i. *Planning Time Fence* (PTF) adalah periode mendatang dari MPS dimana dalam periode ini perubahan-perubahan terhadap MPS dievaluasi guna mencegah ketidaksesuaian atau kekacuan jadwal yang akan menimbulkan kerugian.

j. *Time Periods For Display* adalah banyaknya periode waktu yang ditampilkan dalam format MPS.

k. *Sales Plan (sales Forecast)* merupakan rencana penjualan atau peramalan penjualan untuk item yang dijadwalkan itu.

l. *Actual Orders* merupakan pesanan-pesanan yang diterima dan bersifat pasti (*certain*).

m. *Profected Available Balances* (PAB) merupakan informasi proyeksi *on-hand inventory* dari waktu ke waktu selama horizon perencanaan MPS.

n. *Available-To-Promise* (ATP) merupakan informasi yang sangat berguna bagi departemen pemasaran untuk mampu memberikan jawaban yang tepat terhadap pernyataan pelanggan.

o. *Master Production Schedule* (MPS) merupakan jadwal produksi atau manufacturing yang diantisipasi untuk item tertentu.

p. *Planning Horizon* adalah jangka waktu perencanaan yang digunakan.

Dalam MPS ada tiga jenis *order* yaitu:

a. *Planned Order* yaitu order yang rencananya akan di-*released* dan dibuat setelah mempertimbangkan *demand-supply*.

b. *Firm Planned Order* yaitu order yang direncanakan akan dibuat diperusahaan tesebut tetapi belum di-*released* (masih perkiraan).

c. *Orders* yaitu *order* yang telah dibuat dan diperintahkan untuk dibuat atau dikerjakan.

Tabel 2.3. Jadwal induk Produksi

Description :										**DTF :**			
Order Qty :										**PTF :**			
SS :													
				DTF			***PTF***						
Periode		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Forecast													
Act.order													
PAB													
ATP													
MS													
PO													

2.5. Proses Disagregasi.

Proses disagregasi adalah proses penyamaan (*generalisasi*) dari satuan *aggregate* kedalam satuan *end item* berdasarkan *factor konversi*. Proses disagregasi sebagai proses merubah hasil rencana *agregate* menjadi jumlah yang harus diproduksi untuk setiap produk atau *item*, hasil disagregasi ini berupa jadwal induk produksi/MPS. Tujuan dari proses disagregasi adalah untuk menyusun jadwal induk produksi (MPS), setelah diketahui jadwal produksi *aggregate*-nya. Dengan kata lain proses disagregasi adalah proses perencanaan yang dibuat untuk seluruh

produk yang menggunakan unsur yang sama dan dirinci kedalam masing-masing produk yang berbeda.

Menggunakan aturan-aturan tertentu untuk memperoleh solusi yang baik tidak ada jaminan bahwa solusi itu optimum. Yang termasuk kedalam metode ini adalah:

- Model koefisien manajemen.
- Model *parametric.*
- *Searth decision rules.*
- Model *programa linier.*
- Model transportasi.
- Model *programa integer* campuran.
- *Linier decision rule.*

Hasil yang diperoleh dari proses *disagregasi* adalah:

a. *Demand* tiap *end item.*
b. *On hand* tiap *end item.*
c. *Master Production Schedule.*

Metode yang digunakan dalam proses disagregasi, adalah:

- Metode *Heuristik.*
- Metode *Analitik.*
- *Linier Programming method.*
- *Integer Programming method.*
- *Family Set Up Method.*

Metode yang digunakan untuk melakukan proses disagregasi baik yang bersifat analitis atau heuritis, antara lain:

1. Pendekatan Hax dan Meal,
2. Pendekatan Britan dan Hax,
3. Rencana yang lebih tinggi menjadi pembatas atau kendala bagi rencana tingkat rendah,
4. Agregat taktis (operasional),

e. Metode Analitik.

2.5.1. Pendekatan "Britan dan Hax".

Langkah-langkah proses disagregasi adalah sebagai berikut :

1. Langkah pertama pada prosedur ini menentukan *family* yang akan diproduksi, dengan mempertimbangkan jumlah permintaan dan jumlah produk yang tersedia untuk setiap produk dalam *family*. Suatu *family* atau produk akan diproduksi bila salah satu *item* dari suatu *family* tersebut memenuhi syarat berikut:

$$q_{ij,t} = I_{ij,t-1} - D_{ij,t} \leq SS_{ij} \text{……...……(2.26)}$$

Dimana:

$I_{ij,t-1}$ = Tingkat persedian pada akhir perioda t-1dari *item* j *family* I,

$D_{ij,t}$ = Permintaan *item* j *family* I pada perioda t,

SS_{ij} = Cadangan pengaman *item* dalam *family* i dan *item* yang berjumlah kurang dari *safety stock* I SS_{ij} harus segera dibuat supaya tidak terjadi kekurangan.

2. Menentukan jumlah yang akan diproduksi dari *family* yang terpilih, dengan model *knapsack.*

$$\text{Min} = \sum_{\forall I \in} \frac{h_i \cdot x_i}{2} + \frac{S_i}{x_i} \cdot \sum_{j \in I} k_{ij.} D_{ij}$$

Holding Cost *Set up* Konversi *Demand*

Subjek to: $\text{Min} = \sum_{\forall I \in} x_i = x$

$$x_i \geq LB_i$$

$$x_i \leq UB_i$$

Dimana:

h_i = *Holding cost* untuk *item* dalam *family I,*

x_i = Jumlah unit *family* i yang diproduksi,

S_i = Ongkos *set up* untuk *family* I,

K_{ij} = Faktor konversi untuk unit *item* j dalam *family* i terhadap unit produk agregat,

D_{ij} = *Demand* untuk item j dalam *family* i selama masa produksi,

x = Jumlah produksi menurut perencanaan *agregat,*

LB_i = Batas bawah untuk memproduksi *family,*

UB_i = Batas atas untuk memproduksi *family,*

Z = Kumpulan dari *family* yang akan diproduksi.

3. Menentukan batas atas dan batas bawah.

   Batas bawah ditentukan oleh kebutuhan untuk memenuhi persediaan cadangan berikutnya. Perhitungan dilakukan dengan:

$$LBi = \sum_{vj \in i} \max [\, 0, K_{ij} (D_{ij} - I_{ijt-1} + SS_{ij}) \quad \text{.....(2.27)}$$

   Batas atas diperlukan untuk menjamin persediaan tidak terakumulasi atau dengan kata lain bila tidak diinginkan akumulasi *inventory* terlalu banyak sebagai contoh, suatu kebijaksanaan menentukan tidak lebih dari n periode persediaan. Perhitungan batas atas adalah:

$$UBi = \sum_{vj \in i} Kij \,[(\sum_{k=0}^{n=1} D_{ijt+k}) - I_{ijt-1} + SS_{ij}] \quad \text{.....(2.29)}$$

4. Ongkos *setup* untuk tiap *item.*

$$\sqrt{SC * \sum (D_{ij} * K_{ij})} \quad \text{.....(2.30)}$$

5. Algoritma pertama yaitu melakukan disagregasi *family*.

   Langkah-langkah algoritma, yaitu:

   Buat: $\beta = 1$, $P^1 = X^*$ dan $Z^1 = Z$ untuk iterasi 1

   Langkah 1:

   Menghitung jumlah produk untuk setiap *family* dengan mempertimbangkan ongkos *set up* untuk setiap *family.*

$$Y' = \frac{\sqrt{SC * \sum (D_{ij} * K_{ij})}}{\sqrt{SC * \sum (D_{ij} * K_{ij})}} * P^{\beta} \quad \text{.....(2.31)}$$

Langkah 2:

Untuk setiap $i \in z'$

Jika $LB_i \leq$ maka buat $Y_1^* = Y_1^B$

Untuk *family* lain teruskan ke langkah ke-3

Langkah 3:

Bagi *family* lain kedalam dua kelompok

$Z_+^B = \{i \in Z^B : Y_1^B > UBi\}$ set dari semua *family* dimana $Y_1^B > LBi$

$Z_-^B = \{i \in Z^B : Y1B > UBi\}$ set dari semua *family* dimana $Y_1^B < LBi$

Hitung:

$$\triangle^+ = \sum_{i \in Z+B} (Y_1^B - UB_1)$$

$$\triangle^- = \sum_{i \in Z-B} (LBi - Y_1^B) \quad \text{.....(2.32)}$$

Langkah 4:

Bila $\triangle^+ > \triangle^-$, buat $Y_i^* = UBi$ untuk semua $i \in Z_+^B$

Bila $\triangle^+ < \triangle^-$, buat $Y_i^* = LBi$ untuk semua $i \in Z_-^B$

Buat : $\beta = \beta + 1$

$Z^{\beta+1} = Z^{\beta}$ – {Semua *family* yang Y_i^* telah diperoleh}

$P^{\beta+1} = P^{\beta} - Y_i^*$ {Untuk semua i yang dijadwalkan dalam iterasi β}

Bila $Z^{\beta+1} = 0$ stop

Bila $\neq 0 \rightarrow$ kembali ke langkah 1 (iterasi 2)

6. Membagi produksi *family* menjadi produk individu, algoritma disagregasi *item* adalah sebagai berikut:

   Langkah 1:

   Untuk setiap *family* i yang diproduksi, tentukan jumlah periode N, dimana:

$$Y_i' < \Sigma K_{ij} \{\sum_{n=1}^{N} D_{ijn} + SS_{ij} - I_{ij,t-1}\} \quad \text{.....(2.32)}$$

Langkah 2:

Hitung *error* dengan rumus:

$$E_i = \sum_{\forall j \in i} K_{ij} \left[\sum_{n=1}^{N} D_{ij.n} - I_{ij.t-1} + SS_{ij} \right] \ldots\ldots\ldots\ldots (2.33)$$

Langkah 3:

Untuk semua *item* di dalam *family* I, hitung jumlah produksi dengan rumus:

$$Y_i^* = \left(\sum_{n=1}^{N} D_{ij.n} + I_{ij.t-1} - SS_{ij} \right) - \frac{E_i . D_{ijN}}{\sum_{\forall j \in i} K_{ij} . D_{ijN}} \ldots (2.34)$$

Bila $y'_{ij} < 0$ untuk setiap *item*, misalnya: j = g, maka buat $y'_{ig} = 0$.

Hilangkan *item* g dari *family* dan persamaan di atas.

Ulangi langkah 3.

Tabel-tabel yang digunakan:

Tabel 2.4. Tabel Disagregasi

Family (i)	*Item* (j)	*Inv*.Akhir (Iij.t-1)	*Demand* (Dij.t-1)	*SS* (Sij)	*EQ* (Iij.t-1 – Dij.t-1)	Konversi (Kij)	Status	Kij * Dij
T^*_{ij}	Q^*_{ij}	m_i	$q_{ij}^*.m_{ij}$		q^*_{ij}(Adj)	Q^*_{ij}(Adj)	I_{ij}(Adj)	

2.5.2. Biaya

Pilihan menyangkut produksi *agregate*, tenaga kerja, dan tingkat persediaan mempengaruhi beberapa biaya *relevan*. Biaya-biaya ini perlu diidentifikasikan dan diukur sehingga beberapa alternatif biaya *agregate* dapat didefaluasi berdasarkan kriteria biaya total. Beberapa dari mata biaya yang mungkin *relevan* adalah:

- Biaya gaji.
- Biaya lembur, *shif* kerja ke dua, dan *sub* kontrak.
- Biaya merekrut dan memberhentikan perkerja.
- Biaya kelebihan persediaan dan tunggakan pesanan.
- Biaya perubahan tingkat produksi.

Sering kali, aproksimasi dilakukan dengan mengasumsikan biaya sebagai fungsi *linear* atau fungsi *quadratik* dari variabel keputusan. Asumsi penyederhanaan ini memungkinkan penggunaan beberapa model sederhana, seperti pemrograman *linear*, dalam penentuan rencana *agregat* biaya *minimum*.

2.5.3. Proses Keputusan untuk Perencanaan *Agregate*

Persoalan perencanaan *agregate* merupakan perencanaan produksi dari suatu organisasi yang berusaha melayani berbagai pola permintaan sepanjang rentang waktu yang tidak terlalu panjang (misalnya, setahun). Jelasnya, keputusan menajerial dalam persoalan perencanaan *agregate* adalah menetapkan tingkat produksi dan jumlah tenaga kerja untuk setiap periode dalam cakupan waktu perencanaan.

2.5.4. Sediaan Penyangga dan Kebutuhan Maksimum

Sediaan penyangga, yang merupakan *stock* minimum yang diharuskan. Sediaan penyangga ini ditentukan melalui proses pertimbangan *(judgement)*. Tujuannya adalah menjaga terhadap kemungkinan permintaan pasar lebih besar daripada yang diperkirakan bila kita menambah sediaan penyangga untuk setiap bulan kepada kebutuhan produksi kumulatif .

2.5.5. Klasifikasi Metode Perencanaan *Agregate*

Tabel 2.5. Klasifikasi Metode Perencanaan *Agregate*

Optimalisasi Solusi	Struktur Biaya			
	Model Biaya *Linear*	Model Biaya Kuadratik	Model Biaya Tetap	Model Biaya Umum
Solusi optimal	Model distribusi, program *linear*	Kaidah keputusan *linear*	Program bilangan bulat, pemrograman dinamik	Programan dinamik, programan *non-linear*
Solusi aproksimasi *heuristic*	Ancangan dekoposisi untuk persoalan besar	Program tujuan, Relaksasi dan aproksimasi *Lagrange*	Ancangan dekomposisi	Kaidah keputusan penelusuran, analisis simulasi

2.5.6. Ramalan Kebutuhan Produksi dan Sediaan Penyangga

Berikut ini adalah rencana-rencana alternatif:

❖ Produksi Merata

Rencana produksi yang paling sedehana adalah menetapkan tingkat keluaran rata-rata yang memenuhi kebutuhan tahunan. Strategi yang digunakan adalah akumulasi sediaan musiman selama bulan-bulan produksi puncak.

❖ Memanfaatkan Perekrutan, Pemberhentian, dan Kerja Lembur

Rencana ini merupakan rencana yang agak lebih ekonomis, tetapi rencana ini mengharuskan *fluktuasi* yang cukup besar dalam jumlah tenaga kerja. Apakah konsekuensi sosial dan hubungan kekaryawanan dapat ditoleransi merupakan hal yang perlu dipertimbangkan oleh *manager*. Jika *fluktuasi* kayawan lebih besar dari pada yang menurut *manager* dapat ditoleransi, alternatif lain yang melibatkan *fluktuasi* karyawan yang lebih kecil dapat dihitung. Barangkali beberapa variasi dapat diserap dengan memperbanyak kerja lembur, dan dibeberapa industri, *sub kontrak* dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan puncak.

❖ Menambah *Sub Kontrak* Sebagai Sumber

Rencana ini mengurangi sediaan musiman lebih banyak, *fluktuasi* jumlah pekerja lebih moderat, biaya-biaya yang lebih ekonomis. Sediaan penyangga hampir sama untuk semua rencana, sehingga biaya mereka tidak dimasukan sebagai biaya *inkremental*. Meskipun rencana 3 ini menyebabkan *fluktuasi* jumlah pekerja yang lebih ringan ketimbang rencana 2, rencana ini mungkin masih dianggap terlalu berat. Rencana lain yang mencakup *fluktuasi* yang lebih ringan dapat dikembangkan dan biaya *inkremental* mereka ditentukan dengan cara yang sama.

2.5.7. Master Production Schedule (MPS).

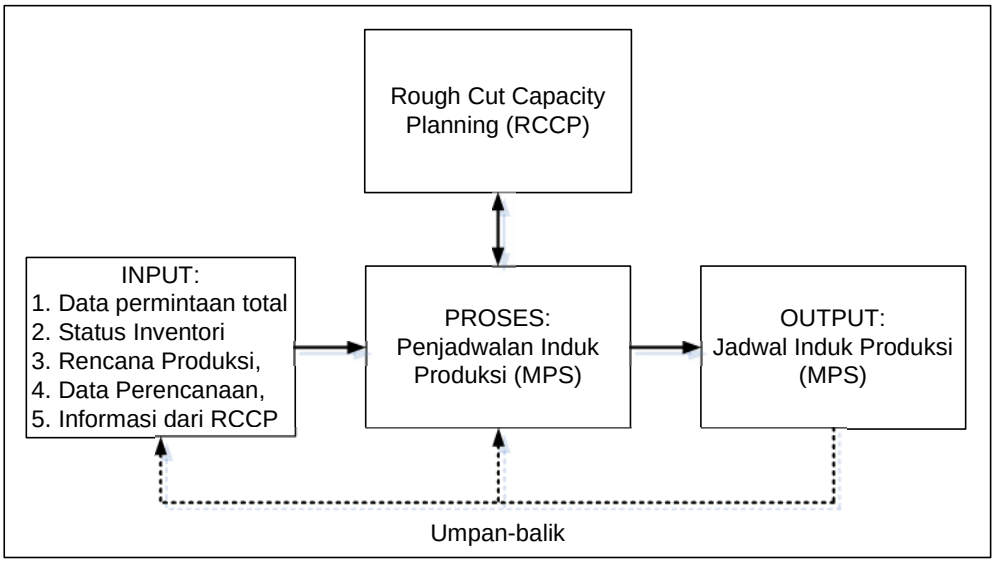
2.5.7.1. Konsep dasar tentang Aktivitas Jadwal Induk Produksi (JIP).

Pada dasarnya Jadwal Induk Produksi (MPS/JIP) 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. JIP mendisagregasikan dan mengimplementasikan rencana produksi (aktivitas pada level 1 dalam hierarki perencanaan prioritas) dinyatakan dalam konfigurasi spesifik dengan nomor-nomor item yang ada dalam *Item Master and BOM (Bills Of Material) file.*

Aktivitas JIP pada dasarnya berkaitan dengan bagaimana menyusun dan memperbaharui JIP, memproses transaksi dari JIP, memelihara catatan-catatan, mengevaluasi efektivitas dari JIP dan memberikan laporan evaluasi dalam waktu yang teratur untuk keperluan umpan balik dan tinjauan ulang. JIP pada dasarnya berkaitan dengan aktivitas melakukan empat fungsi utama berikut:

1. Menyediakan atau memberikan *input* utama kepada sistem perencanaan kebutuhan material (*material requirements planning*/MRP),
2. Menjadwalkan pesanan-pesanan produksi dan pembelian (*production and purchase orders*) untuk *item-item* MPS,
3. Menentukan landasan untuk penentuan kebutuhan sumber daya dan kapasitas,
4. Memberikan basis untuk pembuatan janji tentang penyerahan produk (*delivery promises*) kepada pelanggan.

Sebagai suatu aktifitas proses, jadwal induk produksi membutuhkan lima input utama seperti ditunjukan dalam Gambar 2.6..



Gambar 2.8. Proses Penjadwalan Induk Produksi.

Dari Gambar 2.6. dapat dijelaskan beberapa hal berikut:

a. Data permintaan total,

   Merupakan salah satu sumber data bagi proses penjadwalan induk produksi. Data permintaan total berkaitan dengan ramalan penjualan (*sales forecasts*) dan pesanan-pesanan (*order*).

b. Status Inventori,

   Berkaitan dengan informasi tentang *on-hand inventory*, stok yang dialokasikan untuk penggunaan tertentu (*allocated stock*), dan *firm planned orders*. MPS harus mengetahui secara akurat berapa banyak inventori yang tersedia dan menentukan berapa banyak yang harus dipesan.

c. Rencana Produksi,

   Memberikan sekumpulan batasan kepada MPS. MPS harus menjumlahkannya untuk menentukan tingkat produksi, inventori, dan sumber-sumber daya lain dalam rencana produksi itu.

d. Data perencanaan,

   Berkaitan dengan aturan-aturan tentang *lot-sizing* yang harus digunakan, *shrinkage factor*, stok pengaman (*safety stock*), dan waktu tunggu (*lead time*) dari masing-masing item yang biasanya tersedia dalam *file* induk dari item (*item master file*).

e. Informasi dari RCCP.

   Berupa kebutuhan kapasitas untuk mengimplementasikan MPS menjadi salah satu input bagi MPS.

Tugas dan tanggung jawab dari penyusun JIP/MPS adalah membuat perubahan-perubahan pada catatan MPS, mendisagregasikan rencana produksi untuk menciptakan MPS, menjamin bahwa keputusan-keputusan produksi yang ada dalam MPS itu telah sesuai dengan rencana produksi dan yang terpenting adalah mengkomunikasikan hal-hal utama dalam MPS itu kepada bagian-bagian lain yang terkait dalam perusahaan. Selanjutnya sebagai bagian dari proses umpan balik secara umum, penyusun jadwal induk produksi harus memantau performansi aktual terhadap MPS dan rencana produksi dan hasil-hasil operasional untuk diberikan kepada manajemen puncak. Berdasarkan pemantauan ini, penyusun MPS akan mampu melakukan analisis sebab akibat yang memberikan dampak pada MPS apabila terjadi perubahan-perubahan dalam rencana.

Jadwal induk produksi (MPS) dikembangkan agak sedikit berbeda, tergantung jenis industri *make to order* (MTO) atau *make to stock* (MTS) dan jumlah *item* yang diproduksi (sedikit atau banyak). JIP pada industri MTS menggunakan data peramalan permintaan bersih (peramalan bersih dikurangi persediaan ditangan). Jika hanya ada beberapa macam produk akhir yang dibuat, maka JIP-nya merupakan suatu pernyataan tentang kebutuhan-kebutuhan akan produk individu. Bila produk akhir yang dibuat banyak, misalkan lebih dari 500 macam, maka tidak praktis bila kita membuat JIP berdasarkan produk. Dalam hal ini, biasanya dikelompokan menjadi kelompok-kelompok sejenis kemudian perencanaan tersebut didetailkan secara proporsional menjadi satu jadwal untuk satu *item* individu untuk masing-masing kelompok produk sejenis.

Untuk industri bertipe *make to order* (MTO), pesanan yang belum terpenuhi merupakan data permintaan yang dibutuhkan, sehingga pesanan-pesanan dari konsumen akan menentukan JIP-nya. Pada industri dimana ada sedikit komponen-komponen dasar tersebut dan bukan untuk produk-produk akhirnya sebagai contohnya adalah mobil, dimana komponen-komponen dasarnya adalah mesin, transmisi, komponen *body* dan lain-lain.

2.5.7.2. Tugas dan Tanggung Jawab Penyusun Jadwal Induk Produksi.

Tugas dan tanggung jawab professional dari penyusun jadwal induk produksi (MPS) adalah membuat perubahan-perubahan pada catatan MPS, mendisagregasikan rencana produksi untuk menciptakan MPS, menjamin bahwa keputusan-keputusan produksi yang ada dalam MPS itu telah sesuai dengan rencana produksi, dan yang terpenting adalah mengkomunikasikan hal-hal utama dalam MPS itu kepada bagian-bagian lain yang terkait dalam perusahaan. Seperti telah dikemukakan, MPS membangun jalinan komunikasi dengan bagian manufacturing, sehingga dalam hal ini bagian manufacturing (PPIC) yang menyusun MPS harus mengkomunikasikan outputnya kepada bagian-bagian lain, seperti: bagian pemasaran, bagian inventori atau pembelian material, bagian rekayasa, R&D, produksi, dll.

2.5.7.3. Beberapa Pertimbangan Dalam Desain MPS.

Ketika akan mendesain MPS, perlu diperhatikan beberapa factor utama yang menentukan proses Penjadwalan Induk Produksi (MPS). Beberapa factor utama itu adalah:

1. Lingkungan Manufakturing,

   Lingkungan manufacturing menentukan proses penjadwalan induk produksi. Lingkungan manufacturing yang umum dipertimbangkan ketika akan mendesain MPS adalah: *make-to-stock, make-to-order, assemble-to-order.*

   Produk-produk dari lingkungan *make-to-stock* biasanya dikirim secara langsung dari gudang produk akhir, dank arena itu harus ada stok sebelum pesanan pelanggan (*customer order*) tiba.

Produk-produk dari lingkungan *make-to-order* biasanya baru dikerjakan atau diselesaikan setelah menerima pesanan pelanggan. Sering kali komponen-komponen yang mempunyai waktu tunggu panjang (*long lead time*) direncanakan atau dibuat lebih awal guna mengurangi waktu tunggu penyerahan kepada pelanggan, apabila pelanggan memesan produk.

Pada dasarnya produk-produk dari lingkungan *assemble-to-order* adalah *make-to-order product*, dimana semua komponen (*semifinished, intermediate, subassemble, fabricated, purchased,* dll) yang digunakan dalam *assemble*, pengepakan, atau proses akhir, direncanakan atau dibuat lebih awal, kemudian disimpan dalam stok guna mengantisipasi pesanan pelanggan.

2. Struktur Produk,

   Struktur produk atau *bill of materials* (BOM) didefinisikan sebagai cara komponen-komponen itu bergabung kedalam suatu produk selama proses manufakturing.

3. Horizon Perencanaan, waktu tunggu produk (*product lead time)* dan *production time fences.*

   Berikut adalah aspek yang berkaitan dengan manajemen waktu dalam proses desain MPS:

a. Panjang *horizon* perencanaan,

   Horizon perencanaan didefinisikan sebagai periode waktu mendatang terjauh dari jadwal produksi. Biasanya ditetapkan dengan memperhatikan waktu tunggu kumulatif (*cumulative lead time*) ditambah waktu untuk *lot sizing.*

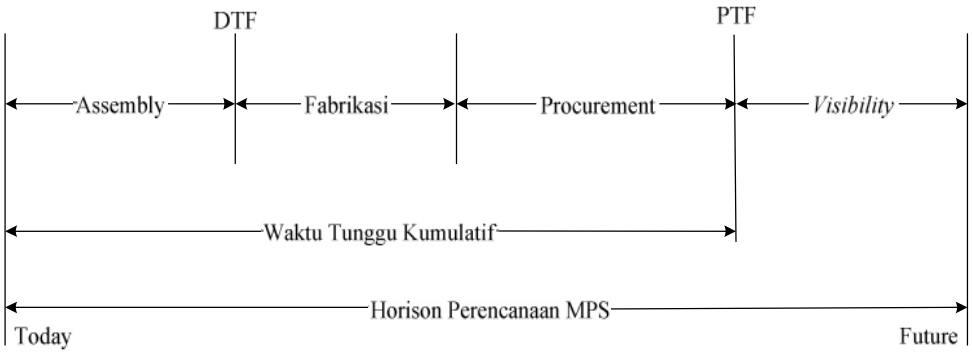
b. Waktu tunggu produksi,

   Waktu tunggu didefinisikan sebagai lama waktu menunggu sejak penempatan pesanan sampai memperoleh pesanan itu. Dalam sistem produksi, waktu tunggu berkaitan dengan waktu menunggu diproses, bergerak atau berpindah, *setup* untuk setiap komponen yang diproduksi.

c. *Time fences,*

Perubahan-perubahan dalam MPS akan menjadi sulit dan mahal (*costly*) apabila dibuat pada saat mendekati waktu penyelesaian produk. Untuk menstabilkan jadwal dan memberikan keyakinan bahwa perubahan-perubahan telah dipertimbangkan secara tepat sebelum perubahan-perubahan itu disetujui. MPS dapat dibagi ke dalam beberapa zona waktu dengan menetapkan prosedur berbeda dalam mengatur perubahan-perubahan jadwal dalam setiap zona waktu (*time zone*), *time fences* memisahkan zona waktu itu. Dengan demikian *time fences* dapat didefinisikan sebagai suatu kebijakan atau petunjuk yang ditetapkan untuk mencatat dimana (dalam zona waktu) terdapat berbagai keterbatasan atau perubahan dalam prosedur operasi manufaktur. Perubahan-perubahan terhadap MPS dapat dilakukan dengan relatif lebih mudah apabila mereka terjadi melewati waktu tunggu kumulatif. *Time fences* yang paling umum dikenal adalah *demand time fences* (DTF) dan *planning time fences* (PTF), dimana DTF diterapkan pada waktu *final assemble* sedangkan PTF diterapkan pada waktu tunggu kumulatif.

Demand time fences (DTF) didefinisikan sebagai periode mendatang dari MPS dimana dalam periode ini perubahan-perubahan terhadap MPS tidak diijinkan atau tidak diterima karena akan menimbulkan kerugian biaya yang besar akibat ketidaksesuaian atau kekacauan jadwal. Sedangkan *planning time fences* (PTF) didefinisikan sebagai periode mendatang dari MPS di mana dalam periode ini perubahan-perubahan terhadap MPS dievaluasi guna mencegah ketidaksesuaian atau kekacauan jadwal yang akan menimbulkan kerugian dalam biaya. Dalam bentuk yang lebih sederhana, MPS *time fences* dapat diilustrasikan seperti Gambar 2.7. berikut ini:



Gambar 2.9. MPS *Time Fences.*

2.5.7..4. Pemilihan *Item-item* MPS.

Faktor utama lain yang perlu diperhatikan dalam mendesain MPS adalah pemilihan *item-item* MPS. Pemilihan *item-item* yang dijadwalkan melalui MPS juga perlu mendapat perhatian khusus. Pemilihan *item-item* ini penting, karena tidak hanya mempengaruhi bagaimana MPS beroperasi, tetapi juga mempengaruhi bagaimana sistem perencanaan dan pengendalian manufakturing secara keseluruhan beroperasi. Terdapat beberapa kriteria dasar yang mengatur pemilihan *item-item* dalam MPS, yaitu:

1. *Item-item* yang dijadwalkan seharusnya merupakan produk akhir, kecuali ada pertimbangan yang jelas menguntungkan untuk menjadwalkan *item-item* yang lebih kecil daripada produk akhir,
2. Jumlah *item-item* MPS seharusnya sedikit, karena manajemen tidak dapat membuat keputusan yang efektif terhadap MPS apabila jumlah *item-item* MPS terlalu banyak,
3. Seharusnya memungkinkan untuk meramalkan permintaan dari *item-item* MPS. *Item* yang dijadwalkan harus berkaitan erat dengan *item* yang dijual.
4. *Item-item* yang dipilih harus dimasukan dalam perhitungan kapasitas produksi yang dibutuhkan,
5. *Item-item* MPS harus memudahkan dalam penterjemahan pesanan-pesanan pelanggan ke dalam pembuatan produk yang akan dikirim.

2.5.7.5. Teknik Penyusunan MPS.

Bentuk umum dari *Master Production Schedule (*MPS):

Tabel 2.6. Bentuk Umum dari *Master Production Schedule* (MPS).

Item :			*Description* :	
Lead Time :			*Safety Stock* :	
Order Quantity :			*DTF* :	
Lot size :			*PTF* :	
Periode	*Past due*	1	2	*n*
Forecast				
Actual Order				
Project Available Balance				
Available to Promise (ATP)				
Master Schedule				

Berikut ini akan dikemukakan penjelasan singkat berkaitan dengan informasi yang ada dalam MPS seperti yang tampak dalam Tabel 2.2.:

a. *Lead Time* adalah waktu (banyaknya periode) yang dibutuhkan untuk memproduksi atau membeli suatu *item.*
b. *Order Quantity* adalah banyaknya/jumlah pemesanan.
c. *Safety Stock* adalah stok tambahan dari *item* yang direncanakan untuk berada dalam *inventory* yang dijadikan sebagai cadangan pengaman guna mengatasi fluktuasi dalam ramalan penjualan, pesanan-pesanan pelanggan dalam waktu singkat. *Safety stock* merupakan kebijaksanaan manajemen berkaitan dengan stabilisasi dari sistem manufaktur, dimana apabila sistem manufaktur semakin stabil kebijaksanaan stok pengaman ini dapat diminimumkan.
d. *Forecast.*
    1. Berupa estimasi terhadap kuantitas *end item* yang akan terjual pada setiap periodenya,
    2. Informasi datang dari bagian pemasaran.
e. *Actual Order*, berupa pesanan konsumen yang sudah diterima sehingga statusnya pasti.
f. *Project Available Balance* (proyeksi persediaan/ *on hand*).
    1. Digunakan untuk merencanakan jumlah yang harus diproduksi,
    2. Dihitung dengan anggapan bahwa penjualan akan sesuai dengan ramalan.
g. *Available to Promise* (ATP).
    1. Merupakan alat yang digunakan untuk menjanjikan jumlah yang bisa dipesan konsumen,

2. Merupakan bagian dari persediaan yang belum dijanjikan,
3. Digunakan oleh bagian pemasaran untuk membuat janji penjualan di masa yang akan datang.

h. *Master Schedule* (jadwal produksi).
   1. Berupa keputusan tentang kuantitas yang akan diproduksi dan saat produksi itu memasuki *stock*,
   2. Ditentukan dengan memperhatikan ketersediaan material dan kapasitas,
   3. Total dari *master schedule* untuk setiap individual *part* harus sama dengan total yang dinyatakan dalam rencana produksi.

i. DTF (*Demand Time Fences*) dan PTF (*Planning Time Fences*), *time fences* merupakan perencanaan ke dalam beberapa zona dimana setiap zona mempunyai aturan yang berbeda.

Rumus-rumus yang digunakan yaitu sebagai berikut:

1. PAB (*Project Available Balance*).

   Pada daerah DTF:

$$PAB_t = PAB_{t-1} + MS_t - AO_t \text{……..……} (2.35)$$

   Pada daerah PTF:

$$PAB_t = PAB_{t-1} + MS_t - \max (AO_t, F_t) \text{ …...……} (2.36)$$

   Pada daerah setelah PTF:

$$PAB_t = PAB_{t-1} + MS_t - F_t \text{……...……} (2.37)$$

2. ATP (*Available to Promise*).

   Pada periode 1:

$$\boxed{ATP_t = PAB_{now} + MS_t - \sum AO_{\text{sebelum ada MS berikutnya}}}$$

   Pada periode selanjutnya:

$$\boxed{ATP_t = MS_t - \sum AO_{\text{sebelum ada MS berikutnya}}}$$

3. PO (*Planned Order*).

   Dihitung apabila PAB minus (negatif), perhitungan kebutuhan tergantung pada periode *net requirement*.

2.5. *Rought Cut Capacity Planning* (RCCP).

Pada dasarnya *Rought Cut Capacity Planning* (RCCP) didefinisikan sebagai proses konversi dari rencana produksi dan atau MPS ke dalam kebutuhan kapasitas yang berkaitan dengan sumber-sumber daya kritis seperti:

a. Tenaga kerja
b. Mesin dan peralatan
c. Kapasitas gudang
d. Kapabilitas pemasok material dan *parts*
e. Sumber daya keuangan

Rought Cut Capacity Planning (RCCP) atau perencanaan kapasitas kasar ini termasuk dalam perencanaan kapasitas jangka panjang. *Rought Cut Capacity Planning* (RCCP) merupakan kebutuhan kapasitas yang diperlukan untuk melaksanakan MPS. *Horizon* waktu sama dengan MPS, biasanya 1 sampai dengan 3 tahun.

Rought Cut Capacity Planning (RCCP) merupakan urutan kedua dari hierarki perencanaan prioritas kapasitas yang berperan dalam mengembangkan MPS. *Rought Cut Capacity Planning* (RCCP) melakukan validasi terhadap MPS yang juga menempati urutan kedua dalam hierarki perencanaan prioritas produksi.

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

Rought Cut Capacity Planning (RCCP) adalah serupa dengan perencanaan kebutuhan sumber daya (*Resource Requirement Planning* = RRP), kecuali bahwa *Rought Cut Capacity Planning* (RCCP) adalah lebih terperinci daripada RRP dalam beberapa hal, seperti:

a) *Rought Cut Capacity Planning* (RCCP) didisagregasikan ke dalam *level item*.
b) *Rought Cut Capacity Planning* (RCCP) didisagregasikan berdasarkan periode waktu harian atau mingguan.
c) *Rought Cut Capacity Planning* (RCCP) mempertimbangkan lebih banyak sumber daya produksi.

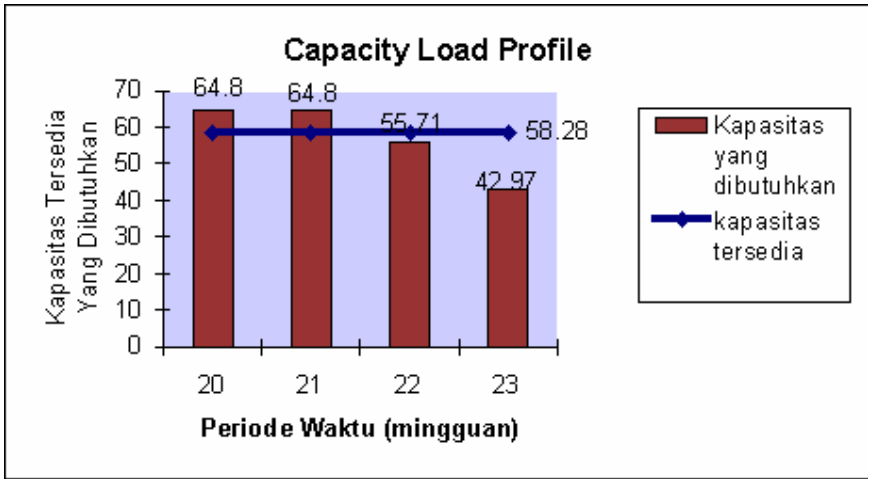
Pada dasarnya terdapat empat langkah yang diperlukan untuk melaksanakan *Rought Cut Capacity Planning* (RCCP), yaitu:

1. Memperoleh informasi tentang rencana produksi dari MPS.
   Misalkan bahwa informasi yang berkaitan dengan rencana produksi untuk satu bulan tertentu (katakanlah dalam minggu-minggu:32, 33, 34, dan 35).
2. Memperoleh informasi tentang struktur produk dan waktu tunggu (*lead time*).
   Informasi tentang struktur produk biasanya telah ditetapkan pada perencanaan kebutuhan sumber daya RRP, yang berada pada *level* lebih tinggi (*level* 1) dalam hierarki perencanaan kapasitas.
3. Menentukan *bill of resources.*
   Perhitungan terhadap waktu *assembly* rata-rata untuk setiap produk dalam kelompok produk A menggunakan formula berikut:
   Waktu *assembly* rata-rata = unit produk yang diproduksi x (jam standar *assembly*/unit).
4. Menghitung kebutuhan sumber daya spesifik dan membuat laporan RCCP
   Perhitungan terhadap waktu *assembly* rata-rata untuk setiap produk dalam kelompok produk A menggunakan formula berikut:
   Waktu *assembly* rata-rata = unit produk yang diproduksi x (jam standar *assembly*/unit).

Selanjutnya Menghitung kebutuhan sumber daya spesifik dan membuat laporan RCCP Perhitungan kebutuhan sumber daya spesifik, dalam kasus di atas adalah

penggunaan jam mesin, perlu mempertimbangkan kondisi actual dari perusahaan seperti : tingkat efisiensi yang ada, dan lain-lain.

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



Gambar 2.10. Load Profil

Kapasitas diartikan jumlah output maksimum yang dihasilkan oleh suatu fasilitas selama periode / selang waktu tertentu. biasanya dinyatakan dalam unit produk yang dihasilkan per satuan waktu. misalnya; 100 unit produk / hari, 5 pasien / jam, dsb.

Tujuan perencanaan kapasitas adalah Menerjemahkan jadwal induk produksi ke dalam kebutuhan sumber daya fasilitas dan jam kerja untuk menghindari *lack* maupun *over capacity* agar menjaga market-share guna minimasi resiko rugi.

Perencanaan kapasitas (*capacity planning*) merupakan salah satu aktivitas manajemen kapasitas. Perencanaan kapasitas adalah proses menentukan tingkat kapasitas yang diperlukan untuk melakukan jadwal produksi (MPS), dibandingkan terhadap kapasitas yang tersedia dan tindakan-tindakan penyesuaian yang diperlukan terhadap tingkat kapasitas atau jadwal produksi.

Jika terjadi kekurangan kapasitas, hasilnya berupa kekurangan pencapaian target produksi, pengiriman produk ke konsumen terlambat dan kehilangan kepercayaan sistem manajemen. Sebaliknya, jika kapasitas berlebihan, mengakibatkan utilitasi sumber rendah, operasi pabrik tidak efisien, biaya tinggi dan berkurangnya *margin* keuntungan.

Jenis perencanaan kapasitas ditinjau dari horizon waktu perencanaan:

1. Perencanaan kapasitas jangka panjang. Ukuran waktu 1-5 tahun ke depan. Isi perencanaan ini adalah:
   a. Fasilitas yang akan dibangun.
   b. Mesin yang akan dibeli.
   c. Produk yang akan dibuat.
2. Perencanaan kapasitas jangka menengah. Untuk kurun waktu bulanan sampai dengan satu tahun ke depan. Tingkat perencanaan sudah rinci. Isi dalam perencanaan ini adalah:
   a. Tambahan *tooling*
   b. Lembur, tambah *shift*
   c. Sub kontrak
   d. *Alternative routing.*
3. Perencanaan kapasitas jangka pendek. Untuk kurun waktu harian sampai satu bulan ke depan. Titik beratnya lebih pada pengendalian; sudah melihat/mengevaluasi apakah pelaksanaan sudah sesuai dengan perencanaan yang dibuat,

Pengendalian kapasitas adalah monitoring baik *work* input maupun *production* i*nput* untuk menjamin perencanaan kapasitas dapat tercapai.

Berikut salah satu teknik *Rought Cut Capacity Planning* (RCCP) yaitu:
CPOF (*Capacity Planning Overall Factor).*
CPOF (*Capacity Planning Overall Factor)* membutuhkan tiga masukan yaitu MPS, waktu total yang diperlukan untuk memproduksi suatu produk dan proporsi waktu penggunaan sumber.

2.6.1. CPOF *(Capacity Planning Overall Factor)*

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.

2.6.2. BOLA *(Bill Of Labour Approach)*

Jumlah kebutuhan kapasitas yang diperlukan diperoleh dengan mengkalikan waktu tiap komponen yang tercantum pada daftar tenaga kerja dengan jumlah produk dari MPS.

Jika perusahaan mempunyai lebih dari satu produk, *lead time* tiap bagian harus ditentukan. Secara umum, jika n adalah jumlah produk, a_{ik} adalah jumlah produk k di stasiun kerja i, b_{jk} adalah jumlah produk k (MPS) pada periode j, maka formula kebutuhan kapasitas stasiun kerja kerja pada periode j adalah:

$$\text{Kebutuhan kapasitas} = \sum_{k=1}^{n} a_{ik} b_{kj} \quad \text{untuk semua ij}$$

CPOF (*Capacity Planning Overall Factor)* dan BOLA (*Bill of Labour Approach)* tidak mempertimbangkan *lead time*. Kedua pendekatan ini mengasumsikan bahwa seluruh komponen dibuat bersamaan dengan perakitan.

2.6.3. RPA (*esource Profile Approach*)

Merupakan teknik perencanaan kapasitas kasar yang paling rinci tetapi tidak serinci perencanaan kebutuhan kapasitas CRP (*Capacity Requirement Planning*).

2.6.4. CRP (*Capacity Requirement Planning*)

CRP adalah merupakan fungsi untuk menentukan, mengukur, dan menyesuaikan tingkat kapasitas atau proses untuk menentukan jumlah tenaga kerja dan sumber daya mesin yang diperlukan untuk melaksanakan produksi. CRP merupakan teknik perhitungan kapasitas rinci yang dibutuhkan oleh MRP. CRP memverifikasi apakah kapasitas yang tersaedia mencukupi selama rentang perencanaan. Berikut ini adalah data-data yang diperlukan untuk melakukan perhitungan CRP:

- BOM.
- Data induk setiap komponen.
- MPS untuk setiap komponen.
- *Routing* setiap komponen.
- *Work center master file.*