

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Produksi

Sistem produksi adalah kumpulan komponen-komponen yang saling mempengaruhi satu dengan yang lainnya untuk tujuan mentransformasikan input produksi menjadi output produksi. Dalam proses produksi mempunyai elemen-elemen utama yaitu *input*, proses, dan *output* (Nasution, 2003). Konsep dasar sistem produksi terdiri dari (Gaspersz, 1998) :

A. Elemen Input dalam Sistem Produksi

Elemen *input* dapat diklasifikasikan kedalam dua jenis, yaitu: *input* tetap (*fixed input*) merupakan *input* produksi yang tingkat penggunaannya tidak bergantung pada jumlah *output* yang akan diproduksi. Sedangkan input variabel (*variable input*) merupakan *input* produksi yang tingkat penggunaannya bergantung pada *output* yang akan diproduksi. Dalam sistem produksi terdapat beberapa *input* baik variabel maupun tetap adalah sebagai berikut :

1. Tenaga Kerja

Operasi sistem produksi membutuhkan campur tangan manusia dan orang-orang yang terlibat dalam proses sistem produksi. Input tenaga kerja yang termasuk diklasifikasikan sebagai input tetap.

2. Modal

Operasi sistem produksi membutuhkan modal. Berbagai macam fasilitas peralatan, mesin produksi, bangunan, gudang, dapat dianggap sebagai

modal. Dalam jangka pendek modal diklasifikasikan sebagai input variabel.

3. Bahan Baku

Bahan baku merupakan faktor penting karena dapat menghasilkan suatu produk jadi. Dalam hal ini bahan baku diklasifikasikan sebagai *input* variabel.

4. Energi

Dalam aktivitas produksi membutuhkan banyak energi untuk menjalankan aktivitas seperti untuk menjalankan mesin dibutuhkan energi berupa bahan bakar atau tenaga listrik, air untuk keperluan perusahaan. Input energi diklasifikasikan dalam input tetap atau input variabel tergantung dengan penggunaan energi itu tergantung pada kuantitas produksi yang dihasilkan.

5. Informasi

Informasi sudah dipandang sebagai input tetap karena digunakan untuk mendapatkan berbagai macam informasi tentang: kebutuhan atau keinginan pelanggan, kuantitas permintaan pasar, harga produk dipasar, perilaku pesaing dipasar, peraturan ekspor impor, kebijaksanaan pemerintah, dan lain-lain.

6. Manajerial

Sistem perusahaan saat ini berada pada pasar global yang sangat kompetitif membutuhkan tenaga ahli untuk meningkatkan performansi sistem itu secara terus-menerus.

B. Proses dalam Sistem Produksi

Proses dalam sistem produksi dapat didefinisikan suatu kegiatan melalui

suatu aliran material dan informasi yang mentransformasikan berbagai input ke dalam output yang bertambah nilai tinggi.

c. **Elemen Output dalam Sistem Produksi**

Output dari proses dalam sistem produksi dapat berbentuk barang atau jasa. Pengukuran karakteristik output sebaiknya mengacu pada kebutuhan atau keinginan pelanggan dalam pasar. Pengukuran pada tingkat output sistem produksi yang relevan adalah mempertimbangkan kuantitas produk, efisiensi, efektifitas, fleksibilitas, dan kualitas produk.

2.1.1 Ruang Lingkup Sistem Produksi

Ruang Lingkup sistem produksi akan mencakup perancangan atau penyiapan sistem produksi serta pengoperasian dari sistem produksi. Pembahasan dalam perancangan atau desain dari sistem produksi menurut (Assauri, 2008) ruang lingkup sistem produksi meliputi :

1. Seleksi dan rancangan atau desain hasil produksi.

Kegiatan produksi dan operasi merupakan kegiatan yang mencakup bidang yang luas, dimulai dari penganalisaan dan penetapan keputusan saat sebelum dimulainya kegiatan produksi dan operasi, yang umumnya bersifat keputusan-keputusan jangka panjang, serta keputusan-keputusan pada waktu menyiapkan dan melaksanakan kegiatan produksi dan pengoperasiannya.

2. Seleksi dan perancangan proses dan peralatan.

Setelah produk didesain, maka kegiatan yang harus dilakukan untuk merealisasikan usaha untuk menghasilkannya adalah menentukan jenis proses yang akan dipergunakan serta peralatannya. Kegiatan harus

dimulai dari penyelesaian dan pemeliharaan akan jenis proses yang akan dipergunakan, yang tidak terlepas dengan produk yang akan dihasilkan.

3. Pemilihan lokasi dan site perusahaan dan unit produk.

Kelancaran produksi dan operasi perusahaan sangat dipengaruhi oleh kelancaran mendapatkan sumber-sumber bahan masukan (*input*), serta ditentukan pula oleh kelancaran dan biaya penyampaian atau *supply* produk yang dihasilkan berupa barang jadi dan jasa kepasar. Oleh karena itu, untuk menjamin kelancaran maka sangat penting peranan dari pemilihan lokasi dan site perusahaan dan unit produksinya.

4. Rancangan tata letak dan arus kerja atau proses.

Kelancaran dalam proses produksi dan operasi ditentukan pula oleh salah satu factor yang terpenting didalam perusahaan atau unit produksi, yaitu rancangan tata letak (*lay out*) dan arus kerja atau proses, rancangan tata letak harus mempertimbangkan berbagai factor antara lain adalah kelancaran arus kerja, optimalisasi dari waktu pergerakan dalam proses, kemungkinan kerusakan yang terjadi karena pergerakan proses akan meminimalisasi biaya yang timbul dari pergerakan dalam proses atau material handling.

5. Rancangan tugas perusahaan.

Rancangan tugas pekerjaan merupakan bagian yang integral dari rancangan sistem. Dalam melaksanakan fungsi produksi dan operasi, maka organisasi kerja disusun, karena organisasi kerja sebagai dasar pelaksanaan tugas pekerjaan, merupakan alat atau wadah kegiatan yang hendaknya dapat membantu pencapaian tujuan perusahaan atau unit produksi organisasi tersebut.

6. Strategi produksi dan operasi serta pemilihan kapasitas

Rancangan sistem produksi dan operasi harus disusun dengan landasan strategi produksi operasi yang disiapkan terlebih dahulu. Dalam strategi produksi dan operasi harus terdapat pernyataan tentang maksud dan tujuan dari produksi dan operasi, serta misi dan kebijakan-kebijakan dasar atau kunci untuk lima bidang yaitu proses, kapasitas, persediaan, tenaga kerja, dan mutu atau kualitas.

Sedangkan pembahasan dalam pengoperasian sistem produksi dan operasi menurut (Assauri, 2008) meliputi:

1. Penyusunan rencana produksi dan operasi.

Kegiatan pengoprasian sistem produksi dan operasi harus dimulai dengan penyusunan rencana produksi dan operasi. Dalam rencana produksi dan operasi harus tercakup penetapan target produksi, *scheduling*, *routing*, *dispatching*, dan *follow-up*. Perencanaan kegiatan produksi dan operasi merupakan kegiatan awal dalam pengoprasian system produksi dan operasi.

2. Perencanaan dan pengendalian persediaan dan pengadaan bahan.

Kelancaran kegiatan produksi dan operasi sangat ditentukan oleh kelancaran tersedianya bahan atau masukan yang dibutuhkan bagi produksi dan operasi tersebut. Kelancaran tersedianya bahan atau masukan bagi produksi dan operasi ditentukan oleh baik tidaknya pengadaan bahan serta rencana dan pengendalian persediaan yang dilakukan.

3. Pemeliharaan atau perawatan (*maintenance*) mesin dan peralatan. Mesin dan peralatan dipergunakan dalam proses produksi dan operasi harus

selalu terjamin tetap tersedia untuk dapat digunakan, sehingga dibutuhkan adanya kegiatan pemeliharaan atau perawatan.

4. Pengendalian mutu.

Terjaminnya hasil atau *output* dari proses produksi dan operasi menentukan keberhasilan dan pengoprasian sistem produksi dan operasi. Dalam hal ini maka perlu di pelajari kegiatan pengendalian mutu antara lain adalah maksud dan tujuan kegiatan pengendalian mutu.

5. Manajemen Tenaga Kerja (SDM) Pelaksanaan pengoperasian sistem produksi dan operasi ditentukan oleh kemampuan dan keterampilan para tenaga kerja atau sumber daya manusia akan mencakup pengelolaan tenaga kerja dalam produksi dan operasi, desain tugas dan pekerjaan, dan pengukuran kerja (*work measurement*).

2.1.2 Master Production Scheduling (Jadwal Induk Produksi)

Menurut (Kusuma, 2009) Jadwal induk produksi merupakan rencana rinci tentang jumlah barang yang akan diproduksi pada beberapa satuan waktu dalam horizon perencanaan. Jadwal induk produksi merupakan optimasi ongkos dengan memperhatikan kapasitas yang tersedia dalam ramalan permintaan untuk mencapai rencana produksi yang akan meminimasi total ongkos produksi dan persediaan. Hal yang perlu diperhatikan dalam menyusun jadwal induk produksi adalah menentukan panjang horizon perencanaan (*Planning Horizon*).

Sedangkan menurut (Gaspersz, 1998) Jadwal Induk Produksi merupakan suatu pernyataan tentang produk akhir (termasuk suku cadang) dari suatu perusahaan industri manufaktur yang merencanakan untuk memproduksi output yang berkaitan dengan kuantitas dan periode. Jadwal Induk Produksi bukanlah merupakan suatu ramalan penjualan tetapi benar-benar suatu rencana produksi

yang fisibel yang memperhatikan beberapa faktor, yaitu :

1. Kapasitas/beban produksi dan perubahannya.
2. Perubahan dalam *inventory* produk jadi.
3. Fluktuasi permintaan.
4. Efisiensi dan faktor utilitas dari faktor-faktor produksi.
5. *Lot sizing* produksi.

Berikut ini akan dikemukakan penjelasan singkat berkaitan dengan informasi yang ada dalam Jadwal Induk Produksi (Gaspersz, 1998) :

1. *Lead Time* adalah waktu (banyaknya periode) yang dibutuhkan untuk memproduksi atau membeli suatu item.
2. *On Hand* adalah posisi *inventory* awal secara fisik tersedia dalam *stock*, yang merupakan kuantitas dari item yang ada dalam *stock*.
3. *Lot Size* adalah kuantitas dari item yang biasanya dipesan dari pabrik atau pemasok. Sering disebut juga sebagai kuantitas pesanan (*order quantity*) atau ukuran *batch* (*batch size*).
4. *Safety Stock* adalah stok tambahan dari item yang direncanakan untuk berada dalam *inventory* yang dijadikan sebagai *stock* pengaman guna mengatasi fluktuasi dalam ramalan penjualan, pesanan-pesanan pelanggan dalam waktu singkat, penyerahan item untuk pengisian kembali *inventory*, dan lain-lain.

Sebagai suatu aktivitas proses, pembuatan Jadwal Induk Produksi membutuhkan lima input utama seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.1.

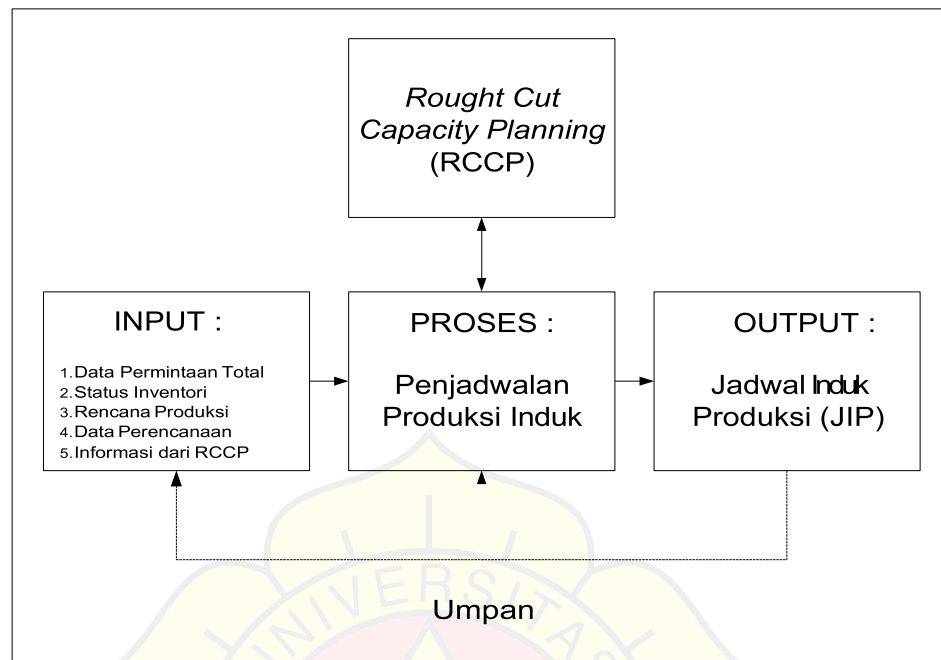
Dari Gambar 2.1 dapat dijelaskan beberapa hal berikut (Gaspersz, 1998) :

1. Data Permintaan Total merupakan salah satu sumber data bagi proses

penjadwalan induk. Data permintaan total berkaitan dengan ramalan penjualan (*sales forecasts*) dan pesanan-pesanan (*orders*).

2. Status *Inventory* 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 orders*. JIP harus mengetahui secara akurat berapa banyak inventori yang tersedia dan menentukan berapa banyak yang harus dipesan.
3. Rencana Produksi memberikan sekumpulan batasan kepada JIP. JIP harus menjumlahkannya untuk menentukan tingkat produksi, *inventory*, dan sumber-sumber daya lain dalam rencana produksi itu.
4. 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*).
5. Informasi dari RCCP berupa kebutuhan kapasitas untuk mengimplementasikan MPS menjadi salah satu input bagi MPS. Pada dasarnya RCCP dan MPS merupakan aktivitas perencanaan yang berada pada level yang sama (level 2) dalam hierarki perencanaan prioritas dan perencanaan kapasitas pada sistem MRP II. RCCP menentukan kebutuhan kapasitas untuk mengimplementasikan MPS, menguji kelayakan dari MPS, dan memberikan umpan balik kepada perencana atau penyusun jadwal produksi induk untuk mengambil tindakan perbaikan apabila ditemukan adanya ketidaksesuaian antara penjadwalan produksi induk dan kapasitas yang tersedia.

Proses penjadwalan induk produksi ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses Penjadwalan Induk Produksi

Selain itu, beberapa input dalam jadwal produksi induk diantaranya adalah pesanan pelanggan yang tertunda dan peramalan penjualan suatu produk. Kebutuhan jadwal produksi induk didalamnya harus terdapat (Gaspersz, 1998) :

1. *Interplant requirements*
2. Kebutuhan pelayanan (*service part requirements*)
3. Kebutuhan distribusi gudang.

2.1.3 Material Requirement Planning (MRP)

(Kumar, A. S., Suresh, 2008) menyatakan bahwa *Materials Requirement Planning* (MRP) adalah teknik untuk menentukan kuantitas dan waktu untuk

pembelian item permintaan *dependent* yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan Jadwal Induk Produksi. Sedangkan (Jay Heizer, 2005) mendefinisikan *Materials Requirement Planning* (MRP) sebagai sebuah teknik permintaan terikat yang menggunakan daftar kebutuhan bahan, persediaan, penerimaan yang diperkirakan, dan jadwal produksi induk untuk menentukan kebutuhan material.

2.1.3.1 Tujuan MRP

Adapun tujuan dari *Materials Requirement Planning* (MRP) adalah sebagai berikut (Kumar, A. S., Suresh, 2008) :

1. Pengurangan persediaan, MRP menentukan berapa banyak komponen yang diperlukan ketika mereka diperlukan untuk memenuhi jadwal produksi induk. Ini membantu dalam hal pengadaan bahan/komponen ketika diperlukan, dengan demikian menghindari kelebihan persediaan.
2. Pengurangan waktu ancap (*lead time*) dalam manufaktur dan pengiriman. MRP mengidentifikasi jumlah bahan dan komponen, waktu ketika dibutuhkan, ketersediaan, pengadaan dan tindakan yang diperlukan untuk memenuhi *deadline* pengiriman. MRP membantu untuk menghindari keterlambatan dalam produksi dan kegiatan produksi prioritas dengan menempatkan tanggal jatuh tempo pada pengerjaan pelanggan.
3. Komitmen pengiriman yang realistis, dengan menggunakan MRP, produksi dapat memberikan informasi pemasaran yang tepat waktu mengenai waktu pengiriman kepada pelanggan potensial.
4. Peningkatan efisiensi, MRP menyediakan koordinasi yang erat antara pusat berbagai pekerjaan dan karenanya membantu untuk mencapai aliran bahan yang tak terganggu melalui jalur produksi. Hal ini

meningkatkan efisiensi sistem produksi.

2.1.3.2 Input Sistem MRP

Menurut (Kusuma, 2009) ada empat masukan untuk MRP, yaitu:

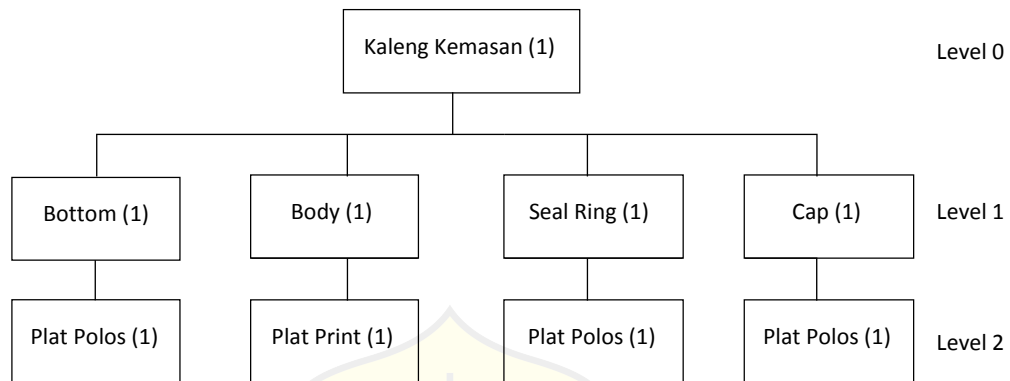
1. Jadwal Induk Produksi (Master Production Schedule)

Jadwal induk produksi merupakan rencana rinci tentang jumlah barang yang akan diproduksi pada beberapa satuan waktu dalam horizon perencanaan. Jadwal induk produksi merupakan optimasi ongkos dengan memperhatikan kapasitas yang tersedia dalam ramalan permintaan untuk mencapai rencana produksi yang akan meminimasi total ongkos produksi dan persediaan. Hal yang perlu diperhatikan dalam menyusun jadwal induk produksi adalah menentukan panjang horizon perencanaan (*Planning Horizon*), banyaknya periode waktu yang ingin diliput dalam penjadwalan.

2. Struktur Produk (Bill of Material)

Setiap item dan komponen produk harus memiliki identifikasi yang jelas dan unik sehingga berguna pada saat komputerisasi. Hal ini dilakukan dengan membuat struktur produk dan *Bill of Material* (BOM) tiap produk. Struktur produk berisi informasi mengenai hubungan antar komponen dalam perakitan. Informasi ini penting dalam penentuan kebutuhan kotor dan kebutuhan bersih suatu komponen. Lebih jauh lagi, struktur produk juga mengandung informasi tentang semua *item*, seperti nomor item, serta jumlah *item* yang dibutuhkan pada tiap tahap perakitan. Struktur produk ini dibagi menjadi beberapa level/tingkatan. Level 0 (nol) ialah tingkatan produk akhir. Level di bawahnya (Level 1) merupakan *sub assembly* yang jika dirakit akan menjadi produk akhir. Level di bawahnya lagi (Level 2) merupakan *sub-sub assembly* yang

membentuk *sub assembly* jika dirakit. Contoh struktur produk kaleng kemasan ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur Produk Kaleng Kemasan

c. Catatan Persediaan (Inventory Status Record)

Sistem MRP didasarkan atas keakuratan data status persediaan yang dimiliki sehingga keputusan untuk membuat atau memesan barang pada suatu saat dapat dilakukan dengan sebaik-baiknya. Untuk itu tingkat persediaan komponen dan material harus selalu diamati. Jika terjadi perbedaan antara tingkat persediaan aktual dengan data persediaan dalam sistem computer maka data persediaan dalam sistem komputer tersebut harus segera dimutakhirkan. MRP tidak mungkin dijalankan tanpa adanya catatan persediaan yang akurat. Catatan keadaan persediaan menggambarkan status dimana item yang ada dalam persediaan. Catatan keadaan persediaan berisi data tentang *lead time*, teknik ukuran lot yang digunakan, persediaan pengaman, dan catatan-catatan penting lainnya.

d. Waktu Ancang (Lead Time)

Prasyarat terakhir agar MRP dapat diterapkan dengan baik ialah diketahuinya waktu anjang pemesanan komponen. Waktu anjang (*lead time*) ini diperlukan mengingat MRP memiliki dimensi fase waktu yang akan sangat berpengaruh terhadap pola persediaan komponen. Waktu anjang ialah waktu yang diperlukan mulai dari saat pesanan item dilakukan sampai dengan saat item tersebut diterima dan siap untuk digunakan, baik item produk yang harus dibuat sendiri maupun item produk yang dipesan dari luar perusahaan. Waktu anjang sangat dibutuhkan dalam sistem rencana kebutuhan bahan, terutama dalam hal perencanaan waktu. Waktu inilah yang mempengaruhi kapan rencana pemesanan akan dilakukan.

2.1.3.3 Output Sistem MRP

Menurut pendapat (Rosnani, 2007) proses MRP menghasilkan dua *output* yaitu :

1. Laporan Primer (*Primary Report*)

Laporan primer adalah hal utama atau laporan normal yang digunakan untuk persediaan dan kontrol produksi, yang termasuk laporan ini adalah :

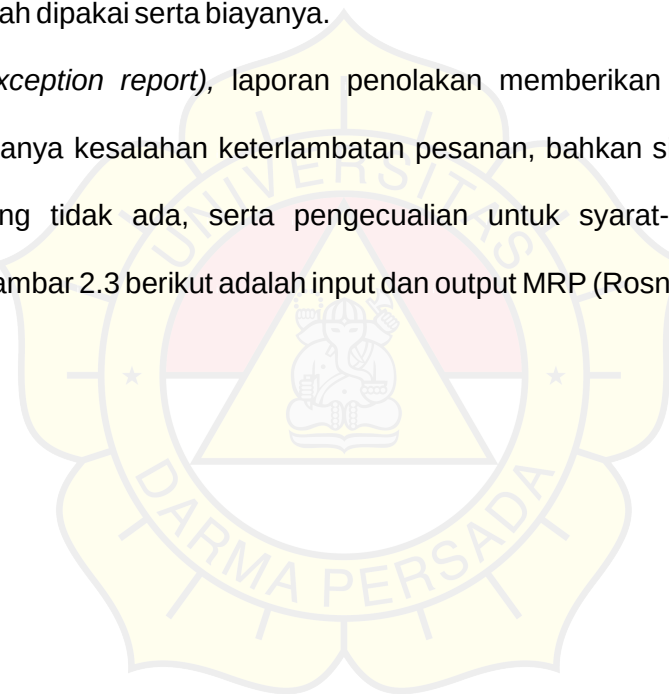
- A. (*Planned Order*), rencana pemesanan untuk masa yang akan datang.
- B. (*Order Release Notice*), pesanan yang dikeluarkan, yang menunjukkan kapan harus dilaksanakan perencanaan pemasaran (*planned*).
- C. (*Changes In Due Dates*), perubahan pada rencana pemesanan, penjadwalan ulang (dikarenakan keadaan cuaca atau lalu lintas).
- D. (*Concellation or suspension*), pembatalan pesanan terbuka dikarenakan adanya pembatalan dari jadwal induk (MPS).
- E. (*Inventory Status Date*), data keadaan persediaan.

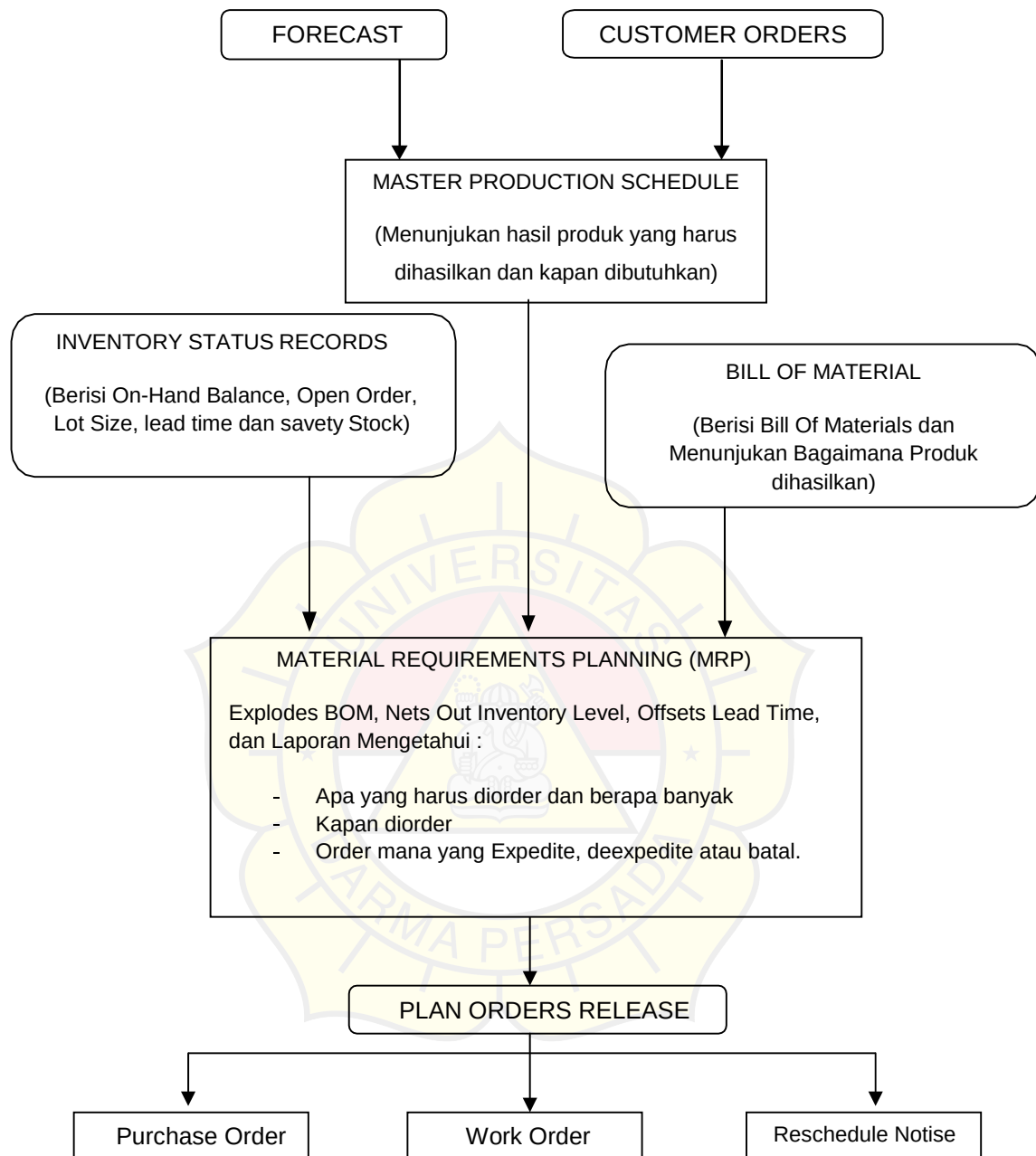
2. Laporan Sekunder (*Secondary Report*)

Laporan sekunder adalah laporan tambahan dimana MRP dapat memilih program-programnya :

- A. (*Planning report*), laporan perencanaan digunakan untuk meramalkan dan menetapkan kebutuhan persediaan dimasa yang akan datang
- B. (*Performance report*), laporan pengendalian yang menentukan waktu pelaksanaan yang digunakan untuk mengevaluasi sistem operasi antara lamanya waktu menunggu komponen bahan baku dengan jumlah yang telah dipakai serta biayanya.
- C. (*Exception report*), laporan penolakan memberikan informasi tentang adanya kesalahan keterlambatan pesanan, bahkan sisa dan komponen yang tidak ada, serta pengecualian untuk syarat-syarat pembelian.

Gambar 2.3 berikut adalah input dan output MRP (Rosnani, 2007).





Gambar 2.3 *Input dan Output MRP*

2.1.3.4 Langkah Dasar MRP

Sebelum memasuki lebih lanjut mengenai perencanaan kebutuhan material, berikut akan dijelaskan istilah-istilah yang dipergunakan yaitu (Herjanto, 1997) :

1. *Gross requirements* (GR, kebutuhan kasar) : keseluruhan jumlah item (komponen) yang diperlukan pada suatu periode.
2. *Scheduled receipts* (SR, penerimaan yang dijadwalkan) : jumlah item yang akan diterima pada suatu periode tertentu berdasarkan pesanan yang telah dibuat.
3. *On-Hand inventory* (OH, persediaan di tangan): proyeksi jumlah persediaan yang diakhir suatu periode dengan memperhitungkan jumlah persediaan yang ditambah dengan jumlah item yang akan diterima atau dikurangi dengan jumlah item yang dipakai/dikeluarkan dari persediaan pada periode tertentu.
4. *Net requirements* (NR, kebutuhan bersih): jumlah kebutuhan bersih dari suatu item yang dipergunakan untuk dapat memenuhi kebutuhan kasar pada suatu periode yang akan datang.
5. *Planned order releases* (POR, pelepasan pemesanan yang direncanakan): jumlah item yang direncanakan untuk dipesan untuk dapat memenuhi perencanaan pada masa yang akan datang.
6. *Current inventory*: jumlah material yang secara fisik tersedia dalam gudang pada awal periode.
7. *Allocated*: jumlah persediaan yang sudah ada, tetapi telah direncanakan untuk dialokasikan pada suatu penggunaan tertentu.
8. *Lead time*: waktu tenggang yang diperlukan untuk memesan suatu barang

sejak saat pemesanan (pembuatan) dilakukan sampai barang tersebut diterima (selesai dibuat).

2.1.4 Sales and Operation Planning (S&OP)

Menurut (Smith, 2010) *Sales and Operation* (S&OP) digambarkan sebagai satu aset keseluruhan perencanaan perusahaan dan proses pengambilan keputusan yang dirancang untuk menyeimbangkan pasokan produk atau jasa sesuai dengan permintaan pelanggan serta menghubungkan operasi dengan pencapaian tujuan dari bisnis, perencanaan operasional, dan perencanaan keuangan. S&OP mencakup empat aspek penting dari proses (Smith, 2010), yaitu :

1. Proses yang melampui unit-unit fungsional.
2. Adanya sistem pengembalian keputusan yang meliputi suatu hal dalam menentukan penghentian fasilitas atau memperoleh yang baru.
3. Bertujuan untuk menjaga keseimbangan permintaan dan sisi penawaran bisnis.
4. Menerapkan strategi perusahaan dengan menempatkan *link* antara perencanaan strategi dan operasi.

Seperti dapat dilihat pada Gambar 2.4 S&OP terletak pada bagian tengah sehingga perencanaannya dapat bersifat strategis, fungsional dan lebih rinci. Selain itu rencana perusahaan yang paling penting adalah harus bisa menghubungkan antara bisnis dan strategi dengan operasi dan penjualan.



Gambar 2.4 Kunci Hubungan dalam Perencanaan Operasi Penjualan

Menurut (Smith, 2010), rantai dari perencanaan strategis dan operasional untuk eksekusi akan dihasilkan ketika hubungan dari S&OP untuk sistem MPC dibuat. Secara lebih rinci, berarti bahwa rencana operasi biasanya dinyatakan dalam bentuk agregat unit *output* per bulan harus digunakan sebagai masukan ketika mengembangkan lebih rinci jadwal induk produksi yang dinyatakan dalam unit produk akhir per minggu.

2.1.5 Rought Cut Capacity Planning (RCCP)

Perencanaan kebutuhan kapasitas kasar (RCCP) adalah proses pengkonversian perencanaan produksi dan jadwal induk produksi ke dalam kapasitas yang dibutuhkan bagi sumberdaya utama seperti tenaga kerja, mesin, bahan baku dan kemampuan pemasok (Fogarty, 1991). Beberapa input dalam kebutuhan kapasitas kasar diantaranya adalah sebagai berikut (Fogarty, 1991) :

1. Kapasitas sumber daya yang tersedia.
2. Jadwal Induk Produksi.

3. Kapasitas produk yang dibutuhkan dengan kemampuan *lead time* yang tersedia.

Adapun metode penentuan kebutuhan kapasitas kasar (Fogarty, 1991) :

1. *Overall Factor Approach*

Merupakan metode yang menggunakan data dan usaha perhitungan paling sedikit. Metode ini mudah dipengaruhi oleh volume produksi dan tingkat kesulitan membuat produk. Pendekatan Total Faktor membutuhkan tiga data masukan yaitu JIP , waktu total yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu produk dan proporsi waktu penggunaan sumber. Jika ada lebih dari satu *family*, maka diperlukan waktu total proses untuk setiap *family*. Pendekatan total faktor mengalikan waktu total tiap *family* terhadap jumlah JPI untuk memperoleh total waktu yang diperlukan pabrik untuk mencapai JPI. Total waktu ini kemudian dibagi menjadi waktu penggunaan masing-masing sumber dengan mengalikan total waktu terhadap proporsi penggunaan sumber.

2. *Bill of Labour Approach*

Dengan menggunakan Pendekatan Daftar Tenaga Kerja, jumlah kebutuhan kapasitas yang diperlukan diperoleh dengan mengalikan waktu tiap komponen yang tercantum pada daftar tenaga kerja dengan jumlah produk yang harus dibuat setiap bulan. Jumlah yang harus dibuat diperoleh dari JIP. Pendekatan daftar tenaga kerja menggunakan detail data pada waktu normal untuk menghasilkan masing-masing produk. Pendekatan daftar tenaga kerja adalah suatu daftar angka dari sejumlah buruh yang disediakan oleh suatu kategori buruh yang utama untuk menghasilkan item-item atau kelompok dalam sejumlah produk. Hal ini cenderung tidak menjadi

suatu cara, tapi lebih pada perkiraan kapasitas kebutuhan item-item utama. Pendekatan daftar tenaga kerja bisa saja dipadukan untuk item-item tertentu atau sekelompok item yang sama dan diperluas oleh kuantitas yang tersusun untuk mengurangi kebutuhan kapasitas.

3. *Resource Profile Approach*

Baik itu pendekatan Total Faktor maupun Pendekatan Tenaga Kerja keduanya tidak mempertimbangkan tenggang waktu (*Lead Time*). Kedua pendekatan tersebut mengasumsikan bahwa seluruh komponen dibuat pada periode yang sama sebagai item akhir. Teknik pendekatan profil sumber merupakan tingkatan kebutuhan tenaga kerja. Masing-masing rencana pengaturan tenaga kerja harus dapat ditingkatkan sehingga dapat menggunakan pendekatan profil sumber. Teknik pendekatan profil sumber merupakan teknik perencanaan kapasitas kasar yang paling rinci tetapi tidak serinci perencanaan kebutuhan kapasitas (*Capacity Requirement Planning*). Jika profil sumber telah dibuat, kebutuhan kapasitas kasar diperoleh dengan mengalikan profil sumber dengan JIP.

2.1.6 Persediaan

Menurut (Przwirosentono, 2000), persediaan adalah kekayaan lancar yang terdapat dalam perusahaan dalam bentuk persediaan bahan mentah (bahan baku / material), barang setengah jadi dan barang dalam proses.

Alasan diberlakukannya persediaan oleh suatu perusahaan pabrik karena (Assauri, 2008) :

1. Dibutuhkan waktu untuk menyelesaikan operasi produksi untuk memindahkan produk dari suatu tingkat ke tingkat proses yang lain, yang disebut persediaan dalam proses dan pemindahan.

2. Alasan organisasi, untuk memungkinkan satu unit atau bagian membuat skedul operasinya secara bebas, tidak tergantung dari yang lainnya.

2.1.7 Enterprise Resource Planning (ERP)

Enterprise Resource Planning (ERP) menurut (O'Brien, J. & Marakas, 2009) adalah sistem perusahaan yang meliputi semua fungsi yang terdapat di dalam perusahaan yang didorong oleh beberapa modul *software* yang terintegrasi untuk mendukung proses bisnis internal perusahaan. Sebagai contoh, *software* ERP untuk perusahaan manufaktur umumnya dimulai dari memproses data yang masuk, melacak status dari penjualan, *inventory*, pengiriman barang, dan penagihan barang, serta memperkirakan bahan baku dan kebutuhan sumber daya manusia, sehingga menurut (O'Brien, J. & Marakas, 2009) terdapat 5 komponen utama dari sistem ERP. Berikut adalah gambar dari 5 komponen tersebut :



Gambar 2.5 Komponen Utama dari sistem ERP

Enterprise Resource Planning (ERP) menurut (James, 2011) adalah suatu model sistem informasi yang memungkinkan organisasi untuk mengotomatisasi dan mengintegrasikan proses bisnis utamanya. *Enterprise Resource Planning* menurut (Turban, E., Rainer Jr., R.K. & Potter, 2007) dirancang dan didesain untuk

menyelesaikan masalah dalam area fungsional sistem informasi dengan mengintegrasikan area fungsional melalui *database*. Berdasarkan definisi-definisi di atas, maka dapat disimpulkan *Enterprise Resource Planning* adalah konsep sistem informasi yang mengintegrasikan setiap modul, sehingga dapat mendukung proses bisnis utama perusahaan.

2.1.7.1 Sejarah Perkembangan Enterprise Resource Planning (ERP)

Sejarah perkembangan *Enterprise Resource Planning* menurut (Leon, 2008) dibagi menjadi empat tahap, yaitu :

1. *Material Requirement Planning* (MRP)

Material Requirement Planning (MRP) merupakan hasil pengolahan atau pemrosesan dari *Bill of Material* (BOM) yang dimulai pada tahun 1960-an dan mulai terkenal pada tahun 1970-an. Saat itu, orang yang bekerja pada manufaktur dan perencanaan produksi sedang mencari metode yang lebih baik dan lebih efisien untuk memesan bahan baku dan menemukan MRP sebagai solusi sempurna untuk kebutuhan manufaktur dan perencanaan produksi karena mampu memecahkan masalah-masalah utama yang ada.

2. *Closed-loop MRP*

Sistem MRP berubah menjadi sesuatu sistem yang lebih baik dari hanya sekadar cara untuk memesan. Sistem MRP dapat mengelola tanggal jatuh tempo dari pemesanan dan dapat mendeteksi serta memberikan peringatan ketika suatu barang tidak diterima pada saat tanggal jatuh tempo. Terdapat beberapa *tools* yang dikembangkan untuk mendukung perencanaan penjualan dan produksi, pengembangan jadwal produksi, peramalan, perencanaan kapasitas,

dan pemrosesan pemesanan. Pengembangan tersebut menghasilkan *closed-loop* MRP, dimana sistem tidak hanya sekedar untuk perencanaan kebutuhan material, tetapi juga dapat untuk mengotomatisasi proses produksi.

3. *Manufacturing Resource Planning II* (MRP II)

Tahap ketiga perkembangan dari ERP disebut dengan MRP II yang merupakan metode untuk perencanaan yang efektif dari sumber daya yang dimiliki oleh perusahaan manufaktur. MRP II terbentuk dari kumpulan berbagai fungsi yang saling terhubung, fungsi-fungsi tersebut adalah perencanaan bisnis, perencanaan operasional dan penjualan, manajemen permintaan, perencanaan produksi, *master scheduling*, perencanaan kebutuhan material, perencanaan kebutuhan kapasitas, serta pelaksanaan sistem pendukung untuk kapasitas dan material. Hasil dari sistem tersebut akan terintegrasi dengan laporan keuangan seperti perencanaan bisnis, laporan pembelian, biaya pengiriman, proyeksi *inventory*, dan sebagainya.

4. *Enterprise Resource Planning* (ERP)

ERP merupakan tahap terakhir dari perkembangan ERP, dimana konsep dasar ERP sama dengan konsep MRP II. Perusahaan *software* menciptakan ERP dengan sekumpulan proses bisnis yang luas dalam hal ruang lingkup dan memiliki kemampuan untuk menangani beberapa fungsi bisnis tambahan serta integrasi yang baik dan kuat dengan fungsi finansial dan akuntansi. ERP juga mampu mengintegrasikan *tools* lain seperti CRM (*Customer Relationship Management*), SCM (*Supply Chain Management*), dan sebagainya.

Selain itu, ERP juga dapat mendukung proses bisnis yang melibatkan pihak luar perusahaan.

2.1.7.2 Manfaat dan Tantangan ERP

A. Manfaat ERP

Menurut (O'Brien, J. & Marakas, 2009), sistem ERP memberikan nilai bisnis yang signifikan bagi perusahaan. Nilai bisnis tersebut yaitu :

1. Kualitas dan efisiensi

ERP menciptakan kerangka kerja untuk mengintegrasikan dan meningkatkan proses bisnis internal perusahaan yang memberikan peningkatan secara signifikan bagi perusahaan. Contohnya, dalam segi kualitas dan efisiensi dari pelayanan pelanggan, produksi, dan distribusi.

2. Mengurangi biaya

Banyak perusahaan yang melaporkan bahwa adanya penurunan yang signifikan dalam transaksi pengolahan biaya, *hardware*, *software*, dan staf *IT support*.

3. Pengambilan Keputusan

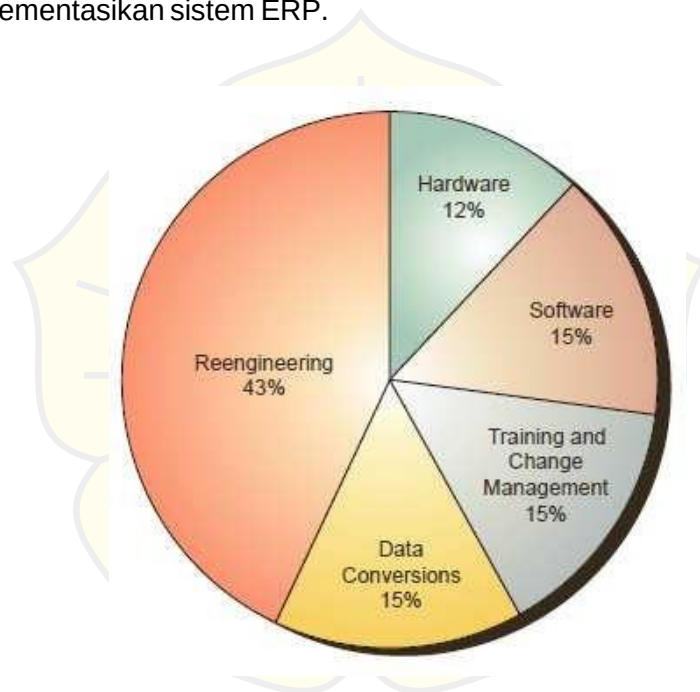
Sistem ERP dapat dengan cepat memberikan laporan / informasi penting dalam kinerja bisnis kepada manajer, sehingga dapat meningkatkan kemampuan manajer dalam membuat keputusan yang baik dan tepat di dalam perusahaan.

4. *Enterprise Agility*

Memberikan fleksibilitas pada struktur organisasi, tanggung jawab manajerial, dan peran kerja, sehingga perusahaan dapat lebih mudah dalam memanfaatkan peluang bisnis yang baru.

B. Tantangan ERP

Menurut (Or'Brien, J. & Marakas, 2009), tantangan dalam mengimplementasikan sistem ERP adalah diperlukannya banyak biaya dan risiko kegagalan dalam mengimplementasikan sebuah sistem ERP baru sangat besar. Untuk mengimplementasikan sistem ERP, diperlukan biaya yang tidak sedikit karena adanya ukuran dan jenis biaya yang dikeluarkan dalam mengimplementasikan sistem ERP ke dalam perusahaan. Menurut (O'Brien, J. & Marakas, 2009) terdapat ukuran dan jenis biaya yang harus dikeluarkan dalam mengimplementasikan sistem ERP.



Gambar 2.6 Jenis Biaya dalam Implementasi Sistem ERP

Dari gambar 2.6 di atas, dapat dilihat bahwa terdapat 5 jenis biaya yang harus diperhatikan oleh perusahaan apabila ingin mengimplementasikan sistem ERP. Biaya terbesar dalam proses implementasi ERP terdapat pada biaya *reengineering* sebesar 43%, kemudian terdapat biaya untuk konversi data, pelatihan dan manajemen perubahan, serta biaya *software* sebesar 15%. Sisanya

merupakan biaya *hardware* sebesar 12%. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan proses bisnis menjadi biaya terbesar dalam proses implementasi ERP dan harus benar-benar diperhatikan oleh perusahaan.

Risiko kegagalan dalam mengimplementasikan sistem ERP juga menjadi tantangan dalam pengimplementasian sistem ERP ke dalam perusahaan karena hampir setiap kasus dari kegagalan pengimplementasian sistem disebabkan oleh para manajer dan profesional TI dari perusahaan-perusahaan yang meremehkan kompleksitas perencanaan, pengembangan, dan pelatihan yang dibutuhkan untuk mempersiapkan sistem ERP baru.

2.1.7.3 Kelemahan ERP

Beberapa kelemahan ERP juga perlu diperhatikan. Kelemahan-kelemahan dari ERP adalah sebagai berikut (Jogiyanto, H, 2008) :

1. Implementasi ERP sangat sulit karena penerapannya yang terintegrasi dan organisasi harus merubah cara mereka berbisnis. Kesulitan penerapan ERP ditambah dengan kurangnya daya tahan terhadap perubahan dari personil akibat perubahan proses dari bisnis.
2. Biaya implementasi ERP yang sangat mahal.
3. Organisasi hanya memikirkan manfaat yang besar dari penerapan ERP tetapi tidak mempersiapkan personilnya untuk berubah.
4. Permasalahan lainnya adalah pada personil yang tiba-tiba dibebani dengan tanggung jawab yang lebih besar dengan kesiapan yang kurang baik mental maupun keahliannya.

2.1.7.4 Aplikasi Enterprise Resource Planning (ERP)

Menurut (Santosa, 2012) Aplikasi *Enterprise Resource Planning* (ERP) merupakan aplikasi yang mengintegrasikan semua proses dan transaksi bisnis

didalam perusahaan mulai dari tingkat manajemen hingga paling bawah seperti *purchasing* (pembelian barang), *inventory*, produksi, *project*, payroll, akutansi dan *planning* (perencanaan). ERP yang merupakan sistem informasi yang berorientasi akutansi ini berfungsi untuk mengidentifikasi dan merencanakan kebutuhan sumber daya secara luas, sehingga dengan memiliki sistem ERP sebuah perusahaan dapat meningkatkan efisiensi dan kinerjanya serta dapat mengeluarkan keputusan- keputusan yang tepat dalam mendukung keputusan yang tepat dalam mendukung kemajuan perusahaan.

Dalam beberapa tahun terakhir dengan dipelopori oleh Compiere ERP & CRM yang dibuat oleh Compiere Inc, (sebuah perusahaan Amerika) aplikasi ERP berbasis *open source* mulai bermunculan. Beberapa aplikasi ERP opensource yang biasa digunakan saat ini diantaranya adalah Adempiere (turunan dari Compiere), OpenBravo (turunan Compiere), Opentaps, OpenERP dan WebERP. Dengan adanya ERP berbasis *opensouce* yang lisensinya gratis, biaya implementasi ERP secara keseluruhan dapat ditekan sehingga lebih terjangkau.

2.1.7.5 Aplikasi Opensource ERP Adempiere

Menurut (Santosa, 2012) Adempiere adalah aplikasi ERP berbasis *open source* yang merupakan turunan dari Compiere ERP & CRM. Adempiere terbentuk akibat kekecewaan dari komunitas Compiere kepada Compiere Inc, selaku pemilik dan pembuat Compiere karena kontribusi dan *feedback* mereka tidak diakomodir dengan baik oleh pihak Compiere Inc. Compiere sendiri saat ini memiliki versi standard dan profesional yang berbayar disamping versi *community* yang gratis.

Sebagai turunan Compiere, Adempiere memiliki hampir semua kistimewaan yang dimiliki oleh Compiere ditambah modul-modul yang

dikembangkan oleh para kontributor Adempiere seperti modul *Manufacturing*, HR dan POS. Seperti halnya Compiere, Adempiere dibangun dengan menggunakan Java J2SE yang dapat dijalankan diberbagai platform seperti Windows, Linux dan Unix.

Ada beberapa hal yang menjadi pilihan aplikasi *opensource* ERP Adempiere untuk digunakan yaitu (Santosa, 2012) :

1. Adempiere dikembangkan oleh komunitas yang merupakan sekelompok *programmer* dari berbagai negara yang tersebar dipenjuru dunia sehingga tidak takut bahwa suatu saat Adempiere akan menjadi *software proprietary* (berbayar) seperti Compiere.
2. Adempiere memiliki hampir semua kelebihan yang diturunkan oleh Compiere, disamping itu Adempiere juga memiliki modul-modul tambahan yang merupakan sumbangan dari para contributor seperti POS (*Point Of Sales*) sumbangan dari posteria, modul libero *Manufacturing* sumbangan dari *evolution*.
3. Dukungan komunitas yang sangat besar sehingga dapat dengan mudah meminta dukungan dalam melakukan implementasi atau *troubleshooting* terhadap Adempiere.

Kelebihan dari Aplikasi Adempiere:

1. Adempiere memiliki fleksibilitas yang tinggi dalam menyesuaikan proses bisnis perusahaan.
2. Adempiere selalu bisa di kustomisasi bila diinginkan, bila ada hal yang memang tidak bisa di akomodasi oleh Adempiere.
3. Terdapat modul manufacturing management.

Kelemahan dari Aplikasi Adempiere:

1. Adempiere bukanlah aplikasi siap pakai, yang setelah di install langsung bisa digunakan.
2. Implementasi Adempiere selalu membutuhkan proses *setup*, konfigurasi, dan kustomisasi agar benar-benar sesuai dengan proses bisnis di perusahaan.
3. Membutuhkan bantuan konsultan, atau paling tidak orang yang pernah menggunakan Adempiere untuk melakukan *setup* dan konfigurasi yang sesuai dengan proses bisnis di perusahaan.

Beberapa cakupan fungsional yang terdapat pada aplikasi *open source*

ERP Adempiere yaitu (Santosa, 2012) :

1. Solusi ERP dan CRM yang terintegrasi.
2. Fungsional *front office* (POS, *WebStore*) dan *back office*.
3. *Management Inventory*.
4. Otomasi *Accounting*.
5. *Profesional service solution*.
6. Manajemen jaringan distribusi.
7. Pemrosesan order secara *streamlined*.
8. Manajemen *Manufacturing*.

2.1.8 Peramalan

Menurut para ahli terdapat beberapa pengertian mengenai peramalan yaitu:

1. Menurut (Beigel, 2009) adalah suatu perkiraan tingkat permintaan yang diharapkan untuk suatu produk atau beberapa produk dalam periode waktu tertentu di masa yang akan datang.
2. Menurut (Fogarty, 1991) peramalan merupakan perkiraan permintaan dimasa mendatang. Peramalan dapat ditentukan dengan perhitungan matematis menggunakan data historis, peramalan dapat dibuat secara subjektif melalui perkiraan sumber daya informal.
3. Menurut (Assauri, 2008) peramalan adalah penggunaan data atau informasi untuk menentukan kejadian pada masa depan, dalam bentuk perhitungan atau prakiraan dari data yang lalu dan informasi yang lainnya untuk menentukan terlebih dahulu atau prakiraan.

Peramalan dapat dikategorikan atau diklasifikasikan berdasarkan metode peningkatan peramalan, yaitu (Beigel, 2009):

1. Berdasarkan pendapat subjektif dari orang-orang yang bekerja dalam penjualan dan bagian pemasaran adalah suatu cara di mana beberapa atau seluruh manusia yang ada di bagian penjualan dan pemasaran memberikan pendapatnya untuk menentukan volume penjualan di masa yang akan datang, kemudian pendapat-pendapat ini dikumpulkan dan dinilai.
2. Berdasarkan indeks kegiatan perusahaan adalah peramalan yang berdasarkan indeks perusahaan dimana baik buruknya hasil ramalan tergantung pada indeks yang digunakan sebagai dasar dan koreksi yang

ada antara permintaan nyata dengan peramalan yang didasarkan pada indeks.

3. Berdasarkan data penjualan rata-rata masa lampau adalah peramalan yang menganggap bahwa data penjualan masa lampau dapat diarahkan untuk permintaan yang akan datang dimana kebenaran anggapan ini dapat diuji dengan menggunakan peta-peta kontrol.
4. Berdasarkan analisis statistik dari data penjualan masa lampau merupakan peramalan yang memberikan kemungkinan metode yang lebih teliti, asalkan terdapat suatu hubungan timbal balik antara masa lalu dan masa yang akan datang.
5. Berdasarkan kombinasi metode-metode tersebut merupakan kombinasi dari beberapa atau semua tipe peramalan diatas dan juga dikehendaki untuk menambah metode-metode lainnya dengan jaminan tingkat ketelitian yang dikehendaki dapat diperoleh dengan penyesuaian yang tepat dari peramalan- peramalan yang dibuat dengan beberapa metode.

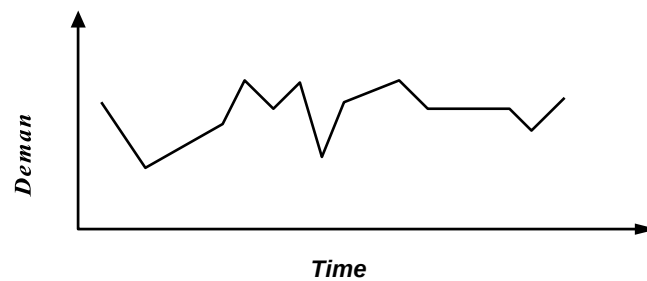
Langkah penting dalam memilih suatu metode deret berkala (*time series*) yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji.

Pola data dapat dibedakan menjadi 4 jenis, yaitu (Beigel, 2009):

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

Pola data ini terjadi bilamana data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama kurun waktu tertentu (tidak mengalami perubahan) termasuk jenis pola ini. Bentuk pola datanya tidak teratur, tetapi jika ditarik garis horizontal,

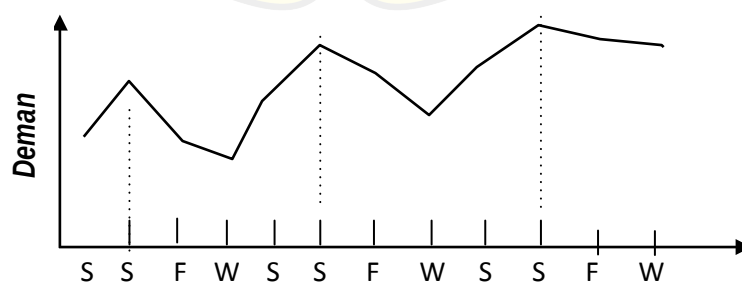
datanya mendekati rata-rata. Bentuk Pola Data Horizontal (H) dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Pola Data Horizontal

2. Pola Musiman (*Seasonal Data Pattern*)

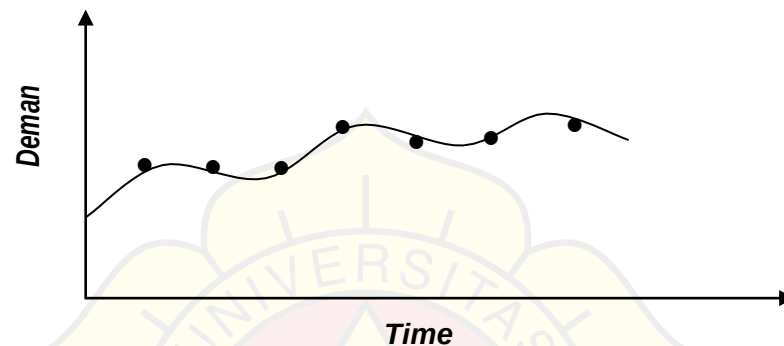
Pola data ini terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman, misalnya dalam kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu. Penjualan dari produk seperti minuman ringan, es krim, dan bahan bakar pemanas ruangan menunjukkan pola data ini. Pada pola musiman itu terjadi berulang dengan sendirinya pada interval yang tetap seperti tahun, bulan, atau minggu. Bentuk Pola Data Musiman dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Pola Data Musiman

3. Pola Siklis (*Cyclied Data Pattern*)

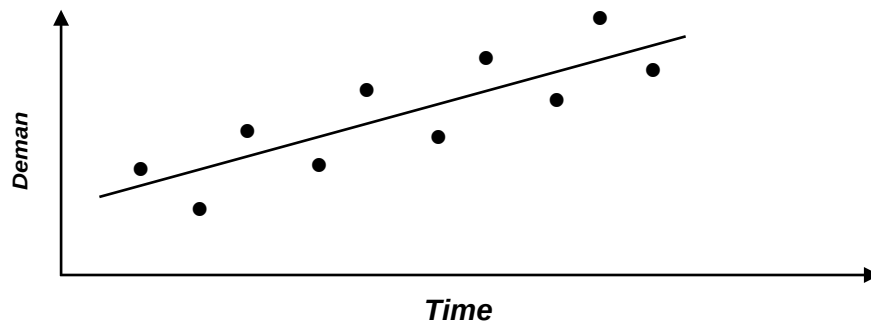
Pola data ini terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Penjualan produk seperti mobil, baja, dan peralatan utama lainnya menunjukkan pola data ini. Pola siklis mempunyai jangka waktu yang lebih lama dan lamanya berbeda dari siklus yang lain. Bentuk Pola Data Siklis dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Pola Data Siklis

4. Pola Trend (*Trend Data Pattern*)

Pola data ini terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. *Trend* dapat dimodifikasi oleh fenomena musiman. Penjualan banyak perusahaan, produk bruto nasional (GNP) dan berbagai indikator bisnis ekonomi lainnya mengikuti suatu pola *trend* selama perubahannya sepanjang waktu. Bentuk Pola Data *Trend* dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Pola Data Trend

2.1.8.1 Metode-metode Peramalan

Beberapa metode - metode peramalan yang digunakan untuk menghitung peramalan yaitu metode *double moving average*, *double exponential smoothing from brown*, *double exponential smoothing from holt* yang dapat dilihat sebagai berikut (Beigel, 2009):

1. *Double Moving Average* (DMA)

Metode ini menjelaskan suatu variasi dari prosedur rata-rata bergerak yang diinginkan untuk dapat mengatasi adanya *trend* secara lebih baik. Dasar metode ini adalah menghitung rata-rata bergerak yang kedua. Perhitungannya dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$S'_t = \frac{X_t + X_{t-1} + X_{t-2} + \dots + X_{t-N+1}}{N}$$

$$S''_t = \frac{S'_t + S'_{t-1} + S'_{t-2} + \dots + S'_{t-N+1}}{N}$$

$$a_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_t$$

$$b_t = \frac{2}{N-1} (S'_t - S''_t)$$

$$F_{t+5} = a_t + b_t.m$$

Dimana : F_{t+5} = hasil ramalan

S'_t = pemulusan pertama

S''_t = pemulusan kedua

a_t = koefisien intersep

b_t = koefisien kemiringan

N = periode yang bergerak

m = jumlah periode ke depan

2. Double Exponential Smoothing (DES) from Brown

Dasar pemikiran dari pemulusan *eksponensial linier* dari Brown adalah serupa dengan rata-rata bergerak linier, karena kedua nilai pemulusan tunggal dan ganda ketinggalan dari data yang sebenarnya bilamana terdapat unsur *trend*. Perhitungannya dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$S'_t = aX_t + (1-a)S'_{t-1}$$

$$S''_t = aS'_t + (1-a)S'_{t-1}$$

$$a_t = S'_t - S''_t$$

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

$$F_{t+m} = a_t + b_t.m$$

Dimana : F_{t+m} = hasil ramalan

X_t = demand aktual

S'_t = pemulusan pertama

S''_t = pemulusan kedua

α_t = nilai rata-rata yang disesuaikan untuk periode t

b_t = *trend*

α = konstanta pemulusan yang berkisar antara 0-1

m = jumlah periode ke depan

3. *Double Exponential Smoothing (DES) from Holt*

Metode pemulusan eksponensial linier dari *Holt* dalam prinsipnya serupa dengan *Brown* kecuali bahwa *Holt* tidak menggunakan rumus pemulusan berganda secara langsung. Sebagai gantinya, *Holt* memutuskan nilai *trend* dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan pada deret yang asli. Ramalan dari pemulusan eksponensial linier *Holt* didapat dengan menggunakan dua konstanta pemulusan (dengan nilai antara 0 dan 1) dan tiga persamaan, yaitu:

$$S'_1 = \alpha X_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

$$F_{t+m} = S_t + b_t m$$

Inisialisasi :

$$S_1 = X_1; b_1 = X_2 - X_1$$

Dimana : F_{t+m} = hasil ramalan

X_t = demand aktual

S_t = pemulusan eksponensial

b_t = koefisien kemiringan

α = koefisien intersep

β = koefisien kemiringan

m = jumlah periode ke depan

2.1.8.2 Uji Kesalahan Peramalan

Maksud dari langkah ini adalah untuk mencocokkan hasil dari *plotting* data dengan metode peramalan yang akan digunakan. Pada umumnya untuk mendapatkan metode yang dapat menghasilkan ramalan yang baik digunakan minimal tiga metode sebagai alternatif, yaitu dengan menghitung parameter-parameter fungsi peramalan (Beigel, 2009).

Adapun ukuran-ukuran ketepatan metode peramalan yang dapat digunakan dalam peramalan sebagai berikut:

1. Ukuran Statistik Standar

Ukuran statistik standar meliputi ukuran-ukuran dengan teknik-teknik sebagai berikut:

a. Rata-rata kesalahan Absolut (*Mean Absolute Error*)

Dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n}$$

b. Rata-rata Kesalahan Kuadrat (*Mean Squared Error*)

Untuk melihat apakah data yang kita ambil memiliki perbedaan simpangan kesalahan yang cukup kecil, maka harus dicari *error* yang terkecil sehingga kita bisa memperkirakan bahwa antara hasil ramalan

dan data observasi diyakini tidak memiliki perbedaan yang mencolok.

Mean Square Error (MSE) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum_{I=1}^N E_I^2}{n}$$

c. *Deviasi Standar Kesalahan (Standard Deviation of Error)*

Deviasi standar kesalahan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SDE = \sqrt{\frac{\sum_{I=1}^N E_I^2}{(N-1)}}$$

