BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja merupakan usaha untuk mengetahui berapa lama yang dibutuhkan operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan wajar dan dalam rancangan sistem kerja yang terbaik. Adapaun manfaat dari pengukuran waktu kerja ini antara lain (Barnes, 1968):

- Melakukan penjadwalan dan perancangan kerja.
- Menentukan besar ongkos produksi
- Menentukan jumlah atau kebutuhan operator

Menurut Barnes (1968), pada garis besarnya teknik-teknik pengukuran waktu proses dibagi dalam dua bagian, yaitu:

1. Secara langsung, pengukuran dilakukan secara langsung yaitu ditempat dimana pekerjaan tersebut dilaksanakan. Beberapa cara yang termasuk kedalam teknik ini adalah:
   - Jam henti (*stop-watch*)
   - Sampling pekerjaan (*work sampling*)
2. Cara tidak langsung, proses pengukuran waktu dilakukan tanpa harus berada ditempat pekerjaan berlangsung, melainkan dengan cara membaca tabel yang tersedia asalkan mengetahui jalannya pekerjaan melalui elemen-elemen pekerjaan atau elemen-elemen gerakan. Beberapa cara yang termasuk kedalam teknik ini adalah:
   - Pengukuran dengan menggunakan data waktu baku.
   - Pengukuran dengan menggunakan data waktu gerakan.

Pemilihan pengukuran waktu kerja ini harus disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi yang berjalan, karena masing-masing pengukuran waktu kerja memiliki tujuan dan karakteristik yang berbeda.

2.1.1 Metode Jam Henti (*Stopwatch Time Study*)

Pengukuran waktu kerja menggunakan jam henti diperkenalkan Frederick W. Taylor pada abad ke-19. Metode ini baik untuk diaplikasikan pada pekerjaan yang singkat dan berulang (*repetitive*). Dari hasil pengukuran akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan yang akan dipergunakan sebagai waktu standar penyelesaian suatu pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama.

Ada beberapa aturan pengukuran waktu jam henti yang perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil yang baik. Aturan-aturan tersebut adalah sebagai berikut (Sutalaksana, 2006):

1. Melakukan langkah-langkah sebelum pengukuran
2. Melakukan pengukuran waktu
3. Tingkat ketelitian, tingkat keyakinan, pengujian keseragaman data, dan pengujuian kecukupan data
4. Melakukan perhitungan waktu baku

Aturan-aturan tersebut akan dijelaskan pada bagian dibawah ini, sehingga aturan-aturan pengukuran waktu jam henti dapat dimengerti dengan jelas.

1. Melakukan langkah-langkah sebelum pengukuran

   Untuk mendapatkan hasil yang baik, yaitu yang dapat dipertanggung-jawabkan maka tidak cukup sekedar melakukan beberapa kali pengukuran dengan menggunakan jam henti. Banyak faktor yang harus diperhatikan agar akhirnya dapat diperoleh waktu yang pantas untuk pekerjaan yang bersangkutan seperti berhubungan dengan kondisi kerja, cara pengukuran, jumlah pengukuran, dan lain-lain. Dalam mencapai tujuan tersebut, maka diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

   a. Pentetapan tujuan pengukuran
   b. Melakukan penelitian pendahuluan
   c. Memilih operator
   d. Melatih operator
   e. Mengurai pekerjaan atas elemen pekerjaan
   f. Menyiapkan perlengkapan pengukuran

2. Melakukan pengukuran waktu

   Pengukuran waktu adalah pekerjaan mengamati dan mencatat waktu-waktu kerja baik setiap elemen ataupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan. Pada tahap ini ditujukan agar nantinya mendapatkan perkiraan statistikal dari banyaknya pengukuran yang harus dilakukan untuk tingkat-tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan.

3. Tingkat ketelitian, tingkat keyakinan, pengujian keseragaman data, dan pengujian kecukupan data

   a. Tingkat Ketelitian dan Tingkat Keyakinan

      Tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan adalah pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan tidak akan melakukan pengukuran yang sangat banyak karena adanya berbagai keterbatasan. Tingkat ketelitian menunjukan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Tingkat ketelitian ini biasanya dinyatakan dalam persentase (dari waktu penyelesaian sebenarnya). Sedangkan tingkat keyakinan menunjukan besarnya keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian tersebut. Tingkat keyakinan juga dinyatakan dengan persentase. Jadi tingkat ketelitian 10% dan tingkat keyakinan 95% artinya bahwa pengukur membolehkan rata-rata hasil pengukurannya menyimpang sejauh 10% dari rata-rata sebenarnya, dan kemungkinan berhasil hal ini adalah 95%.

   b. Pengujian Keseragaman Data

      Salah satu tujuan mengukur waktu proses adalah untuk mendapatkan data yang seragam. Suatu alat yang dapat mendeteksi ketidakseragaman data adalah batas-batas kontrol. Data yang dikatakan seragam apabila berasal dari sistem sebab yang sama dan berada diantara batas kontrol (batas kotrol atas dan batas kontrol bawah).

      Batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) dapat dihitung dengan cara:

      $BKA = \bar{\bar{x}} + z_t . \sigma_{\bar{x}}$

      $BKA = \bar{\bar{x}} - z_t . \sigma_{\bar{x}}$

      Dimana:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum x_i}{N}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \sigma/\sqrt{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{\bar{x}})^2}{N-1}}$$

Keterangan:

Z_t = nilai Z dari α/2

$\bar{\bar{x}}$ = rata-rata dari nilai rata-rata subgrup

N = jumlah penukuran saat pengamatan

x_i = data ke-i

σ = standar deviasi

$\sigma_{\bar{x}}$ = standar deviasi subgrup

n = banyaknya subgrup

c. Kecukupan Data

Proses uji kecukupan data ini adalah untuk mengetahui apakah data yang diambil pada saat melakukan pengukuran waktu proses telah cukup atau belum, bila jumlah data belum mencukupi maka harus dilakukan pengukuran waktu proses tahap selanjutnya sampai jumlah keseluruhan pengukuran mencukupi untuk tingkat ketelitian dan keyakinan yang dikehendaki. Uji kecukupan data dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{Z_t/\alpha\sqrt{N(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i}\right]^2$$

4. Melakukan perhitungan waktu baku

Jika pengukuran-pengukuran telah selesai, yaitu semua data yang didapat memiliki keseragaman yang dikehendaki, dan jumlahnya telah memenuhi tingkat-tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan, maka selesailah kegiatan pengukuran waktu. Langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut sehingga memberikan waktu baku. Cara untuk mendapatkan waktu baku dari data yang terkumpul adalah sebagai berikut:

a. Hitung waktu siklus, yang tidak lain adalah waktu penyelesaian rata-rata selama pengukuran dengan cara:

$$\boldsymbol{W_s = \frac{\sum x_i}{N}}$$

b. Hitung waktu normal dengan cara:

$$\boldsymbol{W_n = W_s * P}$$

Dimana: P adalah faktor penyesuaian. Faktor ini diperhitungkan untuk mendapatkan waktu siklus rata-rata yang wajar.

c. Hitung waktu baku dengan cara:

$$\boldsymbol{W_b = W_n(1 + A\%)}$$

Dimana: A% adalah *Allowance* atau kelonggaran yang diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya di samping waktu normal.

2.1.2 Metode Sampling Pekerjaan (*Work Sampling*)

Work sampling adalah suatu aktivitas pengukuran kerja untuk mengestimasikan proporsi waktu yang hilang (*idle*/*delay*) selama siklus kerja berlangsung atau untuk melihat proporsi kegiatan tidak produktif yang terjadi (*ratio delay study*). Sampling pekerjaan mempunyai beberapa kegunaan lain dibidang produksi selain untuk menghitung waktu penyelesaian, kegunaan-kegunaan tersebut adalah (Sutalaksana, 2006):

- Untuk mengetahui distribusi pemakaian waktu sepanjang waktu kerja oleh pekerja atau kelompok kerja.
- Untuk mengetahui tingkat pemanfaat mesin-mesin atau alat-alat di pabrik.
- Untuk menentukan waktu baku bagi pekerja-pekerja tidak langsung.
- Untuk memperkirakan kelonggaran bagi suatu pekerjaan.

Langkah-langkah yang dijalankan sebelum sampling pekerjaan ini dilakukan yaitu (Sutalaksana, 2006):

1. Menetapkan tujuan pengukuran, yaitu untuk apa sampling dilakukan, yang akan menentukan besarnya tingkat ketelitian dan keyakinan.
2. Jika sampling ditujukan untuk mendapatkan waktu baku, lakukanlah penelitian pendahuluan untuk mengetahui ada tidaknya sistem kerja yang baik. Jika belum, perbaikan-perbaikan sistem kerja harus dilakukan dahulu.
3. Memilih operator atau operator-operator yang baik.

4. Bila perlu, mengadakan latihan bagi para operator yang dipilih agar bisa dan terbiasa dengan sistem kerja yang dilakukan.
5. Melakukan pemisahan kegiatan sesuai yang ingin didapatkan.
6. Menyiapkan peralatan yang diperlukan berupa papan pengamatan, lembaran-lembaran pengamatan, dan pena atau pensil.

2.2 Penyesuaian dan Kelonggaran

Pembakuan sistem kerja tidak dapat dilepaskan dari dua aspek berikut, yaitu: pemberian penyesuain dan pemberian kelonggaran. Penyesuaian diberikan berkenaan dengan tingkat kecepatan kerja yang dilakukan pekerja dalam melakukan pekerjaannya. Sedangkan kelonggaran diberikan berkenaan dengan adanya sejumlah keadaan di luar kerja, yaitu terjadi selama pekerjaan berlangsung.

2.2.1 Faktor Penyesuaian

Menurut Sutalaksana (2006), cara pertama adalah cara persentase yang merupakan cara yang paling awal digunakan dalam melakukan penyesuaian. Di sini besarnya faktor penyesuaian sepenuhnya ditentukan oleh pengukur melalui pengamatannya selama melakukan pengamatan. Jadi sesuai dengan yang terlihat selama pengukuran dia menentukan nilai P yang menurut pendapatnya akan menghasilkan waktu normal bila nilai ini dikalikan dengan waktu siklus.

Cara ini merupakan cara yang paling mudah dan sederhana, namun akan cepat terlihat kekurangan ketelitian sebagai akibat dari kasarnya cara penilaian. Bertolak dari kelemahan ini mulai dikembangkan cara-cara lain yang dipandang sebagai cara yang lebih obyektif. Pada umumnya cara-cara ini memberikan patokan yang dimaksudkan untuk mengarahkan penilaian pengukur terhadap kerja operator. Pada kesempatan kali ini cara yang akan dibahas adalah cara *westinghouse*. Cara *westinghouse* mengarahkan penilaian kepada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja yaitu keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi (Sutalaksana, 2006).

Keterampilan atau *skill* didefinisikan sebagai kemampuan mengikuti cara kerja yang ditetapkan. Latihan dapat meningkatkan keterampilan, tetapi hanya sampai pada tingkat tertentu, tingkat dimana merupakan kemampuan maksimal

yang dapat diberikan pekerja yang bersangkutan. Keterampilan juga dapat menurun dikarenkan kesehatan yang terganggu, rasa *fatigue* yang berlebihan, pengaruh lingkungan sosial dan sebagainya. Keterampilan dibagi menjadi enam kelas yaitu *Super Skill*, *Excellent*, *Good*, *Average*, *Fair*, dan *Poor*.

Usaha atau *Effort* cara *westinghouse* membagi juga kelas-kelas dengan ciri-ciri tersendiri. Yang dimaksud usaha di sini adalah kesungguhan yang ditunjukkan atau diberikan operator ketika melakukan pekerjaannya. Usaha dibagi menjadi enam kelas yaitu *Excessive Effort*, *Excellent Effort*, *Good Effort*, *Average Effort*, *Fair Effort*, dan *Poor Effort*. Pada ciri-ciri kelas usaha tersebut diketahui bahwa terdapat korelasi antara keterampilan dengan usaha. Dalam praktiknya banyak terjadi pekerja mempunyai keterampilan rendah bekerja dengan usaha yang lebih sungguh-sungguh sebagai imbangannya. Kadang-kadang usaha ini begitu besar sehingga tampak berlebihan dan tidak banyak menghasilkan. Sebaliknya, seseorang yang mempunyai keterampilan tinggi tidak jarang bekerja dengan usaha yang tidak didukung, tapi bisa menghasilkan kinerja yang lebih baik. Kedua faktor ini adalah hal-hal yang dapat terjadi secara terpisah di dalam pelaksanaan pekerjaan, maka pada cara *westinghouse* memisahkan faktor keterampilan dari usaha dalam rangka penyesuaian.

Kondisi kerja atau *condition* pada cara *westinghouse* adalah kondisi fisik lingkungannya seperti keadaan pencahayaan, temperatur dan kebisingan ruangan. Tiga faktor lainnya yaitu keterampilan, usaha dan konsisten merupakan apa yang dicerminkan operator, maka kondisi kerja merupakan sesuatu di luar operator yang diterima apa adanya oleh operator tanpa banyak kemampuan merubahnya. Oleh sebab itu faktor kondisi sering disebut sebagai faktor manajemen karena pikah inilah yang dapat dan berwenang merubah atau memperbaikinya. Kondisi kerja dibagi menjadi 6 kelas yaitu Ideal, *Excellent*, *Good*, *Average*, *Fair*, dan *Poor*. Pada dasarnya kondisi ideal adalah kondisi yang paling cocok untuk pekerjaan yang memungkinkan pekerja memberikan *performance* maksimal.

Konsistensi merupakan faktor yang perlu diperhatikan karena kenyataan bahwa pada setiap pengukuran waktu angka-angka yang dicatat tidak pernah semuanya sama, waktu penyelesaian yang ditunjukan pekerja selalu berubah-ubah

dari satu siklus ke siklus lainnya. Selama masih dalam batas-batas kewajaran masalah tidak timbul, tetapi jika variabilitasnya tinggi maka hal tersebut harus diperhatikan. Sebagaimana dengan faktor-faktor lian. Konsistensi juga dibagi menjadi 6 kelas yaitu *Perfect*, *Excellent*, *Good*, *Average*, *Fair*, dan *Poor*.

2.2.2 Faktor Kelonggaran

Menurut Sutalaksana (2006), kelonggaran diberikan untuk tiga hal yaitu untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa *fatigue*, dan hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Ketiganya ini merupakan hal-hal yang secara nyata dibutuhkan oleh pekerja, dan yang selama pengukuran tidak diamati, diukur, dicatat ataupun dihitung.

Berikut penjelesan tentang tiga hal yang perlu diberikan kelonggaran (Sutalaksana, 2006):

1. Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi

   Yang termasuk kedalam kebutuhan pribadi disini adalah hal-hal seperti minum sekedarnya untuk menghilangkan rasa haus, ke kamar kecil, bercakap-cakap dengan teman sekerja sekedar untuk menghilangkan ketegangan ataupun kejemuan dalam kerja. Kebutuhan-kebutuhan ini jelas terlihat sebagai sesuatu yang mutlak, tidak bisa misalnya seseorang diharuskan terus bekerja dengan rasa dahaga atau meleran pekerja untuk sama sekali tidak bercakap-cakap sepanjang jam-jam kerja. Larangan demikian tidak saja merugikan pekerja (karena merupakan tuntutan psikologis dan fisiologis yang wajar) tetapi juga merugikan perusahaan karena dengan kondisi demikian pekerja tidak akan dapat bekerja dengan baik bahkan hampir dapat dipastikan produktivitasnya mnurun.

2. Kelonggaran untuk menghilangkan rasa *fatigue*

   Rasa *fatigue* tercermin antara lain dari menurunnya hasil produksi baik jumlah maupun kualitas. Karenanya salah satu cara untuk menentukan besarnya kelonggaran ini adalah dengan melakukan pengamatan sepanjang hari kerja dan mencatat saat-saat dimana hasil produksi menurun. Tetapi masalahnya adalah kesulitan dalam menentukan saat-saat dimana menurunnya hasil produksi disebabkan oleh timbulnya rasa *fatigue*, karena masih banyak

kemungkinan lain yang dapat menyebabkannya. Jika rasa fatigue telah datang dan pekerja harus bekerja untuk menghasilkan performansi normalnya, maka usaha yang dikeluarkan pekerja lebih besar dari normal dan ini akan menambah rasa *fatigue*.

3. Kelonggaran untuk hambatan-hambatan tak terhindarkan

   Dalam melaksanakan pekerjaannya, pekerja tidak akan lepas dari berbagai hambatan. Ada hambatan yang dapat dihindarkan seperti mengobrol yang berlebihan dan menganggur dengan sengaja. Ada pula hambatan yang tidak dapat dihindarkan karena berada di luar kemampuan pekerja untuk mengendalikannya. Bagi hambatan yang pertama, jelas tidak ada pilihan selain menghilangkannya, sedangkan bagi yang terakhir walaupun harus diusahakan serendah mungkin. Hambatan akan tetap ada dan karennya harus diperhitungkan dalam perhitungan waktu baku.

2.3 Peta Kerja

Peta kerja adalah suatu alat yang sistematis dan jelas untuk berkomunikasi secara luas dan sekaligus bisa mendapatkan informasi-informasi yang diperlukan untuk memperbaiki suatu metode kerja. Dengan peta kerja, kita dapat melihat semua langkah atau kejadian yang dialami oleh suatu benda kerja mulai dari masuk pabrik (berbentuk bahan baku) dan semua langkah yang dialami benda kerja tersebut (transportasi, operasi, mesin, pemeriksaan, perakitan, dll) sampai akhirnya menjadi produk jadi (Sutalaksana, 2006).

2.3.1 Lambang-Lambang Peta Kerja

Pada tahun 1947 American Society of Mechanical Engineers (ASME) membuat standar lambang-lambang yang terdiri dari 5 macam lambang. Lambang-lambang tersebut merupakan hasil modifikasi yang telah dikembangkan oleh Gilberth. Lambang-lambang tersebut adalah sebagai berikut (Sutalaksana, 2006):

Deskripsi	Lambang
Operasi	
Transportasi	
Menunggu	
Pemeriksaan	
Penyimpanan	
Aktivitas Gabungan	

Gambar 2. 1. Lambang Peta Kerja *American Society of Mechanical Engineers* (ASME)
(sumber: Sutalaksana, 2006)

- Operasi, terjadi apabila benda kerja mengalami perubahan sifat, baik fisik maupun kimiawi. Mengambil atau menerima informasi maupun memberikan informasi pada suatu kejadian juga merupakan operasi.
- Pemeriksaan, terjadi apabila benda kerja atau peralatan mengalami pemeriksaan baik kualitas maupun kuantitas. Pemeriksaan biasanya dilakukan terhadap suatu obyek dengan cara membandingkan obyek tersebut dengan suatu standar tertentu.
- Transportasi, terjadi apabila benda kerja, pekerja atau perlengkapan mengalami perpindahan tempat yang bukan merupakan bagian dari suatu proses operasi. Suatu pergerakan yang meruapakan bagian dari proses operasi bukanlah merupakan transportasi.
- Menunggu, terjadi apabila benda kerja, pekerja atau perlengkapan tidak mengalami kegiatan apa-apa selain menunggu (biasanya sebentar). Suatu obyek/benda kerja/bahan ditinggalkan untuk sementara tanpa pencatatan sampai diperlukan kembali.
- Penyimpanan, terjadi apabila benda kerja disimpan untuk jangka waktu yang cukup lama. Jika benda kerja tersebut akan diambil kembali, biasanya

memerlukan suatu prosedur perizinan tertentu. Prosedur perizinan dan lamanya waktu adalah 2 hal yang membedakan antara kegiatan menunggu dan penyimpanan.

- Aktivitas gabungan, terjadi apabila antara aktivitas operasi dan pemeriksaan dilakukan bersamaan atau dilakukan pada suatu tempat kerja.

2.3.2 Macam-Macam Peta Kerja

Pada dasarnya peta kerja dibagi dalam 2 kelompok besar berdasarkan kegiatannya, yaitu:

1. Peta kerja yang digunakan untuk mengakses kegiatan kerja keseluruhan, apabila kegiatan kerja melibatkan sebagian besar atau semua fasilitas yang diperlukan untuk membuat produk yang bersangkutan. Yang termasuk kelompok kegiatan kerja keseluruhan adalah (Sutalaksana, 2006):
   - Peta Proses Operasi
   - Peta Aliran Proses
   - Peta Proses
   - Diagram Aliran
2. Peta kerja yang digunakan untuk menganalisis kegiatan kerja setempat, apabila kegiatan tersebut terjadi dalam suatu stasiun kerja yang biasanya hanya melibatkan orang dan fasilitas dalam jumlah terbatas. Yang termasuk kelompok kegiatan kerja setempat adalah (Sutalaksana, 2006):
   - Peta Pekerja dan Mesin
   - Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri

2.4 Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan (*forecasting*) adalah analisis keputusan yang bertujuan untuk memperkirakan prosepek ekonomi atau kegiatan usaha di masa yang akan datang. Beberapa definisi peramalan menurut para ahli, anatar lain ialah sebagai berikut:

- Menurut Supranto (1984), forecasting atau peramalan adalah memperkirakan sesuatu pada waktu-waktu yang akan datang berdasarkan data masa lampau yang dianalisis secara ilmiah, khususnya menggunakan metode statistika.

- Menurut Assauri (1993), permalan meruapakan seni dan ilmu dalam memprediksikan kejadian yang mungkin dihadapi pada masa yang akan datang.
- Menurut Biegel (1999), peramalan adalah suatu perkiraan tingkat permintaan yang diharapkan untuk suatu produk atau beberapa produk dalam periode waktu tertentu di masa yang akan datang.
- Menurut Gaspersz (2004), aktivitas peramalan merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan permintaan dan penggunaan produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat.

Peramalan dibutuhkan karena adanya perbedaan waktu antara kesadaran dibutuhkannya suatu kebijakan baru dengan waktu kebijakan tersebut. Menurut Biegel (1999), tedapat 3 kegunaan dari peramalan yaitu:

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

Menurut Heizer (2001), prinsip peramalan adalah peramalan akan selalu mengandung *error*, kesalahan harus terukur, ramalan suatu *family* produk lebih teliti daripada *end item*, dan peramalan jangka pendek lebih teliti daripada peramalan jangka panjang.

2.3.1 Metode Peramalan

Dalam memilih teknik dan metode peramalan, peneliti atau analisa harus memilih teknik dan metode peramalan yang tepat untuk suatu masalah dan keadaan tertentu yang mereka hadapi. Ada enam faktor yang dapat mengidentifikasi sebagai teknik dan metode peramalan, yaitu (Sodikin, 2012):

1. Horizon waktu
2. Pola dari data
3. Jenis dari mode
4. Biaya
5. Ketepatan
6. Mudah dan tidaknya aplikasi

Adapun hal-hal yang harus diperhatikan dalam memilih metode peramalan adalah item yang akan diramalkan, interaski situasi, dan waktu persiapan. Ditinjau dari segi proyeksi, peramalan secara teknis dikualifikasikan dalam dua cara yaitu peramalan kualitatif dan kuantitatif (Sodikin, 2012).

1. Teknik Peramalan dengan Metode Kuantitatif
   - Metode kuantitatif dapat digunakan jika tersedia data kuantitatif masa lalu.
   - Dari data tersebut dicari pola hubungan yang ada.
   - Berangkat dari asumsi bahwa pola hubungan berlanjut terus pada masa yang akan datang.
   - Metode kuantitatif ini cocok dipakai pada kondisi yang stastis, jelas dan tidak memerlukan *human mind*.
   - Dengan metode kuantitatif ini, ketelitian ramalan dapat diprediksi sejak awal sebagai bahan pengambilan keputusan.
2. Teknik Peramalan dengan Metode Kualitatif
   - Digunakan jika tidak tersedia data kuantitatif masa lalu karena alasan:
   - Data tidak tercatat
   - Yang diramallkan adalah hal baru
   - Situasi telah berubah
   - Situasi terbulen dan memerlukan human mind
   - Kesalahan peramalan tidak dapat diprediksi

A. *Double Exponensial Smoothing* Satu–Parameter Dari Brown

Dasar pemikiran dari pemulusan *exponensial 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*. Perbedaan antara nilai pemulusan tunggal dan pemulusan ganda ditambah pada nilai pemulusan tunggal dan disesuiakan untuk *trend*. Persamaan yang dipakai dlaam implementasi pemulusan exponensial linier satu parameter dari Brown ditunjukkan pada rumus-rumus dibawah ini:

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

Pada periode 1 harga $S'_t = S''_t = X_t$ diinisialkan karena tidak mempunyai data terdahulu.

$S_t^{`} = \alpha X_t + (1-\alpha) S_{t-1}^{`}$

$S_t^{``} = \alpha S_t^{`} + (1-\alpha) S_{t-1}^{``}$

$a_t = S^{`}_t + (S^{`}_t - S^{``}_t)$

$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}\left(S_t^{`} - S_t^{``}\right)$

$F_t = a_{t-1} + b_{t-1}\, m$

$e_t = X_t - F_t$

Dimana S't adalah nilai pemulusan exponensial tunggal dan S"t adalah nnilai pemulusan *exponensial* ganda. Dimana m adalah jumlah periode ke muka yang diramalkan.

B. Metode Regresi Linier

Metode regresi linier dipergunakan sebagai metode peramalan apabila pola historis dari data aktual permintaan menunjukkan adalnya suatu kecenderungan menaik dari waktu ke waktu.

Ditinjau secara teori:

Y= a + bx

Dimana a dan b adalah parameter–parameter tetap (tetapi tidak d ketahui), x diasumsikan sebagai suatu ukuran kesalahan.

Ditinjau secara praktek:

Y= a + bx_1 + ei

untuk i = 1, 2, ….n

Dimana a dan b adalah penaksir dan keduanya sekarang merupakan variable random, x tidak mungkin d ukur tanpa kesalahan, ei adalah kesalahan taksiran untuk observasi ke l dan merupakan *variable random*.

$$b = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \quad ; \quad a = \frac{\sum Y}{n} - b\frac{\sum X}{n}$$

2.3.2 Langkah-langkah Peramalan

Sistem peramalan memiliki sembilan langkah yang harus diperhatikan untuk menjamin efektifitas dan efisiensi. Langkah-langkah tersebut termasuk dalam manajemen permintaan yang disebut juga sebagai konsep dasar sistem peramalan, yaitu (Gaspersz, 2004):

a. Menentukan tujuan dari peramalan.
b. Memilih item independent demand yang akan diramalkan.
c. Menentukan horison waktu dari peramalan (jangka pendek, menengan, dan panjang).
d. Memilih model-model peramalan.
e. Memperoleh data yang dibutuhkan untuk melakukan peramalan.
f. Validasi model peramalan.
g. Membuat peramalan.
h. Implementasi hasil-hasil peramalan.
i. Memantau keandalan hasil peramalan.

2.3.3 Ukuran Akurasi Peramalan

Menurut Sodikin (2012), ukuran kesalahan (*error*) adalah besarnya penyimpangan antara actual demand dengan hasil ramalan, secara umum dapat diterangkan melalui persamaan berikut:

$e_t = d_t - F_t$

$| e_t |$

e_t^2

$$PE = \frac{e_t}{d_t} \times 100\%$$

| PE |

$$ME = \frac{\sum e_t}{n}$$

$$MASE = \frac{\sum |e_t|}{n}$$

$$SSE = \sqrt{\frac{\sum {e_t}^2}{n-1}}$$

$$MSE = \frac{\sum {e_t}^2}{n}$$

$$MPE = \frac{\sum PE}{n}$$

$$MAPE = \frac{\sum |PE|}{n}$$

Keterangan:

e_t = kesalahan peramalan pada periode waktu t

PE = persentasi kesalahan peramalan

ME (*Mean Error*) = rata-rata kesalahan peramalan

MASE (*Mean Absolute Scaled Error*) = rata-rata kesalahan peramalan *absolute*

SSE (*Sum of Squared Error*) = akar dari jumlah rata-rata kesalahan peramalan

MSE (*Mean Square Error*) = pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan

MPE (*Mean Percentage Error*) = dihitung dengan mencari kesalahan pada tiap periode dibagi dengan nilai nyata untuk periode itu

MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) = pengukuran ketelitian dengan cara persentase kesalahan *absolute*

2.5 Jadwal Induk Produksi (JIP) atau *Master Production Schedule* (MPS)

Menurut Herjanto (2008), Jadwal induk produksi (*master production schedule*, MPS) meruapakan gambaran atas periode perencanaan dari suatu permintaan, termasuk peramalan, backlog, rencana suplai/penawaran, persediaan akhir, serta kuantitas yang dijanjikan tersedia (*available to promise*). MPS disusun berdasarkan perencanaan produksi agregat, dan merupakan kunci penghubung dalam rantai perencanaan dan pengendalian produksi. MPS berkaitan dengan pemasaran, rencana distribusi, perencanaan produksi dan perencanaan kapasitas.

Jadwal induk produksi pada dasarnya berkaitan dengan aktivas melakukan empat fungsi utama, yaitu (Gaspersz, 2004):

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

proses MPS membutuhkan lima input utama sebagai suatu aktivitas proses, yaitu (Gaspersz, 2004):

1. Data permintaan total merupakan salah satu sumber data bagi proses penjadwalan produksi induk. Data permintaan total berkaitan dengan ramalan penjualan (*sales forecast*) dan pesanan-pesanan (*orders*).
2. 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 orders.
3. Rencana produksi memberikan sekumpulan batasan kepada MPS. MPS harus menjumlahkannya untuk menentukan tingkat produksi, inventory, dan sumber-sumber daya lain dalam rencana produksi tersebut.
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 *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP) berupa kebutuhan kapasitas untuk mengimplementasikan MPS menjadi salah satu input bagi MPS. RCCP menentukan kebutuhan kapasitas untuk mengimplementasikan MPS, menguji kelayakan dari MPS, dan memberikan umpan-balik kepada perencanaan atau penyusunan jadwal produksi induk untuk mengambil tindakan perbaikan apabila ditemukan adanya ketidaksesuaian antara penjadwalan produksi induk dan kapasitas yang tersedia.

2.6 *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP)

Menurut Gaspersz (2004), *Rough 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: tenaga kerja, mesin dan peralatan, kapasitas gudang, kapabilitas pemasok material dan parts, dan sumber daya keuangan. RCCP adalah serupa dengan perencanaan kebutuhan sumber daya (*Resource Requirements Planning* = RRP), kecuali bahwa RCCP adalah lebih terperinci daripada RRP dalam beberapa hal, seperti: RCCP didisagregasikan ke dalam *level item* atau sku (*stock keeping unit*), RCCP didisagregasikan berdasarkan periode waktu harian atau mingguan, dan RCCP mempertimbangkan lebih banyak sumber daya produksi.

Pada dasarnya terdapat empat langkah yang diperlukan untuk melaksanakan RCCP, yaitu (Gaspersz, 2004):

1. Memperoleh informasi tentang rencana produksi dari MPS.
2. Memperoleh informasi tentang struktur produk dan waktu tunggu (*lead times*).
3. Menentukan *bill fo resources*.
4. Menghitung kebutuhan sumber daya spesifik dan membuat laporan RCCP.

Terdapat beberapa teknik yang digunakan dalam RCCP, diantaranya ialah (Forgaty, 1991):

1. Pendekatan Total Faktor (*Capacity Planning Using Overall Factor Approach* = CPOF)

   CPOF membutuhkan tiga masukan yaitu:

   - MPS
   - Waktu total yang diperlukan untuk memproduksi suatu produk
   - Proporsi waktu penggunaan sumber

   CPOF mengkalikan waktu total tiap famili 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 mengkalikan total waktu terhadap proporsi penggunaan sumber.

2. Pendekatan daftar tenaga kerja (*Bill Of Labour Approach* = BOLA)

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

a. Satu Produk

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

Kebutuhan Kapasitas = Total Produksi × Waktu Operasi

b. Dua Produk

Langkah-langkah pembuatan BOLA dua produk:

- Pembuatan JIP dilakukan pada masing-masing departemen
- Waktu total pembuatan produk diperoleh dari daftar tenaga kerja
- Hitung kapasitas untuk tiap departemen

Rumus RCCP:

$$\boldsymbol{Capacity\ Required} = \sum_{k=1}^{n} a_{ik} b_{kj}$$

Keterangan: n = Jumlah JIP k = Produk
i = Workstation j = Periode

3. Pendekatan profil sumber (*Resource Profile Approach* = RPA)

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

Pada dasarnya terdapat tiga metode pengukuran kapasitas, yaitu (Gaspersz, 2004):

1. *Theoretical Capacity* (*synonym: Maximum Capacity*, *Design Capacity*) merupakan kapasitas maksimum yang mungkin dari sistem manufaktur yang didasarkan pada asumsi mengenai adanya kondisi ideal seperti: tiga *shift* per hari, tujuh hari per minggu, tidak ada *downtime* mesin, dan lain-lain. Dengan demikian *theoretical capacity* diukur berdasarkan pada jam kerja yang tersedia untuk melakukan pekerjaan, tanpa suatu kesempatan untuk berhenti atau istirahat, *downtime* mesin atau alasan lainnya.

2. *Demonstrated Capacity* (*synonym: Actual Capacity, Effective Capacity*) merupakan tingkat *output* yang dapat diharapkan berdasarkan pada pengalaman, yang mengukur produksi secara aktual dari pusat kerja di waktu lalu, yang biasanya diukur menggunakan angka rata-rata berdasarkan beban kerja normal.
3. *Rated Capacity* (*synonym: Calculated Capacity, Nominal Capacity*) diukur berdasarkan penyesuaian kapasitas teoritis dengan faktor produktivitas yang telah ditentukan oleh *demonstrated capacity*. Dihitung melalui penggandaan waktu kerja yang tersedia dengan faktor utilisasi dan efisiensi. Waktu kerja yang tersedia (*available work time, synonym: productive capacity or scheduled capacity*) adalah banyaknya jam kerja aktual yang dijadwalkan atau tersedia, pada pusat kerja selama periode tertentu. Waktu kerja yang tersedia per periode waktu dihitung sebagai: banyaknya orang atau mesin x jam per *shift* x *shift* per hari x hari kerja per periode.

$$Efisiensi = \frac{Jam\ aktual\ produksi}{Jam\ standar\ teoritis}$$

Waktu Kerja Tersedia = Jam Kerja Per hari – Waktu *setup work center*

Kapasitas Tersedia = Waktu Kerja Tersedia x Utilitas x Efisiensi

Utilisasi adalah pecahan yang menggambarkan persentase *clock time* yang tersedia dalam pusat kerja yang secara aktual digunakan untuk produksi berdasarkan pengalaman lalu. Utilisasi dapat ditentukan untuk mesin atau tenaga kerja, atau keduanya, tergantung pada mana yang lebih cocok untuk situasi dan kondisi aktual di perusahaan. Perlu dicatat bahwa angka utilisasi tidak dapat melebihi 1,0 (100%). Efisiensi adalah faktor yang mengukur performansi aktual dari pusat kerja relatif terhadap standar yang diterapkan. Faktor efisiensi dapat lebih besar dari 1,0.

2.7 Definisi *Bottleneck*

Menurut Gaspersz (2004), *bottleneck* adalah suatu kondisi dimana suatu operasi atau fasilitas membatasi atau menghambat *output* dalam satu sekuens untuk satu lini produksi. Sedangakan menurut Groover (2001), stasiun kerja bottleneck adalah stasiun kerja yang memiliki nilai *service time* yang paling besar dibandingkan stasiun kerja lainnya dalam satu lini produksi.

Ada dua cara untuk mengidentifikasi apakah stasiun kerja dalam suatu sistem tersebut *bottleneck* atau *non-bottleneck*, yaitu dengan cara:

1. Melihat beban kerja (*load*) setiap stasiun kerja menggunakan bantuan perencanaan kebutuhan kapasitas, yaitu dengan mempertimbangkan waktu operasi, waktu *setup* dan ukuran *batch*.
2. Melakukan observasi langsung pada lantai produksi perusahaan tersebut.