Bab 2
Landasan teori

2.1. Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu kerja merupakan aktivitas yang dilakukan untuk mengamati pekerja dan mencatat waktu kerja termasuk waktu siklus dengan menggunakan alat ukur yang sesuai (Ginting, 2009). Waktu yang diukur adalah waktu siklus pekerjaan, yakni waktu penyelesaian satu satuan pekerjaan mulai bahan diproses di unit pengolahan hingga keluar dari unit tersebut. Umumnya pengukuran waktu dapat dibagi dalam dua bagian yaitu (Ginting, 2009):

1. Pengukuran waktu secara langsung yaitu pengukuran waktu yang dilakukan di tempet pekerjaan di mana pekerjaan bersangkutan dijalankan. Metode pengukuran secara langsung dapat dibagi menjadi dua, yaitu (Ginting, 2009):

    a. Metode sampling pekerjaan

       Pengamat tidak harus menetap di tempat kerja, melainkan melakukan pengamatan secara sesaat pada waktu yang telah ditentukan secara acak/random. Untuk itu biasanya satu hari kerja dibagi ke dalam satuan-satuan waktu yang besarnya ditentukan oleh pengukur.

    b. Metode waktu jam henti/*stopwatch*

       Pada pengukuran waktu henti dilakukan dengan tiga metode (Ginting, 2009):

       - Metode berulang (*snap back method*), yaitu pengukuran waktu secara berulang, stopwatch dijalankan dan pada akhir elemen kerja stopwatch dibaca dan dicatat. Untuk mengukur elemen lainnya jarum stopwatch dikembalikan pada titik nol
       - Metode kontinue (*continious method*), yaitu stopwatch dijalankan pada permulaan pengamatan hingga elemen kerja terakhir selesai. Pembacaan

dan pencatatan terhadap waktu kumulatif dilakukan setiap akhir dari masing-masing elemen pekerjaan.

- Metode akumulatif (*accumurlative method*), yaitu pengukuran waktu yang dilakukan dengan menggunakan dua stopwatch yang digabungkan sedemikian rupa, sehingga jika stopwatch yang pertama dijalankan maka stopwatch yang kedua berhenti secara otomatis dan sebaliknya. Pengukuran waktu secara akumulaif memungkinkan pembacaan langsung dari masing-masing elemen kerja.

2. Pengukuran waktu secara tidak langsung yaitu pengukuran waktu yang dilakukan tanpa harus ada di tempat pekerjaan. Hal ini dilakukan dengan membaca tabel/grafik yang tersedia, asalkan mengetahui jalannya pekerjaan melalui elemen-elemen pekerjaan atau eremen-elemen gerakan, misal data waktu baku dan data waktu gerakan.

2.2. Perhitungan Statistik Tentang Pengukuran Waktu

2.2.1. Sub Grup

Sub grup dipergunakan untuk menentukan Batas Kontror Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB), sub grup ini adalah hasil dari pengelompokan data-data hasil pengamatan (Ginting, 2009).

2.2.2. Nilai rata-rata

Nilai rata-rata adalah nilai yang menggambarkan bagaimana suatu data itu cenderung memusat ke suafu ukuran atau nilai tertentu. Rumus yang digunakan sebagai berikut (Sutalaksana, 2006):

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{k} \quad \text{.....(2.1)}$$

Dimana:

$\bar{\bar{X}}$: rata-rata *subgroup*

$\bar{X}$: rata-rata tiap kelas

k : jumlah *subgroup*

2.2.3. Standar Deviasi

Standar deviasi adalah nilai yang menyatakan sejauh mana menyebarnya sekumpulan data terhadap nilai rata-ratanya. Rumus yang digunakan sebagai berikut (Sutalaksana, 2006):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{\bar{X}})^2}{N-1}} \quad \text{.....(2.2)}$$

Dimana:

σ : standar deviasi

$\bar{\bar{X}}$: rata-rata *subgroup*

Xi : nilai dari data

N : populasi dari data

2.2.4. Standar Deviasi rata-rata sub grup

Standar deviasi rata-rata sub grup dari hasil standar deviasi dibagi dengan besarnya subgrup atau subgrup yang terbentuk. Rumus yang digunakan sebagai berikut (Sutalaksana, 2006):

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{.....(2.3)}$$

Dimana:

σ_x : standar deviasi *subgroup*

σ : standar deviasi

n : jumlah *subgroup* yang terbentuk

2.2.5 Pengujian Keseragaman Data

Selama melakukan pengukuran dipastikan kalau ada data yang tidak seragam muncul tanpa disadari, maka diperlukan alat untuk mendeteksi ketidakseragaman data yang disebut dengan peta kontrol (Sutalaksana, 2006). Prinsipnya adalah semua data dimasukkan ke dalam peta yang sudah ditentukan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Data dikatakan seragam apabila data berada diantara kedua batas kontrol, dan tidak seragam apabila berada di luar batas kontrol.

$$BKA = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_x \quad \text{.....(2.4)}$$

$$BKB = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_x \quad \text{.....(2.5)}$$

2.2.6. Pengujian Kecukupan Data

Uji kecukupan data diperlukan untuk memastikan bahwa yang telah dikumpulkan dan disajikan dalam laporan penimbangan tersebut adalah cukup secara obyektif (Ginting, 2009). Uji kecukupan data dilakukan untuk menjamin agar karakteristik populasi sudah digambarkan oleh karakteristik yang digunakan, karena semakin banyak jumlah pengamatan maka hasil yang diharapkan akan lebih baik dan juga usaha/biaya yang dibutuhkan akan semakin besar. Rumus yang diigunakan sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{\frac{K}{S}\sqrt{N\sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right]^2 \quad \text{.....(2.6)}$$

Keterangan :

Tingkat keyakinan 95%, Maka:

K/ Zt (confidence level) = 1,96

S (α) = 95% , berarti 5% = 0,05

N' < N = Data Cukup

2.3 Penyesuaian dan Kelonggaran

2.3.1. Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian adalah untuk menjaga kewajaran kerja. Setelah pengukuran berlangsung, pengukur harus mengamati kewajaran kerja yang ditunjukan operator (sutalaksana, 2006). Faktor penyesuaian dalam pengukuran waktu kerja dibutuhkan untuk menentukan waktu normal dari operator yang berada dalam sistem tertentu.

Andai kata ketidakwajaran ada maka pengukur harus mengetahuinya dan menilai seberapa jauh hal itu terjadi. Penilaian perlu diadakan karena berdasarkan inilah penyesuaian dilakukan. Jadi jika pengukur mendapatkan harga rata-rata siklus yang diketahui diselesaikan dengan kecepatan tidak wajar oleh operator, maka agar harga rata-rata siklus tersebut menjadi wajar, pengukur harus menormalkannya dengan melakukan penyesuaian.

Untuk memudahkan pemilihan konsep wajar, seorang pengukur dapat mempelajari bagaimana bekerjanya seorang operator yang dianggap normal contohnya, jika seorang operator yang dianggap berpengalaman bekerja tanpa usaha-usaha yang berlebihan sepanjang hari bekerja, menguasai cara kerja yang ditetapkan, dan menunjukkan kesungguhan dalam menjalankan pekerjaannya.

Disamping konsep-konsep yang dikemukakan oleh International Labour Organization ini, terdapat juga konsep yang lebih terperinci yaitu yang dikemukakan oleh Lawry Maynard dan Stegemarten melalui cara penyesuaian Westinghouse. Mereka berpendapat bahwa ada empat faktor yang menyebabkan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja yaitu ketrampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi.

Walaupun usaha–usaha membakukan konsep bekerja wajar telah dilakukan, namun penyesuaian tetap tampak sebagai suatu yang subyektif. Memang hal inilah yang dipandang sebagai kelemahan pengukuran waktu dilihat secara alamiah. Namun bagaimanapun penyesuaian harus dilakukan karena ketidakwajaran yang menghasilkan ketidaknormalan data merupakan suatu hal yang biasa terjadi.

Biasanya penyesuaian dilakukan dengan mengalikan waktu siklus rata-rata atau waktu elemen rata-rata dengan suatu harga p yang disebut faktor penyesuaian. Besarnya harga p tentunya sedemikian rupa sehingga hasil perkalian yang diperoleh mencerminkan waktu yang sewajarnya atau normal.

Bila pengukur berpendapat bahwa operator bekerja di atas normal maka harga p nya akan lebih besar dari satu ($p>1$); sebaliknya jika operator dipandang bekerja di bawah normal maka harga p akan lebih kecil dari satu ($p<1$). Seandainya pengukur berpendapat bahwa operator bekerja dengan wajar maka harga p nya sama dengan satu ($p=1$).

2.3.2. Metode Persentase

Metode persentase merupakan cara yang paling awal digunakan dalam melakukan penyesuaian. Besarnya faktor penyesuaian sepenuhnya ditentukan oleh pengukur melalui pengamatannya selama pengukuran (Sutalaksana, 2006). Jadi sesuai dengan yang terlihat selama pengukuran dia menentukan harga p yang menurut pendapatnya akan menghasilkan waktu normal bila harga ini dikalikan dengan waktu siklus. Metode ini terlihat sangat sederhana. Memang cara ini merupakan cara yang paling mudah sederhana, namun segera pula terlihat adanya kekurangan ketelitian sebagai akibat dari kasarnya cara penilaian. Bertolak dari kelemahan ini dikembangkanlah cara-cara lain yang lebih objektif. Cara-cara ini umumnya memberikan patokan yang dimaksudkan untuk mengarahkan penilaian pengukur terhadap kerja operator. Dua cara lainnya yang dapat menjadi patokan adalah metode *shumard* dan metode *westinghouse.*

2.3.3. Metode *Shumard*

Metode *shumard* merupakan cara untuk mendapatkan patokan-patokan penilaian melalui kelas-kelas kinerja yang mempunyai nilai sendiri-sendiri (Sutalaksana, 2006).. Disini pengukur diberi patokan untuk menilai menilai performansi kerja operator menurut kelas-kelas seperti, *super fast, fast +, fast , fast -, excelent, good +, good, good -, normal, fair+, fair, fair -, poor.*

2.3.4. Metode *Bedaux* dan *Sintesis*

Cara Bedaux tidak banyak berbeda dengan cara Shumard, hanya saja nila-nilai pada cara Bedaux dinyatakan dalam “B” (huruf pertama Bedaux, penemunya) seperti misalnya 60 B atau 70 B. Sedangkan cara Sintesa sedikit berbeda dengan cara-cara lain, dimana dalam cara ini waktu penyelesaian setiap elemen gerakan dibandingkan dengan harga-harga yang diperoleh dari tabel-tabel data waktu gerakan, untuk kemudian dihitung harga rata-ratanya. Harga rata-rata yang dinilai sebagai faktor penyesuaian bagi satu siklus yang bersangkutan (Sutalaksana, 2006).

2.3.5. Metode *Westinghouse*

Metode *westinghouse* mempertimbangkan 4 faktor dalam mengevaluasi kinerja (*performance*) operator yaitu keterampilan (*skill*), kondisi (*condition*), konsistensi (*consistency*). Keterampilan atau skill didefinisikan sebagai kecakapan dalam mengerjakan metode yang diberikan dan lebih lanjut berhubungan dengan pengalaman, ditunjukkan dengan koordinasi yang baik antara pikiran dan tangan (Sutalaksana, 2006).

Latihan dapat meningkatkan keterampilan, tetapi hanya sampai tingkat tertentu saja. Secara psikologis, keterampilan merupakan kemampuan untuk pekerjaan yang bersangkutan. Keterampilan dapat menurun yaitu bila telah terlampui lama tidak menangani pekerjaan tersebut, kelelahan yang berlebihan dan pengaruh lingkungan. Klasifikasi dari kelas keterampilan dibagi menjadi 6 kelas dengan ciri-ciri dari setiap kelas yang dikemukakan berikut ini (Sutalaksana, 2006):

Super skill:

a. Secara bawaan cocok sekali dengan pekerjaannya.
b. Bekerja dengan sempurna.
c. Tampak seperti telah terlatih dengan baik.
d. Gerakannya halus tapi sangat cepat sehingga sulit sekali untuk diikuti.
e. Kadang-kadang terkesan tidak berbeda dengan gerakan mesin.
f. Perpindahan dari satu elemen pekerjaan ke elemen pekerjaan lainnya tidak terlampau terlihat karena lancar.
g. Tidak terkesan adanya gerakan-gerakan berpikir dan merencanakan tentang apa yang akan dikerjakan (sudah sangat otomatis).
h. Secara umum dapat dikatakan bahwa pekerja yang bersangkutan adalah pekerja yang sangat baik.

Excellent skill:

a. Percaya pada diri sendiri.
b. Tampak cocok dengan pekerjaannya.

c. Terlihat terlatih dengan baik
d. Bekerjanya teliti dengan tidak banyak melakukan pengukuran-pengukuran atau pemeriksaan-pemeriksaan.
e. Gerakan kerjanya beserta urutan-uratannya tanpa kesalahan.
f. Menggunakan peralatan dengan baik.
g. Bekerjanya cepat tanpa mengobankan mutu.
h. Bekerjanya cepat tapi halus
i. Bekerjanya berirama dan terkoordinasi.

Good skill:

a. Kualitas hasil baik.
b. Bekerjanya tampak lebih baik daripada kebanyakan pekerjaan pada umumnya.
a. Dapat memberi petunjuk-petunjuk pada pekerjaan lain yang keterampilannya lebih rendah.
c. Tampak jelas sebagai pekerja yang cakap.
d. Tidak memerlukan banyak pengawasan.
e. Tiada keragu-raguan.
f. Bekernya stabil
g. Gerakan terkoordinasi dengan baik.
h. Gerakannya cepat.

Average skill:

a. Terlihat adanya kepercayaan pada diri sendiri.
b. Gerakannya tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat.
c. Tampak sebagai pekerja yang cakap.
d. Tampak cukup terlatih dan karenanya mengetahui seluk beluk pekerjaannya.
e. Mengkoordinasi tangan dan pikiran dengan cukup baik.
f. Gerakannya cukup menunjukan tidak ada keragu-raguan.
g. Bekerjanya secara teliti.
h. Secara keseluruhan cukup memuaskan.

Fair skill:

a. Tampak terlatih tapi belum cukup baik.
b. Mengenal peralatan dan lingkungan secukupnya.
c. Terlihat adanya perencanaan-perencanaan sebelum memulai pekerjaannya.
d. Tidak mempunyai kepercayaan diri yang cukup.
e. Mengetahui apa yang harus dilakukannya tetapi tampak tidak selalu yakin.
f. Sebagian waktu terbuang karena kesalahan-kesalahan sendiri.
g. Sepertinya tidak cocok dengan pekerjaannya, tetapi telah ditempatkan dipekerjaan itu sejak lama.
h. Jika tidak bekerja secara sungguh-sungguh, outputnya akan sangat rendah.
i. Biasanya tidak ragu-ragu dalam menjalankan gerkannya.

Poor skill:

a. Tidak bisa mengkoordinasikan tangan dan pikiran.
b. Gerakan kaku.
c. Kelihatan ketidakyakinannya pada urutan gerakan.
d. Seperti yang tidak terlatih untuk pekerjaan yang bersangkutan.
e. Tidak terlihat adanya kecocokan dengan pekerjaannya.
f. Ragu-ragu dalam melaksanakan gerakan kerja.
g. Tidak adanya kepercayaan diri.
h. Sering melakukan kesalahan.
i. Tidak bisa mengambil inisiatif sendiri.

Usaha atau *effort* menunjukkan kemampuan untuk bekerja secara efektif. Hal ini ditunjukkan oleh kecepatan pada tingkat kemampuan yang dimiliki dan dapat dikontrol pada tingkat yang tinggi oleh operator. Untuk usaha atau *effort* ini, metode *westinghouse* membagi atas beberapa kelas dengan ciri masing-masing sebagai berikut:

Excessive effort:

a. Kecepatan sangat berlebihan.

b. Usahanya sangat bersungguh-sungguh tetapi dapat membahayakan kesehatan.
c. Kecepatan yang ditimbulkan tidak dapat dipertahankan sepanjang hari.

Excellent effort:

a. Jelas terlihat kecepatan kerjanya yang tinggi.
b. Gerakan yang lebih "ekonomis" dari operator yang lain.
c. Penuh perhatian pada pekerjaan.
d. Banyak memberi saran.
e. Menerima saran-saran pentunjuk seseorang.
f. Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu.
g. Tidak dapat bertahan lebih dari beberapa hari.
h. Bangga atas kelebihannya.
i. Gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali.
j. Bekerja secara sistematis.
k. Karena lancarnya, perpindahan dari suatu elemen ke elemen lain tidak terlihat.

Good effort:

a. Bekerjanya berirama.
b. Waktu untuk menganggur sangat sedikit, kadang-kadang tidak ada.
c. Penuh perhatian pada pekerjaan.
d. Senang pada pekerjaannya.
e. Kecepatan baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari.
f. Percaya pada kebaikan waktu pengukuran waktu.
g. Menerima saran-saran dan petunjuk dengan senang.
h. Dapat memberi saran-saran untuk perbaikan kerja.
i. Tempat kerja diatur baik dan rapih.
j. Menggunakan alat-alat yang tepat dengan baik.
k. Memelihara dengan baik kondisi peralatan.

Average effort:

a. Tidak sebaik good effort, tetapi lebih baik dari poor effort.
b. Bekerja dengan stabil.
c. Menerima saran-saran tetapi tidak melaksanakannya.
d. Set up dilaksanakan dengan baik.
e. Melakukan kegiatan-kegiatan perencanaan.

Fair effort:

a. Saran-saran perbaikan diterima dengan kesal.
b. Kadang-kadang perhatian tidak ditujukan pada pekerjaannya.
c. Kurang sungguh-sungguh.
d. Tidak mengeluarkan tenaga dengan secukupnya.
e. Terjadi sedikit penyimpangan dari cara kerja baku.
f. Ala-alat yang dipakai tidak selalu yang terbaik.
g. Terlihat adanya kecenderungan kurang perhatian pada pekerjaannya.
h. Terlampau hati-hati.
i. Sistematika kerjanya sedang-sedang saja.
j. Gerakan tidak terencana.

Poor effort:

a. Membuang-buang waktu.
b. Tidak memperlihatkan adanya minat bekerja.
c. Tidak mau menerima saran.
d. Malas dan lambat bekerja.
e. Melakukan gerakan yang tidak perlu untuk mengambil alat dan bahan.
f. Tempat kerjanya tidak diatur rapih.
g. Tidak peduli pada baik tidaknya peralatan yang dipakai.
h. Mengubah-ubah tata letak tempat kerja yang telah diatur.
i. *Set up* kerjanya tidak baik.

Untuk faktor kondisi (*condition*) merupakan prosedur *performance rating* yang berakibat pada operator bukan pada operasi. Kondisi kerja (*condition*) adalah

kondisi fisik lingkungan kerja seperti keadaan pencahayaan, temperatur dan kebisingan ruangan. Bila 3 faktor lainnya yaitu keterampilan, usaha dan konsistensi merupakan apa yang dicerminkan oleh operator maka kondisi kerja ini merupakan sesuatu diluar operator yang diterima apa adanya oleh operator tanpa banyak kemampuan merubahnya.

Oleh sebab itu, faktor kondisi sering disebut sebagai faktor manajemen, karena pihak inilah yang dapat dan berwenang merubah atau memperbaikinya. Kondisi kerja dibagi menjadi 6 kelas yaitu *Ideal, Excellent, Good, Average, Fair* dan *Poor*.

Kondisi yang ideal tidak selalu sama bagi setiap pekerjaan karena berdasarkan karakteristiknya, masing-masing pekerja membutuhkan kondisi ideal sendiri-sendiri. Suatu kondisi yang dianggap *good* untuk suatu pekerjaan dapat dirasakan sebagai fair atau poor bagi pekerjaan yang lain.

Pada dasarnya, kondisi ideal adalah kondisi yang paling cocok untuk pekerjaan yang bersangkutan, yaitu yang memungkinkan *performance* maksimal dari pekerja. Sebaliknya kondisi *poor* adalah kondisi lingkungan yang tidak membantu jalannya pekerjaan bahkan sangat menghambat pencapaian *performance* yang baik.

Faktor berikutnya yang harus diperhatikan adalah konsistensi atau *consistency*. Faktor ini perlu diperhatikan karena kenyataan bahwa pada setiap pengukuran waktu, angka-angka yang dicatat tidak pernah semuanya sama dan selalu berubah dari satu siklus ke siklus lainnya, dari jam ke jam bahkan dari ke hari ke hari. Selama masih dalam batas-batas kewajaran, masalah tidak akan timbul, tetapi jika variabilitasnya tinggi maka hal tersebut harus diperhatikan. Sebagaimana halnya dengan faktor-faktor yang lain, kosistensi juga dibagi menjadi 6 kelas yaitu: *Perfect, Excellent, Good, Average, Fair* dan *Poor*.

2.3.6. Faktor Kelonggaran (*Allowance*)

Pemberian kelonggaran ini dimaksudkan untuk memberi kesempatan kepada operator untuk melakukan hal-hal yang harus dilakukannya, sehingga waktu baku yang diperoleh dapat dikatakan data waktu kerja yang lengkap dan mewakili sistem kerja yang diamati. Kelonggaran yang diberikan antara lain:

a. Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi
b. Kelonggaran untuk menghilangkan rasa lelah (fatique)
c. Kelonggaran yang tidak dapat dihindarkan

Pemberian faktor kelonggaran dan penyesuaian secara bersama-sama, selayaknya dapat dirasakan adil (*fair*), baik dari sisi operator maupun dari sisi manajemen. Faktor kelonggaran juga diperlukan untuk ketidaknyamanan visual dan postur kerja, desain suatu perkakas kerja untuk mengurangi kelelahan kerja serta meminimumkan resiko kesalahan kerja.

2.4. Pengukuran Waktu Normal

Waktu normal diperoleh dengan cara mengalikan waktu rata-rata dengan *perfomance rating*. Rumus perhitungan waktu normal adalah:

Waktu Normal = Waktu rata-rata (Ws) x (1+ P) .....(2.7)

Dimana p adalah faktor penyesuaian. Faktor ini diperhitungkan jika pengukur berpendapat bahwa operator bekerja dengan kecepatan tidak wajar sehingga hasil perhitunggan waktu perlu disesuaikan. Tujuannya adalah untuk mendapatkan waktu siklus rata-rata yang wajar. Jika perkerja bekerja dengan wajar, faktor penyesuaian, p sama dengan 1. Jika bekerjanya terlalu lambat maka untuk menormalkannya pengukur harus memberi harga $p < 1$, dan sebaliknya $p > 1$, jika dianggap bekerja cepat

2.5. Pengukuran Waktu Baku

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam sistem kerja terbaik. Waktu Standar diperoleh dengan perkalian antara waktu normal dengan persentase kelonggaran. Rumus perhitungan waktu standar yaitu:

$$WB = WN + (WN \times Allowance) \quad (2.8)$$

Dimana:
WB = waktu baku
WN = waktu normal
Allowance = kelonggaran

Dalam menentukan waktu baku diperlukan suatu kelonggaran waktu, kelonggaran terbagi dalam 3 bagian, yaitu untuk hambatan-hambatan pribadi, menghilangkan rasa *fatigue*, dan hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Ketiganya tersebut merupakan hal-hal yang digunakan sebagai tolak ukur yang dibutuhkan oleh pekerja.

2.6. Peta proses operasi (OPC)

Pada suatu pekerjaan tentunya memerlukan suatu gambaran prosedur dalam pengerjaan suatu produk, prosedur tersebut berguna untuk mengetahui proses-proses apa saja yang akan dilakukan (sutalaksana, dkk 2006 [2]). Dalam hal ini peta-peta kerja sangat membantu untuk mengetahui proses-proses pengerjaan apa saja yang dialami dari bahan baku hingga menjadi suatu produk barang jadi. Secara rinci bahwa peta-peta kerja menggambarkan kegiatan kerja yang secara sistematis dan jelas. Mengetahui peta-peta kerja ini kita bisa melihat dan mengamati semua langkah-langkah atau kejadian yang dialami oleh suatu benda kerja dari awal mulai penyimpanan masuk ke pabrik yang berbentuk bahan baku, kemudian menggambarkan semua langkah berikutnya yaitu dari mulai transportasi, operasi mesin, pemeriksaan dan perakitan dari benda kerja tersebut. Sampai akhirnya benda

kerja tersebut menjadi produk jadi, baik produk lengkap atau bagian dari suati produk yang lengkap.

Peta proses operasi merupakan salah satu dari peta-peta kerja secara keseluruhan, peta proses operasi merupakan suatu diagram yang menggambar langkah-langkah proses yang akan dialami bahan-bahan baku mengenai urutan-urutan operasi dan pemeriksaan dari tahap awal sampai menjadi produk jadi atau komponen dan memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk menganalisis lebih lanjut seperti waktu, material, tempat, alat dan mesin yang digunakan.

Dari peta proses operasi sendiri kita bisa melihat informasi-informasi diantara lain:

a) Mengetahui kebutuhan terhadap mesin dan anggarannya.
b) Memperkirakan kebutuhan terhadap bahan baku dengan memperhitungkan efisiensi tiap operasi dan pemeriksaan.
c) Menentukan tata letak pabrik.
d) Melakukan perbaikan cara kerja yang sedang digunakan.
e) Melatih cara kerja.

Peta proses operasi yang telah dipetakan dapat dianalisis untuk mengetahui informasi-informasi yang diperlukan dari kegiatan kerja yang dilakukan. Analisis yang perlu dilakukan terdiri dari hal-hal seperti dibawah ini:

a) Bahan-bahan

   Semua alternatif dari bahan yang dipergunakan harus dipertimbangkan supaya proses penyelesaian dan toleransi sedemikian rupa sesuai dengan fungsi, realibilitas, pelayanan dan waktunya.

b) Operasi

   Semua pilihan yang mungkin terjadi dalam proses pengolahan, pembuatan, pengerjaan dengan mesin atau metode perakitannya, serta alat-alat perlengkapan yang digunakan perlu dipertimbangkan.

c) Pemeriksaan

Pemeriksaan perlu dilakukan untuk mengetahui kualitas maupun kuantitas suatu obyek untuk memenuhi standar atau ketentuan yang sudah ditetapkan supaya produk tersebut dapat dikatakan baik atau memenuhi syarat.

d) Waktu

Semua alternatif mengenai cara kerja, jenis peralatan dan perlengkapan yang digunakan perlu diperhatikan untuk menyederhanakan waktu yang dipergunakan.

2.7. Pengertian Simulasi

Simulasi ialah suatu metodologi untuk melaksanakan percobaan dengan menggunakan model dari satu sistem nyata (Harrel, 2000). Simulasi merupakan suatu model pengambilan keputusan dengan mencontoh atau mempergunakan gambaran sebenarnya dari suatu sistem kehidupan dunia nyata tanpa harus mengalaminya pada keadaan yang sesungguhnya. Simulasi adalah suatu teknik yang dapat digunakan untuk memformulasikan dan memecahkan model – model dari golongan yang luas. Golongan atau kelas ini sangat luasnya sehingga dapat dikatakan , " Jika semua cara yang lain gagal, cobalah simulasi" (Schroeder, 1997).

2.8. Kelebihan dan Kekurangan Simulasi

Kelebihan dan Kekurangan Simulasi model analitik sangat berguna dan sering digunakan, namun masih terdapat beberapa keterbatasan, yaitu :

a) Model analitik tidak mampu menelusuri perangai suatu sistem pada masa lalu dan masa mendatang melalui pembagian waktu. Model analitik hanya memberikan penyelesaian secara menyeluruh, suatu jawab yang mungkin tunggal dan optimal tetapi tidak menggambarkan suatu prosedur operasional untuk masa lebih singkat dari masa perencanaan. Misalnya, penyelesaian persoalan program linier dengan masa perencanaan satu tahun, tidak menggambarkan prosedur operasional untuk masa bulan demi bulan, minggu demi minggu, atau hari demi hari.

b) Model matematika yang konvensional sering tidak mampu menyajikan sistem nyata yang lebih besar dan rumit (kompleks). Sehingga sukar untuk membangun model analitik untuk sistem nyata yang demikian. Kalaupun model matematika mampu menyajikan sistem nyata yang kompleks demikian, tetapi bisa jadi tidak mungkin diselesaikan dengan hanya menggunakan teknik analitis yang sudah ada. Seperti sistem pedesaan yang dikaitkan dengan faktor ekonomi, sosial, politik, dan lain – lain.
c) Model analitik terbatas pemakaiannya dalam hal – hal yang tidak pasti dan aspek dinamis (faktor waktu) dari persoalan manajemen.

Berdasarkan hal diatas, maka konsep simulasi dan penggunaan model simulasi merupakan solusi terhadap ketidakmampuan dari model analitik. Beberapa alasan yang dapat menunjang kesimpulan diatas adalah sebagai berikut:

a) Simulasi dapat memberi solusi kalau model analitik gagal melakukannya.
b) Model simulasi lebih realistis terhadap sistem nyata karena memerlukan asumsi yang lebih sedikit. Misalnya, tenggang waktu dalam model persediaan tidak perlu harus deterministik.
c) Perubahan konfigurasi dan struktur dapat dilaksanakan lebih mudah untuk menjawab pertanyaan : *what happen if*… Misalnya, banyak aturan dapat dicoba untuk mengubah jumlah langganan dalam sistem antrian.
d) Dalam banyak hal, simulasi lebih murah dari percobaannya sendiri.
e) Simulasi dapat digunakan untuk maksud pendidikan.
f) Untuk sejumlah proses dimensi, simulasi memberikan penyelidikan yang langsung dan terperinci dalam periode waktu khusus.

Namun, model simulasi juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu :

a) Simulasi bukanlah presisi dan juga bukan suatu proses optimisasi. Simulasi tidak menghasilkan solusi, tetapi ia menghasilkan cara untuk menilai solusi termasuk solusi optimal.
b) Model simulasi yang baik dan efektif sangat mahal dan membutuhkan waktu yang lama dibandingkan dengan model analitik.

c) Tidak semua situasi dapat dinilai melalui simulasi kecuali situasi yang memuat ketidakpastian.

2.9. Elemen-elemen Dasar Promodel

Dalam membangun model suatu sistem yang diinginkan, *software* promodel menyediakan beberapa elemen-elemen yang telah disesuaikan untuk membuat model sistem produksi. Beberapa elemen dasar yang ada seperti *location*, *entities*, *processing*, dan lain-lain (Harrel, 2000).

2.9.1. Stat::fit

Stat::fit, software pendukung dalam promodel, adalah suatu aplikasi statistik yang berguna untuk menentukan distribusi dari data-data yang akan digunakan sebagai input untuk membuat model dalam promodel. Stat::fit memberikan kemudahan, kecepatan dan ketepatan dalam pengolahan data yang dimiliki.

2.9.2. *Location*

Dalam promodel, *location* merepresentasikan sebuah area tetap dimana bahan baku, bahan setengah jadi ataupun bahan jadi mengalami atau menunggu proses, ataupun mencari aliran material atau proses selanjutnya. Tempat dimana entitas diproses, di-*delay*, disimpan serta beberapa aktivitas lainnya. Data-data yang diperlukan untuk mendifinisikan lokasi adalah:

1. *Name*, yaitu nama masing-masing lokasi.
2. *Capacity*, merupakan kapasitas lokasi dalam memproses entity.
3. Unit, adalah jumlah lokasi yang dimaksud.
4. *Downtimes* (DTs), menyatakan saat-saat lokasi tidak berfungsi, misal: diakibatkan karena kerusakan, maintenance, waktu set-up, dan lain-lain.
5. *Rules*, digunakan untuk merumuskan bagaimana aturan pemrosesan bagi entity yang memasuki lokasi, bagaimana entity yang selesai diproses mengantri, dan bagaimana lokasi yang lebih dari satu unit untuk memproses entity yang datang.
6. *Notes*, digunakan untuk memasukan catatan atau program-program lain.

2.9.3. *Entity*

Entity adalah setiap bahan yang akan diproses oleh model. Entitas merupakan suatu objek yang akan diamati dari sistem. Contoh : *part* kerja, operator. *Entity* merupakan sesuatu yang akan menjadi objek yang akan diproses dalam model sistem, seperti : bahan baku, produk setengah jadi (WIP), produk jadi, produk reject, bahkan lembar kerja. Yang harus dilakukan pertama kali adalah memilih icon untuk mewakili masing-masing entity. Begitu icon dipilih, promodel akan membuat record untuk entity yang bersangkutan. Data-data yang diperlukan untuk mendefinisikan entity adalah:

1. *Name,* yaitu nama dari setiap entity.
2. *Speed,* adalah kecepatan entity bergerak atau berpindah dari satu lokasi ke lokasi berikutnya.
3. *Stats,* menyatakan level statistik dalam mengumpulkan hasil masing-masing tipe entity. Terdapat tiga pilihan yaitu *None, Basic,* dan *Time Series*.

2.9.4. *Arrival*

Arrival pada bagian ini menunjukkan mekanisme masuknya entitas kedalam sistem. Baik banyaknya lokasi tempat kedatangan ataupun frekuensi serta waktu kedatangannya secara periodik menurut interval tertentu. Data-data yang dibutuhkan untuk mendefinisikan arrivals adalah :

1. *Entity,* menunjukan entitas apa yang masuk kedalam sistem.
2. *Location,* menunjukan lokasi pertama kali entitas memasuki sistem.
3. *Quantity Each (Qty Each),* menyatakan jumlah entitas yang datang setiap satu kali kedatangan.
4. *First Time,* menunjukan waktu pertama kali entity masuk kedalam sistem.
5. *Occurences,* menyatakan banyaknya entity setiap satu kali kedatangan.
6. *Frequency,* menyatakan selang waktu antar dua kedatangan yang berurutan.
7. *Logic,* digunakan untuk menyatakan logika-logika lain untuk menyatakan *arrival*.

8. *Disable*, menyatakan apakah kedatangan entity yang bersangkutan ada atau tidak. *Default* dalam Promodel adalah *no*, artinya ada kedatangan entity yang bersangkutan.

2.9.5. *Processing*

Processing merupakan operasi yang dilakukan dalam *location*. *Processing* mengambarkan apa yang dialami oleh suatu entitas mulai dari saat entitas masuk sistem sampai keluar dari sistem. Data-data yang diperlukan untuk mendefinisikan *processing* adalah:

1. *Entity*, menyatakan *entity* sebagai input yang akan diproses.
2. *Location*, menunjukan operasi yang akan dilakukan pada entity (input), termasuk waktu operasinya.
3. *Operation*, menujukan proses operasi yang dialami entitas.
4. *Block*, maksudnya adalah jalur yang ditempuh entitas. Yang diisikan dalam *block*adalah nomor. Jika nomor *block*nya sama maka asal jalurnya juga sama.
5. *Output*, menunjukan entitas yang keluar dari proses.
6. *Destination*, menyatakan lokasi yang menjadi tujuan selanjutnya dalam memproses*entity*.
7. *Rule*, menyatakan aturan-aturan yang digunakan dalam *processing*, misalnya proses perakitan (join), probabilitas, dan lainya.
8. *Move logic*, digunakan untuk mendefinisikan metode pergerakan entitas, yaitu dengan menetapkan waktu pergerakan atau dengan apa entitas dipindahkan.

2.9.6. *Resource*

Resource merupakan sumber daya yang digunakan untuk melakukan operasi tertentu dalam kinerja suatu sistem. Dalam promodel, objek yang dijadikan *resource* akan bergerak sesuai dengan keinginan kita. Contohnya : operator, *forklift, crane*, alat angkut untuk material *handling* lainnya. Data-data yang diperlukan untuk mendefinisikan *resource*adalah :

1. Name, menunjukan nama dari resources tersebut.

2. Units, menujukan jumlah resources.
3. Specs, menunjukan lintasan kerja yang akan digunakan dan lokasi yang pertama kali akan dikunjungi.

2.9.7. *Path Network*

Path network ini digunakan untuk menentukan arah dan jalur yang ditempuh oleh*resource* ataupun entitas ketika bergerak dari suatu lokasi ke lokasi lainnya. *Path network*ini merupakan suatu hal yang menjadi keharusan jika ingin memakai *resource* ataupun entitas yang bergerak.

2.9.8. Jalankan Simulasi

Jalankan simulasi sebelum model yang dibuat dijalankan, ada beberapa settingan yang harus diperhatikan. Model tersebut harus di *save* terlebih dahulu, kemudian agar simulasi dapat berjalan sesuai keinginan kita, caranya pada menu *bar* pilih *simulation*, *option*.