

BAB II

DASAR PEMIKIRAN DAN STUDI KEPUSTAKAAN

Pada bagian ini penulis akan mencoba menguraikan teori-teori yang melandasi analisis dan pengambilan keputusan yang dilakukan dalam usaha penelaahan kapasitas dan perencanaan keseimbangan lintasan produksi untuk peningkatan efisiensi.

II.1 PENGERTIAN SERTA DEFINISI DARI EFISIENSI

Efisiensi adalah rasio antara hasil yang diperoleh dengan unsur manajemen yang dipergunakan, atau dengan kata lain perbandingan antara output terhadap input. (10, h.269, 1994). Semakin tinggi efisiensi suatu kerja maka semakin baik pekerjaan tersebut. Tingkat efisiensi dapat diukur dengan dilihatnya angka produktivitas yang dicapai. Hal ini disebabkan karena dengan berubahnya nilai efisiensi maka akan menyebabkan angka produktivitas berubah pula. Sedangkan tingkat keberhasilan (atau kegagalan) kegiatan manajemen

dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan dapat dilihat dari efektivitasnya. Maka dapat dikatakan produktivitas adalah ukuran untuk melihat sejauh mana kita memakai sumber daya untuk mencapai hasil yang diinginkan. Jadi produktivitas merupakan perpaduan efektivitas dengan efisiensi (10, h.115, 1994). Hasil yang didapat berhubungan dengan "keefektifan" dalam mencapai suatu misi atau prestasi sedangkan sumber daya yang digunakan berhubungan dengan "efisiensi" dalam mendapatkan hasil dengan penggunaan sumber daya yang seminimal mungkin.

Dari penjelasan diatas terlihat bahwa masalah efisiensi tidak terlepas dari masalah produktivitas. Sedangkan dalam hal produktivitas diformulasikan sebagai perbandingan antara masukan dengan keluarannya yang mana masukannya adalah sumber daya yang digunakan. Dengan meningkatnya efisiensi diharapkan angka produktivitas akan naik pula. Oleh karena itu peningkatan efisiensi dapat diupayakan dengan :

- * memperkecil masukan dengan keluaran tetap.
- * menaikkan keluaran dengan masukan yang tetap.
- * menaikkan keluaran yang lebih besar daripada kenaikan masukan.

Cara yang paling lazim dan sering digunakan dalam

prakteknya adalah cara yang kedua dimana aplikasinya digunakan berbagai teknik produksi seperti : pengukuran kerja, studi gerakan, line balancing, pengaturan tata letak, dan lain-lain. Berdasarkan hal tersebut, maka berikut akan dibahas mengenai teori yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut.

II.2 PENGUKURAN WAKTU OPERASI

Menentukan waktu operasi yang diperlukan untuk menghasilkan suatu unit produk tertentu, membutuhkan penyelidikan waktu dan variasi waktu operasi yang diperlukan untuk mengerjakan produk tersebut secara keseluruhan.

Salah satu metoda yang dipergunakan untuk menentukan waktu operasi adalah metoda jam henti /Stopwatch Time Study, (9, h.70, 1977).

Sesuai dengan namanya, pengukuran waktu aktivitas/ operasi ini menggunakan jam henti (Stopwatch) sebagai alat utamanya.

Adapun beberapa aturan pengukuran yang perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil pengukuran yang baik adalah sebagai berikut (16, h.209-244, 1980) :

II.2.1 Langkah-Langkah Sebelum Melakukan Pengukuran

Untuk mendapatkan hasil yang baik, yaitu yang dapat dipertanggung-jawabkan maka tidaklah cukup sekedar melakukan beberapa kali melakukan pengukuran dengan menggunakan jam henti. Banyak faktor yang harus diperhatikan agar pada akhirnya dapat diperoleh waktu yang pantas untuk pekerjaan yang bersangkutan seperti yang berhubungan dengan kondisi kerja, operator, cara pengukuran, jumlah pengukuran, dan lain-lain. Dibawah ini adalah langkah-langkah yang perlu diikuti agar maksud diatas tercapai.

1. Penetapan tujuan pengukuran.

Sebagaimana halnya dengan berbagai kegiatan yang lain, tujuan melakukan kegiatan harus ditetapkan terlebih dahulu. Dalam pengukuran waktu, hal-hal penting yang harus diketahui dan ditetapkan adalah untuk apa hasil pengukuran digunakan, berapa tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan yang diinginkan dari hasil pengukuran tersebut. (Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian yang sebenarnya, sedangkan Tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur, bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian tadi).

2. Melakukan penelitian pendahuluan.

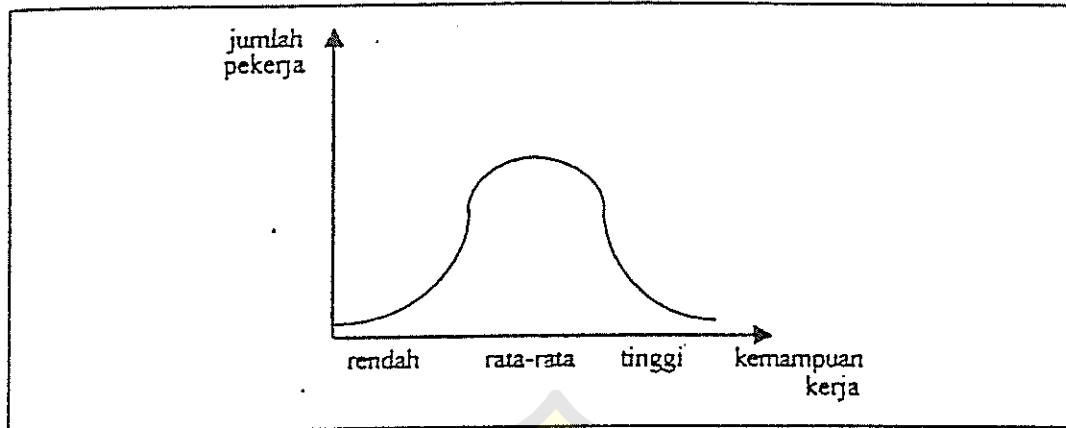
Yang dicari dari pengukuran waktu yang pantas diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Dari suatu kondisi kerja yang ada dapat dicari waktu yang pantas tersebut; artinya akan didapat juga waktu yang pantas untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kondisi yang bersangkutan. Suatu perusahaan biasanya menginginkan waktu kerja yang sesingkat-singkatnya agar dapat meraih keuntungan yang sebesar-besarnya. Keuntungan yang demikian tidak akan diperoleh jika kondisi kerja dari pekerjaan-pekerjaan yang ada diperusahaan tersebut tidak menunjang dapat dicapainya hal diatas. Hal tersebut dapat pula terjadi bila cara-cara kerja yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan belum baik. Untuk mendapatkan suatu pekerjaan yang singkat, maka perbaikan-perbaikan cara kerja perlu dilakukan. Dalam keadaan seperti ini yang dilakukan bukanlah memperbaiki melainkan merancang kondisi dan cara kerja yang baik yang baru sama sekali.

Suatu hal lain masih harus dilakukan dalam rangka ini, yaitu membakukan secara tertulis sistem kerja yang dianggap telah baik. Disini semua kondisi dan cara kerja dicatat dan dicantumkan dengan jelas serta bila perlu dengan gambar-gambar yang membantu. Pembakuan sistem kerja yang dipilih

adalah suatu hal yang penting baik dilihat untuk keperluan-keperluan sebelum, pada saat-saat, maupun sesudah pengukuran dilakukan dan waktu baku didapatkan. Waktu yang diperoleh setelah pengukuran dilakukan adalah waktu penyelesaian pekerjaan untuk sistem kerja yang dijalankan ketika pengukuran berlangsung, atau dengan kata lain waktu penyelesaiannya hanya berlaku untuk sistem tersebut.

3. Memilih operator.

Operator yang ditentukan adalah operator yang memenuhi beberapa persyaratan tertentu agar pengukuran dapat berjalan dengan baik dan hasilnya dapat diandalkan. Syarat-syarat tersebut adalah berkemampuan normal dan dapat diajak bekerja sama. Jika jumlah pekerja yang tersedia ditempat kerja yang bersangkutan banyak maka jika dilihat perbandingan kemampuan diantara operator tersebut akan terlihat perbandingan seperti terlihat pada gambar dibawah ini. (Gambar 2.1, Bab II - 7).



Gambar 2.1 : Distribusi Kemampuan Kerja

Terlihat bahwa operator-operator yang berkemampuan rendah dan operator berkemampuan tinggi jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan operator yang berkemampuan rata-rata.

Selain itu pula operator yang dipilih adalah operator yang mau bekerja secara wajar. Biasanya operator akan bekerja dengan penuh kecurigaan terhadap maksud-maksud pengukuran, misalnya dianggap untuk hal-hal yang merugikan dirinya atau pekerja lainnya maka operator tersebut mungkin akan bekerja dengan lamban, namun sebaliknya operator tersebut akan bekerja dengan lebih cepat dari biasanya karena menginginkan hasil yang banyak dengan berharap mendapat sesuatu dari perusahaan.

4. Menguraikan pekerjaan atas elemen-elemennya.

Disini pekerjaan dipecah menjadi elemen-elemen pekerjaan, yang merupakan gerakan-gerakan bagian dari pekerjaan tersebut. Elemen-elemen inilah yang diukur waktunya, atau disebut juga Pengukuran Elemen, atau cara lain yang dapat dilakukan adalah dengan pengukuran waktu terhadap pekerjaan/aktivitas tersebut secara keseluruhan, dalam arti tidak dipecah-pecah menjadi elemen-elemen atau disebut juga Pengukuran Keseluruhan.

Untuk cara yang pertama waktu siklus suatu pekerjaan/aktivitas adalah jumlah waktu setiap elemennya. Waktu siklus adalah waktu penyelesaian satu satuan produk sejak bahan mulai diproses di tempat kerja yang bersangkutan sampai keluar dari tempat kerja tersebut.

Ada beberapa alasan yang menyebabkan pentingnya melakukan penguraian pekerjaan atas elemen-elemennya, yaitu:

- * Untuk memperjelas tentang cara kerja yang dibakukan.
 - * Untuk memungkinkan dilakukannya penyesuaian bagi setiap elemen.
 - * Untuk memudahkan mengamati terjadinya elemen-elemen yang tidak baku atau dengan kata lain untuk mengamati apabila terjadinya penyimpangan-penyimpangan dari cara kerja yang telah ditetapkan.
-

* Memungkinkan dikembangkannya data Waktu Baku.

Ada beberapa pedoman penguraian pekerjaan atas elemen-elemennya, yaitu :

* Sesuai dengan ketelitian yang diinginkan, uraian pekerjaan menjadi elemen-elemennya harus dilakukan seterperinci mungkin, tetapi gerakan-gerakannya masih dapat diamati oleh indera pengukur dan dapat direkam waktunya oleh Jam Henti.

* Elemen pekerjaan hendaknya berupa satu atau beberapa elemen gerakan.

* Jangan sampai ada elemen yang tertinggal, jumlah dari semua elemen harus tepat sama dengan satu siklus pekerjaan yang bersangkutan.

* Pemisahan elemen kerja secara jelas, batas-batas diantaranya harus dapat dengan mudah diamati, agar tidak ada keragu-raguan dalam menentukan bilamana suatu elemen berakhir dan bilamana elemen berikutnya dimulai.

5. Menyiapkan alat-alat pengukuran.

Alat-alat yang digunakan dalam pengukuran harus disiapkan terlebih dahulu. Alat-alat tersebut adalah Jam Henti (Stopwatch), lembaran-lembaran pengamatan, pena atau pensil dan papan pengamatan.

II.2.2 Melakukan Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu adalah pekerjaan mengamati pekerja dan mencatat waktu-waktu kerjanya dengan menggunakan alat-alat yang telah siap digunakan yaitu jam henti (Stopwatch). Dalam melakukan pengukuran ini pengamat memilih posisi yang tidak mengganggu gerakan operator yang sedang bekerja ataupun tidak membuat operator menjadi canggung karena merasa diamati, selain itupun pengaturan posisi ini jangan sampai menyulitkan pengamat itu sendiri karena terhalang oleh aktivitas lainnya. Sebaiknya posisi itu memudahkan pengukur mengamati jalannya pekerjaan sehingga dapat mengikuti dengan baik saat-saat suatu siklus bermula dan berakhir. Umumnya posisi tersebut adalah dibelakang operator dengan agak menyamping sejauh lebih kurang 1,5 meter.

Yang dicari dengan melakukan pengukuran ini adalah waktu yang sebenarnya dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Karena waktu penyelesaian ini tidak pernah diketahui sebelumnya maka harus diadakan pengukuran-pengukuran. Yang ideal tentunya dilakukan pengukuran-pengukuran yang sangat banyak, karena dengan demikianlah diperoleh jawaban yang pasti. Tetapi jelas hal itu tidak mungkin karena keterbatasan dana, waktu serta tenaga. Namun sebaliknya bila dilakukan hanya beberapa kali saja, maka

hasilnya akan sangat kasar, sehingga yang diperlukan adalah jumlah pengukuran yang tidak membebankan waktu, tenaga serta biaya yang besar, tetapi hasilnya dapat dipercaya.

Hal pertama dilakukan adalah pengukuran pendahuluan. Tujuan melakukan pengukuran pendahuluan ini adalah untuk mengetahui beberapa kali pengukuran harus dilakukan untuk tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan. Untuk mengetahui berapa kali pengukuran harus dilakukan diperlukan beberapa tahap pengukuran pendahuluan seperti dibawah ini :

Pengukuran pendahuluan tahap pertama dilakukan dengan melakukan beberapa kali pengukuran yang banyaknya ditentukan oleh pengukur. Setelah pengukuran ini dilakukan pengujian keseragaman data. Langkah pertama dalam pengujian keseragaman data mengelompokkan data-data yang diperoleh menjadi subgrup-subgrup yang kemudian dihitung harga rata-rata dari masing-masing sub grup tersebut dan kemudian dihitung jumlah total dari harga rata-ratanya.

| No Subgrup | Waktu Penyelesaian Berturut-turut | | | | Rata-rata Subgrup |
|------------|-----------------------------------|----------|-----|----------|-------------------|
| 1 | X_{11} | X_{12} | ... | X_{1n} | X_1 |
| 2 | X_{21} | X_{22} | ... | X_{2n} | X_2 |
| | ... | ... | ... | ... | ... |
| N_{ij} | X_{ij} | X_{ij} | ... | X_{ij} | X_k |
| | Jumlah | | | | ΣX_t |

keterangan:

- * X_{ij} = waktu penyelesaian berturut-turut
($i = 1, \dots, k; j = 1, \dots, n$)
- * k = jumlah subgrup
- * n = ukuran subgrup
- * N = jumlah seluruh pengamatan

Apabila jumlah total dari harga rata-ratanya sudah diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai rata-rata dari nilai rata-rata subgrup dengan menggunakan persamaan :

$$\bar{X}_{t_i} = \frac{\Sigma X_t}{k}$$

k adalah banyaknya subgrup yang terbentuk.

Setelah itu baru menghitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian dengan menggunakan persamaan :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_{ij} - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

dimana : N adalah jumlah pengamatan pendahuluan yang telah dilakukan.

x adalah waktu penyelesaian yang teramati selama pengukuran pendahuluan dilakukan.

Kemudian melakukan penghitungan standard deviasi dari distribusi harga rata-rata subgrup dengan menggunakan persamaan :

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{n}$$

dimana n adalah besarnya data dalam sub grup

Setelah itu adalah menghitung Batas Kontrol Atas dan Batas Kontrol Bawah dengan memakai persamaan :

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= \bar{X} + z \sigma_x \\ \text{BKB} &= \bar{X} - z \sigma_x \end{aligned}$$

z = koefisien pada distribusi normal sesuai dengan tingkat kepercayaan yang dipergunakan,

misalnya :

tingkat kepercayaan 90%, maka $z = 1,65$

tingkat kepercayaan 95%, maka $z = 2$

tingkat kepercayaan 99%, maka $z = 3$

Batas-batas kontrol inilah yang merupakan batas apakah suatu subgrup *seragam* atau tidak. Apabila nilai dari rata-rata yang diperoleh berada diantara masing-masing kontrol, maka data-data yang kita peroleh tersebut telah seragam.

Apabila langkah tersebut telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan penghitungan untuk kecukupan data dengan menggunakan persamaan :

$$N' = \left[\frac{z/p \sqrt{N \sum X_{ij}^2 - (\sum X_{ij})^2}}{\sum X_{ij}} \right]^2$$

dimana : N adalah jumlah pengamatan yang dilakukan.

p = tingkat ketelitian.

z = koefisiensi pada distribusi normal sesuai dengan tingkat kepercayaan.

* nilai z/p untuk

tingkat ketelitian 5 % dan kepercayaan 95 % = 40

tingkat ketelitian 10% dan kepercayaan 95 % = 20

tingkat ketelitian 10% dan kepercayaan 99 % = 30

Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Hal ini biasanya dinyatakan dalam persen, sedangkan tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengamat bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian tadi. Inipun dinyatakan dalam persen. Jadi tingkat ketelitian 5 % dan tingkat keyakinan 95 % berarti bahwa rata-rata hasil pengukurannya boleh menyimpang sejauh 5 % dari rata-rata sebenarnya dan kemungkinan berhasil mendapatkan hal baik adalah 95 %.

Pengujian Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan menurut cara :

- Bila $N_{teoritis} \leq N_{nyata}$ maka jumlah N_{nyata} layak
- Bila $N_{teoritis} > N_{nyata}$ maka pengambilan jumlah N_{nyata} harus diulangi sampai jumlah N_{nyata} pengukuran = $N_{teoritis}$

Bila jumlah kecukupan data belum mencukupi maka kemudian dilakukan pengukuran pendahuluan tahap kedua, jika tahap kedua selesai maka dilakukan lagi ketiga hal yang sama seperti diatas, bila data tersebut masih belum mencukupi maka dilakukan lagi tahap ketiga demikian seterusnya.

II.2.3 Penghitungan Waktu Baku

Jika pengukuran-pengukuran telah selesai, yaitu semua data yang didapat memiliki keseragaman yang dikehendaki, dan jumlahnya telah memenuhi tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan yang diinginkan, maka selesailah kegiatan pengukuran waktu.

Langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut sehingga memberikan waktu baku. Langkah pertamanya adalah dengan menghitung waktu siklus rata-rata dengan menggunakan persamaan :

$$W_s = \frac{\sum X_{ij}}{N}$$

kemudian menghitung waktu normalnya (W_n)

$$W_n = W_s \times (1 + P)$$

Dimana, P = *Performance Rating* Faktor/Nilai penyesuaian.

Faktor ini diperhitungkan jika pengukur berpendapat bahwa operator bekerja dengan kecepatan tidak wajar, sehingga hasil perhitungan waktu perlu disesuaikan atau dinormalkan untuk mendapatkan waktu siklus rata-rata yang wajar. Jika pekerja bekerja dengan wajar, maka faktor penyesuaiannya $p = 1$, artinya waktu siklus rata-rata sudah normal. Jika bekerjanya terlalu lambat maka untuk menormalkannya pengukur

harus memberi harga $p < 1$, dan sebaliknya $p > 1$, Jika dianggap bekerja cepat.

Perhitungan waktu bakunya (W_b)

Setelah perhitungan diatas selesai, maka waktu baku penyelesaian suatu pekerjaan dapat dihitung.

$$W_b = W_n + (1 \times W_n)$$

Dimana, $1 = Allowance Rating Faktor/Nilai Kelonggaran.$

Kelonggaran ini biasanya diberikan untuk hal-hal seperti kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa fatigue, dan gangguan-gangguan yang mungkin terjadi yang tak dapat dihindarkan oleh pekerja. Umumnya kelonggaran dinyatakan dalam persen dari waktu normal.

II.2.4 Penyesuaian

Ketidak wajaran dari operator dapat terjadi, misalnya tidak bekerja dengan sungguh-sungguh, sangat cepat seolah diburu-buru waktu atau keadaan ruangan tempat kerja yang buruk kesemuanya itu dapat mempengaruhi kecepatan kerja dari operator.

Hal diatas dapat menyebabkan hasil pengukuran menjadi tidak wajar, oleh karena itu agar hasil pengukuran menjadi normal dan wajar maka harus dinormalkan dengan menggunakan penyesuaian. Penyesuaian didapat dengan cara mengalikan

waktu siklus rata-rata atau waktu elemen rata-rata dengan suatu harga p yang disebut faktor penyesuaian. Untuk menentukan faktor penyesuaian ini terdapat beberapa cara yang dapat digunakan, diantaranya adalah persentase, Shumard, Westinghouse, Bedaux dan Sintesis serta Obyektif.

Dalam laporan ini penyusun menggunakan salah satu metoda diatas yaitu dengan cara Westinghouse, karena dalam metoda ini penilaian terhadap operator ditentukan oleh 4 faktor yang sangat berpengaruh terhadap kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja yaitu *keterampilan, usaha, kondisi kerja dan konsistensi*. Setiap faktor terbagi dalam kelas-kelas dengan nilainya masing-masing.

Keterampilan atau skill didefinisikan sebagai kemampuan mengikuti cara kerja yang ditetapkan. Secara psikologis keterampilan merupakan aptitude operator untuk pekerja yang bersangkutan. Keterampilan dapat juga menurun yaitu bila telah terlampau lama tidak menangani pekerjaan tersebut, atau karena sebab-sebab lain seperti terganggunya kesehatan, rasa fatigue yang berlebihan dan lain sebagainya.

Untuk keperluan penyesuaian keterampilan dibagi menjadi 6 kelas dengan ciri-ciri dari setiap kelas seperti dikemukakan sebagai berikut :

AHLI (SUPER SKILL) :

1. Secara bawaan cocok sekali dengan pekerjaannya.
2. Bekerja dengan sempurna.
3. Tampak seperti telah terlatih dengan sangat baik.
4. Gerakannya halus tapi sangat cepat sehingga sulit untuk diikuti.
5. Kadang-kadang terkesan tidak berbeda dengan gerakan-gerakan mesin.
6. Perpindahan dari salah satu elemen pekerja ke elemen lainnya tidak terlihat karena lancarnya.
7. Tidak terkesan adanya gerakan - gerakan berfikir dan merencanakan tentang apa yang dikerjakannya.
8. Secara umum dapat dikatakan bahwa operator yang bersangkutan adalah pekerja terbaik.

BAIK SEKALI (EXCELLENT SKILL) :

1. Percaya pada diri sendiri.
 2. Tampak cocok dengan pekerjaannya.
 3. Terlihat terlatih baik.
 4. Bekerjanya teliti dengan tidak banyak melakukan pengukuran-pengukuran atau pemeriksaan-pemeriksaan.
 5. Gerakan - gerakan kerjanya beserta urutan - urutannya dijalankan tanpa kesalahan.
-

6. Menggunakan peralatan dengan baik.
7. Bekerjanya cepat tanpa mengorbankan mutu.
8. Bekerjanya cepat tetapi halus.
9. Bekerjanya berirama dan terkoordinasi.

BAIK (GOOD SKILL) :

1. Kualitas baik.
2. Bekerjanya tampak lebih baik daripada kebanyakan pekerja umumnya.
3. Dapat memberi petunjuk-petunjuk pada pekerja lain yang keterampilannya rendah.
4. Tampak jelas sebagai pekerja yang cakap.
5. Tidak memerlukan banyak pengawasan.
6. Tiada keraguan.
7. Bekerjanya stabil.
8. Gerakan-gerakannya terkoordinasi dengan baik.
9. Gerakan-gerakannya cepat.

RATA-RATA (AVERAGE SKILL) :

1. Tampak adanya kepercayaan pada diri sendiri.
 2. Gerakan-gerakannya tidak cepat tetapi tidak lambat.
 3. Terlihat adanya pekerjaan-pekerjaan perencanaan.
 4. Tampak jelas sebagai pekerja yang cakap.
-

5. Gerakan-gerakannya cukup menunjukkan tiada keraguan.
6. Mengkoordinasi tangan dan pikiran dengan baik.
7. Tampak cukup terlatih dan karenanya mengetahui seluk beluk pekerjaannya.
8. Bekerjanya cukup teliti.
9. Secara keseluruhan cukup memuaskan.

CUKUP (FAIR SKILL) :

1. Tampak terlatih tetapi belum cukup baik.
 2. Mengenal peralatan dan lingkungan secukupnya.
 3. Terlihat adanya perencanaan-perencanaan sebelum melakukan gerakan.
 4. Tidak mempunyai kepercayaan diri yang cukup.
 5. Tampaknya seperti tidak cocok dengan pekerjaannya tetapi telah ditempatkan dipekerjaan itu cukup lama.
 6. Sebagian waktu terbuang karena kesalahan sendiri.
 7. Mengetahui apa yang dilakukan dan harus dilakukan tetapi tampak tidak selalu yakin.
 8. Jika tidak bekerja dengan sungguh-sungguh outputnya akan sangat rendah.
 9. Biasanya tidak ragu - ragu dalam menjalankan gerakan-gerakannya.
-

JELEK (POOR SKILL) :

1. Tidak bisa mengkoordinasikan tangan dan pikiran.
2. Gerakan-gerakannya kaku.
3. Kelihatan ketidak-yakinan pada urutan-urutan gerakan.
4. Sepertinya yang tidak terlatih untuk pekerjaan yang bersangkutan.
5. Tidak terlihat adanya kecocokan dengan pekerjaannya.
6. Ragu-ragu dalam menjalankan gerakan-gerakan kerja.
7. Sering melakukan kesalahan-kesalahan.
8. Tidak ada kepercayaan pada diri sendiri.
9. Tidak bisa mengambil inisiatif sendiri.

Secara keseluruhan tampak pada kelas-kelas diatas bahwa yang membedakan kelas keterampilan seseorang adalah keragu-raguan, ketelitian gerakan, kepercayaan diri, koordinasi, serta irama gerakan. Untuk usaha atau effort cara Westinghouse membagi juga kelas-kelas dengan ciri masing-masing. Yang dimaksud usaha disini adalah kesungguhan yang ditunjukkan atau diberikan operator ketika melakukan pekerjaannya. Dibawah ini adalah pembagian kelas usaha dan ciri-cirinya.

BERLEBIHAN (EXCESSUVE EFFORT) -

1. Kecepatannya sangat berlebihan.

2. Usahanya sangat sungguh-sungguh tetapi dapat membahayakan kesehatannya.
3. Kecepatannya yang ditimbulkan tidak dapat dipertahankan sepanjang hari.

BAIK SEKALI (EXCELLENT EFFORT):

1. Jelas terlihat kecepatan kerjanya sangat tinggi.
2. Gerakan-gerakannya lebih ekonomis daripada operator-operator biasa.
3. Penuh perhatian pada pekerjaannya.
4. Banyak memberi saran-saran.
5. Menerima saran-saran dan petunjuk dengan senang.
6. Percaya pada kebaikan maksud pengukuran.
7. Tidak dapat bertahan lebih dari beberapa hari.
8. Bangga atas kelebihannya.
9. Gerakan-gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali, sistematis, kemudian perpindahan dari suatu elemen ke elemen lain tidak terlihat.

BAIK (GOOD EFFORT):

1. Bekerja berirama.
 2. Saat-saat menganggur sangat sedikit.
 3. Penuh perhatian pada pekerjaan.
-

4. Senang pada pekerjaannya.
5. Kecepatannya baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari.
6. Percaya kepada perbaikan pengukuran waktu.
7. Menerima saran-saran untuk perbaikan kerja.
8. Dapat memberi saran-saran untuk perbaikan kerja.
9. Tempat kerjanya diatur baik dan rapih, menggunakan alat dengan tepat dan baik serta memelihara kondisi alat tersebut.

RATA-RATA CAVERAGE EFFORT):

1. Tidak sebaik good tetapi lebih baik dari poor.
2. Bekerja dengan stabil.
3. Menerima saran-saran tetapi tidak melaksanakannya.
4. Set-up dilaksanakan dengan baik.
5. Melakukan kegiatan-kegiatan perencanaan.

CUKUP (FAIR EFFORT):

1. Saran perbaikan diterima dengan kesal.
 2. Kadang-kadang perhatian tidak ditujukan pada pekerjaannya.
 3. Kurang sungguh-sungguh.
 4. Tidak mengeluarkan tenaga dengan secukupnya.
 5. Terjadi sedikit penyimpangan dari cara kerja baku.
-

6. Alat-alat yang dipakainya tidak selalu yang terbaik.
7. Terlihat adanya kecenderungan kurang perhatian pada pekerjaannya.
8. Terlampau hati-hati.
9. Sistematika kerjanya sedang-sedang saja dan gerakannya tidak terencana.

JELEK (POOR EFFORT):

1. Banyak membuang-buang waktu.
2. Tidak memperlihatkan adanya minat kerja.
3. Tidak mau menerima saran.
4. Tampak malas dan bekerja lambat.
5. Melakukan gerakan-gerakan yang tidak perlu untuk mengambil alat-alat dan bahan-bahan.
6. Tempat kerjanya tidak diatur rapih.
7. Tidak peduli pada cocok/tidaknyanya peralatan yang dipakai.
8. Mengubah tata letak tempat kerja yang telah diatur.
9. Set-up kerjanya terlihat tidak baik.

Terlihat adanya korelasi antara keterampilan dengan usaha. Dalam prakteknya banyak terjadi pekerja yang mempunyai keterampilan rendah bekerja dengan usaha yang lebih sungguh-sungguh sebagai imbangannya.

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 pekerjaan membutuhkan kondisi ideal masing-masing. Suatu pekerjaan yang dianggap *good* untuk suatu pekerjaan dapat saja dirasakan sebagai *fair* atau bahkan *poor* bagi pekerjaan 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 lain yang harus diperhatikan adalah konsistensi, karena kenyataan bahwa pada setiap pengukuran waktu angka-angka yang dicatat tidak pernah semuanya sama; waktu penyelesaian yang ditunjukkan pekerja selalu berubah-ubah dari satu siklus ke siklus lainnya. Faktor konsistensi ini dibagi ke dalam 6 kelas, yaitu *perfect, excellent, good, average, fair* dan *poor*. Seseorang yang bekerja *perfect* adalah yang dapat bekerja dengan waktu penyelesaian yang boleh dikatakan tetap dari saat ke saat. Sebaliknya konsistensi yang *poor* terjadi bila waktu-waktu penyelesaiannya berselisih jauh dari rata-rata secara acak. Konsistensi rata-rata atau *average* adalah bila selisih

antara waktu penyelesaian dengan rata-ratanya tidak besar walaupun ada beberapa yang bedanya jauh.

Angka-angka yang diberikan bagi setiap kelas dari faktor-faktor diatas dapat dilihat pada tabel berikut.



Tabel 2.1 : Penyesuaian Menurut Westinghouse

| FAKTOR | KELAS | LAMBANG | PENYESUAIAN |
|----------------|----------------|----------------|-------------|
| KETRAMPILAN | Superskill | A ₁ | -0.15 |
| | | A ₂ | -0.13 |
| | Excellent | B ₁ | -0.11 |
| | | B ₂ | -0.08 |
| | Good | C ₁ | -0.06 |
| | | C ₂ | +0.03 |
| | Average | D | 0.00 |
| | Fair | E ₁ | -0.05 |
| E ₂ | | -0.10 | |
| Poor | F ₁ | -0.16 | |
| | F ₂ | -0.22 | |
| USAHA | Excessive | A1 | +0.13 |
| | | A2 | +0.12 |
| | Excellent | B1 | +0.10 |
| | | B2 | +0.08 |
| | Good | C1 | +0.05 |
| | | C2 | +0.02 |
| | Average | D | 0.00 |
| | Fair | E1 | -0.04 |
| E2 | | -0.08 | |
| Poor | F1 | -0.12 | |
| | F2 | -0.17 | |
| KONDISI KERJA | Ideal | A | -0.06 |
| | Excellent | B | -0.04 |
| | Good | C | -0.02 |
| | Average | D | 0.00 |
| | Fair | E | -0.03 |
| | Poor | F | -0.07 |
| FAKTOR | Perfect | A | +0.04 |
| | Excellent | B | +0.03 |
| | Good | C | +0.01 |
| | Average | D | 0.00 |
| | Fair | E | -0.02 |
| | Poor | F | -0.04 |

II.2.5 Kelonggaran

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. Karenanya sesuai pengukuran dan setelah mendapatkan waktu normal, kelonggaran perlu ditambahkan (16, h.159, 1980).

Yang termasuk *kelonggaran untuk kebutuhan pribadi* adalah hal-hal seperti minum sekedarnya untuk menghilangkan rasa haus, kekamar kecil, bercakap-cakap dengan teman sekerjanya untuk menghilangkan ketegangan atau kejemuhan dalam kerja. Kebutuhan-kebutuhan ini jelas terlihat sebagai sesuatu yang mutlak. Besarnya kelonggaran yang diberikan untuk kebutuhan pribadi seperti itu berbeda-beda dari satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya, karena setiap pekerjaan mempunyai karakteristik sendiri-sendiri dengan tuntutan yang berbeda pula. Berdasarkan penelitian ternyata besarnya kelonggaran ini bagi pekerja pria berbeda dari pekerja wanita.

Kelonggaran untuk rasa fatigue diperlukan karena dapat menyebabkan hasil produksi menurun baik dari segi

kualitasnya maupun dari segi kuantitasnya. Jika rasa fatigue datang dan pekerja harus bekerja untuk menghasilkan performance normalnya, maka usaha yang dikeluarkan pekerja lebih besar dari normal dan ini akan menambahkan rasa fatigue. Bila ini berlangsung terus pada akhirnya akan terjadi fatigue total yaitu jika anggota badan yang bersangkutan sudah tidak dapat melakukan gerakan kerja sama sekali walaupun sangat dikehendaki. Namun hal demikian jarang sekali terjadi karena berdasarkan pengalamannya pekerja dapat mengatur pekerjaan kerjanya sedemikian rupa sehingga lambatnya gerakan-gerakan kerja ditujukan untuk menghilangkan rasa fatigue.

Kemudian hambatan dalam pekerjaan akan selalu timbul baik itu *hambatan yang dapat dihindarkan* maupun yang *tidak dapat dihindarkan* karena berada diluar kekuasaan pekerja untuk mengendalikannya. Besarnya hambatan untuk setiap kejadian sangat bervariasi dari suatu pekerjaan ke pekerjaan lainnya bahkan dari suatu stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya karena banyaknya penyebab seperti mesin, kondisi mesin, prosedur kerja, ketelitian suplai alat dan bahan dan sebagainya.

Dari tabel kelonggaran yang terdapat pada halaman berikut dapat dihitung kelonggaran untuk ketiga hal diatas,

yaitu kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa fatigue dan hambatan yang tak terhindarkan. Untuk hal yang terakhir ini diperlukan apabila kondisi kerjanya sangat tidak teratur.

Tabel 2.2: Besarnya Kelonggaran Berdasarkan Faktor-faktor yang Berpengaruh

| FAKTOR | CONTOH PEKERJAAN | | KELONGGARAN (%) | |
|-----------------------------------|---|-----------------|-----------------|-------------|
| | | EKIVALEN BEBAN | PRIA | WANITA |
| A. TENAGA YANG DIKELUARKAN | | | | |
| 1. Dapat diabaikan | bekerja dimeja, duduk | tanpa beban | 0,0 - 6,0 | 0,0 - 6,0 |
| 2. Sangat ringan | bekerja dimeja, berdiri | 0,00 - 2,25 kg. | 6,0 - 7,5 | 6,0 - 7,5 |
| 3. Ringan | menyekop, ringan | 2,25 - 9,00 | 7,5 - 12,0 | 7,5 - 16,0 |
| 4. Sedang | meneangkut | 9,00 - 18,00 | 12,0 - 19,0 | 16,0 - 30,0 |
| 5. Berat | mengayun palu berat | 18,00 - 27,00 | 19,0 - 30,0 | |
| 6. Sangat berat | memanggul beban | 27,00 - 50,00 | 30,0 - 50,0 | |
| 7. Luar biasa berat | memanggul karung berat | dias 50 kg | | |
| B. SIKAP KERJA | | | | |
| 1. Duduk | bekerja duduk, ringan | | 0,0 - 1,0 | |
| 2. Berdiri diatas dua kaki | badan tegak, ditumpu dua kaki | | 1,0 - 2,5 | |
| 3. Berdiri diatas satu kaki | satu kaki mengerjakan alat kontrol | | 2,5 - 4,0 | |
| 4. Berbaring | pada bagian sisi, belakang atau depan badan | | 2,5 - 4,0 | |
| 5. Membungkuk | badan dibungkukkan bertumpu pada kedua kaki | | 4,0 - 10,0 | |

Tabel 2.2 (Lanjutan):

Besarnya Kelonggaran Berdasarkan Faktor-faktor yang Berpengaruh

| FAKTOR | CONTOH PEKERJAAN | KELONGGARAN (%) | |
|---|--|----------------------------|-----------------------------|
| C. GERAKAN KERJA | | | |
| 1. Normal | ayunan bebas dari palu | 0 | |
| 2. Agak Terbatas | ayunan terbatas dari palu | 0 - 5 | |
| 3. Sulit | membawa beban berat dengan satu tangan | 0 - 5 | |
| 4. Pada anggota badan terbatas | bekerja dengan tangan diatas tangan | 5 - 10 | |
| 5. Seluruh anggota badan terbatas | bekerja dilorong-lorong pertambangan yang sempit | 10 - 15 | |
| D. KELELAHAN MATA | | | |
| | | <i>Pencahayaannya baik</i> | <i>Pencahayaannya buruk</i> |
| 1. Pandangan yang terputus-putus | membaca alat ukur | 0 | 1 |
| 2. Pandangan yang hampir terputus-putus | pekerjaan yang teliti | 2 | 2 |
| 3. Pandangan terus menerus dengan fokus berbeda | memeriksa cacat pada kain | 2 | 5 |
| 4. Pandangan terus menerus dengan fokus tetap | pemeriksaan yang sangat teliti | 4 | 8 |

Tabel 2.2 (Lanjutan)

Besarnya Kelonggaran Berdasarkan Faktor-Faktor yang Berpengaruh

| FAKTOR | CONTOH PEKERJAAN | | KELONGGARAN (%) |
|--|---|------------------|----------------------|
| | TEMPERATUR (°C) | KELEMAHAN NORMAL | KELEMAHAN BERLEBIHAN |
| E. KEADAAN TEMPERATUR TEMPAT KERJA | | | |
| 1. Beku | dibawah 0 | dias 10 | dias 12 |
| 2. Rendah | 0 - 13 | 10 - 0 | 12 - 5 |
| 3. Sedang | 13 - 22 | 5 - 0 | 8 - 0 |
| 4. Normal | 22 - 28 | 0 - 5 | 0 - 8 |
| 5. Tinggi | 28 - 38 | 5 - 40 | 8 - 100 |
| 6. Sangat tinggi | dias 38 | dias 40 | dias 100 |
| F. KEADAAN ATMOSFIR | | | |
| 1. Baik | ruangan yang berventilasi baik : udara segar | | 0 |
| 2. Cukup | ventilasi kurang baik, ada bau (tidak berbahaya) | | 0 - 5 |
| 3. Kurang Baik | adanya debu beracun, atau tidak beracun banyak | | 5 - 10 |
| 4. Buruk | adanya bau-bauan berbahaya yang harus menggunakan alat pernafasan | | 10 - 20 |
| G. KEADAAN LINGKUNGAN YANG BAIK | | | |
| 1. Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah | | | 0 |
| 2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5 - 10 detik | | | 0 - 1 |
| 3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0 - 5 detik | | | 1 - 3 |
| 4. Sangat Bising | | | 0 - 5 |
| 5. Faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas | | | 0 - 5 |
| 6. Terasa adanya getaran lantai | | | 5 - 10 |
| 7. Keadaan-keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan dll) | | | 5 - 15 |

Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi bagi Pria = 0 - 2,5 % ; Wanita = 2 % - 5 %

Cara perhitungan kelonggaran dalam perhitungan waktu baku adalah dengan menjumlahkan nilai-nilai dari kelonggaran yang biasanya dalam persentase kemudian dikalikan dengan waktu normal yang telah dihitung sebelumnya.

II.3 PENGUJIAN KENORMALAN DATA

Dalam melakukan pengujian kenormalan data, sebelumnya dilakukan pendistribusian frekwensi (15, h.28 1984) data yang disebut data terkelompok. Keuntungan yang didapat dari dilakukannya data terkelompok adalah adanya gambaran menyeluruh yang jelas yang diperoleh dan dalam hubungan penting yang karenanya membuat nyata.

Secara umum aturan umum pembentukan distribusi frekwensi:

1. Tentukan bilangan terbesar dan terkecil dalam data mentah serta cari rentangnya (selisih antara bilangan terbesar dan terkecil).
 2. Menghitung banyaknya selang kelas yang diperlukan dengan menggunakan rumus dari Sturges $k = 3,3 \log N + 1$
Atau bagi rentang dalam sejumlah tertentu selang kelas yang mempunyai ukuran sama. Jika ini tidak mungkin, gunakan selang kelas yang berukuran berbeda atau selang kelas terbuka. Selang kelas juga dipilih sehingga markah
-

kelas atau titik tengah berimpit dengan data pengamatan yang sebenarnya. Ini cenderung untuk mengurangi apa yang disebut *galat pengelompokan*. Tetapi batas kelas harus tidak berimpit dengan data pengamatan yang sebenarnya.

3. Tentukan banyaknya pengamatan yang jatuh ke dalam tiap selang kelas, yaitu temukan frekwensi kelas.

II.3.1 Kurva Normal

Salah satu contoh paling penting dari suatu distribusi probabilitas kontinu adalah distribusi normal yang didefinisikan oleh persamaan:

$$Y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\frac{(X-\mu)^2}{\sigma^2}}$$

Kurva normal sangat bergantung pada nilai tengah dan simpangan baku sebaran yang diselidiki. Dengan demikian luas daerah dibawah kurva adalah nilai x_1 dan x_2 pastilah bergantung pula pada *nilai tengah* dan *simpangan baku*.

Untuk menghindari dari keharusan menggunakan kalkulus integral, dapat digunakan tabel. Setiap pengamatan yang berasal dari sembarang peubah acak normal x dapat ditransformasikan menjadi suatu nilai peubah acak normal baku dengan nilai tengah nol dan variansi satu. Hal ini

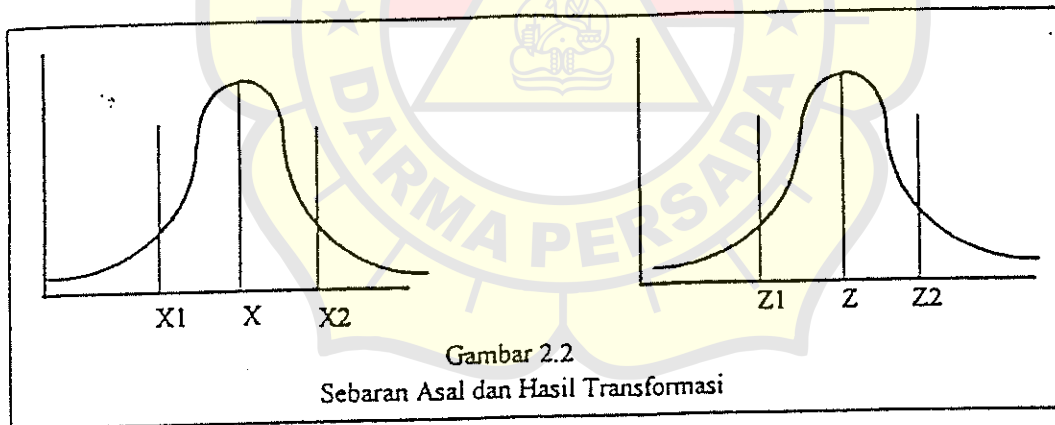
dapat dilakukan dengan melalui transformasi rumus:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad \text{nilai tengah } Z = 0$$

Bila X berharga antara $x = x_1$ dan $x = x_2$, maka peubah acak Z berada diantara nilai-nilai padanannya.

Sebaran asal dan sebaran hasil transformasi diilustrasikan seperti gambar 2.2, karena semua nilai X yang jatuh diantara x_1 dan x_2 mempunyai nilai-nilai Z padanannya antara z_1 dan z_2 sama dengan luas daerah dibawah kurva Z antara nilai hasil transformasi $z = z_1$ dan $z = z_2$. Dengan demikian :

$$P(x_1 < X < x_2) = P(z_1 < Z < z_2).$$



Gambar 2.2 : Sebaran Asal dan hasil Transformasi

II.3.2 Uji Kebaikan Suai

Uji ini dilakukan untuk menentukan sejauh mana distribusi-distribusi teoritis sesuai dengan distribusi-distribusi empiris, yaitu yang diperoleh dari data sampel atau dengan kata lain uji kebaikan suai adalah uji antara frekwensi yang teramati dengan frekwensi harapan didasarkan pada besaran

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - e_i)^2}{e_i}$$

Sedangkan χ^2 merupakan sebuah nilai bagi peubah acak χ^2 yang sebaran penarikannya sangat menghampiri sebaran χ^2 . Masing-masing lambang menyatakan frekwensi teramati dan frekwensi harapan bagi sel ke- i .

Jika $\chi^2 = 0$, maka frekwensi-frekwensi teoritis dan yang diharapkan adalah tepat sama, sementara jika $\chi^2 > 0$ maka frekwensi-frekwensi tersebut tidak tepat sama. Semakin besar χ^2 , maka semakin besar perbedaan antara frekwensi yang diobservasi dan yang diharapkan. Banyaknya derajat bebas yang berkaitan dengan sebaran Chi Kuadrat yang digunakan disini bergantung pada dua faktor yaitu banyaknya sel dalam percobaan yang bersangkutan dan banyaknya besaran yang diperoleh dari data pengamatan yang diperlukan dalam perhitungan frekwensi harapannya.

Derajat bebas dalam Goodness of Fit Test adalah:

$$v = k - 1, \quad \text{dimana; } k = \text{jumlah kelas (sel)}$$

v = banyaknya besaran yang diperoleh dari data amatan yang diperlukan dalam perhitungan frekwensi harapan.

Persamaan diatas digunakan jika frekwensi yang diharapkan dapat dihitung tanpa harus menduga parameter populasi dari statistik sampel. Sedangkan bila frekwensi yang diharapkan dapat dihitung hanya dengan menduga m parameter populasi dari statistik sampel maka persamaan yang digunakan adalah $v = k - 1 - m$.

II.4 PENGERTIAN LINTASAN PRODUKSI

Lintasan produksi atau lintasan assembling adalah penataan dari ruangan kerja dimana operasi-operasi ditempatkan secara berurutan sama lain, yang mana benda kerja bergerak secara kontinu dan dengan kecepatan yang sama melalui suatu serial operasi-operasi yang seimbang pada satu lintasan langsung yang wajar sampai seluruh pekerjaan selesai (14, h.11-90, 1971).

Menurut Sawyer (17, h.17-25, 1970), lintasan produksi

didefinisikan sebagai suatu seri dari urutan-urutan (sequence) proses pengerjaan yang diperlukan untuk memproduksi suatu barang atau produk.

Pada dasarnya lintasan produksi terdiri dari dua bagian penting, yaitu :

1. Mesin-mesin atau tempat-tempat kerja.
2. Pekerja-pekerja yang melaksanakan tugas-tugas tertentu pada tempat atau mesin-mesin yang tertentu.

Berdasarkan karakteristik proses pengerjaan yang dilakukan, lintasan produksi dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu :

1. Lintasan pabrikasi (fabrication line), yaitu suatu lintasan produksi yang terdiri dari sejumlah operasi pengerjaan yang bersifat membentuk atau merubah sifat-sifat fisis dan atau kimia dari suatu benda kerja.
2. Lintasan assembling (assembly line), yaitu suatu lintasan produksi yang terdiri dari sejumlah operasi yang dikerjakan diberbagai tempat kerja.

Keuntungan dari penggunaan lintasan produksi ini antara lain : (14, h.11-90, 1971).

1. Pergerakan dengan jarak minimum (The principle of minimum distance), dimana dengan diaturnya susunan dan urutan tempat kerja maka suatu operasi dapat dimulai pada tempat

dimana operasi sebelumnya selesai.

2. Aliran benda kerja yang kontinu pada kecepatan yang sama (The principle of flow or work).
3. Adanya pembagian tugas (The principle of division of labor), dimana penggunaan tenaga kerja akan efisien dengan memberikan sebagian pekerjaan kepada tiap-tiap pekerja, membagi pekerjaan dan menempatkan pekerjaan sesuai dengan kecepatannya masing-masing.
4. Adanya operasi yang simultan (The principle of simultation operation), dimana setiap bagian operasi dikerjakan pada saat yang bersamaan di seluruh lintasan.
5. Perjalanan benda kerja yang tetap (The principle of fixed routing), dimana perjalanan benda kerja yang tetap akan memperkecil penyebaran atau benda kerja tercecer.
6. Memungkinkan tercapainya kondisi minimum waktu atau material didalam proses (The principle of minimum time or material in proses) dalam menghasilkan unit produk.

Lay-out dari lintasan produksi dikenal sebagai produk lay-out, dimana susunan peralatan dan pekerjaan diatur menurut urutan proses produksi.

Untuk menunjang kelangsungan lintasan produksi dengan baik perlu diperhatikan beberapa faktor, yaitu :

1. Jumlah produksi atau volume produksi harus diperhitungkan
-

untuk dapat menutup biaya set-up dari lintasan.

2. Keseimbangan, waktu yang diperlukan untuk setiap operasi dalam lintasan produksi sedapat mungkin sama, hal ini biasanya dinyatakan sebagai waktu yang dibebankan pada setiap stasiun kerja.
3. Kontinuitas, aliran benda kerja harus diusahakan berjalan kontinu untuk mencegah tertumpuknya benda kerja di suatu tempat dan terjadi kekosongan di tempat lain.

Keseimbangan lintasan produksi dapat mengubah jumlah stasiun kerja dan atau waktu siklus dengan cara mencoba-coba untuk menemukan unit kerja yang cocok pada tiap stasiun kerja, yang akan mengoptimalkan kriteria tujuan. Pembatas fleksibilitas dari alokasi unit kerja ditentukan oleh adanya saling kebergantungan dan zoning (daerah penempatan). Konstruksi kebergantungan operasi pengerjaan serta zoning dapat digambarkan pada suatu model yang disebut dengan *Precedence Diagram*.

II.5 KAPASITAS PRODUKSI

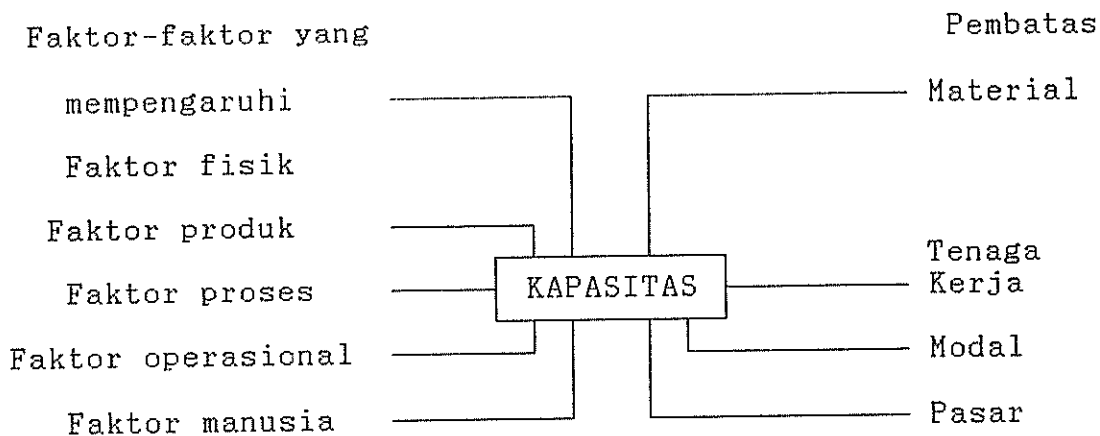
Terdapat beberapa definisi yang perlu dijelaskan sehubungan dengan kapasitas produksi, antara lain pengertian kapasitas, kapasitas efektif dan efisiensi.

Yang dimaksud *kapasitas produksi* adalah rata-rata

output dari suatu proses produksi, yaitu kuantitas output sesuai dengan waktu yang diberikan/tersedia, dan kuantitas ini merupakan hasil yang tertinggi yang mungkin dapat dicapai selama waktu tersebut (11, h.92, 1977). Definisi lain menyatakan bahwa kapasitas adalah output maksimum dari suatu mesin atau proses tanpa pengaruh faktor luar dan faktor dalam perusahaan. Adapun kapasitas efektif adalah total barang atau jasa yang dapat dihasilkan selama periode waktu kerja yang diberikan sesuai dengan kondisi operasi tertentu, intensitas kerja, spesifikasi produk, kondisi pabrik, peralatan dan lain-lain. Hubungan antar output aktual yang dicapai dan kapasitas efektif disebut efisiensi. Hubungan ini biasanya dinyatakan dengan persentase (3, h.62, 1967).

Kapasitas produksi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain faktor fisik, produk, proses, operasional dan faktor manusia, serta dibatasi oleh faktor pembatas seperti material, tenaga kerja, finansial dan pasar.

Faktor-faktor yang mempengaruhi dan pembatas kapasitas dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 : Faktor-faktor yang mempengaruhi Kapasitas dan yang membatasinya.

Faktor fisik, antara lain lokasi pabrik, disain pabrik, tata letak pabrik, lingkungan pabrik, dan sistem material handling.

Faktor produk, terdiri dari disain produk, standarisasi dan penyederhanaan, produk campuran kualitas dan material yang diperlukan.

Faktor proses, terdiri dari pembatasan kuantitas dari suatu proses produksi atau mesin yang digunakan serta kualitasnya.

Faktor manusia, terdiri dari intensitas kerja, jumlah pekerjaan, metoda kerja, lingkungan kerja, moral, kompensasi dan pengalaman.

Penelahaan kapasitas produksi diperlukan untuk

menyusun rencana produksi. Karena produk yang direncanakan akan diproduksi pada suatu periode dimasa depan, harus memenuhi beberapa syarat (2, h.128, 1977), yaitu:

- * harus dapat diproduksi pada saat itu,
- * harus dapat dikerjakan oleh perusahaan pabrik yang bersangkutan,
- * dan harus sesuai dengan atau dapat memenuhi permintaan pasar, baik harga, kuantitas, kualitas maupun waktu yang diminta.

Hubungan antara waktu yang tersedia, waktu yang dibutuhkan, jumlah pekerja serta efisiensi kerja secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Q = \frac{t_a \times 60}{T_c}$$

atau

$$E = \frac{Q \times T_c}{t_a}$$

Dimana :
Q = Kapasitas produksi efektif
t_a = Waktu yang tersedia (menit)
E = Efisiensi kerja
T_c = Cycle time (menit)

Pada kenyataannya, permintaan pasar tidak selalu sesuai dengan kapasitas yang dimiliki oleh perusahaan pabrik. Ada

beberapa alternatif yang dapat diambil untuk meningkatkan kapasitas produksi (3, h.110, 1967) guna memenuhi target sesuai dengan banyaknya pesanan.

Alternatif-alternatif tersebut adalah :

1. Pemakaian persediaan untuk kekurangan yang sifatnya musiman.
2. Penambahan mesin, peralatan dan tenaga kerja.
3. Menambah jam kerja lembur.
4. Pembelian bahan yang diperlukan dari luar sumber yang tersedia.
5. Perbaikan dan peningkatan metoda, program pemeliharaan dan kegiatan internal lainnya untuk meningkatkan output produksi.

II.6 PETA PROSES OPERASI/KERJA

Peta-peta operasi merupakan salah satu alat yang sistematis dan jelas untuk berkomunikasi secara luas dan sekaligus melalui peta-peta kerja ini kita mendapatkan informasi-informasi yang diperlukan untuk memperbaiki suatu metoda kerja.

Jadi peta kerja dapat didefinisikan (16, h.17, 1980) sebagai suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan jelas (biasanya kerja produksi). Lewat

peta-peta ini kita bisa melihat semua langkah atau kejadian yang dialami oleh suatu benda kerja dari mulai masuk ke pabrik (berbentuk bahan baku); kemudian menggambarkan semua langkah yang dialaminya, seperti transportasi, operasi mesin, pemeriksaan, dan perakitan; sampai akhirnya menjadi produk jadi, baik produk lengkap atau merupakan bagian dari suatu produk lengkap.

II.6.1 Simbol Peta Operasi/Kerja

Simbol peta kerja yang ada sekarang ini dikembangkan oleh Gilberth (16, h.17, 1980). Pada saat itu, untuk membuat suatu peta kerja, Gilberth mengusulkan 40 buah lambang yang bisa dipakai. Kemudian pada tahun berikutnya jumlah lambang-lambang tersebut disederhanakan, sehingga hanya tinggal 4 macam.

Lambang-lambang dibawah ini merupakan modifikasi dari lambang yang digunakan oleh Gilberth, (16, h.18, 1980) yaitu lingkaran kecil diganti dengan anak panah untuk kejadian transportasi dan menambah lambang baru (D) untuk kejadian menunggu.

Lambang-lambang tersebut diuraikan sebagai berikut :

0 Operasi

Proses operasi terjadi apabila benda kerja

mengalami perubahan fisik/kimiawi, mengambil informasi, dan memberikan informasi.

□ Pemeriksaan

Proses pemeriksaan terjadi apabila benda kerja/peralatan mengalami pemeriksaan kualitas/kuantitas.

→ Transportasi

Proses transportasi terjadi apabila benda kerja, pekerja atau perlengkapan mengalami pemindahan tempat yang bukan bagian dari suatu operasi.

D Menunggu

Proses menunggu apabila benda kerja/pekerja/peralatan tidak mengalami kegiatan.

Penyimpanan

Proses penyimpanan terjadi apabila benda kerja disimpan dalam jangka waktu yang lama.

○ Operasi dan Pemeriksaan

Proses ini terjadi apabila operasi dan pemeriksaan dilakukan secara bersama-sama.

II.6.2 Kegunaan Peta Proses Operasi

Guna peta proses operasi adalah :

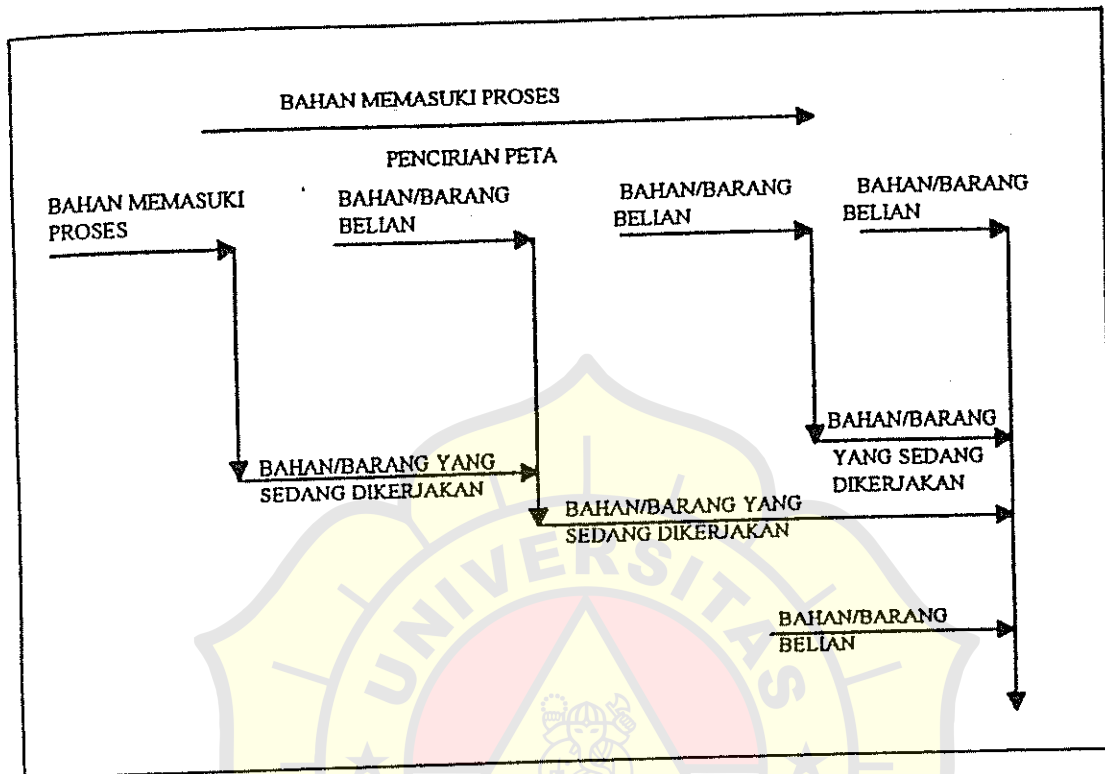
- * Bisa mengetahui kebutuhan akan mesin dan penganggarnya.
- * Bisa memperkirakan kebutuhan akan bahan baku.

- * Sebagai alat untuk menentukan tata letak pabrik.
- * Sebagai alat untuk menentukan perbaikan cara kerja yang sedang dipakai.

II.6.3 Prinsip-prinsip Pembuatan Peta Proses Operasi

Prinsip pembuatan peta proses operasi adalah :

- * Pertama pada baris atas perlu dituliskan "Peta Proses Operasi" dan seterusnya tulis semua identifikasi kerja seperti nama obyek, nomor gambar kerja dan lain-lain.
 - * Nama dan spesifikasi material yang akan diproses diletakkan diatas garis horizontal yang menunjukkan bahwa material tersebut masuk dalam proses operasi kerja.
 - * Lambang atau simbol ditempatkan dalam arah vertikal secara berurutan sesuai dengan urutan operasi yang diperlukan untuk pembuatan produk tersebut atau sesuai dengan proses yang terjadi. Penomoran terhadap kegiatan inspeksi diberikan tersendiri.
 - * Agar diperoleh gambar peta proses operasi yang baik, maka produk yang paling banyak memerlukan langkah-langkah proses operasi harus dipetakan terlebih dahulu dan digambarkan pada garis vertikal paling kanan.
-

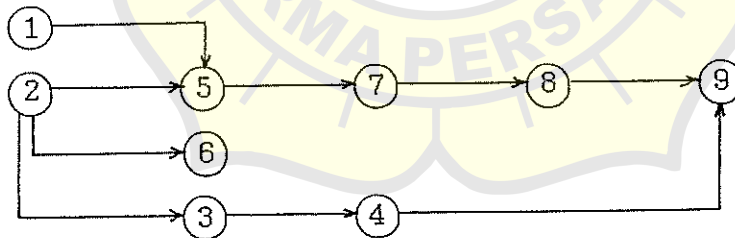


Gambar 2.4 : Prinsip Penggambaran Peta Proses Operasi

II.7 PENGERTIAN PRECEDENCE DIAGRAM

Precedence Diagram merupakan gambaran secara grafis dari suatu urutan pekerjaan yang memperlihatkan keseluruhan operasi pengerjaan dan kebergantungan masing-masing operasi tersebut. Contoh diagram dapat dilihat pada gambar 2.5

Operasi diberi tanda lingkaran dengan nomor didalam lingkaran yang membedakan macam pekerjaan dan angka diluar lingkaran menyatakan waktu pengerjaan masing-masing pekerjaan atau operasinya. Sedangkan kebergantungan setiap operasi digambarkan dengan anak panah. Sebagai gambaran, pada gambar 2.5 dapat dilihat bahwa operasi nomor 5 baru dapat dikerjakan apabila operasi nomor 1 dan 2 sudah selesai dikerjakan. Demikian juga dengan operasi nomor 6 dan 3 baru dapat dikerjakan apabila operasi nomor 2 selesai dikerjakan. Operasi nomor 5, 6 dan 3 tidak memiliki hubungan kebergantungan satu sama lain (kemungkinan dapat dikerjakan bersama sama atau pada saat yang bersamaan). Demikian seterusnya sampai operasi terakhir nomor 9, operasi ini akan menunggu sampai selesainya operasi nomor 8 dan nomor 4 selesai dikerjakan.



Gambar 2.5 : Contoh Precedence Diagram

II.8 LINE BALANCING (KESEIMBANGAN LINTASAN)

Masalah keseimbangan lintasan berkembang dari masalah lintasan produksi yang beroperasi secara besar-besaran, dimana aktivitas-aktivitas yang dibutuhkan dalam proses tersebut harus dibagi secara merata kepada masing-masing stasiunnya. Masalah utama dalam keseimbangan lintasan adalah peningkatan efisiensi kerja dan penugasan operator yang tepat dan merata (6, h.183, 1980).

Ada beberapa definisi yang perlu dijelaskan sehubungan dengan masalah keseimbangan lintasan, antara lain: Keseimbangan Lintasan, Stasiun Produksi dan Cycle Time.

Keseimbangan lintasan dapat dikatakan sebagai suatu jadwal atau daftar pekerjaan dari suatu lintasan produksi dengan pemerataan beban kerja untuk masing-masing stasiun produksi, atau sama halnya dengan penyeimbangan dan pengalokasian sumber. Keseimbangan Lintasan berusaha untuk meminimumkan jumlah stasiun produksi sesuai dengan Cycle Time yang ditetapkan, atau meminimumkan cycle time (memaksimumkan rata-rata produksi) sesuai dengan jumlah stasiun yang ditetapkan (4, h.246, 1982).

Juga definisi lain menyatakan bahwa *Keseimbangan Lintasan* adalah suatu keadaan operasi produksi yang saling bergantung yang mempunyai waktu penyelesaian atau cycle

time yang sama atau kira-kira sama, sehingga diharapkan proses penyelesaian dari suatu operasi/aktivitas ke operasi selanjutnya berjalan lancar dengan kecepatan yang tetap dan tepat (6, h.66-70, 1980)

Adapun yang dimaksud dengan Produksi adalah sekelompok pekerjaan dari suatu lintasan produksi yang memerlukan keahlian khusus, yang dapat diselesaikan oleh seorang operator atau satu peralatan/mesin otomatis sesuai dengan cycle time yang ditetapkan.

Yang dimaksud dengan Cycle Time (Waktu Siklus) adalah waktu penyelesaian yang didasarkan pada rata-rata produksi dari suatu lintasan produksi. Misalnya jika rata-rata produksi perjam 10 unit, maka cycle-timanya adalah 6 menit per-unit.

Dari uraian diatas, maka jelaslah bahwa dalam keseimbangan lintasan produksi, kecepatan rata-rata produksi yang diperlukan dihitung berdasarkan waktu penyelesaian sejumlah komponen pada setiap stasiun kerja pada suatu lintasan produksi. Waktu penyelesaian ini disebut sebagai cycle time, atau karena digunakan untuk menentukan keseimbangan lintasan produksi disebut juga sebagai faktor keseimbangan lintasan (Balancing Faktor).

Jadi, Cycle Time adalah periode pada satu stasiun

produksi yang dimulai dari saat dilakukannya operasi terhadap satu benda kerja sampai selesainya operasi yang terakhir, waktu yang diperlukan oleh satu stasiun produksi untuk menyelesaikan satuan jumlah tertentu benda kerja yang menjadi tugasnya.

Untuk memberikan gambaran lebih jelas akan diberikan suatu contoh. Misalnya kita mempunyai delapan pekerjaan/aktivitas yang harus diselesaikan dalam suatu lintasan produksi, seperti berikut ini :

| | | | | | | | | |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Aktivitas | a1 | a2 | a3 | a4 | a5 | a6 | a7 | a8 |
| Waktu Aktivitas | 3 | 1 | 2 | 5 | 4 | 4 | 7 | 1 |

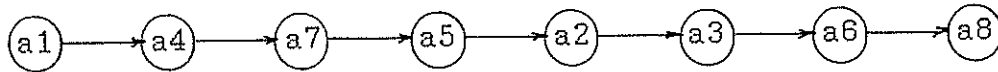
Waktu penyelesaian satu unit produk adalah waktu keseluruhan aktivitas-aktivitas tersebut yaitu 27 menit.

Waktu penyelesaian satu unit produk dapat lebih kecil dari 27 menit. Apabila diharapkan rata-rata produksi per-jam 6 unit produk, maka cycle-timanya adalah 10 menit.

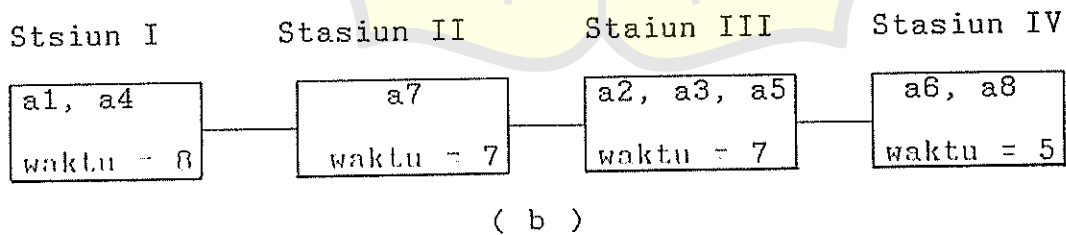
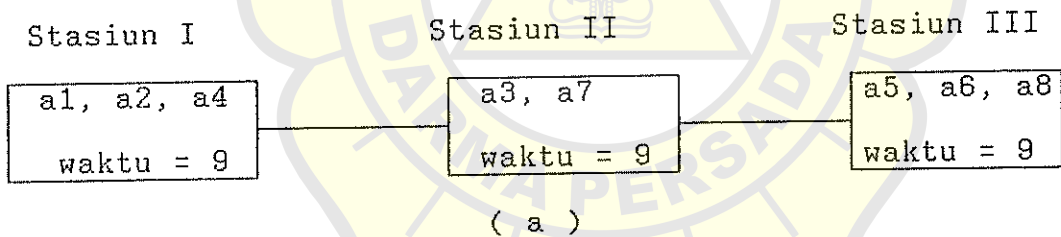
Misalnya untuk contoh diatas ditentukan cycle timanya 9 menit, dan urutan aktivitasnya bebas (tidak ada kebergantungan aktivitas), maka jumlah stasiun optimumnya adalah 3 buah, seperti diperlihatkan pada gambar 2.6a.

Dalam kebanyakan stasiun nyata, tentu saja aktivitas

yang diperlukan akan memiliki kebergantungan, artinya satu aktivitas akan saling bergantung dengan aktivitas yang lainnya. Untuk contoh kasus diatas, sekarang diasumsikan bahwa urutan aktivitas memiliki rangkaian kebergantungan seperti dibawah ini.



Cycle yang diharapkan tetap 6 menit, maka dapat dibuat keseimbangan lintasan seperti pada gambar 2.6b, sekarang jumlah stasiunnya bertambah menjadi 4 buah, dan tentu saja rata-rata produksinya dapat ditingkatkan, karena waktu stasiun terbesarnya adalah 8 menit. Alat pengukur dari keseimbangan adalah efisiensi kerja stasiun dan efisiensi kerja lintasan.



Gambar 2.6 : Penugasan kerja untuk contoh keseimbangan lintasan.

- (a) Tanpa urutan kebergantungan aktivitas
- (b) Dengan urutan kebergantungan aktivitas

Efisiensi kerja lintasan adalah jumlah seluruh aktivitas kali 100 dibagi dengan cycle time (jumlah stasiun), atau ditulis dengan notasi sebagai berikut. (4, h.271, 1982) :

$$E1 = \frac{\sum_{i=1}^{Jst} t_i \times 100}{Tc \times Jst}$$

Gambar 2.6b mempunyai efisiensi kerja lintasan sebesar 75%. Efisiensi kerja lintasan untuk gambar 2.6a tentu saja 100%, dan merupakan efisiensi kerja lintasan terbaik. Efisiensi kerja stasiun adalah jumlah waktu aktivitas di stasiun tersebut kali 100 dibagi dengan cycle time-nya (4, 271, 1982), atau ditulis dengan notasi,

$$E1 = \frac{t_i \times 100}{Tc \times Jst}$$

$$t_i = \sum_{J=1}^K t_j$$

Dimana :

t_i = waktu stasiun ke i

j = 1,2,3,...K

K = Jumlah aktivitas dalam stasiun ke i

J_{st} = Jumlah stasiun dalam satu lintasan.

Stasiun I pada gambar 2.6b mempunyai efisiensi kerja stasiun sebesar 88,9%, Stasiun II = 77,8%, Stasiun III = 77,8% dan Stasiun IV =44,4%.

Terdapat dua macam pendekatan yang digunakan untuk menyeimbangkan lintasan produksi (17, h.16, 1970), yaitu

1. Meminimumkan jumlah stasiun kerja jika diberikan production rate (minimize the number of work stasiun for a fixed production rate). Production rate dinyatakan dengan satuan unit persatuan waktu tertentu. Pendekatan ini berusaha mencapai keseimbangan lintasan produksi berdasarkan waktu persatu cycle (waktu siklus) yang tertentu besarnya. Selanjutnya berusaha mendapatkan jumlah stasiun kerja dan waktu menganggur yang minimal untuk setiap stasiun kerja pada keseluruhan lintasan produksi.
2. Meminimumkan waktu siklus (cycle time) jika diberikan sejumlah stasiun kerja (minimize the cycle time for fixed of work stations). Pendekatan ini berdasarkan kepada

sejumlah stasiun kerja yang tertentu.

Selanjutnya berusaha untuk mencapai total waktu menganggur yang minimal dengan jalan menekan waktu siklus yang dibebankan kepada setiap stasiun kerja.

Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi, yaitu :

$$- 1 < MP < Np$$

Jumlah stasiun (MP) tidak boleh lebih besar daripada jumlah aktivitas/pekerjaan (Np), juga jumlah stasiun harus lebih besar atau sama dengan satu.

$$- t_i < T_c < T$$

Tidak ada waktu aktivitas (t_i) yang lebih besar dari cycle time (T_c), (kecuali kalau pekerjaan yang ditugaskan pada aktivitas tersebut banyak). Kemudian batasan lainnya adalah jumlah waktu aktivitas perstasiun tidak boleh melebihi cycle time yang ditetapkan, dan cycle time tidak boleh melebihi dari jumlah total waktu operasi.

II.8.1 Tinjauan Beberapa Metoda Keseimbangan Lintasan

Masalah dari keseimbangan lintasan produksi adalah bagaimana unit pekerjaan dapat didistribusikan diantara pekerjaan-pekerjaan pada stasiun kerja untuk mengoptimalkan kriteria yang diinginkan dengan memperhatikan pembatas teknologi dan ekonomi. Kriteria yang sering digunakan

adalah mamaksimumkan efisiensi kerja atau meminimumkan idle time (waktu menganggur). Idle time biasanya dinyatakan sebagai persen keseimbangan waktu senggang yang biasanya dinyatakan sebagai ukuran ketidakseimbangan lintasan produksi. Secara matematis kriteria keseimbangan waktu senggang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Waktu menganggur} = n W_s - \sum_{i=1}^n W_i$$

$$\text{Keseimbangan waktu senggang} = \frac{n W_s - \sum_{i=1}^n W_i}{n W_s} \times 100\%$$

- dimana
- : n = Jumlah stasiun kerja.
 - : W_s = Waktu stasiun terbesar/waktu daur.
 - : W_i = Waktu sebenarnya pada setiap stasiun.
i = 1,2,3,...n.

Pada prinsipnya metoda-metoda keseimbangan produksi didasarkan kepada hubungan antara :

- kecepatan produksi.
- urutan kebergantungan aktivitas.

- dan waktu yang dipergunakan untuk menyelesaikan setiap aktivitas.

Banyak sekali metoda pendekatan yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah keseimbangan lintasan produksi. Meskipun demikian tinjauan dari penyelidikan tersebut pada prinsipnya sama yaitu untuk mengoptimalkan keadaan lintasan produksi sehingga didapatkan output lintasan dengan menggunakan tenaga kerja dan fasilitas peralatan yang paling efisien.

Beberapa metoda yang dapat digunakan untuk menyeimbangkan lintasan produksi, menurut beberapa literatur (4), (6), (5), (8), (13), (11), (17) dan (18) antara lain :

1. Metoda trial and Error
2. Metoda Linier Programming
3. Metoda Programma Dinamis
4. Metoda Heuristic dan
5. Metoda Branch and Bound Assambly Line Balancing (BABALB).

(1). Metoda Trial and Error

Metoda ini dikemukakan oleh Muther pada tahun 1994 dan merupakan metoda yang paling tua. Menurut metoda ini, keseimbangan lintasan berdasarkan output mesin atau orang yang terendah. Keseimbangan lintasan produksi diusahakan

dengan mengatur penempatan operator yang paling terampil untuk pekerjaan yang paling sulit (13, 13-19, 1984).

Dalam prakteknya posisi dari masing-masing operator sepanjang lintasan produksi diatur oleh kepala regunya untuk menjaga keseimbangan.

Mekanisasi usaha menyeimbangkan lintasan produksi metoda ini adalah sebagai berikut :

- * Menyeimbangkan lintas produksi dengan mengelompokkan elemen-elemen operasi.
- * Menyeimbangkan secara sederhana dengan memindah-mindahkan operator.
- * Menyeimbangkan lagi dengan metoda grafis.

(2). Metoda Linear Programming

Metoda ini dikemukakan oleh Salveson pada tahun 1955. Salveson berusaha memecahkan persoalan keseimbangan lintasan produksi secara analitis. Metoda Linear Programming merupakan suatu pendekatan ilmiah untuk memecahkan masalah yang akan membentuk suatu hasil optimal dari persoalan yang berhubungan dan saling mempengaruhi, sebagai perubah dimana perubah-perubah ini dikuasai oleh pembatas-pembatas tertentu. Penggunaan metoda ini memerlukan pemahaman ilmu matematika yang tinggi. Kelemahan dari metoda ini adalah

lebih banyak memandang masalah secara teoritis daripada praktis.

Menurut E.J. Ignall ada beberapa bagian penting yang harus diperhatikan dalam memecahkan masalah keseimbangan lintasan produksi (13, h.15, 1984), yaitu sebagai berikut:

1. Kebergantungan antar aktivitas pekerjaan.
2. Daerah penempatan (zooning).
3. Peralatan-peralatan khusus dan
4. Pembatas-pembatas khusus.

Kriteria yang digunakan oleh E.J. Ignall ini adalah idle time yang minimum, dimana salah satu cara yang dipakai untuk meminimumkan idle time adalah untuk mencari jumlah stasiun kerja yang optimal untuk beberapa nilai waktu siklus. Cara lain yang dapat ditempuh dengan mencari suatu nilai waktu siklus untuk suatu jumlah stasiun kerja yang tertentu. Penggunaan variabel-variabel yang harus diperhatikan diatas (1,2,3 dan 4) akan membentuk kombinasi operasi untuk keperluan alokasi stasiun kerja. Disamping itu ada beberapa faktor yang dapat dianggap sebagai pembatas yang harus pula diperhatikan, yaitu sebagai berikut :

- a. Adanya kegiatan yang dapat dipecah menjadi dua atau lebih kegiatan yang mengakibatkan akan bertambahnya waktu
-

teoritis. Suatu kegiatan dapat dipecah menjadi dua atau lebih kegiatan jika secara teknologi hal itu memungkinkan dan pemecahan kegiatan tersebut diperlukan jika total waktunya sangat besar. Pemecahan kegiatan ini akan mengakibatkan bertambahnya waktu teoritis, tetapi juga sebaliknya dapat menurunkan waktu siklus minimal sehingga waktu menganggur dapat berkurang atau menjadi lebih kecil.

- b. Adanya kegiatan yang dapat dibalik, dimana akibat dari pembalikan kegiatan tersebut adalah terjadinya suatu pertambahan waktu bagi stasiun kerja yang dibalik.
- c. Beberapa pembatas zoning dapat ditambah, yang akan memperkecil kombinasi penyusunan stasiun kerja.

(3) Metode Programma Dinamis

Metoda programma dinamis (Dynamic Programming) dikemukakan oleh Jackson pada tahun 1956. Programma dinamis adalah suatu teknik matematis yang berguna dalam banyak pembuatan keputusan. Dengan metoda ini alternatif-alternatif alokasi operasi dalam stasiun kerja kurang feasible dieleminasi dengan prosedur yang sistematis. Eleminasi dilakukan berturut-turut selangkah demi selangkah pada setiap tingkat analisa kearah lintasan produksi yang optimal

sehingga alternatif dapat dibatasi.

(4). Metode Heuristic

Heuristic merupakan sebuah cabang ilmu yang termasuk falsafah logika yang bertujuan untuk menyelidiki cara-cara penemuan dan pendapatan, sebagai bahan pembantu untuk suatu penemuan. Atau dapat juga dikatakan bahwa algoritma heuristic adalah langkah-langkah atau prosedur yang digunakan untuk menghasilkan suatu pemecahan masalah suatu pendekatan yang optimal, tetapi tidak menjamin suatu solusi yang optimal (4, h.246, 1982).

Ada dua alasan mengapa metoda heuristic dipergunakan (13, h.17, 1984), yaitu:

- Beberapa masalah terlalu besar dipecahkan secara teknik analitis.
- Beberapa masalah tidak dapat dinyatakan dalam batas-batas matematik (matemathical term).

Beberapa metoda heuristic yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah keseimbangan lintasan antara lain Metoda F.R. Hoffman, Metoda M.D. Kilbridge & L. Wester, Metoda M. Tonge, Metoda Helgeson & Birnie, Mansoor dan Metoda Modle and Young.

Prinsip pemecahan dengan metoda Hoffman adalah dengan

memilih kombinasi dari aktivitas yang mempunyai slack time (kelonggaran waktu) yang terkecil. Metoda ini mempergunakan pembatas matrik bujur sangkar. Untuk menentukan keefektifan lintasan dipergunakan faktor efisiensi yang didefinisikan $\text{efisiensi} = 1 - (\text{total slack time} / \text{total waktu aktivitas})$. Kriteria utamanya adalah maksimasi efisiensi, yaitu total slack time terkecil. Metoda M.D. Kilbridge & L. Wester merupakan metoda yang menggunakan kriteria minimasi balance delay.

Teknik pemecahannya adalah dimana precedence diagram dibagi kedalam kolom-kolom, kemudian elemen-elemen pekerjaan dikelompokkan sesuai dengan kolom-kolom tersebut. Masing-masing operasi dapat dipermutasikan sesuai dengan kebergantungan aktivitasnya. Sedangkan Helgeson & Birnie prinsip dasarnya dengan meranking atau mengurut bobot posisi masing-masing aktivitas. Bobot posisi (optimal weight) adalah jumlah waktu aktivitas yang bersangkutan dengan waktu aktivitas-aktivitas yang mengikutinya. Oleh karena itu teknik ini disebut juga Ranked Positional Weight (4, h.272, 1982). Pada umumnya metoda-metoda heuristic ini merupakan metoda yang baik dan teliti.

(5) Branch and Bound Assembly Line Balancing (BABALB)

Metoda ini pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Deutsch pada tahun 1971. Prinsip utama metoda ini adalah memaksimalkan kerja dengan jumlah stasiun kerja yang diharapkan. Metoda BABALB dipergunakan untuk menyeimbangkan lintasan produksi untuk produk campuran.

Dari metoda-metoda diatas, sesuai dengan persoalan yang dihadapi dan kriteria yang diharapkan yaitu maksimasi efisiensi kerja dengan meminimumkan cycle time serta mempertimbangkan pembatas-pembatas yang ada di lapangan, maka metoda yang dapat dipergunakan adalah metoda RPW (Ranked Positioning Weight).

