

2. TEORI DASAR

Banyak hal-hal yang telah dilakukan manusia dalam usahanya untuk meningkatkan produktivitas kerja. Berbicara mengenai produktivitas kerja, maka hal ini akan selalu dikaitkan dengan pengertian efektivitas dan efisiensi kerja. Produktivitas seringkali diidentifikasikan dengan efisiensi dalam arti suatu rasio antara output dan input.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Penambahan tingkat produktivitas haruslah tetap dengan pengendalian kualitas (Quality Control) dari produk atau keluaran yang dihasilkan. Perbaikan dalam produktivitas semata-mata tidak harus melalui penambahan kecepatan bekerja (dimana jam kerja sebagai faktor masukan yang diperkecil/ dipersingkat nilai waktunya) tetapi dapat juga dengan cara meninggikan performans kerja manusianya. Faktor-faktor yang mempengaruhi usaha peningkatan produktivitas pada dasarnya ditentukan dua faktor utama, yaitu:

a. Faktor Teknis

Faktor yang berhubungan dengan pemakaian dan penerapan fasilitas produksi secara lebih baik, penerapan metode kerja yang lebih efektif dan efisien, dan atau penggunaan bahan baku yang lebih ekonomis.

b. Faktor Manusia

Faktor yang mempunyai pengaruh terhadap usaha-usaha yang dilakukan manusia di dalam menyelesaikan pekerjaan yang menjadi tugas dan tanggung jawabnya. Namun ada dua hal pokok yang menentukan, yaitu kemampuan kerja dan motivasi pekerja yang merupakan pendorong ke arah kemajuan dan peningkatan prestasi kerja.

Jelas disadari bahwa usaha-usaha untuk meningkatkan produktivitas tidaklah selalu harus dilaksanakan lewat pengembangan ataupun dari perbaikan teknologi daripada mesin atau fasilitas produksi lainnya. Banyak usaha yang telah dikembangkan justru ke arah yang lain, yaitu ke arah manusia sebagai pelaksana

kerja. Penekanan pada faktor manusia sebagai unsur penentu untuk kenaikan produktivitas dalam kondisi tertentu haruslah mendapatkan prioritas yang lebih tinggi dibandingkan faktor-faktor teknis. Di sini haruslah diusahakan untuk mengeliminir pemakaian dan penerapan teknologi yang lebih berorientasi pada proses mekanisasi atau otomatisasi yang tanpa batas, yang mana untuk ini haruslah pandai mengelola dan memanfaatkan segala sumber daya dan potensi manusia pekerja yang ada dengan sebaik-baiknya. Usaha-usaha yang dapat dilakukan dalam peningkatan produktivitas adalah penyeimbangan lintasan dan penurunan *performances losses*.

Berbicara mengenai penyeimbangan lintasan mengarah pada pengukuran waktu kerja dari operator. Sedangkan *performances losses* berbicara mengenai penurunan defect dan waktu downtime. Pembahasan berikut ini akan mengulas lebih dalam lagi mengenai pengukuran kerja, defect, dan downtime.

2.1. Penyeimbangan Lintasan

Pengukuran waktu kerja berhubungan dengan usaha-usaha untuk menetapkan waktu baku yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu pekerjaan. Secara singkat pengukuran kerja merupakan suatu metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit output yang dihasilkan. Pada garis besarnya teknik-teknik pengukuran waktu kerja dapat dibagi ke dalam dua bagian, yaitu :

1. Pengukuran waktu kerja secara langsung

Pengukurannya dilaksanakan secara langsung yaitu ditempat dimana pekerjaan yang diukur dilaksanakan. Contoh metode pengukuran waktu secara langsung, yakni metode jam henti dan sampling kerja.

2. Pengukuran kerja secara tidak langsung.

Pengukurannya tanpa si pengamat harus berada ditempat pekerjaan yang diukur. Contoh metode pengukuran dengan cara ini, yakni dengan data waktu gerakan, aktivitas data waktu baku.

Adapun yang menjadi kegunaan dari perhitungan waktu baku, diantaranya :

- Menyeimbangkan lintasan produksi
- Perencanaan kebutuhan tenaga kerja yang dibutuhkan

- Indikasi keluaran atau output yang mampu dihasilkan oleh seorang karyawan.
- Penjadwalan produksi

Langkah-langkah yang diperlukan dalam pengukuran waktu kerja dan penetapan waktu baku, khususnya untuk pengukuran waktu kerja secara langsung dengan metode jam henti adalah sebagai berikut:

2.2. Pengukuran Pendahuluan

Tujuan dari pengukuran pendahuluan ialah untuk mengetahui sasaran apa yang akan dicapai dalam pengukuran ini dan hal ini harus dikomunikasikan kepada pihak-pihak yang terkait. Dalam pengukuran pendahuluan, hal-hal yang dilakukan ialah menganalisa proses produksi dan membagi operasi kerja ke dalam elemen-elemen kerja yang sedetail mungkin tetapi dengan syarat masih dapat diamati dan diukur, kemudian dilakukan pengukuran pendahuluan.

2.3. Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data ini dilakukan dengan cara uji Kolmogorov Smirnov, dengan menggunakan *software minitab*. Uji ini dilakukan dengan menggunakan $\alpha = 5\%$ karena tingkat kepercayaan yang diinginkan adalah 95%. Pada uji ini digunakan hipotesa sebagai berikut:

H_0 = data berdistribusi normal

H_1 = data tidak berdistribusi normal

Jika $P\text{value} > \alpha$ berarti gagal tolak H_0 , sehingga data berdistribusi normal

2.4. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data ini perlu kita lakukan terlebih dahulu sebelum kita menggunakan data yang kita peroleh guna menetapkan waktu baku. Tes keseragaman data bisa dilakukan secara visual dan atau mengaplikasikan peta kontrol. Tes keseragaman data secara visual dilakukan secara sederhana, mudah dan cepat. Disini kita hanya sekedar melihat data yang terkumpul dan mengidentifikasi data yang terlalu ‘ekstrim’ (data yang terlalu besar atau terlalu kecil dan jauh menyimpang dari *trend* rata-ratanya).

Sedangkan tes keseragaman data dengan mengaplikasikan peta kontrol adalah dengan menggunakan suatu peta kontrol yang dibuat berdasarkan data hasil pengamatan. Peta kontrol ini berisi rata-rata data pengamatan ($\bar{x}$), Batas Kontrol Atas (BKA) serta Batas Kontrol Bawah (BKB) yang dicari dengan formulasi sebagai berikut:

$$BKA = \bar{X} + kSD$$

$$BKB = \bar{X} - kSD$$

dimana:

k = Posisi atau nilai standar deviasi yang diinginkan diatas maupun dibawah 'center line' atau $\bar{x}$ (nilai rata-rata data)

SD = Standar deviasi data

2.5. Uji Kecukupan Data

Tes kecukupan data dilakukan untuk menentukan jumlah data yang dibutuhkan sesuai dengan ketelitian yang diinginkan, data dikatakan cukup apabila $N' \leq N$.

$$N' = \left[\frac{k / s \sqrt{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}}{(\sum X)} \right]^2$$

dimana :

k = harga indeks, tergantung dari tingkat kepercayaan yang diinginkan, untuk tingkat kepercayaan 95 %, maka harga $k = 1.96$

s = tingkat ketelitian yang dikehendaki

X = waktu pengamatan

N = jumlah pengamatan awal

N' = jumlah pengamatan yang diperlukan

Bila $N' > N$, maka pengamatan awal perlu ditambah dengan pengamatan sebanyak $(N' - N)$.

2.6. Menentukan Besarnya *Performance Rating*

Performance rating adalah aktivitas untuk menilai atau mengevaluasi kecepatan kerja operator. Dengan melakukan rating ini diharapkan waktu kerja yang diukur bisa ‘dinormalkan’ kembali.

Guna melaksanakan pekerjaan secara normal maka dianggap bahwa operator tersebut cukup berpengalaman pada saat bekerja melaksanakannya tanpa usaha-usaha yang berlebihan sepanjang hari kerja, menguasai kerja yang ditetapkan, dan menunjukkan kesungguhan dalam menjalankan pekerjaannya.

Metode yang akan digunakan dalam pengukuran *performance rating* adalah metode *Westing House*, dimana metode ini mempertimbangkan empat faktor dalam mengevaluasi *performance rating* operator, yaitu ketrampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi (*condition*), dan konsistensi (*consistency*). Untuk itu telah ada tabel *performance rating* yang berisikan angka-angka yang berdasarkan tingkatan yang ada untuk masing-masing faktor tersebut, yang nantinya masing-masing faktor akan dipilih nilainya sesuai dengan performa yang ditunjukkan oleh operator untuk menghasilkan *performance rating*-nya, dan nantinya akan dikalikan dengan waktu yang diperoleh dari pengukuran kerja.

Berikut tabel *performance rating* dengan sistem Westinghouse :

SKILL			EFFORT		
+0.15	A1	Superskill	+0.13	A1	Superskill
+0.13	A2		+0.12	A2	
+0.11	B1	Excellent	+0.10	B1	Excellent
+0.08	B2		+0.08	B2	
+0.06	C1	Good	+0.05	C1	Good
+0.03	C2		+0.02	C2	
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.05	E1	Fair	-0.04	E1	Fair
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Poor	-0.12	F1	Poor
-0.22	F2		-0.17	F2	
CONDITION			CONSISTENCY		
+0.06	A	Ideal	+0.04	A	Ideal
+0.04	B	Excellent	+0.03	B	Excellent
+0.02	C	Good	+0.01	C	Good

0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.03	E	Fair	-0.02	E	Fair
-0.07	F	Poor	-0.04	F	Poor

2.7. Allowances (Kelonggaran)

Pada umumnya allowances meliputi tiga hal, yaitu:

- Istirahat untuk kebutuhan perorangan
Ditujukan untuk kebutuhan yang bersifat pribadi (pergi ke WC). Untuk pria biasanya berkisar antara 0 – 2.5% dan untuk wanita antara 2 – 5%.
- Kelelahan (fatigue)
Diberikan karena kelelahan fisik maupun mental setelah bekerja beberapa waktu. Faktor-faktor yang menyebabkan kelelahan diantaranya, kondisi kerja, sifat pekerjaan, kesehatan pekerja baik fisik dan mental.
- Keterlambatan yang tidak terhindarkan (*unavoidable delay*)
Diberikan untuk elemen-elemen usaha yang berhenti karena hal yang tidak dapat dihindarkan, seperti interupsi oleh supervisor, analisis, ketidaktersediaan material, gangguan mesin, mengasah peralatan potong.

2.8. Menentukan waktu baku

Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seseorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Di sini sudah meliputi kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan tersebut.

Langkah-langkah dalam menghitung waktu baku adalah sebagai berikut:

- Menghitung waktu siklus

Waktu siklus adalah jumlah seluruh waktu pengamatan yang diamati dibagi dengan banyaknya pengamatan yang dilakukan.

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

dimana:

W_s = waktu siklus

$\sum x_i$ = jumlah seluruh waktu pengamatan

N = banyaknya pengamatan

- Menghitung waktu normal

Waktu normal adalah waktu yang dibutuhkan oleh operator secara wajar untuk bekerja, yaitu dengan kecepatan yang wajar dalam artian tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat. Cara untuk menormalkan waktu kerja yaitu dengan mengalikan waktu kerja yang diperoleh dari pengamatan dengan *performance rating*-nya.

$$W_n = W_s \cdot P$$

dimana :

W_n = waktu normal

W_s = waktu siklus

P = *performance rating*

- Menghitung waktu baku

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja dengan tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, disini sudah meliputi kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan.

$$W_b = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \%allowance}$$

dimana : W_b = waktu baku

Setelah melakukan pengukuran waktu dan mendapatkan waktu baku maka dilakukan penyeimbangan lintasan. Yang dimaksud dengan keseimbangan lintasan (*line balancing*) adalah lintas produksi yang tidak ada *bottle neck*. Pada kenyataannya untuk menghilangkan *bottle neck* tidak mudah. Sehingga lintasan yang sudah diseimbangkan masih bisa terdapat *bottle neck*. Tujuan dari keseimbangan lintasan adalah untuk mendesain lintas produksi agar dapat

mengurangi atau menghilangkan bottle neck. Lintasan produksi yang bisa didesain hanyalah aliran proses yang bersifat *flowshop* yaitu antara proses yang satu dengan yang lainnya saling terkait atau suatu proses tidak bisa dilakukan kalau belum ada proses yang lain.

Bottle neck adalah suatu kondisi di mana terjadi ketidakseimbangan waktu antara stasiun kerja sehingga terjadi kemacetan aliran produk dari stasiun kerja yang satu dengan stasiun kerja yang lain. Akibatnya target produksi perusahaan tidak bisa tercapai dan perusahaan mengalami kerugian. Yang dilakukan pada keseimbangan lintasan secara garis besar adalah:

- a. mengelompokkan beberapa operasi menjadi stasiun-stasiun kerja
- b. menyusun kelompok-kelompok operasi yang akan membentuk keseimbangan lintasan produksi sehingga tidak ada bottleneck dan terjadi efisiensi lintasan (stasiun).

Dasar untuk menggabungkan operasi-operasi menjadi stasiun kerja adalah:

- a. Waktu pada setiap stasiun kerja harus lebih kecil atau sama dengan waktu siklus

Waktu siklus dapat diperoleh melalui 3 cara, yaitu:

- dari target produksi dan jam kerja dalam suatu periode (biasanya dalam 1 hari)
- dari waktu operasi terbesar
- dari trial and error atau asumsi

Menetapkan beberapa waktu siklus, lalu dihitung efisiensi lintasan untuk setiap waktu siklus. Setelah itu membandingkan efisiensi-efisiensi lintasan yang sudah dihitung dan memilih efisiensi lintasan yang terbesar. Lalu menetapkan waktu siklus berdasarkan efisiensi lintasan yang terbesar.

- b. Ketergantungan antara operasi

Suatu operasi baru bisa berjalan bila operasi-operasi tertentu sudah dilakukan. Ketergantungan antara operasi bisa diketahui melalui precedence diagram. Pada kenyataannya di lapangan sering terjadi hambatan pada pelaksanaan keseimbangan lintasan yang telah dibuat. Hambatan-hambatan itu, antara lain:

- Jenis pekerjaan

Ada jenis pekerjaan yang membutuhkan ketrampilan yang berbeda-beda.

- Fasilitas

Fasilitas yang tersedia kurang baik atau mudah rusak sehingga waktu untuk melakukan suatu operasi menjadi lebih lama dari yang seharusnya. Sehingga efisiensi lintasan menjadi rendah.

Mendesain keseimbangan lintasan dapat dilakukan melalui 2 cara yaitu:

1. Pendekatan Helgeson-Birnie (metode pembobotan)

Pendekatan ini menugaskan operasi-operasi ke dalam stasiun kerja dengan urutan berdasarkan panjang waktu dari keseluruhan jaringan. Langkah-langkah yang dilakukan untuk mendesain keseimbangan lintasan dengan pendekatan ini adalah:

- Membuat precedence diagram (diagram jaringan).
- Menghitung bobot posisi yang diperoleh dari waktu operasi yang bersangkutan dengan waktu-waktu operasi sesudah operasi tersebut yang berhubungan.
- Mengurutkan bobot posisi dari yang terbesar sampai yang terkecil
- Menentukan waktu siklus pekerja.
- Menugaskan operasi ke stasiun kerja, mulai dari operasi dengan bobot posisi terbesar. Jika waktu kumulatif lebih kecil daripada waktu siklus, maka tempatkan operasi pada stasiun kerja. Tetapi jika waktu kumulatif lebih besar daripada waktu siklus, maka tempatkan operasi dengan bobot posisi yang lebih kecil.

2. Pendekatan daerah

Pendekatan ini menugaskan operasi-operasi ke dalam stasiun kerja berdasarkan pembagian daerah. Langkah-langkah dengan pendekatan daerah, yaitu:

- Membuat diagram jaringan (precedence diagram)
- Membagi diagram tersebut ke dalam daerah-daerah dari kiri ke kanan. Tempatkan sebanyak mungkin operasi pada daerah terakhir.

- Pada daerah yang sama, urutkan operasi dari waktu operasi yang terbesar hingga terkecil.
- Mengalokasikan operasi-operasi dengan ketentuan:
 - Mulai dari daerah paling kiri
 - Untuk tiap daerah, bebaskan operasi dengan waktu operasi terbesar dulu.
- Pada akhir pembebanan untuk tiap stasiun, periksa apakah penentuan waktu dapat diterima. Jika tidak dapat, maka periksa semua operasi yang mendahuluinya.

Keseimbangan lintasan makin baik bila efisiensi lintasan semakin besar dan balancing delay semakin kecil. Efisiensi lintasan dapat dihitung untuk setiap stasiun kerja, maupun untuk total stasiun kerja. Rumus untuk menghitung efisiensi lintasan adalah sebagai berikut:

- Efisiensi lintasan suatu stasiun kerja = $\frac{\text{waktu stasiun kerja}}{\text{Waktu siklus}} \times 100\%$
- Efisiensi lintasan total (lintasan) = $\frac{\text{jumlah waktu stasiun kerja}}{\text{Jumlah stasiun x waktu siklus}} \times 100\%$

2.9. Peningkatan Kualitas

Peningkatan kualitas berkaitan dengan pemecahan masalah yang ada, yang biasanya masalah tersebut tidaklah sederhana, dan tidak bisa melakukannya secara spontan atau tanpa langkah-langkah yang jelas dan terstruktur. Kendala lain yang kemudian timbul adalah tentang alat bantu yang dapat dipergunakan secara tepat untuk menganalisis masalah dengan sebaik-baiknya. Oleh karena itu diciptakan alat-alat bantu sebagai berikut:

- Lembar periksa
- Histogram
- Diagram Pareto
- Diagram sebab-akibat
- Stratifikasi

- Diagram Tebar
- Grafik dan Peta Kendali

a. Lembar periksa

Alat ini berupa lembar pencatatan data secara mudah dan sederhana sehingga menghindari kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi dalam pengumpulan data tersebut.

Umumnya lembar periksa ini berisi pertanyaan-pertanyaan yang dibuat sedemikian rupa sehingga pencatat cukup memberikan tanda pada kolom yang tersedia dan memberikan keterangan seperlunya.

b. Histogram

Merupakan diagram batang yang berfungsi untuk menggambarkan bentuk distribusi sekumpulan data yang biasanya berupa karakteristik mutu.

Histogram ini dapat dibuat dengan cara membentuk terlebih dahulu tabel frekuensinya, kemudian diikuti dengan perhitungan statistik, baru kemudian memplot data ke dalam histogram. Hasil plot data akan memudahkan dalam menganalisis kecenderungan sekelompok data.

c. Diagram Pareto

Suatu diagram/ grafik yang menjelaskan hirarki dari masalah-masalah yang timbul, sehingga berfungsi untuk menentukan prioritas penyelesaian masalah.

Urut-urutan prioritas perbaikan untuk mengatasi permasalahan dapat dilakukan dengan memulai pada masalah dominan yang diperoleh dari diagram pareto ini. Setelah diadakannya perbaikan dapat dibuat diagram pareto baru untuk membandingkan dengan kondisi sebelumnya.

d. Diagram Sebab-akibat

Diagram ini merupakan suatu diagram yang digunakan untuk mencari semua unsur penyebab yang diduga dapat menimbulkan masalah tersebut.

Diagram ini sering juga disebut dengan diagram tulang ikan karena menyerupai bentuk susunan tulang ikan. Bagian kanan dari diagram biasanya menggambarkan akibat atau permasalahan, sedangkan cabang-cabang

tulang ikannya menggambarkan penyebab-penyebabnya. Pada umumnya bagian akibat pada diagram ini berkaitan dengan masalah kualitas. Sedangkan unsur-unsur penyebab biasanya terdiri dari faktor-faktor manusia, material, mesin, metode, dan lingkungan.

e. Stratifikasi

Merupakan suatu usaha untuk mengelompokkan kumpulan data (data kerusakan, phenomena, sebab-sebab) ke dalam kelompok-kelompok yang mempunyai karakteristik yang sama.

Dasar pengelompokkan stratifikasi sangat tergantung pada tujuan pengelompokkan, sehingga dasar pengelompokkan dapat berbeda-beda tergantung pada permasalahan. Di dalam pengendalian kualitas, stratifikasi terutama ditujukan untuk mencari faktor-faktor penyebab utama kualitas secara mudah, membantu pembuatan diagram tebar, mempermudah pengambilan kesimpulan di dalam penggunaan peta kontrol, mempelajari secara menyeluruh masalah yang dihadapi.

f. Diagram Tebar

Suatu diagram yang menggambarkan hubungan antara dua factor dengan memplot data dari kedua faktor tersebut pada suatu grafik. Dengan diagram ini kita dapat menentukan korelasi antara suatu sebab dengan akibatnya.

g. Grafik dan peta kendali

Grafik adalah suatu bentuk penyajian data yang terdiri dari garis-garis yang menghubungkan dua besaran tertentu. Peta kendali adalah suatu bentuk grafik dengan batasan-batasan yang berguna dalam menetapkan pengambilan keputusan dalam pengendalian mutu secara statistik. Dalam peta kendali batasan-batasan diperoleh dari perhitungan statistik dengan menghitung simpangan dan rata-rata dari data yang dikumpulkan.