

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Sistem Produksi

Produksi adalah suatu proses pengubahan bahan baku menjadi produk jadi (Teguh Baroto, Perencanaan dan Pengendalian Produksi, 2002, hal.13)

Proses produksi adalah aktivitas bagaimana membuat produk jadi dari bahan baku yang melibatkan mesin, energy, pengetahuan teknis, dan lain-lain (Teguh Baroto, Perencanaan dan Pengendalian Produksi, 2002, hal.13). proses produksi merupakan tindakan nyata dan dapat dilihat. Proses produksi ini terdiri atas beberapa subproses produksi.

Secara umum, kegiatan produksi / operasi merupakan suatu kegiatan yang berhubungan dengan penciptaan / pembuatan barang, jasa, atau kombinasinya, melalui proses transformasi dari masukan sumber daya produksi menjadi keluaran yang diinginkan (Eddy Herjanto, Manajemen Produksi & Operasi, Edisi Kedua, 2004, hal 3).

Sistem produksi adalah sekumpulan aktivitas untuk pembuatan suatu produk, dimana dalam pembuatan ini melibatkan tenaga kerja, bahan baku, mesin, energy, informasi, modal, dan tindakan manajemen (Teguh Baroto, Perencanaan dan Pengendalian Produksi, 2002, hal.13).

Proses diartikan sebagai suatu cara, metode dan teknik bagaimana sesungguhnya sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan dan dana) yang ada diubah untuk memperoleh suatu hasil. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan barang atau jasa (Assauri, 1995).

Produksi adalah suatu proses mengubah input menjadi output sehingga nilai barang tersebut bertambah. Input dapat berupa terdiri dari barang atau jasa yang digunakan dalam proses produksi, dan output adalah barang atau jasa yang di hasilkan dari suatu proses produksi.(sri adiningsih, 1999 : him 3-4). sedangkan menurut, sukanto dan indriy, Produksi merupakan pusat pelaksanaan kegiatan konkrit mengadakan barang-barang dan jasa-jasa. Tanpa kegiatan ini kosonglah arti suatu badan usaha.(sukanto, indriyo, 1992, him 12-13)

Produksi adalah suatu kegiatan yang mengubah input menjadi output. Kegiatan tersebut dalam ekonomi biasa di nyatakan dalam fungsi produk, Fungsi produk menunjukkan jumlah maksimum output yang dapat dihasilkan dari pemakaian sejumlah input dengan menggunakan teknologi tertentu. (sugiarto, dkk, 2002 : him 202) sedangkan menurut Ari sudarman, Produksi sering didefenisikan sebagai penciptaan guna, dimana guna berarti kemampuan barang atau jasa untuk memenuhi kebutuhan manusia(Ari Sudarman, 2004 : him 103)

Proses juga diartikan sebagai cara, metode ataupun teknik bagaimana produksi itu dilaksanakan. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan

dan menambah kegunaan (*Utility*) suatu barang dan jasa. Menurut Ahyari (2002) proses produksi adalah suatu cara, metode ataupun teknik menambah kegunaan suatu barang dan jasa dengan menggunakan faktor produksi yang ada.

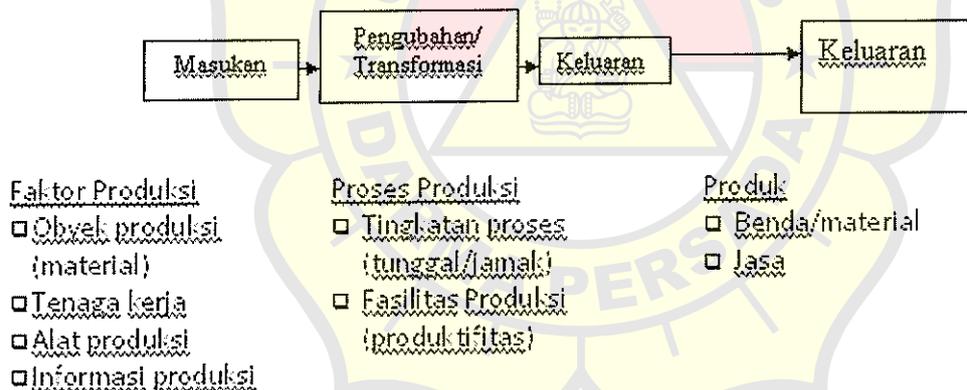
### 2.1.1 Faktor Produksi

Masukan dari system produksi adalah faktor-faktor produksi. Dalam pandangan makro factor-faktor produksi terdiri dari empat hal seperti yang dinyatakan oleh para ahli ekonomi, yaitu know how (perangkat lunak), tanah, pekerja dan modal (peralatan, mesin, gedung, bahan mentah dan sebagainya). Dalam hal ini, factor-faktor produksi diklasifikasikan menjadi empat kategori, yaitu :

- **Obyek Produksi**; adalah material-material yang dikenai aktifitas produksi, terdiri dari material utama dan material Bantu. Material utama (bahan mentah, seperti limestone, batu silica dan pasir besi) akan diubah menjadi produk melalui proses produksi.
- **Tenaga Kerja**; merupakan kemampuan manusia, baik fisik maupun mental dari setiap pekerja yang melakukan kerjasama untuk suatu tujuan yaitu menghasilkan produk.
- **Alat Produksi**; merupakan media untuk mengolah bahan menjadi produk dengan bantuan pekerja. Dapat merupakan alat produksi langsung (fasilitas produksi yang berupa mesin, perkakas, peralatan, perkakas Bantu dan sebagainya) atau alat produksi tak langsung

(tanah, jalan, bangunan, gudang dan sebagainya). Alat produksi dapat digunakan terus-menerus dalam batas waktu umur efektifnya, sebaliknya obyek produksi akan habis bila produksi telah berlangsung.

- **Informasi Produksi**; merupakan pengetahuan untuk melangsungkan proses produksi secara efektif (efisien dan ekonomis). Termasuk dalam hal ini metode produksi (prosedur teknik untuk melaksanakan proses produksi) yang mengikuti hukum teknik obyektif termasuk empiris. Ketrampilan dapat dianggap sebagai informasi produksi yang dapat dimiliki oleh perorangan melalui training yang merupakan proses transfer pengetahuan, pengalaman dan intuisi secara efektif.



Gambar 2.1. Pengertian umum dari produksi.

### 2.1.2 Proses Produksi

Jenis-jenis *proses* produksi ada berbagai macam bila ditinjau dari berbagai segi. Proses produksi dilihat dari wujudnya terbagi menjadi proses kimiawi, proses perubahan bentuk, proses *assembling*, proses transportasi

dan proses penciptaan jasa-jasa administrasi (Ahyari, 2002). Proses produksi dilihat dari arus atau *flow* bahan mentah sampai menjadi produk akhir, terbagi menjadi dua yaitu proses produksi terus-menerus (*Continuous processes*) dan proses produksi terputus-putus (*Intermittent processes*).

Perusahaan menggunakan proses produksi terus-menerus apabila di dalam perusahaan terdapat urutan-urutan yang pasti sejak dari bahan mentah sampai proses produksi akhir. Proses produksi terputus-putus apabila tidak terdapat urutan atau pola yang pasti dari bahan baku sampai dengan menjadi produk akhir atau urutan selalu berubah (Ahyari, 2002).

Penentuan tipe produksi didasarkan pada faktor-faktor seperti: (1) volume atau jumlah produk yang akan dihasilkan, (2) kualitas produk yang diisyaratkan, (3) peralatan yang tersedia untuk melaksanakan proses. Berdasarkan pertimbangan cermat mengenai faktor-faktor tersebut ditetapkan tipe proses produksi yang paling cocok untuk setiap situasi produksi. Macam tipe proses produksi dari berbagai industri dapat dibedakan sebagai berikut (Yamit, 2002):

#### 1. Proses produksi terus-menerus

Proses produksi terus-menerus adalah proses produksi barang atas dasar aliran produk dari satu operasi ke operasi berikutnya tanpa penumpukan disuatu titik dalam proses. Pada umumnya industri yang cocok dengan tipe ini adalah yang memiliki karakteristik yaitu output direncanakan

dalam jumlah besar, variasi atau jenis produk yang dihasilkan rendah dan produk bersifat standar.

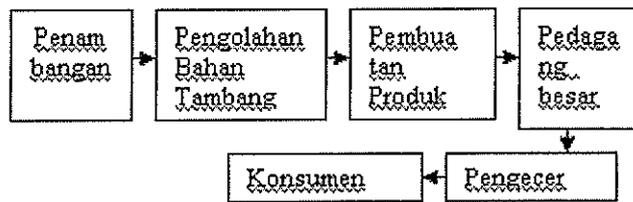
## 2. Proses produksi terputus-putus

Produk diproses dalam kumpulan produk bukan atas dasar aliran terus-menerus dalam proses produk ini. Perusahaan yang menggunakan tipe ini biasanya terdapat sekumpulan atau lebih komponen yang akan diproses atau menunggu untuk diproses, sehingga lebih banyak memerlukan persediaan barang dalam proses.

## 3. Proses produksi campuran

Proses produksi ini merupakan penggabungan dari proses produksi terus-menerus dan terputus-putus. Penggabungan ini digunakan berdasarkan kenyataan bahwa setiap perusahaan berusaha untuk memanfaatkan kapasitas secara penuh.

Proses perubahan factor-faktor produksi, khususnya bahan mentah sehingga menghasilkan produk disebut sebagai proses produksi. Umumnya terdiri dari urutan tingkatan produksi dan setiap tingkatan produksi tersebut mempunyai urutan operasi yang dilakukan dalam setiap stasiun kerja. Oleh sebab itu proses produksi mempunyai karakteristik aliran material. Ditinjau secara makro, aliran material tersebut dimulai dari penambangan, pengolahan bahan tambang, pembuatan produk, pedagang besar, pengecer sampai pada konsumen.



Gambar 2.2. Mata rantai antara para produsen dan distributor

Suatu system dapat didefinisikan secara structural atau statis, secara transformasional atau fungsi dan secara prosedural atau dinamik, dengan demikian system produksi dapat mempunyai beberapa aspek yaitu aspek structural, aspek transformasional dan aspek prosedural.

- **Aspek Struktural Sistem Produksi;** merupakan kesatuan elemen perangkat keras (seperti : perkakas dan peralatan produksi) dan peralatan Bantu (seperti material handling) serta dibantu oleh perangkat lunak yang berupa informasi produksi (metodologi teknologi) yang bertujuan mengubah obyek produksi (bahan mentah) menjadi produk spesifik guna memenuhi kebutuhan manusia.
- **Aspek Transformasional Sistem Produksi;** merupakan proses perubahan obyek produksi menjadi produk dengan produktifitas dan efisiensi optimum. Dalam hal ini system mempunyai karakteristik aliran material dan pembahasan berikutnya dibatasi hanya pada aliran material dalam pabrik. Masalah utama yang sering dihadapi adalah menentukan rancangan proses yang optimum (jalan sependek mungkin atau kecepatan aliran sebesar mungkin).

- **Aspek Prosedural Sistem Produksi**; merupakan prosedur operasi produksi yaitu system manajemen produksi yang melaksanakan pengelolaan atas perencanaan, pelaksanaan, pelaksanaan dan pengontrolan proses produksi. Manajemen produksi berusaha untuk mencapai tujuan organisasi dengan cara mengintegrasikan sumber 4M (Man, Machine, Material & Money) yang mana sebelumnya sumber-sumber tersebut tidak saling berhubungan. Dipandang dari segi system, manajemen ini mempunyai dua fungsi utama yaitu perencanaan dan pengendalian (planning & controlling).

Pada dasarnya prosedur produksi secara keseluruhan terdiri dari dua hal yaitu, strategi perencanaan produksi dan manajemen produksi operasional (taktik). Kedua hal tersebut yang pertama sering disebut sebagai strategi dan yang kedua taktik. Strategi merupakan pengambilan keputusan secara makro yang bertujuan untuk mengadaptasikan system produksi dengan lingkungannya dan biasanya diperlukan waktu yang lama. Sedangkan taktik menyangkut masalah-masalah produksi operasional dari suatu system produksi.

### **2.1.3 Pengertian Lini Produksi dan Perakitan Produk**

Lini Produksi adalah penempatan area-area kerja dimana operasi-operasi diatur secara berurutan dan material bergerak secara kontinu melalui operasi yang terangkai seimbang (Teguh Baroto, Perencanaan dan

Pengendalian Produksi, 2002, hal.192). Menurut klasifikasinya proses produksinya, lini produksi dibagi menjadi dua , yakni:

1. Lini Fabrikasi, merupakan lintasan produksi yang terdiri atas sejumlah operasi pekerjaan yang bersifat membentuk atau mengubah bentuk benda kerja.
2. Lini Perakitan, merupakan lintasan produksi yang terdiri atas sejumlah operasi perakitan yang dikerjakan pada beberapa stasiun kerja dan digabungkan menjadi benda assembly atau subassembly.

Assemble product adalah produk yang melewati urutan work stasiun dimana tiap work stasiun (Ws) memberikan proses tertentu hingga selesai menjadi produk akhir pada perakitan akhir (Teguh Baroto, Perencanaan dan Pengendalian Produksi, 2002, hal.195). Sedangkan work stasiun (Ws), adalah waktu standar untuk menyelesaikan suatu operasi (Teguh Baroto, Perencanaan dan Pengendalian Produksi, 2002, hal.195).

## **2.2 Pengertian Lintasan Produksi**

Lintasan produksi berhubungan dengan transformasi (proses transformasi) produk, yang dapat dipandang sebagai suatu rangkaian aliran yang menghubungkan masukan kepada keluaran. Dalam lintasan produksi akan dapat dianalisis bagaimana suatu barang dibuat atau bagaimana suatu jasa dihasilkan. Lintasan produksi adalah suatu proses pengerjaan yang diperlukan untuk menghasilkan produk tertentu. Dalam suatu lintasan produksi diperlukan perencanaan produksi terutama dalam pengaturan operasi yang

akan dilaksanakan. Apabila pengaturan perencanaannya tidak tetap, maka setiap tempat kerja dilintasi produksi akan mempunyai kecepatan produksi yang berbeda. Akibatnya lintasan produksi menjadi tidak seimbang karena terjadi penumpukan material di tempat-tempat kerja tertentu, yang pada akhirnya dapat menyebabkan lintasan produksi yang tidak efisien.

Pengertian efisiensi berarti bahwa proses produksi dapat berjalan dengan memakan ongkos atau biaya yang rendah dan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Tujuan tidak akan dapat dicapai apabila tidak dilakukan upaya untuk mencapainya, sedangkan upaya akan berjalan lancar apabila diatur secara sistematis, terencana dan diikuti dengan pengawasan yang tepat untuk itu. Efisiensi diartikan sebagai hubungan antara hasil nyata maupun fisik dengan masukan yang sebenarnya. Efisiensi lintasan produksi adalah memperkecil jumlah stasiun kerja dan mengurangi waktu yang tidak efektif dalam proses produksi.

Tujuan yang penting dalam merancang metode-metode untuk memproduksi jumlah hasil produksi yang sama dengan energi dan material yang sedikit serta mengganti material maupun alat-alat dengan biaya yang lebih rendah. Hal ini juga akan menambah keyakinan bahwa rancangan seperti itu dapat memungkinkan adanya produksi dengan pemakaian material sedikit mungkin serta menambah kepastian bahwa pabrik dan peralatan yang khusus untuk mengkonsumsi secara hemat dalam operasinya. Perbaikan efisiensi produksi dapat dilakukan dengan mengurangi kecelakaan kerja,

perbaikan *lay out*, dan perbaikan lintasan produksi.

### 2.3 Keseimbangan Kapasitas Lintasan Produksi

Keseimbangan lintasan produksi adalah pengalokasian kegiatan kerja yang berurutan ketempat-tempat kerja agar diperoleh pemanfaatan tenaga kerja dan sarana yang baik sehingga meminimalisasikan waktu yang menganggur (Reksohadiprojo : 1995:80). Perencanaan dan penyusunan *layout* harus diperhatikan keseimbangan kapasitas. Masalah keseimbangan aliran proses produksi ini berarti adanya keseimbangan atau persamaan kapasitas atau keluaran dari setiap tahap operasi dalam suatu runtutan lini. Bila keseimbangan tidak dijaga, keluaran maksimum yang mungkin dicapai untuk lini tersebut akan ditentukan oleh operasi yang paling lambat. Ketidakeimbangan kapasitas akan mengakibatkan penumpukan barang-barang dalam proses pada suatu bagian operasi, dan di lain pihak terjadi pengangguran pada bagian operasi lainnya.

Bila dalam suatu perusahaan terjadi ketidakseimbangan kapasitas akan menimbulkan dampak negatif, yaitu ( *Ahyari, 1985* )

- a. Menumpuknya barang setengah jadi pada suatu bagian atau mesin tertentu. Hal ini terjadi karena *output* dari mesin/ departemen sebelumnya lebih besar daripada kapasitas mesin/ departemen yang menerima *output* tersebut.
- b. Pengangguran kapasitas pada suatu mesin tertentu, hal ini terjadi apabila *output* dari mesin/ departemen yang menerima *output* tersebut.

- c. Kerugian biaya tenaga kerja langsung, hal ini terjadi karena adanya tenaga kerja yang menganggur sebagai akibat pengangguran mesin-mesin.
- d. Biaya modal cukup tinggi, karena adanya pengangguran mesin- mesin menyebabkan adanya sebagian investasi yang digunakan untuk membeli mesin-mesin tersebut sia-sia .

Secara fisik ketidakseimbangan lintasan produksi dapat dilihat dari adanya gejala menganggur pada beberapa mesin atau terjadinya penumpukan barang setengah jadi ( *work in process material* ) pada salah satu stasiun kerja yang lebih, biasanya terjadi pada stasiun kerja yang mempunyai kapasitas kerja kecil.

#### **2.4 Permasalahan Keseimbangan Lintasan Produksi**

Masalah keseimbangan lintasan produksi yaitu bagaimana mengalokasikan pekerjaan pada setiap stasiun kerja, sehingga total pekerjaan pada setiap stasiun kerja mendekati sama. bila waktu dalam stasiun yang paling lambat merupakan *cycle time* (CT) dari lintasan produksi. Sarana yang digunakan untuk penerapan adalah lintasan perakitan ( *assembly line* ) merupakan suatu lintasan produksi dimana stasiun kerja untuk menyusun suatu produk yaitu dari stasiun ke stasiun lainnya. Stasiun kerja adalah sebuah lintasan produksi dimana elemen kerja dikerjakan dalam sebuah produk. Keseimbangan lintasan produksi berawal dari adanya kombinasi penugasan kerja terhadap operator atau group operator yang melengkapi tempat kerja tertentu, sebab penugasan elemen kerja yang berbeda akan

menimbulkan perbedaan dalam jumlah waktu yang tidak produktif dan variasi jumlah pekerja yang dibutuhkan untuk menghasilkan output produksi tertentu dalam lintasan tersebut.

Pengalokasian kombinasi suatu stasiun kerja inilah yang menjadi masalah dalam menyeimbangkan lintasan produksi, yaitu dengan menyeimbangkan operasi atau stasiun kerja dengan kecepatan produksi yang diinginkan. Pada umumnya merencanakan suatu keseimbangan di dalam suatu lintasan produksi meliputi usaha yang bertujuan kondisi optimal, dimana tidak terjadi penghamburan kapasitas.

Tujuan tersebut dapat tercapai apabila :

- a. Lintasan produksi bersifat seimbang, dimana setiap stasiun kerja mendapat tugas yang sama nilainya diukur dengan waktu.
- b. Stasiun- stasiun kerja berjumlah minimum
- c. Jumlah waktu menganggur di setiap stasiun kerja sepanjang lintasan produksi.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka dapat dikatakan bahwa keseimbangan lintasan produksi tersebut didasarkan pada hubungan dari :

- a. Kecepatan produksi ( *production rate* )
- b. Operasi yang diperlukan dan urutan-urutan ketergantungan
- c. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap operasi.
- d. Jumlah operator yang melakukan operasi tersebut

Untuk menyeimbangkan suatu lintasan produksi perlu diperhatikan

adanya faktor-faktor pembatas. Diantara faktor-faktor pembatas penyelesaian masalah keseimbangan lintasan produksi adalah :

1. Pembatasan teknologi

Pembatasan ini disebut juga *precedence constraint* , yaitu pembatas proses pengerjaan yang telah tertentu. sebagai contoh suatu proses tidak mungkin dikerjakan apabila proses sebelumnya belum dikerjakan atau suatu proses harus dilakukan langsung segera setelah penyelesaian suatu proses tertentu.

2. Pembatas fasilitas

Pembatas di sini adalah akibat adanya fasilitas produksi yang tidak dapat dipindahkan.

3. Pembatasan posisi

Membatasi pengelompokan elemen-elemen karena orientasi produk terhadap operator sudah tertentu.

4. Pembatasan zona ( *Zoning constraint* )

Pembatas zona terdiri atas *Positive Zoning Constraint* (PZC) dan *Negative Zoning Constrain* (NZC). PZC berarti elemen- elemen pekerjaan tertentu harus ditempatkan saling berdekatan dalam stasiun kerja yang sama, sedangkan NZC berarti elemen- elemen pekerjaan tertentu harus ditempatkan saling berjauhan.

## 5. Pengertian line balancing

Line balancing merupakan metode penugasan sejumlah pekerjaan ke dalam stasiun-stasiun kerja yang saling berkaitan/berhubungan dalam suatu lintasan atau lini produksi sehingga setiap stasiun kerja memiliki waktu yang tidak melebihi waktu siklus dari stasiun kerja tersebut.

Menurut Gasperz (2000), line balancing merupakan penyeimbangan penugasan elemen-elemen tugas dari suatu assembly line ke work stations untuk meminimumkan banyaknya work station dan meminimumkan total harga idle time pada semua stasiun untuk tingkat output tertentu, yang dalam penyeimbangan tugas ini, kebutuhan waktu per unit produk yang di spesifikasikan untuk setiap tugas dan hubungan sekuensial harus dipertimbangkan.

Selain itu dapat pula dikatakan bahwa line balancing sebagai suatu teknik untuk menentukan product mix yang dapat dijalankan oleh suatu assembly line untuk memberikan fairly consistent flow of work melalui assembly line itu pada tingkat yang direncanakan.

Aliran proses produksi suatu departemen ke departemen yang lainnya membutuhkan waktu proses (waktu siklus) produk tersebut. Apabila terjadi hambatan/ketidakefisiensian dalam suatu departemen akan mengakibatkan tidak lancarnya material ke departemen berikutnya, sehingga terjadi waktu menunggu (delay time) dan penumpukan material.

Dalam upaya menyeimbangkan lini produksi maka tujuan utama yang ingin dicapai adalah mendapatkan tingkat efisiensi yang tinggi bagi setiap departemen dan berusaha memenuhi produksi yang telah ditetapkan, sehingga diupayakan untuk memenuhi perbedaan waktu kerja antar departemen dan memperkecil waktu tunggu.

Konsep keseimbangan lini produksi sangat cocok diterapkan untuk perusahaan bertipe produksi massal. Pada produksi penyeimbangan lintasan ini akan sangat bermanfaat. Pada produksi massal, penurunan sedikit waktu siklus produksi akan memberikan penghematan besar dalam biaya produksi. Lini produksi yang seimbang, berarti tidak ada operasi-operasi yang menganggur (idle), juga akan memberikan efisiensi yang bermuara pada optimalitas biaya produksi.

Pada produksi massal, lini produksi yang seimbang juga akan memudahkan penyiapan fasilitas dan bahan-bahan pembantu. Beberapa perusahaan mengimplementasikan keseimbangan lintasan ini secara maksimal, disertai dengan pemasangan konveyor.

#### a. Tujuan line balancing

Tujuan line balancing adalah untuk memperoleh suatu arus produksi yang lancar dalam rangka memperoleh utilisasi yang tinggi atas fasilitas, tenaga kerja, dan peralatan melalui penyeimbangan waktu kerja antar work station, dimana setiap elemen tugas dalam suatu kegiatan produk

dikelompokkan sedemikian rupa dalam beberapa stasiun kerja yang telah ditentukan sehingga diperoleh keseimbangan waktu kerja yang baik. Permulaan munculnya persoalan line balancing berasal dari ketidakseimbangan lintasan produksi yang berupa adanya work in process pada beberapa workstation.

b. Lini produksi

Lini produksi adalah penempatan area-area kerja dimana operasi-operasi diatur secara berturut-turut dan material bergerak secara kontinu melalui operasi yang terangkai seimbang.

Secara umum ada dua macam keseimbangan lintasan produksi (*line balance*) yaitu :

a. *Assembling line balancing* (lintasan perakitan)

Lintasan perakitan merupakan lintasan produksi dimana benda kerja dirakit dari satu tahapan ke tahapan berikutnya menjadi satu kesatuan.

b. *Fabrication line balancing* (lintasan fabrikasi)

Adalah suatu lintasan produksi yang terdiri dari sejumlah operasi kerja mesin-mesin produksi disusun menurut urutan proses produksi dan satu mesin untuk satu macam proses saja.

Informasi yang diperlukan dalam membuat *line balancing* baik *assembling line balancing* maupun *fabrication line balancing* adalah mendapatkan data dari macam-macam sumber. Informasinya diperlukan

antara lain :

- a. Volume produksi yang dibuat
- b. Daftar operasi kegiatan dan urutannya
- c. Waktu yang diperlukan masing-masing operasi
- d. Kapasitas masing-masing stasiun kerja.

Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari perencanaan lini produksi yang baik sebagai berikut :

- a. Jarak perpindahan material yang minim diperoleh dengan mengatur susunan dan tempat kerja
- b. Aliran benda kerja(material), mencakup gerakan dari benda kerja yang kontinu. Alirannya diukur dengan kecepatan produksi dan bukan oleh jumlah spesifik
- c. Pembagian tugas terbagi secara merata yang disesuaikan dengan keahlian masing-masing pekerjaan sehingga pemanfaatan tenaga kerja lebih efisiensi
- d. Pengerjaan operasi yang serentak yaitu setiap operasi dikerjakan pada saat yang sama di seluruh lintasan produksi
- e. Operasi unit
- f. Gerakan benda kerja tetap sesuai dengan set-up dari lintasan dan bersifat tetap
- g. Proses memerlukan waktu yang minimum.

Adapun beberapa persyaratan Persyaratan yang harus diperhatikan untuk menunjang kelangsungan lintasan produksi antara lain.

- a. Pemerataan distribusi kerja yang seimbang di setiap stasiun kerja yang terdapat di dalam suatu lintasan produksi fabrikasi atau lintasan perakitan yang bersifat manual.
- b. Pergerakan aliran benda kerja yang kontinu pada kecepatan yang seragam, Alirannya tergantung pada waktu operasi.
- c. Arah aliran material harus tetap sehingga memperkecil daerah penyebaran dan mencegah timbulnya atau setidaknya mengurangi waktu menunggu karena keterlambatan benda kerja.
- d. Produksi yang kontinu guna menghindari adanya penumpukan benda kerja di lain tempat sehingga diperlukan aliran benda kerja pada lintasan produksi secara kontinu.
- e. Keseimbangan lintasan, proses penyusunannya bersifat teoritis. Dalam praktik persyaratan di atas mutlak untuk dijadikan dasar pertimbangan.

## **2.5 Perbaikan Keseimbangan Lintasan Produksi**

Dalam merencanakan suatu keseimbangan di dalam suatu lintasan produksi meliputi usaha yang bertujuan untuk mencapai suatu kapasitas optimal. Hal tersebut dapat dicapai apabila.

- a. Lintasan produksi bersifat seimbang, dimana setiap stasiun kerja mendapat tugas yang sama nilainya jika diukur dengan waktu proses.
- b. Stasiun kerja berjumlah minimum

c. Jumlah waktu menganggur di setiap kerja sepanjang lintasan produksi minimum.

Dengan demikian kriteria yang umum digunakan untuk suatu keseimbangan lintasan produksi adalah :

a. Waktu menganggur ( *idle time* )

*Idle time* adalah waktu menganggur dari operator atau mesin terhadap proses produksi, yang dapat terjadi oleh faktor- faktor yang sulit dihindarkan maupun faktor yang sebenarnya dapat dihindari. *Idle time* dapat diperoleh dari hasil perkalian antara jumlah stasiun kerja dengan waktu stasiun kerja tersebut dikurangi dengan jumlah waktu yang sebenarnya tiap stasiun kerja.

b. Keseimbangan waktu senggang ( *balance delay* )

*Balance delay* adalah persentase keseimbangan waktu senggang antara tiap proses yang diperoleh dari perkalian jumlah stasiun kerja dengan waktu stasiun kerja terbesar, dikurangi jumlah waktu yang sebenarnya seluruh stasiun kerja kemudian dibagi dengan perkalian jumlah stasiun kerja dengan waktu stasiun kerja terbesar lalu dikalikan seratus persen.

c. Efisien ( *time efisiensi* )

*Line efisiensi* adalah efisiensi lintasan produksi yang dicapai dari pembagian antara jumlah waktu sebenarnya seluruh stasiun kerja, dengan perkalian jumlah stasiun kerja dan waktu stasiun kerja terbesar lalu dikalikan seratus persen. Secara matematis ketiga kriteria di atas dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$a. \text{ Waktu menganggur} = nW_s - \sum_{i=1}^n W_i \dots\dots\dots(2.1)$$

$$b. \text{ Efisiensi lintasan produksi} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{nW_s} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

$$c. \text{ Keseimbangan waktu senggang} = \frac{nW_s - \sum_{i=1}^n W_i}{nW_s} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

$n$  = Jumlah stasiun kerja

$W_s$  = Waktu stasiun kerja terbesar

$W_i$  = Waktu sebenarnya pada setiap stasiun kerja

$i$  = 1,2,3.....,n

Berdasarkan langkah pemecahan masalah di atas, maka dapat disimpulkan bahwa keseimbangan lintasan produksi di dasarkan pada hubungan antara

- Kecepatan produksi.
- Operasi yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap operasi.
- Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap operasi.
- Jumlah operator yang melakukan kegiatan tersebut.

## 2.6 Metode Penyelesaian Masalah Keseimbangan Lintasan Produksi

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyeimbangkan lintasan produksi, yaitu :

a. Metode Heuristik

Penyeimbang lintasan dengan menggunakan metode heuristik adalah pengurutan jadwal dengan langkah- langkah tertentu yang biasanya bersifat heratif dan akan memberikan pendekatan yang optimal. Metode ini meliputi :

b. Metode Hegelson dan Birbie (*Ranked Positional Weight Technique*)

Untuk dapat meningkatkan efisiensi suatu proses produksi, maka perlu diperhatikan faktor yang mempengaruhi kelancaran penyelesaian produk tersebut. Jumlah stasiun kerja yang digunakan merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kelancaran proses produksi. Oleh karena itu perlu mendapat perhatian selama proses berlangsung. Jumlah stasiun kerja umumnya dipengaruhi oleh besarnya waktu kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu produk pada setiap menghitung jumlah stasiun kerja yang efektif bagi suatu proses produksi. Untuk mendapatkan tingkat efisiensi yang lebih baik dan dapat merencanakan produksi yang akan datang secara lebih pasti.

Adapun langkah-langkah metode Hegelson and Birnie adalah :

- Buatlah jaringan kerja berdasarkan proses produksi yang terjadi pada pembuatan produk yang bersangkutan.
- Tentukan besarnya waktu standar bagi setiap elemen kerja, berdasarkan data hasil observasi. Waktu baku adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dilakukan secara wajar oleh seorang pekerja normal yang dilaksanakan dengan metode terbaik (*Wignjosoebroto*

, 1992).

- Tentukan waktu siklus, berdasarkan waktu kerja setiap elemen dan besarnya permintaan produk dengan rumus :

$$CT = \frac{\sum T_i}{P} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana : CT = Waktu siklus

T = Besarnya waktu kerja tiap elemen kerja

P = Besarnya permintaan produk

i = 1, 2, 3, ..., n

Atau ditentukan besarnya sama dengan waktu terbesar dari elemen kerja. Waktu siklus merupakan waktu yang tercatat selama pekerja menyelesaikan pekerjaannya. Dalam penentuan waktu siklus perlu diperhatikan kriteria bahwa

$C \leq \sum T_i$ , dengan t maksimum adalah waktu terbesar untuk menyelesaikan suatu elemen kerja yang bersangkutan.

- Tentukan jumlah stasiun kerja berdasarkan besarnya waktu siklus yang telah ditentukan atau berdasarkan kriteria maksimum  $C \leq \sum T_i$
- Membuat sebuah tabel matrik elemen kerja yang mendahului berdasarkan kerja yang mengikutinya.
- Membuat tabel pohon posisi dan hubungan yang mendahului serta tabel ranking bobot posisi.

- Selanjutnya dicoba menugaskan atau menggabungkan elemen- elemen dalam jumlah stasiun kerja yang telah ditentukan, sehingga dapat dihasilkan lintasan produksi dengan tingkat efisiensi yang lebih baik dan dapat mengurangi waktu menganggur.

Kelebihan dari metode *Ranked Positional Weight Technique* antara lain analisa berdasarkan ranking bobot posisi bukan berdasarkan pada jalur terpanjang dan sulit diterapkan untuk jaringan kerja yang murni.

c. Metode *Kilbridge and Westers (Region Approach)*

Sesuai dengan namanya metode ini dikembangkan oleh Kilbridge dan Wester, juga merupakan suatu metode coba- coba atau sering disebut metode Heuristic. Adapun langkah- langkahnya penyeimbangan sebagai berikut :

- Membuat diagram presedence dari persoalan yang dihadapi.
- Mengelompokkan daerah kiri ke kanan dalam bentuk kolom-kolom
- Menggabungkan elemen-elemen dalam stasiun kerja kita dapat memulai dari elemen- elemen kolom, pilih jumlah yang paling mendekati (sama) dengan waktu siklus dan seterusnya sampai kolom terakhir dengan kriteria besarnya nilai penggabungan elemen-elemen kerja tidak boleh melebihi waktu siklus.
- Apabila ada elemen- elemen yang belum tergabung dengan elemen di daerah precedence di kanannya dengan memperhatikan batasan precedence.
- Proses berlanjut semua elemen bergabung dalam suatu stasiun kerja.

Kelebihan metode *Kilbridge and Western's Heuristic* adalah :

- Relatif lebih mudah diterapkan untuk jaringan kerja yang rumit.
- Semua elemen yang tergabung dalam sebuah kolom independen karenanya bisa dipermutasikan diantara dalam berbagai cara.
- Elemen- elemen juga bisa ditransfer dari satu kolom ke kolom yang lain di kanan tanpa mengubah precedence.

Sedangkan kekurangannya adalah :

- Sulit diterapkan untuk perusahaan dengan multi produk.
- Berulangkali dalam menggabungkan elemen kegiatannya.

#### d. Metode *Largest Candidate Rule (LCR)*

Pada dasarnya adalah menggabungkan proses-proses berdasarkan pengurutan operasi dari waktu terbesar. Sebelum penggabungan harus ditentukan dahulu waktu siklusnya waktu siklus tersebut dijadikan pembatas untuk menggabungkan operasi dalam satu stasiun kerja.

Langkah- langkah penyeimbangan dengan metode LCR :

1. Buat daftar elemen dengan urutan waktu proses terbesar, makin ke bawah makin kecil.
2. Tempatkan beberapa elemen pada kerja pertama dengan memperhatikan urutan pengerjaan dalam jumlah waktu siklus pada stasiun kerja tersebut.
3. Tempatkan beberapa elemen pada stasiun kerja berikutnya dengan cara seperti nomor 2

4. Ulangi proses nomor 2 dan 3 sampai semua elemen masuk dalam stasiun kerja.

## 2.7 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti biasanya diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang. Dari hasil pengukuran akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan dimana waktu ini akan digunakan sebagai standar penyelesaian pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama. Untuk memudahkan pelaksanaan pengukuran waktu, pekerjaan yang diukur bisa dipecah untuk diuraikan menjadi beberapa elemen pekerjaan dinamakan waktu siklus. Jadi waktu siklus merupakan waktu penyelesaian satu satuan produk sejak bahan mulai diproses di tempat kerja yang bersangkutan ( *Sutalaksana* , 1979)

Pengukuran kerja adalah metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikonstruksikan dengan unit *output* yang dihasilkan. Pengukuran kerja ini akan berhubungan dengan usaha-usaha untuk menetapkan batas waktu. Waktu standar atau waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan seseorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

Pada garis besarnya teknik pengukuran waktu kerja dapat dikelompokkan dalam dua bagian, yaitu :

1. Pengukuran waktu kerja secara langsung

Yaitu pengukuran yang dilakukan secara langsung di tempat dimana pekerjaan yang diukur dijalankan ada dua cara pengukuran di dalamnya yaitu dengan menggunakan jam henti (*stopwatch time study*) dan sampling kerja (*work sampling*).

## 2. Pengukuran waktu kerja secara tidak langsung

Yaitu perhitungan waktu kerja tanpa pengamat berada di tempat pekerjaan yang diukur. Pengukuran waktu kerja dengan jam henti diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung secara singkat dan berulang-ulang. Dari hasil pengukuran akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan dan waktu kerja tersebut akan digunakan sebagai standar penyelesaian bagi semua elemen-elemen pekerjaan yang akan menyelesaikan pekerjaan yang sama.

Ada tiga metode yang umum digunakan untuk mengukur elemen-elemen kerja dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*) yaitu :

### 1. Secara terus-menerus (*continuos timing*)

Pengamatan kerja akan menekan tombol *stop watch* pada saat elemen kerja pertama dimulai dan membiarkan jarum penunjuk berjalan terus-menerus sampai periode atau siklus kerja selesai berlangsung.

### 2. Pengukuran kerja secara berulang-ulang (*repetitive timing*)

Di sini jarum *stop watch* akan dikembalikan lagi ke posisi nol pada setiap akhir dari elemen kerja yang diukur. Setelah dicatat waktu kerja diukur kemudian tekan tombol lagi dan jarum penunjuk bergerak untuk mengukur

elemen kerja berikutnya.

### 3. Pengukuran waktu secara akumulatif

Dimungkinkan pembacaan data secara langsung untuk masing-masing elemen kerja yang ada. Di sini akan digunakan *stop watch* lebih dari satu yang akan bekerja secara bergantian.

Langkah- langkah pelaksanaan pengukuran waktu kerja dengan stopwatch ini dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. Definisikan pekerjaan yang akan diukur waktunya dan diberitahukan maksud dan tujuan pengukuran ini kepada pekerja yang diamati dan *supervisor* .
- b. Catat informasi yang berkaitan dengan penyelesaian pekerjaan ini sebagai *layout* , spesifikasikan mesin atau peralatan kerja dan sebagainya.
- c. Bagi operasi kerja dalam elemen-elemen kerja sedetail-detailnya tetapi masih dalam batas-batas kemudahan untuk pengukuran waktunya.
- d. Amati, ukur, dan catat waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan elemen-elemen kerja tersebut.
- e. Tetapkan jumlah siklus kerja yang akan diukur dan dicatat, teliti apakah jumlah siklus kerja ini memenuhi syarat atau tidak. Tes pula keseragaman data yang diperoleh.
- f. Menetapkan *Rate of Performance* dari operator. *Rate of Performance* ini ditetapkan untuk setiap elemen kerja yang diukur dengan hanya ditunjukkan untuk *performance* operator.

g. Sesuaikan waktu pengamatan berdasarkan *Performance* kerja yang ditunjukkan oleh operator sehingga akan diperoleh waktu kerja normal.

h. Tetapkan waktu longgar ( *allowance time* ) guna memberikan fleksibilitas.

Waktu longgar ini digunakan untuk menghadapi kondisi- kondisi seperti kebutuhan personil yang bersifat pribadi, faktor kelelahan, keterlambatan material dan lain-lain.

i. Tetapkan waktu baku ( *standard time* ) yaitu jumlah total waktu normal dan waktu longgar.

Dari langkah- langkah yang tersebut di atas, terlihat bahwa pengukuran kerja dengan *stop watch* merupakan suatu cara pengukuran yang objektif. Di sini juga berlaku asumsi-asumsi dasar sebagai berikut :

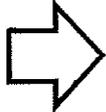
- a. Metode dan fasilitas untuk menyelesaikan pekerjaan sama dan dibakukan
- b. Operator harus memahami benar prosedur dan metode pelaksanaan kerja sebelum dilakukan pengukuran kerja.
- c. Operator mempunyai tingkat keterampilan dan kemampuan yang sama dan sesuai untuk pekerjaan itu.
- d. *Performance* kerja mampu dikendalikan pada tingkat yang sesuai untuk seluruh periode kerja yang ada.

Aktivitas pengukuran kerja dengan *stop watch* umumnya dapat diaplikasikan pada pekerjaan yang memenuhi kriteria -kriteria di bawah ini Pekerjaan tersebut harus dilakukan secara berulang-ulang dan uniform.

- a. Isi pekerjaan itu harus homogen.
- b. Hasil kerja dapat dihitung secara nyata ( *kuantitatif* ) baik secara keseluruhan ataupun untuk tiap-tiap elemen kerja yang berlangsung.
- c. Pekerjaan tersebut cukup banyak dilaksanakan dan teratur sifatnya sehingga akan memadai untuk diukur dan dihitung waktu kerjanya.

### 2.7.1 Lambang – lambang yang digunakan

Menurut catatan sejarah, peta-peta kerja yang ada sekarang ini dikembangkan oleh Gilberth. Pada saat sekarang ini, untuk membuat suatu peta kerja, Gilberth mengusulkan 40 buah lambing yang bisa dipakai, kemudian pada tahun berikutnya jumlah lambang-lambang tersebut disederhanakan, sehingga hanya tinggal 5 macam, yaitu :

-  Untuk operasi
-  Untuk pemeriksaan
-  Untuk transportasi
-  Untuk menunggu

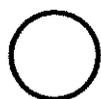


Untuk penyimpanan

Penyerdehanaan ini memudahkan pembuatan suatu peta kerja, disamping setiap notasi mempunyai fleksibilitas yang tinggi karena setiap lambang mempunyai kandungan arti yang sangat luas. Dalam tahun 1947, American Society of Mechanical Engineers (ASME) membuat standar lambang-lambang yang terdiri dari lima macam lambang.

Lambang-lambang ini merupakan modifikasi dari lambang yang digunakan oleh Gilberth, yaitu lingkaran kecil diganti dengan anak panah untuk kejadian transportasi dan menambah lambang baru untuk kejadian menunggu (Iftikar Z. Satalaksana, dkk., Teknik Tata Cara Kerja, hal.16). lambang-lambang standar dari ASME inilah yang akan digunakan dalam pembahasan-pembahasan selanjutnya.

Lambang-lambang tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :



**OPERASI**

Suatu kegiatan operasi terjadi apabila benda kerja mengalami perubahan sifat, baik sifat fisik maupun kimiawi, mengambil informasi maupun memberikan informasi pada suatu keadaan juga termasuk informasi.

Operasi merupakan kegiatan yang paling banyak terjadi dalam suatu proses (Iftikar Z. Satalaksana, dkk., Teknik Tata Cara Kerja, hal.14). Dan biasanya terjadi pada suatu mesin atau stasiun kerja, contohnya :

- Pekerjaan menyerut kayu dengan mesin serut,
- Pekerjaan mengeraskan logam,
- Pekerjaan merakit

Dalam prakteknya, lambang ini juga bisa digunakan untuk menyatakan aktifitas administrasi, misalnya : aktifitas perencanaan atau perhitungan.



### **PEMERIKSAAN**

Suatu kegiatan pemeriksaan terjadi apabila benda kerja atau peralatan mengalami pemeriksaan baik untuk segi kualitas maupun segi kuantitas. Lambang ini digunakan jika kita melakukan pemeriksaan terhadap suatu objek atau membandingkan objek tertentu dengan suatu standar.

Suatu pemeriksaan tidak menjuruskan bahan ke arah menjadi suatu barang jadi, contoh-contohnya :

- Mengukur dimensi,
- Memeriksa warna benda,
- Membaca alat ukur tekanan uap pada suatu mesin uap.



### **TRANSPORTASI**

Suatu kegiatan transportasi terjadi apabila benda kerja, pekerja atau perlengkapan mengalami perpindahan tempat yang bukan merupakan bagian dari suatu operasi.

Contoh :

- Benda kerja diangkut dari mesin bubut ke tempat mesin skrap untuk mengalami operasi berikutnya.
- Suatu objek dipindahkan dari lantai bawah ke lantai atas lewat elevator.

## **D** *MENUNGGU*

Proses menunggu terjadi apabila benda kerja, pekerja atau, perlengkapan tidak mengalami kegiatan apa-apa selain menunggu (biasanya sebentar). Kejadian ini menunjukkan bahwa suatu objek ditinggalkan untuk sementara tanpa pencatatan sampai diperlukan kembali.

Contoh :

- Objek menunggu untuk diproses atau diperiksa,
- Peti menunggu untuk dibongkar,
- Bahan menunggu untuk diangkut ketempat lain.

## **▽** *PENYIMPANAN*

Proses penyimpanan terjadi apabila benda kerja disimpan untuk jangka waktu yang cukup lama. Jika benda kerja tersebut akan diambil kembali, biasanya memerlukan suatu perizinan tertentu. Lambang ini digunakan untuk menyatakan suatu objek yang mengalami penyimpanan permanen, yaitu ditahan atau dilindungi terhadap pengeluaran tanpa seizin tertentu dan lamanya waktu adalah dua hal yang membedakan antara

kegiatan menunggu dan penyimpanan (Iftikar Z. Sutralaksana, dkk., Teknik Tata Cara Kerja, hal.18), contoh :

- Dokumen-dokumen / catatan-catatan disimpan dalam brankas,
- Bahan baku disimpan dalam gudang.

Selain kelima lambang diatas, kita bisa menggunakan lambang lain apabila merasa perlu untuk mencatat suatu aktivitas yang memang terjadi selama proses berlangsung dan tidak terungkap oleh lambang-lambang tadi. Lambang tersebut adalah:



#### **AKTIVITAS GABUNGAN**

Kegiatan ini terjadi apabila antara aktivitas operasi dan pemeriksaandilakukan secara bersamaan atau dilakukan pada suatu tempat kerja.

#### **2.7.2 Macam – macam peta kerja**

Pada dasarnya peta-peta kerja yang ada sekarang bisa dibagi dalam dua kelompok besar berdasarkan kegiatannya, yaitu :

1. Peta-peta kerja yang digunakan untuk menganalisa kegiatan kerja keseluruhan.
2. Peta-peta kerja yang digunakan untuk menganalisa kegiatan kerja setempat.

Dalam hal ini tentunya kita harus bisa membedakan antara kegiatan kerja keseluruhan dan kegiatan kerja setempat. Suatu kegiatan disebut kegiatan kerja setempat, apabila kegiatan tersebut terjadi dalam suatu stasiun kerja yang biasanya hanya melibatkan orang dan fasilitas dalam jumlah yang terbatas.

Sedangkan suatu kegiatan disebut kegiatan kerja keseluruhan, apabila kegiatan tersebut melibatkan sebagian besar atau semua fasilitas yang diperlukan untuk membuat produk yang bersangkutan. Hubungan antara kedua macam kegiatan-kegiatan diatas akan terlibat bila untuk menyelesaikan suatu produk diperlukan beberapa stasiun kerja, dimana satu sama lainnya saling berhubungan.

Masing-masing peta kerja yang akan dibahas berikut ini semuanya termasuk dalam kedua kelompok diatas, antara lain :

- Yang termasuk kelompok kegiatan kerja keseluruhan :
  - a) Peta Proses Operasi
  - b) Peta Aliran Proses
  - c) Peta Proses Kelompok Kerja
  - d) Diagram Aliran
- Yang termasuk kelompok kegiatan kerja setempat :
  - e) Peta Kerja dan Mesin
  - f) Peta Tangan Kiri dan Tangan kanan

### 2.7.3 Pengukuran Kerja

Rancangan tugas dan analisis metode mempelajari bagaimana pelaksanaan suatu tugas, sedangkan pengukuran kerja (work measurement) berkaitan dengan penentuan waktu standar. Waktu standar adalah waktu yang diperlukan oleh seorang pekerja terlebih untuk menyelesaikan suatu tugas tertentu, bekerja pada tingkat kecepatan yang berlanjut (sustainable rate), serta menggunakan metode, mesin dan peralatan, material, dan pengaturan tempat kerja tertentu (Eddy Herjanto, Manajemen Produksi & Operasi, Edisi Kedua, 2004,hal. 102).

Penentuan waktu standar merupakan hal yang penting bagi perencanaan tenaga kerja produksi (biaya dan jumlah yang diperlukan), perencanaan proses produksi (penjadwalan, pembagian tugas, keseimbangan beban dan waktu produksi), dan penentuan system insentif (Eddy Herjanto, Manajemen Produksi & Operasi, Edisi Kedua, 2004,hal. 102).

Terdapat tiga cara dalam pengukuran waktu standar, yaitu :

1. Studi waktu,
2. Waktu standar yang ditentukan sebelumnya,
3. Pengambilan sampel kerja,

### 2.7.4 Studi Waktu

Studi waktu dilaksanakan menggunakan alat jam henti (stopwatch) untuk mengamati waktu tugas. Waktu standar dihitung berdasarkan pengamatan terhadap seorang pekerja yang melaksanakan siklus tugasnya

berulang-ulang. Setelah ditetapkan, waktu standar itu diberlakukan bagi seluruh pekerja lain yang melaksanakan pekerjaan serupa. Pekerja yang dipilih adalah pekerja yang mengerti benar (terlatih) tentang tugas yang sedang diamati dan bekerja dengan menggunakan metode yang sesuai.

### **2.7.5 Pengukuran Waktu**

Dalam menganalisis suatu sistem kerja akan timbul sejumlah kriteria, yakni waktu, ongkos, beban fisiologis, dan sebagainya. Pengukuran waktu digunakan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang terlatih dan berkualitas baik untuk melakukan suatu pekerjaan dalam keadaan normal. Perlu diketahui bahwa studi waktu sebagaimana studi gerakan, melibatkan pengukuran. Pengukuran waktu digunakan untuk mengukur pekerjaan. Hasil dari pengukuran waktu kerja adalah waktu di mana seseorang cocok dengan pekerjaan dan terlatih pada metode tertentu yang akan dibutuhkan untuk memperformasi pekerjaan pada saat bekerja pada tempo yang normal atau standar (Ifthikar Z. Sutalaksana, dkk., Teknik Tata Cara Kerja, hal.117). waktu ini disebut juga sebagai waktu baku untuk operasi tersebut.

Teknik pengukuran waktu dibagi kedalam dua bagian, yaitu secara :

1. Langsung, pengukuran dilaksanakan ditempat dimana pekerjaan yang bersangkutan dijalankan, dua cara yang termasuk didalamnya adalah cara jam berhenti dan sampling pekerjaan.

2. Tidak langsung, melakukan perhitungan waktu tanpa harus berada di tempat pekerjaan yaitu dengan membaca table-tabel yang tersedia asal kan mengetahui jalannya pekerjaan melalui elemen-elemen pekerjaan atau elemen-elemen gerakan, yang termasuk kelompok ini adalah data waktu baku dan data waktu gerakan.

Pengukuran waktu adalah pekerjaan mengamati pekerja dan mencatat waktu kerjanya baik setiap elemen ataupun siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan (Iftikar Z. Satalaksana, dkk., Teknik Tata Cara Kerja, hal. 131).

Bila operator telah siap di depan mesin atau di tempat kerja lain yang waktu kerjanya akan diukur, maka pengukur memilih tempat berdiri mengamati dan mencatat. Posisi ini sebaiknya sedemikian rupa sehingga operator tidak merasa terganggu ataupun merasa canggung karena diamati, tetapi juga memudahkan pengukur dalam melakukan pengamatan. Umumnya posisi yang terbaik adalah agak menyamping di belakang operator sejauh  $\pm 1,5$  meter. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan pada saat pengukuran :

#### 1. Melakukan Pengukuran Waktu Pendahuluan

Hal pertama yang harus dilakukan adalah melakukan pengukuran waktu pendahuluan (tahap pertama) dengan tujuan untuk mengetahui berapa kali pengukuran harus dilakukan untuk tingkat-tingkat

ketelitian dan keyakinan yang telah ditetapkan pada saat menjalankan langkah penetapan tujuan pengukuran.

## 2. Melakukan Pengujian Keseragaman Data

Setelah pengukuran tahap pertama dijalankan selanjutnya pengujian keseragaman data, karena bila pengukuran kita dijalankan dengan benar dan sesuai sepenuhnya dengan system kerja yang telah ditetapkan, maka data hasil pengukurannya akan seragam (artinya berada di dalam batas control / tidak menyimpang jauh). Untuk menguji keseragaman data yang hasil pengukurannya telah didapat yang harus dilakukan adalah :

1. Kelompokkan seluruh harga yang didapat ke dalam subgroup-subgroup yang masing-masing berisi beberapa harga pengukuran yang diperoleh secara berturut-turut, dan dihitung harga rata-rata dari setiap subgroup.
2. Hitung harga rata-rata dari harga rata-rata subgroup dengan

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum x_i}{n} \dots \dots (2 - 5)$$

Dimana :  $\bar{x}$  = harga rata-rata dari subgroup ke i

N = banyaknya subgroup yang terbentuk

3. Hitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaiannya :

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}}{N-1} \dots \dots \dots (2 - 6)$$

Dimana :

$N$  = jumlah pengamatan pendahuluan yang telah dilakukan.

$x_i$  = waktu penyelesaian yang teramati selama pengukuran pendahuluan.

4. Hitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata subgroup dengan

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(2 - 7)$$

dimana:

$n$  = banyaknya subgroup

5. Tentukan batas kontrol atas dan batas kontrol bawah dengan :

$$BK = \bar{x} - 2\sigma_x \dots\dots\dots(2 - 8)$$

$$BKA = \bar{x} + 2\sigma_x \dots\dots\dots(2 - 9)$$

$$BKB = \bar{x} - 2\sigma_x \dots\dots\dots(2 - 10)$$

6. Untuk menentukan berapa harga yang diperlukan pada tingkat ketelitian 5 % dan tingkat keyakinan 95 % adalah dengan perhitungan berikut :

$$Z_{1/2\alpha} = \frac{1-\alpha}{\alpha} = \frac{1-0,95}{0,05} = 0,025 \dots\dots\dots(2 - 11)$$

$$Z = 0,5 - 0,025 = 0,475$$

$$= 1,976 \approx 2$$

Batas kontrol inilah yang merupakan batas apakah suatu subgroup “seragam” atau tidak. Jika ada hasil pengukuran diluar batas kontrol, berarti subgroup ini tidak seragam. Yang harus dilakukan terhadap subgroup yang tidak seragam adalah “membuangnya” karena berasal dari system yang

berbeda. Dengan demikian untuk perhitungan-perhitungan selanjutnya seperti untuk mencari banyaknya pengukuran yang harus dilakukan, semua data dalam subgroup tidak diperhitungkan.

### 3. Menghitung kecukupan data

setelah menguji keseragaman data, langkah yang dilakukan menghitung kecukupan data. Karena sedang tidak dilakukannya pengukuran yang banyak sekali, pengukur akan kehilangan sebagian kepastian akan ketetapan / rata-rata waktu penyelesaian yang sebenarnya. Tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan adalah pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan oleh pengukur setelah memutuskan tidak akan melakukan pengukuran yang sangat banyak (iftikar Z. sतालaksana, dkk., teknik tata cara kerja, hal. 135).

Tetapi secara intuitif hal ini data diduga yaitu bahwa semakin tinggi tingkat ketelitian dan semakin besar tingkat keyakinan, semakin banyak pengukuran yang diperlukan. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian yang sebenarnya. Hal ini biasanya dinyatakan dalam persen. Sedangkan tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian tadi. Inipun dinyatakan dalam persen. Untuk menghitung banyaknya pengukuran yang diperlukan yaitu dengan menggunakan rumus :

$$N' = \left( \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2 \dots\dots\dots (2 - 12)$$

Untuk menghitung kecukupan datanya harus ditentukan tingkat keyakinan dan tingkat ketelitiannya. Biasanya digunakan tingkat keyakinan 95 % dan tingkat ketelitian 5 %. Ini berarti pengukur membolehkan rata-rata hasil pengukurannya menyimpang sejauh 5 % dari hasil rata-rata hasil sebenarnya dan kemungkinan berhasil mendapatkan data ini adalah 95 %. Maka didapat rumus :

$$0,05\bar{x} = 2\sigma \dots\dots\dots (2 - 13)$$

$$0,05 \frac{\sum X}{N} = 2 \frac{1/N \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sqrt{N'}}$$

$$N' = \left( \frac{40 \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right)^2$$

Untuk tingkat keyakinan 90 % dan tingkat ketelitian 10 % di dapat :

$$N' = \left[ \frac{20 \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2$$

Setelah didapat harga N' maka telah dapat diketahui apakah jumlah data yang kita ambil cukup untuk digunakan sebagai sample (tidak perlu diadakan pengukuran lanjutan) dari perhitungan waktu kerja pada system yang telah kita tetapkan. Yaitu bila  $N' < N$  ( $N$ = jumlah pengamatan yang telah

dilakukan), maka hal ini berarti jumlah pengukuran yang telah kita lakukan telah cukup. Jika  $N' > N$ , berarti data yang dibutuhkan masih kurang, sehingga diperlukan adanya pengukuran lanjutan (pengukuran tahap berikutnya) serta dilakukan pula urutan kerja yang sama seperti tahap pertama. Adapun jumlah pengukuran yang diperlukan adalah sebanyak  $(N' - N)$  kali pengukuran lagi.

#### 4. Perhitungan Waktu Baku

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

1. hitung waktu siklus rata-rata, dengan :

$$WS = \frac{\sum X_i}{N} \dots\dots\dots (2 - 14)$$

Dimana, X dan N menunjukkan arti yang sama seperti yang telah dibahas sebelumnya.

2. Hitung waktu normal, dengan :

$$Wn = Ws \times p \dots\dots\dots (2 - 15)$$

Dimana p adalah faktor penyesuaian. Factor ini diperhitungkan jika pengukur berpendapat bahwa operator bekerja dengan kecepatan tidak

wajar, sehingga hasil perhitungan waktu perlu disesuaikan atau dinormalkan terlebih dahulu untuk mendapatkan waktu siklus rata-rata yang wajar. Jika pekerja bekerja dengan wajar, maka factor penyesuaiannya  $p$  sama dengan 1, artinya waktu siklus rata-rata sudah normal. Jika pekerja bekerja terlalu lambat maka untuk menormalkannya pengukur harus memberi harga  $p < 1$ , dan sebaliknya  $p > 1$  bila bekerja dianggap terlalu cepat.

Untuk menentukan harga  $p$  ini ada beberapa cara antara lain adalah dengan cara presentase, cara shumard, cara *Westinghouse* dan data objektif.

Cara pertama adalah cara persentase yang merupakan cara yang paling awal digunakan dalam melakukan penyesuaian. Disini besarnya factor penyesuaian sepenuhnya ditentukan oleh pengukur melalui pengamatannya selama pengukuran. Jadi sesuai dengan pengukuran dia menentukan harga  $p$  yang menurut pendapatnya akan menghasilkan waktu normal bila harga ini dikalikan dengan waktu siklus.

Cara *shumard* memberikan patokan-patokan penilaian melalui kelas-kelas performance kerja dimana setiap kelas mempunyai nilai sendiri-sendiri.

Cara *Westinghouse* mengarahkan penilaian harga  $p$  pada 4 faktor yang dianggap kewajaran atau ketidak wajarannya dalam bekerja, yaitu : keterampilan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi (*condition*), dan konsistensi (*consistency*). Keterampilan adalah kemampuan mengikuti cara kerja yang ditetapkan.

Akhirnya sampailah cara kita dengan penyesuaian yang terakhir yaitu cara objectif yaitu cara memperhatikan 2 faktor, kecepatan kerja dan tingkat kesulitan pekerjaan. Kedua factor inilah yang dipandang secara bersama-sama menentukan berapa harga p untuk mendapatkan waktu normal. Kecepatan adalah kecepatan dalam melakukan pekerjaan dalam pengertian biasa. Disini pengukur harus melakukan penilaian tentang kewajaran kecepatan kerja yang ditunjukkan oleh operator. Jika operator bekerja dengan kecepatan wajar kepadanya diberi nilai satu atau  $P_1 = 1$ . jika kecepatan operator terlalu cepat maka  $P_1 < 1$  dan sebaliknya jika kecepatan operator terlalu lambat maka  $P_1 > 1$ . Adapun table dari cara ini ada di dalam lampiran.

#### 5. Hitung Waktu Baku

Artinya setelah perhitungan diatas selesai, waktu baku bagi penyelesaian pekerjaan didapat dengan :

$$W_b = W_n \times (1 + \ell) \dots\dots\dots (2-16)$$

Dimana  $\ell$  adalah kelonggaran atau allowance yang diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya disamping waktu normal. Kelonggaran ini biasanya diberikan untuk hal-hal seperti kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa fatigue, dan gangguan-gangguan yang mungkin terjadi yang tidak dapat dihindarkan oleh pekerja. Umumnya kelonggaran dinyatakan dalam persen dari waktu normal.

Utuk menentukan kelonggaran ada beberapa cara antara lain dengan mengadakan sampling kerja dari ketiga jenis kelonggaran diatas

(kelonggaran untuk kebutuhan pribadi, untuk menghilangkan rasa fatigue, dan untuk hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan). Cara lainnya yaitu dengan menentukannya berdasarkan factor-faktor yang berpengaruh.

Disini yang digunakan adalah perhitungan kelonggaran berdasarkan factor-faktor yang berpengaruh, yaitu : tenaga yang dikeluarkan, sikap kerja, gerakan kerja, kelelahan mata, keadaan temperature tempat kerja. Keadaan atmosfer dan keadaan lingkungan. Dimana setiap factor terbagi ke dalam kelas-kelas dengan nilainya masing-masing.

## **2.8 Tingkat Ketelitian dan Tingkat Keyakinan**

Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Hal ini biasanya dinyatakan dalam persen (dari waktu penyelesaian yang seharusnya dicari). Sedangkan tingkat keyakinan pengukuran bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian tadi. Jadi tingkat ketelitian 10% dan tingkat keyakinan 95% memberi arti menyimpang sejauh 50% dari rata-rata sebenarnya, dan kemungkinan berhasil mendapatkan hal ini adalah 95%. Bila pengukur sampai memperoleh rata-rata pengukuran yang menyimpang lebih dari 10%, hal ini dibolehkan terjadi hanya dengan kemungkinan 5% (100%- 95%). Semakin tinggi tingkat ketelitian dan semakin besar tingkat keyakinan, maka semakin banyak pengukuran yang diperlukan. ( *Sutalaksana, 1979* ).