

## BAB II

### TEORI DASAR

#### 2.1 Pemotongan (*Cutting*)

Setiap pakaian pasti terdiri dari beberapa bagian / komponen yang kemudian digabungkan menjadi satu pakaian jadi. Hal ini diperlukan untuk membentuk pakaian sesuai bentuk tubuh pemakai, serta untuk mengatasi keterbatasan lebar kain, karena sebuah pakaian tidak dibuat hanya oleh sepotong kain yang dililitkan pada tubuh tanpa digabungkan atau dijahit. Tahap pertama pada proses pembuatan pakaian adalah pemotongan bahan (kain) sesuai dengan bentuk pola yang sudah dibuat. Hasil dari pemotongan ini kemudian digabungkan bersama-sama dengan cara dijahit untuk membentuk satu pakaian.

Istilah pemotongan sering diartikan sebagai ruang potong, daerah yang biasanya mencakup kegiatan perencanaan marker, penggelaran kain dan persiapan untuk bagian penjahitan (Peyton B. Hudson, 1989) . Ketika bahan (kain) akan dipotong, pola pakaian yang sudah dibuat sebelumnya akan diletakkan di atas tumpukan kain untuk mencocokkan desain pada kain. Selanjutnya kain tersebut dipotong dengan menggunakan beberapa alat potong, diantaranya: gunting tangan, mesin potong lurus / vertikal (*straight knife*), dan mesin potong otomatis (*automatic cutter*).

Proses yang harus dilakukan pertama kali sebelum proses pemotongan dilakukan adalah membuat marker. Pola pakaian yang sudah dibuat dapat disusun dan digambarkan secara efisien pada sebuah kertas yang disebut marker untuk kemudian diletakkan di atas tumpukan kain yang sudah disusun. Marker adalah kertas panjang yang di dalamnya terdapat pola-pola yang disusun sedemikian rupa sehingga didapat penggunaan bahan (kain) sehemat mungkin. Pola tersebut dapat juga dibuat dan disusun dengan menggunakan komputer, yang kemudian dicetak dengan menggunakan *plotter* di atas sebuah kertas marker.

Penggunaan teknologi komputer untuk menyusun marker akan meningkatkan efisiensi penggunaan bahan baku. Pembuatan dan penyusunan pola dengan menggunakan komputer ini sekaligus dapat digunakan untuk menggerakkan mesin pemotong otomatis. Tergantung pada metode pemotongan yang digunakan, untuk pembuatan dan penyusunan pola dengan menggunakan komputer tidak selalu bentuk dan posisi pola yang sudah disusun secara fisik harus digambarkan pada sebuah kertas marker. Penyusunan pola baik yang digambarkan secara manual di atas sebuah kertas marker maupun dengan menggunakan komputer, harus disusun secara efisien untuk mencapai penggunaan kain minimum. Dalam penggelaran kain

untuk membentuk tumpukan kain yang akan dipotong, panjang kain harus sama dengan yang sudah direncanakan pada marker.

Tahap berikutnya setelah pembuatan marker adalah gelar-susun kain (*spreading*). Pada metode penggelaran kain yang dilakukan secara manual, kain bahan baku diangkat dan diletakkan di atas penyangga yang ada pada meja gelar. Sedangkan untuk penggelaran secara otomatis, yaitu dengan menggunakan mesin penggelar (*spreading machine*), kain harus diangkat dan dimasukkan pada mesin untuk digelar. Sebelum kain mulai digelar, di atas meja tersebut harus dihamparkan kertas yang panjang dan lebarnya sesuai dengan panjang marker, setelah itu baru kain bisa digelar. Ketika akan memotong kain dalam jumlah besar, tumpukan kain yang disusun juga harus terdiri dari banyak lapisan kain yang disusun dengan rata pada meja penggelaran. Tumpukan kain ini kemudian dipotong sesuai dengan jumlah dan ukuran yang sudah direncanakan. Ukuran dan jumlah lapisan kain yang akan dipotong dalam satu tumpukan ditentukan berdasarkan jumlah pesanan dari *buyer*, ketersediaan bahan dan peralatan yang ada.

Proses pemotongan dilakukan dengan mengikuti garis-garis pola yang tergambar pada kertas marker. Hasil pemotongan yang baik adalah pemotongan yang akurat dan sesuai dengan pola (tidak terjadi perubahan bentuk). Hasil pemotongan yang baik ini disamping akan memudahkan dalam proses penjahitan juga akan memberikan hasil penjahitan yang baik pula. Penerapan standar operasi kerja yang telah ditetapkan atau penggunaan standar yang tepat, serta adanya pemeriksaan terhadap hasil pemotongan dapat memberikan mutu hasil pemotongan yang baik. Kerjasama yang baik antara staf bagian pemotongan dan staf bagian penjahitan juga akan sangat bermanfaat dalam menentukan sistem pemotongan (Peyton B. Hudson, 1989).

Kain yang sudah selesai dipotong selanjutnya akan melalui proses *numbering*. Proses ini dilakukan pada semua panel hasil pemotongan dari lapisan paling atas sampai lapisan paling bawah. *Numbering* dimaksudkan agar panel-panel yang akan dijahit menjadi pakaian berasal dari 1 gelaran atau gulungan kain yang sama, dengan demikian akan terhindar dari adanya cacat *shading* (warna belang) atau ukuran yang berbeda dalam 1 pakaian akibat tertukarnya panel.

Proses terakhir di bagian pemotongan adalah *bundling* (pengikatan), yaitu proses pengikatan panel-panel yang telah dipotong. Hal ini dilakukan untuk menghindari tercampurnya panel yang telah dipotong. Di dalam satu ikatan (bundel) tersebut terdapat satu ukuran, satu warna, satu model dengan jumlah tertentu.

### 2.1.1 Tujuan Pemotongan

Tujuan dari pemotongan kain adalah untuk memisahkan bagian-bagian lapisan kain sesuai dengan pola pada rancangan yang sudah digambar di atas marker.

### 2.1.2 Persyaratan Pemotongan

Berikut ini adalah beberapa persyaratan hasil pemotongan agar didapatkan kualitas hasil pemotongan yang memenuhi standar.

#### 1. Presisi Hasil Pemotongan

Jika pemotongan tidak dilakukan dengan benar dan akurat, sesudah dilakukan penjahitan hasilnya tidak akan memuaskan, dan ketika dipakai tidak akan nyaman pada tubuh pemakai. Kemudahan pencapaian akurasi hasil pemotongan bergantung pada metode pemotongan yang digunakan. Selain itu dalam beberapa kasus, akurasi hasil pemotongan juga bergantung pada perencanaan dan pembuatan marker. Pada pemotongan secara manual dengan menggunakan pisau potong lurus / vertikal (*straight knife*), akurasi pemotongan bergantung pada kesesuaian pemotongan terhadap garis pola yang sudah dibuat. Perawatan pisau potong dan keterampilan operator potong juga berpengaruh terhadap keakuratan hasil pemotongan. Sedangkan untuk pemotongan dengan menggunakan mesin pemotong otomatis yang dikendalikan oleh komputer, keakuratan hasil pemotongan bergantung pada peralatan potong dan perawatannya.

#### 2. Tepi Kain Hasil Pemotongan yang Bersih

Tepi / pinggiran panel hasil pemotongan tidak boleh berjumbai dan harus rata / bersih. Pinggiran kain ini bergantung pada ketajaman pisau dan kecepatan potong yang digunakan, oleh karena itu pisau harus diasah agar ketajaman pisau terjaga.

#### 3. Pinggiran Kain Hasil Pemotongan Tidak Saling Menempel

Ketika proses pemotongan berlangsung, pisau akan bergesekan dengan kain. Dalam kondisi yang ekstrim pisau potong akan memanaskan dan dapat menimbulkan cacat pada pinggiran kain, terutama untuk kain yang terbuat dari serat buatan seperti *polyester*. Panas ini akan menimbulkan cacat pada pinggiran kain berupa gumpalan kain seperti bekas terbakar. Selain itu pinggiran kain antar lapisan juga akan saling menempel satu sama lain. Pemisahan antar lapisan kain yang menempel ini secara paksa dapat menyebabkan pinggiran kain menjadi tidak rata. Hal ini menyebabkan pakaian menjadi tidak nyaman ketika dipakai, terutama pada balita dapat menyebabkan iritasi kulit. Cacat ini dapat dihindari dengan merawat pisau

potong dengan baik, penggunaan kertas anti fusi pada saat *spreading* kain, penyemprotan pisau dengan pendingin udara / pelumas, memperlambat kecepatan pisau, dan juga dengan mengurangi ketinggian tumpukan kain yang akan dipotong.

#### 4. Pemotongan yang Konsisten

Cara pemotongan harus sedemikian rupa sehingga tidak terjadi kesalahan, baik yang disebabkan oleh manusia (operator) ataupun oleh alat / mesin potongnya. Misalnya, posisi pisau yang tidak tegak lurus, sehingga semakin tinggi tumpukan kain yang dipotong, semakin besar kemungkinan kesalahan hasil pemotongan.

### 2.1.3 Metode pemotongan

Pada saat proses pemotongan berlangsung, pisau potong akan menekan menembus serat pada tumpukan kain yang sudah disusun. Pinggiran pisau harus tipis dan tajam untuk menghasilkan tekanan bantalan yang cukup tinggi pada saat memotong serat kain tanpa mengerahkan kekuatan yang akan meregangkan atau merusak kain. Semua serat harus terpotong sempurna agar pisau potong dapat melewati kain dengan mudah. Pemotongan kain dapat menyebabkan pisau potong menjadi tumpul, sehingga pisau potong harus selalu diasah secara rutin untuk menjaga ketajaman pisau potong. Pisau yang diasah akan mengikis dan harus segera diganti ketika sudah menipis.

#### 2.1.3.1 Mesin Potong Otomatis (*Automatic Cutter*)



Sumber: [www.zeeandlee.wordpress.com](http://www.zeeandlee.wordpress.com)

**Gambar 2.1 Mesin Potong Otomatis (*Automatic Cutter*)**

Berbagai upaya telah dilakukan selama bertahun-tahun untuk mengembangkan metode pemotongan kain, selain metode pemotongan dengan pisau logam. Saat ini, di sebagian besar perusahaan manufaktur pakaian jadi, Departemen Pemotongan (*Cutting*) perusahaan sudah mulai beralih menggunakan mesin pemotong otomatis yang dikendalikan oleh komputer.

Selain dapat digunakan untuk membantu dalam perencanaan dan pembuatan marker, sistem komputer ini sekaligus dapat digunakan untuk mengontrol dan menggerakkan mesin potong otomatis. Metode pemotongan ini memberikan kemungkinan pemotongan paling akurat dan dengan kecepatan tinggi, sehingga metode pemotongan ini banyak digunakan di beberapa perusahaan besar untuk mendukung jalannya proses produksi.

Mesin potong otomatis memiliki beberapa bagian, diantaranya:

- Perangkat komputer untuk mengoperasikan mesin
- Meja pemotongan
- Kepala potong (*cutting head*)
- *Conveyor*
- *Off Table / Meja bundling*
- Alat / papan pengontrol.

Meja pemotongan mesin otomatis memiliki permukaan seperti bulu sikat yang terbuat dari *nylon*. Permukaan ini menahan tumpukan kain namun cukup fleksibel untuk memungkinkan penetrasi dan gerakan pisau potong pada saat memotong dan melewati kain. Permukaan seperti bulu sikat juga memungkinkan lewatnya udara melalui meja untuk menciptakan ruang hampa, kain akan terhisap oleh udara dari *vacuum* pada mesin, sehingga ketinggian tumpukan kain akan berkurang dan kain tidak akan bergeser ketika dipotong, karena kain sudah terpegang oleh udara dari *vacuum*. Untuk membuat kain dapat terhisap oleh *vacuum*, tumpukan kain harus ditutupi oleh lembaran plastik *polyethylene* sampai semua bagian kain tertutupi.

Mesin potong dapat bergerak dari meja gelar satu ke meja gelar berikutnya, meja akan bergeser di atas rel yang berada di sepanjang ruang pemotongan. Sehingga semua meja penggelaran dapat dijangkau oleh mesin potong otomatis.

Mesin potong ini juga memiliki 2 *motor servo* yang digunakan untuk mengendalikan dan menggerakkan kepala potong (*cutting head*) pada rel di tepi meja. Sedangkan 1 *motor servo* lagi berada pada *beam* yang melintang ke arah lebar meja. *Beam* adalah jembatan pendukung yang digunakan untuk menahan dan membawa *cutting head* ke seluruh area kerja mesin potong. Gerakan dari masing-masing *motor servo*

ini merupakan koordinat untuk memberikan kemudahan kepala potong (*cutting head*) menjangkau semua titik di meja potong.

Kepala potong (*cutting head*) terdiri dari pisau potong, pengasah otomatis, dan juga *motor servo* untuk membelokkan atau memutar pisau pada saat memotong kain dengan bentuk lengkung. Mesin pemotong otomatis ini dapat mengontrol defleksi / pembelokan pisau yang terjadi dan tidak dapat dihindari pada lengkungan dengan cara menyesuaikan sudut untuk menyamakan tekanan pada setiap sisi dari pisau. Hal ini memastikan hasil pemotongan yang akurat di semua lapisan kain. Kepala potong yang bagus adalah yang dirancang untuk memotong kain dengan tumpukan yang tinggi dan memotongnya dengan kecepatan tinggi, namun diperlukan investasi yang cukup besar untuk mendapatkan mesin dengan kepala potong tersebut. Angka untuk kecepatan pisau yang sebenarnya bisa mencapai 80 meter/menit. Namun pada umumnya kecepatan keseluruhan yang dibutuhkan untuk memotong seluruh bagian pakaian yaitu antara 5 sampai 12 meter/menit, tentunya kecepatan keseluruhan akan lebih tinggi ketika kita memotong bagian pakaian yang lebih besar daripada memotong bagian pakaian yang kecil.

Semua komponen mesin pemotong otomatis dikendalikan melalui sistem komputer dan dioperasikan oleh operator khusus.

Ada empat konsep kunci utama yang harus diperhatikan dalam menggunakan mesin potong otomatis.

1. Persiapan Data (*Data Preparation*)

Persiapan data untuk mesin potong otomatis *Gerber* sedikit berbeda dengan mesin potong manual. Bahan (kain) yang akan dipotong benar-benar harus diperhatikan. Intuisi operator pada pemotongan manual tidak diperlukan pada pemotongan dengan menggunakan mesin potong otomatis.

2. Sistem *Vacuum* (*Vacuum Hold Down*)

Mesin potong otomatis mengandalkan sistem *vacuum* untuk menghisap dan memantapkan kain yang akan dipotong. Ukuran yang akan dipotong, sifat menyerap / merembes kain, dan rangkaian pemotongan akan mempengaruhi kinerja sistem *vacuum*.

3. Penajaman Pisau (*Knife Sharpening*)

Jenis dan konstruksi kain, serta tinggi tumpukan menentukan kebutuhan penajaman pisau (berapa kali frekuensi asahan pisau yang dibutuhkan). Kepatuhan terhadap rekomendasi dari *Gerber* dalam pemeliharaan dan perawatan mesin, akan menjamin kinerja yang optimum dari mesin potong otomatis *Gerber*.

#### 4. Kontrol Gerakan (*Motion Control*)

Agar kualitas yang diinginkan terpenuhi, bahan dan jenis pembuatannya harus dipertimbangkan ketika mengoptimalkan kinerja dan kecepatan pemotongan dari mesin potong *Gerber*. Hal ini didukung oleh pengetahuan dasar dalam penguasaan *software*. *Software* yang canggih ini fleksibel untuk memenuhi kebutuhan industri pakaian jadi.

##### **2.1.3.1.1 Pola dan Persiapan Data Pemotongan**

Mesin *Gerber* memiliki metode dan fitur yang digunakan untuk menyiapkan pola yang akan dipotong. Beberapa dari fitur ini akan mempengaruhi hasil keluaran (output), seperti pemilihan bagian yang kecil dipotong terlebih dahulu, atau bagian yang kecil dipotong secara perlahan.

Guna menyediakan data terbaik untuk mesin potong *Gerber*, beberapa komentar harus dibuat mengenai persiapan pola dan pemakaiannya. Beberapa teknik dan metode tentang persiapan pola merupakan bagian yang wajib untuk dilakukan demi mencapai pemotongan yang berkualitas dan juga hasil keluaran yang cepat. Tidak seperti pemotongan secara manual yang dikerjakan oleh manusia (operator), mesin potong *Gerber* tidak memiliki mata atau pikiran sendiri, mesin potong hanya mengikuti instruksi dari data yang dibuat pada sistem pembuatan marker dan parameter yang ditetapkan dalam *Parameter Manager of GERBERcutter C-200MTsoftware*.

##### **2.1.3.1.2 Penanganan Material**

#### 1. Penggelaran kain

Sebelum pemotongan dimulai, kain akan digelar di atas meja penggelaran.

Sisi gelaran kain yang sejajar harus berada di dekat operator mesin potong *Gerber* untuk memudahkan pengaturan pemotongan.

Beberapa syarat penggelaran kain adalah sebagai berikut:

##### a. Kertas alas

Jenis kertas yang digunakan untuk alas ditentukan berdasarkan kain yang akan dipotong.

##### b. Bahan

Tinggi tumpukan maksimum ditentukan berdasarkan bahan dan konfigurasi mesin *Gerber*.

##### c. Marker

Marker digunakan hanya untuk identifikasi saja.

d. Lembaran penutup

Plastik *polyethylene* digunakan sebagai lembaran penutup tumpukan kain.

Disarankan agar kain digelar dengan panjang yang sesuai dengan data pemotongan yang sudah direncanakan, jangan sesuai panjang marker. Hal ini disebabkan karena kertas marker dapat menyusut sedikit oleh panas dan kelembaban sehingga mungkin menyebabkan hasil yang tidak akurat.

Kain yang digelar harus rileks dan tidak boleh tegang, kesalahan dari hal ini dapat mengakibatkan ukuran hasil potong yang tidak tepat atau hasil potong yang terdistorsi karena kain akan rileks kembali setelah pemotongan.

2. Kertas Alas dan Lembaran Plastik Penutup

*Gerber Technology* menyediakan berbagai macam kertas untuk alas (rapat / padat dan berlubang) serta lembaran plastik untuk penutup dengan berbagai macam lebar.

3. Flotasi Udara

Meja penggelaran harus dilengkapi dengan lubang udara untuk menyediakan flotasi udara agar memudahkan gerakan pergeseran tumpukan kain, sehingga hanya cukup dengan satu orang saja untuk menggeser tumpukan kain ke dalam mesin potong *Gerber*.

4. Sistem Pengendalian Material

Sistem pemotongan dengan menggunakan *conveyor* akan secara otomatis membawa tumpukan kain per-bagian untuk dipotong. Bagian-bagian ini disebut dengan "*bite*". *Bite* adalah grup atau porsi yang akan dipotong secara bertahap dalam 1 marker, dalam 1 *bite* terdiri dari beberapa *pieces* panel. *Bite* digunakan untuk mengatasi keterbatasan panjang meja mesin potong otomatis, sehingga untuk dapat memotong sebuah marker yang memiliki panjang melebihi panjang meja mesin potong, maka diperlukan adanya pengelompokan menjadi beberapa *bite* (grup) pemotongan.

5. *Bundling*

Setelah panel hasil pemotongan di geser ke meja *bundling*, operator harus segera *membundling* panel-panel tersebut untuk persiapan proses penjahitan. Efisiensi pemotongan akan turun dengan cepat jika operator *Gerber* menghentikan pemotongan untuk memastikan semua panel sudah selesai *dibundling* dan diangkat sebelum mulai memotong *bite* selanjutnya.



### 2.1.3.1.3 Persiapan Sebelum Pemotongan

Berikut ini adalah beberapa hal yang harus diperiksa sebelum dimulainya proses pemotongan, secara berkala selama proses pemotongan, atau pada saat kualitas pemotongan memburuk.

1. Roda Gerinda (*Grinding Wheels*)

Periksa gerinda untuk memastikan gerinda memiliki permukaan yang baik, dan periksa apakah ada kotoran, minyak atau zat-zat lainnya. Jika roda gerinda kotor, gunakan larutan pembersih yang direkomendasikan. Jauhkan bantalan roda gerinda pada saat penggunaan larutan pembersih untuk menghindari adanya kerusakan.

2. Sabuk Pengasah (*Sharpen Belt*)

Bersihkan dan periksa lingkaran penggerak sabuk pengasah pada setiap *shift*. Ganti sabuk pengasah ketika melakukan penggantian roda gerinda.

3. Pisau

Pisau harus diperiksa di awal setiap pemotongan, ketika kualitas pemotongan mulai memburuk, dan pada saat pisau mulai tumpul atau membengkok. Masa guna pisau tergantung pada bahan yang dipotong dan frekuensi penajaman.

4. Pemberian Pelumas

Komponen berkecepatan tinggi pada penggerak pisau membutuhkan pemberian pelumas secara berkala untuk memastikan ketahanannya pada setiap proses pemotongan.

5. *Vacuum*

Mesin potong *Gerber* dilengkapi dengan motor listrik untuk menggerakkan *vacuum*. Sebuah filter dipasang untuk menghisap serat sisa-sisa pemotongan dan harus dibersihkan pada setiap awal pemotongan. Pengaturan *vacuum* yang tepat sangat penting dalam menjaga kualitas pemotongan yang baik. Persyaratan *vacuum* bervariasi, tergantung pada bahan dan ketinggian tumpukan. Fitur opsional *Vacuum Level Control* menyediakan kemudahan bagi operator dalam pengaturan kekuatan *vacuum* pada tingkat tertentu.

6. Tekanan Udara

Tekanan udara diperlukan untuk menurunkan dan menusukkan pisau ke dalam bahan. Persediaan udara harus selalu terisi dan bebas dari kontaminasi untuk penggunaan komponen pengatur tekanan udara mesin *Gerber* yang optimal. Tekanan udara harus diatur pada 4,1 *bar* (60 *psi*).

#### 7. Mangkuk Penekan (*Presser Foot Bowl*)

Tekanan dari mangkuk penekan harus diatur dimana mangkuk berada di permukaan bahan tanpa menekannya. Pengaturan ini bervariasi, tergantung pada ketinggian tumpukan.

Setiap kesenjangan antara mangkuk penekan dengan bahan dapat menyebabkan efek yang tidak rata pada lapisan atas hasil pemotongan.

#### 2.1.3.1.4 Parameter Pemotongan

Mesin potong *Gerber* dapat memotong berbagai bahan untuk aplikasi industri, hal ini dilakukan dengan mengkonfigurasi sistem dengan parameter yang berbeda untuk bahan dan ketinggian tertentu dari kain yang akan dipotong, seperti kecepatan pisau, tingkat kekuatan *vacuum*, dan asahan. *C-200MT* menggunakan sistem konfigurasi file-file yang disebut "*Setup*". *Setup* atau pengaturan file-file ini berisi semua karakteristik operasi untuk mesin potong *Gerber*. Mesin potong *Gerber* memiliki banyak pengaturan file yang diperlukan. Operator hanya perlu memilih pengaturan file untuk setiap gelaran kain yang akan dipotong.

##### 1. Orientasi Marker

Marker standar diorientasikan untuk memulai pemotongan dari titik awal di sudut kiri bawah gelaran dan memotong secara berurutan dari potongan nomor satu sampai potongan terakhir. Beberapa pilihan tersedia untuk mengubah konfigurasi dasar ini sesuai dengan yang diperlukan.

##### a. *Marker Flip*

Fitur *marker flip* (membalik marker) ini berguna untuk memotong kain yang tidak digelar dengan orientasi yang benar sesuai dengan mesin *Gerber*. Ketika marker sudah dibalik, titik *origin* (titik awal) tetap berada di sudut kiri bawah gelaran, namun pemotongannya dimulai secara berurutan dalam urutan terbalik dari potongan dengan nomor tertinggi ke potongan nomor satu.

##### b. *Mirror Image*

Fitur ini tidak dapat digunakan pada mesin potong *Gerber* dengan sistem *conveyor*. Titik *origin* akan berada di sudut kanan atas gelaran, dan potongan akan dipotong secara berurutan dari potongan nomor satu ke potongan terakhir.

##### c. *Y-Axis Mirroring*

Fitur ini dapat membalikkan marker standar secara vertikal menjadi sejajar ke sumbu X. Titik *origin* akan tetap berada di sudut kiri bawah gelaran dan

pemotongan dilakukan secara berurutan dari potongan nomor satu sampai potongan terakhir.

## 2. Penjajaran Kain

Fitur penjajaran kain dapat digunakan untuk mengkompensasi gelaran kain yang tidak berorientasi langsung terhadap permukaan meja mesin potong *Gerber*. Campur tangan operator diperlukan pada setiap *bite* untuk memastikan gelaran yang sejajar. Penggunaan fitur ini secara terbatas sangat dianjurkan, karena penggunaan fitur ini akan berpengaruh negatif terhadap hasil keluaran. Oleh karena itu, posisi gelaran kain yang akurat pada saat proses penggelaran harus diperhatikan.

## 3. *Bite Generation*

*Software C-200MT* memiliki kemampuan untuk secara otomatis menghasilkan data *bite* untuk mesin potong *Gerber berconveyor*. Mesin *Gerber* akan secara otomatis menusuk dan memotong bagian tepi kain sebagai acuan pemotongan sebelum pengindeksian *conveyor*. Hal ini digunakan sebagai titik acuan awal untuk grup (*bite*) selanjutnya. *Bite Generation* memiliki tiga mode operasi, yaitu: *Variable*, *Statis*, dan *Off*.

Mode *Variable* memanfaatkan panjang meja untuk memotong sebesar mungkin tanpa memisahkan setiap potongan, kecuali potongan tersebut lebih panjang dari permukaan meja pemotongan.

Mode *Statis* menggunakan panjang *bite* minimum dan maksimum untuk menentukan apakah beberapa bagian akan dipotong dalam satu *bite*, atau dibagi dan dipotong dalam beberapa *bite*.

Mode *Off* digunakan untuk menonaktifkan utilitas *bite*.

## 4. *C Max Angle*

*C Max Angle* digunakan untuk menentukan apakah suatu sudut dianggap sebagai sudut atau dianggap sebagai kurva. Parameter ini membantu menghaluskan kurva dengan tetap menjaga keakuratan dari data hasil *digitizing*. Fitur ini sangat membantu pada saat *digitizing* memiliki kepadatan titik yang tinggi.

## 5. Pemotongan yang Berkelanjutan

Fitur pemotongan berkelanjutan telah dirancang untuk proses pemotongan yang tidak terhenti sementara *conveyor* tetap berjalan. Hal ini akan memberikan beberapa keuntungan pada pemotongan bagian-bagian yang kecil. Proses *bundling* dapat diseimbangkan dengan aliran pergeseran potongan pada *off table* (tempat memisahkan panel dengan sisa pemotongan untuk dilakukan *bundling*). Hasil keluaran pemotongan juga

dapat ditingkatkan dengan menghilangkan periode *non*-pemotongan dari pergerakan *bite* standar. Parameter minimum dan maksimum panjang *bite* harus dikurangi sebesar 50% ketika kita menggunakan fitur ini, jika tidak, mungkin akan terjadi kesalahan pada *off table*.

#### 6. *Cut Path Intelligence*

*Cut Path Intelligence* (CPI) atau inteligensi jalur potongan memanfaatkan pengukuran waktu yang canggih dari proses pemotongan untuk mengoptimalkan kinerja sistem. Pengasah pisau, kekuatan vacuum, dan arus *motor servo* dipantau oleh *software* untuk secara otomatis mengontrol kecepatan pemotongan.

##### a. Fitur Ketajaman Pisau

Fitur ini beroperasi pada asumsi bahwa segera setelah dilakukan penajaman, kecepatan pemotongan dapat ditingkatkan untuk beberapa persen sampai pada penajaman selanjutnya.

##### b. Fitur *Low Vacuum*

Jika tingkat kekuatan *vacuum* turun di bawah nilai yang ditetapkan, fitur ini secara otomatis akan mengurangi kecepatan potong untuk memastikan kualitas hasil potongan yang baik. Setelah kekuatan *vacuum* dipulihkan, kecepatan potong akan kembali normal.

#### 7. Penggantian Pisau

Pada saat pisau diasah, lebar pisau secara perlahan akan berkurang. Hal ini dapat mengakibatkan potongan yang tidak bersih selama pemakaian pisau. Untuk itu, jumlah penajaman harus diperhatikan dan disesuaikan untuk mengatasi keausan ini. Penyesuaian keausan pisau diterapkan sebelum pisau diangkat dari bahan.

#### 8. *Lift and Plunge Angle*

Mesin potong *Gerber* menentukan kapan pisau harus diangkat atau turun pada pemotongan sudut berdasarkan pengaturan parameter *lift and plunge angle*.

#### 9. Pemotongan Tepi Kain

Tepi kain adalah bagian di luar batas marker yang mana setelah sebuah *bite* selesai dipotong, tepi kain antar kain sisa pemotongan akan dipotong untuk memisahkannya. Sehingga pemotongan tepi kain ini akan memudahkan penghilangan sisa pemotongan dan memudahkan proses *bundling*.

## **2.2 Idle Time**

Salah satu cara yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal, adalah dengan mengeluarkan biaya seminimum mungkin, dan memaksimalkan kerja pegawai ataupun juga bisa dengan cara memaksimalkan kerja mesin dengan tujuan meminimalkan waktu *idle* mesin. Tingginya waktu *idle* mesin yang berarti efektifitas mesin rendah akan menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Salah satu faktor penyebab terjadinya proses produksi yang tidak bisa maksimal adalah penggunaan mesin yang tidak optimal dalam proses produksi.

### **2.2.1 Pengertian Idle Time**

*Idle time* (waktu menganggur) adalah waktu ketika sebuah pekerjaan berguna yang seharusnya bisa dilakukan tetapi tidak dilakukan. Atau bisa juga diartikan sebagai durasi waktu di saat sebuah peranti / alat / mesin dalam kondisi statis. Dengan kata lain peranti itu hidup tetapi tidak dipakai untuk bekerja.

### **2.2.2 Faktor-faktor penyebab Idle Time**

Beberapa faktor penyebab *idle time* diantaranya:

- a. Keterlambatan saat mulai kerja.
- b. Menunggu proses sebelumnya.
- c. Proses perpindahan mesin.
- d. Menunggu kedatangan material.
- e. Menunggu perbaikan alat.

## **2.3 Analisa Metode Kerja**

Teknik tata cara kerja merupakan suatu ilmu yang terdiri dari teknik-teknik dan prinsip-prinsip untuk mendapatkan rancangan (desain) terbaik dari sistem kerja. Teknik dan prinsip-prinsip ini digunakan untuk mengatur komponen-komponen sistem kerja yang terdiri dari manusia dengan sifat dan kemampuannya, bahan, perlengkapan dan peralatan kerja, serta lingkungan kerja, sehingga tercapai tingkat efisien dan produktifitas tinggi yang diukur dari berapa lama waktu yang dihabiskan. Metode kerja adalah suatu kegiatan pencatat secara sistematis dan pemeriksaan dengan seksama mengenai cara-cara yang berlaku atau yang diusulkan untuk melaksanakan suatu pekerjaan. Sasaran pokok dari efektifitas ini adalah mencari, mengembangkan, dan menerapkan metode kerja yang lebih efektif dan efisien. Selain itu efektifitas ini memiliki tujuan akhir yaitu waktu penyelesaian suatu pekerjaan yang lebih singkat dan cepat.

Dalam analisa metode kerja, ada empat macam komponen sistem kerja yang harus dipelajari guna memperoleh metode kerja yang sebaik-baiknya, meliputi:

- a. Komponen Material, yaitu bagaimana menempatkan material, jenis material yang mudah diproses dan lain sebagainya.
- b. Komponen Manusia, yaitu bagaimana sebaiknya posisi orang pada saat proses kerja berlangsung agar mampu memberikan gerakan-gerakan kerja yang efektif dan efisien.
- c. Komponen Mesin, yaitu bagaimana desain dari mesin dan atau peralatan kerja lainnya.
- d. Komponen Lingkungan Kerja Fisik, yaitu bagaimana kondisi lingkungan kerja fisik tempat operasi kerja tersebut dilaksanakan.

Dari apa yang telah diuraikan di atas, maka dapat dilihat bahwa tujuan pokok dari kegiatan analisa metode kerja ini adalah sebagai berikut:

1. Perbaiki proses dan tata cara pelaksanaan penyelesaian pekerjaan.
2. Perbaiki dan penghematan penggunaan material, tenaga mesin dan atau fasilitas kerja lainnya, serta tenaga kerja manusianya.
3. Usaha manusia dan pengurangan keletihan yang tidak perlu.
4. Tata ruang kerja yang mampu memberikan suasana lingkungan kerja yang nyaman dan aman.

#### **2.4 Perbaikan Sistem Kerja**

Sistem kerja adalah rangkaian tata kerja dan prosedur kerja yang membentuk satu kebulatan pola dalam rangka melaksanakan satu pekerjaan. Perbaikan sistem kerja yang mungkin dilakukan adalah dengan menghilangkan operasi-operasi yang tidak perlu, menggabungkan suatu operasi dengan operasi lainnya, menemukan suatu urutan-urutan proses produksi yang lebih baik, menentukan mesin yang lebih ekonomis, menghilangkan waktu menunggu antar operasi (Sutalaksana, 2006). Sebelum melakukan perbaikan sistem kerja, tahap yang dilakukan sebelumnya adalah menganalisa apakah sistem kerja yang sebelumnya sudah baik atau belum. Perbaikan sistem kerja umumnya berisi prinsip-prinsip yang mengatur komponen-komponen sistem kerja. Komponen-komponen kerja diatur sehingga bersama-sama berada dalam suatu komposisi yang baik, yaitu yang dapat memberikan keadaan yang efektif, aman, sehat, nyaman dan efisien. Perbaikan sistem kerja ini tentunya diharapkan akan dapat mengurangi waktu *idle*.

## 2.5 Peta Pekerja-Mesin

Peta pekerja-mesin dapat digunakan sebagai alat untuk mempermudah perbaikan suatu sistem kerja, sehingga dicapai suatu keadaan yang ideal untuk saat itu (Iftikar Z. Satalaksana, 2006). Dalam beberapa hal, hubungan antara operator dan mesin sering bekerja silih berganti, yaitu sementara mesin menganggur, operator bekerja atau sebaliknya. Waktu menganggur adalah suatu kerugian. Oleh karena itu, waktu menganggur baik pada pekerja maupun mesin harus dihilangkan atau setidaknya diminimumkan. Namun, tentunya harus masih berada dalam batas-batas kemampuan manusia dan mesinnya.

### 2.5.1 Kegunaan Peta Pekerja-Mesin

Peta pekerja-mesin memberikan informasi mengenai hubungan yang jelas antara waktu kerja operator dengan waktu operasi mesin yang ditanganinya. Informasi ini yang akan digunakan untuk melakukan penyelidikan, penganalisan, dan perbaikan suatu sistem kerja, sehingga efektivitas penggunaan operator dan atau mesin dapat ditingkatkan. Selain itu keseimbangan kerja antara operator dan mesin dapat lebih diperbaiki.

Peta pekerja-mesin hanya dapat digunakan jika terdapat hubungan kerja sama antara mesin-mesin atau fasilitas dengan operator. Dengan peta ini, kita dapat menghitung waktu menganggur dari pekerja dan mesin. Selain itu, kita juga dapat menentukan berapa jumlah mesin yang harus ditangani oleh seorang operator.

### 2.5.2 Lambang-Lambang yang Digunakan

#### 1. Menunjukkan waktu menganggur



Digunakan untuk menyatakan operator atau mesin yang sedang menganggur atau salah satu sedang menunggu yang lain.

Misalnya dalam suatu rangkaian kerja, operator sedang melakukan pemeriksaan terhadap mesin untuk mencegah terjadinya kerusakan. Maka dalam hal ini, operator sedang melakukan kerja dependen (satu bergantung pada yang lain), dan mesin sedang menganggur.

#### 2. Menunjukkan kerja independen



Lambang ini digunakan untuk menyatakan keadaan seorang operator yang sedang bekerja dan independen dengan mesin dan atau pekerja lainnya. Misalnya seorang operator yang sedang mengambil dan mempersiapkan bahan atau ia sedang melakukan pemeriksaan terhadap produk akhir tanpa menggunakan mesin/alat. Jika ditinjau dari mesin, berarti mesin tersebut sedang bekerja tanpa memerlukan pelayanan dari operator (mesin otomatis).

### 3. Menunjukkan kerja kombinasi



Jika ditinjau dari operator, lambang ini digunakan apabila diantara operator dan mesin atau dengan operator lainnya sedang bekerja secara bersama-sama. Jika ditinjau dari pihak mesin, lambang ini menyatakan bahwa selama mesin bekerja, mesin tersebut memerlukan pelayanan dari operator (mesin manual).

## 2.6 Pengukuran Waktu

Menurut rumusan dari ILO (*International Labour Organization*), pengukuran waktu adalah suatu usaha untuk menentukan lama kerja yang dibutuhkan oleh seorang pekerja dalam menyelesaikan suatu pekerjaan yang spesifik pada tingkat kecepatan kerja yang normal. Tujuan dari pengukuran waktu adalah untuk mendapatkan waktu baku penyelesaian suatu pekerjaan. Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang dijalankan dalam sistem kerja terbaik. Pengukuran waktu tidak dilakukan terhadap pekerja yang memiliki keterampilan di atas standar atau pekerja yang lamban dalam penyelesaian pekerjaan, hal ini dikarenakan pekerja yang demikian tidak dapat mewakili pekerja lainnya.

### 2.6.1 Metode Pengukuran Waktu

Untuk mendapatkan waktu baku, maka diperlukan pengukuran waktu produksi terhadap elemen-elemen kerja dari satu siklus kerja, baik secara keseluruhan atau terpisah per-elemen kerja. Waktu baku terhadap suatu kerja atau bagian-bagian kerja dapat diukur dengan dua metode, yaitu:

1. Pengukuran waktu secara langsung, yaitu pengukuran waktu yang dilakukan langsung pada pekerjaan yang sedang dikerjakan atau pada *sample*/contoh yang mewakili. Metode pengukuran ini dibagi menjadi dua cara:
  - a. Pengukuran waktu jam henti (*stopwatch time study*).
  - b. *Sampling* pekerjaan (*work sampling*).
2. Pengukuran waktu secara tidak langsung, yaitu pengukuran waktu yang dilakukan secara tidak langsung dengan menganalisa data-data waktu suatu pekerjaan yang ada. Metode pengukuran ini dibagi menjadi dua cara:
  - a. Data waktu baku.
  - b. Data waktu gerakan.



### **2.6.2 Metode Penentuan Waktu Baku**

Metode yang dipergunakan untuk penentuan waktu baku yaitu pengukuran secara langsung dengan menggunakan *stopwatch* (*stopwatch time study*). Hal ini disesuaikan dengan kondisi lapangan dan situasi pada saat penelitian.

Perusahaan melakukan pengukuran waktu baku dengan tujuan untuk digunakan sebagai acuan dalam:

1. Menentukan rencana kerja.
2. Menentukan biaya produksi yang dikeluarkan untuk produk yang dihasilkan.
3. Menentukan jumlah mesin yang diperlukan, dan jumlah operator yang dibutuhkan, sehingga dapat dipertimbangkan keseimbangan lintasan produksi (*line balancing*).
4. Menentukan waktu baku yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu proses produksi sebagai acuan pemberlakuan upah bagi karyawannya.

### **2.6.3 Pengukuran Waktu jam Henti (*Stopwatch Time Study*)**

Pengukuran waktu jam henti merupakan salah satu teknik pengukuran waktu yang digunakan untuk mengambil dan menganalisa suatu pekerjaan yang dilakukan dengan cara mencatat waktu yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan tersebut secara langsung di lapangan. Metode ini terutama diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang. Waktu baku akan diperoleh dari hasil pengukuran waktu untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan. Waktu baku ini akan dipergunakan sebagai standar penyelesaian pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama seperti itu.

Oleh karena itu ada beberapa tahapan pengukuran yang harus dilakukan agar maksud dari pengukuran waktu dapat dicapai, diantaranya:

1. Persiapan sebelum pengukuran
  - a. Penetapan tujuan pengukuran.
  - b. Melakukan penelitian pendahuluan.
  - c. Memilih operator.
  - d. Melatih operator.
  - e. Menguraikan pekerjaan atas elemen-elemen pekerjaan.
  - f. Menyiapkan alat-alat pengukuran.
2. Pelaksanaan pengukuran

3. Pengolahan data
  - a. Menghitung rata-rata dan standar deviasi.
  - b. Menguji keseragaman data.
  - c. Menghitung kecukupan data.
  - d. Menghitung waktu siklus.
  - e. Menentukan faktor penyesuaian.
  - f. Menghitung waktu normal.
  - g. Menentukan faktor kelonggaran.
  - h. Menghitung waktu baku.

#### **2.6.4 Persiapan Pengukuran Waktu**

Banyak faktor yang harus diperhatikan agar dapat diperoleh waktu yang pantas untuk pekerjaan yang bersangkutan seperti yang berhubungan dengan kondisi kerja, cara pengukuran, dan jumlah pengukuran. Beberapa langkah yang perlu dilakukan agar maksud di atas dapat dicapai antara lain:

1. Penetapan tujuan pengukuran

Hal-hal yang perlu diketahui dan ditetapkan dalam pengukuran waktu adalah untuk apa hasil pengukuran waktu digunakan, serta berapa tingkat ketelitian dan keyakinan yang diinginkan dari hasil pengukuran tersebut. Semakin penting tujuan kegunaan hasil pengukuran, maka semakin tinggi tingkat ketelitian dan keyakinannya.
2. Melakukan penelitian pendahuluan

Tujuan pengukuran waktu adalah untuk menetapkan waktu yang pantas diberikan kepada pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu kerja yang pantas dalam arti normal dan berlaku umum untuk ditetapkan kepada pekerja akan didapat dari kondisi yang baik pula. Oleh karena itu, perlu adanya penyesuaian terhadap kondisi kerja dengan cara penelitian lingkungan kerja dan pengkondisian lingkungan tempat kerja, seperti temperatur ruangan, sirkulasi udara dan pencahayaan.
3. Memilih operator

Pengukuran waktu kerja tidak dilakukan kepada operator dengan keterampilan yang sangat cepat atau sangat lambat. Operator yang dipilih untuk dilakukan pengukuran adalah operator yang memiliki kemampuan normal dan dapat bekerja sama, sehingga kemampuannya dapat mewakili kemampuan operator lainnya, sehingga proses pengukuran berjalan dengan baik dan diperoleh data hasil pengukuran yang tepat.

#### 4. Melatih operator

Walaupun sudah didapatkan operator yang memenuhi persyaratan, terkadang masih diperlukan adanya pelatihan, terutama jika kondisi dan cara kerja yang dipakai berbeda dengan yang biasa dilakukan oleh operator. Waktu yang dicari adalah waktu penyelesaian pekerja yang didapat dari suatu penyelesaian wajar dan bukan penyelesaian dari orang yang bekerja dengan kaku dan banyak kesalahan.

#### 5. Menguraikan pekerjaan atas elemen-elemen pekerjaan

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

- a. Menjelaskan catatan tentang cara kerja yang dilaksanakan.
- b. Memungkinkan untuk melakukan penyesuaian setiap elemen, karena keterampilan bekerja operator belum tentu sama untuk semua bagian dari gerakan-gerakan kerjanya.
- c. Memudahkan mengamati terjadinya elemen yang tidak baku yang mungkin saja dilakukan pekerja.
- d. Memungkinkan dikembangkannya data waktu standar untuk tempat kerja yang bersangkutan.

Jadi waktu yang diukur adalah waktu siklus (bukan elemen-elemennya). Waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan produk mulai dari bahan baku diproses sampai menjadi barang jadi sesuai dengan yang diinginkan.

#### 6. Menyiapkan alat-alat pengukuran

Langkah terakhir sebelum melakukan pengukuran waktu adalah menyiapkan alat-alat untuk pengukuran, diantaranya:

- a. Jam henti (*stopwatch*)
- b. Alat tulis
- c. Lembar penelitian
- d. Kalkulator

### 2.6.5 Pelaksanaan Pengukuran Waktu

Pengukuran waktu merupakan kegiatan mengamati pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja atau operator serta mencatat waktu-waktu kerjanya, baik waktu dari setiap elemen, maupun waktu siklus dengan menggunakan alat-alat yang telah disiapkan.

Ada dua metode dalam pengukuran waktu dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*), yaitu:

1. Pengambilan waktu secara kumulatif

Pengambilan waktu ini, jam pengukur berputar terus selama pengukuran. Pengambilan waktu dimulai pada awal elemen kerja pertama siklus pertama yang akan diambil waktunya dan berlangsung terus hingga penelitian selesai.

2. Pengambilan waktu berulang kembali

Pada pengambilan waktu ini, jam pengukur dikembalikan pada posisi 0 (nol) tiap kali pekerjaan yang diukur berakhir. Jadi waktu yang diperlukan bagi tiap-tiap elemen yang diukur bisa langsung didapat.

### 2.6.6 Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data waktu proses kerja yang diukur, maka proses selanjutnya adalah pengolahan data dengan tahapan sebagai berikut:

1. Menghitung rata-rata dan standar deviasi dari data pengukuran.

Data pengukuran yang didapat kemudian dibagi ke dalam beberapa sub grup untuk memudahkan dalam perhitungan. Data yang tersusun dalam sub grup-sub grup tersebut dihitung nilai rata-rata dan standar deviasinya dengan menggunakan beberapa rumus berikut:

a. Rata-rata keseluruhan

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

Dimana:  $\bar{x}$  = nilai rata-rata

$x_i$  = nilai data pengukuran ke-i

$k$  = jumlah sub grup

b. Standar deviasi

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

Dimana:  $\bar{x}$  = nilai rata-rata

$x_i$  = nilai data pengukuran ke-i

$N$  = jumlah pengukuran

c. Standar deviasi rata-rata tiap sub grup

$$\overline{Sd} = \frac{Sd}{\sqrt{k}}$$

Dimana:  $k$  = jumlah sub grup

## 2. Menguji Keseragaman Data

Data yang didapatkan dari pengukuran tidak mungkin selalu sama. Hal ini disebabkan karena terjadinya perubahan-perubahan pada sistem kerja yang mengakibatkan waktu penyelesaian kerja selalu berubah-ubah. Perubahan ini merupakan suatu hal yang wajar terjadi, bagaimanapun juga sistem kerja tidak dapat dipertahankan tetap terus menerus pada keadaan yang tetap sama. Keadaan sistem kerja yang selalu berubah dapat diterima, asalkan perubahan tersebut memang sepantasnya terjadi dan masih dalam batas kewajaran. Oleh karena itu, perlu dilakukan adanya uji keseragaman data yang didapat dari hasil pengukuran suatu sistem kerja.

Perhitungan uji keseragaman data dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

- a. Batas Kontrol Atas (BKA)

$$BKA = \bar{x} + 3\bar{\sigma}$$

- b. Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKB = \bar{x} - 3\bar{\sigma}$$

## 3. Menguji Kecukupan Data

Apabila data yang didapat telah seragam, kemudian dilakukan uji kecukupan data untuk mengetahui apakah data yang akan dihitung telah mencukupi.

Rumus yang digunakan untuk uji kecukupan data yaitu:

$$N' = \left[ \frac{40 \sqrt{19 \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

Dimana:  $N'$  = jumlah pengukuran yang diperlukan untuk tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95%

$N$  = jumlah pengukuran yang telah dilakukan

$x_i$  = data yang telah diukur

Banyaknya data yang diambil dari pengukuran yang telah dilakukan dinyatakan memenuhi kecukupan data apabila:  $N' < N$ . Jika ketentuan ini belum terpenuhi, maka perlu dilakukan penambahan jumlah data sampai nilai  $N'$  lebih kecil dari nilai  $N$ .

Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimal hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya, sedangkan tingkat keyakinan menunjukkan besarnya keyakinan pengukuran bahwa hasil yang diperoleh

memenuhi syarat di atas. Semakin tinggi tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan, maka semakin banyak pengukuran yang diperlukan.

#### 4. Menghitung Waktu Siklus ( $W_s$ )

Waktu siklus dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

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

Dimana:  $x_i$  = nilai data pengukuran ke- $i$

$N$  = jumlah pengukuran yang dilakukan

#### 5. Menentukan Faktor Penyesuaian

Faktor penyesuaian ditentukan dengan tujuan untuk menormalkan data waktu yang diukur dari kecepatan operator yang tidak wajar. Ketidakwa-jaran kerja yang ditentukan oleh operator akan mempengaruhi kecepatan kerja yang berakibat terlalu singkat atau terlalu panjangnya waktu penyelesaian. Hal ini jelas tidak diinginkan karena waktu baku yang ditetapkan adalah waktu yang diperoleh dari kondisi dan cara kerja yang baku yang diselesaikan secara wajar. Oleh karena itu, perlu ditentukan faktor penyesuaian agar harga rata-rata waktu kerja yang didapat dari pengukuran menjadi wajar. Maka digunakanlah metode *Westinghouse* untuk menentukan penentuan faktor penyesuaian tersebut.

Metode *Westinghouse* mengarahkan penilaian pada faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwa-jaran dalam bekerja dengan membagi ke dalam empat faktor, yaitu:

##### a. Keterampilan

Keterampilan operator dalam mengikuti cara kerja yang ditetapkan. Latihan dapat meningkatkan keterampilan, tetapi hanya sampai tingkat tertentu saja. Keterampilan pekerjaan juga dapat menurun bila terlalu lama tidak menangani pekerjaan atau karena sebab-sebab lain, seperti karena kesehatan terganggu, rasa lelah yang berlebihan, dan pengaruh lingkungan sosial.

##### b. Usaha

Usaha adalah kesungguhan operator dalam melakukan pekerjaannya.

##### c. Kondisi kerja

Kondisi kerja adalah kondisi fisik lingkungan kerja seperti pencahayaan, temperatur, dan kebisingan ruangan.

d. Konsistensi

Konsistensi perlu diperhatikan karena pada kenyataannya setiap pengukuran waktu, hasil pengukuran waktu yang dicatat menunjukkan nilai yang berbeda-beda. Waktu penyelesaian yang ditunjukkan operator selalu berubah-ubah dari satu siklus ke siklus lainnya.

Masing-masing faktor yang disebutkan di atas dibagi ke dalam kelas-kelas dengan berbagai ciri di setiap kelasnya. Klasifikasi dan ciri-ciri setiap kelasnya dapat dilihat pada Lampiran 1 halaman 62 dan Lampiran 2 halaman 65.

Nilai faktor penyesuaian menurut metode *Westinghouse* dapat dilihat pada Tabel 2.1 di halaman 29.

6. Menghitung Waktu Normal ( $W_n$ )

Waktu normal dihitung dengan menggunakan rumus:

$$W_n = w_s \times p$$

Dimana,  $w_s$  – waktu siklus

$p$  = faktor penyesuaian

**Tabel 2.1 Nilai Penyesuaian Metode *Westinghouse***

| Faktor       | Kelas                 | Lambang | Penyesuaian |
|--------------|-----------------------|---------|-------------|
| Keterampilan | <i>Super Skill</i>    | A1      | +0,15       |
|              |                       | A2      | +0,13       |
|              | <i>Excelent Skill</i> | B1      | +0,11       |
|              |                       | B2      | +0,08       |
|              | <i>Good Skill</i>     | C1      | +0,06       |
|              |                       | C2      | +0,03       |
|              | <i>Average Skill</i>  | D       | 0,00        |
|              | <i>Fair Skil</i>      | E1      | -0,05       |
|              |                       | E2      | -0,10       |
|              | <i>Poor Skill</i>     | F1      | -0,16       |
|              |                       | F2      | -0,22       |

Tabel 2.1 Nilai Penyesuaian Metode *Westinghouse* (Lanjutan)

| Faktor        | Kelas                   | Lambang            | Penyesuaian |
|---------------|-------------------------|--------------------|-------------|
| Usaha         | <i>Excessive Effort</i> | A1                 | +0,13       |
|               |                         | A2                 | +0,12       |
|               | <i>Excelent Effort</i>  | B1                 | +0,10       |
|               |                         | B2                 | +0,08       |
|               | <i>Good Effort</i>      | C1                 | +0,05       |
|               |                         | C2                 | +0,02       |
|               | <i>Average Effort</i>   | D                  | 0,00        |
|               | <i>Fair Effort</i>      | E1                 | -0,04       |
|               |                         | E2                 | -0,08       |
|               |                         | <i>Poor Effort</i> | F1          |
|               |                         | F2                 | -0,17       |
| Kondisi Kerja | <i>Ideal</i>            | A                  | +0,06       |
|               | <i>Excelent</i>         | B                  | +0,04       |
|               | <i>Good</i>             | C                  | +0,02       |
|               | <i>Average</i>          | D                  | 0,00        |
|               | <i>Fair</i>             | E                  | -0,03       |
|               | <i>Poor</i>             | F                  | -0,07       |
| Konsistensi   | <i>Perfect</i>          | A                  | +0,04       |
|               | <i>Excellent</i>        | B                  | +0,03       |
|               | <i>Good</i>             | C                  | +0,01       |
|               | <i>Average</i>          | D                  | 0,00        |
|               | <i>Fair</i>             | E                  | -0,02       |
|               | <i>Poor</i>             | F                  | -0,04       |

Sumber: Iftikar.Z.Sutalaksana. Teknik Tata Cara Kerja



## 7. Memberikan Faktor Kelonggaran

Kelonggaran pada dasarnya adalah suatu faktor koreksi yang harus diberikan kepada waktu kerja operator. Hal ini ditinjau dari adanya hal-hal lain yang dilakukan operator di luar pekerjaan yang dikerjakannya. Hal-hal tersebut biasanya bersifat alamiah dan tidak dapat dihindari. Pemberian faktor kelonggaran umumnya dinyatakan dengan persentase dan merupakan hasil kesepakatan antara pihak manajemen dan operator.

Kelonggaran secara umum dapat dibagi menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu:

### 1) Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi

Beberapa aktivitas yang termasuk ke dalam kebutuhan kelonggaran untuk kebutuhan pribadi, antara lain:

- a. Minum untuk menghilangkan rasa haus
- b. Pergi ke kamar kecil
- c. Bercakap dengan rekan kerja untuk menghilangkan kejenuhan, dan lain-lain.

Aktivitas-aktivitas ini sifatnya ilmiah dan mutlak. Seseorang tidak dapat dilarang untuk pergi ke kamar kecil atau untuk minum. Dengan demikian, hal ini bersifat wajar selama dilakukan dalam batas-batas yang seperlunya.

### 2) Kelonggaran untuk menghilangkan kelelahan

Rasa kelelahan dapat tercermin antara lain dari menurunnya hasil produksi baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Rasa lelah biasanya datang ketika operator dituntut untuk menghasilkan produk di luar batas kemampuan normal yang dimilikinya.

### 3) Kelonggaran untuk hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan

Kelonggaran jenis ini diklasifikasikan menjadi 2 (dua), yaitu:

#### a. Hambatan yang berasal dari operator

Operator tidak lepas dari hambatan-hambatan yang datang pada saat operator tersebut sedang melakukan pekerjaannya. Hambatan ini dapat berupa mengobrol, memainkan telepon genggam, berhias, dan lain-lain. Untuk hambatan jenis ini biasanya diatasi dengan upaya perbaikan kerja.

#### b. Hambatan yang berasal bukan dari operator

Hambatan ini berasal dari hal-hal lain selain operator, seperti listrik padam, peralatan rusak, menerima telepon, dan menerima perintah kerja dari pengawas selain dari pekerja utama.

Besarnya hambatan-hambatan tersebut bervariasi, untuk itu besarnya nilai kelonggaran pun akan berbeda-beda.

8. Menghitung Waktu Baku (Wb)

Setelah menentukan faktor kelonggaran, maka waktu baku dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Wb = Wn + a$$

Dimana:  $Wn$  = waktu normal

$a$  = kelonggaran

