

## Bab II

### TEORI PENDEKATAN

#### 2.1. Tinjauan Tentang Mesin *Ring Spinning*

Pada proses pembuatan benang (pemintalan), bahan yang diproses mengalami proses perubahan bentuk dari *roving* menjadi benang. Untuk mencapai hal tersebut maka yang paling penting dalam pemintalan adalah peregangan (*drafting*).

Dalam pembuatan benang, mesin *ring spinning* mempunyai fungsi, yaitu mengubah *sliver roving* menjadi benang. Pada prinsipnya ada tiga fungsi dimana berlangsung dalam waktu yang hampir bersamaan, yaitu :

1. Peregangan (*drafting*)

Pengertian tentang peregangan adalah proses penghalusan atau pengecilan bahan dalam bentuk berat per satuan panjang. Proses peregangan diperlukan dalam proses pembuatan benang karena dengan adanya peregangan serat di paksa melakukan penggelinciran satu sama lain sehingga terjadi pelurusan serat dan dengan demikian terjadi pula pensejajaran serat.

2. *Twisting* (pemberian antihan)

Pemberian antihan ini pada prinsipnya dilakukan dengan memutar satu ujung dari untaian serat, sedangkan ujung yang lainnya tetap diam. Pada mesin *ring spinning* yang membuat antihan pada benang adalah putaran dari *traveller*. Terjadinya antihan pada benang karena ujung benang bagian atas dipegang oleh peregang depan, sedangkan bagian bawah diputar oleh *traveller* yang mengikuti putaran *spindle*. Akibat adanya gaya gesek *traveller* pada *ring rail*, serta hambatan udara pada benang maka kecepatan putar *traveller* lebih lambat dibanding kuat putar *spindle*.

3. *Winding* (penggulungan)

Penggulungan dilakukan oleh putaran *bobbin* yang juga memutar *traveller*. Diameter gulungan *relative* kecil karena dibatasi oleh diameter *ring*. Dengan demikian untuk mendapatkan diameter yang besar (bentuk *cones*) maka diperlukan proses pengelosan (*rewinding*) dengan akibat terjadinya banyak sambungan (*knot*) yang merupakan salah satu bentuk cacat benang.

Mesin *ring spinning* terbagi menjadi tiga bagian, yaitu :

1. Bagian Penyuaipan

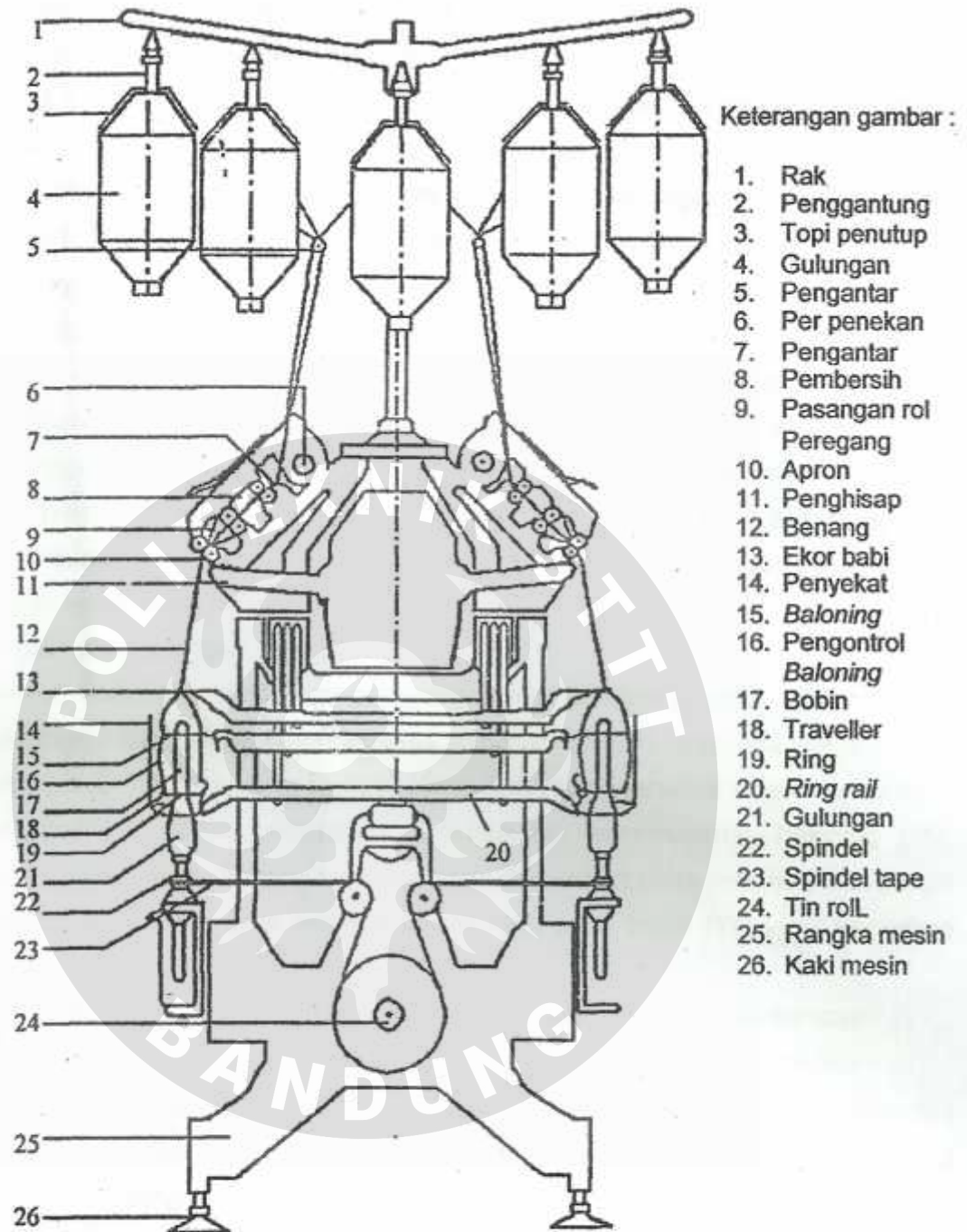
Bagian penyuaipan terdiri dari rak yang berfungsi untuk menempatkan penggantung yang jumlahnya sama dengan *spindle* pada satu *frame*. Topi penutup berfungsi untuk mencegah menempelnya serat-serat yang berterbangan (*fly waste*) pada *roving*. Pada setiap penggantung di pasang gulungan *roving* yang digunakan sebagai bahan baku pada proses *ring spinning*. Setiap *roving* yang disuapkan ke pasangan rol peregang belakang harus melalui pengantar dan pengantar yang berfungsi menyuapkan benang ke *roll* peregang belakang.

2. Bagian Peregangan

Bagian peregangan ini terdiri dari tiga pasang rol peregang yang dilengkapi dengan *weighting arm* yang berfungsi memberikan tekanan pada rol peregangan atas terhadap rol peregangan bawah sehingga diperoleh garis jepit yang diharapkan. Rol pembersih berfungsi membersihkan serat-serat yang menempel pada rol atas. Apron berfungsi mengantarkan serat ke pasangan rol peregang depan dan memegang serat selama berada di daerah peregangan bagian tengah. Penghisap berfungsi menghisap serat yang keluar dari pasangan rol peregang depan apabila ada benang yang putus.

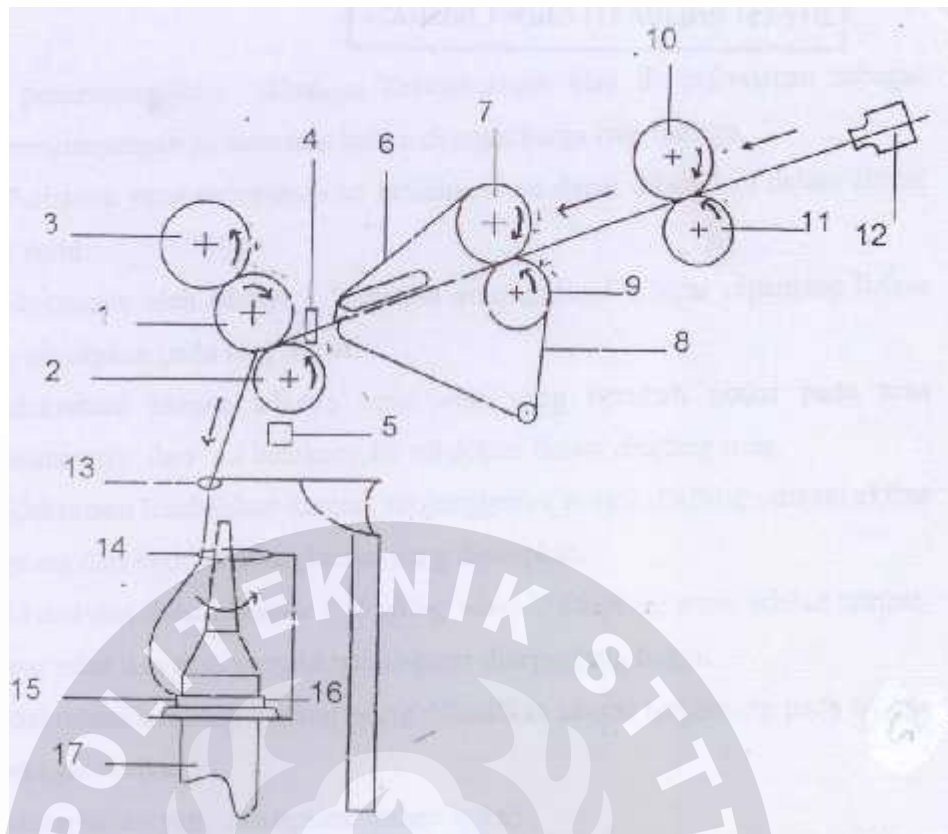
3. Bagian Penggulungan

Bagian penggulungan terdiri dari bobin yang di pasang pada *spindle*. *Spindle* merupakan tempat untuk memasang bobbin. *Spindle* beserta bobinnya diputar oleh tin *roll* dengan perantara per *spindle*. *Ring* di pasang pada *ring rail*. *Traveller* di pasang pada ring dan berfungsi sebagai pengantar benang pada proses penggulungan bobin. *Ring rail* beserta *ring* dan *traveller* bergerak naik turun pada saat penggulungan berlangsung. Pengontrol *baloning* berfungsi mengatasi kemungkinan membesarnya *baloning*. Sedangkan ekor babi/lapet berfungsi agar *baloning* yang terbentuk simetris terhadap *spindle*.



Gambar.2.1 Mesin Ring Spinning

Sumber : Pawitro S. Teks dkk, Teknologi Pemintalan Bagian Kedua, ITT, Bandung, 1975.



**Gambar 2.2 Skema Jalannya Benang Pada Mesin Ring Spinning**

Keterangan Gambar 2.2 :

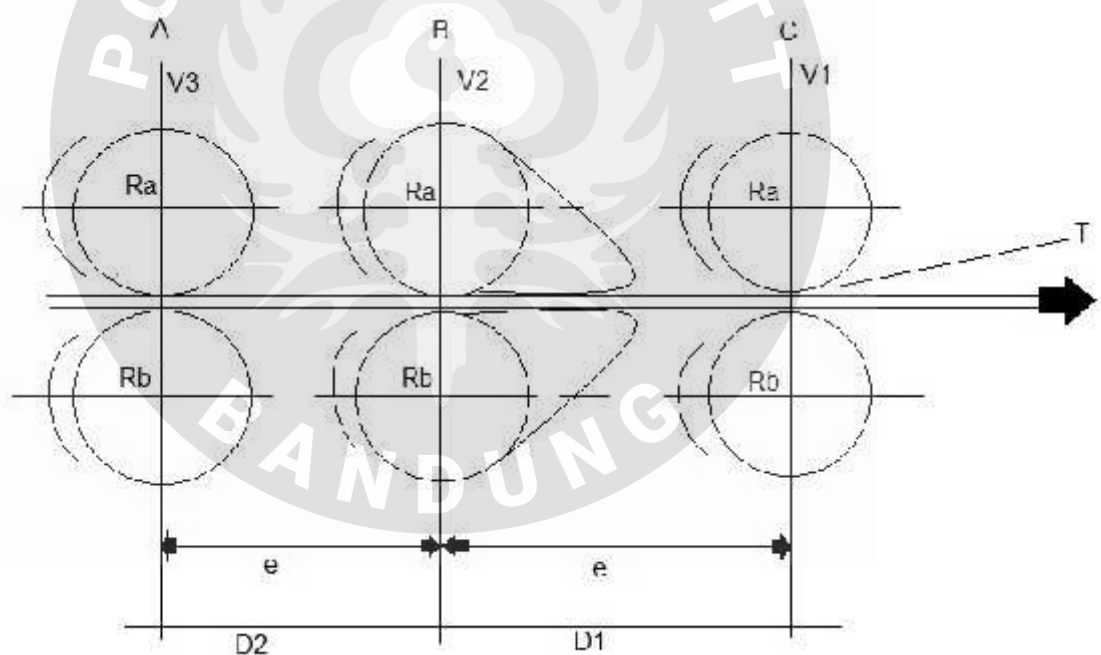
1. Rol depan atas
2. Rol depan bawah
3. Rol pembersih
4. Kolektor
5. Penghisap
6. Apron atas
7. Rol tengah atas
8. Apron bawah
9. Rol tengah bawah
10. Rol belakang atas
11. Rol belakang bawah
12. Terompet
13. Lapet
14. Anti nodering
15. *Traveller*
16. *Ring traveller*
17. Gulungan benang

## 2.2. Tinjauan Proses Peregangan

Peregangan adalah proses penghalusan atau pengecilan bahan dalam bentuk berat per satuan panjang. Proses peregangan diperlukan dalam proses pembuatan benang karena dengan adanya peregangan serat di paksa melakukan penggelinciran satu sama lain sehingga terjadi pelurusan serat dan dengan demikian terjadi pula pensejajaran serat. Ada tiga cara peregangan, yaitu :

1. Melalui 2 atau lebih pasangan *roll* yang berbeda kecepatannya.
2. Dengan perantara 2 titik jepit, yang satu tetap di tempat sedangkan yang satunya lagi berpindah tempat.
3. Dengan jalan penyebaran bahan di atas suatu permukaan yang luas.

Untuk di mesin *ring spinning*, cara peregangan yang di pakai adalah cara yang pertama, yaitu melalui 2 atau lebih pasangan *roll* yang berbeda kecepatannya. Pada umumnya, di mesin *ring spinning* menggunakan 3 pasang rol. Sistem peregangan dengan 3 pasang *roll* dapat dilihat pada Gambar I.2.1 di bawah ini.



**Gambar 2.3 Sistem Peregangan Dengan Tiga Pasang Rol**

Keterangan gambar :

Ra : Rol atas bergerak pasif

Rb : Rol bawah bergerak aktif

T : Titik jepit

E : *Ecartement*, jarak antara dua titik jepit yang berdekatan

- $D_1$  : Regangan utama
- $D_2$  : Regangan pendahuluan
- $V_1$  : Kecepatan permukaan rol C
- $V_2$  : Kecepatan permukaan rol B
- $V_3$  : Kecepatan permukaan rol A

Pada saat dilakukan proses peregangan yaitu terjadi proses pengecilan bahan dengan tujuan :

- a. Meluruskan dan mensejajarkan serat
- b. Mendapatkan nomor benang yang dikehendaki

Pelurusan serat-serat diperlukan agar proses peregangan berikutnya dapat dilakukan dengan mudah, terutama untuk mengontrol serat-serat tersebut pada daerah peregangannya. Persejajaran serat-serat tidak diartikan bahwa posisi serat benar-benar sejajar. Bila serat sejajar satu sama lain, maka bahan akan putus sebagai akibat tidak adanya daya ikat serat satu sama lain. Persejajaran serat dilakukan hanya sampai pada tingkat tertentu, sisa-sisa kekusutan diperlukan untuk memberikan kekuatan pada bahan.

### 2.2.1. Tinjauan Rol Peregang

Susunan rol peregang pada mesin yang diamati adalah tiga pasang rol yang terdiri dari pasangan rol bawah (rol belakang, rol tengah dan rol depan). Pada pasangan rol tersebut dilengkapi apron. Fungsi dan penggunaan rol peregang adalah sebagai berikut :

1. Membuka daerah peregangan (*zone draft*)
2. Menjepit serat-serat selama proses peregangan
3. Mengontrol serat-serat selama proses peregangan

### 2.3. Penyetelan Mesin

Serat kapas ataupun serat-serat lainnya memiliki sifat yang beragam dari setiap individu, baik didalam panjang, mulur, kehalusan dan sebagainya. Sebelum serat ini diproses dibagian pemintalan menjadi benang dengan mutu yang baik, maka diperlukan penyetelan yang sesuai dengan sifat serat pada mesin pemintalan.

Pada mesin *ring spinning*, penyetelan ini terjadi pada daerah peregangan (*drafting zone*), diman daerah peregangan ini terdapat pasangan rol penarik yaitu rol bawah, yaitu rol belakang, rol tengah dan rol depan. Sama dengan bagian bawah, bagian

atas juga memiliki 3 buah rol yang berfungsi untuk menjepit serat sehingga terjadi peregangan.

Pada bagian rol bawah (*bottom roll*) inilah terjadi penyetelan terhadap jarak masing-masing rol, dimana besarnya jarak penyetelan tergantung panjang serat. Jarak penyetelan ini dilakukan antara rol belakang dengan rol tengah dan rol tengah dengan rol depan. Alat yang digunakan untuk penyetelan ini biasa disebut dengan *gauge* yang telah diatur ukurannya. Untuk penyetelan rol atas biasanya menyesuaikan atau mengikuti jarak penyetelan rol bawah.

Jarak antara rol bawah pada mesin *ring spinning* yang terlalu sempit atau lancar dari keadaan yang normal sama-sama menghasilkan ketidakrataan pada benang yang dihasilkan. Maka penyetelan jarak antara rol penarik dilaksanakan sedemikian rupa sehingga tidak terlalu kecil ataupun terlalu besar, jika jarak antara rol bawah terlalu kecil maka akan menghasilkan bahan dalam bentuk kelompok-kelompok yang tidak mengalami peregangan (*spewing*) sehingga menyebabkan serat menjadi keriting dan putus. Sebaliknya, jika penyetelan terlalu besar akan mengakibatkan serat mengambang (*floating*) sehingga menimbulkan tempat-tempat tebal tipis yang disebut *drafting wave* dengan variasi ketidakrataan yang periodik pada bahan.

#### **2.4. Drafting Wave**

*Drafting wave* adalah tempat-tempat tebal dan tipis yang bergantian sepanjang bahan. *Drafting wave* terjadi bila ujung depan serat yang mengalami *drafting* dijepit oleh rol depan dan kecepatan serat-serat tersebut mengalami penarikan secara tiba-tiba mengikuti kecepatan rol *depan*. Serat-serat tersebut dengan *friksi* permukaan yang dimilikinya menjerat serat-serat pendek yang ada disekitarnya ikut ke depan menuju rol depan. Akibatnya terjadilah penumpukan pada daerah depan tadi dan dikenal sebagai tempat-tempat tebal pada bahan. Dilain pihak, peristiwa tersebut menyebabkan pula sejumlah serat yang belum sempat terjepit oleh rol depan ketinggalan serta antara kelompok serat yang telah terjepit dan yang belum terjepit dibelakang rol depan tadi meninggalkan suatu batas tipis yang hanya terisi sejumlah kecil serat. Tempat tipis ini pada gilirannya akan mencapai pula rol depan. Namun karena telah berkurangnya serat yang terkandung didalamnya. *Friksi* permukaannya tidak cukup besar untuk menjerat serat-serat lainnya ke depan dan terjadilah daerah tebal tipis. Tempat-tempat tebal dan tipis bergantian disepanjang bahan inilah yang disebut dengan *drafting wave*.

## 2.5. Jarak Rol

Jarak rol merupakan masalah yang terus dibahas dalam teori pemintalan, hal ini karena tidak adanya suatu rumusan yang pasti dan digunakan secara umum mengenai jarak jepit rol peregangan tersebut, kecuali rekomendasi dari pihak pembuat mesinnya. Pada dasarnya usaha untuk menemukan jarak jepit rol yang optimum adalah dengan mempertemukan dua keadaan *setting* yang ekstrim, yaitu sebagai berikut :

### 1. *Setting* yang terlalu sempit

Bila *setting* dilakukan terlalu sempit dari seharusnya, akan mengakibatkan *cracking fibre* dimana serat mengalami kerusakan. Serat yang dilepas oleh rol belakang didorong ke depan mengikuti kecepatan rol belakang sedangkan rol depan yang bergerak lebih cepat sehingga serat tertarik. Pada saat rol depan menarik serat tersebut, ujung belakang serat masih dipegang oleh rol belakang yang bergerak lebih lambat. Dengan demikian serat-serat akan mengalami beban yang berlawanan, ujung yang satu ditarik dan ujung yang lain ditahan sehingga serat mengalami perpanjangan maksimum yang berakhir dengan putusanya serat tersebut (*cracking*)

### 2. *Setting* yang terlalu lebar (besar)

Sebaliknya bila *setting* terlalu besar, serat-serat yang seluruhnya dilepas oleh rol belakang karena *setting* yang terlalu lebar, maka ujung depan serat belum terjepit oleh rol depan akan tertinggal. Karena saat terus berjalan kedepan, maka antara kelompok-kelompok serat yang dijepit dan yang belum dijepit akan meninggalkan suatu bekas yang tipis yang hanya terdiri dari sejumlah kecil serat. Suatu saat serat tersebut akan sampai kedepan, sehingga serat tersebut akan mengambang (*floating*) pada daerah peregangan.

## 2.6. Pengaruh peregangan terhadap ketidakrataan

Dalam proses pembuatan benang, peregangan merupakan salah satu faktor yang perlu mendapat perhatian, sebab besarnya peregangan harus disesuaikan dengan berat per satuan panjang bahan yang diinginkan atau dihasilkan.

Pada umumnya susunan peregangan pada mesin *ring spinning* terdiri dari :

- a. Peregangan pendahuluan (*break draft*)
- b. Peregangan utama (*main draft*)



Dalam pembahasan mengenai pengaruh peregangan terhadap ketidakrataan benang, penulis membatasi hanya pada salah satu daerah peregangan, yaitu peregangan pendahuluan (*break draft*). Peregangan pendahuluan terjadi pada daerah peregangan belakang, yaitu diantara pasangan rol tengah dan pasangan rol belakang. Peregangan pada *break draft* relatif lebih kecil dibanding *main draft*, karena hanya berfungsi untuk membuka antihan pada *roving*. Adanya antihan akan menghambat *roving* pada saat mendapatkan regangan utama karena serat-serat tidak bebas bergerak.

Regangan pendahuluan ditentukan oleh perbedaan kecepatan permukaan antara rol belakang dengan kecepatan pasangan rol tengah. Semakin kecil kecepatan permukaan rol tengah maka semakin kecil regangan pendahuluannya.

## 2.7. Faktor-faktor mutu benang

Mutu benang adalah keadaan benang yang ditentukan oleh sifat-sifat benang, antara lain nomor, kekuatan, mulur dan ketidakrataan.

### 2.7.1. Nomor benang

Nomor benang untuk faktor mutu, yaitu penyimpangan nomor yang terjadi dari nomor yang dikehendaki. Secara garis besar ada dua macam sistem penomoran benang, yaitu :

#### a. Sistem penomoran langsung (*Direct system*)

Sistem penomoran langsung adalah penomoran yang menunjukkan berat benang setiap panjang tertentu, sistem penomoran langsung terbagi atas :

##### 1. Sistem Tex

$$\text{Tex} = \frac{1000 \times \text{berat (gram)}}{\text{panjang (meter)}}$$

##### 2. Sistem Denier

$$\text{Denier} = \frac{9000 \times \text{berat (gram)}}{\text{panjang (meter)}}$$

#### b. Sistem penomoran tidak langsung (*Indirect system*)

Sistem penomoran tidak langsung adalah penomoran yang menunjukkan panjang benang untuk setiap berat tertentu.

Sistem penomoran tidak langsung terbagi atas :

1. Sistem Inggris (Ne)

$$Ne = \frac{\text{panjang(hank)}}{\text{berat (lbc)}}$$

2. Sistem metrik (Nm)

$$Nm = \frac{\text{panjang(meter)}}{\text{berat (gram)}}$$

### 2.7.2. Ketidakrataan Benang (U%)

Ketidakrataan adalah tingkat yang memperlihatkan penyimpangan berat persatuan panjang dari harga rata-ratanya. Pengukuran ketidakrataan dilakukan dengan dasar perhitungan variasi penampang sepanjang benang dengan menggunakan alat *Uster Eveness Tester* yang secara langsung dapat menunjukkan harga U%. Makin rendah harga U% maka makin rata harga benang tersebut.

Hasil pengukuran dengan *Uster Eveness Tester* menunjukkan suatu nilai yang sebanding dengan berat per unit panjang dari benang yang diukur. Unit panjang tersebut sesuai dengan panjang daerah pengukuran pada *plat condensor* atau *slot*.

### 2.7.3. Kekuatan Benang

Kekuatan benang adalah kemampuan benang untuk menahan gaya yang diterima benang akibat tarikan. Kekuatan benang dipengaruhi oleh beberapa faktor, antarlain panjang staple, kehalusan serat dan ketidakrataan.

Secara ringkas kekuatan benang dapat dijelaskan dengan :

- a. Kekuatan tarik perhelai, ialah besarnya gaya yang dibutuhkan untuk memutuskan satu benang, dinyatakan dalam satuan gram.
- b. Kekuatan tarik per lea (per untai), ialah besarnya gaya yang dibutuhkan untuk memutuskan satu untai benang, dinyatakan dalam satuan kilogram.

### 2.7.4. Mulur Benang

Mulur adalah perubahan bentuk benang memanjang akibat benang mengalami regangan atau penarikan. Biasanya dinyatakan dalam % yang diperhitungkan dari selisih panjang setelah mengalami perubahan dengan panjang awal.

Sifat mulur ini sangat penting karena ada kaitannya dengan proses pemakaian selanjutnya dan sifat-sifat bahan yang dihasilkan.

### 2.7.5. Twist

Jumlah antihan pada benang adalah jumlah pumtiran pada benang tersebut per unit panjang dari benang dalam keadaan ada antihannya.

Antihan atau *twist* dapat dihitung dengan rumus :

$$TPI = \alpha \overline{Ne_1}$$

Dimana :  $\alpha$  : konstanta *twist multiplier*

$Ne_1$  : sistem penomoran benang tidak langsung

### 2.8. Metode Statistika

Untuk memperoleh suatu kesimpulan dari hasil percobaan dan pengujian, maka perlu diadakan pengolahan data hasil pengujian. Adapun rumus-rumus statistik yang digunakan untuk pengolahan data hasil pengujian adalah sebagai berikut :

#### 1. Nilai rata-rata

Rata-rata perhitungan adalah sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=0}^n X_i}{n}$$

Dimana :

$\bar{X}$  : nilai rata-rata

$X_i$  : nilai pengamatan ke -1

$N$  : banyaknya pengamatan/ccontoh uji

#### 2. Standar Deviasi

Perhitungan standar deviasi adalah sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Dimana :

$S$  = standar deviasi (simpangan baku)

$x_i$  = nilai pengamatan ke-i

$\bar{x}$  = nilai rata-rata hitung

$n$  = banyaknya pengamatan

#### 3. Koefisien Variasi

Perhitungan koefisien variasi adalah sebagai berikut :

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} \times 100 \%$$

Dimana :

**CV** = koefisien variasi

**S** = standar deviasi

$\bar{x}$  = nilai rata-rata hitung

#### 4. Sampling error (E%)

Pada umumnya sampling error yang terpakai untuk tekstil dan berdistribusi normal, adalah diantara 2-5% dengan probability yang sering dipakai adalah sebesar 95% ( $t = 1,960$ )

$$E = \frac{t \times Cv}{\bar{n}}$$

Dimana :

E = kekeliruan (%)

t = faktor probabilitas 95%, dengan  $t = 1,96$

CV = koefisien variasi (%)

n = banyak pengamatan

#### 5. Uji Hipotesa

Uji hipotesa dengan melakukan uji f dan uji t adalah sebagai berikut :

##### a. Uji F (F test)

Uji F digunakan untuk membandingkan dua harga variasi, untuk menentuka kedua variasi tersebut berbeda atau sama.

Rumus :

F hitung =  $\frac{S_1^2}{S_2^2}$  jika  $S_1 > S_2$  dan begitu pula sebaliknya

Dimana :

$S_1^2$  : harga variasi yang besar

$S_2^2$  : harga variasi yang kecil

F tabel : F  $\alpha$  ( $n_1 - 1, n_2 - 1$ )

Hipotesa :

Ho : harga kedua variasi sama

H1 : harga kedua variasi berbeda

Tingkat kepercayaan 95 % ( $\alpha = 5 \%$ )

Kesimpulan :

Ho di terima jika F hitung < dari tabel, artinya kedua harga variasi sama.

H1 di terima jika F hitung > dari tabel, artinya kedua harga variasi berbeda.

### b. Uji T (T test)

Uji T digunakan untuk mengetahui harga rata-rata kedua pengujian sama atau berbeda.

Rumus :

1. Rumus uji T dimana kedua variasi sama

$$T \text{ hitung} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{Sp \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$Sp = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) SD_1^2 + (n_2 - 1) SD_2^2}{(n_1 + n_2) - 2}}$$

Tingkat kepercayaan 95 % dan 99 % ( $\alpha = 5\%$  dan  $\alpha = 1\%$ )

dk = derajat kebebasan

$$dk = n_1 + n_2 - 2$$

$$T \text{ tabel} = t_{\alpha/2} (dk)$$

2. Rumus uji T dimana harga kedua variasi berbeda

$$T \text{ hitung} = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$T \text{ tabel} = t_{\alpha} (dk)$$

Tingkat kepercayaan 95 % dan 99 % ( $\alpha = 5\%$  dan  $\alpha = 1\%$ )

dk = derajat kebebasan

$$dk = \frac{\left| \frac{SD_1^2}{n_1} + \frac{SD_2^2}{n_2} \right|}{\left| \frac{SD_1^2}{n_1 - 1} + \frac{SD_2^2}{n_2 - 1} \right|}$$

Hipotesa :

Ho : harga rata-rata kedua contoh sama

H1 : harga rata-rata kedua contoh berbeda

Kesimpulan :

Ho diterima jika  $T \text{ hitung} < t \text{ tabel}$  ( $\alpha = 5\%$ ). Artinya harga rata-rata kedua contoh sama.

H1 diterima jika  $T \text{ hitung} > t \text{ tabel}$  ( $\alpha = 1\%$ ). Artinya harga rata-rata kedua contoh berbeda.