

## BAB II

### TEORI DASAR

#### 2.1. Sifat-sifat Serat Rayon Viskosa

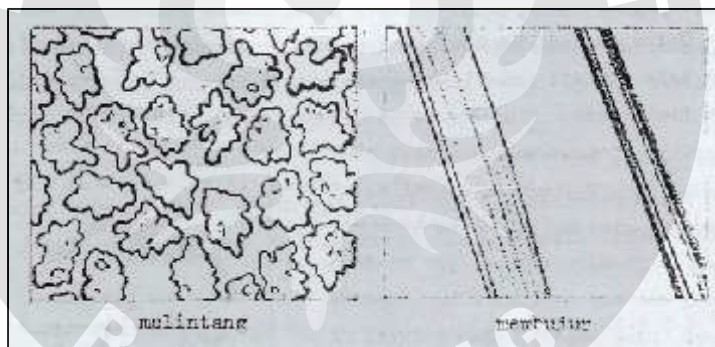
Dalam buku Serat-Serat Tekstil (P. Soeprijono, 1975), rayon viskosa adalah serat selulosa diregenerasi sehingga strukturnya sama dengan serat selulos yang lain, kecuali derajat polimerisasinya lebih rendah karena terjadinya degradasi rantai polimer selama proses pembuatan serat.

Bahan dasar rayon viskosa adalah kayu yang telah dimurnikan dan natrium hidroksida diubah menjadi alkali selulosa sebagai bahan dasar, kemudian dengan karbon disulfida diubah menjadi alkali selulosa xantat dan selanjutnya dilarutkan dalam larutan hidroksida encer. Larutan ini kemudian diperam dan dipintal dengan cara pemintalan basah menggunakan larutan asam.

Sifat dan karakteristik serat rayon viskosa:

##### 1. Morfologi

Bentuk memanjang serat rayon viskosa seperti silinder bergaris dan penampang lintangnya bergerigi. Penampang melintang dan membujur serat rayon viskosa:



Sumber: P. Soeprijono, Serat-Serat Tekstil. Institut Teknologi Tekstil, Bandung. 1973

**Gambar 2.1 Penampang Melintang (2.1.a) dan Penampang Membujur (2.1.b)  
Serat Rayon Viskosa**

##### 2. Kekuatan dan Mulur

Kekuatan serat rayon viscosa kira-kira 2,6 gram perdenier dalam keadaan kering dan kekuatan basahnya kira-kira 1,4 gram perdenier. Mulurnya kira-kira 15% dalam keadaan kering dan kira-kira 25% dalam keadaan basah.

##### 3. Moisture

Moisture regain serat rayon viskosa dalam kondisi standar ialah 12-13%

#### 4. Elastisitas

Elastisitasnya jelek. Apabila dalam pertenunan benangnya mendapat suatu tarikan mendadak kemungkinan benangnya tetap mulur dan tidak mudah kembali lagi.

#### 5. Berat jenis

Berat jenis rayon viskosa adalah 1,52.

#### 6. Sifat listrik

Dalam keadaan kering rayon viskosa merupakan isolator listrik yang baik tetapi uap air yang diserap oleh rayon akan mengurangi daya isolasinya.

#### 7. Sinar

Dalam penyinaran kekuatannya berkurang. Berkurangnya kekuatan lebih sedikit dibandingkan dengan sutera tetapi lebih tinggi dari asetat.

#### 8. Panas

Rayon viskosa tahan terhadap penyeterikan tetapi pemanasan dalam waktu lama menyebabkan rayon berubah menjadi kuning.

#### 9. Sifat kimia

Rayon viskosa lebih cepat rusak oleh asam dibandingkan dengan kapas terutama dalam keadaan panas.

#### 10. Sifat biologi

Jamur akan menyebabkan rayon viskosa berkurang kekuatannya serta berwarna. Biasanya jamur mula-mula tumbuh pada kanji yang menempel pada benang. Apabila kanjinya telah dihilangkan kemungkinan diserang jamur berkurang.

Pemintalan basah menghasilkan serat rayon viskosa dalam bentuk filamen yang lurus. Filamen-filamen ini mengalami penarikan untuk memperoleh kehalusan tertentu, kemudian dikeritingkan dan dipotong. Stapel rayon viskosa ini mengalami pemutihan dan beberapa kali pencucian untuk menghilangkan zat-zat tidak diinginkan yang masih tersisa. Stapel yang telah bersih lalu dikeringkan dan dipres dalam bentuk bal.

Bal serat rayon viskosa mengalami pembukaan dan pembersihan di unit mesin *blowing*. Kemudian dialirkan ke mesin *carding* untuk mengalami pembukaan lebih lanjut dan pembentukan *sliver carding*. *Sliver carding* mengalami perangkapan dan pelurusan sebanyak 2 tahap atau lebih di mesin *drawing* yang kemudian menghasilkan *sliver drawing*. *Sliver drawing* disuapkan ke mesin *roving* yang akan mengecilkan *sliver* dan menggulungnya pada *bobbin roving* agar sesuai untuk disuapkan ke mesin *ring spinning*. Di mesin *ring spinning* inilah pembuatan benang berlangsung.

### 2.1.1 Mesin *Ring Spinning*

Mesin *ring spinning* adalah mesin yang dipakai dalam proses pembuatan benang staple sebagai kelanjutan dari proses persiapan pemintalan mulai dari *blowing*, *carding*, *drawing*, sampai dengan *roving*. Masing-masing mempunyai fungsi tersendiri diantaranya, hasil dari mesin *blowing* berupa lap, hasil dari mesin *carding* adalah *sliver carding*, hasil dari mesin *drawing* adalah *sliver drawing*, dan hasil dari mesin *roving* adalah *sliver roving*. Pada mesin *ring spinning* gulungan *sliver roving* diubah menjadi benang.

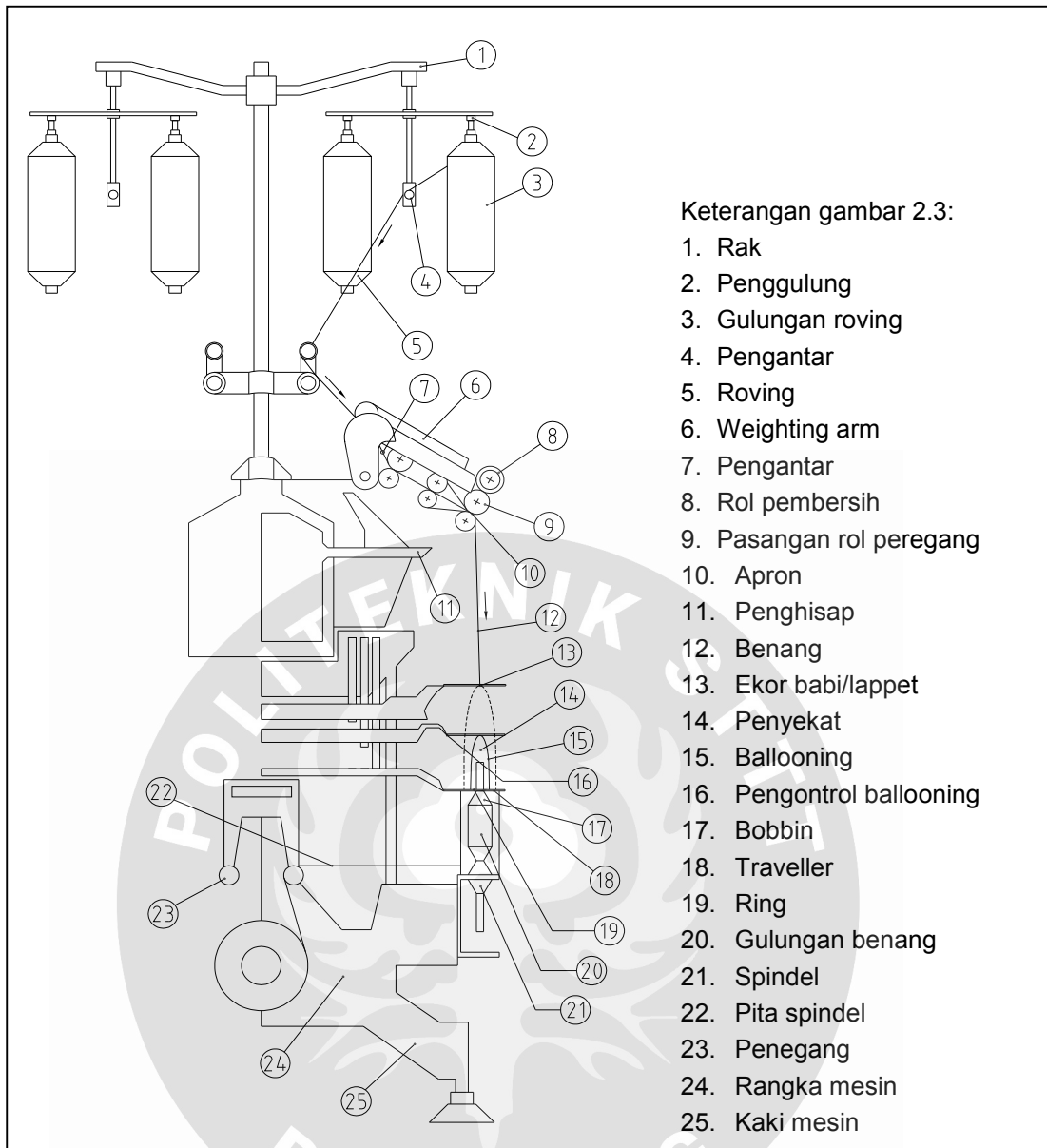
Mesin *ring spinning* berfungsi untuk memberikan regangan (*draft*) pada *sliver roving*, memberikan antihan (*twist*) pada benang yang di hasilkan, serta penggulangan benang pada bobin. Mekanisme kerja mesin *ring spinning* dapat di lihat pada gambar 2.2 di halaman 9. Dalam buku Pemintalan Bagian Kedua (Pawitro, 1973), mesin *ring spinning* (Gambar 2.2) terbagi menjadi tiga bagian yaitu

### 2.1.2 Bagian penyuaapan

Bagian penyuaapan terdiri dari rak (1) yang berfungsi untuk menempatkan penggantung (2) yang jumlahnya sama dengan jumlah spindel pada satu *frame*. Topi penutup berfungsi untuk mencegah menempelnya debu dan serat-serat yang berterbangan (*fly waste*) pada *roving*. Pada setiap penggantung dipasang gulungan *roving* yang digunakan sebagai bahan baku pada proses *ring spinning*. Setiap *roving* yang disuapkan ke pasangan rol peregang belakang harus melalui pengantar (4) dan pengantar (7) yang berfungsi menyuapkan benang ke rol peregang belakang (*back roller*).

### 2.1.3 Bagian Peregangan

Bagian peregangan ini terdiri dari tiga pasang rol peregang (9) yang dilengkapi dengan *weighting arm* (6) yang berfungsi memberikan tekanan pada rol peregang atas (*top roll*) terhadap rol peregang bawah (*bottom roll*) sehingga diperoleh garis jepit yang diharapkan. Rol pembersih (8) berfungsi membersihkan serat-serat yang menempel pada *top roll*. *Apron* (10) berfungsi mengantarkan serat ke pasangan rol peregang depan dan memegang serat selama berada di daerah peregangan bagian tengah. Penghisap (11) berfungsi menghisap serat yang keluar dari pasangan rol peregang depan apabila ada benang yang putus.



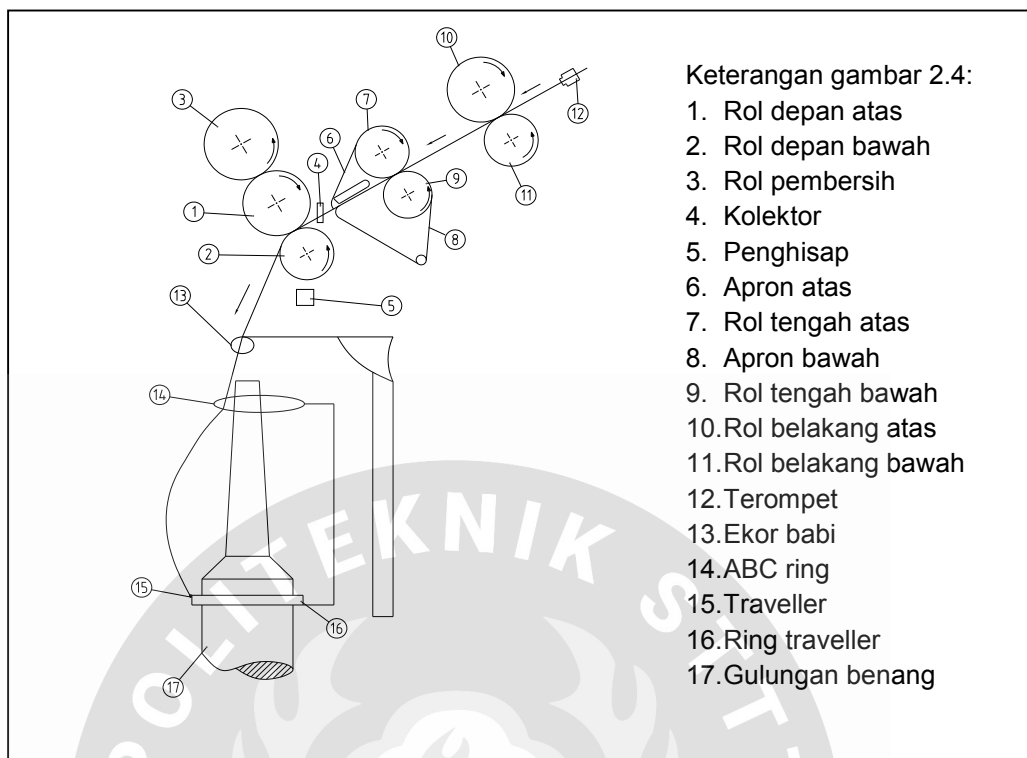
Sumber: Pawitro, Teknologi Pemintalan Bagian Kedua, ITT, Bandung, 1975.

**Gambar 2.2 Mesin Ring Spinning**

#### 2.1.4 Bagian Penggulungan

Bagian penggulungan terdiri dari bobbin (17) yang dipasang spindel (21). Spindel (21) tempat untuk memasang bobbin. Spindel berikut bobbinnya diputar oleh *tin* rol dengan perantaraan per spindel (22). *Ring* (19) yang dipasang pada *ring rail*. *Traveller* (18) yang dipasang pada ring dan berfungsi sebagai pengantar benang pada proses penggulungan bobbin. *Ring rail* berikut *ring* dan *traveller* bergerak naik turun pada saat penggulungan berlangsung. Pengontrol ballooning (16) berfungsi

untuk membatasi kemungkinan besarnya *balloning* (15). Sedangkan ekor babi/lappet (13) berfungsi agar *balloning* yang terbentuk simetris terhadap spindel.



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

### Gambar 2.3 Skema Jalannya Benang Pada Mesin Ring Spinning

## 2.2 Tinjauan Tentang Peregangan

Yang dimaksud dengan peregangan adalah proses pengecilan bahan dalam bentuk berat persatuan panjang. Menurut Salura di dalam bukunya "Teori *Draft* dan Ketidakrataan Benang" peregangan dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut :

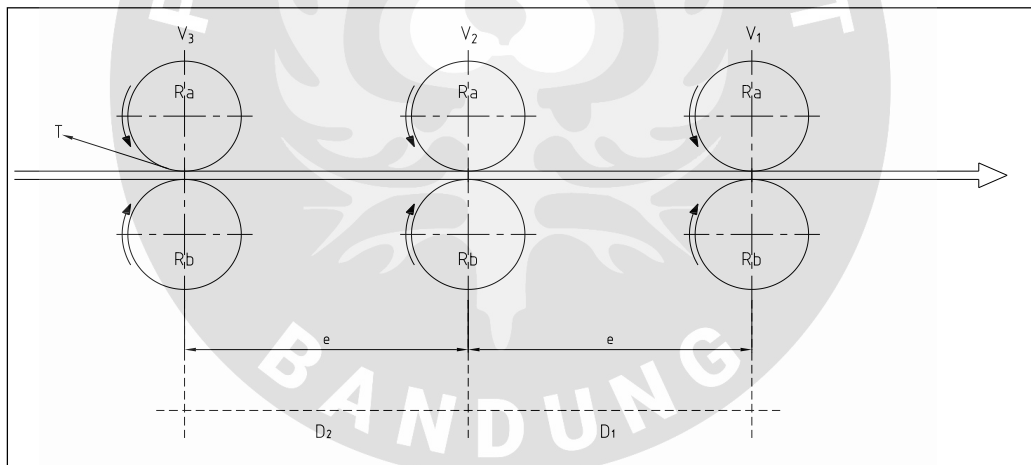
- 1) Melalui dua atau lebih pasangan rol yang berbeda kecepatannya.
- 2) Dengan perantaraan dua buah titik jepit, yang satu stasioner/tetap sedangkan yang lainnya berpindah tempat.
- 3) Dengan jalan penyebaran bahan di atas permukaan yang luas.

Peregangan pada mesin *ring spinning* dilakukan pasangan rol-rol peregang yang mempunyai kecepatan dan permukaan berbeda. Selanjutnya sistem peregangan dengan menggunakan pasangan rol-rol peregang disebut dengan system *drafting roller*. Untuk merubah kehalusan bahan agar diperoleh hasil yang sesuai dengan rencana, umumnya regangan dilakukan secara bertahap sehingga memberikan hasil yang lebih baik, peregangan yang diberikan secara bertahap akan

memudahkan serat-serat menyesuaikan diri dengan regangan, sehingga serat menjadi lurus dan sejajar. Pada saat terjadinya pengecilan bahan oleh peregangan yang dilakukan oleh pasangan rol yang berbeda, serat dipaksa mengadakan penggelinciran satu dengan yang lainnya sehingga:

- 1) Terjadinya pelurusan serat (*straightening*)
- 2) Terjadinya pula pensejajaran (*parallelizing*)

Serat-serat yang relatif telah lurus dan sejajar tadi tidak lebih dari suatu pengertian belaka sebab bila serat sungguh-sungguh sejajar maka bahan akan putus karena serat-seratnya tidak lagi mempunyai daya kait satu sama lain sehingga penggelinciran tidak dapat dihindari lagi. Pensejajaran memang diperlukan tetapi hanya sampai tingkat tertentu. Sisa-sisa kekusutan pada serat harus cukup tersimpan untuk menguatkan bahan dan lebih-lebih lagi bila mengingat bahwa setiap proses *drafting* berakibat menambah ketidakrataan bahan. Gambar 2.3 adalah gambaran tiga pasangan rol peregangan A, B, dan C yang biasa digunakan pada sistem peregangan.



Sumber : Salura, Teori *Draft* dan Ketidakrataan Benang , Institut Teknologi Tekstil, Bandung, 1972.

**Gambar 2.4 Sistem Peregangan Dengan Tiga Pasang Rol Peregangan**

Keterangan Gambar 2.4:

Ra = rol atas

Rb = rol bawah

e = *ecartement*, jarak antara dua titik jepit yang berdekatan

D1 = regangan utama (*main draft*)

D2 = regangan pendahuluan (*break draft*)

A = pasangan rol depan

B = pasangan rol tengah

- C = pasangan rol belakang  
 Bm = berat masuk per satuan panjang yang disuapkan pada rol belakang  
 Bk = berat yang dihasilkan rol depan

Macam-macam peregangan (*draft*) adalah :

1. *Actual Draft* (AD)

*Actual draft* adalah *draft* yang telah dialami oleh bahan dengan tidak menghiraukan hal-hal lain yang disebabkan oleh kerjanya mesin seperti berkurangnya berat bahan karena terjadinya limbah.

$$AD = \frac{\text{Berat bahan masuk per satuan panjang}}{\text{Berat bahan keluar per satuan panjang}}$$

2. *Mechanical Draft* (MD)

*Mechanical draft* adalah *draft* yang terjadi pada bahan dengan jalan membandingkan antara kecepatan permukaan dari rol pengeluaran dan rol pemasukan. Perhitungan *mechanical draft* didasarkan pada hubungan mekanisme roda-roda gigi yang menghasilkan kecepatan rol-rol peregang yang berbeda. *Mechanical draft* dibedakan menjadi dua yaitu :

- a. *Main draft* (regangan utama), yaitu regangan yang terjadi antara rol depan dan rol tengah. Harga *main draft* diperhitungkan dengan membandingkan kecepatan permukaan rol tengah dengan rol depan.

$$MD = \frac{\text{Kecepatan permukaan rol depan}}{\text{Kecepatan permukaan rol tengah}}$$

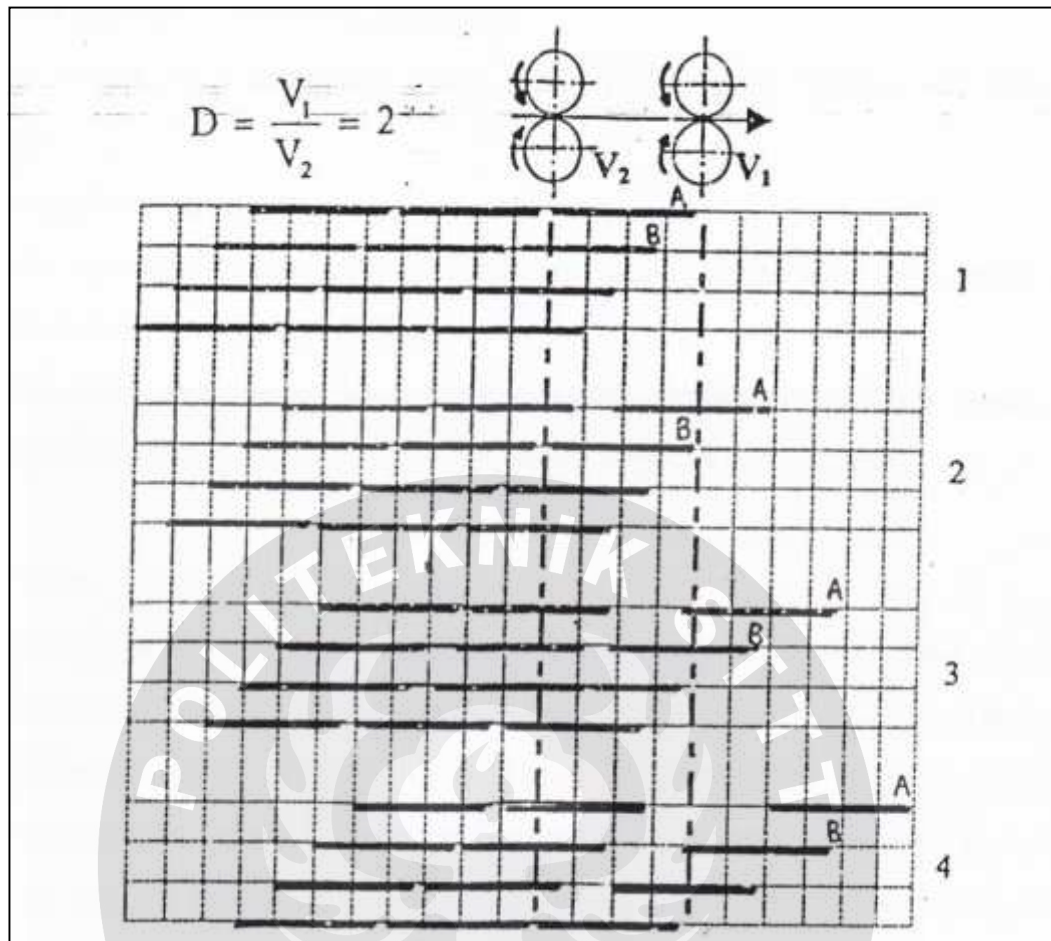
- b. *Break/preliminary draft* (regangan pendahuluan), yaitu regangan yang terjadi antara rol belakang dan rol tengah. *Break draft* ini berfungsi untuk menguraikan antihan pada *roving*. Antihan pada *roving* perlu diuraikan agar serat-serat sejajar dan mempermudah pada proses selanjutnya di *main draft*.

$$BD = \frac{\text{Kecepatan permukaan rol tengah}}{\text{Kecepatan permukaan rol belakang}}$$

### 2.2.1 Proses *Drafting* yang Sempurna

Dalam prakteknya, proses peregangan yang sempurna tidak pernah dapat tercapai, hal tersebut dikarenakan panjang serat yang diolah tidak selalu sama, serat-serat

tidak lurus, kadang-kadang terjadi slip pada pasangan rol dan lain-lain. Namun proses peregangan yang ideal dapat dilihat pada Gambar 2.5 di bawah ini :



Sumber : Salura, Teori *Draft* dan Ketidakrataan Benang , Institut Teknologi Tekstil, Bandung, 1972.

**Gambar 2.5 Proses *Drafting* yang Sempurna**

Penjelasan gambar 2.5 adalah sebagai berikut:

1. Serat A sudah akan memasuki kecepatan  $V_1$ , yang disusul oleh B.
2. Nampak A maju dengan pesat ke depan dengan mengikuti kecepatan keliling  $V_1$ . Terlihat bahwa B yang baru saja akan memasuki  $V_1$ , ketinggalan dua sub zone.
3. Karena B juga sudah memasuki kecepatan  $V_1$ , maka kecepatan B sama dengan kecepatan A.
4. Terlihat bahwa dua *sub zone* ketinggalan B terhadap A merupakan jarak iring-iringan yang konstan yang besarnya dua kali lipat dibandingkan dengan jarak sebelum A dan B bersama-sama memasuki  $V_1$



### 2.2.2 Rol Peregangan (*Drafting Roller*) dan Ketidakrataan

Ketidakrataan nol (*zero irregularity*) adalah bahan yang pada setiap penampangnya terdapat sejumlah serat yang sama, namun hal ini tidak akan terjadi. Usaha dapat dilakukan hanyalah menekan ketidakrataan sekecil mungkin. Usaha menaikan ketidakrataan harus dimulai dengan penggunaan bahan baku yang baik, karena bagaimanapun tidak akan terjadi benang yang rata jika bahan bakunya (*lap*, *sliver* maupun *roving*) yang diolah tidak rata, sedangkan ketidakrataan bahan baku pada hakikatnya sulit diatasi.

Mengetahui penyebab ketidakrataan yang ditimbulkan oleh faktor mesin dan segera mengantisipasinya merupakan cara lain untuk dapat mengandaliikan kenaikan ketidakrataan benang. Faktor keadaan mesin tersebut umumnya dipengaruhi antara lain oleh:

- Penyetelan jarak rol yang tidak sesuai dengan panjang seratnya.
- Pembebanan yang tidak sesuai, sehingga terjadinya *slip*.
- Keadaan rol yang telah aus, rusak, eksentrik dan sebagainya.
- Besar dan kecepatan peregangan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi keadaan mesin tersebut akhirnya akan menimbulkan ketidakrataan pada benang yang dihasilkan. Ketidakrataan yaitu berupa gelombang-gelombang dengan jangka yang lebih panjang dan dapat dihilangkan dengan cara memperbaiki keadaan mesinnya dan melakukan penggantian bagian-bagian mesin yang rusak serta menyetelnya dengan teliti.

Ketidakrataan pada benang ini berakibat:

1. Benang cenderung putus pada bagian yang tipis.
2. Jumlah dan ukuran frekuensi tempat-tempat yang tebal dan tipis merupakan unsur ketidakrataan yang sangat menurunkan kekuatan bahan.
3. Sifat ketidakrataan benang terbawa terus sampai pada proses selanjutnya, yaitu berupa kesulitan proses dan merusak kenampakan kainnya.

Masalah ketidakrataan kain akibat peregangan pada mesin *ring spinning* begitu dominan dan sangat dipengaruhi oleh kondisi rol peregang. Dengan demikian efektifitas proses peregangan merupakan hasil pengaturan antara rol-rol peregang sendiri.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi ketidakrataan benang akibat ketidakrataan permukaan *top roll* dapat disebabkan oleh:

1. Titik Jepit Yang Berubah

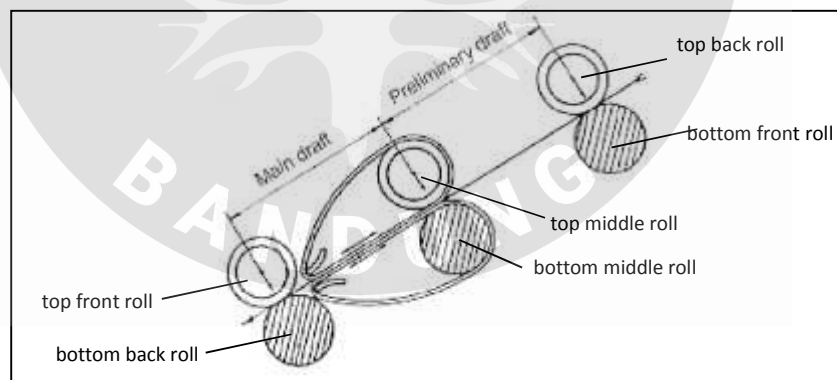
Dalam bukunya Salura, S. Teks menyebutkan bahwa yang dimaksud dengan “*eksentrisitas*” suatu rol adalah rol yang titik porosnya tidak berada ditengah-tengah sehingga menyebabkan titik jepit (*nip*) berpindah-pindah, karena perpindahan ini sangat kecil namun pengaruhnya terhadap ketidakrataan benang sangat besar.

## 2. Getaran Rol

Dalam bukunya Salura, S. Teks menyebutkan getaran dapat pula terjadi dalam bentuk gerak berputar yaitu pada rol-rol mesin tekstil. Suatu benda yang bergerak memberikan getaran dan besarnya getaran tergantung dari kecepatan gerakan dan keadaan bahan serta kemantapan posisinya, begitupula mesin *ring spinning* yang mempunyai bagian-bagian yang berputar, juga menimbulkan getaran. Bila posisinya mantap dan bahannya cukup kuat, maka getaran yang timbul pada bagian-bagian mesin, terutama rol peregang, tidak begitu besar apabila dibandingkan dengan posisi yang kurang mantap dan bahannya kurang kuat.

### 2.2.3 Tinjauan Mengenai Rol Peregang

Meskipun sama-sama berfungsi menciptakan peregangan, rol-rol peregang yang digunakan sebagai alat regang material terdiri dari beberapa jenis. Salah satu diantaranya adalah rol peregang atas bagian depan (*top front roll*) yang dipasang sejajar dengan rol peregang bawah bagian depan (*bottom front roll*). Proses regangan pada *top front roll* dan *bottom front roll* adalah akhir rangkaian regangan pada area peregangan.



Sumber: Carisconi Ezio, *Reference Book of Spinning*, Acimit Fondazione, 2002.

**Gambar 2.6 Jenis-Jenis Rol Peregang**

Proses peregangan dapat berjalan dengan baik jika rol-rol peregang bagian atas (*top rolls*) diberi tekanan yang sesuai dengan kebutuhan benang yang diproses. Dengan demikian, fungsi penggunaan *top roll* diantaranya:

- 1) Membentuk daerah peregangan (*drafting zone*).
- 2) Menjepit serat selama peregangan.

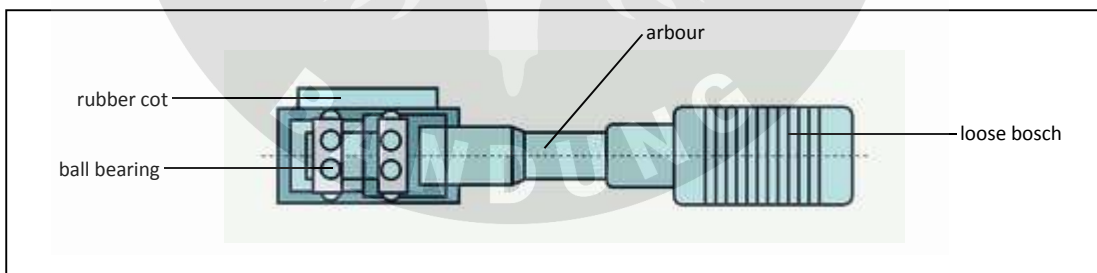
- 3) Menentukan jarak penyetelan titik jepit antarpasangan rol peregang.
- 4) Mengontrol serat selama proses peregangan.

Syarat-syarat suatu rol dapat digunakan sebagai *top roll* diantaranya:

- 1) Mempunyai kekerasan tertentu (*hardness*), hal ini erat kaitannya dengan ketahanan terhadap tekanan *weighting arm* yang merupakan tempat *top roll* dipasang. *Hardness* juga berkaitan dengan jarak jepit rol peregangan.
- 2) Mempunyai permukaan yang halus namun tidak licin, permukaan yang kasar akan menyebabkan serat-serat mudah menempel dan tergulung.
- 3) Tahan terhadap perubahan suhu dan tahan karat. Perubahan suhu dapat menyebabkan perubahan pada konstruksi *top roll* sehingga memberikan efek jepitan yang kurang sempurna sementara karat akan menghambat gerakan putaran *top roll*.
- 4) Tahan terhadap zat-zat kimia sehingga *top roll* tidak rusak saat pencucian, misalnya pencucian dengan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan amonia ( $NH_3$ ).

#### 2.2.4 Top Roll

Perusahaan pembuat *rubber cot* di Turki, Asteks corp., dalam artikelnya menyebutkan bahwa kondisi *top roll* harus selalu diperhatikan, tentunya dengan selalu memberikan perawatan berkala agar kinerja rol-rol tersebut senantiasa maksimal. Fungsi-fungsi *top roll* tidak akan efektif lagi terutama jika kondisi karet pelapis *top roll* (*rubber cot*) telah aus dan rusak. *Rubber cot* inilah yang berkenaan langsung dengan material yang diregangkan.



Sumber: [www.rieter.com](http://www.rieter.com)

**Gambar 2.7 Penampang sebuah Top Roll**

*Top roll* yang terus menerus bergesekan dengan *bottom roll* mengakibatkan *rubber cot* aus, sehingga menjadi licin dan keras. Permukaan yang licin akan kesulitan mengontrol serat-serat, maka penurunan mutu benang tidak terhindarkan. Untuk mencegah hal itu terjadi, *rubber cot* digerinda setelah periode pemakaian tertentu.

Biasanya *rubber cot* digerinda untuk menghilangkan cacat yang diakibatkan terkena pisau. Semakin dalam cacat, semakin tebal penggerindaan. Ketika cacat terlalu dalam, *rubber cot* harus diganti dengan yang baru.

Penggerindaan yang terlambat akan berakibat pada menurunnya kualitas benang dan merembet pada masalah kepercayaan pelanggan. Periode penggerindaan dapat bervariasi berdasarkan jenis serat dan nomor benang yang diproses. Periode penggerindaan yang disarankan sebuah perusahaan manufaktur *rubber cot* di Turki dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini:

**Tabel 2.1 Periode Penggerindaan *Rubber Cot***

Kekerasan	Periode Penggerindaan	Tebal Penggerindaan
Semua	baru pasang	0,2 mm
63°	setiap 2 bulan	0,3 mm
68°	setiap 3-4 bulan	0,3 mm
75°	setiap 5-6 bulan	0,2 mm
83°	setiap 7-8 bulan	0,2 mm

Sumber: *Grinding of The Cots*, e-learning by Asteks, Turkey

*Rubber cot* yang aus akan menjadi rata setelah digerinda, namun gerusan batu gerinda ini akan membentuk goresan bekas pemotongan dan membuka pori-pori *rubber cot*. Derat-derat dan pori-pori yang terbuka ini walaupun hanya terlihat di bawah mikroskop elektron tetap dapat menyebabkan ketidaklancaran proses pada awal pemasangan di mesin. Namun dalam beberapa hari pemasangan, goresan akan menumpul dan pori-pori akan terisi dan masalahpun hilang dengan sendirinya.

### 2.3 Mutu Benang

Mutu benang adalah keseluruhan sifat-sifat benang yang diukur berdasarkan kesesuaiannya dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Mutu benang diantaranya kehalusan, kekuatan, kerataan dan sifat-sifat lain yang perlu diketahui sebagai acuan penggunaan benang pada proses selanjutnya.

#### 2.3.1 Ketidakrataan Benang (U%)

Ketidakrataan benang adalah penyimpangan berat persatuan panjang tertentu terhadap nilai rata-ratanya. Ketidakrataan sempurna atau nilai ketidakrataan nol dapat diperoleh jika jumlah serat yang terdapat pada setiap penampang benang sama, namun hal ini tidak akan pernah tercapai. Usaha yang bisa dilakukan adalah menekan nilai ketidakrataan sekecil mungkin.

### 2.3.2 Kekuatan Tarik dan Mulur

Kekuatan tarik benang adalah kemampuan benang untuk menahan gaya yang diterima benang akibat tarikan. Kekuatan benang dapat dipengaruhi beberapa faktor antara lain panjang serat, kehalusan serat, kekuatan serat, antihan dan ketidakrataan benang.

Secara garis besar, pengujian kekuatan tarik benang terdiri dari pengujian kekuatan tarik peruntaian atau perlea dan pengujian kekuatan tarik perhelai. Kekuatan tarik perlea didefinisikan sebagai besarnya gaya yang dibutuhkan untuk memutus satu untaian contoh pengujian dan dinyatakan dalam satuan kilogram, sedangkan kekuatan tarik perhelai didefinisikan sebagai besarnya gaya yang dibutuhkan untuk memutus satu helai contoh pengujian dan dinyatakan dalam satuan gaya (g/s).

Kekuatan tarik benang dapat dipengaruhi langsung oleh ketidakrataannya. Semakin rendah angka ketidakrataan (U%) berarti benang itu makin rata, maka benang itu semakin kuat dan semakin tinggi angka ketidakrataannya (U%) maka kekuatannya semakin rendah. Hal ini dikarenakan benang cenderung putus pada titik terlemah dan titik ini berada pada tempat-tempat yang lebih tipis pada bahan.

Dari hasil pengukuran kekuatan tarik perhelai diperoleh mulur benang sebagai pertambahan panjang akibat pemberian beban. Dalam pemakaiannya benang memerlukan mulur yang cukup untuk menghindari putusnya benang sebagai akibat tegangan yang diterimanya. Benang yang kuat mempunyai mulur yang tinggi, hal ini disebabkan karena pada umumnya benang yang kuat mempunyai slip antar serat yang kecil, dengan slip yang kecil maka pada saat penarikan benangnya serat-serat akan mempunyai kesempatan mulur sebelum putus.

### 2.4 Teori Statistika

Data-data hasil pengujian diolah dengan menggunakan statistik. Dasar perhitungan dan rumus-rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

#### 1. Nilai Rata-Rata ( $\bar{x}$ )

Perhitungan nilai rata-rata contoh uji bagi n nilai pengamatan  $x_1, x_2, \dots, x_n$  adalah sebagai berikut,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

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

$x_i$  = nilai pengamatan ke-i

n = jumlah pengujian

## 2. Standar Deviasi (S)

Perhitungan standar deviasi adalah sebagai berikut,

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

dimana: S = nilai standar deviasi

$x_i$  = nilai pengamatan ke-i

n = jumlah pengujian

## 3. Koefisien Variasi (CV)

Perhitungan koefisien variasi adalah sebagai berikut,

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

dimana : CV = nilai koefisien variasi

S = nilai standar deviasi

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

## 4. Sampling Error

Pada data yang berdistribusi normal, *sampling error* yang digunakan pada industri tekstil biasanya kurang dari 5%. Hal ini berarti apabila percobaan memiliki *error* lebih kecil dari pada 5%, maka percobaan dianggap telah memenuhi syarat, sedangkan *probability* (t) yang dipakai adalah 95% (t=1,960). Untuk menghitung *sampling error* digunakan rumus sebagai berikut,

$$E = \sqrt{\frac{CV^2 \times t^2}{n}}$$

dimana : E = tingkat ketelitian (*error*)

n = Jumlah pengujian

CV = koefisien variasi

t = faktor probabilitas

dengan level probablilitas  
95% = 1,960

## 5. Uji Hipotesis

Setelah diperoleh data-data hasil percobaan dan dihitung statistik dasarnya, perlu dilakukan pengujian untuk menyelidiki adakah perbedaan yang berarti pada rata-rata tiap perlakuan. Uji hipotesis yang dilakukan adalah dengan menggunakan Analisis Varian (Anava). Anava akan manunjukkanada atau tidaknya perbedaan yang berarti pada rata-rata tiap perlakuan tanpa mengetahui perlakuan mana yang signifikan tersebut.

Langkah-langkah pengujian hipotesis yang digunakan pada Anava yaitu:

- 1) Menyusun data hasil pengamatan seperti pada Tabel 2.2 di bawah ini.

**Tabel 2.2 Penyajian Data Hasil Pengamatan**

	Variasi kelompok			
	1	2	...	k
Data Pengamatan	$Y_{11}$	$Y_{21}$	...	$Y_{k1}$
	$Y_{12}$	$Y_{22}$	...	$Y_{k2}$
	...	...	...	...
	...	...	...	...
	$Y_{1n}$	$Y_{2n}$	...	$Y_{kn}$
Jumlah	$J_1$	$J_2$	...	$J_k$
Rata-rata	$Y_1$	$Y_2$	...	$Y_k$

Sumber: Sudjana, 1990, *Metode Statistika*, Tarsito, Bandung.

- 2) Menghitung jumlah kuadrat rata-rata ( $R_y$ ) dengan cara:

$$R_y = \frac{(J_1 + J_2 + \dots + J_k)^2}{\sum n_i}$$

- 3) Menghitung jumlah kuadrat antar kelompok ( $A_y$ ) dengan cara:

$$A_y = \frac{J_1^2}{n_1} + \frac{J_2^2}{n_2} + \dots + \frac{J_k^2}{n_k} - R_y$$

- 4) Menghitung jumlah kuadrat total ( $\sum Y^2$ ) dengan cara:

$$\sum Y^2 = Y_{11}^2 + Y_{12}^2 + \dots + Y_{kn}^2$$

- 5) Menghitung jumlah kuadrat dalam kelompok ( $D_y$ ) dengan cara:

$$D_y = \sum Y^2 - R_y - A_y$$

- 6) Menyusun pengolahan data hasil pengamatan pada Tabel Anava seperti pada Tabel 2.3 di bawah ini.

**Tabel 2.3 Tabel Anava**

Sumber variasi	derajat kebebasan (dk)	jumlah kuadrat (JK)	kuadrat tengah (KT)	F hitung
Rata-rata	1	$R_y$	$R = R_y$	$\frac{A}{D}$
Antar Kelompok	$k - 1$	$A_y$	$A = A_y / (k - 1)$	
Dalam Kelompok	$\sum_{i=1}^k (n_i - 1)$	$D_y$	$D = D_y / \sum (n_i - 1)$	
Jumlah	$\sum_{i=1}^k n_i$	$\sum Y^2$		

Sumber: Sudjana, 1990, *Metode Statistika*, Tarsito, Bandung.

- 7) Menyusun hipotesis dan alternatifnya, yaitu:

$$H_0 : \bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_n = \bar{x}_k$$

Ha : paling sedikit ada 1 tanda sama dengan tidak berlaku.

- 8) Untuk menguji hipotesis, maka perlu dihitung nilai statistik F agar diketahui apakah terdapat contoh yang mempunyai harga variasi sama atau berbeda.
- 9) Menetapkan kesimpulan berdasarkan kriteria daerah kritisnya. Kriteria pengujian adalah tolak  $H_0$  jika  $F \geq F_{(1-\alpha)(v_1, v_2)}$ , dimana  $F_{(1-\alpha)(v_1, v_2)}$  diperoleh dari daftar distribusi F dengan peluang  $(1-\alpha)$  dengan dk  $(v_1, v_2)$ . Di sini  $\alpha$  adalah taraf nyata untuk pengujian. Taraf nyata untuk pengujian teknik umumnya  $\alpha=0,05$ .

## 6. Uji Rentang Newman Keuls

Uji rentang Newman Keuls digunakan untuk mengetahui perbandingan antara perlakuan, agar diperoleh nilai rata-rata mana yang sama dan mana yang berbeda.

Langkah-langkah untuk melakukan uji Rentang Newman Keuls adalah sebagai berikut:

- 1) Menyusun k buah rata-rata untuk perlakuan menurut nilainya dari yang terkecil sampai yang terbesar.
- 2) Dari tabel Anava, diambil harga KT dalam kelompok.
- 3) Menentukan simpangan baku rata-rata untuk setiap perlakuan dengan rumus:

$$\overline{S_{y_n}} = \sqrt{\frac{D}{n_n}}$$

dimana :  $S_y$  = nilai koefisien variasi  
 $D$  = kuadrat tengah dalam kelompok.  
 $n$  = nilai rata-rata hitung

- 4) Menentukan taraf signifikan  $\alpha$ , kemudian menggunakan daftar rentang student yang tercantum dalam tabel Newman Keuls dengan  $\alpha=0,05$  dan  $v$  sesuai dengan jumlah kelompok variasi.
- 5) Menyusun hipotesis dan alternatifnya, yaitu:  
 Ha :  $\bar{x}_{\text{terbesar}} = \bar{x}_{\text{terkecil}}$  kedua rata-rata berada dalam rentang yang sama.  
 Ho :  $\bar{x}_{\text{terbesar}} > \bar{x}_{\text{terkecil}}$  kedua rata-rata berada pada rentang yang berbeda.
- 6) Menentukan rentang signifikan terkecil (RST) dengan perkalian harga  $S_y$  dan nilai rentang student.
- 7) Menetapkan kesimpulan berdasarkan kriteria daerah kritisnya. Kriteria pengujian adalah tolak  $H_0$  jika selisih rata-rata terbesar dan terkecil lebih besar dari RST untuk  $p=k$ , selisih rata-rata terbesar dan terkecil kedua dengan RST untuk  $p=(k-1)$  dan seterusnya hingga diperoleh sebanyak  $\frac{1}{2}k(k-1)$  buah pasangan rata-rata yang dibandingkan.