

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Bahan Baku

Kapas berasal dari bahasa hindi *kapas*, atau dalam bahasa Sanskerta *karpasa* adalah serat halus yang menyelubungi biji beberapa jenis *Gossypium* yang biasa disebut pohon atau tanaman kapas, berasal dari tumbuhan semak yang berasal dari daerah tropika dan subtropika. Serat kapas menjadi bahan penting dalam industri tekstil. Serat itu dapat dipintal menjadi benang dan ditenun menjadi kain. Produk tekstil dari serat kapas biasa disebut sebagai katun.



Gambar 2.1 Tanaman Kapas yang siap dipanen

Sumber : indahnyaanugerah.blogspot.com

Menurut perkiraan, kapas telah dikenal orang sejak \pm 5000 tahun sebelum masehi. Para ahli berpendapat bahwa India adalah negara tertua yang pertama-tama mempergunakan kapas.

2.1.1 Klasifikasi Kapas

Menurut cara klasifikasi Amerika mutu kapas ditentukan oleh 3 faktor yaitu *grade*, panjang stapel dan karakter.

2.1.1.1 Warna

Meskipun pada umumnya serat kapas berwarna putih, tetapi kalau diperhatikan, sebenarnya terdapat bermacam-macam warna putih. Pengaruh mikro organisme menyebabkan warna kapas menjadi suram. Dalam kondisi cuaca yang buruk, warna kapas menjadi sangat gelap, berwarna abu-abu kebiruan. Kapas yang pertumbuhan

terhenti akan berwarna kekuning-kuningan. Kapas mungkin menjadi berbintik-bintik karena pengaruh jamur, serangga dan kotoran.

2.1.1.2 Kotoran

Termasuk dalam kotoran adalah daun, ranting, kulit batang, biji, pecahan biji, rumput, pasir, minyak dan debu. Beberapa kotoran merupakan kotoran asli tetapi sebagian besar disebabkan oleh kotoran yang menempel pada serat kapas selama dikebun dan pada waktu pemetikan. Kadar kotoran yang tertinggal pada kapas setelah *ginning* terutama bergantung pada kotoran dan kondisi kapas pada waktu pemetikan dan proses pengeringan serta pembersihan pada waktu *ginning*.

2.1.1.3 Persiapan

Persiapan adalah istilah yang dipergunakan untuk menerangkan derajat kebaikan hasil pemisahan serat kapas dari bijinya, dan banyaknya nep. Nep adalah kelompok serat-serat yang membentuk pita atau tali yang masih dapat diuraikan dalam proses pemintalan, sehingga tidak menurunkan mutu benang yang dihasilkan. Persiapan ini menunjukkan keseragaman susunan serat dan derajat kerusakan serat didalam proses pemisahan serat.

Apabila proses pemisahan serat jelek, seratnya akan mengelompok, tampak seperti tali-tali yang tersebar tidak merata diseluruh contoh. Pada umumnya kapas yang persiapannya baik akan menghasilkan benang-benang yang sedikit lebih halus dan lebih rata dengan limbah yang lebih kecil.

2.1.1.4 Universal Standard untuk Grade

Untuk menyeragamkan dan memperbaiki ketelitian dalam klasifikasi kapas, Departemen Pertanian Amerika Serikat telah mengeluarkan seri *Universal Standard* untuk *grade* kapas kapas *Upland* Amerika, yang dari waktu ke waktu terus dikembangkan. *Standard* yang terakhir terdiri dari beberapa *grade*. Lima belas *grade* diantaranya yaitu dari *Good Middling* sampai dengan *Good Ordinary* dalam kelompok warna *white*, *Strict Middling* sampai dengan *Low Middling* dalam kelompok warna *Spotted* dan *Strict Middling* sampai dengan *Low Middling* dalam kelompok warna *Tinged*, ditunjukkan dalam bentuk contoh-contoh kapas yang diletakan suatu kotak. Sedangkan 25 *grade* sisanya berupa keterangan-keterangan. Keempat puluh *universal Standard* untuk *grade* kapas *Upland* Amerika tersebut terlihat ditabel 2.1

Tabel 2.1 *Universal Standard Grade U.S*

Nama Grade	Plus	White	Light Spotted	Spotted	Tinged	Yellow Stained	Light Grey	Grey
Strict Good Middling		SGM						
Good Middling		GM	GM LtSp	GM Sp	GM Tg	GM Ys	GM Lt Gray	GM Grey
Strict Middling		SM	SM LtSP	SM Sp	SM tg	SM Ys	SM Lt Gray	SM Grey
Middling Plus	M Plus							
Middling		M	Mid LtSp	Mid Sp	Mid Tg	Mid Ys	Mid Lt Gray	Mid Grey
Strict Low Middling Plus	SLM Plus							
Strict Low Middling		SLM	SLM LtSp	SLM Sp	SLM Tg		SLM Lt Gray	SLM Grey
Low Middling Plus	LM Plus							
Low Middling		LM	LM LtSp	LM Lt Sp	LM Tg			
Strict Good Ordinary Plus	SGO Plus							
Strict Good Ordinary		SGO						
Good Ordinary Plus	GO Plus							
Good Ordinary		GO						
Low Grade								

2.1.1.5 Panjang Stapel

Panjang Staple merupakan faktor penting yang menentukan mutu kapas, karena baik kehalusan maupun kekuatan serat berhubungan dengan panjang serat suatu jenis kapas tertentu. Pengukuran panjang stapel dapat dilakukan dengan alat misalnya *Comb sortec* dan *fibrograph*, atau dengan tangan dilakukan oleh orang-orang yang berpengalaman yang biasa disebut *Cotton Classer*.

2.1.1.6 Karakter

Karakter adalah semua sifat yang menentukan mutu kapas kecuali *grade* dan panjang stapel. Karakter dapat dipergunakan sebagai tambahan keterangan mengenai daya pinal serat. Termasuk dalam karakter adalah kehalusan dan kedewasaan, kekuatan, kerataan, panjang dan sifat-sifat gesekan.

2.2. Mesin Ring Spinning

Mesin *ring spinning* merupakan salah satu mesin produksi dalam proses pemintalan yang berfungsi untuk merubah *roving* menjadi benang dengan proses *drafting*, *twisting* dan *winding*.

Proses pembuatan benang di mesin *ring spinning* dapat dibagi menjadi 3 (tiga) bagian, yaitu:

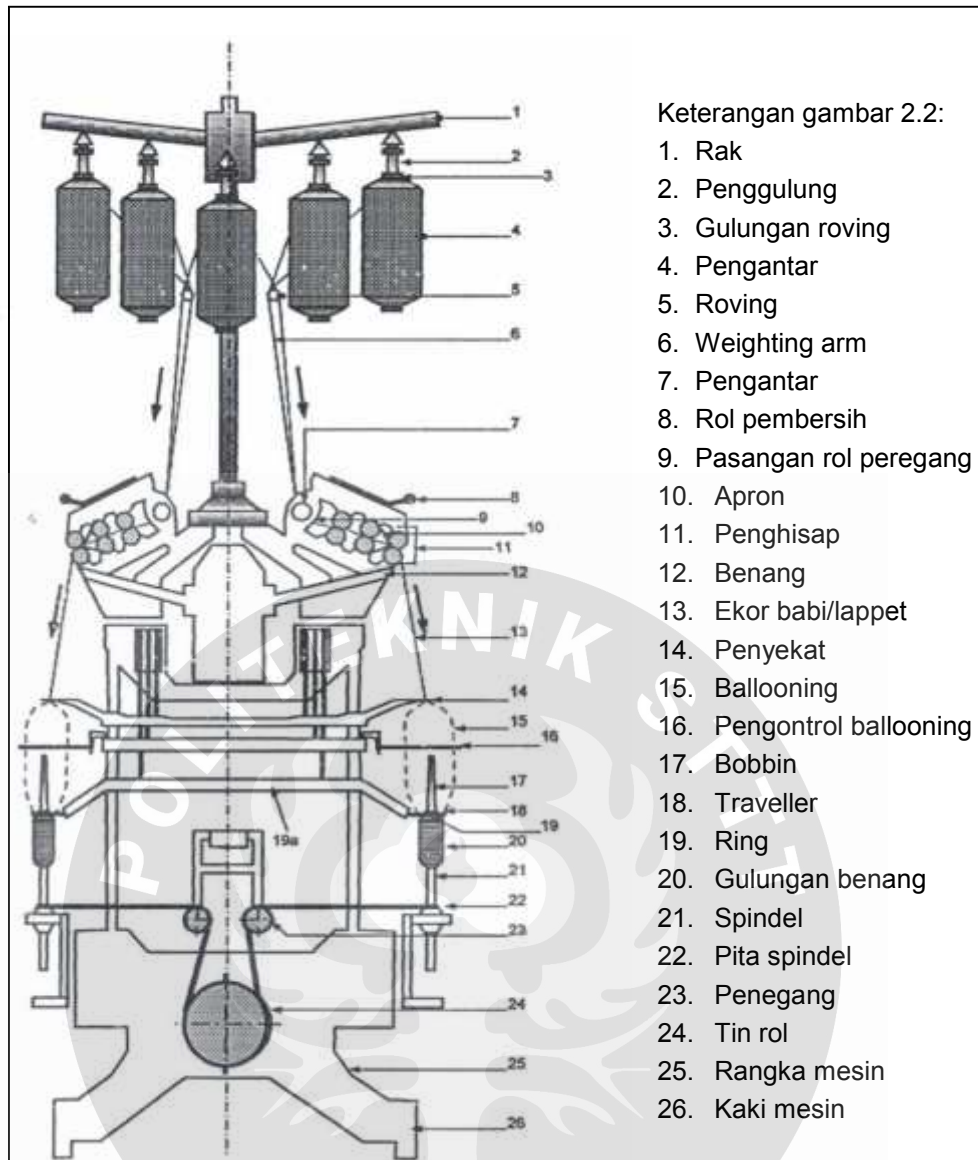
1. Bagian penyuaapan,
2. Bagian peregangan,
3. Bagian penggulangan.

2.2.1 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*).

2.2.2 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.

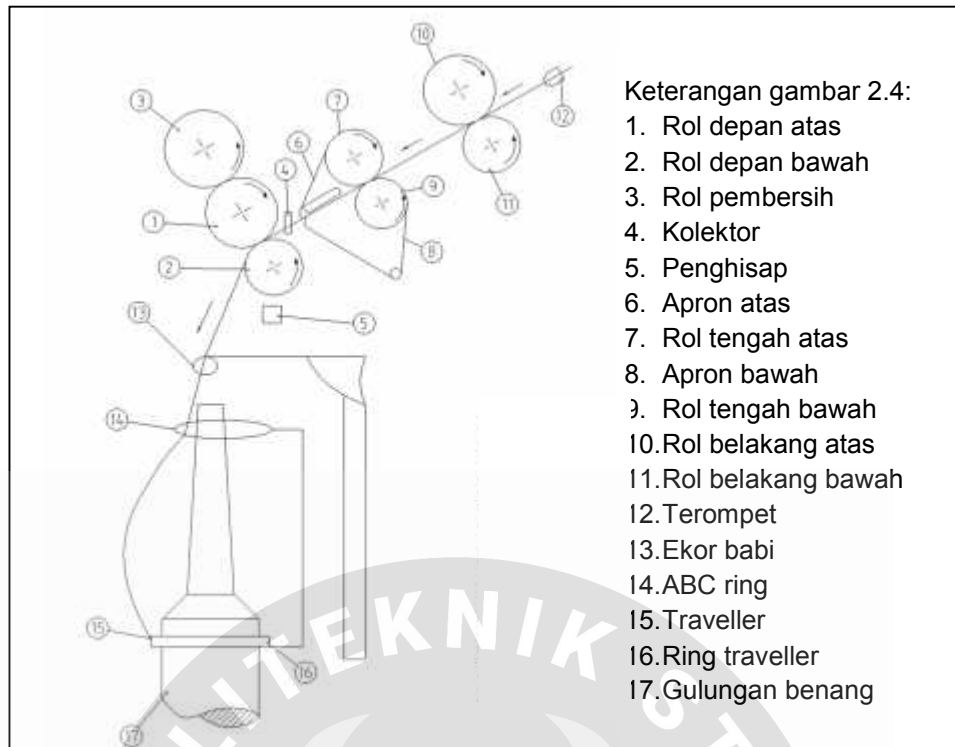


Sumber: Pawitro, Teknologi Pemintalan Bagian Kedua, ITT, Bandung, 1975.

Gambar 2.2 Mesin Ring Spinning

2.2.3 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

2.3 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.

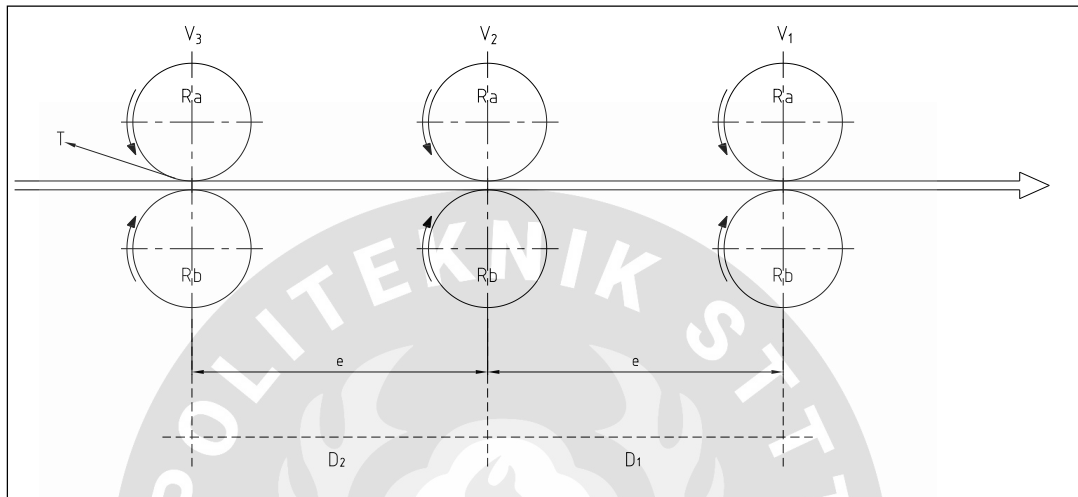
Pada saat terjadinya pengecilan bahan oleh peregangan yang dilakukan oleh pasangan rol yang berbeda, serat dipaksa mengadakan penggelinciran satu dengan yang lainnya sehingga:

- 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 selalu berakibat menambah ketidakrataan bahan. Gambar 2.5 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.

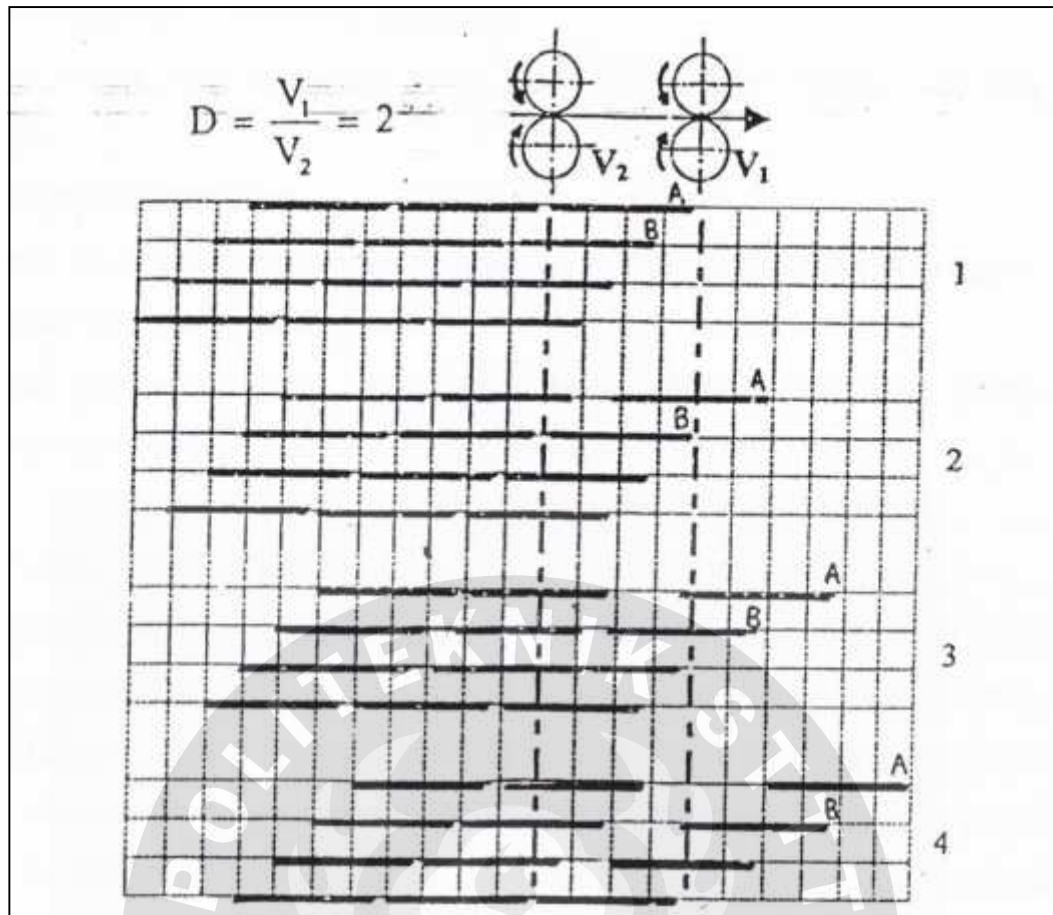
$$MD = \frac{\text{Kecepatan permukaan rol depan}}{\text{Kecepatan permukaan rol tengah}}$$

- 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*.

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

2.3.1 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 2.6 di bawah ini :



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

Gambar 2.5 Proses Drafting yang Sempurna

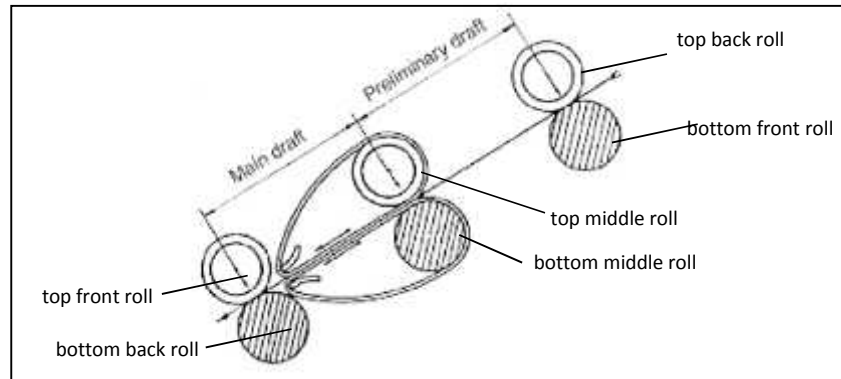
Penjelasan gambar 2.2 adalah sebagai berikut:

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 .

2.3.2 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: Carissoni 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.

2.3.3 Fungsi Rol Peregang (*Draft Roll*)

Rol peregang atas dan rol peregang bawah merupakan satu pasangan rol peregang. Agar serat dapat bergerak dengan kecepatan tertentu tanpa mengalami slip, pada rol peregang atas diberikan beban yang tertentu besarnya. Dengan adanya kerjasama dengan rol peregang dan pembebanan maka rolo pegangan berfungsi sebagai berikut :

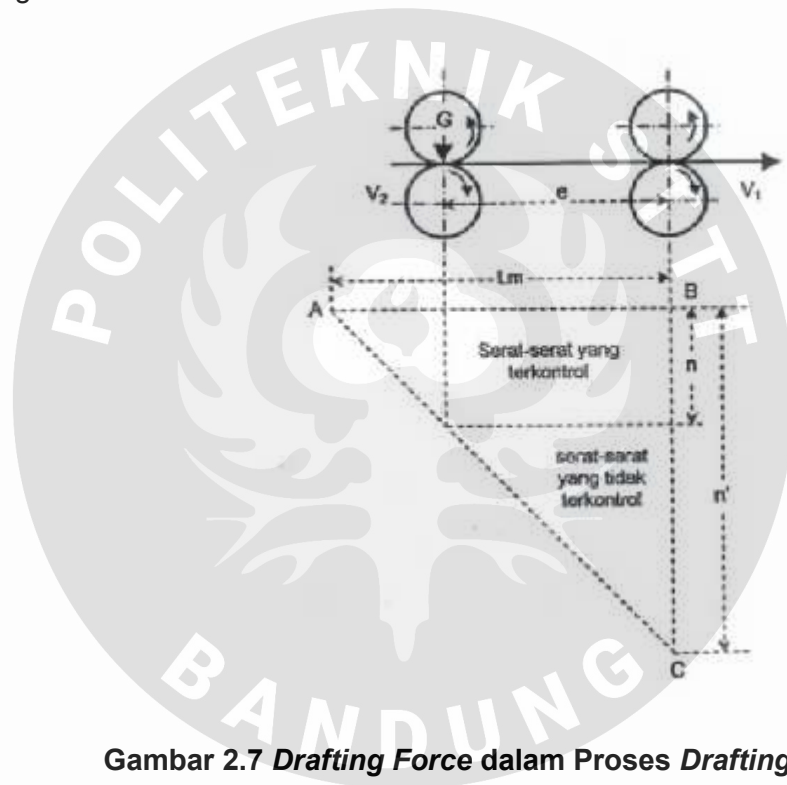
1. Membentuk daerah peregangan (*zone draft*)
2. Menjepit serat selama proses peregangan
3. Menentukan jarak jepit antara pasangan rol peregangan
4. Mengontrol serat-serat selama proses peregangan

2.3.4 *Drafting Force*

Drafting force adalah gaya tarik serat secara konstan pada saat dijepit oleh pasangan rol peregang. Dengan beranggapan bahwa *setting* telah diatur sesuai dengan panjang serat yang diolah maka dalam proses peregangan terdapat dua kondisi yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Jepitan gesekan (*frictional grip*) dari putaran rol haruslah lebih besar daripada gaya yang diperlukan untuk memungkinkan terjadinya *drafting* pada bahan.
2. Bahan yang disuapkan harus saling berpautan (*coherent*) untuk memungkinkan terjadinya perpindahan serat-serat dari rol belakang ke rol depan.

Dengan menganggap bahwa kondisi pemintalan konstan maka *drafting force* dipengaruhi langsung oleh keadaan bahan yang mengalami peregangan serta kondisi elemen peregangan, yaitu peralatan yang berperan langsung di dalam proses peregangan tersebut sehingga memungkinkan terjadinya peregangan pada *drafting zone*. *Johannson* menyetengahkannya dengan menggambarkan *staple diagram* serta yang di olah berada dalam *drafting zone* menurut gambar 2.7 di bawah ini .



Gambar 2.7 Drafting Force dalam Proses Drafting

Keterangan gambar :

n = jumlah serat yang terkontrol oleh V_2

n' = jumlah serat dalam penampang bahan

μ = koefisien friksi serat

e = jarak jepit

L_m = panjang maksimum serat

V_1 = kecepatan permukaan rol depan

V_2 = kecepatan permukaan rol belakang

G = pemberat pada rol

2.4 Penyetelan Mesin

Serat kapas ataupun serat-serat lainnya memiliki sifat yang beragam dari setiap individu, baik di dalam panjang, kehalusan, mulur dan sebagainya. Sebelum serat ini diproses di bagian 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*), dimana daerah peregangan ini terdapat pasangan *roll* penarik yaitu *roll* bawah, yaitu *roll* belakang (*back roll*), *roll* tengah (*middle roll*) dan *roll* depan (*front roll*). Sama dengan bagian bawah, bagian atas juga memiliki 3 buah *roll* yang berfungsi untuk menjepit serat sehingga terjadi peregangan.

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

Jarak antara *roll* bawah pada mesin pintal *ring* yang terlalu sempit atau lebar dari keadaan yang normal sama-sama menghasilkan ketidakrataan pada benang yang dihasilkan. Maka penyetelan jarak antara *roll* penarik dilaksanakan sedemikian rupa sehingga tidak terlalu kecil ataupun terlalu besar, jika jarak antara *roll* bawah terlalu kecil maka akan menghasilkan bahan dalam bentuk kelompok-kelompok yang tidak mengalami peregangan (*spewing*) sehingga menyebabkan serat menjadi keriting dan putusny serat tersebut. 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.

2.5 Drafting Wave

Drafting Wave adalah tempat-tempat tebal dan tipis yang bergantian di sepanjang bahan.

Drafting Wave terjadi bila ujung depan serat yang mengalami *drafting* dijepit oleh *roll* depan dan kecepatan serat-serat tersebut mengalami penarikan secara tiba-tiba mengikuti kecepatan *roll* depan. Serat-serat tersebut dengan friksi permukaan yang

dimilikinya menjerat serat-serat pendek yang ada disekitarnya ikut ke depan menuju *roll* 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 *roll* depan ketinggalan serta antara kelompok serat yang telah terjepit dan yang belum terjepit di belakang *roll* depan tadi meninggalkan suatu batas tipis yang hanya terisi sejumlah kecil serat. Tempat tipis ini pada gilirannya akan mencapai pula *roll* 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*.

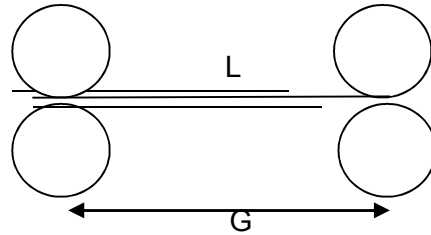
2.6 Jarak jepit *roll*

Jarak jepit *roll* merupakan masalah yang terus dibahas dalam teori pemintalan, hal ini karena tidak adanya suatu rumusan yang pasti dan digunakan secara umum mengenai jarak jepit *roll* peregang tersebut, kecuali rekomendasi dari pihak pembuat mesinnya.

Pada dasarnya usaha untuk menemukan jarak jepit *roll* yang optimum adalah dengan mempertemukan dua keadaan *setting* yang ekstrim, yaitu sebagai berikut :

1. *Setting* yang Terlalu Kecil

Bila *setting* dilakukan terlalu sempit dari seharusnya, akan mengakibatkan *cracking fibre* dimana serat mengalami kerusakan. Serat yang dilepas oleh *roll* belakang didorong ke depan mengikuti kecepatan *roll* belakang sedangkan *roll* depan yang bergerak lebih cepat sehingga serat tertarik. Pada saat *roll* depan menarik serat tersebut, ujung belakang serat masih dipegang oleh *roll* 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 putusnya serat tersebut (*cracking*).



Gambar 2.8 Jarak Jepit *Roll* Dengan Panjang Staple Yang Lebih Panjang

Keterangan

L = Panjang serat

G = jarak titik jepit

2. *Setting* yang Terlalu Lebar (besar)

Sebaliknya bila *setting* terlalu besar, serat-serat yang seluruhnya dilepas oleh *roll* belakang karena *setting* yang terlalu lebar, maka ujung depan serat belum terjepit oleh *roll* depan akan tertinggal. Karena serat terus berjalan ke depan, 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 ke depan, sehingga serat tersebut akan mengambang (*floating*) pada daerah peregangan.



Gambar 2.9 Jarak Jepit *Roll* dengan Panjang Staple yang Lebih Pendek

Keterangan

L = Panjang serat

G = jarak titik jepit

2.7 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.

2.7.1 Hal-hal yang mempengaruhi Mutu Benang

1. Bahan Baku

Bahan baku merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi karakteristik kualitas benang yang dihasilkan.

2. Mesin

Kualitas benang tergantung pada keadaan mesin yang digunakan, meliputi Rpm mesin, *setting*, pelumasan, dan lain-lain. Agar mesin dapat memproduksi dengan baik, perlu diperhatikan spesifikasi bahan baku yang akan di peruses dan kapasitas kemampuan mesin yang digunakan.

3. Kondisi Ruangan

Kondisi ruangan yang dimaksud adalah ruangan produksi, meliputi RH (*Relative Humadity*), suhu (*Temperature*), dan kebersihan. RH merupakan angka perbandingan antara tekanan uap air nyata pada suhu tertentu dengan uap air jenuh pada yang sama. RH dan suhu mempunyai pengaruh terhadap jenis bahan baku serta kelancaran proses produksi, karena RH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menghambat proses pemintalan.

4. Manusia (*operator*)

Keterampilan dan keahlian *operator* dalam melaksanakan tugasnya secara langsung atau tidak langsung akan mempengaruhi terhadap kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan.

5. Metode

Metode yang digunakan dalam memproduksi benang akan mempengaruhi terhadap kualitas benang yang dihasilkan, misalnya metode untuk penyetelan jarak rol-rol peregang, penggunaan *traveler* yang sesuai dengan pemberian *twist*.

6. Lingkungan

Lingkungan yang bersih dan teratur akan mempengaruhi kualitas benang yang dihasilkan. Jika terdapat limbah-limbah disekitar mesin, akan menimbulkan serat-serat yang berterbangan (*flying waste*) sehingga dapat mempengaruhi ketidakrataan benang.

2.5.2 Ketidakrataan

Ketidakrataan benang adalah penyimpangan berat persatuan panjang 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.

Peristiwa yang menghasilkan ketidakrataan dapat dibedakan dalam empat kategori yaitu:

1. Ketidakrataan oleh adanya "*random arrangement*" serat sepanjang bahan yang disuapkan pada *ring frame*.
2. Ketidakrataan karena adanya serat-serat yang berubah posisi pada arus perjalanannya dari rol belakang ke rol depan dalam *drafting zone*.
3. Ketidakrataan disebabkan karena terganggunya proses *drafting* sebagai akibat langsung dari ketidakrataan bahan yang disuapkan.
4. Ketidakrataan dalam bentuk "*drafting wave*". *Drafting wave* adalah tempat tebal dan tipis yang berganti-ganti disepanjang bahan.

Ketidakrataan benang yang dihasilkan sangat tergantung pada faktor-faktor sebagai berikut :

1. Keadaan bahan yang disuapkan (bahan baku)
2. Kondisi mesin yang digunakan

Ketidakrataan yang dipengaruhi oleh faktor mesin khususnya untuk mesin *ring spinning* adalah:

- a. *Top roll* dan *bottom roll* yang sudah usang
- b. Pembebanan yang tidak betul
- c. *Apron* yang kotor, mulur dan bercelah
- d. *Ring* atau *traveller* yang aus
3. Operator yang menangani
4. Kondisi disekitar mesin.

Ketidakrataan merupakan hal yang tidak dapat dihindari pada setiap pengolahan bahan baku, jadi tidak mungkin membuat ketidakrataan nol persen (0%). Usaha yang biasa dilakukan adalah memperkecil tingkat ketidakrataan yang dihasilkan. Ketidakrataan bahan tekstil yang diproduksi sedikit – tidaknya akan membawa efek yang tidak dikehendaki, yaitu:

1. Benang cenderung putus pada titik yang terlemah dan titik ini berada pada rangkaian tempat-tempat yang tipis pada bahan.
2. Jumlah dan ukuran frekuensi tempat-tempat yang tebal dan tipis, merupakan ukuran tingkat ketidakrataan yang sangat menurunkan kekuatan bahan.]
3. Sifat ketidakrataan benang akan terbawa terus sampai dengan proses pertununan ataupun pencelupan.

Pengukuran ketidakrataan dilakukan dengan dasar perhitungan penampang benang dengan menggunakan alat Uster Eveness Tester yang secara langsung dapat menunjukkan harga U%. makin rendah harga U% makin rata benang tersebut, sebaliknya makin tinggi harga U% makin tidak rata benang tersebut. Hasil pengukuran dengan Uster menunjukkan suatu nilai yang sebanding dengan berat per unit panjang benang tersebut sesuai dengan panjang daerah pengukuran pada slot.

2.8 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,

$$cv = \frac{sd}{\bar{x}} \times 100\%$$

dimana : cv = nilai koefisien variasi
 sd = nilai standar deviasi
 \bar{x} = nilai rata-rata hitung

4. Sampling Error

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,

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

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

Sumber: Sudjana, 1999, *Metode Statistika*, Tarsito, Bandung.

7) Menyusun hipotesis dan alternatifnya, yaitu:

$$H_0 : \bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3 = \bar{x}_k$$

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.

Adapun 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 α adalah taraf nyata untuk pengujian. Taraf nyata untuk pengujian teknik umumnya $\alpha=0,05$.