

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Tentang Mesin Ring Frame

2.1.1 Fungsi Mesin Ring Frame

1. Peregangan

Bagian peregangan ini berfungsi untuk membuka antihan *roving* dan memberikan regangan pada serat-serat sebelum menjadi benang sehingga *sliver roving* yang diameternya besar dirubah menjadi benang yang berdiameter kecil. Rol peregang terdiri dari pasangan rol peregang atas dan rol peregang bawah. Jumlah rol peregang pada mesin *ring frame* biasanya tiga pasang. Rol bawah terbuat dari baja pada seluruh permukaannya dan beralur halus yang berfungsi supaya serat tersebut mendapat jepitan yang halus dan tidak terjadi slip. Ukuran dan diameter alurnya lebih halus dibandingkan dengan rol peregang bawah pada mesin *roving*. Rol peregang atas dilapisi oleh bahan yang lebih lunak misalnya kulit, gabus atau karet sintetis supaya memberikan jepitan yang lebih baik.

2. Pemberian antihan

Pemberian antihan ialah penyusunan serat-serat yang akan dibuat benang, sehingga serat-serat tersebut saling mengikat, dan menampung serat-serat yang masih terlepas satu sama lainnya sehingga memberikan kekuatan pada benang yang dibentuknya. Pemberian antihan ini pada prinsipnya dilakukan dengan memutar satu ujung dari untaian serat, sedangkan ujung yang lainnya tetap diam. Pada proses pemintalan pemberian antihan dilakukan oleh *spindle* dan *traveller* sebagai pemutar ujung untaian serat keluar dari rol peregang depan, sedangkan ujung lainnya tetap dipegang atau dijepit oleh rol peregang depan².

3. Penggulungan

Bagian penggulungan merupakan akhir dari seluruh proses yang dilakukan oleh mesin *ring frame*, benang yang telah terbentuk akan digulung pada *bobbins*, proses penggulungan terdiri dari *bobbins* yang dipasang pada *spindle*, dimana *bobbins* dan *spindle* diputar oleh motor penggerak yang menggunakan penghubung *spindle tape*, dan *ring* dipasang pada *ring rail*. *Traveller* yang dipasangkan pada *ring flange*

berfungsi sebagai pengantar benang. Diameter gulungan relatif kecil karena dibatasi oleh diameter *ring flange*. Dengan demikian untuk mendapatkan gulungan yang besar maka diperlukan proses pengelosan. Proses penggulungan pada mesin *ring frame* terdapat perbedaan dibandingkan dengan proses penggulungan *roving*, antara lain :

- Pada mesin *ring frame* penghantar benang naik turun bersama-sama dengan *ring rail* dan *bobbin* berputar pada tempatnya. Sedangkan pada mesin *roving* penghantar benangnya tetap pada tempatnya dan *bobbin* disamping berputar juga bergerak naik turun bersama-sama dengan kereta.
- Penggulungan benang pada mesin *ring frame* terjadi karena adanya perbedaan kecepatan antara putaran *spindle bobbin* dengan putaran *traveller*-nya. Sedangkan pada mesin *roving* terjadinya penggulungan karena adanya perbedaan kecepatan antara putaran *bobbin* dengan putaran *flyer*.

2.1.2 Bagian-bagian Mesin Ring Spinning^[2]

Mesin *Ring Frame* terbagi menjadi tiga bagian, yaitu :

1. Bagian Penyuaapan

Bagian penyuaapan terdiri dari rak (1), penggantung (2), topi penutup (2a), gulungan *roving* (3), pengantar (4) dan pengantar (7).

Rak (1) berfungsi untuk menempatkan penggantung (2) yang jumlahnya sama dengan jumlah *spindle* yang terdapat pada satu *frame*. Pada setiap penggantung dipasang gulungan *roving* hasil mesin *flyer*, dan gulungan *roving* tersebut harus dapat berputar dengan mudah pada penggantungnya pada saat *roving* ditarik oleh pasangan rol peregang. Setiap *roving* yang akan ke pasangan rol peregang belakang harus melalui pengantar (4) agar penguluran *roving* dari gulungan dapat lancar. Besarnya masing-masing gulungan *roving* yang disuapkan harus diatur sedemikian rupa sehingga gulungan *roving* tidak habis dalam waktu yang bersamaan.

Fungsi topi penutup *roving* (2a) ialah untuk mencegah menempelnya serat-serat yang beterbangan pada *roving*, agar tidak menambah ketidakrataan pada *roving* yang akan disuapkan. Sedang pengantar (7) yang bergerak ke kanan dan ke kiri fungsinya untuk mengatur penyuaapan *roving* agar keausan rol peregang merata.

2. Bagian Peregangan

Bagian peregangan ini terdiri dari tiga pasang rol peregang (9) yang dilengkapi dengan:

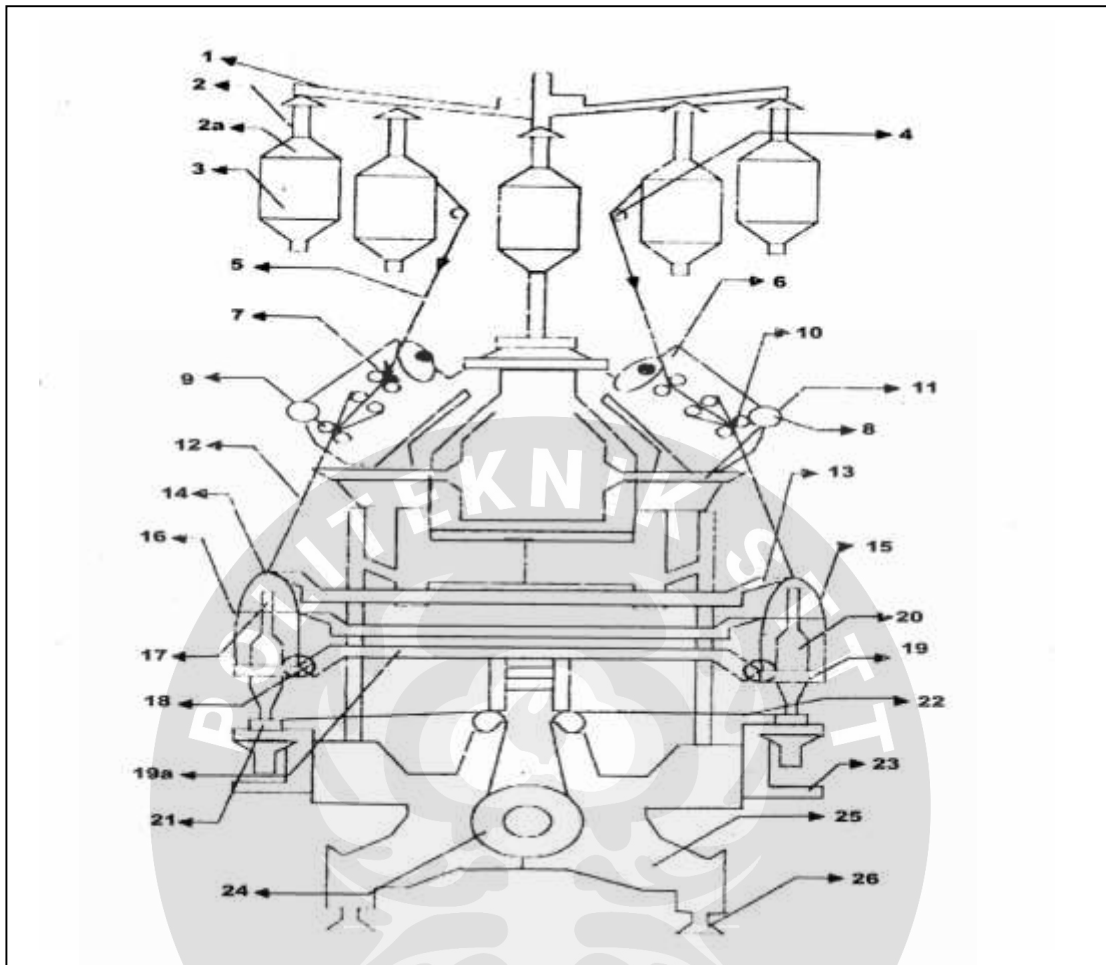
- *Weighting arm* (6) yang berfungsi memberikan tekanan pada rol peregang atas terhisap rol peregang bawah sehingga diperoleh garis jepit yang diharapkan.
- Rol pembersih (8) berfungsi membersihkan serat-serat yang menempel pada rol atas.
- *Apron* (10) berfungsi menghantarkan serat ke pasangan rol peregang 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.

3. Bagian Penggulungan

Bagian penggulungan terdiri dari :

- *Bobbin* (17) yang dipasang pada *spindle* (21).
- *Spindle* (21) tempat untuk memasang *bobbin*. *Spindle* berikut *bobbin* diputar oleh *tin roller* (24) dengan perantara *spindle tape* (22).
- *Ring* (19) yang dipasang pada *ring rail* (19a).
- *Traveller* (18) yang dipasang pada *ring* dan fungsinya sebagai pengatur benang. *Ring rail* (19a) berikut *ring* dan *traveller* bergerak naik turun pada saat penggulungan benang sedang berlangsung.
- Pengontrol *ballooning* (16) yang fungsinya untuk membatasi kemungkinan membesarnya *ballooning* (15), sehingga tegangan benang berkurang.
- Penyekat (14) yang fungsinya untuk mencegah agar benang yang dipintal tidak saling berkaitan.
- Ekor babi (13) yang fungsinya agar bentuk balon simetris terhadap *spindle*, sehingga benang tidak bergesekan dengan ujung *spindle*.

Sedangkan untuk lebih jelasnya skema jalannya benang pada mesin *ring frame*, dapat dilihat pada Gambar 2.1 pada halaman 9



Sumber : Pawitro, dkk, Teknologi, Pemintalan (Bagian Kedua), ITT, Bandung, 1975

Gambar 2.1 Bagian-bagian Mesin *Ring Frame*

Keterangan Gambar 2.1 bagian-bagian mesin *ring fram* :

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Rak/ <i>creel</i> | 9. Pasangan rol peregang |
| 2. Penggantung/ <i>bobbin hanger</i> | 10. <i>Apron</i> |
| 3a. Topi penutup | 11. Penghisap |
| 3b. Gulungan <i>roving</i> | 12. Benang |
| 4. Pengantar/ <i>roving guide</i> | 13. Ekor babi/ <i>lappet</i> |
| 5. <i>Roving</i> | 14. Penyekat/ <i>separator</i> |
| 6. Per penekan/ <i>weighting arm</i> | 15. <i>Ballooning</i> |
| 7. Pengantar/terrompet | 16. <i>Pengontrol Ballooning</i> |
| 8. Rol pembersih | 17. <i>Bobbin</i> |

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| 18. <i>Traveller</i> | 23. Penegang |
| 19a. <i>Ring flange</i> | 24. <i>Tin-roll</i> |
| 19b. <i>Ring rail</i> | 25. Rangka mesin |
| 20. Gulungan benang | 26. Kaki mesin |
| 21. <i>Spindle</i> | |
| 22. <i>Spindle tape</i> | |

2.2 Tinjauan Umum Tentang Peregangan

2.2.1 Pengertian Peregangan

Peregangan (*drafting*) adalah proses pengecilan atau penghalusan bahan dalam berat persatuan panjang. Hampir di setiap tahap proses pemintalan terjadi regangan terhadap bahan baku sehingga sering dijumpai masalah pada saat proses peregangan (*drafting*), karena pada saat proses peregangan (*drafting*) terjadi serat-serat ditarik dan digelincirkan dari serat yang lain sehingga terjadi pelurusan serat dan diharapkan dengan demikian terjadi pensejajaran serat.

Sekurang-kurangnya dikenal tiga macam *drafting* (Salura 1972), yaitu :

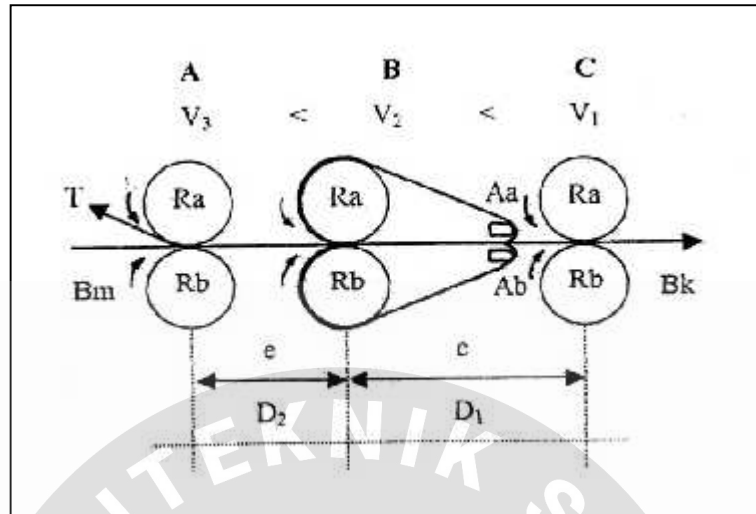
1. Melalui dua atau lebih pasangan rol yang berbeda kecepatannya.
2. Dengan perantara dua titik jepit, yang satu *stationer* (tetap di tempat), sedangkan yang lainnya berpindah tempat.
3. Dengan jalan penyebaran bahan di atas suatu permukaan yang luas.

Untuk mesin *ring frame*, sistem peregangan yang banyak dipakai adalah sistem yang pertama yaitu melalui dua atau lebih pasangan rol yang berbeda kecepatannya.

Nilai regangan besarnya regangan tergantung pada bahan baku yang diolah. Ditinjau dari besarnya nilai regangan pada mesin *ring frame* konstruksi peralatan peregangan dapat dikelompokkan dalam tiga macam (Salura 1972) yaitu:

1. Sistem regangan biasa (*ordinary draft system*)
2. Sistem regangan tinggi (*high draft system*)
3. Sistem regangan sangat tinggi (*super high draft system*)

Dibawah ini Gambar sistem regangan yang menggunakan 2 pasang rol atau lebih dengan sistem regangan tinggi (*high draft system*)



Gambar 2.2 Pasangan Rol Peregang

Keterangan Gambar 2.2 :

- Ra : rol atas, bergerak pasif
- Rb : rol bawah, bergerak aktif
- Aa : *apron* atas
- Ab : *apron* bawah
- T : titik jepit
- e : *zone draft*, jarak antara dua titik jepit yang berdekatan
- D_1 : regangan utama (*main draft*)
- D_2 : regangan pendahuluan (*break draft*)
- V_1 : kecepatan permukaan rol C
- V_2 : kecepatan permukaan rol B
- V_3 : kecepatan permukaan rol A
- Bm : berat masuk persatuan panjang yang disuapkan pada rol belakang
- Bk : berat yang dihasilkan rol depan

Macam-macam peregangan :

1. *Actual Draft* (AD)

Actual draft adalah *draft* sesungguhnya yang telah dialami oleh bahan dengan tidak menghiraukan hal-hal lain yang disebabkan oleh kerja mesin, seperti berkurangnya bahan karena terjadinya limbah³.

$$AD = \frac{\text{berat bahan masuk persatuan panjang}}{\text{berat bahan keluar persatuan panjang}}$$

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 besarnya *mechanical draft* didasarkan pada hubungan mekanisme roda-roda gigi yang menghasilkan kecepatan rol-rol peregangan yang berbeda. *Mechanical draft* dapat dibedakan menjadi :

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

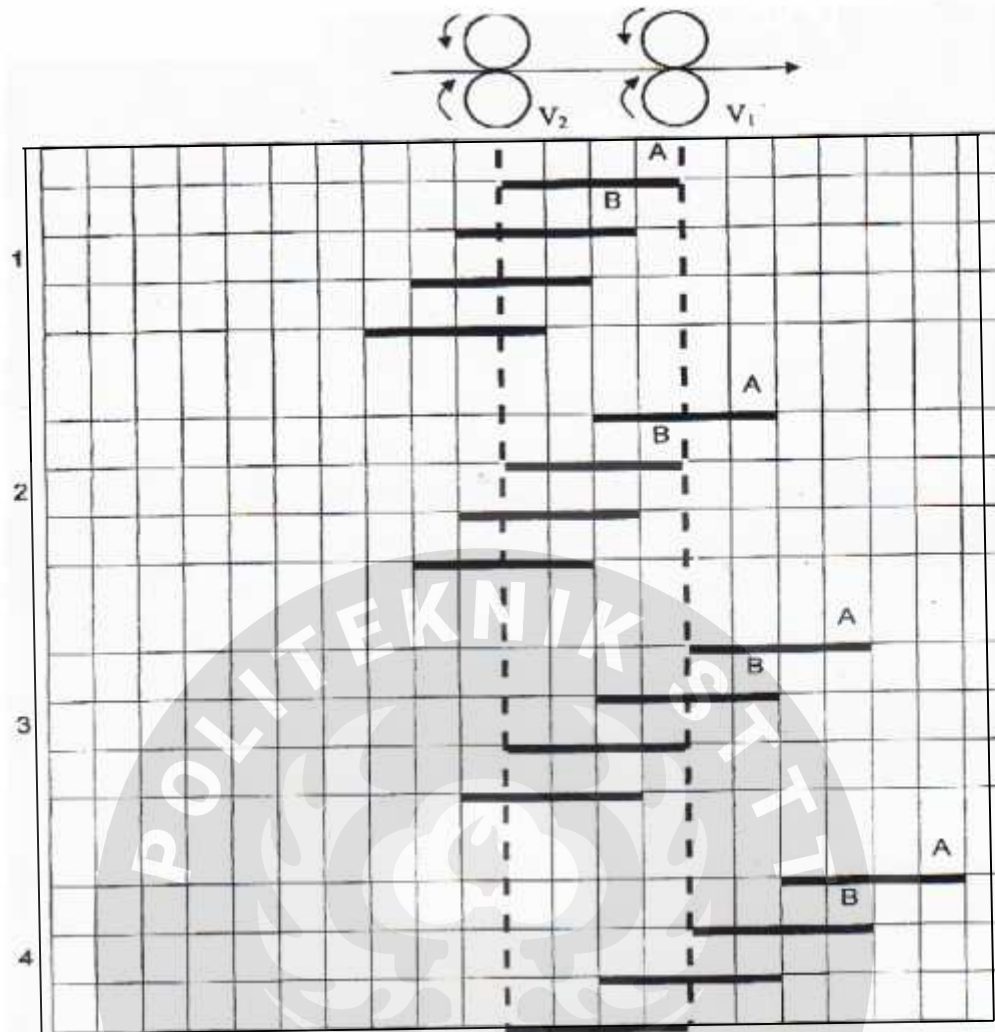
$$Ma Draft = \frac{\text{kecepatan permukaan rol depan}}{\text{kecepatan permukaan rol tengah}}$$

- *Break 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 *main draft*.

$$Break Draft = \frac{\text{berat bahan masuk persatuan panjang}}{\text{berat bahan keluar persatuan panjang}}$$

2.2.2 Proses *Drafting* yang Sempurna^[6]

Dalam prakteknya, proses peregangan yang sempurna tidak pernah dapat tercapai, hal tersebut dikarenakan panjang serat yang diolah tidak selalu sama, serat-serat tidak lurus sehingga sering terjadi *floating* dan *cracking* saat proses peregangan terjadi, dan kadang-kadang terjadi slip pada pasangan rol yang membuat proses peregangan menjadi tidak sempurna dan banyak hal lain yang membuat proses peregangan terganggu. Namun proses peregangan yang ideal dapat dilihat pada Gambar 2.3 pada halaman 14.



Gambar 2.3 Proses Drafting yang Sempurna

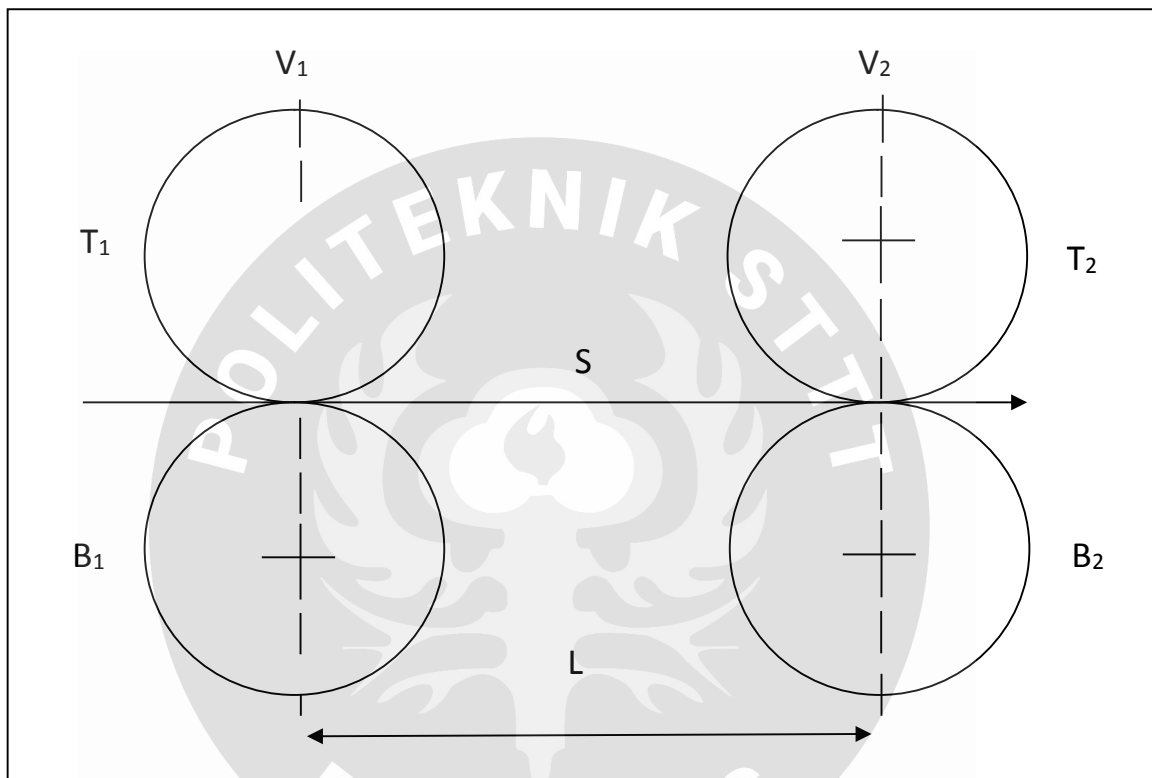
Penjelasan Gambar 2.3 adalah sebagai berikut :

1. Serat A sudah akan memasuki V_1 , yang disusul oleh B.
2. Serat A maju dengan pesat kedepan dengan mengikuti kecepatan keliling V_1 , ketinggalan dua *sub zone*.
3. Serat B juga akan 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 Prinsip Rol Peregang

Pada sistem *drafting roller*, terjadinya peregangan disebabkan karena adanya perbedaan kecepatan permukaan pasangan rol depan dengan pasangan rol belakang, dimana kecepatan permukaan pasangan rol depan lebih besar dari pasangan rol belakang sehingga terjadi peregangan yang berkelanjutan secara bertahap.

Prinsip *drafting roller*, dapat dijelaskan melalui Gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4 Prinsip Terjadinya Peregangan

Keterangan

B_1 dan B_2 : Rol bawah,

T_1 dan T_2 : Rol atas.

L : Jarak penyetelan pasangan rol.

V_1 dan V_2 : Kecepatan permukaan pasangan rol, dimana $V_2 > V_1$.

S : Serat.

Rol depan B_2 berputar lebih cepat dari rol belakang B_1 , sehingga menghasilkan kecepatan rol depan V_2 lebih besar dari rol belakang V_1 , dengan adanya pemberian regangan yang kontinyu, serat-serat yang keluar dari rol depan menjadi lebih halus.

Dalam waktu yang sama rol belakang mengambil serat-serat sepanjang V_1 dan rol depan mengeluarkan sepanjang V_2 , sehingga panjang serat bertambah dengan perbandingan $V_1:V_2$. Perbandingan ini menunjukkan besarnya regangan yang terjadi pada serat.

Jika penyetelan jarak L lebih kecil dari serat terpanjang mengakibatkan beberapa serat akan terpegang oleh pasangan rol belakang dan tertarik oleh pasangan rol depan sehingga serat-serat tersebut akan putus (*cracking fibre*), tetapi jika L lebih besar dari serat terpanjang, maka serat-serat akan mengambang (*floating fibre*). Maka untuk mendapatkan jarak setelan L terbaik kira-kira sama dengan panjang maksimum serat.

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Ketidakrataan Benang

2.4.1 Peregangan

Peregangan selalu dijumpai pada setiap proses pembuatan benang, dimana bahan yang mula-mula mempunyai berat per satuan panjang yang besar secara bertahap dirubah menjadi bahan yang berat persatuan panjangnya lebih kecil, sesuai dengan kehalusan yang dikehendaki.

Peregangan yang baik dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu besarnya nilai regangan, pengaturan jarak jepit rol peregangan dan tekanan jepit. Tapi ini bukan faktor-faktor yang akan menghasilkan peregangan sempurna, peregangan yang dapat memperkecil dan meluruskan serta mensejajarkan serat-seratnya menjadi lebih baik, sehingga ketidakrataan yang dihasilkan baik ataupun faktor-faktor yang bisa dijadikan pegangan agar dapat meningkatkan ketidakrataan di daerah peregangan menjadi lebih baik.

2.4.2 Jarak Titik Jepit

Hasil proses peregangan sangat dipengaruhi oleh jarak antara rol-rol pada daerah peregangan. Apabila pengaturan jarak antara rol-rol terlalu lebar maka akan timbul serat yang mengambang (*floating fibre*) dan tidak mengalami *draft control*. Sebaliknya apabila jarak antara rol-rol terlalu sempit dibandingkan panjang seratnya maka pada waktu proses peregangan berlangsung dapat mengakibatkan serat putus (*cracking fibre*).

2.4.3 Pembebanan

Pembebanan diberikan kepada rol peregang bagian atas merupakan usaha untuk mendapatkan tekanan dari rol atas terhadap rol bawah sepanjang garis jepit sehingga serat-serat tidak mengalami slip pada saat peregangan berlangsung^[2]. Pembebanan ini dilakukan karena berat rol atas tersebut belum cukup untuk menekan dan menjepit bahan yang diregangkan. Maka dari itu pembebanan akan membantu proses peregangan pada rol-rol peregang.

2.4.4 Rol peregang

Rol peregang atas dan rol peregang bawah merupakan satu pasangan rol peregang. Supaya serat dapat bergerak dengan kecepatan tertentu tanpa mengalami slip, rol peregang atas diberikan beban. Dengan demikian rol peregang atas dan rol peregang bawah akan mengakibatkan sebagai berikut:

1. Membentuk daerah peregangan.
2. Menjepit serat selama proses peregangan.
3. Pengaturan jarak.
4. Mengontrol serat-serat selama dalam proses peregangan.

Secara umum bahan pelapis rol atas dikenal dua jenis yaitu *Leather Covering Top Roller Drafting* dan *Synthetic Coats Top Roller Drafting* sedangkan rol bawah terbuat dari lapisan baja yang beralur.

Pada percobaan ini bahan pelapis rol atas yang digunakan adalah jenis *Synthetic Coats Top Roller Drafting*. Kontruksi bahan pelapis rol atas yang tebal terbuat dari karet sintetis akan relatif lebih mudah mengalami kerusakan (aus) akibat adanya gesekan dengan rol bawah dan gesekan dengan *sliver roving* dalam jangka waktu yang lama sehingga rol atas mengalami perubahan kontruksi berupa penyusutan diameter yang tidak merata.

Penggerindaan rol atas sebagai langkah perbaikan dilakukan dengan tujuan rol peregang atas ini tetap dapat memenuhi syarat pakai dan proses peregang tetap efektif. Penggerindaan menyebabkan diameter rol atas mengecil, satu rol atas akan mengalami penggerindaan hingga beberapa kali selama penggunaannya, pada kondisi ini setelah rol atas mengalami beberapa kali penggerindaan akan mengalami perubahan sifat diantaranya:

1. Daya tekan pada rol atas menjadi lemah atau berkurang.
2. Kekenyalan karet rol atas berkurang.

2.5 Tinjauan Tentang Ketidakrataan Benang (U%)

Ketidakrataan benang didefinisikan sebagai tingkatan yang memperlihatkan penyimpangan berat persatuan panjang dari harga rata-ratanya. Berat sendiri merupakan perkalian dari berat jenis (B_j) dan volume (V), sedangkan volume adalah perkalian luas penampang dan panjang. Berat jenis tergantung dari jenis bahannya, sehingga bisa dikatakan berat per satuan panjang ekuivalen dengan luas penampang, untuk lebih mudahnya disebut “penampang” saja. Sehingga ketidakrataan dapat didefinisikan sebagai tingkat penyimpangan penampang bahan dari harga rata-ratanya.

Dalam pengolahan bahan baku, ketidakrataan merupakan hal yang tidak dapat dihindari, jadi tidak mungkin membuat ketidakrataan nol. Usaha yang dapat dilakukan adalah memperkecil tingkat ketidakrataan. Ketidakrataan bahan tekstil yang diproduksi sedikit-tidaknya akan membawa 3 efek yang tidak dikehendaki diantaranya :

1. Benang cenderung putus pada titik terlemah dan titik-titik ini berada pada rangkaian tempat-tempat tipis pada bahan.
2. Jumlah dan ukuran frekuensi tempat-tempat tebal dan tipis, merupakan ukuran tingkat ketidakrataan yang sangat menurunkan kekuatan bahan, apabila banyaknya benang putus telah menjadi kenyataan, maka diperlukan waktu khusus untuk penyambungan, sehingga efisiensi produksi menurun.
3. Sifat ketidakrataan akan terbawa terus sampai pertenenan dan ini akan merusak kenampakan (*appearance*) kain.

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

1. Keadaan bahan yang disuapkan (bahan baku).
2. Kondisi mesin .
3. Operator yang menangani.
4. Kondisi di sekitar mesin.

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

1. *Top roll* dan *bottom roll* yang sudah tidak sesuai (aus).
2. Pembebanan yang tidak sesuai.

3. *Apron* yang kotor, dan bercelah.
4. Ukuran *spacer* yang digunakan.
5. *Ring* atau *traveller* yang aus.

2.6 Nomor Benang

Banyak sistem yang dapat digunakan untuk penomoran benang, akan tetapi secara garis besar ada dua macam yaitu penomoran yang menunjukkan panjang benang setiap berat tertentu dan yang satu lagi adalah kebalikannya, penomoran yang menunjukkan berat benang setiap panjang tertentu. Kedua-duanya memiliki dasar yang sama yaitu sama-sama perbandingan antara panjang dan berat. Dengan demikian jelaslah bahwa prinsip menentukan nomor benang adalah mengukur panjang dan berat benang.

Satuan-satuan yang biasa digunakan:

Tabel 2.1 Satuan Inggris

Satuan Berat	Satuan Panjang
1 pound (lbs) = 16 ounces = 7.000 grain = 453,6 gram	1 hank = 840 yard = 768 meter 1 lea = 120 yard 1 yard = 36 inci = 0,914 meter 1 inci = 2,54 cm

Tabel 2.2 Satuan Metrik

Satuan Berat	Satuan Panjang
Kilogram (kg)	Kilometer (km)
Gram (g)	Meter (m)
Miligram (mg)	Centimeter (cm)

Penomoran benang dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu:

1. Penomoran langsung

Penomoran langsung adalah penomoran yang didasarkan pada berat benang setiap panjang tertentu. Nomor benang langsung yaitu :

a. *Nomor benang cara denier (Td)*

$$T_d = \frac{\text{Berat(gram)}}{\text{Panjang(9000m)}} = \frac{9000 \times \text{Berat(gram)}}{\text{Panjang(meter)}}$$

b. Nomor benang cara Tex

$$Tex = \frac{\text{Berat(gram)}}{\text{Panjang(1000m)}} = \frac{1000 \times \text{Berat(gram)}}{\text{Panjang(meter)}}$$

2. Penomoran tidak langsung

Penomoran tidak langsung adalah penomoran benang yang didasarkan pada panjang benang setiap berat tertentu.

Nomor benang tidak langsung yaitu:

a. Penomoran cara Inggris (Ne_1)

$$Ne_1 = \frac{\text{Panjang (hank)}}{\text{Berat (lbs)}}$$

Contoh :

Ne_1 1 berarti panjang benang 1 hank setiap berat benang 1 lbs.

Ne_1 20 berarti panjang benang 20 hank setiap berat benang 1 lbs.

b. Penomoran cara Metrik (Nm)

$$Nm = \frac{\text{Panjang (meter)}}{\text{Berat (gram)}}$$

Contoh :

Nm 1 berarti panjang benang 1 meter setiap berat benang 1 gram.

Nm 20 berarti panjang benang 20 meter setiap berat benang 1 gram.

Nomor gintirnya dapat dihitung dengan rumus :

$$\frac{1}{Ng} = \frac{1}{N1} + \frac{1}{N2} + \frac{1}{N3} \text{ dst}$$

2.7 Metoda Statistik^[7]

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

1. Nilai rata-rata

Nilai rata-rata contoh uji bagi n nilai pengamatan x_1, x_2, \dots, x_n adalah

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

2. Standar Deviasi (S)

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

3. Koefisien Variasi (CV)

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

4. Sampling Error

Pada umumnya *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 di anggap telah memenuhi syarat, sedangkan *probability* (t) yang dipakai adalah 95%.

Untuk menghitung *sampling error* digunakan rumus :

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

Dimana : n = jumlah pengujian

CV = Koefisien Variasi

E = tingkat ketelitian (*error*) dengan satuan (%)

T = besarnya tergantung dari probabilitas, untuk probabilitas 95%

= 1,960

Selanjutnya data hasil pengujian ketidakrataan dan nomor benang diolah dan dianalisa dengan menggunakan statistik, sebagai berikut :

2.7.1 Analisa Varians Satu Arah

Untuk menganalisa dan menyelidiki apakah terdapat perbedaan yang berarti atau tidak mengenai efek rata-rata tiap taraf, maka digunakan suatu disain atau model eksperimen faktorial. Metode matematik berdasarkan pada metode :

$$J_i = \text{banyaknya nilai pengamatan untuk tiap perlakuan ukuran } top \text{ front roll}$$

$$= \sum_{j=1}^k Y_{ij}$$

J = jumlah seluruh nilai pengamatan

$$= \sum_{j=1}^k J_j$$

Y_i = rata-rata pengamatan

$$= \frac{J_i}{n_i}$$

\bar{Y} = rata-rata seluruh nilai pengamatan

$$= \frac{J}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Langkah langkah yang perlu diperhatikan untuk melakukan analisa dalam desain eksperimen ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1 Menyusun data-data desain eksperimen faktor tunggal seperti pada Tabel 2.1 halaman 24.
- 2 Menyusun daftar varians seperti pada Tabel 2.2 halaman 24.
- 3 Menyusun hipotesa dan alternatifnya, yaitu :
 - H_0 = semua harga rata-rata sama.
 - H_i = sedikitnya ada satu harga rata-rata yang tidak sama.
- 4 Untuk menguji hipotesa, maka perlu dihitung nilai statistik F agar diketahui apakah terdapat contoh yang mempunyai harga variasi sama atau berbeda.
- 5 Menetapkan kesimpulan berdasarkan kriteria daerah kritisnya, yaitu F hitung berada pada daerah penerimaan yaitu lebih kecil dari F_α atau F table (0 – pada taraf signifikansi maka $\alpha = 0,05$), maka hipotesa diterima dan sebaliknya jika F hitung lebih besar dari pada daerah penolakannya yaitu lebih besar dari F_α atau F table, maka hipotesa ditolak.

Selanjutnya yang diperlukan adalah :

- R_y = jumlah kuadrat-kuadrat (JK) untuk rata-rata

$$= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

- P_y = jumlah kuadrat (JK) antar perlakuan

$$= \frac{\sum_{i=1}^k J_i^2}{n}$$

- $\sum Y^2$ = jumlah kuadrat (JK) semua nilai pengamatan

$$= \sum_{i=1}^k \sum_{j=i}^{n_i} Y_{ij}^2$$

- E_y = jumlah kuadrat (JK) kekeliruan eksperimen

$$= Y^2 - R_y - P_y$$

Kemudian dibuat analisa yang mengambil kesimpulan, yaitu :

- Jika F hitung $< F$ table (H_0 : diterima)
Berarti : semua harga rata-rata sama atau tidak ada pengaruh perlakuan (diameter karet rol atas bagian depan) terhadap ketidakrataan benang.
- Jika F hitung $> F$ table (H_0 : ditolak)
Berarti : sekurang-kurangnya ada satu harga rata-rata tidak sama atau ada pengaruh perlakuan (diameter karet rol atas bagian depan) terhadap ketidakrataan dan nomor benang.

Table 2.3 Data Pengamatan Untuk Desain Eksperimen

Jenis Pengamatan	Ukuran <i>top front roll</i>			Jumlah
	S1	S2	S3	
Data Pengamatan	Y_{11}	Y_{21}	Y_{31}	
	Y_{12}	Y_{22}	Y_{32}	
	
	
	Y_{1ni}	Y_{2ni}	Y_{3ni}	
Jumlah	J_1	J_2	J_3	$J = \sum_{j=1}^k J_j$
Banyak Pengamatan	n_1	n_2	n_3	$n = \sum_{i=1}^k n_i$
Rata-rata	Y_1	Y_2	Y_3	$Y = \frac{J}{n}$

Setelah fungsi-fungsi di atas diperoleh, maka disusunlah sebuah daftar varians, seperti pada Tabel 2.2 di halaman 24.

Table 2.4 Data Susunan Daftar Varians

Sumber Variasi	Derajat Kebebasan (dK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung
Rata-rata	1	Ry	$R = Ry$	$\frac{KTP}{KTE}$
Antar Perlakuan	$K - 1$	Py	$P = Py/(k - 1)$	
Kekeliruan	$\sum_{i=1}^k (n_i - 1)$	Ey	$E = Ey/\sum(n_i - 1)$	
Jumlah	$\sum_{i=1}^k (n_i)$	$\sum Y^2$		

2.7.2 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 utama untuk melakukan uji rentang tersebut yaitu sebagai berikut.

- Menyusun k buah rata-rata untuk perlakuan menurut nilainya dari yang terkecil sampai yang terbesar.
- Dari harga anava diambil karja KT kekeliruan.
- Menentukan kekeliruan baku rata-rata untuk setiap perlakuan dengan rumus

sebagai berikut :
$$S_{y_i} = \sqrt{\frac{KT}{n_i}}$$

- Menentukan taraf signifikan α , kemudian menggunakan daftar retang *student* yang tercantum dalam table dengan $\alpha = 0,05$ dan v sesuai dengan jumlah data variasi.
- Menentukan Rentang Signifikan Terkecil (*RST*) dengan perkalian S_y dan nilai rentan studentnya.
- Membandingkan selisih rata-rata terbesar dan terkecil dengan *RST* untuk $p = k$, selisih rata-rata terbesar dan terkecil kedua dengan *RST* untuk $p = (k - 1)$ dan seterusnya. Demikian juga dibandingkan selisih rata-rata terbesar kedua dengan *RST* untuk $p = (k-2)$ dan seterusnya. Dengan demikian akan terdapat $\frac{1}{2} k (k - 1)$ pasangan yang harus dibandingkan. Jika selisih-selisih yang didapat lebih besar dari *RST*-nya masing-masing, maka disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang berarti diantara rata-rata perlakuan.