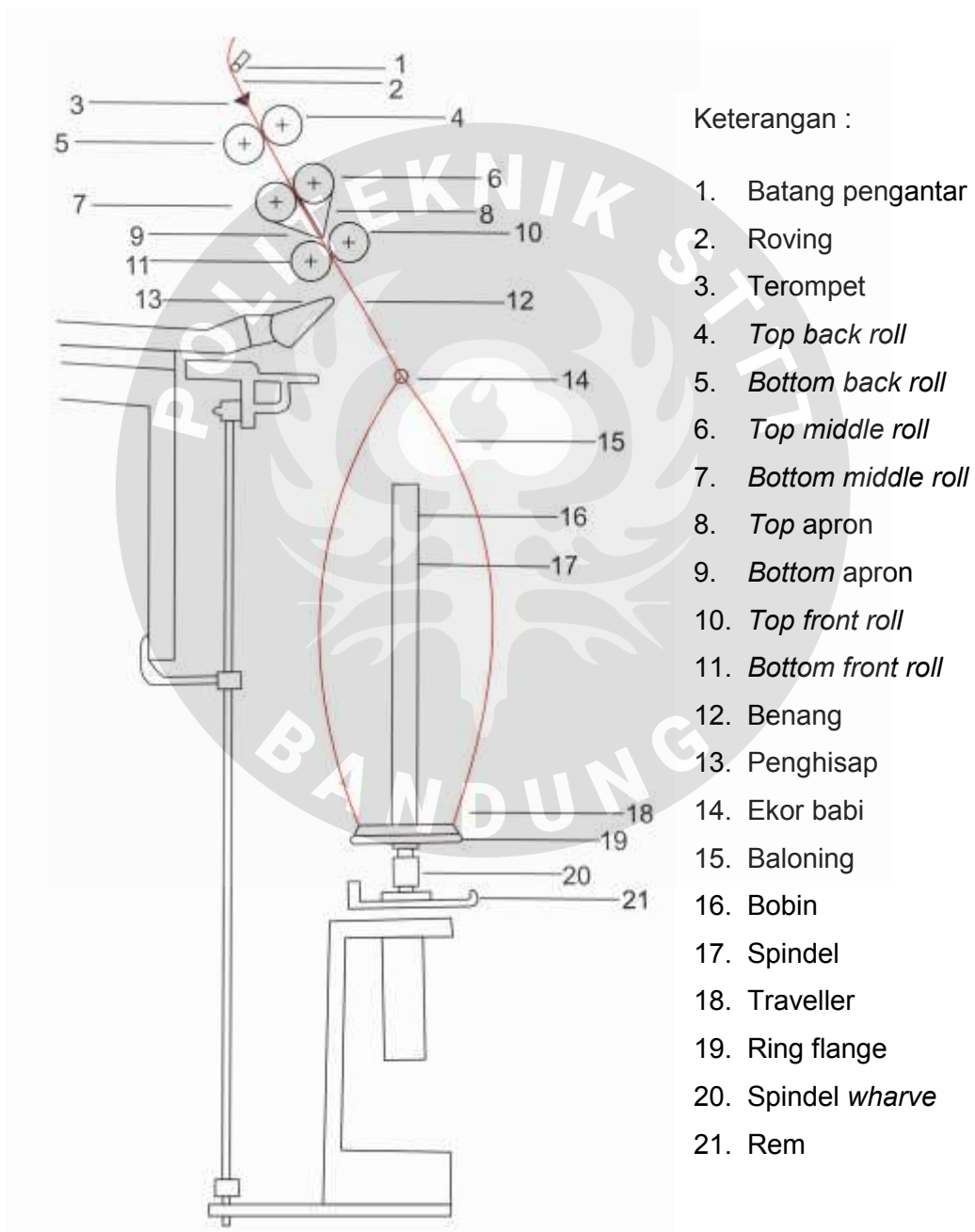


BAB II TEORI PENDEKATAN

2.1. Mesin Ring Spinning

Mesin ring spinning adalah mesin yang memproses roving menjadi benang. Pada hakekatnya mesin ring spinning dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian penyusunan, bagian peregangan, bagian penggulungan. Gambar alur proses pada mesin ring spinning dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Alur Proses pada Mesin Ring Spinning

Adapun prinsip kerja dari mesin ring spinning ini adalah sebagai berikut :

1. Bagian Penyuapan, terdiri dari batang pengantar (1), gulungan roving (2) dan terompet (3). Agar Penyuapan berjalan lancar, maka pada saat roving ditarik oleh pasangan rol peregang bobin harus dapat berputar dengan mudah. Sebelum roving masuk terlebih dahulu roving harus melewati terompet (3) yang berada di bagian belakang daerah peregang. Terompet (3) berfungsi untuk menjaga agar roving selalu mengarah ke daerah peregangan.
2. Bagian peregangan terdiri dari tiga pasang rol peregang yaitu *top back roll* dan *bottom back roll*, *top middle roll* dan *bottom middle roll*, serta *top front roll* dan *bottom front roll*. Peregangan pertama terjadi antara *back roll* dan *middle roll* yang disebut *break draft*, yang berfungsi untuk membuka antihan pada roving sehingga sseratnya menjadi sejajar dan mudah diregangkan pada peregangan utama (*main draft*) yang terjadi antara *middle roll* dengan *front roll*. Di daerah peregangan ini juga terdapat apron, yang terdiri dari *top apron* (8) dan *bottom apron* (9), apron ini berfungsi untuk mengantarkan serat ke pasangan rol peregang depan. Kemudian ada penghisap (13) yang fungsinya untuk menghisap serat yang keluar dari pasangan rol peregang depan apabila ada benang yang putus.
3. Bagian penggulungan, terdiri dari :
 - a. Ekor babi (14) berfungsi untuk menjaga agar bentuk balon simetris terhadap spindel, sehingga benang tidak bergesekan dengan ujung spindel.
 - b. Bobin (16) berfungsi sebagai tempat menggulung benang, bobin ini dipasang pada spindel.
 - c. Ring flange (19) berfungsi sebagai tempat untuk memasang sekaligus lintasan traveller.
 - d. Traveller (18) dipasang pada ring flange, berfungsi sebagai pengantar benang yang sekaligus memberikan antihan.
 - e. Spindel (20) sebagai tempat untuk memasang bobin, spindel beserta bobin diputarakan oleh tin roll dengan perantara spindel tape.

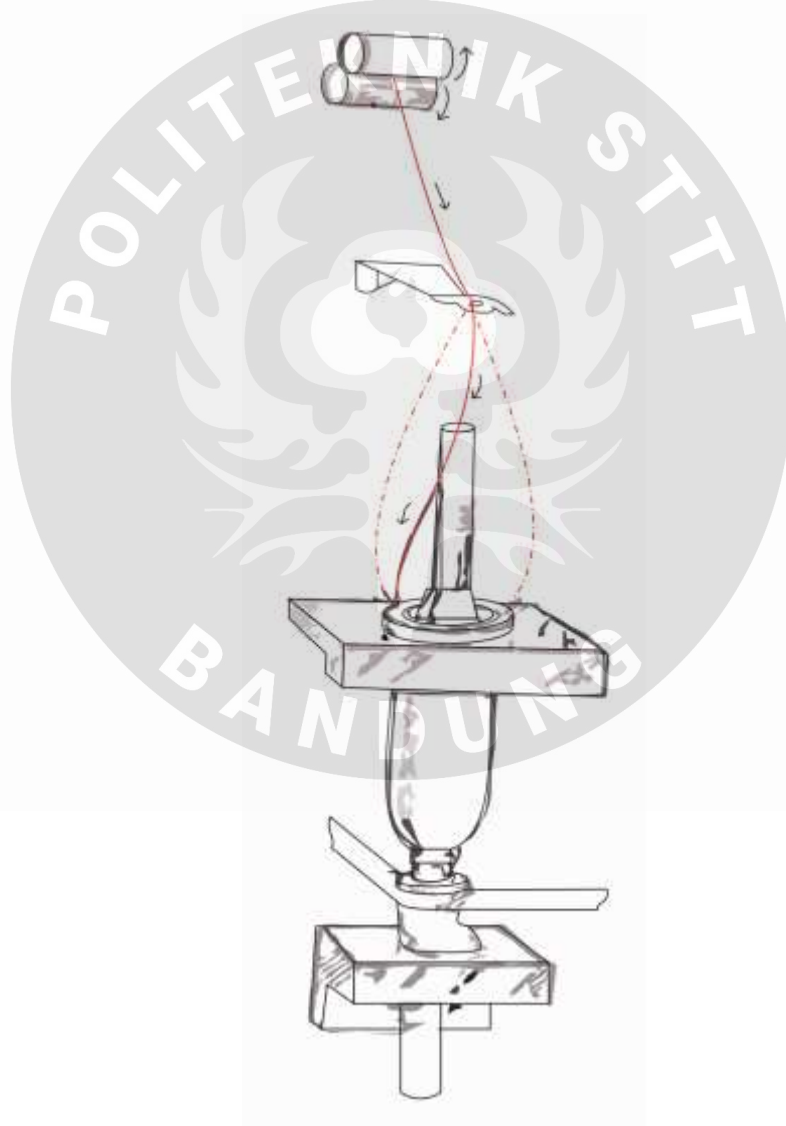
2.2. Proses *Twisting* Dan *Winding* pada Benang

Proses *twisting* adalah proses pembentukan *twist* atau antihan pada benang, sedangkan proses *winding* adalah proses penggulungan benang pada bobin atau cop. Proses *twisting* bertujuan untuk memberikan kekuatan pada benang, dimana dengan adanya *twist* pada benang maka susunan serat yang mulanya sejajar dan

masing-masing serat saling terlepas satu sama lain menjadi susunan serat yang kedudukannya spiral, sehingga terbentuk suatu ikatan. Ikatan tersebut akan menimbulkan friksi antar permukaan serat, faktor friksi inilah yang memberikan kekuatan pada benang.

Proses pembentukan *twist* terjadi pada saat roving yang telah mengalami peregangan, keluar dari pasangan rol depan dan kemudian terputarkan oleh traveller.

Proses *winding* bertujuan untuk memudahkan pengambilan benang untuk proses selanjutnya dan menjaga agar benang tetap dalam kondisi yang baik. Proses penggulungan pada bobin terjadi karena adanya perbedaan kecepatan putaran traveller dengan kecepatan putaran bobin. Proses terjadinya *twisting* dan *winding* dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Proses Terjadinya Twisting dan Winding

Adapun ketentuan dalam proses ini adalah sebagai berikut :

1. Roving yang telah melalui proses peregangan, diulurkan oleh pasangan rol peregang secara konstan.
2. Spindle berputar aktif pada porosnya.
3. Bobin terpasang pada spindle, sehingga rpm bobin sama dengan rpm spindle.
4. Traveller berputar secara pasif pada lintasannya yang merupakan keliling dari ring flange.
5. Perputaran traveller disebabkan karena adanya tegangan dari roving yang diulurkan oleh pasangan rol peregang depan dan tarikan dari benang yang bagian depannya telah tergulung pada bobin.
6. Massa traveller sangat ringan, sehingga memungkinkan benang untuk membawa traveller untuk mengitari bobin atau spindle.
7. Putaran traveller berbanding lurus dengan putaran spindle, akan tetapi putaran traveller lebih lambat karena adanya faktor tahanan udara dan gaya gesekan antara traveller dengan ring flange.
8. Ketentuan-ketentuan tersebut akan menunjang terhadap proses terbentuknya *twist* benang dan proses penggulangan benang pada bobin.

2.3. Traveller

2.3.1. Pengertian dan Peranan Traveller

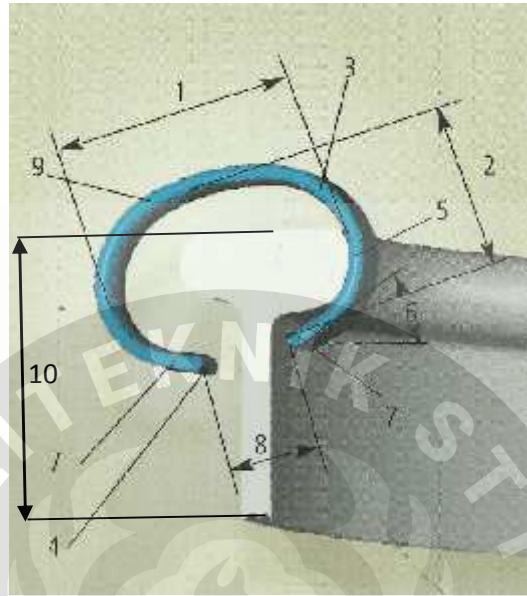
Traveller adalah suatu peralatan pada mesin ring spinning yang berfungsi untuk menghantarkan benang dari rol depan agar dapat tergulung dengan baik pada bobin. Selain menghantarkan benang, traveller juga berfungsi dalam proses pemberian antihan pada benang.

Traveller akan berputar secara pasif karena adanya tarikan benang akibat putaran spindle yang aktif dengan arah yang sama. Putaran traveller berfungsi sebagai proses pemberian *twist* pada benang. Traveller berputar lebih lambat dibanding putaran spindle.

Pemakaian traveller disesuaikan dengan nomor benang yang akan dibuat, jenis ring flanganya serta rpm spindel agar mendapatkan hasil benang yang baik.. Pemakaian traveller yang tidak sesuai akan mengakibatkan sering timbulnya masalah misalnya ketidakrataan dan hairiness benang yang besar. Selain itu, lamanya waktu pemakaian traveller juga berpengaruh terhadap hairiness dan ketidakrataan benangnya.

2.3.2. Bentuk traveller

Pada industri pemintalan di mesin ring spinning yang banyak digunakan ialah traveller *cross section*, mempunyai bentuk huruf C melingkar hampir membulat dengan ujung-ujungnya lurus mendatar. Adapun bentuk traveller tersebut seperti terlihat pada Gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 Bentuk Traveller C dan Bagian-bagiannya

Keterangan gambar :

1. Lebar bagian dalam traveller
2. Tinggi busur
3. Alur jalan benang
4. *Wire section*
5. Bagian permukaan yang berhubungan antara traveller – ring
6. Sudut dari kaki traveller (*angle of toe*)
7. Bagian kaki traveller
8. Bagian yang terbuka
9. Bagian atas dari busur traveler
10. Ring Flange

Berat ringannya traveller yang digunakan akan mempengaruhi besar kecilnya tegangan benang dan kepadatan dari hasil gulungan benang pada bobin. Hal ini disebabkan karena traveller dibuat dari baja yang lebih lunak daripada ringnya, maka gesekan yang timbul antara traveller dan ring akan menyebabkan traveller menjadi aus dalam waktu tertentu, sedangkan ringnya dapat bertahan hingga bertahun-tahun.

Bentuk traveller ini juga harus disesuaikan dengan bentuk penampang dari ring flange.

Dari penggunaan traveler yang secara terus menerus atau terlalu lama maka akan mengakibatkan traveller berubah bentuk. Perubahan bentuk ini berupa semakin tajamnya sisi-sisi traveller akibat adanya gesekan antara traveller dengan ring ataupun dengan benang. Dengan perubahan bentuk itu traveller akan mengikis benang hingga pada suatu saat dapat mengakibatkan benang putus.

2.3.3. Klasifikasi Traveller

Traveller diperlukan untuk menggulung benang dengan tipe benang yang berbeda yaitu dapat dilihat dari kasar atau halus, halus atau berbulunya, kuat atau lemahnya, dan serat alam atau sintetis. Perbedaan tipe benang ini menyebabkan terdapat bermacam-macam tipe traveller. Perbedaan pada traveller terdapat pada bentuk, berat, bahan baku, *coating*, dan penampang. Untuk menghasilkan mutu benang yang baik harus memilih traveller secara tepat sesuai dengan kondisi pemintalan.

2.3.4. Gaya-gaya yang Bekerja pada Traveller

Waktu traveller berputar pada ring flange selama penggulangan benang pada bobin, terjadi gaya-gaya yang bekerja pada traveller diantaranya yaitu :

1. Gaya tarik bumi, atau berat dari traveller itu sendiri.

Dirumuskan dengan :

$$F = m \times g$$

Keterangan :

F = Gaya tarik bumi

m = Berat traveller

g = Gaya gravitasi bumi

2. Gaya sentripetal, karena bergerak mengikuti keliling dari ring.

Dirumuskan dengan :

$$F = m \cdot \frac{v^2}{R} = m \cdot \omega^2 \cdot R$$

Keterangan :

F = Gaya Sentrifugal

m = Berat traveller

v = Kecepatan linear dari putaran traveller

R = Jari-jari ring

w = Kecepatan sudut dari putaran traveller

3. Tegangan benang, sebagai akibat terjadinya balloning pada benang antara traveller dan ekor babi.

4. Tegangan benang selama penggulangan, sebagai akibat perbedaan kecepatan putaran antara traveller dengan bobin.

Dirumuskan dengan :

$$T_G = k \cdot T_B$$

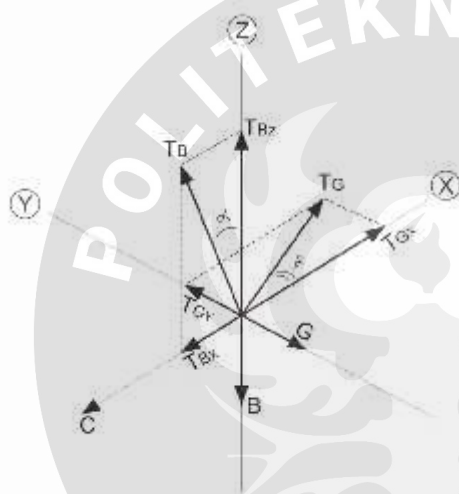
Keterangan :

T_G = Tegangan benang selama penggulangan

T_B = Tegangan benang

k = Koefisien gesekan antara benang dan traveller

5. Gaya gesekan antara traveller dengan ring, adanya gaya gesek ini menyebabkan traveller menjadi aus selama digunakan. Besarnya gaya gesek ini dipengaruhi oleh berat traveller, dimana jika berat traveller berkurang karena aus maka gaya gesekan semakin bertambah. Selain itu keausan traveller ini dapat ditimbulkan juga oleh gesekan antara benang dan traveller.



Keterangan :

1. B = Gaya tarik bumi
2. C = Gaya centripetal
3. TB = Tegangan Benang
4. TG = Tegangan Benang selama Penggulangan
5. G = Gaya Gesekan
6. TB_Z, TB_X = Tegangan Benang pada sumbu z dan sumbu x
7. TG_X, TG_Y = Tegangan Benang selama penggulangan pada sumbu x dan sumbu y

Gambar 2.4 Gaya-gaya yang Bekerja Pada Traveller

Gaya-gaya yang bekerja pada traveller diuraikan menurut sumbu-sumbu x, y, z yang saling tegak lurus dan sumbu z menuju ke pusat lingkaran. Apabila dari gaya-gaya tersebut dicari resultannya, maka akan menghasilkan gaya-gaya berikut :

- Menurut sumbu x, $R_x = C + TB_x - TG_x$
- Menurut sumbu y, $R_y = TG_y - G$
- Menurut sumbu z, $R_z = TB_z - B$

2.3.5. Penomoran Traveller

Ukuran dari traveller dinyatakan dalam sistem penomoran sesuai dengan beratnya. Cara menuliskan nomor traveller ada dua cara yaitu :

1. Dituliskan dengan tanda X, menunjukkan semakin besar nomornya maka semakin besar berat setiap 10 atau 100 buah traveller.

2. Dituliskan dengan tanda X/0, menunjukkan semakin besar nomor traveller maka semakin kecil berat setiap 10 atau 100 buah traveller.

Untuk setiap jenis traveller ada yang memakai satu cara penulisannya, tetapi ada juga yang memakai kedua cara tersebut. Cara penomoran traveller tergantung dari negara yang membuatnya. Beberapa sistem penomoran traveller yaitu :

1. Sistem Inggris, nomor traveller berdasarkan berat dalam gram setiap 10 buah traveller.
2. Sistem Amerika, nomor traveller berdasarkan berat dalam gram setiap 1000 buah traveller.
3. Sistem Internasional, nomor traveller berdasarkan berat dalam gram setiap 1000 buah traveller.
4. Sistem Jepang, nomor traveller berdasarkan berat dalam gram setiap 100 buah traveller.

Penomoran traveller menyatakan berat dari traveller. Berat ringannya traveller dapat mempengaruhi kecepatan traveller, dimana semakin ringan traveller yang digunakan maka semakin tinggi kecepatannya. Hal ini berpengaruh juga pada mutu benang yang dihasilkan.

2.3.6. Pengaruh Usia Pakai Traveller Terhadap Ketidakrataan Benang

Kerataan dalam pengertian sebenarnya merupakan nilai ketidakrataan yang dinyatakan dalam tinggi rendahnya ketidakrataan dan koefisien variasinya. Ketidakrataan bahan tekstil adalah tingkat yang memperlihatkan penyimpangan berat per satuan panjang dan harga rata-ratanya dihitung dalam persen terhadap harga rata-ratanya dari bahan tekstil tersebut. Ketidakrataan benang ditandai dengan tinggi rendahnya U% dan koefisien variasi. Semakin tinggi U% maka benangnya semakin tidak rata.

Dalam pengolahan bahan baku, ketidakrataan merupakan hal yang tidak dapat dihindari. Usaha yang bisa dilakukan adalah memperkecil tingkat ketidakrataan benang. Ketidakrataan bahan tekstil yang diproduksi setidaknya akan membawa tiga efek yang tidak dikehendaki, diantaranya :

1. Benang cenderung akan putus pada titik terlemah.
2. Jumlah dan ukuran frekuensi tempat tebal dan tipis merupakan ukuran tempat ketidakrataan benang yang akan terbawa terus sampai ke pertununan.
3. Sifat ketidakrataan benang yang sampai pada proses pertununan dapat mengganggu kenampakan kain.

Ketidakrataan benang sangat berpengaruh terhadap kekuatan benangnya, dimana benang yang memiliki ketidakrataan ($U\%$) yang tinggi maka akan memiliki jumlah serat per satuan panjang yang tidak rata sepanjang benangnya. Pada bagian yang tipis atau daerah benang yang memiliki jumlah serat sedikit maka kekuatan benang akan lebih rendah dari bagian lainnya, sehingga kecenderungan putus benang akan lebih tinggi.

Bertambahnya usia pemakaian traveller akan berpengaruh terhadap ketidakrataan benang, hal ini disebabkan oleh usia pemakaian traveller yang semakin lama akan mengakibatkan traveller menjadi berubah bentuk. Perubahan bentuk ini berupa sisi-sisi traveller yang terkikis sehingga sisi ini semakin tipis dan tajam akibat gesekan dengan ring dan benang. Dengan perubahan bentuk itu traveller dapat mengikis benang hingga pada suatu saat dapat mengakibatkan benang putus kemudian dilakukan penyambungan benang sehingga mengakibatkan benang tidak rata.

2.3.7. Pengaruh Usia Pakai Traveller Terhadap Hairiness Benang

Hairiness atau bulu pada benang adalah sejumlah individu-individu serat baik dalam bentuk ujung-ujung serat yang bebas atau dalam bentuk *loop* serat yang keluar dari badan benang. Dalam proses pembuatan benang, pembentukan bulu salah satunya dapat disebabkan karena tidak terpuntirnya bagian dari ujung-ujung serat.

Hairiness atau efek bulu pada benang merupakan salah satu faktor mutu benang yang diperhatikan, karena keberadaan bulu dan variasi bulu pada benang dapat menimbulkan hasil kurang baik pada kenampakan benang dan kelancaran proses selanjutnya. Hairiness juga merupakan salah satu faktor yang menyebabkan ketidakrataan pada benang.

Dengan bertambahnya usia pada pemakaian traveller akan berpengaruh pada hairiness benang, dimana dengan menggunakan traveller secara terus menerus akan mengakibatkan traveller berubah bentuk dan semakin tajamnya sisi-sisi dari traveller tersebut. Sisi-sisi traveller yang semakin tajam ini disebabkan oleh adanya gesekan dengan ring ataupun dengan benang secara terus menerus. Dengan perubahan bentuk dan sisi yang semakin tajam maka akan dapat mengikis benang sehingga ada serat-serat yang putus yang dapat mengakibatkan hairiness pada benang. Penampakan hairiness pada benang dapat dilihat pada Gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 Penampakan Hairiness Benang

2.4. Pengaruh Gesekan Terhadap Hairiness Dan Ketidakrataan Benang

Gesekan atau friksi adalah gaya yang timbul untuk menahan gesekan antar dua bidang kontak. Pada bahan tekstil, gesekan dapat terjadi pada produk-produk serat, benang, kain, maupun pakaian jadi. Koefisien gesekan serat yang rendah akan berpengaruh terhadap kekuatan tarik benang, selanjutnya berpengaruh terhadap stabilitas dimensi dan tahan slip kain. Hal ini disebabkan oleh rendahnya gaya ikatan antar serat dalam benang dan gaya ikatan antar benang pada kain.

Pada proses pemintalan, gesekan antar serat dengan benang secara kontinyu dipengaruhi oleh adanya kontak gesekan antara bagian rotasi mesin dengan bahan tekstil tersebut. Besarnya gesekan antara benang dengan benang atau dengan logam pada saat proses akan mempengaruhi proses berikutnya.

Adanya pengaruh usia pemakaian traveller tersebut terhadap ketidakrataan benang disebabkan adanya penurunan mutu dari traveller itu sendiri akibat sering terjadinya gesekan antara traveller dengan ring. Dengan adanya gesekan tersebut akan menyebabkan menipisnya penampang traveller dan akan mengurangi kelayakan pakai untuk traveller tersebut, sehingga hal itu dapat menyebabkan benang yang melewatinya akan mengalami penurunan tingkat kerataannya atau meningkatnya ketidakrataan (U%) benang tersebut. Selain itu, penurunan mutu kegunaan traveller juga dapat menyebabkan meningkatnya jumlah bulu (hairiness) pada benang.

2.5. Metode Statistik

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

1. Rata-rata

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Keterangan :

\bar{x} = nilai rata-rata

x_n = nilai pengamatan ke-i

n = banyaknya pengamatan

2. Standar Deviasi (SD)

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

Keterangan :

S = standar deviasi

x_n = nilai pengamatan ke-i

\bar{x} = nilai rata-rata hitung

n = banyaknya pengamatan

3. Koefisien variasi (CV)

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

Keterangan :

- Cv = koefisien variasi
- S = standar deviasi
- \bar{x} = nilai rata-rata hitung

4. Error (E)

Pada umumnya, error dipakai dalam dunia tekstil adalah 2-5%. Ini berarti apabila hasil pengujian memiliki error lebih kecil dari 5 maka pengujian dianggap telah memenuhi syarat, sedangkan probabilitas yang sering dipakai adalah sebesar 90-95%.

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

Keterangan :

- E = Error (%)
- t = faktor probabilitas
- Cv = koefisien variasi
- n = banyaknya pengamatan

Untuk faktor probabilitas dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Faktor Probabilitas

Probabilitas (%)	t
90	1,645
95	1,960

5. Analisis Korelasi

Korelasi dinyatakan sebagai hubungan keeratan antara dua peubah atau lebih. Sebagai ukuran derajat keeratan atau derajat korelasi yang dinyatakan dengan simbol r. Nilai r dapat diperinci dengan data sebagai berikut :

- 1) Nilai r antara 0,80 sampai 1,00 dinyatakan berpengaruh sekali.
- 2) Nilai r antara 0,60 sampai 0,80 dinyatakan berpengaruh.
- 3) Nilai r antara 0,30 sampai 0,60 dinyatakan cukup berpengaruh.
- 4) Nilai r antara 0,00 sampai 0,30 dinyatakan meragukan.

Bagi dua peubah acak x dan y normal, koefisien dapat dinyatakan dengan rumus:

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

Keterangan :

- r = koefisien korelasi
- x,y = peubah acak normal
- x_i, y_i = data pengamatan ke-i
- n = banyaknya pengamatan

dalam analisis korelasi terdapat suatu angka yang disebut dengan koefisien determinasi, yang besarnya adalah kuadrat dari koefisien korelasi (r^2). Koefisien ini disebut koefisien penentu, karena varian yang terjadi pada variabel dependen dapat dijelaskan melalui varian yang terjadi pada variabel independen.

6. Garis Regresi

Regresi digunakan untuk menduga bentuk dari hubungan antara peubah-peubah tersebut. Bentuk regresi linear antara x dan y dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

Bentuk regresi
n berikut :
 $y = a + bx$

Keterangan :

y = rata-rata peubah Y

x = rata-rata peubah X

$$a = \bar{y} - b \bar{x}$$

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - \bar{x} \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

