

BAB II

PENDEKATAN TEORI

2.1 Serat Poliester

Serat poliester pertama kali diperkenalkan pada tahun 1953. Poliester merupakan polimer yang diperoleh dari reaksi senyawa asam dan alkohol. *Calico printers association* dari Inggris menyempurnakan penelitian Dr. Carothers dari Du Pont dan memperoleh paten untuk seluruh bagian dunia kecuali Amerika Serikat yang khusus ditangani oleh Du Pont. ^[1]

Serat poliester cepat sekali memperoleh perhatian konsumen oleh karena sifat mudah penanganannya (*ease of care*), bersifat cuci-pakai (*wash and wear*), tahan kusut dan awet. Sifat-sifat pakaiannya lebih sempurna apabila dicampur dengan serat wol atau kapas. Serat poliester menunjukkan jenis serat yang paling cepat dalam perkembangannya.

Serat poliester merupakan serat buatan yang paling banyak divariasikan bentuk penampangnya, mulai dari yang berbentuk bulat, segitiga ataupun bergerigi seperti rayon viskosa. Bentuk penampang serat akan mempengaruhi sifat kenampakan seratnya. Bentuk segitiga misalnya akan menyebabkan serat berkilau seperti sutera, sedangkan bentuk bergerigi menyebabkan serat lebih nyaman dipakai karena banyak menyimpan udara disela-sela permukaannya.^[1]

2.1.1 Sifat-sifat poliester

Sifat-sifat poliester adalah sebagai berikut :

1. Sifat Fisika

a. Kekuatan dan Mulur

Kekuatan tarik adalah besarnya gaya yang dapat ditahan oleh serat karena adanya tarikan sedangkan mulur adalah pertambahan panjang benang yang dinyatakan dalam persen (%). Kekuatan poliester dalam keadaan basah hampir sama dengan dalam keadaan kering. Kekuatan poliester dapat tinggi karena proses peregangan dingin pada waktu pemintalannya akan menyebabkan terjadinya pengkristalan molekul dengan baik, demikian pula berat molekulnya dapat tinggi. Kekuatan poliester berkisar 4,0-7,5 gram/*denier* dengan mulur 40%-25%.^[5]

b. Elastisitas

Poliester mempunyai elastisitas yang baik sehingga kain poliester tidak mudah kusut. Jika benang poliester ditarik kemudian dilepaskan akan terjadi pemulihan

dalam 1 menit. ^[1]

c. *Moisture Regain*

Serat poliester mempunyai *moisture regain* (MR) yang relatif rendah sehingga kurang menyerap air. Dalam keadaan standar (RH 65%), *moisture regain* serat poliester adalah 0,4 % dan pada RH 100% *moisture regain*-nya berkisar pada 0,6%-0,8% ^[1]

d. Morfologi

Poliester berbentuk silinder dengan penampang lintang bulat berbintik-bintik dan penampang membujurnya berbentuk silinder dengan dinding kulit yang tebal.

2. Sifat kimia

Serat poliester tahan terhadap asam lemah meskipun pada suhu mendidih poliester basa lemah, tetapi kurang tahan terhadap basa kuat. Tahan terhadap zat oksidator, keton, sabun, dan zat-zat untuk pencucian kering.

2.2 Benang Tekstur

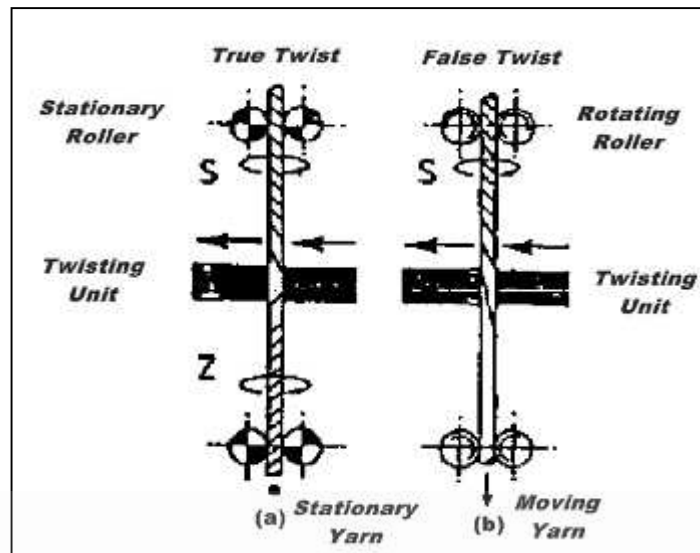
Benang tekstur adalah benang filamen yang mengalami proses pemanasan, peregangan dan pemantapan, sehingga sifat fisik permukaannya (*physical surface properties*) mengalami perubahan ^[1], prosesnya disebut *texturizing*.

Sedangkan pengertian proses teksturisasi atau *texturizing* adalah proses yang dilakukan pada benang sintetik untuk memberikan kenampakan permukaan benang menjadi suram, berkilau, berbulu, kaku, lembut, kasar, rapat, jarang dan lain – lain. Benang tekstur disebut juga *bulked yarn* yaitu benang dengan kenampakan keriting yang memiliki sifat mulur tinggi, lembut serta pegangannya menjadi lebih gembung. ^[1]

2.3 False Twist (Antihan Palsu)

2.3.1 Prinsip Antihan Palsu

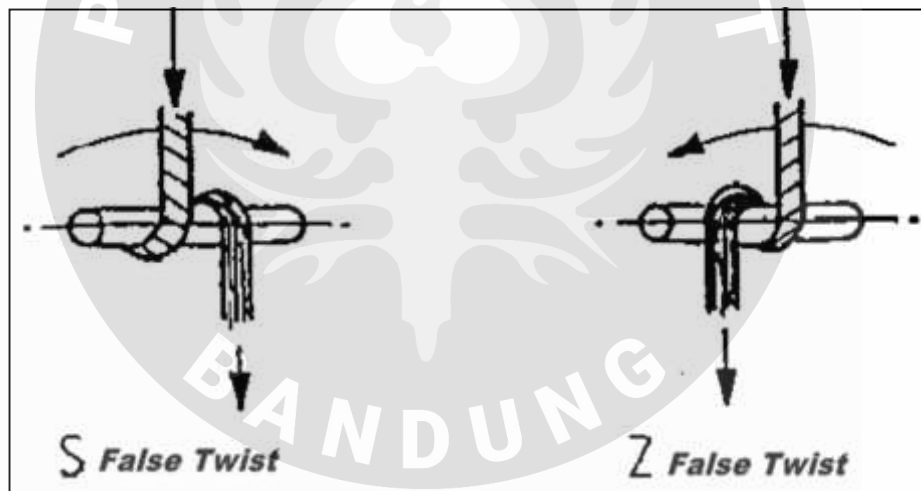
Metoda pembuatan benang tekstur dengan sistem antihan palsu pada prinsipnya adalah pemberian antihan palsu (*twist*), pemantapan dengan panas (*heatset*) dan pembukaan antihan (*untwist*) pada benang filamen sintetik yang dilakukan dalam satu pengerjaan. *Twist* adalah pemberian puntiran pada benang tekstur, dimana benang-benang tersebut terpuntir melalui putaran *spindle* dan memberi efek *twist* sementara pada benang yang mengelilingi ke arah *spindle* dan pindah melalui bagian luar *spindle*. Pin *spindle* menyebabkan benang berputar dengan kecepatan yang sama seperti kecepatan *spindle* serta menyisipkan satu *twist* untuk setiap perubahan. Oleh kerana itu *twist* benang ditentukan dengan *ratio* antara kecepatan *spindle* dan kecepatan benangnya. Besarnya *ratio* konstan, *twist*-nya tetap, dan



Sumber : Jurnal Model Simulasi Proses Benang Tekstur dengan Sistem False Twist

Gambar 2.1 Perbedaan True-Twist dan False-Twist

spindle yang otomatis memberikan tenaga putaran yang diperlukan untuk memproduksi *twist*.^[5] Perihal tersebut dapat dijelaskan seperti pada gambar dibawah ini :



Sumber : Jurnal Model Simulasi Proses Benang Tekstur dengan Sistem False Twist

Gambar 2.2 Perbedaan Arah Twist

Penggunaan panas (*heatset*) adalah untuk melunakan serat termoplastik agar mudah dibentuk, karena dalam keadaan panas benang akan mengikuti bentuk antihan dan ketika didinginkan atau keluar pada kondisi standar maka bentuk itu akan termantapkan.

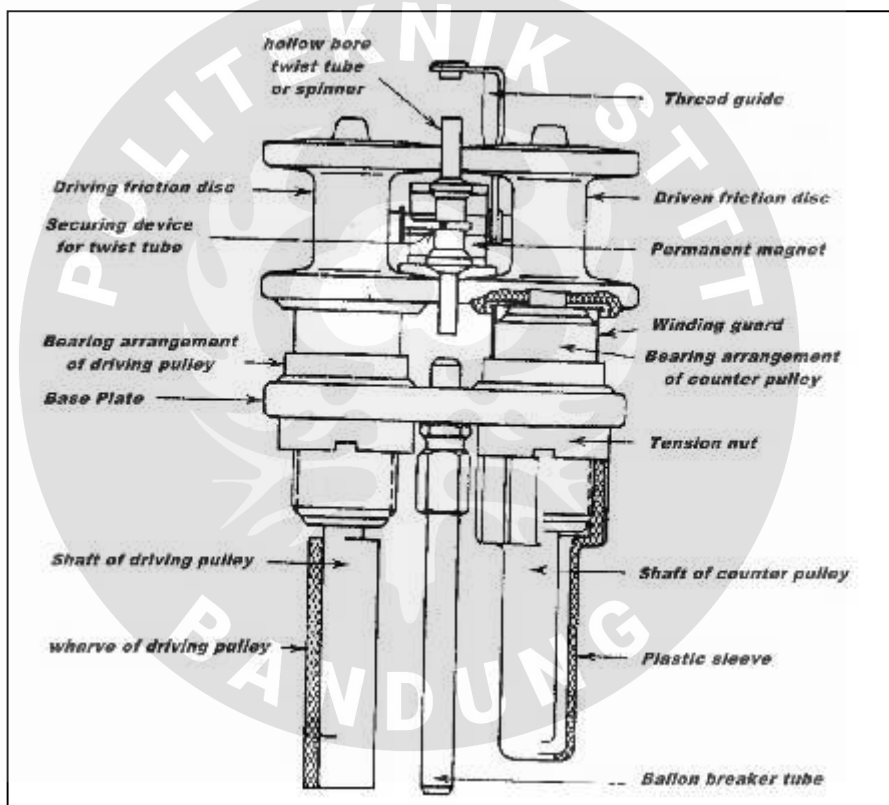
2.3.2 Cara Pemberian Antihan Palsu

Pada dasarnya ada dua teknik pemberian antihan palsu digunakan pada mesin tekstur antihan palsu, yaitu :

1. Teknik pemberian antihan palsu menggunakan *Spindle / Magnetic pin twisting*.
2. Teknik pemberian antihan palsu dengan Sistem Gesek (*Friction System*)^[2]

Dalam skripsi ini penyusun hanya membahas mesin tekstur antihan palsu tipe *spindle* atau *magnetic pin twisting*, sesuai dengan mesin tekstur yang digunakan dalam penelitian ini.

Fungsi utama *twist head*/pin ini adalah memberi *twist* pada benang-benang filamen, *twist head* ini diputar terhadap sumbu benang filamen sehingga benang secara keseluruhan mempunyai *twist*. Karena filamen harus berputar dan mengalami tarikan, maka permukaan *twist head* harus licin tetapi harus juga cukup kuat untuk menjadi pembatas antara daerah benang ber-*twist* dan daerah benang bebas *twist*^[6]



Sumber : *Textile Yarns Technology, Structure, and Applications*

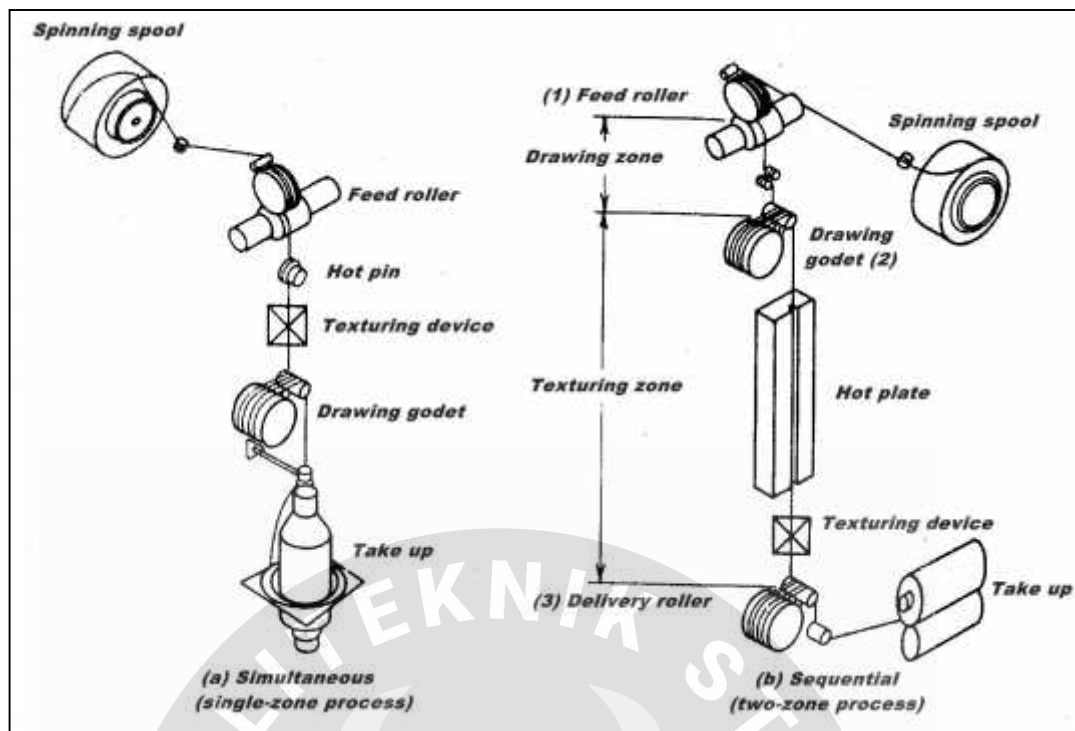
Gambar 2.3 Magnetic Pin Twisting

2.3.2 Proses False Twist Draw Texturing

Proses peregangan dapat dikombinasikan dengan salah satu proses *texturing* yang ada. Namun, ada dua cara yang memungkinkan kombinasi ini dapat dicapai.

1. Satu-zona atau simultan atau dalam proses-menarik, di mana peregangan dan *texturing* dilakukan secara bersamaan.
2. Dua zona atau sequential atau proses keluar-menarik, terlihat pada gambar 2.4

proses peregangan dan *texturing* berada pada zonanya masing-masing.^[2]



Sumber : *Textile Yarns Technology, Structure, and Applications*

Gambar 2.4 Draw Texturing

Pada mesin heberlein yang diamati, menggunakan *draw texturing* sistem simultan. Rol penyuar pada proses penteksturan juga merupakan rol penyuar pada proses peregangan. Pemilihan besarnya nilai regangan terhadap benang sangat besar pengaruhnya terhadap mutu benang tekstur yang diinginkan terutama bulu (*broken filament*), karena pada proses *draw texturing* perhitungan besarnya nilai regangan (*draw ratio*) adalah berdasarkan perbandingan kecepatan rol penarik (*delivery roll*) dengan kecepatan rol penyuar (*feed roll*), sedangkan peregangan yang sesungguhnya hanya didapat pada alur pemanas (*heater*). peregangan dapat meningkatkan derajat orientasi benang tetapi apabila nilai regangan yang diberikan terlampau tinggi, maka tegangan benang pada proses penteksturan juga akan naik melebihi tegangan benang optimum yang dibutuhkan untuk proses penteksturan, sehingga putusya beberapa filamen juga akan naik.

2.4 Kecepatan benang (*Yarn Speed*)

Pada proses *false twist* salah satu faktor proses yang sangat menentukan adalah kecepatan dari benang yang diproses. Karena kecepatan benang akan berpengaruh pada waktu pemanasan benang pada *heater tube* dan besarnya *twist*, yang ditentukan oleh hubungan antara kecepatan *spindle* dan kecepatan benangnya.^[2]

- Waktu Pemanasan (*Heating time*)

Pada proses *false twist* proses pemanasan sangatlah penting, karna proses pemanasan akan mempengaruhi mutu dari benang. Namun untuk pengaturan panas yang efektif, benang harus dipertahankan pada pengaturan suhu untuk jangka waktu yang cukup dengan dikendalikan oleh kecepatan benang dan panjang pemanas untuk menghasilkan karakteristik yang diinginkan.^[2]

Adapun hubungan antara kecepatan benang dan waktu pemanasan sebagai berikut :

$$ET = \frac{PH}{YS} \times t \text{ (menit)}$$

Keterangan :

ET : *Efective Time* (Detik)

PH : Panjang Heater (Meter)

YS : *Yarn Speed* (m/mnt)

Rumus diatas membuktikan bahwa ketika kecepatan benang tinggi maka *effective time/heating time* akan bertambah lama.

- Antihan (*twist*)

Twist pada benang dapat dihitung dengan hubungan sederhana antara spindle (*twist-head*) dan kecepatan benang (*yarn speed*).

$$\text{twist per unit length} = \frac{\text{spindle speed (revolutions per unit time)}}{\text{yarn speed (length per unit time)}} \quad [2]$$

2.5 Hubungan Kecepatan Benang (*Yarn Speed*) dan Mutu Benang Tekstur

2.5.1 *Crimp*

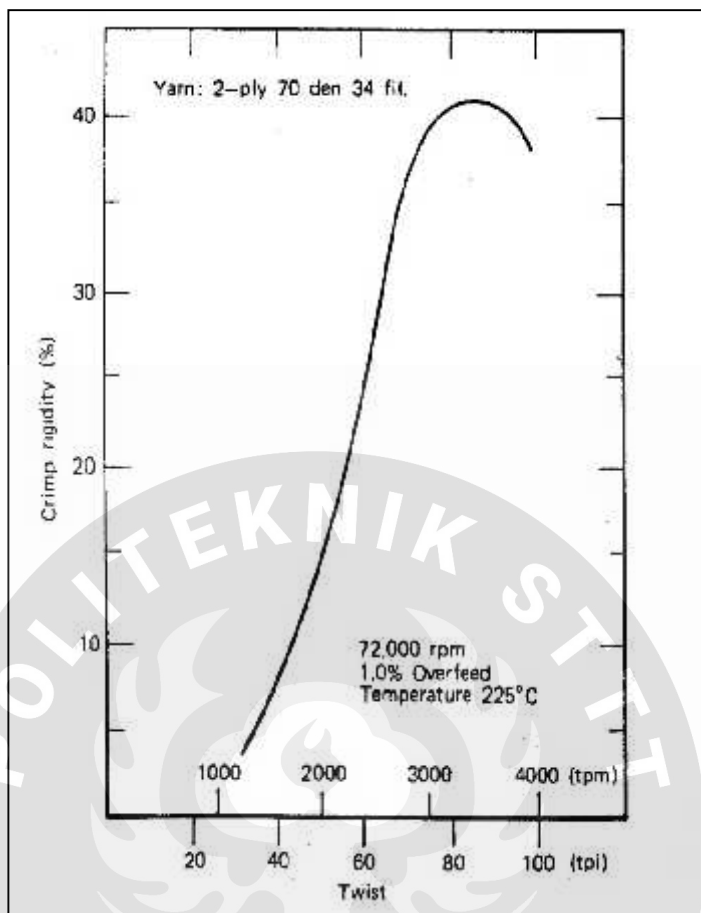
Banyaknya keriting atau gelombang pada satuan panjang tertentu.^[5] Seperti halnya telah disebutkan diatas bahwa kecepatan benang dan *twist* per meter (TPM) berbanding terbalik. Semakin kecil nilai kecepatan benang, maka akan menghasilkan TPM yang besar. Kaitannya dengan *crimp* pada benang tekstur adalah sebagai berikut :

“ *The amount of twist inserted during texturing influences such characteristics as the bulk, crimp, strength, elongation-at-break, and the retractive power of the end product*”.^[2]

Jumlah pemberian antihan (*twist*) selama proses penteksturan akan berpengaruh terhadap *bulky, crimp, mulur* dan kekuatan.

Crimp pada proses *false twist* dipengaruhi oleh jumlah *twist* benang yang bisa dilihat pada Gambar 2.5 di halaman 13. *Crimp* akan meningkat tajam dengan

meningkatnya twist, tetapi pada titik tertentu atau pada titik optimum cenderung menurun.



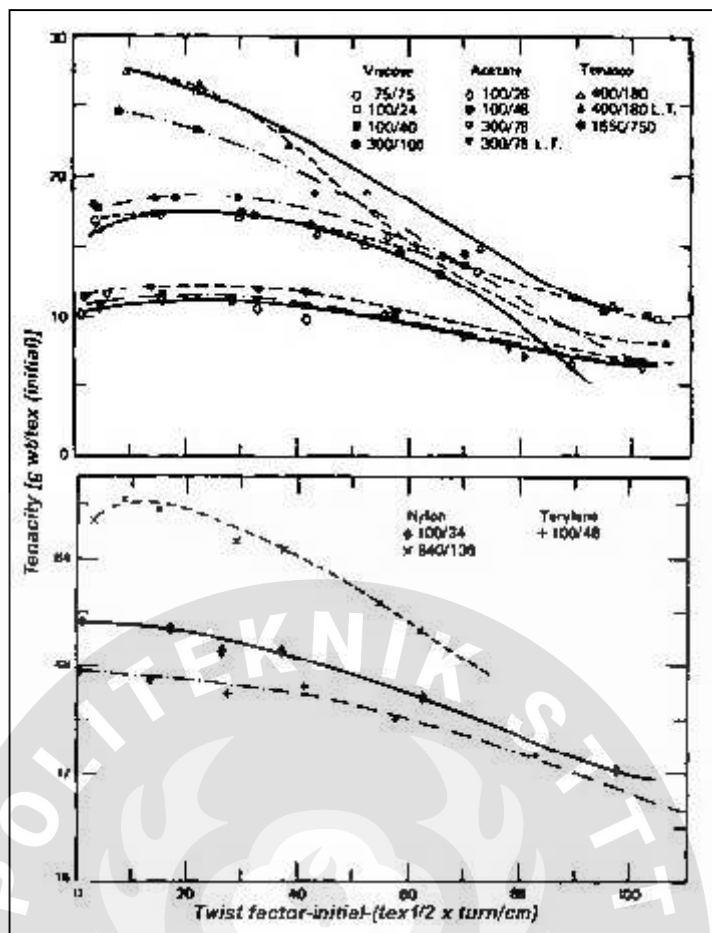
Sumber : *Textile Yarns Technology, Structure, and Applications*

Gambar 2.5 Pengaruh *Twist* pada *Crimp*

2.5.2 Kekuatan dan Mulur benang

Kekuatan benang merupakan faktor yang sangat penting dalam pembuatan kain. Pada proses pertenunan benang akan mengalami tarikan-tarikan dan gesekan, sehingga untuk benang lusi sebelum digunakan pada proses pertenunan harus dikaji terlebih dahulu agar kekuatannya menjadi lebih tinggi. Kekuatan benang dipengaruhi oleh jenis serat, panjang serat, kehalusan serat, dan banyaknya antihan (*twist*).^[1] Sedangkan pengertian mulur adalah pertambahan panjang contoh uji selama pengujian, dinyatakan dalam persen terhadap jarak jepit awal.

Hubungan kekuatan tarik karena pengaruh jumlah *twist* dapat dilihat pada Gambar 2.6. Kekuatan, secara umum, pertama-tama mengalami peningkatan dan kemudian menurun dengan meningkatnya jumlah *twist* ^[2], hal itu terjadi di beberapa jenis benang seperti rayon dan nylon. Berbeda dengan pada jenis benang polyester (terylene) grafik kekuatan menurun seiring dengan meningkatnya jumlah *twist*.



Sumber : *Textile Yarns Technology, Structure, and Applications*

Gambar 2.6 Pengaruh *Twist* pada kekuatan Tarik Per Helai

2.5.3 Denier (Nomor Benang)

Nomor benang adalah suatu ukuran pada benang yang dapat menyatakan tebal tipisnya suatu benang atau kehalusan dan ketebalan dari benang yang dibuat. Kehalusan benang dinyatakan dengan cara pemberian nomor benang yang merupakan perbandingan antara berat dan panjang benang atau perbandingan antara panjang dengan berat tetap.^[1] Sistem penomoran benang dibagi menjadi sistem penomoran langsung dan tidak langsung. *Denier* (Td) termasuk pada sistem penomoran langsung. *Denier* adalah sistem penomoran yang dikhususkan untuk benang-benang monofilamen atau multifilamen yang dinyatakan sebagai berat (g) untuk setiap panjang 9000 m.^[1] Benang atau pernyataan dalam persamaan berikut ini :

$$Td = \frac{\text{Panjanguntaian}(9000\text{m}) \times \text{Berat benang gram}}{\text{Panjangbenang(m)}} \quad [1]$$

Pada penomoran benang dengan menggunakan sistem langsung, maka semakin kecil nomer benang, kehalusan benang tersebut akan semakin halus atau semakin

kecil benangnya. Sebaliknya semakin besar nomor benang, akan semakin besar benangnya. Perhitungan nomor benang untuk penomoran sistem langsung atau panjang tetap dapat dinyatakan dengan rumus umum sebagaimana yang ditunjukkan persamaan berikut :

$$N = \frac{U \times B}{P} \quad [1]$$

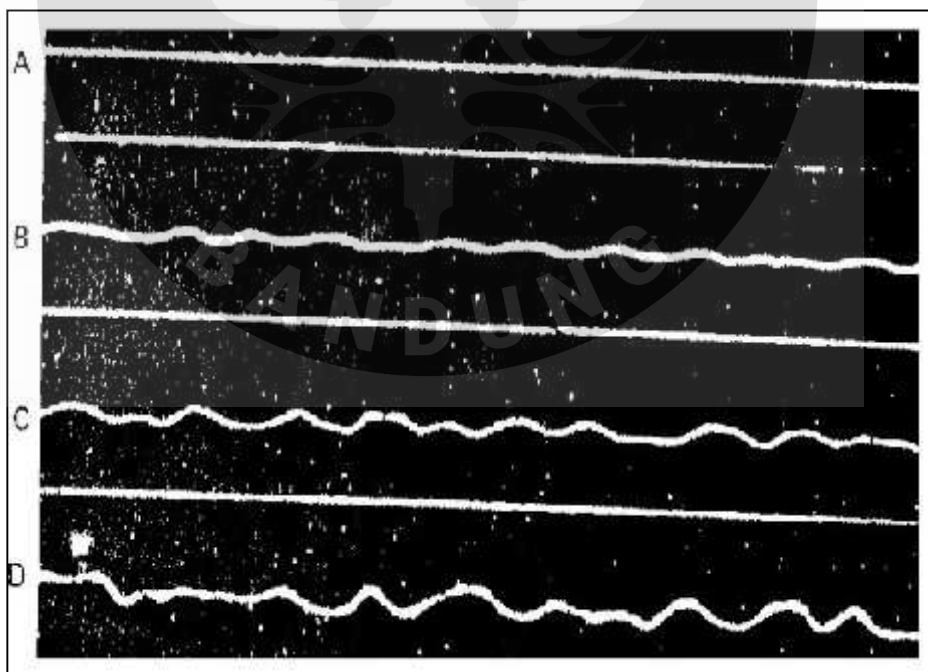
N = nomor benang

B = berat benang

U = panjang benang dalam satu untaian standar

P = panjang benang

Pada proses *false twist* individu filamen atau nomor benang filamen ditentukan besarnya nilai *crimp* pada filamen tersebut. Besarnya nilai *crimp* pada benang menunjukkan lebih rapatnya lengkungan pada benang.^[5] Sehingga ketika benang dalam keadaan lurus, maka benang dengan *crimp* yang tinggi akan mempunyai panjang yang lebih dibanding dengan yang mempunyai *crimp* rendah. Bila dihubungkan dengan efek timbulnya *crimp*, maka besarnya nomor benang berbanding lurus dengan jumlah *twist* yang dipakai pada proses *texturizing* pada sistem *false twist*.



Sumber : *Textile Yarns Technology, Structure, and Applications*

Gambar 2.7 Pengaruh *Crimp* terhadap Kehalusan Benang

2.5.4 Warna

Warna kain celup maupun kain printing adalah hal yang penting. Hasil pewarnaan yang tidak baik akan menurunkan *grade* kain, karena warna akan tampak begitu *real*. Pada proses *false twist* terdapat proses pemanasan yang sangat erat hubungannya dengan hasil warna pada proses pencelupan.

Proses pemanasan berpengaruh pada penetrasi warna pada saat proses pencelupan. Sehingga pengaruh suhu pemanas terhadap benang tekstur bila suhu pemanas terlalu tinggi menjadi gelap. Begitu pula, apabila suhu pemanas terlalu rendah, maka warnanya menjadi lebih tua.^[5]

“ *Different texturing conditions usually affect the morphological properties of a filament, so the reflection behavior will change, and result in color variation within texturing process*”.^[8]

Perbedaan kondisi *texturizing* akan mempengaruhi sifat morfologi dari filamen, maka bentuk kenampakan akan berubah, dan akibatnya terjadi variasi warna dalam proses tekstur

2.5.5 Boil Water Shrinkage

Shrinkage pada benang adalah gaya potensial untuk meregang dari benang *stretch* atau ukuran mengembangnya benang tekstur dari benang set.^[8] Sedangkan *Boil water shrinkage* adalah proses pengujian *shrinkage* benang dengan menggunakan metoda air mendidih. Hubungannya *shrinkage* benang dengan kecepatan benang adalah proses pemanasan pada benang.

The experimental results show that shrinkage values decrease as the temperature of the first heater zone increases.^[5]

Hasil percobaan menunjukkan bahwa nilai-nilai penyusutan menurun akibat temperatur dari zona pertama pemanas meningkat.

Pemanasan akibat perubahan kecepatan benang tidak akan berpengaruh pada perubahan temperatur, tetapi akan merubah waktu pemanasannya. Penyusutan atau *shrinkage* dalam filamen berbahan termoplastik terjadi untuk mengurangi tekanan dalam rantai molekul selama pemrosesan.^[3]

2.6 Pengolahan Data^[6]

2.6.1 Analisa Statistik yang Digunakan

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengamatan dan pengujian yang dilakukan, untuk membandingkan hasil pengamatan dan pengujian tersebut dilakukan dengan menggunakan analisa statistika berdasarkan rumus sebagai berikut :

1. Nilai rata-rata

Nilai tengah contoh uji dibagi n nilai pengamatan, yaitu $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ ialah :

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

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

x_i = nilai pengamatan ke-i

n = banyak pengamatan

2. Simpangan baku (standar deviasi)

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

dimana : S = simpangan baku

\bar{x} = nilai rata-rata hitung

x_i = nilai pengamatan ke – i

n = banyaknya pengamatan

3. Koefisien Variasi (CV)

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

dimana : CV = koefisien variasi (%)

S = simpangan baku, \bar{x} = nilai rata-rata hitung

4. Ketelitian (*sampling error*)

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

dimana : E = Kekeliruan (%)

t = angka konstanta, besarnya tergantung dari probability yang telah ditentukan. Untuk probability 95%, maka t = 1,96.

CV = Koefisien variasi (%), n = banyaknya pengamatan

5. Analisis Varian

Analisis varian klasifikasi tunggal, yang sering juga disebut anova satu jalan digunakan untuk menguji hipotesis komparatif rata-rata k sampel secara serempak, dimana sampel hanya terdiri dari atas satu kategori.

- Uji F

F-test digunakan untuk mengetahui apakah contoh uji mempunyai variansi yang

sama atau berbeda.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$F_{hitung} = \frac{S_1^2}{S_2^2} \text{ jika } S_1^2 > S_2^2 \text{ demikian pula sebaliknya.}$$

$$F_{tabel} = F_{\alpha} (n_1-1, n_2-1)$$

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

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$$

Kesimpulan :

H_0 diterima jika $F_{hitung} < F_{tabel}$, artinya harga kedua variansi sama.

H_1 diterima jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, artinya harga kedua variansi berbeda.

- Analisis Varians

a. Menghitung Jumlah Kuadrat Total (JK_{tot}) dengan rumus :

$$JK_{tot} = \sum X_{tot}^2 - \frac{(\sum X_{tot})^2}{N}$$

b. Menghitung Jumlah Kuadrat Antar Kelompok (JK_{antar}) dengan rumus :

$$JK_{ant} = \sum \frac{(\sum X_k)^2}{n_k} - \frac{(\sum X_{tot})^2}{N}$$

c. Menghitung Jumlah Kuadrat Dalam Kelompok (JK_{dalam}) dengan rumus :

$$JK_{dalam} = JK_{tot} - JK_{antar}$$

d. Menghitung Mean Kuadrat Antar Kelompok (MK_{antar}) dengan rumus :

$$MK_{antar} = \frac{JK_{antar}}{m-1} \quad m = \text{jumlah kelompok sampel}$$

e. Menghitung Mean Kuadrat Dalam Kelompok (MK_{dalam}), dengan rumus :

$$MK_{dalam} = \frac{JK_{dalam}}{N-m} \quad n = \text{jumlah seluruh anggota sampel}$$

f. Menghitung F_{hitung} dengan rumus :

$$F_{hitung} = \frac{MK_{antar}}{MK_{dalam}}$$

g. Membandingkan harga F_{hitung} dengan F_{tabel} (pada tabel F) dengan dk pembilang (m-1) dan dk penyebut (N-1). Harga F hasil perhitungan tersebut selanjutnya disebut F Hitung (FH), yang berdistribusi F dengan dk pembilang (m-1) dan dk penyebut (n-1) tertentu. Ketentuan pengujian hipotesis : Bila harga F hitung lebih kecil atau sama dengan harga F tabel ($F_h < F_{tabel}$) maka H_0 diterima, dan H_a ditolak, sebaliknya bila $F_h > F_{tabel}$ maka H_a diterima, dan H_0 ditolak.