

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara umum, industri tekstil dan produk tekstil (TPT) Indonesia memiliki daya saing yang relatif baik di pasar nasional dan internasional. Hal ini disebabkan Indonesia memiliki industri yang terintegrasi cukup baik mulai dari hulu sampai hilir, yakni dari produk benang (pemintalan), pertenunan, rajut, dan produk akhir (garment). Indonesia memiliki industri pemintalan yang besar di kawasan Asia dan Oceania. Demikian pula dengan industri pertenunan yang produksinya kedua terbesar setelah China, serta industri pakaian yang dikenal di dunia internasional. Saat ini Industri tekstil dan produk tekstil (TPT) Indonesia masih memainkan peran yang cukup besar terhadap perekonomian nasional.

Sepanjang kuartal I 2019, industri tekstil dan pakaian TPT mengalami lonjakan yang signifikan, tumbuh 18,98%. Pencapaian pada kuartal I 2019 ini jauh lebih baik ketimbang pencapaian kuartal I 2018 yang sebesar 7,46%, bahkan melebihi pencapaian sepanjang 2018 yang sebesar 8,73%. Data Badan Pusat Statistik (BPS) pun menunjukkan, produksi industri manufaktur besar dan sedang (IBS) pada triwulan I 2019 naik 4,45% secara tahunan. Industri TPT menorehkan kinerja yang gemilang pada triwulan I tahun 2019. Sepanjang tiga bulan tersebut, pertumbuhan industri tekstil dan pakaian jadi tercatat paling tinggi dengan mencapai 18,98%. Jumlahnya naik signifikan

dibanding periode yang sama tahun lalu di angka 7,46% dan juga meningkat dari perolehan selama 2018 sebesar 8,73%. Industri TPT semakin kompetitif, baik di pasar domestik maupun global. Ini terlihat pada laju pertumbuhan industri TPT sepanjang tahun 2018 yang tercatat di angka 8,73% atau mampu melampaui pertumbuhan ekonomi nasional sebesar 5,17% industri tekstil dan produk tekstil atau TPT menjadi salah satu sektor andalan. Industri TPT memberikan kontribusi besar bagi perekonomian nasional, sebab industri ini tergolong padat karya dan berorientasi ekspor., faktor yang mendorong ekspor TPT naik 1,1% pada triwulan I 2019. Selain itu, adanya kebijakan pengendalian terhadap impor yang dilakukan oleh pemerintah juga berdampak positif. Impor TPT tercatat mencapai 2,1% sepanjang kuartal I 2019. Rantai Industri ini menjadi salah satu kontributor utama penggerak perekonomian melalui penciptaan lapangan pekerjaan dengan penyerapan tenaga kerja yang tinggi dan penyumbang devisa Negara. Dalam Industri tekstil dan produk tekstil (TPT) mencatat sekitar 3,6 juta orang bekerja di industri tekstil dan produk tekstil (TPT) (21,2% dari total tenaga kerja industri manufaktur) (Kemenperin,2019).

Peningkatan jumlah penduduk yang diikuti dengan peningkatan pendapatan masyarakat juga merupakan peluang besar bagi industri tekstil dan produk tekstil (TPT) untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri. Kebutuhan akan sandang merupakan kebutuhan primer manusia yang senantiasa harus dipenuhi dan hal ini merupakan faktor pemicu meningkatnya kebutuhan manusia akan sandang dari waktu ke waktu. Pasar domestik Indonesia

merupakan peluang besar bagi pengembangan industri tekstil dan produk tekstil (TPT). Jumlah penduduk Indonesia sebesar 267 juta jiwa (2019) merupakan pasar yang sangat menarik. Selain itu, meningkatnya pendapatan per kapita Indonesia harus diperhitungkan karena pasti akan mendorong konsumsi tekstil dan produk tekstil (TPT) di dalam negeri.

Kementerian Perindustrian menargetkan ekspor tekstil dan produk tekstil (TPT) bisa mencapai US\$15 miliar atau Rp209, triliun (kurs Rp13.955 per dolar AS) pada 2019 ini. Target tersebut mereka buat naik dibandingkan dengan realisasi ekspor TPT 2018 yang mencapai US\$13,27 miliar. Target ini dibuat dengan melihat perkembangan kinerja ekspor TPT belakangan ini. Data Kementerian Perindustrian, ekspor produk tersebut dalam tiga tahun belakangan ini cukup bagus dan meningkat. Untuk 2016, nilai ekspor TPT berhasil menembus US\$11,87 miliar. Nilai tersebut meningkat menjadi US\$12,59 miliar pada 2017 dan naik lagi menjadi US\$13,27 miliar di 2018. Industri TPT nasional terus tumbuh dengan baik. Dengan surplus yang signifikan. Dan impor yang menjanjikan dalam hal ini yaitu bahan baku untuk diolah lagi di dalam negeri dapat menjadi nilai tambah untuk mendorong ekonomi nasional. Meskipun kinerja ekspor produk terus meningkat, pencapaian target tersebut juga perlu dapat dukungan berbentuk penambahan investasi baru. Pencapaian target juga butuh dukungan dari perluasan usaha di setiap sektor industri TPT. Kementrian perindustrian memprediksi nilai investasi yang dibutuhkan untuk mencapai sasaran tersebut, yakni sebesar Rp74,5 triliun. Dari investasi ini, diperkirakan tenaga kerja yang diserap sektor

industri TPT bisa mencapai 4,11 juta orang. Sebagai informasi, saat ini potensi industri TPT nasional didukung dari sektor hulu sebanyak 33 unit dengan kapasitas produksi 3,31 juta ton per tahun. Kemudian di sektor antara hilir dan hulu, ditopang 294 industri untuk pemintalan (*spinning*) dengan kapasitas produksi 3,97 juta ton per tahun, yang ditunjang pula dari sektor *weaving*, *dyeing*, *printing* dan *finishing* sebanyak 1.540 industri skala besar serta 131 ribu industri kecil dan menengah (IKM) dengan total kapasitas produksi 3,13 juta ton per tahun. Sementara itu, di sektor hilir, terdapat produsen pakaian jadi dengan jumlah 2.995 industri skala besar dan 407 ribu IKM. Total kapasitas produksi mencapai 2,18 juta ton per tahun. Adapun produsen tekstil lainnya dengan jumlah 765 industri dan kapasitas produksi 0,68 juta ton per tahun.

Melonjaknya harga kapas dikarenakan besarnya permintaan pasar membuat benang sintetis menjadi alternatif pengganti yang cukup baik. Poliester adalah salah satu produk sintetis yang terbuat dari etilen glikol dan asam terephthalat. Poliester memiliki sifat-sifat yang tidak dimiliki oleh serat alam begitu juga sebaliknya. Serat ini mudah dibentuk sehingga pengaplikasian lebih luas daripada serat alami. Mudah kering dan tidak gampang kusut. Kelemahan terbesar dari serat ini adalah ketidak mampuan untuk menyerap keringat dan panas, sehingga hanya digunakan pada tempat tertentu atau sebagai campuran. Namun teknologi sekarang telah ditemukan serat poliester yang berpori sehingga dapat menyerap keringat seperti kapas. (Istinharoh,2013)

Serat alami memiliki beberapa kelemahan salah satunya yaitu sifat yang berbeda satu dengan yang lain dan tidak dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan. Pada dasarnya pembuatan serat sintetis bertujuan untuk menciptakan serat yang memiliki sifat berbeda dari serat alam atau tidak dimiliki oleh serat alami. Maka dari itu dibuatlah serat poliester dan salah satu produknya adalah polyester texturized yarn atau benang bertekstur dengan metode Drawn Texturized Yarn. Benang bertekstur atau polyester texturized yarn memiliki sifat bawaan dari poliester. Benang ini memiliki tekstur gelombang kecil yang disebut crimp. Pemberian crimp ini bertujuan untuk membuat benang menjadi anti kusut, menambah pegangan, dan stabilitas benang. Benang akan jadi lebih enak digunakan karena sirkulasi udara yang bagus karna tekstur benang yang berongga. Dan benang polyester sering digunakan sebagai campuran dengan serat kapas untuk membuat pakaian.

Indonesia sampai saat ini masih cukup banyak mengimpor serat buatan dan juga benang filament. Begitu pula serat alami terutama kapas. Rata-rata pertumbuhan untuk impor serat bernilai positif dan nilainya cukup tinggi terutama untuk rayon, polyester, dan polyamida. Pertumbuhan impor serat buatan ini didorong akibat konsumsi serat buatan di dalam negeri yang terus meningkat. Hal ini disebabkan karena produsen serat dalam negeri tidak mampu mencukupi kebutuhan dalam negeri atau produsen serat yang memang berorientasi ekspor sehingga tidak memenuhi kebutuhan dalam negeri. Selain itu, adanya pergeseran industri tekstil dan produk tekstil (TPT) yang sebelumnya menggunakan kapas menjadi serat buatan cukup berpengaruh.

Dalam tahun-tahun mendatang, konsumsi di Indonesia dari serat polyester diperkirakan akan terus meningkat. Dengan produksi terbatas dari serat kapas, negara akan lebih berkonsentrasi pada pengembangan industri serat sintetis, terutama industri serat poliester.

Namun peningkatan produk tekstil tersebut sayangnya belum diimbangi dengan optimalisasi pengelolaan dan pengembangan industri nasional secara terintegrasi dari sektor hulu ke hilir. Sebagai contoh permasalahan yang muncul menunjukkan bahwa impor baku serat alam (terutama kapas) dan benang filamen terus mengalami peningkatan. Industri poliester di seluruh dunia mengalami dorongan dengan melonjaknya harga kapas, sehingga peningkatan permintaan untuk berbagai serat buatan dipasar mencatat rekor. Pada 2018, produksi polyester global diperkirakan 68,79 juta ton dibandingkan dengan 63,05 juta ton pada tahun 2017, sehingga mencatat pertumbuhan sekitar 9% dari tahun sebelumnya. Produksi *Polyester Staple Fiber* (PSF) dan *Polyester Filament Yarn* (PFY) mencatat pertumbuhan masing-masing 3,4% dan 8,2%, dan akan terus meningkat mengingat besarnya permintaan pasar.

Poliester memiliki beberapa keunggulan dibandingkan kain dari serat alam seperti kapas. Poliester memiliki daya serap yang rendah sehingga secara alami tahan terhadap noda. Kain poliester dapat menyusut dalam proses akhir atau proses finishing, dan selanjutnya kain tidak akan menyusut dan berubah bentuk. Kain ini mudah diwarnai dan tidak rusak oleh jamur. Tekstur serat dapat juga digunakan untuk mengisi bantal, selimut, pakaian luar, dan kantong

tidur. Kain katun mungkin memang terasa lebih alami daripada kain poliester. Namun, kain poliester tidak mudah kusut dan lebih cepat kering setelah dicuci. Selain itu, baju yang terbuat dari poliester tidak mudah susut maupun melar. Kain poliester tidak memerlukan penyeterikaan panas, karena terbuat dari serat sintetis, kain poliester kurang mampu menyerap panas dan keringat saat dikenakan. Pakaian yang terbuat dari kain ini cocok digunakan di daerah dingin dan ruangan ber AC. Kelebihan lainnya kain poliester ketahanan terhadap pencucian kimia dari pelarut organik. Kain ini juga lebih tahan terhadap berbagai jamur dan bakteri dibanding katun. Poliester sering dianggap memiliki kelemahan yakni tidak mampu menyerap keringat. Namun saat ini, sudah ada beberapa teknologi pakaian dari poliester yang dapat menyerap keringat seperti *dryfit* yang berpori (kaos Nike) yang biasa digunakan untuk kaos *jersey* sepak bola ataupun sepeda.

Benang Poliester dibuat untuk menciptakan sifat- sifat baru yang tidak dimiliki oleh sifat- sifat daripada serat alam (kapas/ katun, wool dll) walaupun ada kekurangan- kekurangan yang dimilikinya, sehingga diciptakan oleh manusia berupa serat buatan salah satunya adalah *polyester texturized yarn* (benang tekstur). Keunggulan dari pada serat- serat tersebut dapat juga dicampurkan untuk mendapatkan sifat- sifat kain yang diinginkan dan menjadi pilihan dalam pembentukan kain selanjutnya. Penggunaan benang ini banyak digunakan dalam pembuatan kemeja, celana, rok, dan sprei. Proses tekstur pada benang bertujuan untuk membentuk gelombang-gelombang kecil yang bersifat permanen disepanjang permukaan benang yang disebut *crimp* melalui

proses-proses *texturizing* berupa pemberian *twist* palsu, pemanasan dengan suhu tertentu, peregangan selama waktu tertentu, dan pementapan. Benang tekstur itu sendiri pada umumnya dikenal juga dengan nama *teksturd yarn*. Secara umum benang filamen cenderung licin permukaannya, kilau kenampakannya, serta mempunyai ukuran diameter benang yang ditentukan oleh lubang spinneret. Beberapa tujuan dari proses *texturizing* antara lain adalah menaikkan daya tahan kusut dan stabilitas dimensi benang serta kenampakan yang lebih baik, kemampuan menahan bentuk yang lebih baik dari pada benang filamen biasa, mempunyai efek fleksibel yang lebih baik dibandingkan dengan filamen biasa, lebih enak dipakai karena udara terjat antara celah-celah benang tekstur, lebih lemas dan daya tutup kain lebih baik dan lebih mudah dicuci dan mudah kering. *Drawn Textured Yarn* (DTY) 150D/48F memiliki sifat kekuatan yang tinggi, elastisitas yang baik, ketahanan aus yang baik, perantaraan benang yang baik, anti pilling, *moisture absorbent* yang baik, daya tahan tinggi, anti bakteri, pewarnaan yang baik, ketahanan alkali yang tinggi, dan daya tahan lelah yang baik. *Drawn Textured Yarn* (DTY) 150D/48F biasanya digunakan sebagai bahan baku merajut, menjahit dan tenun. Dengan produk hasil seperti kaus kaki, sarung tangan, tape, sabuk elastis, tali anyaman, swim ware, pakaian olahraga dan sebagainya.

1.2 Prospek Pasar dan Lokasi Pabrik

1.2.2 Prospek Pasar

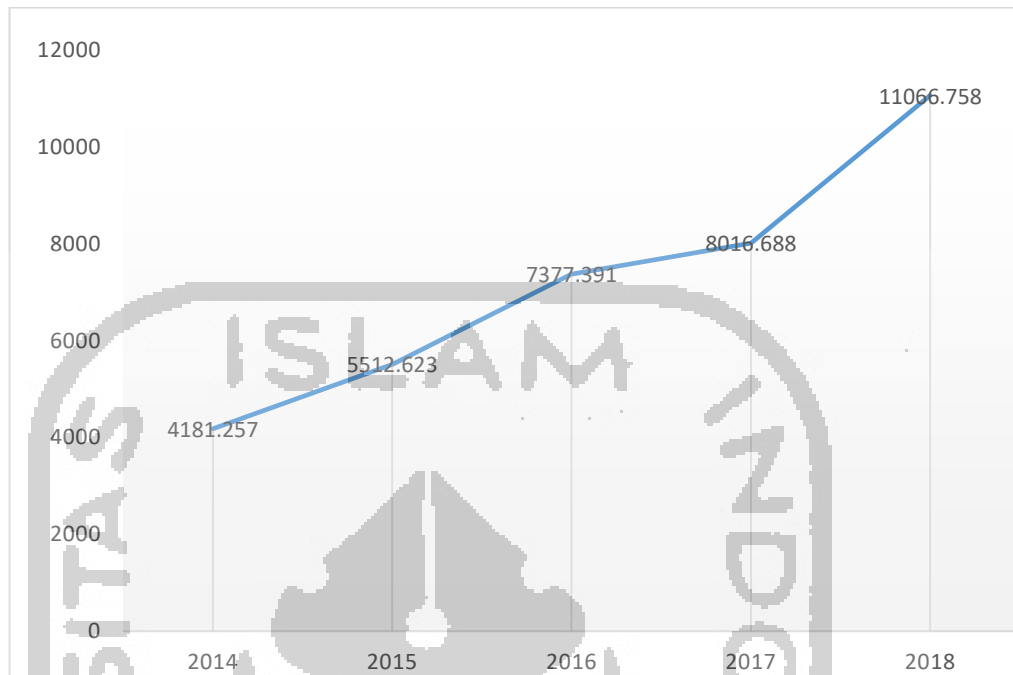
Kebutuhan benang tekstur di Indonesia setiap tahunnya cenderung mengalami peningkatan, sehingga Indonesia sampai saat ini masih mengimpor benang tekstur dari luar negeri. Berdasarkan data BPS (Badan Pusat Statistik) data impor benang tekstur dari tahun 2010 sampai 2015 adalah sebagai berikut.

Tabel 1. 1 Perkembangan Impor Tekstured Yarn of Polyester di Indonesia pada tahun 2014 – 2018

Tahun	Impor (Ton)
2014	4.181,257
2015	5.512,623
2016	7.377,391
2017	8.016,688
2018	11.066,758

(Sumber : BPS, 2019)

Melihat kebutuhan dari data statistik tersebut jumlah yang di impor meningkat secara signifikan, maka pendirian pabrik dirasa sangat perlu. Hal ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi impor dan membuka lapangan kerja baru.



Gambar 1. 1 Diagram Perkembangan *Import Tekstured Yarn of Polyesters* di Indonesia 2015-2018

Dengan demikian kebutuhan impor benang tekstur pada tahun 2021 dapat diproyeksikan di masa yang akan datang seperti yang akan digambarkan sebagai berikut.

Tabel 1. 2 Data Produksi tahun 2014 – 2018

TAHUN	IMPOR (Y)	X	XY
2014	4181.257	-2	-8362.51
2015	5512.623	-1	-5512.62
2016	7377.391	0	0
2017	8016.688	1	8016.688

2018	11066.758	2	22133.52
JUMLAH	36154.717		16275.07

Untuk menghitung ramalan kebutuhan benang tekstur digunakan

Fungsi persamaan: $Y = a + bx$

Keterangan :

A : Rata-rata permintaan masa lalu

B : Koefisien perubahan tiap tahun

Y: Nilai data hasil ramalan permintaan
(Kg/Tahun)

X: Waktu

Nilai A dan B dapat dihitung dengan cara berikut (Sumber :

directory.umm.ac.id):

$$a = \frac{\sum y}{n}$$

$$= \frac{36.154,717}{5}$$

$$= 7.230,9434$$

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

$$= \frac{16.275,07}{10}$$

$$= 1.627,5067$$

$$Y = a + bx$$

$$= 7.230,9434 + 1.627,5067(x)$$

Peramalan tahun 2022

$$= 7.230,9434 + 1.627,5067 (x)$$

$$= 7.230,9434 + 1.627,5067 (6)$$

$$= 16.995,4903$$

Menurut perhitungan kebutuhan meningkat tiap tahun dan pada tahun 2022 akan mencapai 16.995,4903 kg/tahun. Ini merupakan angka yang cukup besar untuk dijadikan pasar. Atas dasar tersebut, prarancangan pabrik ini memproduksi benang DTY dengan spesifikasi 150 denier 48 filamen berkapasitas sebesar 4.500.000 kg/tahun atau 25% dari kebutuhan pada tahun 2020.

1.2.1 Penentuan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik yang akan dibangun memiliki pengaruh yang besar terhadap keberlangsungan pabrik tersebut karena banyak hal yang mempengaruhi keberlangsungan suatu pabrik dibangun diantaranya yaitu. Ketersediaan bahan baku, tenaga kerja, pemasaran produk, transportasi dan lingkungan sekitar. Berdasarkan faktor tersebut, lokasi pendirian pabrik berada di kabupaten Karawang, Jawa Barat dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku adalah benang POY dari PT. Asia Pasific Tbk. Benang POY memiliki ketahanan atau daya simpan yang lama. Jarak antara produsen bahan baku ke pabrik hanya sekitar 1 jam. Sehingga penentuan lokasi cukup tepat melihat ketersediaan bahan baku.

- Tenaga kerja

Kabupaten Karawang adalah daerah industri berkembang, sehingga tenaga kerja mudah didapatkan dengan UMR yang tidak terlalu tinggi. Selain itu terdapat banyak perguruan tinggi di Jawa Tengah dan lembaga pendidikan yang menyediakan banyak tenaga terdidik dan terlatih.

- Pemasaran Produk

Target pasar dari pra rancangan pabrik ini adalah dalam negeri. Produk akan dijual kepada pabrik tenun yang mana tersebar di provinsi Jawa Barat dan Jawa Tengah.

- Lingkungan Sekitar

Sebagai kawasan industri berkembang, tentunya pemerintah telah memikirkan matang-matang resikonya. Kawasan industri biasanya jauh dari pemukiman penduduk, sehingga dapat meminimalisir dampak dari resiko yang bisa berdampak pada penduduk seperti limbah pabrik dan kendaraan pengangkut bahan baku yang keluar masuk pabrik.

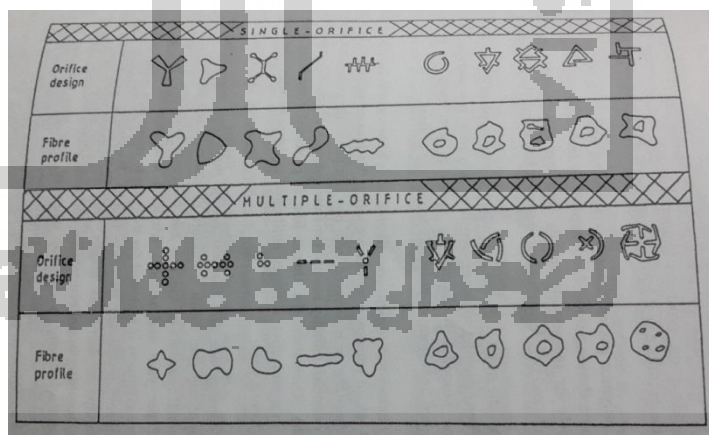
- Sarana dan Infrastruktur

Sarana dan Infrastruktur yang diperlukan seperti air, udara, dan listrik dapat dipenuhi dengan baik karena berada di kawasan industri.

1.3 Tinjauan Pustaka

1.3.1 Pembuatan Chip

Poliester merupakan salah satu polimer (sebuah rantai dari unit yang berulang-ulang) yang mengandung gugus fungsional ester dalam rantai utamanya. Meski terdapat banyak sekali poliester, istilah poliester merupakan bahan yang spesifik lebih sering merujuk pada *Polyethylene Terephthalate* (PET). Jika digunakan sebagai serat untuk membuat kain, biasanya sering hanya disebut poliester. Terkadang juga dikenal dengan nama perdagangannya seperti Terilen. Jika digunakan untuk membuat botol, misalnya, biasanya disebut PET. Serat poliester merupakan serat buatan yang paling banyak divariasikan dalam bentuk penampangnya, mulai dari yang berbentuk bulat, segitiga ataupun bergerigi seperti pada Rayon viskosa. Seperti contoh macam-macam bentuk penampang dibawah ini :

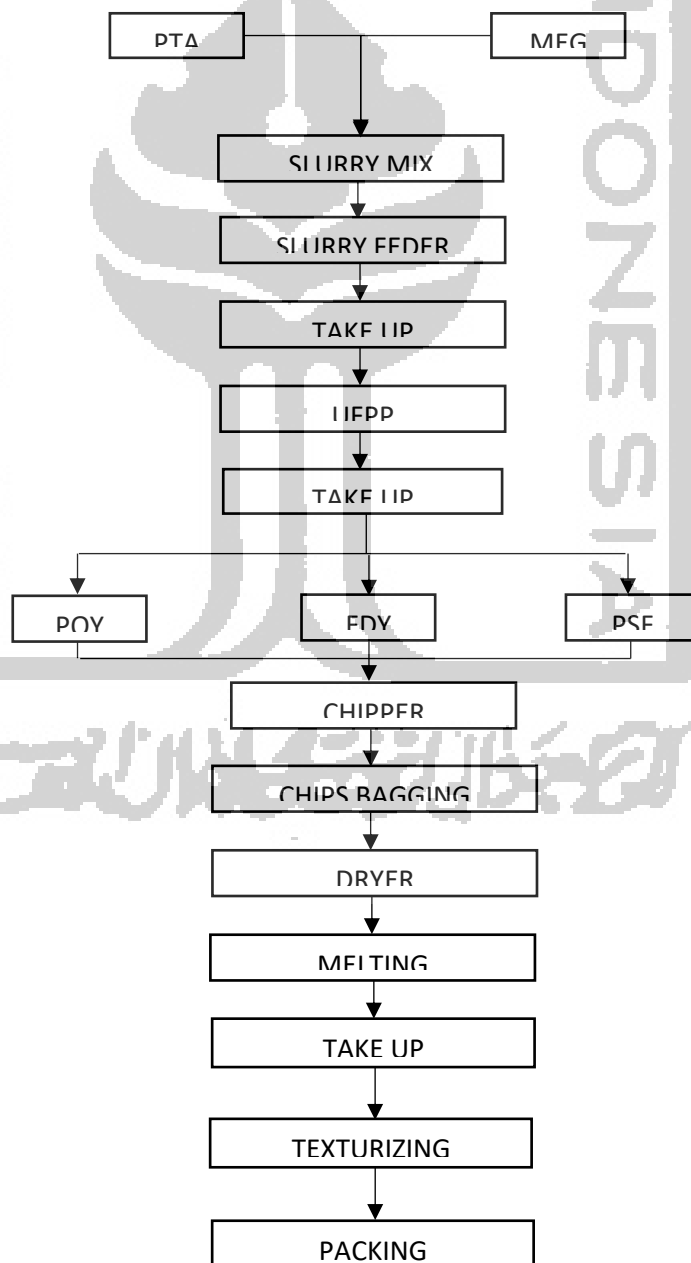


Gambar 1.2 Bentuk – Bentuk Penampang Poliester

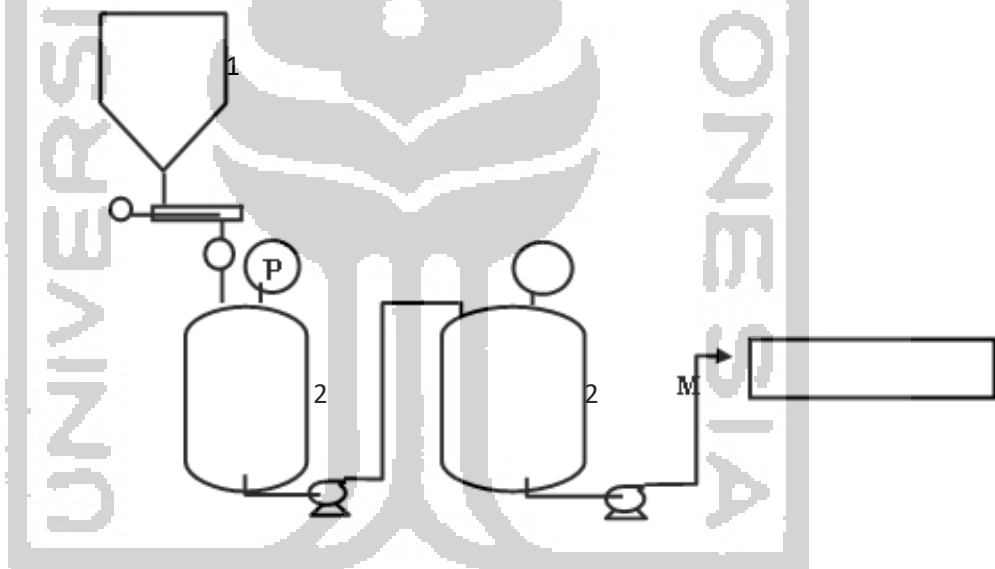
(Syntetic Filament Yarn, 1997)

Produksi *Polyethylene Terephthalate* (PET) digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan poliester chip. Senyawa *polyethylene terephthalate* dapat dibuat dengan dua proses. Langkah yang pertama adalah esterifikasi dan preliminary kondensasi, sedangkan yang kedua adalah poli-kondensasi atau polimerisasi lelehan. Flow chart untuk proses pembuatan polimer adalah sebagai berikut :

Gambar 1.3 Bagan Polimerisasi



Proses pembuatan PTA dan MEG dibuat pada slurry mix tank dengan tujuan Tujuan pembuatan slurry selain untuk mengontrol mole ratio ± 2.200 (mole MEG : mole PTA = 1 : 2.200) juga untuk menjaga homogenitas campuran. Ke dalam Slurry Mix Tank juga ditambahkan 50 ppm catalyst Sb_2O_3 dari total kebutuhan sebanyak 250 ppm pada polimer. Penambahan catalyst ini menjadikan kontrol carboxyl $COOH$ di ester lebih stabil dan reaksi esterifikasi bisa berlangsung pada temperatur yang lebih rendah. Slurry selanjutnya ditransfer ke Slurry Feed Tank (SFT) 1014-T01.



Gambar 1.4 Slurry mix Tank dan Slurry Feed Tank (Tifico Fibers Technical, 1980)

1. Slurry Mix Tank (SMT)

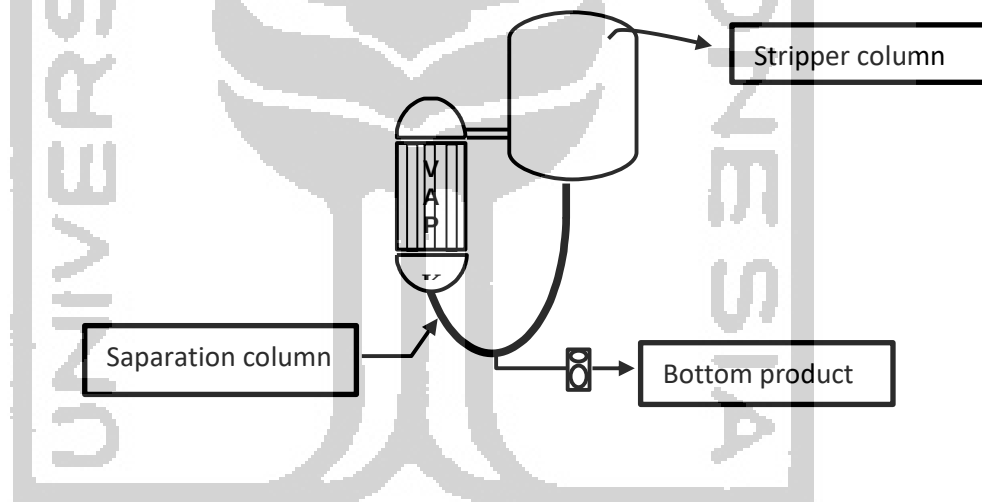
Adalah proses pembuatan polimer yang dimulai dengan mencampur PTA powder (*Pure Therepthalic Acid*)

dan MEG cair (*Mono Ethylene Glycol*) yang kemudian disebut *slurry* dalam tangki Slurry Mix Tank (SMT) 1013-T01.

2. Slurry Feed Tank (SFT)

Adalah proses lanjutan pencampuran PTA. Slurry Feed Tank (SFT) 1014-T01 lebih berfungsi sebagai *buffer* untuk menjaga ketersediaan slurry untuk diumpan ke reactor.

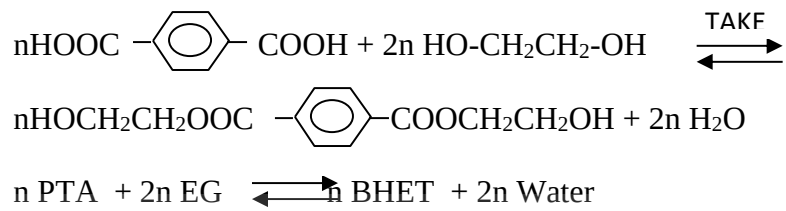
Reaktor Ester terdiri dari HE dan Vapor Separator dengan pemodelan sebagai berikut :



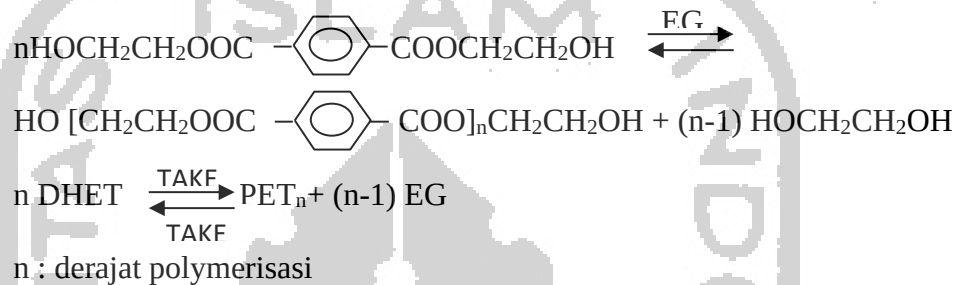
Gambar 1.5 Proses Ester (*Tifico Fibers Technical*, 1980)

Di dalam Reaktor Ester slurry yang berupa campuran MEG dan PTA akan bereaksi karena kondisi reaksi telah terpenuhi dengan adanya temperatur yang tinggi. Ada 2 tahap reaksi yang terjadi di Ester yaitu :

a. Esterifikasi



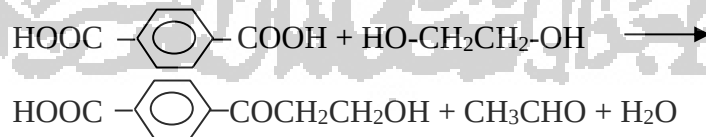
b. Polycondensasi



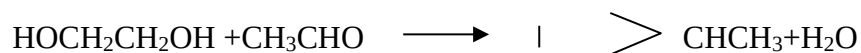
Reaksi polycondensasi yang terjadi di Ester membentuk polymer dengan derajat polimerisasi 4 – 6.

Hasil reaksi berupa process water dikeluarkan dari Ester ke Separation column, EG dibuat excess sehingga diharapkan tidak ada sisa PTA yang tidak bereaksi. Selain reaksi utama yaitu terbentuknya DHET pada esterifikasi dan polymer rantai pendek pada polycondensasi, di Reaktor Ester juga terjadi reaksi samping antara lain :

a. PTA + EG $\longrightarrow$ Half ester + Acetaldehyde + Air

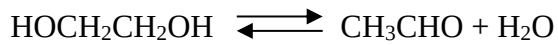


b. EG + Acetaldehyde $\longrightarrow$ 2 metyl 1,3 dioxalane + air

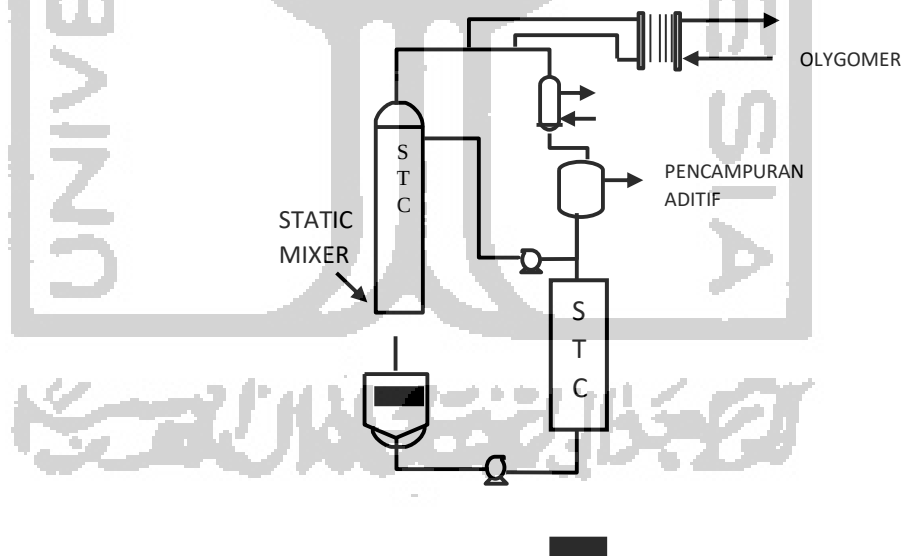


c. EG $\rightleftharpoons$ DEG + Air





Seperti yang telah disebutkan diatas bahwa reaksi Esterifikasi menghasilkan air. Karena temperatur tinggi di Reaktor Ester maka air berbentuk uap. Uap air, EG, acetaldehyde dan komponen ringan lain hasil reaksi samping mengalir ke Separation column. Di dalam Separation column EG dipisahkan sebagai bottom product untuk diumpankan kembali ke proses. Sedangkan air dan komponen ringan lain yang keluar dari bagian atas column ditransfer ke Stripper column untuk diturunkan COD nya sebelum dibuang sebagai limbah.



Gambar 1.6 Reaksi Pre Polycondensasi (Tifico Fibers Technicalst, 1980)

Selama proses pre polycondensasi terdapat proses yang disebut filterisasi Olygamer, dimana Oligomer yang telah terbentuk di Reaktor Ester ditransfer ke UFPP Reaktor melalui olygomer line. Olygomer line dilengkapi dengan filter yang fungsinya untuk menyaring kotoran yang terikut dalam olygomer. Di olygomer line beberapa additive ditambahkan. Pencampuran olygomer dan additive bisa berlangsung baik karena adanya static mixer di olygomer line. Additive yang ditambahkan antara lain :

a. *Catalyst*

Catalyst ditambahkan di olygomer line adalah sebanyak 200 ppm polimer. Total kebutuhan *catalyst* adalah 250 ppm tetapi 50 ppm telah dimasukkan melalui Slurry MixTank seperti telah dijelaskan di depan. *Catalyst* berupa larutan Sb_2O_3 dalam EG dengan konsentrasi 1.4 % Sb_2O_3 . *Catalyst* berfungsi untuk membantu mempercepat reaksi polycondensasi. *Catalyst* sendiri tidak ikut bereaksi dan tetap berada dalam polymer sebagai impurities.

b. TiO_2

TiO_2 sebagai dulling agent (suatu bahan yang menyebabkan polymer berwarna putih). Misal polymer yang dibuat adalah dengan spesifikasi semi dull, kadar TiO_2 0.3% berat polymer. TiO_2 yang dimasukkan melalui olygomer line berupa suspensi TiO_2 dalam EG dengan konsentrasi 20 %.

c. DEG

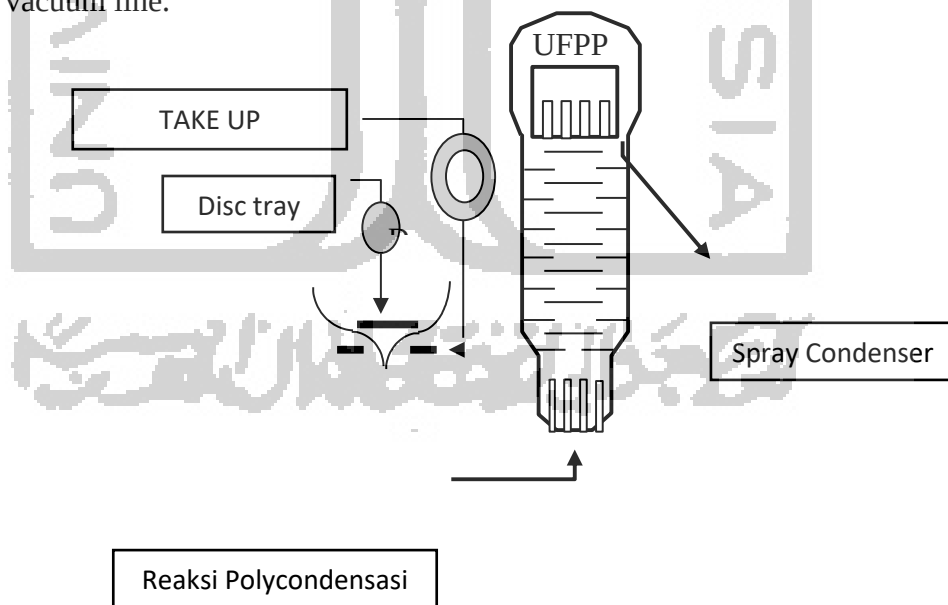
DEG disini berfungsi sebagai pengontrol daya serap warna benang polyester (control dye ability). Kandungan DEG dalam polymer dikontrol

sebesar 1.30 % berat polymer. DEG dimasukkan melalui olygomer line dalam bentuk cairan DEG 100 %.

d. *Stability* DEG

Adalah EG yang ditambahkan melalui olygomer line, berfungsi sebagai pembawa olygomer masuk reaktor UFPP dan juga akan bereaksi dengan sisa PTA maupun group *carboxyl* yang ada di olygomer.

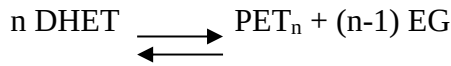
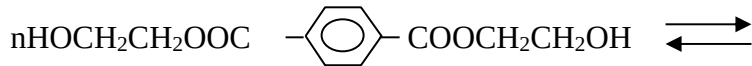
UFPP (*Up Flow Pre Polycondensation*) reaktor berupa Column vertikal yang dilengkapi dengan rangkaian *disc tray* dan *doughnut tray*. Polimer masuk melalui lubang *doughnut tray* kemudian mengalir melalui sisi *disc*. Fungsi *disc* dan *doughnut tray* yaitu untuk memaksimalkan kontak material-material yang bereaksi. Pada tray ke 16 (puncak rangkaian tray) dilengkapi dengan *bubble cup* yang berfungsi mencegah polimer terbawa ke vacuum line.



Gambar 1.7 Reaktor *Up Flow Pre Polycondensation*

(*Tifico Fibers Technical*, 1980)

Di dalam UFPP Reaktor terjadi reaksi *polycondensasi* sebagai berikut :



Derajat polymerisasi (n) di UFPP reaktor adalah ± 40 . Reaksi polycondensasi berlangsung pada temperatur tinggi serta bantuan catalyst Sb. Karena reaksi yang digunakan bersifat reversibel maka untuk menaikkan kecepatan reaksi dan mencegah kesetimbangan terbentuknya kembali reaktan maka diperlukan pengontrolan vacuum untuk menarik keluar EG hasil reaksi dari reaktor. Reaksi polycondensasi di UFPP berlangsung pada tekanan ± 20 mmHg. Dan Uap EG sebagai hasil reaksi diambil kembali dengan jalan diembunkan dengan menyemprotkan EG dingin di UFPP Spray condenser. EG recovery ini digunakan lagi sebagai umpan di Slurry preparation. Untuk selanjutnya polimer mendapat perlakuan finisher. Reaksi di Finisher sama dengan reaksi polycondensasi yang terjadi di UFPP. Karena derajat polymerisasi yang dikehendaki lebih tinggi yaitu 80, maka Finisher yang beroperasi pada tekanan yang lebih rendah yaitu ± 1.7 mmHg. Viscousitas polymer adalah parameter yang penting untuk mengontrol produk dari Finisher, karena derajat polymerisasi berkorelasi dengan viscousitas polymer. Makin tinggi derajat polymerisasi maka viscousitas juga lebih tinggi. Untuk mengatur tinggi rendahnya viscousitas polymer dilakukan dengan mengatur vacuum di Finisher. Viscousitas polymer diukur dengan instrumen yang

dinamakan TOV (*Torsional Oscilloscope Viscoumeter*) yang selalu online membaca viscositas polymer. Produk polymer telah ditentukan dari Finisher didistribusikan melalui transfer line menuju Chipper. Di *chipper* polimer didinginkan dan dipotong-potong menjadi chips (biji plastik).

Macam-macam chips berdasarkan lusternya diantaranya adalah :

- *Semi Dull*

Merupakan jenis Polester yang berwarna putih dan agak buram dengan kandungan *titanium dioksida* (TiO_2) 0.35% dan zat warna yang digunakan pada proses dyeing adalah zat warna dispersi.

- *Full Dull*

Merupakan jenis poliester berwarna putih dan lebih buram dengan kandungan *titanium oksida* (TiO_2) 2% dan zat warna yang digunakan pada proses *dyeing* adalah zat warna dispersi. Full Dull lebih kuat menyerap dan mengikat zat warna dibanding dengan Semi Dull, sehingga *effect* setelah *dyeing* benang *full dull* kelihatan lebih gelap (*dark*) dari semi dull.

- *Bright*

Merupakan jenis poliester yang berwarna bening dan mengkilap dengan kandungan *titanium dioksida* (TiO_2) 0%, apabila benang dari jenis polyester bright dilakukan proses dyeing maka *effect* hasil pada *dyeing* berwarna cerah (*light*) serta mengkilap.

- *Cationic*

Merupakan poliester berwarna putih bersih. Cationic merupakan jenis poliester yang menggunakan zat *sodium Bisulfonat* yang tidak dapat bereaksi dengan zat warna cationic seperti *maxilone blue*.

- *Dope Dyed*

Merupakan jenis poliester yang sudah berwarna dengan zat warna estofil pada proses pembuatan chips, sehingga Dope Dyed tidak mudah luntur. yang dihasilkan sudah berwarna dan warna benang tahan lama.

1.3.2 *Filament Yarn (Benang Filament) Poliester*

Serat poliester dikembangkan oleh J.R Whinfied dan J.T Dicson dari calico printers association pada tahun 1939-1941. Serat ini merupakan pengembangan dari polyester yang telah ditemukan oleh Carothers. ICI di Inggris memproduksi serat polyester dengan nama *trylene* dan kemudian Du pont di amerika pada tahun 1953 juga membuat serat poliester berdasarkan patent dari inggris dengan nama *darcon*. Benang poliester adalah produk utama dalam kategori produk berbahan poliester. Hampir 40% dari produksi dunia, penggunaan utama poliester di bidang tekstil secara langsung digunakan untuk membuat benang poliester. Selebihnya dipakai untuk *botling* (botol aqua), film, bahan insulasi, dan lain sebagainya.

Sifat Fisika :

Diantara sifat fisika yang menonjol pada polyester yaitu kekuatannya yang tinggi baik basah maupun kering dan elastisitasnya yang tinggi. Karena kekuatannya basah dan kering sama, maka serat poliester tidak banyak mengalami kerusakan pada proses basah. Serat poliester mempunyai kemampuan yang tinggi untuk kembali ke bentuk asal bila gaya yang diberikan kepadanya tidak terlalu besar. Secara garis besar dapat dijelaskan sifat fisika diantaranya :

- Kekuatan dan mulur

Terylene mempunyai kekuatan dan mulur dari 4 gram/denier, Mulur antara 7,5% sampai 25% bergantung pada jenisnya. Kekuatan dan mulur saat putus ini dalam keadaan basah sama dengan kekuatan dan mulur dalam keadaan kering.

- Elastisitas

Elastisitas merupakan kemampuan bahan untuk kembali ke bentuk semula secara penuh atau sebagian. Elastisitas serat poliester yaitu :

Pada penarikan 2% akan pulih 97 %, pada penarikan 4% akan pulih 90%

dan pada penarikan 8% akan pulih 80%. Poliester mempunyai elastisitas yang cukup baik sehingga kain poliester tahan terhadap kusut.

- Mengkeret

Mengkeret apabila di rendam dengan air yang mendidih akan mengkeret sampai 7% atau lebih. Darcon dalam perendaman 70 menit akan mengkeret 10 – 14%.

- Moisture Regain

Dalam keadaan standar, moisture regain hanya 0,4 %. Pada kelembaban relatif 100% moisture regainnya hanya 0,6%-0,8%.

- Modulus

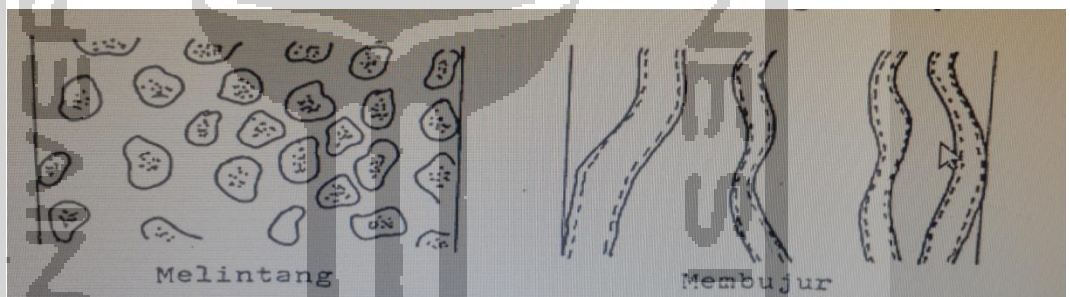
Poliester mempunyai modulus awal yang tinggi. Pada pembebanan 0,5 gram/denier poliester hanya mulur 1% dan pada pembebanan 1,75 gram/denier hanya mulur 2%.

- Berat Jenis

Berat jenis poliester 1,38

- Morfologi

Serat poliester berbentuk silinder dengan penampang lintang bulat.



Gambar 1.8 Penampang Melintang dan Membujur Benang

(*Syntetic Filament Yarn*, 1997)

Sifat- sifat Kimia polyester diantaranya :

- Ketahanan terhadap zat kimia

Dengan adanya gugusan ester memungkinkan serat polyester akan mudah terpengaruh oleh alkali. Tetapi dalam kenyataanya serat poliester

ternyata tahan alkali, tidak seperti dugaan semula. Ketahanan tersebut disebabkan karena serat tidak menggelembung dalam air dan hanya terjadi pembasahan permukaan saja. Poliester tahan terhadap asam lemah meskipun pada suhu tertentu mendidih dan tahan asam kuat pada suhu dingin. Poliester tahan terhadap basa lemah tetapi kurang tahan terhadap basa kuat. Poliester juga tahan terhadap zat oksidator, alkohol, sabun dan zat-zat untuk pencucian kering. Selain itu juga tahan terhadap insektisida.

- Titik leleh

Titik leleh pada suhu 250°C dan tidak menguning pada suhu tinggi.

- Tahan terhadap sinar matahari, serangga, jamur dan bakteri.
Cepat kering dan mudah dicuci.
- *Heat setting*

Dimensi kain poliester dapat distabilkan dengan cara pemanasan (heat-set), biasanya pada suhu $220^{\circ}\text{C} - 230^{\circ}\text{C}$.

Penggunaan benang filament :

- Pakaian tipis karena kuat.
- Pakaian kerja/*workwear* karena tahan asam dan basa lemah.
- Pakaian olah raga/*sportwear* karena kuat dan elastis.
- *Stocking* wanita.

- Sebagai *tired cord*/benang pelapis ban mobil/motor.
- Tali/*Cortage* dan terpal karena kekuatannya tinggi.
- Seprei ranjang, penutup tempat tidur, tirai dan korden, jaket, tas karena ketahanannya terhadap sinar di balik kaca.
- Sifat poliester yang tahan asam, digunakan sebagai pakaian pelindung dalam pabrik yang banyak memakai asam-asam.

Dahulu benang poliester dianggap kurang nyaman dipakai / *uncomfortable* untuk pakaian karena serat poliester termasuk serat *hydro phobic*/susah menyerap air atau keringat. Namun berkat kemajuan teknologi, sekarang serat poliester bisa direkayasa agar dapat menyerap air atau mengalirkan udara (*hollow fiber*), sehingga sekarang baju-baju olah raga terkenal justru dibuat dengan menggunakan bahan poliester yang sudah direkayasa dapat menyerap air dan dapat bernafas (*Breathable/Breeze polyester*). Dalam beberapa tes, satu lembar handuk *Breeze polyester* disandingkan dengan handuk 100% cotton. Ketika keduanya ditetesi air, ternyata handuk *breeze polyester* lebih cepat menyerap air dibanding handuk katun, bahkan handuk *breeze polyester* menghisap dan menyebarkan air keseluruh daerah, tidak hanya spot- spot.

Jenis benang Polyester diantaranya :

- *Partially Oriented Yarn* (POY)

Benang Berorientasi Sebagian (POY) adalah bentuk utama Benang Poliester dikategorikan dalam POY *Bright*, *Dull*, atau *Semi Dull*. Adakalanya dicelup warna terang dalam berbagai warna (*Yarn dyed*).

- *Drawn Textured Yarn (DTY)*

Benang Bertekstur Drawn (DTY) adalah benang bertekstur yang digunakan secara luas dalam industri tekstil. DTY tersedia dalam spesifikasi yang berbeda seperti *Non Intermingled*, *Semi Intermingled*, *Soft intermingle*, dsb. Benang bertekstur biasanya dipakai untuk pakan / *Filling Yarn*, karena teksturnya yang keriting memungkinkan benang ini mudah dibawa oleh semburan angin/ air jet, sehingga pemakaian angin lebih hemat dibanding benang yang tidak bertekstur/ *flat filament*.

- *Polyester Fully Drawn (FDY)*

Benang Sepenuhnya Drawn (FDY), juga dikenal sebagai *Spinning Draw Yarn (SDY)* memiliki kegunaan luas digunakan dalam pembuatan benang kain. FDY dapat dikategorikan dalam aneka karakter seperti *Bright*, *Semi Dull*, *Cationik*, *Triloble*, dan lain sebagainya.

- Benang Polyester Tenacity tinggi (HT)

Benang Poliester *Tenacity* tinggi (HT) adalah benang industri terutama digunakan dalam terpal, tali keperluan industri lainnya. Benang HT tersedia dalam benang dengan penyusutan tinggi atau rendah.

- Benang *Polyester Monofilament*

Benang *Mono Polyester Filament* adalah Benang Poliester dengan filamen tunggal. Hal ini dapat diproses dengan putaran langsung atau dengan membelah benang induk. Benang Mono memiliki variasi sebagai *Semi Dull*, *filamen Dope Mono*, dicelup dalam warna terang. Benang mono filamen biasa dipakai untuk jaring/net, *mesh filter*, dan aneka kegunaan lainnya.

- *Staple Polyester*

Polyester Staple Fibre (PSF) adalah jenis Serat Poliester banyak digunakan dalam proses non woven. Jenis PSF adalah 100% bahan asal (Virgin) PSF, *PSF Recycled*, *Semi Dull*, *Bright*, *Super Bright*, *siliconized*, *Konjugasi Hollow* (HCS), *Slick*, *Dope* Dicelup Putih Optical PSF, dan sebagainya.

- *Spun Polyester*

Dari *staple fibre* sebagian dipintal pada mesin spinning menjadi benang *spun polyester*. Benang *Spun Polyester* yaitu serat poliester yang dipintal, terutama digunakan untuk kain rajut dan kain tenun. Untuk kain rajut, pada benang diberikan *twist* yang lebih rendah dibanding

benang untuk tenun, dan biasanya dilapisi dengan wax. Benang pintal poliester juga digunakan dalam pembuatan benang jahit bordir. Benang dengan wax atau *un wax* umumnya tersedia sesuai permintaan, dalam pintalan *double*/ganda atau tunggal/*single*.

1.3.2 Texturizing

Texturizing adalah umgkapan yang berasal dari kata latin *Texere* yang berarti *textil* atau kain, tetapi sekarang diterapkan pada benang - benang yang berefek keriting (*texture*) dan benang - benang tenunan dengan permukaan yang menarik perhatian. Sedangkan proses untuk mencapai *texture* dinamakan *texturizing*. Benang atau filamen tekstur adalah benang filamen yang mengalami proses *texturizing* sehingga benang mempunyai *crimp* dan bersifat *bulky*. Benang yang mengalami proses *texturizing* pada awalnya berupa benang filamen yang berbentuk lurus dan melalui proses *texturizing* maka terbentuk gelombang-gelombang kecil yang bersifat permanen di sepanjang permukaan benang sehingga benang akan menjadi lebih gembur dan elastis. Pembuatan benang filamen tekstur dapat dilakukan dengan berbagai metode *texturizing*, antara lain :

a. Metoda *false twist*

Metode *false twist* atau antihan palsu adalah proses pemberian *twist* dan pemantapan pada benang multifilamen dan kemudian membuka kembali *twist* yang telah diberikan.

b. Metoda *stuffer-box*

Prinsip dari metoda ini adalah memasukkan benang ke dalam kotak yang dilengkapi dengan pemanas / *stuffer-box* dan kecepatan penyusunan benang ke dalam *stuffer-box* lebih besar daripada penarikan benang ke luar dari *stuffer-box*. Benang akan dimasukkan ke dalam *stuffer-box* tertekuk-tekok dan saat ditarik ke luar dari kotak menghasilkan tekukan yang tidak beraturan searah panjang benang. Benang hasil proses *stuffing* disebut benang *crimp*, benang ini mempunyai pegangan yang lembut dan memiliki daya serap yang tinggi sebagai akibat adanya *crimp* namun benang ini juga tidak meninggalkan keunggulan dari sifat sintetiknya seperti cepat kering serta daya tahan terhadap pencucian dan ketahanan yang tinggi terhadap jamur dan mikroorganisma, sehingga benang ini mempunyai tingkat kenyamanan yang tinggi.

c. Metoda *air texturing*

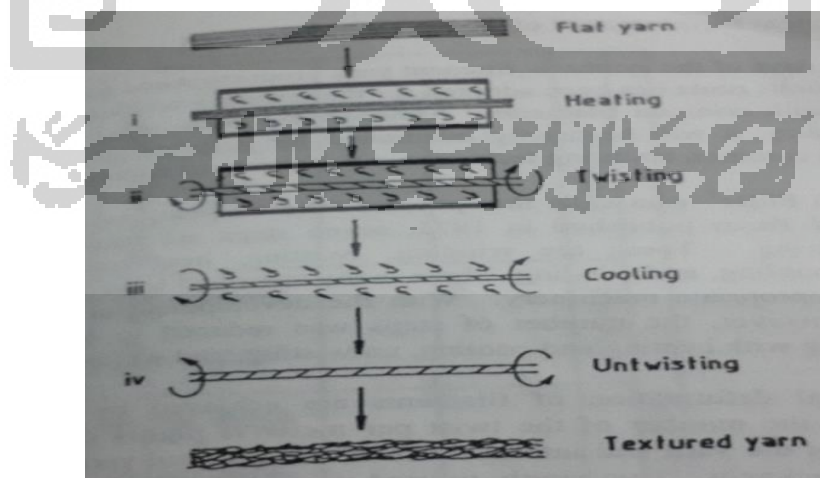
Prinsip kerja dari metoda ini adalah melewati benang pada *nozzle* yang menyemburkan udara dengan kecepatan tinggi. Benang disembur dengan udara dari *nozzle*, akibat semburan itu, filamen benang terberai dan membentuk *loop* yang kecil dan benang sksn memiliki sifat *bulky*. Benang yang melewati pancaran udara ini akan mendapatkan pusaran (*turbulence*) yang kuat dan mengakibatkan terjadinya

pembentukan jeratan - jeratan kecil berjarak acak sepanjang filamen dan ditahan oleh gesekan antar filamen. Lisensi produk perusahaan lain dengan metode ini menggunakan nama dagang "Taslan".

Proses Pembuatan Benang Tekstur :

Untuk lebih meningkatkan kegunaan / kemampuan serat sintetik filament sebagai bahan sandang, telah dikembangkan suatu teknik baru untuk memproses filament sintetik ketahap lanjutnya, yaitu dengan mengubah struktur fisik benangnya agar menjadi lebih gembur, serta lebih penuh dengan kenampakannya tanpa memotongnya menjadi bentuk staple.

Pada proses ini filament sintetik dimodifikasi dengan membentuk gelombang – gelombang kecil yang akan bersifat permanen di sepanjang permukaan benang dan proses yang mempunyai efek untuk mengubah karakteristik geometri dan struktur filamen benang agar menjadi lebih gembur dan elastis seperti ini di sebut dengan proses perteksturan.



Gambar 1.9 Perubahan mekanik proses *texturizing*

(Syntetic Filament Yarn, 1997)

Draw texturizing Yarn adalah proses penarikan benang POY, sebagian ataupun seluruhnya, menjadi benang dengan ukuran tertentu dan kemudian ditekstur dengan cara kontinyu. Kehalusan dan keseragaman orientasi benang yang dihasilkan merupakan pertimbangan dari segi ekonomis dan teknologi, maka dari itu proses ini dikembangkan. Benang tekstur merupakan benang filamen yang mengalami proses *texturizing* sambil diregangkan (*drawing*) sehingga menghasilkan sifat *bulky*. Proses pembuatan benang tekstur ini menggunakan mesin draw tekstur jenis SDS. Perubahan ini terlihat pada penampang benang seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 1.10 Perubahan penampang benang tekstur

(Syntetic Filament Yarn, 1997)

Proses tekstur pada benang bertujuan untuk membentuk gelombang-gelombang kecil yang bersifat permanen disepanjang permukaan benang yang disebut *crimp*. Seiring dengan perubahan sifat gembur benang, dari proses penteksturan juga berguna sekali untuk menambah efek –efek tertentu dari benang. Beberapa tujuan dari proses *texturizing* antara lain adalah sebagai berikut :

1. Menaikan daya tahan kusut dan stabilitas dimensi benang serta kenampakan yang lebih baik.
2. Kemampuan menahan bentuk yang lebih baik dari pada benang filamen biasa.
3. Mempunyai efek fleksibel yang lebih baik dibandingkan dengan filamen biasa.
4. Lebih enak dipakai karena udara terjat antara celah-celah benang tekstur.
5. Lebih lemas dan daya tutup kain lebih baik dari filament biasa.
6. Lebih mudah dicuci dan mudah kering.

Terdapat tujuh langkah pembentukan benang tekstur pada benang. Penyusunan benang POY (bahan baku benang) melalui pipa *creel* yang kemudian mengalami penarikan, kemudian diikuti dengan proses pemanasan, pendinginan, pemberian *twist* pada saat bersamaan sehingga menciptakan efek *false twist* (*crimp* benang). Kemudian biasanya benang akan mengalami tahap pemantapan antihutan dengan *heater*. Empat proses yang memegang peranan penting dalam pembentukan efek *teksturizing* yaitu antara lain adalah:

1. Pemanasan

Terdapat dua proses pemanasan yaitu pemanasan pertama (H1) dan pemanasan kedua (H2). Pada proses pertama (H1), POY yang bersifat mentah (setengah jadi) akan mengalami pemanasan sehingga strukturnya

berubah. Pemanasan pada proses ini juga sangat mempengaruhi daya serap pada benang dan juga pada zat warna pada saat dicelup karena adanya perubahan struktur polimer didalam serat, hal ini berhubungan dengan kristalinitas dan orientasi polimer.

Orientasi polimer merupakan proses terjadinya pergeseran unit struktur molekul ke arah sejajar dengan sumbu serat. Tingkat kesejajaran unit molekul dalam serat dapat dinyatakan dengan derajat orientasi. Derajat orientasi akan mempengaruhi sifat-sifat serat seperti mekanik, sifat penyempurnaan, dan lain-lain.

Kristalinitas merupakan sifat yang penting dalam suatu polimer. Polimer merupakan polimer yang memiliki fasa semi kristalin, yaitu terdiri dari fasa amorf dan fasa kristalin. Fasa kristalin terjadi karena adanya keteraturan konfigurasi dan konformasi sehingga dapat membentuk suatu satuan kristal. Fasa kristalin memberikan kekuatan dan kekakuan, sedangkan fasa amorf memberikan kereaktifan dan sifat lentur.

Besarnya fasa kristalin dalam suatu polimer dapat dinyatakan dalam derajat kristalinitas, yaitu merupakan perbandingan pada besarnya fasa kristalin terhadap bagian fasa kristalin dan fasa amorf. Sifat fisik polimer yang berhubungan dengan kristalinitas adalah suhu leleh kristalin (T_m). Suhu transisi gelas merupakan suhu pada saat polimer yang semula bersifat gelas menjadi elastis. Oleh karena itu, apabila polimer diregangkan pada suhu transisi gelasnya, polimer akan memperlihatkan

elastisitas yang tinggi. Disamping itu, pada proses pembuatan serat, pengkristalan sering dihubungkan dengan terjadinya perubahan derajat orientasi. Besarnya temperatur heater (H1 dan H2) yang akan digunakan sangat dipengaruhi oleh jenis proses serta kecepatan masing-masing mesinnya. Semakin tinggi kecepatan mesin yang dipakai maka akan semakin tinggi temperatur yang digunakan.

2. Penarikan (*Drafting*)

Pada bagian ini benang POY akan mengalami penarikan sehingga sifat diameter serta panjang dari POY yang diproses akan mengalami perubahan. Perubahan ini tergantung pada besarnya penarikan yang diamali oleh material bersangkutan. Besarnya penarikan disimbolkan dengan *Draw Ratio* (DR).

3. Pemuntiran (*Twisting*)

Pada proses ini benang akan mendapatkan efek tekstur berupa *crimp* sehingga proses twisting ini penting. Ada bermacam-macam peralatan

untuk membuat twist yaitu:

- *Posittorq* atau *Friction Twist dirc*
- *Belt twist* atau *Nip Twist*
- *Spindle* atau *Pin Twist*
- *Piringan* atau *Ring Twist*

Misalnya pada contoh mesin Scragg (yang memakai *Friction Disc*) untuk menentukan besarnya Tpm/Tpi pada benang tersebut dapat ditentukan dari kecepatan putaran disc dengan kecepatan benang (*yarn speed*) atau biasa disebut D/Y (*Disc per Yarn speed*) karena pada mesin Scragg memakai *disc* maka banyaknya pemakaian *disc* dalam satu *positorq* akan berpengaruh pada Tpi/Tpm. Pada saat benang mengalami *twist* (sebelum masuk *positorq*) maka tegangan yang terjadi disebut T1 (*Twisting Tension*), sedangkan benang setelah mengalami *twist* (keluar dari *positorq*) maka tegangan yang terjadi disebut T2 (*Untwisting Tension*). Jarak dari setiap *disc-disc* pada *positorq* dapat ditentukan oleh seting dengan jarak 3 mm.

Jika *twist* rendah maka akan terjadi bulu bahkan dapat menurunkan sifat *bulkniess* sehingga menurunkan nilai empuk bahan. Sebaliknya bila *twist* terlalu tinggi maka kondisi ini akan mengakibatkan meningkatkan kekuatan bahan, disamping itu akan memudahkan terjadinya benang putus. Pengaruh besarnya *twist* yang ada akhirnya disebut *Crimp* pada kualitas benang.

4. Penggulungan (*Winding*)

Proses terakhir pada pembuatan benang *texturizing* adalah penggulungan benang. *Winding* sangat berpengaruh pada hasil bentuk gulungan dan proses lanjut (*unwinding*) dari benang sehingga proses

winding akan mempengaruhi kualitas dari benang. Adapun hal-hal yang mempengaruhi *Winding* dimesin *texturing* yaitu

- Tension dari *Take up*
- *Tranverse Zone* (*creadle arm, cam traverse, setting traverse, sine bar*, dan lain-lain)
- Mutu dari *Paper Tube* yang digunakan
- Jika *tension* dari *take up* terlalu tinggi maka gulungan benang akan sangat keras sehingga dapat menyebabkan gulungan menjadi jelek atau *paper tube* penyok atau terjadi *saddle* pada gulungan.

Sensor pada mesin / *yarn monitoring* terbagi atas terbagi atas 4 macam, yaitu :

a. *Yarn OLT*

Sensor *OLT (Online Tensor)* tidak hanya menyediakan informasi tentang kualitas benang bertekstur, tetapi juga tentang benang pasokan (*POY*), Pemantauan produksi dan berkontribusi untuk

mengurangi biaya dalam proses *texturizing*. Sebuah kesalahan khas dalam proses *texturizing* biasanya ditunjukkan oleh frekuensi besar

dalam ketegangan benang. Dengan cara ini posisi yang salah dalam setiap mesin menjadi jelas. Pabrik *texturizing* sekarang kemungkinan memproduksi benang dengan sempurna untuk mengurangi kualitas pengujian kontrol yang mahal.

b. *Yarn Cutter*

Yarn Cutter bertugas untuk memotong benang secara otomatis. Apabila ditemukan benang dalam kondisi rusak atau putus melalui *Yarn Detector*. Selain itu berfungsi untuk memotong benang secara otomatis apabila *bobbin* telah dipenuhi gulungan benang.

c. *Yarn Detector*

Yarn Detector berfungsi untuk mendeteksi pergerakan benang. Apabila pergerakan benang tidak terdeteksi maka *detector* akan mengaktifkan *cutter* pemotong benang. Dan pada bagian *detector* terdapat lampu indikator yang menandakan *detector* tersebut bekerja atau tidak.

d. *Yarn Heater*

Heater merupakan elemen pemanas *electric* yang diletakkan didalam sistem tertutup (*heate box*), didesain untuk memanaskan / mematangkan benang sekaligus menguapkan minyak benang pada proses pematangan benang. Pada *heater* permukaan jalur benang dilapisi oleh keramik yang terletak pada bagian ujung bagian bawah

dan ujung atas. *Heater* pada mesin ini dilengkapi dengan sebuah PT 100 (*Platinum Resistance Sensor*) yang digunakan untuk mengontrol dan memonitoring *heater* pada suhu yang telah ditentukan. Untuk pencapaian suhu acuan kesuhu terkendali, elemen pada *heater* memerlukan beberapa penunjang yang mana satu sama lain saling berhubungan dan menunjang satu sistem kontrol umpan balik. *Heater* ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu.

1. *Primary Heater*

Primary Heater berfungsi untuk memanaskan benang pada tahap pertama. Pemanasan ini dilakukan untuk menyempurnakan proses perenggangan. *Primary heater* ini berjumlah 108 buah dengan masing-masing heater memiliki jalur ganda sehingga praktis untuk melewati 216 benang dalam sekali produksi. Benang yang melewati *primary heater* akan dipadu oleh bagian atas dan bagian heater yang terbuat dari keramik. Selama proses heating dilakukan, pemasangan pintu dari heater pertama haruslah ditutup agar pemanasan lebih efektif. Saat berlangsung proses pemanasan, benang yang mengandung minyak harus diregangkan agar minyak yang ada didalam benang dapat menguap. Uap panas yang timbul akan dihisap oleh *fume extraction* yang berhubungan dengan *blower* pada *fume motor*. Uap tersebut langsung dialirkan melalui pipa dan dibuang keluar area produksi melalui cerobong atas. Pada proses produksi, benang yang telah melalui *primary heater* kemudian dilewatkan ke *cooling plate* untuk didinginkan. Suhu dalam proses pemanasan dapat diatur dan dijaga kestabilannya melalui sistem kontrol elektronik yang ditempatkan pada sisi depan mesin (*control end*). Suhu yang dapat diatur yaitu berkisar antara 160°C sampai dengan 245 °C.

2. *Secondary Heater*

Secondary Heater bertujuan untuk memanaskan benang pada tahap kedua. Pemanasan ini dilakukan untuk mendapatkan jenis benang yang berbentuk bergelombang atau *spiral*. Suhu yang diinginkan dapat diatur melalui kontrol elektronik yang ditempatkan disisi pada bagian depan mesin. Bentuk *secondary heater* menyerupai seperti prisma segi empat yang memanjang pada bagian tengah mesin. Tempat *secondary heater* ini terbagi menjadi 9 blok yang masing-masing blok terdapat 24 tabung yang berdiameter 4 mm. Jadi dapat disimpulkan bahwa pada *secondary heater* dapat melayani 216 benang. Berbeda dengan *primary heater* yang selalu aktif dalam proses produksi. *Secondary heater* ini diaktifkan sesuai produksi yang ingin dicapai, jadi tidak selalu diaktifkan secara terus menerus.

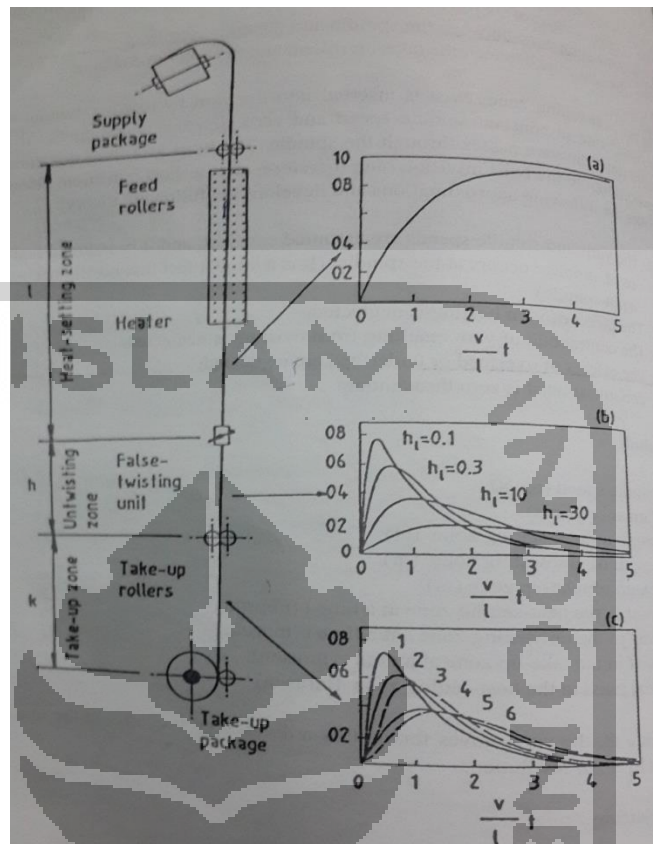
Semua sensor diatas terintegrasi satu sama lain, untuk memberikan perintah yang sama yaitu pada saat benang yang terputus, sensor akan memberikan output untuk menghentikan posisi tersebut. Hal ini berfungsi untuk meminimalisir kesalahan operator *threading*, karena pada prinsipnya sensor ini dapat melakukan *self-threading*. Unit ini sendiri terdiri dari konstruksi yang kuat dan benar-benar disegel untuk mencegah kerusakan akibat masuknya minyak, kotoran atau puing-puing lainnya.

Metode False Twist :

Salah satu diantaranya ialah apa yang kita kenal dengan *twist untwist methode*, yaitu dengan menggunakan mesin *false-twister*.

Prinsip cara ini ialah benang filament diberi antihan yang tinggi, kemudian dimantapkan antihannya dengan pemanasan. Benang pada kedua ujungnya dipegang dan ditengahnya diberikan twist oleh spindle yang berputar, arah twist yang terjadi pada bagian atas berlawanan dengan arah twist pada bagian bawah, tetapi karena benang dalam keadaan berjalan saat diputar oleh spindle (saat pembentukan *twist*) maka twist benang pada bagian bawah hanya berfungsi untuk menghilangkan yang dibentuk oleh bagian atas spindle sehingga benang- benang tersebut tetap akan mempunyai *twist* 0. Karena sifat *thermoplastis* dari serat sintetis, maka setelah pemanasan masing-masing serat akan tetap mempunyai struktur seperti *helix*, meskipun antihannya telah dibuka. Akibatnya benang akan mengembang dan mempunyai kemampuan mulur yang besar.

Metode *false twist* atau antihan palsu adalah metode yang banyak sekali digunakan pada proses pembuatan benang tekstur. Industri pembuatan benang di Indonesia banyak menggunakan metode ini untuk memproduksi benang. Secara umum proses *false twist* atau antihan palsu adalah proses pemberian *twist* dan pemantapan pada benang multifilamen dan kemudian membuka kembali *twist* yang telah diberikan.



Gambar 1.11 *False twist operation* dan distribusi zone *twist*

(*Syntetic Filament Yarn*, 1997)

Keterangan :

3. Zona *heat-setting* sebelum *spindle* yaitu ketika benang bersinggungan dengan lintasan heater.
4. Zona *untwisting* berada di antara *spindle* dan *roll take up*.
5. Zona *take up* berada di antara rol take up dan *take-up package*.

Denton membuat pendekatan dan mengembangkan teori sebagaimana berikut :

1. Diasumsikan kecepatan benang dan spindle konstan, dan diasumsikan bahwa tidak terjadi *twist slippage* pada spindle (secara fakta tidak ada slip yang terjadi pada pin spindle).
2. Efek dari *yarn heating* diabaikan.
3. Kontraksi akibat benang yang dipuntir diabaikan.
4. Efek dari *overfeed* atau *underfeed* diabaikan.
5. Secara keseluruhan kondisi puntiran awal benang adalah *zero twist*.

Keterangan :

s = kecepatan spindle (put/s)

v = kecepatan benang (m/s)

l = panjang dari zona *heat-setting* (m)

h = panjang zona *untwisting* (m)

k = panjang zona *take-up* (m)

n = jumlah putaran di dalam zona *heat-setting* (put/m)

r = jumlah putaran di dalam zona *untwisting* (put/m)

q = jumlah putaran dalam zona *take-up* (put/m)

N = Final twist dalam zona *heat-setting* (put/m).

Waktu dalam dt , jarak benang yang bergerak $dx = v \cdot dt$, dan putaran spindle $s \cdot dt$.

Zona *heat – setting*

Diperoleh putaran spindle = $s \cdot dt$

Truns lost through spindle = $n \cdot v \cdot dt$

Net twist agin

$$dn = \frac{s - n \cdot v}{l} \cdot dt \text{ truns/m}$$

Sehingga ,

$$\frac{dn}{s - n \cdot v} = \frac{dt}{l}$$

Integrasi, dengan kondisi awal $t = 0$, $n = 0$,

$$\ln\left(1 - \frac{n \cdot v}{s}\right) = - \frac{v \cdot t}{l}$$

Untuk itu,

$$n = \frac{s}{v} \cdot \{1 - e^{(-vt/l)}\}$$

Diperoleh

$$N = \frac{s}{v}$$

Sehingga,

$$n = N \left\{ 1 - e^{(-vt/l)} \right\} \text{ turns/m}$$

Untwisting zone

Turns negatif dimasukan kedalam rotasi spindel = $-s \cdot dt$. Turns melalui spindle dari heating-setting zone $n \cdot dx = n \cdot v \cdot dt$ turns. Turns melalui

Take Up rollers ke dalam take up zone $C = r \cdot dx = r \cdot v \cdot dt$ turns.

Net twist gain

$$dr = \frac{n \cdot v - s - r}{h} \cdot dt \text{ turns/m}$$

$$dr = \frac{1}{h} \left[Nv \left\{ 1 - e^{-\frac{vt}{t}} \right\} - s - rv \right] dt$$

Tetapi,

$$N \cdot v = s$$

Diperoleh

$$dr = \frac{1}{h} \left\{ -N \cdot v \cdot e^{-\frac{vt}{t}} - rv \right\} dt$$

$$dt + \frac{v}{h} \cdot r \cdot dt = -\frac{v}{r} \cdot n \cdot e^{-\frac{vt}{t}} \cdot dt$$

Multi playing dengan $e^{\frac{vt}{h}}$ dan diintegrasikan, bersamaan dengan kondisi awal $t = 0$, $r = 0$, diperoleh :

$$r = -N \cdot \frac{1}{1-h} \cdot \left(e^{-\frac{vt}{t}} - e^{-\frac{vt}{t}} \right) \text{ turns/m}$$

Take up zona

Turns melalui feed rollers dari untwisting zone $= r \cdot dx = r \cdot v \cdot dt$ turns.

Turns mengenai take up package $= q \cdot dx = q \cdot v \cdot dt$ turns.

Net twisting gain

$$dq = \frac{r - q}{k} \cdot v \cdot dt \text{ turns/m}$$

Hence

$$dq = \frac{v}{k} \cdot \left(-N \cdot (l - (l - h)) \cdot \left(e^{-\frac{vt}{l}} - e^{-\frac{vt}{h}} \right) - q \right) \cdot dt$$

$$dq + \frac{v}{k} \cdot q \cdot dt = - \left(\frac{v}{k} \right) \cdot N \cdot \left(\frac{1}{l - h} \right) \cdot \left(e^{-\frac{vt}{l}} - e^{-\frac{vt}{h}} \right) - q \cdot dt$$

Multiplying dengan $e^{vt/k}$ dan diintegrasikan, bersamaan dengan kondisi awal $t = 0, q = 0$ diperoleh

$$q = - \frac{Nl}{(l - h)(l - k)(h - k)} \left\{ l(h - k)e^{-\frac{vt}{l}} - h(l - k)e^{-\frac{vt}{h}} + k(l - h)e^{-\frac{vt}{k}} \right\}$$

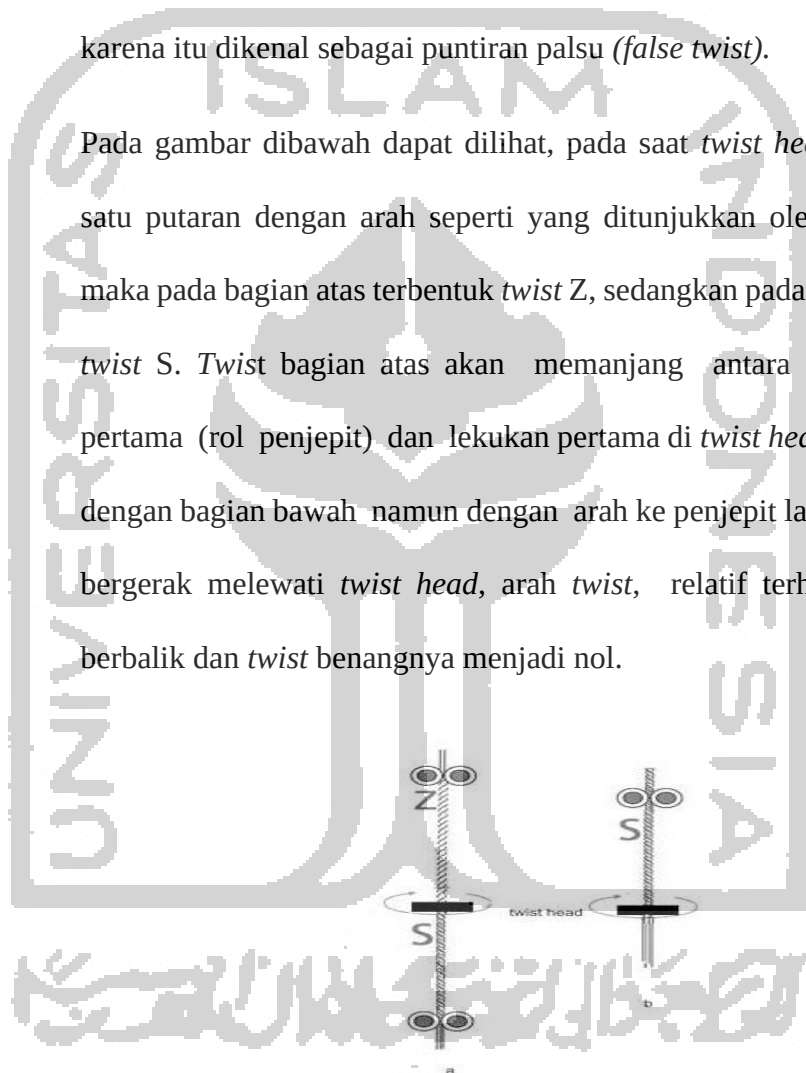
Tahapan-tahapan yang dilakukan terhadap benang multifilament pada proses pemberian *false twist* adalah sebagai berikut :

1) Proses pemberian *twist*

Prinsip dari metode pemberian *false twist* ini adalah dengan cara melewati benang multifilamen pada alat pemberi *twist* berupa pen atau bentuk yang lain yang disebut sebagai *twist-head* dan dipegang pada dua titik penjepit. Bila *twist-head* terletak dititik tengah kedua

penjepit, diputar terhadap sumbu benang maka jumlah *twist* yang diberikan adalah sama, tetapi dengan arah yang berlawanan *twist* akan dikenakan pada dua paruh bagian benang tersebut. Dengan demikian maka jumlah total *twist* di sepanjang benang tersebut adalah nol, dan karena itu dikenal sebagai puntiran palsu (*false twist*).

Pada gambar dibawah dapat dilihat, pada saat *twist head* melakukan satu putaran dengan arah seperti yang ditunjukkan oleh anak panah maka pada bagian atas terbentuk *twist Z*, sedangkan pada bagian bawah *twist S*. *Twist* bagian atas akan memanjang antara titik kontak pertama (rol penjepit) dan lekukan pertama di *twist head*, begitu pula dengan bagian bawah namun dengan arah ke penjepit lainnya. Setelah bergerak melewati *twist head*, arah *twist*, relatif terhadap benang, berbalik dan *twist* benangnya menjadi nol.



Gambar 1.12 Diagram Pembentukan *False Twist*

(*Syntetic Filament Yarn*, 1997)

Pada gambar (b) memperlihatkan setelah ditwist kemudian benang dilewatkan kembali pada *twist head*. Benang yang melewati *twist head*

akan terbuka kembali puntirannya menghasilkan benang yang bergelembang (tekstur).

2) Pemantapan panas

Pemantapan disini adalah untuk melunakkan benang sehingga mudah dibentuk. Karena dalam keadaan panas benang akan mengikuti bentuk antihan dan ketika didinginkan benang akan termantapkan. Setelah melalui spidle antihan benang akan terbuka tetapi bekas daari bentuk antihan tetap melekat pada benang sehingga benang menjadi ikal/gembur. Karena sifat *thermoplastis* dari serat sintetis, maka setelah pemanasan masing-masing serat akan tetap mempunyai struktur seperti *helix*, meskipun antihannya telah dibuka. Akibatnya benang akan mengembang dan mempunyai kemampuan mulur yang besar. Pemantapan dilakukan dalam pemanas dengan panjang tertentu yang terdiri dari tabung atau pelat yang dipanaskan pada suhu 220-230°C. Kekakuan kerutan (*crimp rigidity*) yang dihasilkan sangat bergantung pada suhu dan waktu pemasan dan juga kecepatan dari *twist head*.

3) Pembukaan *twist*

Pembukaan *twist* dilakukan setelah meninggalkan *twist head*. Gaya torsi yang diberikan pada benang cukup tinggi sehingga menyebabkan perubahan nyata dari bentuk penampang melintang benang. Besarnya tenaga ikal yang tersembunyi dari benang individu dalam benang bervariasi disepanjang benang

4) Penggulungan

Tahapan ini merupakan tahapan terakhir dalam metode pemberian *false twist*. Benang yang ditwist bergerak ke arah anak panah, yakni dari gulunganmpasokan (supply package) melalui sistem penyuapan ke *twist head* dan dari sini ke sistem penggulungan dan gulungan akhir, jumlah putaran *twist* yang dikenakan pada bagian atas *twist head*, A, dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$n/v = Z$$

Keterangan :

n : jumlah putaran per menit

v : kecepatan benang dalam m per menit

Z : jumlah putaran pada panjang benang 1 m

Pembuatan benang tekstur *false twist* yang lain adalah dengan menggunakan plat gesek yang disebut *positorq*. Benang kemudian masuk ke dalam *disc positorq* yang terdiri dari 9 *friction disc polyurethane* yang membentuk 3 jalur *disc* dan mengarah ke benang. *Friction disc* berputar dengan kecepatan tertentu mengesek permukaan benang adanya gesekan dari permukaan *disc* mengakibatkan terbentuknya *twist* palsu sehingga benang mempunyai *crimp* dan bersifat *bulky*.

Faktor- faktor yang mempengaruhi karakteristik benang tekstur *false twist*

Pada proses tekstur antihan palsu (*false twist*) karakteristik dari benang- benang yang dihasilkan dipengaruhi oleh bermacam- macam faktor atau variabel diantaranya seperti :

1. Variabel material

a. Jumlah dan kehalusan filament

Kehalusan filament individu serta jumlah filament yang membentuk benang sangat berpengaruh kepada kekakuan crimp benang, baik pada karakteristik regangan (*stretch*) maupun kegemburan (*bulk*).

Kekakuan *crimp* adalah energi penahan yang tersembunyi dan akan bertambah besar apabila diameter filament individu semakin besar. Hal ini disebabkan semakin kasarnya filament semakin besar juga gaya torsi yang diperlukan untuk membuat antihan dan semakin besar juga energi penahan sesudah pengantihan.

b. Kehalusan benang filament

Benang diantih dengan koefisien konstan selama proses perteksturan berarti semakin halus benang filament semakin besar jumlah antihan per meter.

c. Zat penyempurna pemintalan

Benang- benang termoplastik biasanya diberi zat penyempurna sesudah proses pemintalan untuk mengurangi kesulitan- kesulitan pada proses berikutnya. Dari segi proses perteksturan pemberian zat tersebut bertujuan untuk mengoreksi sifat gesekan serat pada setiap tahap proses dan juga mengontrol listrik statis pada setiap tahap proses.

Biasanya zat penyempurna pemintalan itu mengandung pelumas yang dapat mempengaruhi kemampuan filament mengubah bentuk selama pengantihan, hal ini dikarenakan adanya penurunan gesekan antar filament, tanpa adanya zat pelumas akan menyebabkan gesekan antar filament besar sehingga sukar mengikuti antihan yang diinginkan sehingga dapat berakibat terbentuknya kelukan atau ketidakrataan yang tidak diinginkan.

d. Sifat- sifat benang awal

Sifat- sifat benang awal dan *properties* benang filament akan mempengaruhi pengaturan tegangan benang, suhu, antihan, waktu pemanasan dan *crimp*.

2. Variabel Mesin

Ada banyak perusahaan pembuat mesin tekstur, setiap mesin yang diciptakan mempunyai desain tersendiri termasuk pada tipe

pemanas, sistem penyuapan dan sistem penggulungan yang semuanya berpengaruh terhadap kualitas dan karakteristik benang tekstur. Variabel Mesin diantaranya :

a. Sistem pemanas

Penentuan sistem pemanas pada mesin adalah sangat penting karena pemantapan panas memegang peranan penting dalam proses tekstur. Pada mesin tekstur yang modern memiliki waktu pemanasan yang relatif singkat, seluruh proses dari pemberian antihan sampai pembukaan antihan hanya memerlukan waktu sekitar satu detik. Untuk sistem pemanas yang baik memerlukan persyaratan dasar antara lain : mempunyai sensitifitas yang tinggi, mempunyai kemampuan untuk diproses kembali, mudah dalam pengontrolan, fleksibel, dan pembiayaan murah.

1. Tipe pemanas

Ada beberapa macam tipe pemanas yang digunakan pada mesin tekstur antihan palsu (false twist) seperti :

- 1) Pemanas tipe plat, misalnya mesin toray engineering TFT
- 2) Pemanas tipe pipa, misalnya mesin sotexa FT
- 3) Pemanas tipe plat lengkung, misalnya mesin ernest scragg, teiji seiki.
- 4) Pemanas tipe pipa lengkung, misalnya mesin ARCT FTF.

3. Variable Proses

Dari banyak faktor yang dapat mempengaruhi mutu pada proses pembuatan benang dengan metode *false twist* ada empat faktor yang sangat dominan dan sering dikenal dengan sebutan 4T, yaitu :

a. Antihan (*twist*)

Besar kecilnya antihan yang diberikan dipengaruhi langsung oleh

a. Koefisien puntiran

Nomor (*denier*) benang tekstur yang dihasilkan

$$TPM = \alpha \times \frac{C}{\sqrt{\text{Denier benang tekstur}}}$$

Dimana : C = konstanta, untuk polyester 32500

$$A = 0,90 - 1,00$$

Dalam penentuan tpm ini hendaknya ditentukan harga tpm yang tepat karena kurang cocoknya harga tpm yang diberikan dapat menimbulkan kerusakan pada benang seperti tekukan- tekukan, bulu, gembur, kekuatan serta mulur yang dihasilkan.

Twist yang diberikan haruslah seimbang. Jika terlalu besar, kekuatan tarik dan daya mulur benang akan menurun, selain itu penampang benang akan melonjong. Jika terlalu rendah, jumlah

bulu pada permukaan benang akan bertambah dan sifat bulk and cover-nya akan berkurang.

b. Suhu (*temperature*)

Faktor suhu juga sangat penting sebab pemanasan berpengaruh pada penetrasi warna pada pencelupan nantinya serta sifat- sifat benang pada khususnya seperti *crimp*, kekuatan, mulur benang yang dihasilkan. Suhu yang terlalu tinggi akan berakibat kekuatan tarik benang menurun, jumlah *crimp* meningkat, dan warna benang menjadi lebih muda. Suhu yang terlalu rendah akan menyebabkan kekuatan tarik benang juga menurun, jumlah *crimp* ikut menurun, dan warna benang menjadi lebih gelap.

c. Tegangan (*tension*)

Besar kecilnya tegangan yang terjadi ditentukan oleh *draw ratio* (nilai regangan), sebagai akibat dari perbedaan kecepatan permukaan rol penarik (*delivery roll*) dengan rol penyuap (*feed roll*).

$$DR = \frac{\text{Kecepatan delivery roll 1}}{\text{kecepatan permukaan feed roll}}$$

Draw ratio tidak hanya berpengaruh terhadap nomor benang, tetapi dapat pula membawa perubahan- perubahan pada sifat umum benang seperti nomor, mulur, kekuatan, daya serap terhadap warana dan jumlah *crimp*. Tegangan yang diberikan dapat diukur pada sebelum dan setelah benang diberi *twist*.

d. Waktu (*time*)

Yang dimaksud waktu disini adalah lamanya benang mengalami perlakuan pemanasan dan pendinginan selama proses.

Waktu pemanasan adalah waktu saat benang memasuki dan melewati heater, atau waktu saat benang dipanaskan di dalam heater.

Waktu pemanasan pada proses berpengaruh pada berkurangnya jumlah *crimp* sedangkan waktu pendinginan tidak perlu lama sebab waktu yang diperlukan untuk pendinginan hanya sebentar dan *crimp* sudah stabil.

Waktu pemanasan tidak boleh lebih dari 1 detik. Selama benang berada di dalam heater, terjadi perubahan karakteristik benang pada sifat fisiknya. Benang mengalami pemanasan dan *twist* permanen, serta penarikan rol masuk dan rol keluar dengan kecepatan yang berbeda. Semakin lama waktu pemanasan, densitas benang akan meningkat. Selain itu, semakin lama waktu pemanasan, jumlah *crimp* yang diberikan pada benang menjadi semakin sedikit.

Crimp ketika pemanasan sifatnya belum cukup stabil sebab *crimp* masih dapat berubah-ubah oleh perlakuan suhu. Apabila waktu pemanasan terlalu lama, akan terjadi pemuaihan yang besar. Pemuaihan tersebut dapat mengendurkan *crimp* yang sudah terbentuk sehingga *crimp* yang sudah ada menjadi berkurang.

Proses *rottoset/intermingle* :

Benang *rottoset* (jeratan) juga dikenal dengan nama *entangle*, benang *interlance*, atau benang *intermingling*. Disebut demikian karena ciri utama benang ini mempunyai ikatan- ikatan semu atau knot pada jarak- jarak tertentu yang muncul beraturan, dimana antara dua jeratan terdapat serat- serat yang terbuka dan mengembung, jarak antar dua jeratan tersebut disebut juga *interlane*. Benang tekstur *rottoset/intermingle* adalah salah satu jenis benang tekstur yang dibuat sedemikian rupa dengan kondisi tertentu pada mesin tekstur metode *false twist* sistim pengantar gesek (*friction disc system*) sehingga mendapatkan kenampakan.

Dalam hal ini ada beberapa istilah yang digunakan yaitu :

- NIM (*Co intermingle*), benang tidak dilakukan intermingle proses.
- LIM (*Low Intermingle*), ada *intermingle* pada 40 titik/ meter, biasa digunakan untuk knitting.
- SIM (*Soft Intermingle*), ada *intermingle* pada 60 titik /meter, biasa digunakan untuk pakan.
- INT (*Intermingle*), ada *intermingle* pada 70 - 130 titik/ meter. Kuat digunakan untuk lusi.

Benang ini dapat dikatakan baik apabila :

- a. Jarak antara ikatan-ikatan dan *interlacency* teratur
- b. Tidak adanya filamen- filament yang putus pada daerah *interlance* dan *knot*

c. *Knot* tidak mudah terbuka

Terbentuknya efek *rottoset/intermingle* yaitu tekanan udara yang lewat melalui celah sempit menghasilkan tenaga semburan tertentu dan tegak lurus terhadap benang, selanjutnya tenaga yang keluar dari celah sempit tersebut akan mencari jalan keluar, akibat semburan tersebut maka terjadi penyebaran dan penguraian benang *multifilament* menjadi benang individu sedang pada ujungnya terjadi penguraian sebagai pelepasan aliran udara dan timbul kekusutan semu. Karena aliran udara searah maka arah penyebaran adalah sedemikian rupa sehingga pada simpul *interlace* bagian atas dan bagian bawah terjadi arah putaran yang berbeda.