
Ahmad Yufron. 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruangan dan Prosentase Pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-Tex di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

Analisis Perubahan Suhu Ruangan dan Prosentase Pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-Tex di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5

Ahmad Yufron
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Balitar
Jl. Majapahit No.4, Kota Blitar
Email : yoef77@yahoo.co.id

ABSTRAK

Studi Tentang Pengaruh Variasi Suhu Ruangan Dan Prosentase Pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) Terhadap Pengujian Ratio Cover Dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 d-Tex dari Mesin Ring Core Spinning Merk Rieter Type G 5 / 1 Di PT. Tool Thread Indonesia, Pleret Pasuruan – Jawa Timur.

Kata Kunci : Ratio Cover, Core-Spun, Filament Polyester, Asam Sulfat

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Pada era globalisasi ekonomi dan ilmu pengetahuan teknologi dewasa ini, menuntut suatu peluang yang akan muncul yaitu semakin terbukanya kesempatan untuk meningkatkan produktifitas dalam perusahaan industri tekstil di Indonesia. Untuk meningkatkan produk yang berkualitas maupun dengan kuantitas yang optimal guna memenuhi kebutuhan masyarakat, maka banyak faktor yang harus diperhatikan, seperti :

- Faktor bahan baku
- Faktor kondisi kerja
- Faktor kondisi mesin dan peralatan *spare part* lainnya
- Faktor manusia
- Faktor metode kerja

Dalam kesempatan ini dilakukan suatu usaha-usaha dan perbaikan-perbaikan didalam proses produksi industri tekstil khususnya pada proses permintaan. Untuk meningkatkan suatu kualitas barang yang dihasilkan khususnya pada Departemen Core Spinning, maka dilakukan suatu terobosan baru yaitu memproses benang core-spun dari bahan baku “*Continouse Polyester Filament*“ yang dibungkus oleh cotton yang dilakukan pada mesin ring core spinning sehingga menjadi benang polyester covered cotton (core-spun).

Benang yang dihasilkan diharapkan adalah benang yang memiliki standard sesuai CIE (*Coast Industrial European*) yaitu pada nomor benang 128 d-Tex, standard rasio cover benang adalah 37,11 %. Namun pada kenyataannya masih banyak penyimpangan yang mempengaruhi standard yang ditetapkan.

Dalam pengujian ratio cover ditentukan oleh suhu ruang pengujian dan prosentase zat pelarut serat kapas yaitu H₂SO₄ (Asam Sulfat) yang berperan sebagai zat pelarut serat kapas (Selulosa) yang dapat menyebabkan Hidrolisa ikatan-ikatan glukosa dalam rantai selulosa dan mengakibatkan Degradasi pada serat kapas.

Sedangkan suhu ruangan berfungsi sebagai penyeimbang proses reaksi terhadap pengujian ratio cover dan kekuatan Filament Polyester benang core-spun.

Asam Sulfat (H₂SO₄) pada proses pelarutan serat kapas dalam ruang pengujian sangat dipengaruhi oleh konsentrasi dan suhu ruangan pengujian. Dengan kejadian tersebut dilakukan suatu penelitian di laboratorium secara seksama guna mendapatkan suatu konsentrasi dengan prosentase yang tepat dan dengan suhu ruangan yang tepat pula sehingga nantinya dapat diperoleh suatu standaritas

Ahmad Yufron. 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruangan dan Prosentase Pemakaian H_2SO_4 (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-TEX di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

pengujian benang core-spun yang sesuai dengan standard yang telah ditetapkan oleh CIE (*Coast Industrial European*).

Pembuatan serat sintesis dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu :

- a). Pemintalan Basah.
- b). Pemintalan Kering.
- c). Pemintalan Leleh.

Sedangkan khusus untuk pembuatan serat polyester dilakukan dengan cara “pemintalan kering”. Permintaan kering yaitu cara pembentukan filament (serat buatan) yang dilakukan dengan kristalisasi (penyuaapan) ke udara.

Proses pembuatan Polyester secara terperinci ada 4 tahapan :

1. Pembentukan senyawa Etilena Glikol.
2. Pembentukan senyawa asam tereftalat + Esternya.
3. Mereaksikan Etilena Glikol + Asam tereftalat.
4. Pemintalan (pemintalan kering).

Zat Pereaksi H_2SO_4 (Asam Sulfat)

Di alam raya dengan segala bentuk dan isinya, tersusun atas materi / zat dan energi. Materi adalah segala sesuatu yang mempunyai masa dan menempati ruang materi terdiri dari tiga macam yaitu :

- a). Materi padat
- b). Materi cair
- c). Materi gas

Materi padat mempunyai volume dan bentuk yang tetap, materi cairan mempunyai volume yang tetap tetapi bentuknya berubah bergantung pada wadahnya, dan materi gas mempunyai bentuk dan volume berubah – ubah.

Materi dapat berupa unsur dan senyawa. Unsur adalah zat tunggal (murni) yang tidak dapat terurai lagi menjadi zat-zat yang lebih sederhana. Senyawa adalah zat tunggal yang terdiri dari beberapa unsur yang bergabung secara kimia dalam perbandingan masa tertentu dan dapat diuraikan secara kimia menjadi beberapa zat.

Dalam senyawa, sifat-sifat unsur itu hilang dan unsur-unsur hanya dapat dipisahkan dengan proses kimia. Proses penguraian senyawa menjadi unsur-unsur penyusunnya sehingga unsur-unsur ini dapat diidentifikasi disebut “Analisis”. Proses kimia dimana senyawa terbentuk dari unsur-unsurnya disebut “sintesis”.

Unsur-unsur memiliki bagian yang terkecil dan masih memiliki sifat unsur itu sendiri yang disebut “ATOM”. Molekul adalah gabungan beberapa atom unsur-unsur.

Molekul dibedakan menjadi dua macam yaitu :

- a. Molekul Senyawa : adalah gabungan satu atom lebih molekul-molekul yang tidak sejenis.
- b. Molekul Unsur : adalah gabungan beberapa atom yang sejenis. Contoh : O_2 ; H_2 ; Cl_2 dan lain-lain

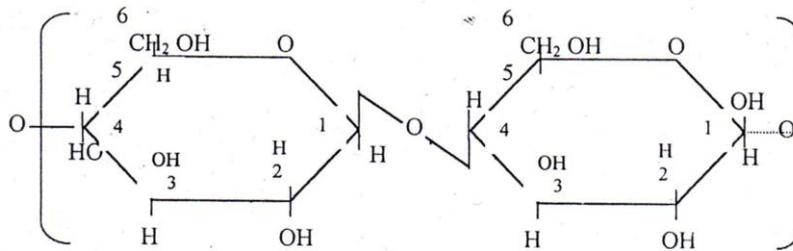
Pada bagian ini kita akan mengupas masalah senyawa kimia sintesis sebagai pereaksi dalam proses pengujian ratio cover benang core-Spun yaitu “Asam Sulfat”.

Asam sulfat mempunyai rumus kimia (H_2SO_4). Ikatan yang membentuk H_2SO_4 dikenal dengan ikatan kovalen koordinasi karena ikatan yang terbentuk, dimana pasangan elektronnya yang digunakan bersama berasal dari salah satu atom, (terbentuk dari ikatan homo polar dan hetero polar).

Larutan H_2SO_4 (Asam Sulfat) bersifat asam (larutan asam kuat). Sifat asam kuat inilah dipakai untuk mereduksi selulosa yang terdapat dalam serat kapas, dan mempunyai titik didih yang relatif rendah, sulit larut dalam air maupun lemak dan tidak dapat dicerna. Polymer yang menyusun adalah polymer monosakarida dan polymer-polymer monosakarida tersebut tersusun dengan rantai panjang dan banyak dikenal dengan polysakarida.

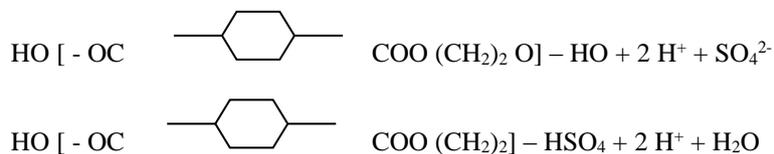
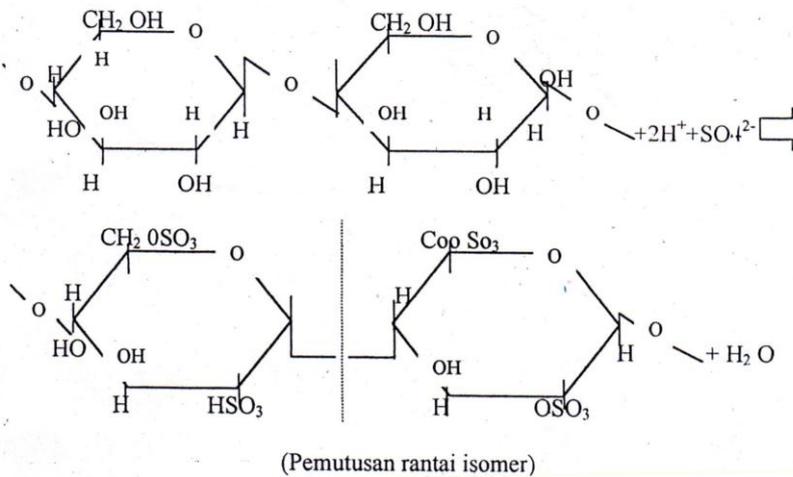
Ahmad Yufron. 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruangan dan Prosentase Pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-Tex di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

Selulosa adalah unsur utama dari rangka tumbuhan. Terdiri atas rantai-rantai lurus β - D glukopiranosida yang dihubungkan oleh ikatan β (1-4).



(O - β - D- Glukopiranosil - (1 - 4) - β- D- Glukopiranosida).

Dan bila direaksikan dengan H₂ SO₄ akan membentuk S - heparin.
 Dengan reaksi sebagai berikut :



Tujuan pengujian kekuatan serat (filament Polyester adalah untuk mengetahui secara pasti pengaruh zat-zat pereaksi (H₂SO₄) terhadap kekuatan serat (filament Polyester) karena kekuatan filament Polyester tersebut berdampak pada proses pengujian ratio cover benang core-spun.

Rumusan Teori Uji Kekuatan Serat (Filament Polyester)

Pada penelitian ini untuk mencari kekuatan serat (filament Polyester) di pakai cara pengujian bekas pita (flat bundle method).

Ahmad Yufron. 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruangan dan Prosentase Pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-Tex di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

Adapun cara-cara yang dilakukan diantaranya :

- a). Menentukan berat berkas serat (filament Polyester) yang akan diuji.
- b). Menentukan panjang berkas serat (filament Polyester) yang akan di uji.
- c). Menyamakan satuan nomor benang dengan satuan nomor rumus uji kekuatan serat.
- d). Menentukan (mengetahui) daya pembebanan putus serat (filament Polyester) dengan menguji berkas serat Polyester dengan mesin uji kekuatan serat.
- e). Kekuatan serat (filament Polyester) dapat diketahui, dimana :

$$\text{Denier} = \frac{W}{L}$$

W = berat dalam mg

L = panjang dalam mn

Bila :

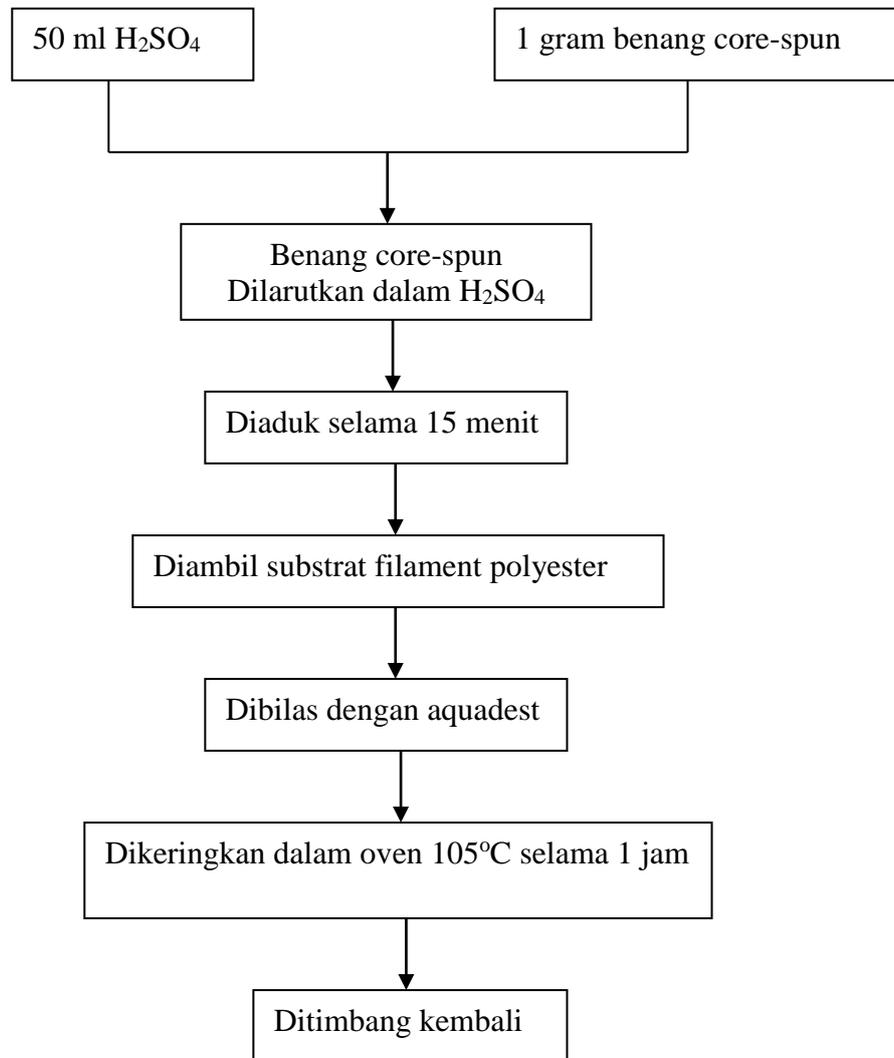
1 gr	= 1000 mgr	= 0,0353 ounce
1 kg	= 1000 gr	= 2,2046 pounds
1 ounce	= 437,5 grams	= 28.350 gram
1 pound	= 16 ounce	= 0,4536 kg
1 mm	= 0,0394	
1 cm	= 10 mm	= 0,394 inch
1 m	= 100 cm	= 1,0936 yards
1 inch	= 2,5400 cm	= 25,400 mm

Uji Ratio Cover

Pengujian ratio cover melarutkan 1 gram benang core-spun dalam larutan asam sulfat (H₂SO₄). Melakukan uji kelarutan tersebut karena asam sulfat (H₂SO₄) yang termasuk larutan asam kuat yang dapat menyebabkan degradasi yang cepat pada serat kapas sebagai pembungkus benang core-spun.

Tahapan pengujian ratio cover untuk benang core-spun adalah sebagai berikut :

Ahmad Yufron. 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruangan dan Prosentase Pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-Tex di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30



Gambar 1. Urutan Proses Ratio Cover

Tujuan pengujian ratio cover adalah untuk mengetahui prosentase kandungan cotton (sebagai cover) pada benang core-spun. Untuk mengetahui kandungan cotton tersebut maka dilakukan pengujian dengan cara melarutkan benang core-spun di dalam larutan asam sulfat (asam kuat), agar cotton larut dalam larutan tersebut, sehingga tertinggal hanya filament Polyester sebagai inti dari benang core-spun. Dengan demikian dapat di hitung cover benang core-spun yaitu :

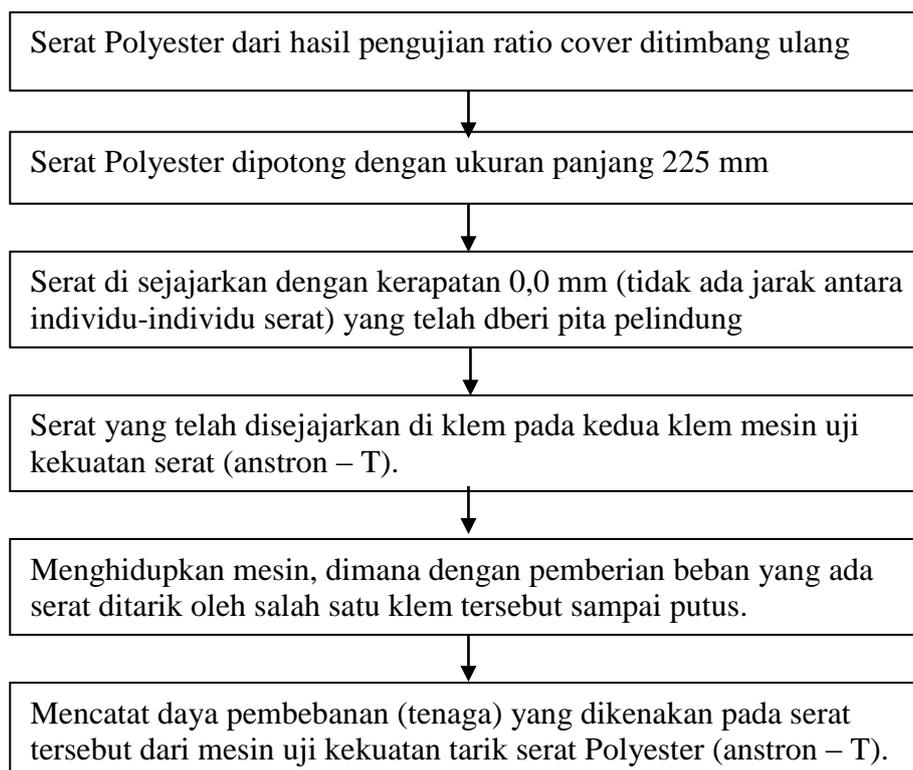
$$(\text{ Benang core-spun} - \text{ Filament Polyester}) \times 100\% - \text{ Cotton Cover}$$

Uji Kekuatan Serat

Di dalam uji kekuatan serat (filament Polyester) ini menggunakan metode (flat bundel method) atau cara berkas pita dimana serat yang akan diukur disejajarkan pada klem dengan perantara beban

Ahmad Yufron. 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruangan dan Prosentase Pemakaian H_2SO_4 (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-TEX di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

yang ada, akan menarik salah satu klem tersebut sampai pull serat tersebut putus Tahap pengujian kekuatan serat untuk filament Polyester benang core-spun adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Urutan Uji Kekuatan Serat

METODE PENELITIAN

Berdasarkan tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini, maka dapat digolongkan kedalam penelitian experimental research yaitu suatu penelitian yang bertujuan untuk melakukan penelitian secara observasi lapang dan laboratorium yang nantinya dapat menciptakan suatu temuan baru atau suatu pengembangan terhadap ilmu pengetahuan dan teknologi.

Metode Pengumpulan Data

1. Metode Library Research

Yaitu suatu metode mendapatkan data-data dengan cara mempelajari buku-buku dan literature ilmiah.

2. Metode Field Research

Yaitu metode pengumpulan data dengan mengadakan penelitian langsung kelapangan untuk mendapatkan informasi akurat guna dijadikan pedoman penelitian

Dalam Field research digunakan teknik-teknik sebagai berikut :

a. Metode Observasi

Yaitu teknik praktek lapangan dengan mengadakan pengamatan langsung terhadap obyek penelitian

b. Metode Interview

Ahmad Yufron. 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruangan dan Prosentase Pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-Tex di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

Yaitu mengadakan tanya jawab kepada sumber data atau pihak perusahaan yang dipergunakan untuk melengkapi data-data kuantitatif.

3. Metode Eksperimental

Yaitu metode penelitian dengan melakukan percobaan langsung terhadap obyek yang diteliti dengan mengadakan variasi suhu ruangan dan prosentase pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) terhadap pengujian Ratio Cover dan kekuatan filament polyester di dalam laboratorium.

4. Metode Laboratorium

Metode ini dilaksanakan dalam laboratorium untuk menguji hasil penelitian yaitu untuk mengetahui seberapa besar kandungan ratio cover dan kekuatan filament Polyester benang core-spun 128 d-Tex.

Metode Analisis Data

Adalah fase statistik dimana hanya berusaha melukiskan atau menganalisa kelompok yang diberikan tanpa membuat atau menarik kesimpulan tentang populasi atau kelompok yang lebih besar (Sudjana, 1998 hal 6).

Metode statistik deskriptif yang dipergunakan adalah :

1. Mean :

$$\bar{X} = \frac{\sum x_1}{n}$$

dimana : \bar{X} = Harga rata-rata

$\sum x_1$ = Jumlah hasil percobaan

n = Banyaknya data hasil percobaan

2. Variance (S²)

$$S^2 = \frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n - 1}$$

3. Standart Deviasi (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

4. Coefficient of Variation (cv)

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

5. Error (E) :

$$E = \frac{t \cdot x \cdot cv}{\sqrt{n}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan dari data Penelitian Ratio Cover Benang Core-Spun 128 d-Tex akibat pengaruh suhu ruangan dan prosentase pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) pada ruang laboratorium pengujian adalah sebagai berikut :

Hasil Analisa Data Deskriptif.

Rasio Cover Benang Core-Spun 128 d-Tex :

Dari hasil penelitian didapat data-data ratio cover benang core-spun 128 d-Tex. Data tersebut dikelompokkan dan dikumpulkan menurut variasi penelitian dan analisa dengan formula sebagai berikut:

Ahmad Yufron. 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruangan dan Prosentase Pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-TEX di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

Hasil Perhitungan Statistik Diskriptif

No	Variasi	Perhitungan Statistik Deskriptif						
		N	Σx	\bar{x}	S ²	SD	CV	E%
1.	I	20	4261,12	213,06	8,47	2,91	1,36	0,60
2.	II	20	4013,40	200,67	6,12	2,01	1,09	0,57
3.	III	20	3585,80	179,29	4,80	1,96	1,01	0,55
4.	IV	20	3963	198,15	5,47	1,99	0,96	0,52
5.	V	20	377620	188,81	3,12	1,36	0,52	0,47
6.	VI	20	3547,80	177,39	4,97	2,98	1,27	0,58

Sumber : Data Diolah

Hasil Analisa Data Inferensia

Hasil Perhitungan ANAVA

Sumber Variasi	DK	JK	KT	Fhitung	Ftabel
Rata-rata perlakuan	1	160140,2	160140,2	-	-
A	1	680,2	680,2	69,98	3,92
B	2	2314,15	764,67	78,67	3,07
AB	2	104,62	52,31	5,38	3,07
E	114	1108,11	9,72	-	-
Jumlah	120				

Sumber : Data di Olah

Hasil pengujian ratio cover dan kekuatan filament benang core-spun tidak standard diantaranya disebabkan variasi pemakaian konsentrasi H₂SO₄ (asam Sulfat) dan suhu ruang pengujian yang tidak tepat.

Secara matematis, untuk mendapatkan variasi perbandingan yang tepat dapat dijelaskan dengan rumus pendekatan seperti pada Bab II.

Sebagai contoh dapat diambil dari hasil mesin ring core spinning yang memproduksi benang core-spun dengan nomor 128 d-TEX.

Parameter yang diketahui adalah sebagai berikut :

Ratio cover	= 37,11 %
Barat benang	= 1 gram
Konsentrasi (%)	= 50%, 70%, 90%
Suhu ruang	= 21°C dan 28° C
Waktu	= 15 menit
Volume	= 50 ml <u>Y</u> 50 gram
Ar H	= 1
Ar S	= 32
Ar O	= 16
Ar C	= 12
Mr H ₂ SO ₄	= 98
Mr Dacron (C ₈ H ₆ O ₂)	= 182

Ahmad Yufron. 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruangan dan Prosentase Pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-TEX di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
 Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

Mr Selulosa (C₁₂H₂₀O₁₀) = 324

Dengan menggunakan rumus pendekatan didapat, untuk :

- Proses pemakaian (konsentrasi) H₂SO₄ = 70%
- Suhu ruang pengujian = 21°C

Pengaruh konsentrasi pada kecepatan reaksi (21°C)

No.	Mol Dacron	Mol Selulosa	Mol H ₂ SO ₄	Waktu	Kecepatan reaksi (V)
1	0,004	0,001	50% : 102 M	15 menit	0,113 M/detik
2	0,004	0,001	70% : 142,9 M	15 menit	0,1588 M/detik
3	0,004	0,001	90% : 183,67 M	15 menit	0,204 M/detik

Pembahasan

No.	Suhu (°C)	Konsentrasi (%)	Zat terlarut (%)	Zat sisa (%)
1.	21°C	H ₂ SO ₄ 50 %	28 %	77 %
2.	21°C	H ₂ SO ₄ 70 %	38 %	62 %
3.	21°C	H ₂ SO ₄ 90 %	46,6 %	53,4 %
4.	28°C	H ₂ SO ₄ 50 %	32 %	68 %
5.	28°C	H ₂ SO ₄ 70 %	53,3 %	46,7 %
6.	28°C	H ₂ SO ₄ 90 %	59,9 %	40,1 %

Berdasarkan tabel diatas dapat diambil kesimpulan bahwa :

Dengan pemakaian suhu ruangan yang rendah akan didapatkan suatu proses pelarutan zat (selulosa) yang rendah sehingga diperoleh zat sisa kelarutan yang tinggi (besar). Dan secara langsung ratio cover menjadi rendah. Sebaliknya bila suhu ruangan dinaikkan maka akan didapatkan proses pelarutan zat (selulosa) yang tinggi (besar).

Begitu juga pada pemakaian prosentase (konsentrasi) H₂SO₄ (asam sulfat) bila konsentrasi yang rendah akan didapatkan suatu proses pelarutan zat (selulosa) yang rendah sehingga diperoleh zat sisa kelarutan yang tinggi dan secara langsung ratio cover menjadi rendah.

Begitupun sebaliknya bila pemakaian konsentrasi H₂SO₄ yang lebih tinggi maka akan didapat proses pelarutan zat yang lebih tinggi sehingga diperoleh ratio cover yang tinggi.

Dapat diambil kesimpulan yang lebih jelas bahwa dengan pemakaian suhu ruangan (21°C) dan konsentrasi H₂SO₄ (asam sulfat) (70 %) didapatkan ratio cover yang lebih baik dan semakin standar ratio cover sebesar (38 %) disbanding dengan variasi lainnya.

KESIMPULAN

- o Dari perhitungan dengan menggunakan formulasi korelasi berganda, maka didapatkan nilai koefisiensi korelasi berganda $r = 0,882$. ini berarti terdapat hubungan yang kuat (erat) antara pemakaian suhu ruangan (°C) dengan prosentase pemakaian (konsentrasi) H₂SO₄ (asam sulfat) sehingga diperoleh ratio cover yang sesuai standart, hal ini karena diperoleh variasi suhu ruangan (°C) dan prosentase pemakaian (konsentrasi) H₂SO₄ asam sulfat yang terbaik.
- o Secara bersama – sama kombinasi suhu ruangan (°C) dan prosentase pemakaian (konsentrasi) H₂SO₄ (asam sulfat) berpengaruh terhadap Ratio Cover Benang Dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun No 128 d.TEX.

Ahmad Yufron. 2019. Analisis Perubahan Suhu Ruangan dan Prosentase Pemakaian H₂SO₄ (Asam Sulfat) dalam Mempengaruhi Pengujian Ratio Cover dan Kekuatan Filament Polyester Benang Core-Spun 128 D-Tex di Mesin Core Spinning Merk Rieter Type G-5
Jurnal *Qua Teknika*, (2019), 9(1): 21-30

- Secara langsung dan berasama – sama bahwa semakin besar zat sisa kelarutan (filament polyester) yang ada, maka semakin besar pula kekuatan filament polyester namun ini harus disesuaikan dengan ratio cover karena ratio coverlah yang menjadi topik permasalahan.
- Variasi yang terbaik adalah variasi suhu ruangan (21°C) dan prosentase pemakaian (konsentrasi) H₂SO₄ (70 %).

DAFTAR PUSTAKA

- Anto Dajan, 1987, *Pengantar Metode Statistik Jilid II*, LP₃ES.
- Djarwanto , 1988, *Statistik Induktif Edisi Keempat*, Yogyakarta, BPFE.
- Grover Elliot B. DS Haraby 1869, *Hand Book Of Textile Testing And Quality Control*, New Delhi, WILEY EASTERN Limited.
- Martoharsono, 1994, *Biokimia Universitas*, Jakarta, P.T. Pradnya Pramitha.
- Pawitro, Et all 1973, *Teknologi Pemintalan*, Bandung, Institut Teknologi Tekstil.
- PHI Beta Group, 1992, **Kimia 3 SMA**.
- Pryo Utomo, Widjajanto Prijosejono, I Wayan Sumberartha, 1999 *Praktikum Biokimia*, Universitas Negeri Malang.
- Sudjana, 1992, *Desain dan Analisis Experimen*, Bandung, Tarsito.
- Sudjana, 1992, *Metode Statistika*, Bandung, Tarsito.
- Soeprijono Et all 19769, *Statistical Quality Control*, Bandung, Institut Teknologi Tekstil.
- Sukardjo, 1985, *Ikatan Kimia Yogyakarta*, P.T. Bina Aksara.
- Soepriono, Et all 1973, *Teknologi Pemintalan*, Bandung, Institut Teknologi Tekstil.
- Sugiharto N, Shigheru Watanabe, 1980, *Teknologi Tekstil*, Kakarta, P.T. Pradnya Pramitha.