

Penerapan Metode Taguchi Untuk Memperbaiki Ketidakrataan Benang 100 % Kapas di Mesin *Ring Spinning*

Giyanto¹⁾ Indrato Harsadi²⁾ dan Berli Aditya^{3*)}

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Syekh Yusuf, Jl. Mulana Yusuf No.10
Tangerang Banten 15118, Indonesia

¹⁾ gianto_wonri@ymail.com

²⁾ iharsadi@unis.ac.id

³⁾ berli.aditya@gmail.com

Abstrak. Ketidakrataan benang erat sekali hubungannya dengan proses pembuatan kain. Benang yang kurang rata akan mudah putus pada tempat tempat yang tipis sehingga akan mempengaruhi efisiensi produksi serta kenampakan kainnya kurang bagus. Untuk itulah perlu diadakan penelitian di mesin Ring spinning terhadap penurunan ketidakrataan benangnya. Penelitian dilakukan di mesin ring spinning dengan menggunakan metode Taguchi. Faktor-faktor yang diteliti meliputi beban front top roller (10 kg, 12 kg, 14 kg), diameter front top roller (27,5 mm, 28,0 mm, 28,5 mm), roller gauge (44 x 58 mm, 44 x 60 mm, 44 x 62 mm), dan tensor gauge (5,6 mm, 6,0 mm, 6,4 mm). Analisa data yang dipakai untuk menganalisa adalah rasio S/N. Karena ketidakrataan benang yang diharapkan serendah mungkin, maka rasio S/N yang dipakai adalah semakin kecil semakin baik. Hasil percobaan menunjukkan bahwa semua faktor memberikan pengaruh yang signifikan. Dengan memakai setting optimal yaitu beban front top roller 10 kg, diameter front top roller 28,5 mm, roller gauge 44 x 62 mm dan tensor gauge 6,4 mm ketidakrataan benang menurun 3,095 % dibanding eksperimen dengan memakai setting awal. Hasil uji verifikasi mengkonfirmasi penurunan ketidakrataan benang tersebut.

Kata kunci: ketidakrataan benang, metode taguchi, proses spinning

Abstract. Unevenness of yarn to be intimately linked with the process of cloth. Threads that are less powerfull easily break at thin places of yarn also it will affect the efficiency of production. For process optimazation it is necessary to decrease the unevenness of spinning yarn. The study was conducted at the ring spinning machine by using Taguchi methode. Factors examined include : the front top roller load (10 kg, 12 kg, 14 kg), the front top roller diameter (27,5 mm, 28,0 mm, 28,5 mm), roller gauge (44 x 58 mm, 44 x 60 mm, 44 x 62 mm), tensor gauge (5,6 mm, 6,0 mm, 6,4 mm). Analysis of the data used to analyze is the S/N ratio. Because the unevenness yarn as low as might be expected, then the ratio S/N criterion used is the smaller the better. The experimental result showed that all factor had a significant infuence. Using optimal setting are : front top roller load 10 kg, a diameter of 28,5 mm front top roller, roller gauge 44 x 62 mm, and 6,4 mm tensor gauge yarn unevenness yarn decreased 3,095 % compared with experiments using the initial setting. Verification test result confirm the decrease in unevenness yarn.

Keywords: yarn unevenness, taguchi methode, spinning process.

I. Pendahuluan

Kualitas benang khususnya ketidakrataan benang merupakan salah satu jaminan yang harus dipenuhi oleh perusahaan kepada pelanggannya. Oleh karena itu diperlukan perbaikan-perbaikan dan

peningkatan kualitas secara terus menerus. Kondisi diatas berlaku juga pada pabrik pemintalan benang selalu berusaha untuk melakukan perbaikan dan peningkatan kualitas. Jenis benang yang ingin diperbaiki kualitasnya adalah benang kapas 100 %

dengan nomer Ne1 20's. Standar Ketidakrataan benang (Cv %) adalah 8,5 sedangkan yang terjadi selama ini adalah 9,2 %. Ketidakrataan benang erat sekali hubungannya dengan proses berikutnya yaitu proses pembuatan kain. Benang yang kurang rata akan mudah putus sehingga berakibat pada turunnya efisiensi produksi serta kenampakan kainnya kurang bagus. Faktor - faktor yang dapat meningkatkan ketidakrataan benang ada beberapa hal (Salura 1995 dalam bukunya Teori *draft* dan ketidakrataan benang) antara lain :

1. Penyetelan jarak rol peregang yang tidak tepat.
2. Pembebanan yang tidak sesuai
3. Kondisi Rol yang tidak bulat
4. Diameter rol yang tidak sesuai
5. Ukuran terompet yang tidak sesuai

Dari hal hal tersebut yang dapat menyebabkan ketidakrataan benang meningkat, akan diteliti seberapa pengaruh beban *top roller*, diameter *front top roller* dan jarak rol peregang terhadap nilai ketidakrataan benangnya.

Perumusan Masalah

Dari latar belakang penelitian dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Apakah ada perbedaan pengaruh beberapa faktor di mesin ring spinning : beban *front top roller*, diameter *front top roller*, jarak rol peregang (*roller gauge*) dan jarak apron bawah dan apron atas (*tensor gauge*) terhadap ketidakrataan benang.
2. Kombinasi faktor-faktor mana yang paling optimal pengaruhnya terhadap nilai ketidakrataan benangnya.

Ruang Lingkup Penelitian

1. Penelitian dilakukan di mesin ring spinning
2. Variabel bebas yang diteliti meliputi :
 - a. Beban *front top roller* (10 kg, 12kg,14 kg)
 - b. Diameter *front top roller* (27,5 mm, 28,0 mm, 28,5 mm)
 - c. *Roller gauge* (44x58 mm, 44x60 mm, 44x62 mm)
 - d. *Tensor gauge* (5,6 mm, 6,0 mm, 6,4 mm)

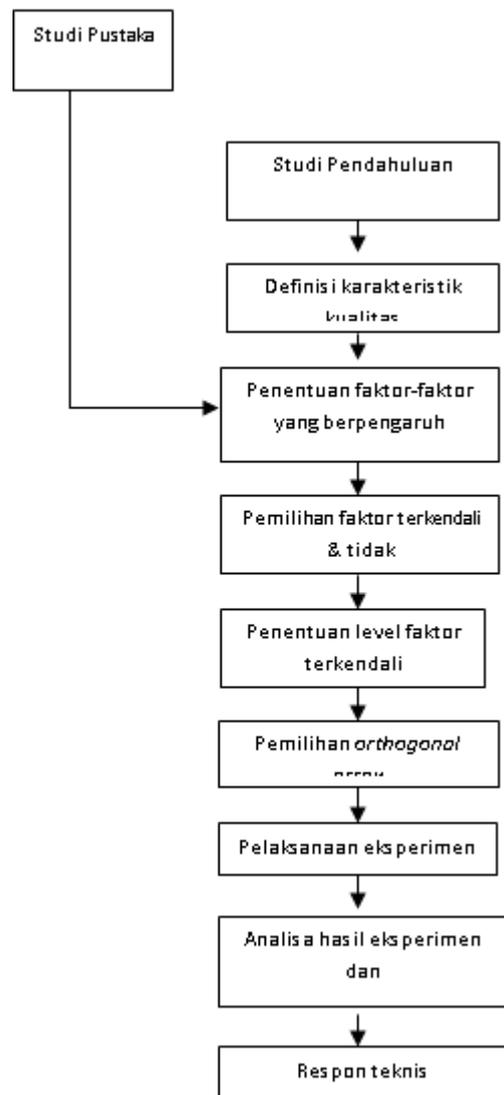
3. Variabel terikat yang diuji adalah ketidakrataan benang 100 % Kapas Ne1 20's

Tujuan Penelitian

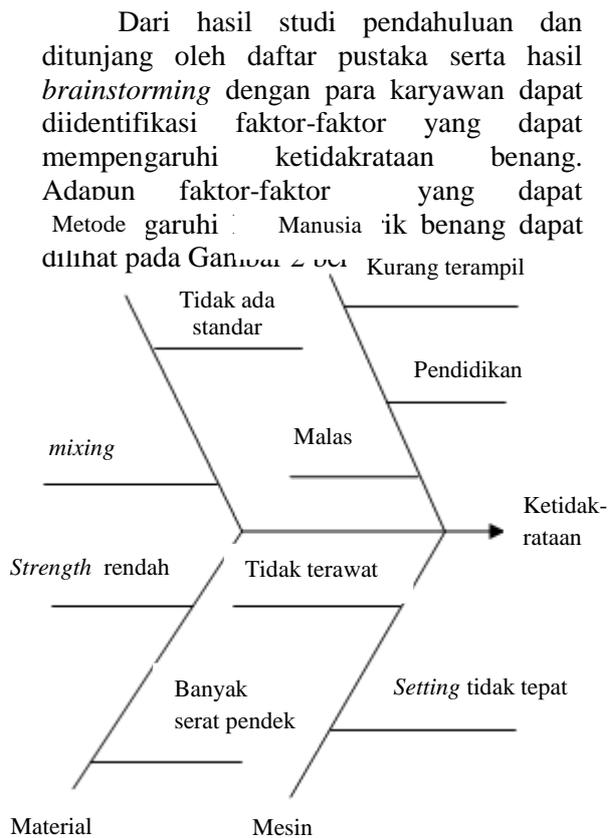
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kombinasi dari tiap level faktor pada tiap variabel proses yang dapat memaksimalkan ketidakrataan benang.

II. Bahan dan Metode:

Dalam penelitian ini metode Taguchi dipakai dalam merancang eksperimennya. Alasan pemilihan metode ini adalah efisiensinya. Dengan kata lain, metode Taguchi membutuhkan jumlah percobaan yang lebih sedikit dibandingkan rancangan eksperimen yang klasik. Secara skematis metodologi penelitian bisa dilihat pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian



Gambar 2. Diagram Sebab Akibat yang Mempengaruhi Ketidakrataan Benang

Dari analisa diagram sebab akibat serta pertimbangan dari pihak perusahaan dapat diambil variabel bebas, yaitu:

1. Faktor A adalah beban *front top roller*, yaitu $a_1=10$ kg, $a_2=12$ kg, dan $a_3=14$ kg.
2. Faktor B adalah diameter *front top roller*, yaitu $b_1= 27.5$ mm, $b_2= 28.0$ mm, $b_3= 28.5$ mm.
3. Faktor C adalah *roller gauge*, yaitu $c_1= 44 \times 58$ mm, $c_2= 44 \times 60$ mm, $c_3=44 \times 62$ mm.
4. Faktor D adalah *tensor gauge*, yaitu $d_1= 5.6$ mm, $d_2=6.0$ mm, $d_3=6.4$ mm.

Matriks Orthogonal

Matriks orthogonal merupakan matriks eksperimen dimana setiap kolom menggambarkan level-level faktor atau kondisi yang dapat diubah pada setiap eksperimen dilakukan. Sedangkan setiap baris menggambarkan level faktor yang sudah ditetapkan dalam eksperimen. Matrik disebut orthogonal karena antar faktor-faktor kendali tidak terjadi interaksi, dan efek dari

faktor yang satu dapat dipisahkan dengan efek faktor yang lain, sehingga jumlah eksperimen yang dilakukan dapat direduksi. Adapun penulisan matriks orthogonal adalah sebagai berikut :

$$L_a (bc)$$

dimana :

L = rancangan bujur sangkar latin

a = jumlah baris, mengindikasikan jumlah percobaan dibutuhkan

b = jumlah level yang dipakai

c = jumlah kolom, menunjukkan jumlah faktor

yang dipakai.

Penentuan matriks orthogonal yang dipakai bergantung pada derajat bebas, banyak faktor kendali, serta level faktor kendali.

$V_f = (\text{banyaknya faktor}) \times (\text{banyaknya level-1})$

$V_{OA} = (\text{banyaknya faktor}) \times (\text{banyaknya level-1})$ dimana :

$V_f =$ Total derajat bebas seluruh faktor dan level

$V_{OA} =$ Total derajat bebas dari matrik orthogonal.

Sehingga pemilihan matriks orthogonal $V_{OA} \geq V_f$. Matrik ortogonal untuk 3 level mempunyai pilihan sebagai berikut :

$$L_9 (3^4), L_{27} (3^{13}), L_{81} (3^{40})$$

Dalam eksperimen ini terdapat 4 faktor dengan rancangan 3 level, maka jumlah derajat untuk faktor dan level (V_f) sebagai berikut :

$$V_f = 4(3 - 1) = 8$$

Derajat bebas untuk matrik ortogonal (V_{OA}) untuk $L_9 (3^4)$:

$$V_{OA} = 4(3 - 1) = 8$$

Karena derajat bebas V_f sama dengan derajat bebas V_{OA} untuk $L_9 (3^4)$, maka matrik orthogonal yang dipakai adalah $L_9 (3^4)$.

Tabel 1. Matrik Orthogonal $L_9 (3^4)$

Nomor Percobaan	Faktor A	Faktor B	Faktor C	Faktor D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3

4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Dalam metode Taguchi ini dipakai *signal-to-noise ratio* (SNR) untuk mengevaluasi kualitas dari suatu produk. SNR mengukur tingkat kinerja dibandingkan efek dari faktor noise. Selain itu, SNR juga mengindikasikan stabilitas kinerja dari karakteristik output terhadap gangguan faktor noise. Karena ketidakrataan benang diharapkan serendah mungkin mungkin, maka SNR yang dipilih adalah *Smaller the better*, yang diwakili oleh rumus (1) sebagai berikut:

$$\eta = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \quad (1)$$

III. Hasil dan Pembahasan Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari hasil pengujian ketidakrataan benang, kemudian untuk mengetahui apakah ada pengaruh perbedaan antara kombinasi perlakuan terhadap ketidakrataan benang akan dianalisa terhadap efek mean dan efek rasio S/N yang pembahasannya sebagai berikut :

1. Perhitungan Terhadap Efek Mean

Tabel 2. Perhitungan Terhadap Efek Mean

Trial No.	Ulangan			Mean
	1	2	3	
1	9,26	9,18	9,22	9,220
2	9,32	9,34	9,33	9,330
3	9,55	9,58	9,63	9,587
4	9,36	9,34	9,37	9,357
5	9,38	9,35	9,36	9,363
6	9,34	9,36	9,35	9,350
7	9,18	9,22	9,23	9,210
8	9,24	9,27	9,25	9,253
9	9,30	9,28	9,31	9,297
Total	83,93	83,92	83,05	9,330

Perhitungan Efek *mean*

$$A_{Level 1} = \frac{9,22+9,33+9,587}{3} = 9,379$$

$$A_{Level 2} = \frac{9,357+9,363+9,350}{3} = 9,357$$

$$A_{Level 3} = \frac{9,210+9,253+9,297}{3} = 9,253$$

$$D_{Level 3} = \frac{9,587+9,253+9,357}{3} = 9,399$$

dan seterusnya.

Dari efek tiap-tiap faktor pada Tabel 2 dapat dilihat urutan pengaruh tiap-tiap faktor mulai yang terbesar sampai yang terkecil. Karena jenis karakteristik kualitas ketidakrataan benang adalah *Smaller the better*, maka dipilih faktor yang menghasilkan respon terbesar sebagai rancangan usulan.

Tabel 3. Efek Untuk Mean

	A	B	C	D
Level 1	9,379	9,262	9,274	9,293
Level 2	9,357	9,316	9,328	9,297
Level 3	9,253	9,411	9,387	9,399
Efek	0,126	0,149	0,113	0,106
Rangking	2	1	3	4
Optimum	A3	B1	C1	D1

Efek = rata-rata respon terbesar- rata-rata respon terkecil

2. Perhitungan terhadap rasio S/N

Perhitungan ini dilakukan dengan karakteristik *Smaller the better*. Perhitungan rasio S/N untuk seluruh percobaan dapat dilihat pada tabel 4 dengan menggunakan rumus (1) sebagai berikut:

Tabel 4. Perhitungan Terhadap Efek Rasio S/N

Trial No.	Ulangan			Rasio S/N
	1	2	3	
1	9,26	9,18	9,22	-19,2947
2	9,32	9,34	9,33	-19,3976
3	9,55	9,58	9,63	-19,6335
4	9,36	9,34	9,37	-19,4224
5	9,38	9,35	9,36	-19,4286
6	9,34	9,36	9,35	-19,4162
7	9,18	9,22	9,23	-19,2853
8	9,24	9,27	9,25	-19,3260
9	9,30	9,28	9,31	-19,3665

Selanjutnya juga dihitung efek untuk SNR yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 5. Contoh perhitungan untuk Tabel 5 adalah sebagai berikut:

$$A_{Level 1} = \frac{(-19,2947)+(-19,3976)+(-19,6335)}{3} = -19,4419$$

Dan seterusnya.

Tabel 5. Efek Untuk SNR

	A	B	C	D
Level 1	-	-	-	-
	19,4419	19,3341	19,3456	19,3633
Level 2	-	-	-	-
	19,4224	19,3841	19,3955	19,3644
Level 3	-	-	-	-
	19,3259	19,4721	19,4491	19,4606
Efek	-0,1160	-0,1380	-0,1035	-0,0974
Rangking	2	1	3	4
Optimum	A3	B1	C1	D1

Efek = rata-rata respon terbesar- rata-rata respon terkecil

Dari efek tiap faktor terhadap SNR didapat urutan dari yang efeknya terbesar sampai terkecil adalah faktor B, A, C, dan D. Bila informasi yang diperoleh dari Tabel 3 digabungkan dengan hasil dari Tabel 5, maka akan didapat rancangan usulan yang sama, yaitu B1, A3, C1, dan D1.

Selain analisa efek mean dan SNR, hasil eksperimen juga dianalisa dengan analisa varian (ANOVA). Contoh perhitungan adalah sebagai berikut:

- *Sum of square due to mean (SS_m)*

$$SS_m = n\bar{y}^2 = 27 * 9,33^2 = 2.350,134$$
 di mana n = jumlah seluruh percobaan
 \bar{y} = rata-rata seluruh percobaan
- *Sum of square (SS)*

$$SS = \left[\sum (n_{xi} \bar{x}_i^2) \right] - SS_m$$

$$SS_A = (9 * 9,379^2) + (9,253^2) + (9 * 9,357^2) - 2.350,134 = 0,08081$$
- *Total sum of square (SS_T)*

$$SS_T = \sum y^2 - SS_m$$

$$SS_T = 2.350,449 - 2.350,134 = 0,31490$$
- *Sum of square due to error (SS_e)*

$$SS_e = SS_T - \sum SS$$

$$= 0,31490 - (0,08081 + 0,10243 + 0,06481 + 0,05672) = 0,01013$$
- *Mean square*

$$MS = SS / df$$

$$MS_A = SS_A / df = 0,08081 / 2 = 0,040405$$

$$MS_e = SS_e / df = 0,010133 / 18 = 0,000563$$
- *F-ratio*

$$F\text{-ratio} = MS / MS_e$$

$$F\text{-ratio}(A) = MS_A / MS_e = 0,040404 / 0,000563 = 71,770$$

- *Pure sum of square (SS')*

$$SS' = SS - (df * MS_e)$$

$$SS_A' = SS_A - (df * MS_e) = 0,080807 - (2 * 0,000563) = 0,079681$$
- *Pure sum of square due to error (SS_e)*

$$SS_e' = SS_T - \sum SS'$$

$$= 0,314896 - (0,079681 + 0,101304 + 0,063681 + 0,055593) = 0,014637$$
- *Persen kontribusi (ρ)*

$$\rho = (SS' / SS_T) * 100\%$$

$$\rho_A = (SS_A' / SS_T) * 100\% = (0,079681 / 0,314896) * 100\% = 25,30\%$$

Hasil perhitungan selengkapnya untuk analisa varian ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisa Varian

Source	SS	v	MS	F	SS'	ρ%
A	0,080807	2	0,040404	71,770	0,079681	25,30
B	0,102430	2	0,051215	90,974	0,101304	32,17
C	0,056719	2	0,028359	50,375	0,055593	17,65
D	0,064807	2	0,032404	57,559	0,063681	20,22
Error	0,010133	18	0,000563		0,014637	4,65
SS _T	0,314896	26	0,012111		0,314896	100
Mean	8108,534	1				

Dari tabel ANOVA di atas tampak bahwa semua faktor yang dipilih memang memberikan pengaruh yang signifikan pada kekuatan benang.

Uji Verifikasi

Setelah rancangan optimal didapat, maka harus diketahui pula prediksi respon dari rancangan optimal tersebut. Setelah itu eksperimen verifikasi dapat dilakukan untuk dibandingkan dengan hasil prediksi. Jika prediksi respon eksperimen verifikasi cukup dekat satu sama lain, maka dapat disimpulkan bahwa rancangan sudah cukup memadai dan sebaliknya.

Untuk rancangan usulan (B1, A3, C1, dan D1), besar prediksi rata-rata proses adalah sebesar:

$$\mu_{prediksi} = \bar{A}3 + \bar{B}1 + \bar{C}1 + \bar{D}1 - 3\bar{y}$$

$$= 9,379 + 9,411 + 9,399 + 9,387 - (3 * 9,330) = 9,586$$

Selanjutnya besar rata-rata proses hasil prediksi ini akan dibandingkan dengan kondisi hasil eksperimen yang memakai *setting* awal, seperti yang tercantum pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Percobaan Pada *Setting* Awal

n sample	Nilai rata-rata ketidakrataan benang	Standar Deviasi
20	9,907	0,37067641

Adapun uji hipotesa yang dilakukan adalah sebagai berikut:

$$H_0: \mu = \mu_0$$

$$H_1: \mu \neq \mu_0$$

di mana μ adalah rata-rata dengan *setting* awal, dan μ_0 adalah rata-rata hasil prediksi.

H_0 akan ditolak apabila $t_0 < -t_{\alpha, v}$.

$$t_0 = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}} = \frac{9,907 - 9,586}{0,37067641/\sqrt{20}}$$

$$t_0 = -8,191998$$

Nilai t_0 lebih kecil daripada nilai $-t_{\alpha, v}$, yang besarnya -1,729 (untuk $\alpha = 5\%$). Jadi, dapat disimpulkan ada cukup bukti untuk menolak bahwa $\mu = \mu_0$. Dengan kata lain, hasil prediksi lebih baik dari hasil eksperimen yang memakai *setting* awal perusahaan. Selanjutnya, eksperimen verifikasi dilakukan karena hasil prediksi memang menunjukkan adanya perbaikan. Hasil dari eksperimen verifikasi dengan *setting* yang optimal juga disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil percobaan konfirmasi

n sample	Nilai rata-rata ketidakrataan benang	Standar Deviasi
20	9,5935	0,33804438

Uji hipotesa untuk membandingkan hasil prediksi dengan hasil eksperimen memakai *setting* optimal adalah sebagai berikut:

$$H_0: \mu = \mu_0$$

$$H_1: \mu \neq \mu_0$$

di mana μ adalah rata-rata hasil eksperimen memakai *setting* optimal, dan μ_0 adalah rata-rata hasil prediksi. H_0 akan ditolak apabila $|t_0|$

$> t_{\alpha/2, v}$.

$$t_0 = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}} = \frac{9,5935 - 9,586}{0,33804438/\sqrt{20}}$$

$$t_0 = 0,105835$$

Harga $t_{\alpha/2, v}$ adalah sebesar 2,093 untuk $\alpha = 5\%$. Jadi, dapat disimpulkan tidak ada perbedaan antara hasil prediksi dengan rata-

rata hasil eksperimen memakai *setting* optimal. Atau, dengan kata lain hasil eksperimen memakai *setting* optimal menunjukkan apa yang diprediksikan memang tercapai.

IV. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. *Setting* optimal yang dapat menurunkan nilai ketidakrataan benang adalah:
 - Beban *front top roller* 10 kg
 - Diameter *front top roller* 28,5 mm
 - *Roller gauge* 44 x 62 mm
 - *Tensor gauge* 6,4 mm
2. Dengan *setting* optimal nilai ketidakrataan benang turun 3,905 % dibandingkan dengan eksperimen memakai *setting* awal.

Daftar Pustaka

- Bagchi, Tapan P., (1993). *Taguchi Method Explained: Practical Steps to Robust Design*. New Delhi: Prentice Hall.
- Didik, W. (2006). *Studi kasus optimasi proses sizing benang di PT.XYZ* : Jurnal ilmiah Universitas kristen petra, Surabaya
- Irwan, S. (2009). *Desain eksperimen dengan metode Taguchi*. Jakarta.: Penerbit Graha Ilmu,
- Pawitro dkk. (1975). *Teknologi Pemintalan Bagian Kedua: ITT Bandung*
- SNI 08-0269-1989, *Cara uji kekuatan tarik benang kapas* : Badan Standarisasi nasional.
- Wibowo, M. (1974). *Evaluasi Tekstil Bagian Fisika: ITT Bandung*
- W-Klien. (1983). *A Pratical guide to ring spinning ,Short staple fiber series* : Volume 4
- Zinser. (1995). *Hand Manual Book For Ring Frame Machine: Zinser Germany*