

## PENENTUAN SETTINGPARAMETER MESIN PRODUKSI BENANG SILKRA DENGAN METODE TAGUCHI UNTUK MENCAPAI TARGET KUALITAS DI PT. ASIA PACIFIC FIBERS, Tbk

Nurwidiana<sup>1</sup> Brav Deva Bernadhi<sup>2</sup>·Astin Yuliyanti<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang

email: <sup>1</sup> nurwidiana@unissula.ac.id, <sup>2</sup> [deva@unissula.ac.id](mailto:deva@unissula.ac.id), <sup>3</sup> astinyuliyanti@std.unissula.ac.id

### Abstrak

Benang Silkra merupakan salah satu produk PT. Asia pacific fibers, Tbk yang dibuat dengan sistem *make to order*. Di tahun 2016 diterapkan inovasi baru teknologi pembuatan benang silkra Pada lini produksi baru tersebut diperlukan penentuan setting parameter mesin untuk mendapatkan hasil produksi sesuai standar kualitas yang telah ditetapkan. Terdapat 8 karakteristik kulaitas produk benang silkra. Diantara 8 kriteria tersebut denier merupakan karakteristik kualitas yang sulit terpenuhi targetnya, karena perusahaan belum menemukan setting mesin yang tepat untuk mencapai nilai denier yang ditargetkan. Penelitian ini menggunakan metode taguchi untuk mendapatkan setting parameter mesin yang optimal. Terdapat 3 faktor terkendali dengan masing-masing 2 level sehingga digunakan, matriks ortogonal array  $L_4(2^3)$ . Setelah di lakukan percobaan hasil di uji di laboratorium. Dari hasil percobaan diperoleh Setting parameter yang optimal yaitu Frekuensi Gear Pump pada nilai 38.3 Hz, Winding Speed pada nilai 3126 meter/menit, dan Temperature Downtherm Boiler pada nilai 296 °C. Setelah dilakukan percobaan konfirmasi, memberikan hasil rata-rata denier yang tidak berbeda dengan hasil percobaan yaitu pada nilai denier 81,16. Mendekati nilai target yaitu 81. Hal ini menunjukkan dengan metode Taguchi mampu menghasilkan setting parameter yang optimal untuk mencapai nilai denier yang ditargetkan

**Kata kunci : Benang silkra, Denier,Setting , Parameter, Taguchi,**

### 1. PENDAHULUAN

PT. Asia pacific fibers, Tbk memproduksi 2 jenis benang berdasarkan proses produksinyayaitu benang regular (*Regular Polyester Yarns*) dan benang spesial (*Speciality Fillament Yarns*). Benangregular merupakan benang yang dihasilkan dengan sistem produksi *Make to Stock*, sedangkan benang spesial merupakan merupakan benang yang dihasilkan dengan sistem produksi *Make to Order*. Benang Silkra merupakan salah satu jenis produk *Make to Order* yang dihasilkan dengan cara *Doubling* atau penggabungan benang *Partially Oriented Yarn* (POY) dan benang *Spin Draw Yarns* (SDY) melalui proses *Spinning*. Karena proses pembuatan benang silkra memerlukan waktu yang sangat lama maka pada tahun 2016 dikembangkan teknologi baru untuk mempersingkat waktu produksi.

Karena adanya proses baru untuk proses produksi benang silkra, maka diperlukan penentuan setting parameter untuk keberhasilan proses produksi. Setting parameter merupakan penyetelan nilai-nilai parameter dalam produksi(seperti *temperatur, pressure, speed, frekuensi*, dan lain-lain). untuk memenuhi standar kualitas yang sudah ditargetkan. Pada umumnya benang polyester memiliki 8 kualitas yang harus memenuhi standar yaitu *Denier* (gr/9000m), *Elongation* (%), *Tenacity*, *Uster* (%), *Uster<sub>1/2</sub>Ineret* (%), *BWS* (*Boil Water Shringkage*), *Knot /m*, *OPU*(*Oil Pick UP*). Kualitas utama dari kedelapan kualitas tersebut yaitu denier. Denier merupakan perbandingan antara panjang dan berat benang yang menyatakan tingkat kehalusan benang. (Sidik, 2103). Selama ini untuk mencapai nilai target denier sangatlah susah dibandingkan 7 kualitas yang lain, ke tujuh kualitas selain denier sangat mudah untuk mencapai target yang diinginkan, dan tidak berpengaruh besar jika angka kurang mencapai target, dan berbeda dengan denier yang jika satu nilai lebih atau

pun kurang dari target maka akan mempengaruhi ke tujuh kualitas dan mempengaruhi hasil fisik gulungan.

Benang silkra yang diproduksi pada lini baru tersebut adalah tipe 81/48. Dimana karakteristik kualitas yang ditargetkan adalah denier pada nilai 81. Permasalahan yang ada saat ini yaitu sulit tercapainya nilai kualitas denier sesuai target. Disadari bahwa kualitas hasil produksi sangat dipengaruhi oleh faktor terkendali, maupun faktor tidak terkendali. Faktor terkendali merupakan faktor yang mempengaruhi hasil produksi dimana nilai-nilainya dapat dikeendalikan (diubah-ubah) untuk mendapatkan hasil terbaik. Sedangkan faktor tidak terkendali adalah faktor yang mempengaruhi hasil produksi, namun nilainya tidak dapat dikendalikan (diubah-ubah). Maka diperlukan satu penelitian untuk mendapatkan pengaturan nilai-nilai faktor terkendali untuk memberikan hasil optimal dan tidak terpengaruh oleh kondisi faktor tidak terkendali. Untuk mencari kombinasi nilai-nilai parameter mesin pada benang silkra agar menghasilkan nilai kualitas denier seperti yang di targetkan, akan digunakan metode taguchi. Metode Taguchi merupakan suatu sistem dalam rekayasa kualitas yang mempertimbangkan penghematan biaya eksperimen dengan menerapkan konsep-konsep rekayasa dan statistik. Metode Taguchi termasuk salah satu metode dalam *offline quality control* untuk mendesain proses dan produk yang robust. (Belavendram, 1995).

”

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode eksperimental. Metodologi penelitian melalui beberapa tahap dan setiap tahap akan dijelaskan melalui langkah-langkah yang diambil.

### 2.1. Tahap Penelitian Pendahuluan

Pada tahap ini dilakukan studi lapangan untuk mengetahui permasalahan yang ada sehingga dapat membuat suatu rumusan dan batasan permasalahan. Selanjutnya dilakukan studi literatur untuk menemukan metode yang tepat dalam memecahkan masalah yang dirumuskan. Materi yang dipelajari adalah konsep metode taguchi. Metode taguchi digunakan untuk langkah-langkah dalam melakukan percobaan.

### 2.2. Pengumpulan Data

Dilakukan pengumpulan dengan teknik wawancara dan pengamatan langsung, untuk mendapat informasi yang diperlukan guna penyelesaian masalah dengan metode taguchi, yaitu

- Identifikasi karakteristik kualitas benang denier, langkah ini meliputi penentuan karakteristik kualitas yang akan diukur dan sistem pengukurannya.
- Penentuan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas, yang dibedakan menjadi faktor terkendali dan faktor tidak terkendali.
- Penentuan pengaturan tingkat/level faktor terkendali, penetapan penentuan tingkat didasarkan pada kemampuan operasional saat ini oleh perusahaan dan kemungkinan perubahan untuk membuat hasil eksperimen sedekat mungkin dengan kenyataan.

### 2.3. Pengolahan dan analisa data

Pengolahan data dilakukan untuk mendapatkan setting level parameter optimal agar menghasilkan produk dengan kualitas sesuai target. Digunakan metode taguchi dengan langkah-langkah sebagai berikut

- Penentuan susunan *orthogonal array* sesuai dengan jumlah faktor dan jumlah level yang dilibatkan dalam percobaan.
- Pelaksanaan eksperimen sesuai struktur ortogonal array yang telah dibuat
- Pengolahan data hasil percobaan yaitu menghitung rata-rata dan standar deviasi
- Analisis hasil, pada bagian ini dianalisa perhitungan hasil percobaan meliputi :
  - Analisis statistik terhadap skor rata-rata: untuk mencari faktor-faktor yang mempengaruhi nilai rata-rata respon serta untuk mengetahui setting level optimal yang dapat meminimalkan deviasi rata-rata.
  - Analisis statistik Nilai S/N Ratio: untuk mencari faktor-faktor yang berkontribusi terhadap pengurangan varians karakteristik kualitas ( variabel respon ).

- Menentukan Setting Tingkat Optimal : menggunakan proses optimasi dua tahap dalam mengoptimalkan karakteristik kualitas, yaitu mengurangi varians dan menetapkan target sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

#### 2.4. Eksperimen Konfirmasi

Percobaan konfirmasi dilakukan untuk menguji nilai prediksi setting faktor tingkat di bawah kondisi optimal. Jika hasil percobaan konfirmasi dapat menguji hasil prediksi, maka setting level untuk kondisi optimal dapat disimpulkan bahwa memenuhi persyaratan dalam percobaan.

- #### 2.5. Kesimpulan dan saran, berisi hal-hal yang dapat disimpulkan dari pengolahan yang telah dilakukan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi, serta menetapkan parameter optimal untuk mengetahui kualitas benang denier.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Gambaran umum Proses

Proses pembuatan benang silkra secara umum melalui 3 tahap yaitu 1) Proses *dryer* pengeringan bahan baku, 2) Proses *melting* yaitu pelelehan bahan baku dan 3) proses *Take up*, penarikan dan penggulungan bahan baku. Sedangkan kualitas hasil produksi di lihat dari nilai 8 kriteria kulaitas yaitu denier, tenacity, elongation, uster, uster  $\frac{1}{2}$  inneret, BWS (*Boil Water shrinkage*), OPU (*Oil Pick Up*) dan Knot. Diantara 8 kriteria tersebut Denier merupakan kriteria utama dalam kulaitas, Tinggi rendahnya nilai denier akan mempengaruhi kualitas secara keseluruhan. Pada proses produksi benang silkra 81/48 maka dikehendaki nilai denier sebesar 81 namun selama ini belum bisa tercapai.

#### 3.2. Identifikasi Karakteristik Kualitas

Kriteria kulaitas yang dituju adalah nilai denier sesuai dengan target nilai yaitu pada angka 81. Oleh karena itu maka karakteristik kualitas yang diukur adalah kualitas Denier dengan karakteristik yang digunakan adalah *Nominal the Best*.

#### 3.3. Penentuan Faktor Berpengaruh

Faktor berpengaruh terbagi menjadi 2 yaitu faktor terkendali dan faktor tidak terkendali. Faktor terkendali merupakan faktor yang nilainya dapat di kendalikan sedangkan faktor tidak terkendali merupakan faktor yang bersifat tiba-tiba dan tidak dapat dikendalikan faktor penyebabnya. Identifikasi kedua faktor ini dilakukan melalui wawancara dengan hasil :

##### 1. Faktor Terkendali

###### a. *Frequensi Gear Pump*

*Gear pump* merupakan mesin pemompa dalam proses *melting* atau pelelehan chips. Pada proses pencetakan fillamen *Frequensi Gear Pump* mempengaruhi besar kecilnya denier yang akan di hasilkan. Nilai setting *Frequensi Gear Pump* ada 2 yaitu 37,8 Hz dan 38,3 Hz.

###### b. *Winding Speed*

*Winding speed* merupakan setting kecepatan penggulungan *fillamen* untuk di satukan menjadi sebuah benang panjang, Kecepatan harus disesuaikan dengan parameter benang yang diminta, jika terlalu cepat maka benang akan tertarik lebih panjang dari hasil yang diinginkan, begitu juga sebaliknya jika kecepatannya terlalu rendah. Nilai setting *Winding Speed* ada 2 yaitu 3126 meter/menit dan 3125 meter/menit.

###### c. *Temperature Downtherm Boiler*

Merupakan pengaturan suhu pemanasan bahan bakun (chip) pada proses *melting*. Suhu panas dalam pelelehan polimer harus di jaga karena pelelehan polimer merupakan kesuksesan awal dalam terbentuknya benang. Jika pemanasan terlalu rendah karena akan mengakibatkan polimer tidak meleleh dengan sempurna atau terlalu keras. Dan jika suhu terlalu panas melebihi batas normal pelelehan maka polimer akan terlalu encer. Polimer yang di hasilkan harus benar-benar sesuai dengan ketentuan agar nantinya hasil dari Denier bisa dikatakan optimal. Nilai setting *Temperature Downtherm Boiler* ada 2 yaitu 297 °C dan 296 °C.

##### 2. Faktor Tidak Terkendali

###### a. Suhu Lingkungan

Suhu lingkungan mempengaruhi mesin-mesin yang memiliki tekanan panas seperti mesin peleleh chip menjadi polimer akan ikut bertambah suhunya yang nantinya akan menyebabkan terlalu encernya polimer yang di hasilkan. Dan sebaliknya jika suhu luar sangat dingin bisa menyebabkan suhu saat pemanasan polimer ikut turun yang mengakibatkan polimer kental dan cepat mengeras.

- b. Pemadaman Listrik  
 Terjadinya pemadaman listrik sehingga mesin berhenti beroperasi, dan akan mengakibatkan kerugian seperti gagalnya proses produksi dimana pada proses pelelehan chips menjadi polimer.
- c. Kerusakan Mesin  
 Mesin yang rusak bisa menyebabkan masalah seperti putusnya sambungan benang, gulungan jelek, standar kualitas tidak terpenuhi.

### 3.4. Penentuan setting level faktor dan Penentuan Ortogonal Array

Penentuan setting level faktor didasarkan pada batasan operasional yang dilakukan saat ini oleh perusahaan dan perubahan masih mungkin agar hasil eksperimen sedekat mungkin dengan kenyataan. Faktor dan level faktor disajikan pada table 1. Dengan melibatkan 3 faktor masing-masing 2 level, maka matrik ortogonal yang digunakan adalah  $L_4(2^3)$ .

**Tabel 1** Setting level Faktor

Kode	Faktor	Satuan	Level	
			1	2
A	Frekuensi gear pump	Hz	37,8	38,3
B	Winding Speed	m/sc	3126	3125
C	Temperature Downtherm Boiler	°C	297	296

**Tabel 2.** Ortogonal Array  $L_4(2^3)$ .

Eksperimen	Level Faktor		
	A	B	C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

Dengan menggunakan matriks *orthogonal array*  $L_4(2^3)$  ini maka jumlah eksperimen yang harus dijalankan adalah empat kali dengan replikasi masing-masing eksperimen empat kali. Replikasi dilakukan untuk mengurangi tingkat kesalahan eksperimen Serta meningkatkan ketelitian data percobaan. Sehingga yang dibutuhkan untuk eksperimen sebanyak 16.

### 3.5. Pelaksanaan eksperimen

Eksperimen ini dilaksanakan dengan setting parameter berdasarkan matriks ortogonal array, tiap eksperimen dilakukan empat kali percobaan. Tiap eksperimen diukur nilai denier yang dihasilkan.

**Tabel 3.** Hasil eksperimen Taguchi

Eksperimen	Faktor terkendali			Nilai Denier (gram/9000m)			
	A	B	C	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Rep 4
1	1	1	1	80,66	80,76	80,25	80,71
2	1	2	2	80,41	80,51	80,81	80,74
3	2	1	2	80,61	80,99	81,75	81,21
4	2	2	1	80,65	80,55	80,92	80,84

### 3.6. Pengolahan data hasil eksperimen

Untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang signifikan berpengaruh terhadap nilai kualitas Denier diperlukan analisa dan pengolahan data eksperimen dengan menggunakan perhitungan nilai mean dan ditransformasikan ke bentuk rasio S/N Ratio. Berikut contoh perhitungan nilai rata-rata dan S/N Ratio :

- a. Perhitungan Nilai rata-rata

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i = \frac{1}{4} (80,66 + 80,76 + 80,25 + 80,71) = 80,595$$

b. Perhitungan Standar Deviasi

$$\sigma = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2 \sigma = \frac{1}{4} ((80,66 - 80,595)^2 + (80,76 - 80,595)^2 + (80,25 - 80,595)^2 + (80,71 - 80,595)^2) = 0,234$$

c. Perhitungan Nilai S/N Ratio

$$\eta = 10 \text{Log}_{10} \left( \frac{\mu^2}{\sigma^2} \right) = 10 \text{Log}_{10} \left( \frac{80,595^2}{0,234^2} \right) = 50,757$$

**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Mean, standar deviasi dan SNR

NO	1	2	3	4	$\mu$	$\sigma$	SNR
1	80,66	80,76	80,25	80,71	80,595	0,234	50,757
2	80,41	80,51	80,81	80,74	80,618	0,189	52,619
3	80,61	80,99	81,75	81,21	81,140	0,476	44,628
4	80,65	80,55	80,92	80,84	80,740	0,170	53,538

### 3.7. Melakukan Analisis Statistik terhadap Nilai Rata-rata

Taguchi menggunakan *analysis of means* untuk mencari faktor-faktor yang mempengaruhi nilai rata-rata respon. *Analysis of means* merupakan metode yang digunakan untuk mencari *setting level* optimal yang dapat meminimalkan penyimpangan nilai rata-rata. Langkah-langkah dalam perhitungan analisis variansi (*mean*) yaitu:

a. Menghitung nilai rata-rata.

Nilai rata-rata diambil dari semua hasil data percobaan eksperimen yaitu sebanyak 16.

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum y = \frac{1}{16} (80,66 + 80,41 + 80,61 + 80,65 + \dots + 80,84) = 80,773$$

b. Menghitung nilai rata-rata setiap level faktor

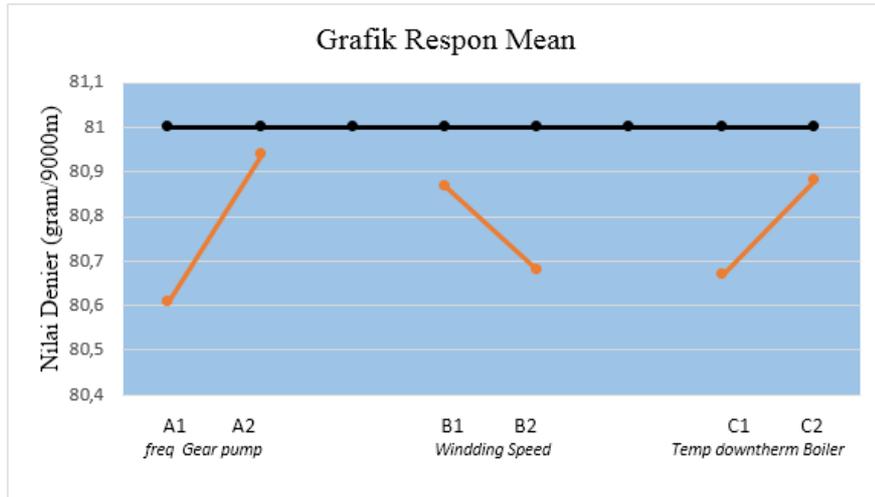
Contoh perhitungan nilai rata-rata faktor A level 1 sebagai berikut

$$A1 = \frac{1}{2} (80,595 + 80,618) = 80,606$$

c. Membuat *response table* dan *response graph* untuk nilai rata-rata

**Tabel 5.** Respon Rata-rata dari Pengaruh Faktor

	A	B	C
Level 1	80,606	80,868	80,668
Level 2	80,940	80,679	80,879
Perbedaan	0,334	0,189	0,211
Rank	1	3	2
Optimum	A2	B1	C2



Dari table respon mean, kombinasi level faktor optimum dicapai pada nilai rata-rata yang mendekati nilai batas denier yang ditentukan yaitu 81, karena standar kualitas *nominal the best*, yaitu faktor A2, B1, dan C2.

d. Analisis Varansi nilai rata-rata

Berikut perhitungan Analisis of Varian (ANOVA):

- ST (Jumlah kuadrat total)

$$ST = \sum y^2 = 80,6^2 + 80,41^2 + 80,61^2 + 80,65^2 \dots + 80,84^2 = 104390,568$$

- Sm (Jumlah kuadrat rata-rata)

$$Sm = n \times \bar{y}^2 = 16 \times 80,773^2 = 104388,764$$

- Menghitung *sum of squares due to factors (untuk faktor A)*

$$SA = n_{A1} \times \bar{A1}^2 + n_{A2} \times \bar{A2}^2 - Sm = 8 \times 80,606^2 + 8 \times 80,940^2 - 104388,764 = 0,446$$

- Menghitung *sum of squares due to error*

$$Se = ST - Sm - SA - SB - SC = 104390,568 - 104388,764 - 0,446 - 0,0143 - 0,179 = 1,037$$

- Menentukan derajat bebas sumber-sumber variansi,

$$\text{Misal, faktor A: } v_A = \text{jumlah level} - 1 = 2 - 1 = 1$$

- *Mean sum of square*

$$\text{Misal faktor A: } Mq_A = \frac{S_{qA}}{v_A} = 0,446/1 = 0,446$$

- *F-rasio*

$$\text{Misal faktor A: } F\text{-rasio} = \frac{Mq_A}{V_e} = 0,446/0,086 = 5,154$$

- *Pure sum of squares*

$$\text{Misal faktor A: } SA' = SA - v_A \cdot V_e = 0,446 - (1 \cdot 0,086) = 0,359$$

- *Percent contribution*

Misal faktor A :

$$\rho_A = \frac{SA'}{St} \times 100\% = 0,359 / 1,804 \times 100\% = 20\%$$

- *Pure sum of squares untuk error*

$$Se' = St - SA' - SB' - SC' = 1,804 - 0,359 - 0,056 - 0,092 = 1,297$$

- *Percent contribution untuk error*

$$\rho_e = \frac{Se'}{St} \times 100\% = 1,297 / 1,804 \times 100\% = 71\%$$

**Tabel 6.** Analisis Varian (mean) sebelum pooling up

Sumber	SS	Df	MS	F-Ratio	SS'	F table
Faktor A	0,446	1	0,446	5,154	0,359	4,75
Faktor B	0,143	1	0,143	1,648	0,056	4,75
Faktor C	0,179	1	0,179	2,065	0,092	4,75

Error	1,037	12	0,086	1,000	1,297	4,75
St	1,804	15	0,120			
Sm	104388,764	1				
ST	104390,568	16				

Selanjutnya dilakukan pooling up terhadap faktor-faktor yang memiliki nilai F hitung terkecil, dari anava diatas yang dapat di pooling up adalah faktor B :

**Tabel 7.** Analisis variansi (mean) setelah pooling up

Sumber	SS	Df	MS	F-Ratio	SS'
Faktor A	0,446	1	0,446	4,909	0,355
Faktor C	0,179	1	0,179	1,967	0,088
Error	1,180	13	0,091	1,000	1,361
St	1,804	15	0,120		
Sm	104388,764	1			
ST	104390,568	16			

Pada perhitungan diatas, diantara tiga faktor yaitu *Frekuensi Gear Pump*, *Windding Speed dan Temperature Downtherm Boiler*, faktor yang paling signifikan terhadap nilai denier yaitu faktor A (*Frekuensi Gear Pump* ). Nilai Pengaruh *Frekuensi Gear Pump* dapat dilihat dari perbandingan antara nilai *F-ratio* dengan nilai *F* tabel pada tabel *analysis of variance (mean)*. Nilai *F-ratio* lebih besar dari nilai *F* tabel maka dapat disimpulkan bahwa faktor tersebut berpengaruh secara signifikan terhadapprata-rata nilai kualitas denier.

### 3.8.Melakukan Analisis Statistik terhadap Nilai Signal to Noise Ratio(S/N Ratio)

Taguchi menggunakan *analysis of signal to noise Ratio* untuk mencari faktor-faktor yang memiliki kontribusi pada pengurangan variansi suatu karakteristik kualitas (variabel respon). Karakteristik kualitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitas Denier, dimana nilai yang di cari yaitu harus sesuai dengan nilai yang sudah ditargetkan atau mendekati nilai tersebut, sehingga *S/N Ratio* yang digunakan adalah *nominal the best*. Langkah-langkah perhitungan *signal to noise Ratio (S/N Ratio)*, sebagai berikut:

- Menghitung nilai rata-rata *signal to noise Ratio* setiap level factor

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum y = \frac{1}{4} (50,757 + 52,619 + 44,628 + 53,538) = 50,386$$

- Menghitung nilai rata-rata *signal to noise Ratio* setiap level factor

Contoh Perhitungan untuk Faktor A Level 1 (A1)

$$A1 = \frac{1}{2} (50,757 + 52,619) = 51,688$$

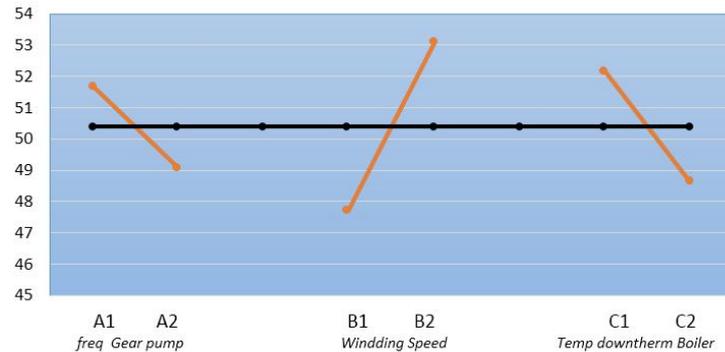
- Membuat *response table* dan *response graph* untuk *S/N Ratio*

Membuat *response table* dengan menghitung perbedaan nilai rata-rata *S/N Ratio* respon antar level suatu faktor kemudian mengurutkan perbedaan level faktor-faktor dari yang terbesar sampai yang terkecil.

**Tabel 8** Respon *S/N Ratio*

	A	B	C
Level 1	51,688	47,693	52,147
Level 2	49,083	53,078	48,624
Selisih	2,605	5,386	3,524
Optimum	A2	B1	C2

Grafik Respon *S/N Ratio*



Dari table respon *S/N Ratio*, kombinasi level faktor optimum dicapai pada nilai rata-rata yang yang mendekati nilai rata-rata *S/N Ratio* keseluruhan karena karakteristik kualitas *nominal the best*, yaitu faktor A2,B1 dan C2.

d. Analisis of Varians terhadap nilai *S/N*

Berikut perhitungan Analisis Varian :

- Hipotesis

$$H_0 : \mu = 81 ; H_1 : \mu < 81$$

- Kriteria Pengujian

Ho diterima jika :  $t_{hitung} > t_{tabel}$  ; Ho ditolak jika :  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$

- ST (Jumlah kuadrat total)

$$ST = \sum y^2 = 50,757^2 + 52,619^2 + 44,628 + 53,538^2 = 10203,018$$

- Sm (Jumlah kuadrat rata-rata)

$$Sm = n \times \bar{y}^2 = 4 \times 50,536^2 = 10154,808$$

- Menghitung *sum of squares due to factors*

Contoh *Sum of square* deviasi dari target untuk faktor A

$$SS_A = n_{A1} \times \bar{A1}^2 + n_{A2} \times \bar{A2}^2 - Sm = 2 \times 51,668^2 + 2 \times 49,083^2 - 10154,808 = 6,786$$

- Menghitung *sum of squares due to error*

$$SS_e = ST - Sm - SS_A - SS_B - SS_C = 10203,018 - 10154,808 - 6,786 - 29,008 - 12,416 = 0$$

- *Mean sum of square*

$$\text{Mean sum of square faktor A ; } MS_A = \frac{SS_A}{Df_A} = 6,786/1 = 6,786$$

- *F-Ratio*

$$\text{Misal faktor A : } F\text{-Ratio} = \frac{MS_A}{MS_e} = 6,786/0 = 0$$

- *Pure sum of squares*

$$\text{Misal fator A : } SS_i^f = SS_i - (Df_i \times MS_e) = 6,786 - (1 \times 0) = 6,786$$

- Tabel F

$$v_1 = v \text{ dari faktor A/B/C} = 1; v_2 = v \text{ dari Error} = 12$$

$$F_{(0,05;V_1; df_2)} = F_{(0,05;1;12)} = 4,75$$

**Tabel 9.** Analisis variansi (*S/N Ratio*) sebelum pooling up

Sumber	SS	Df	MS	F-Ratio	SS'	F table
Faktor A	6,786	1	6,786	0,000	6,786	4,75
Faktor B	29,008	1	29,008	0,000	29,008	4,75
Faktor C	12,416	1	12,416	0,000	12,416	4,75
Error	0,000	12	0,000	0,000	0,000	4,75
St	48,210	15	3,214			
Sm	10154,808	1				
ST	10203,018	16				

Selanjutnya dilakukan pooling up terhadap faktor-faktor yang memiliki  $M_q$  terkecil, dari anava diatas yang dapat di pooling p adalah faktor A :

**Tabel 10** Analisis variansi (*S/N Ratio*) setelah pooling up

Sumber	SS	Df	MS	F-Ratio	SS'
Faktor B	29,008	1	29,008	9,026	28,486
Faktor C	12,416	1	12,416	23,785	11,894
Error	6,786	13	0,522	1,000	7,830
St	48,210	15	3,214		
Sm	10154,808	1			
ST	10203,018	16			

Pada Analisis variansi menunjukkan tiga faktor yaitu *Frekuensi Gear Pump*, *Winding Speed* dan *Temperature Downtherm Boiler* mempengaruhi hasil kualitas denier. Dimana nilai dapat dilihat dari perbandingan antara nilai *F-ratio* dengan nilai *F* tabel pada tabel *analysis of variance (mean)*. Nilai *F-ratio* lebih besar dari nilai *F* tabel maka dapat disimpulkan bahwa pada perhitungan rata-rata ketiga faktor tersebut berpengaruh secara signifikan terhadap nilai kualitas denier.

### 3.9. Penentuan Setting Parameter optimum

Memperhatikan hasil perhitungan *analysis of mean* dan *analysis of signal to noise ratio* untuk memilih nilai rata-rata dan nilai *SNR* yang mendekati nilai target masing-masing levelnya, maka penentuan *setting level* terbaik diprioritaskan pada level-level faktor yang mempunyai pengaruh yang besar dalam menaikkan rata-rata dan mengurangi variansi karakteristik kualitas. Sehingga pemilihan *setting level* terbaiknya seperti pada tabel dibawah ini :

**Tabel 11.** Setting Level Optimal

No	Kode Faktor	Level	Nilai
1	A	2	38,3 Hz
2	B	1	3126 meter/menit
3	C	2	296°C

### 3.10. Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen ini bertujuan untuk membuktikan hal yang di dapat sebelumnya. Pada eksperimen konfirmasi, faktor dan level ditetapkan seperti faktor dan level pada kondisi optimal yaitu faktor A2, B1 dan C2. Untuk konfirmasi di ambil 4 kali percobaan.

**Tabel 12.** Hasil Percobaan Konfirmasi

Percobaan	1	2	3	4	Rata-rata	Stdev	S/N Ratio
Hasil	80,63	81,3	80,89	80,97	80,94	0,276	49,345

Hasil Eksperimen konfirmasi tersebut harus berada dalam interval kepercayaan konfirmasi. Interval kepercayaan rata-rata untuk eksperimen konfirmasi adalah sebagai berikut :

a. Rata rata

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum y = \frac{1}{4} (80,63 + 81,3 + 80,89 + 80,97) = 80,948$$

b. Perhitungan nilai Variansi :

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum (y - \mu)^2$$

$$= \frac{1}{4-1} ((80,63-80,984)^2 + (81,3-80,984)^2 + (80,89-80,984)^2 + (80,97-80,984)^2) = 0,0763$$

c. Standart deviasi

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = 0,276$$

d. S/N Ratio

$$\eta = 10 \log_{10} \left( \frac{\mu^2}{\sigma^2} \right)$$

$$\eta = 10 \log_{10} \left( \frac{80,948^2}{0,276^2} \right)$$

$$\eta = 49,345$$

Untuk merancang usulan (A, B dan C) besar prediksi proses adalah :

$$\mu_{prediksi} = (\bar{A}_2 + \bar{B}_1 + \bar{C}_2) - (2 \times \bar{y}) = (80,940 + 80,868 + 80,879) - (2 \times 80,773)$$

$$= 81,141$$

Setelah diketahui hasil prediksinya, percobaan konfirmasi dilakukan untuk membuktikan apakah prediksi hasil tersebut bias tercapai. Untuk membandingkan hasil konfirmasi dengan prediksi respon, dilakukan uji hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \mu = \mu_0, H_1 : \mu \neq \mu_0$$

Dimana :

$$\mu = \mu \text{ Verifikasi ; } \mu_0 = \mu \text{ prediksi} = 81,141$$

Syarat penolakan  $H_0$  adalah  $|t_{hitung}| > t_{a,db}$

$$t_{hitung} = \frac{|\bar{y} - \mu_0|}{s/\sqrt{n}} = \frac{|80,948 - 81,141|}{0,276/\sqrt{4}} = 0,494 \text{ untuk } \alpha = 5\% \text{ dan } df = 16-1 = 15$$

$$t_{0,025;15} = 2,131 \quad ; \quad |t_{hitung}| < t_{\alpha/2,db}; 0,494 < 2,131$$

Hasil eksperimen konfirmasi menunjukkan bahwa *setting level* optimal dapat diterima. Hal ini dapat diketahui dari Perhitngan  $T_{hitung}$ . Karena karakteristik kualitasnya yaitu *Nominal The best* maka Syarat penolakan  $H_0$  adalah  $t_{hitung} > t_{tabel}$ . Karena hasil  $t_{hitung}$  (0,494)  $< t_{tabel}$  (2,131) maka uji hipotesis pada eksperimen konfirmasi diterima dimana diketahui bahwa prediksi respon dan data hasil konfirmasi tidak berbeda jauh.

#### 4. KESIMPULAN

- Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas denier terdiri dari 2 jenis yaitu faktor terkendali dan faktor tidak terkendali. Faktor terkendali terdiri dari 3 faktor yaitu *Frequensi Gear Pump*, *Winding Speed* dan *Temperature Downtherm Boiler*. Sedangkan faktor tidak terkendali ada 3 faktor yaitu Suhu Lingkungan Yang Ekstrim, pemadaman listrik, kerusakan mesin.
- Masing-masing faktor terkendali memiliki 2 nilai yang bisa disebut sebagai level. Penggunaan level yang berbeda, memberikan hasil denier yang berbeda. Setting level parameter harus dilakukan pada faktor terkendali untuk mencapai nilai denier yang ditargetkan.
- Sesuai dengan jumlah faktor dan level faktor terkendali, maka dengan metode taguchi, digunakan matriks ortogonal array  $L_4(2^3)$  untuk melakukan eksperimen.
- Dari perhitungan hasil eksperimen diketahui setting level faktor yang optimal adalah *Frequensi Gear Pump* dengan nilai 38.3 Hz, *Winding Speed* dengan nilai 3126 meter/menit dan *Temperature Downtherm Boiler* dengan nilai 296°C.

- e. Dilakukan percobaan konfirmasi dengan menggunakan level faktor optimal yang telah ditetapkan, dan diperoleh hasil bahwa rata-rata nilai denier hasil percobaan konfirmasi tidak berbeda dengan nilai rata-rata hasil percobaan awal. Ini membuktikan setting level parameter yang ditetapkan mampu memberikan nilai kualitas denier yang ditargetkan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Belavendram. 1995. *Quality by Design: Taguchi Techniques for Industrial Experimentation*. Prentice Hall, London.
- Sidik. 2013. Penomoran Benang.  
<http://sidikamir21.blogspot.co.id/2013/03/proses-pembuatan-benang.html> Diakses 27 April 2017
- Soejanto. 2009. *Desain Eksperimen Dengan Metode Taguchi*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Yulianti A. 2016. Penentuan *Parameter Setting* Mesin 5 Pada Produksi Benang Silkra Tipe 81/48 Dengan Menggunakan Metode Taguchi Untuk Mencapai Nilai Kualitas Denier Yang Di Targetkan (Studi Kasus : Pt. Asia Pacific Fibers, Tbk ), Laporan tugas Akhir, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang