

## BAB. IV

### HASIL PENELITIAN

#### 4.1. Hasil.

Percobaan untuk mengoptimalkan nilai perubahan warna dan penodaan warna pada ketahanan luntur warna terhadap pencucian dilakukan berdasarkan keempat faktor yaitu Konsentrasi  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (A) , Konsentrasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (B) , Temperatur Proses ( C ) dan waktu Fiksasi (D). Banyaknya level yang dipakai dalam Penelitian ini sebanyak 3 (tiga) level. Oleh karena itu rancangan percobaan yang dipilih dalam Penelitian ini menggunakan  $L_9 (3^4)$  .

Kombinasi level faktor dari standar industri yang digunakan sebagai pembanding pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 4.1. Hasil pengujian nilai perubahan warna dan penodaan warna dari standar industri ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.1 Level faktor standar industri

<b>Faktor</b>	<b>Level</b>
1 A: <i>Konsentrasi <math>\text{Na}_2\text{SO}_4</math></i>	70 g/l
2 B: <i>Konsentrasi <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math></i>	10 g/l
3 C: <i>Temperatur Proses</i>	80 <sup>0</sup> C
4 D: <i>Waktu fiksasi</i>	60 menit

(Sumber : Anonim, Chloranyl H-E dyeis Cellulose Dyeing)

Tabel 4.2 Hasil uji Perubahan warna dan penodaan warna standar industri

Perubahan warna ( $\Delta\%R$ )	Penodaan warna ( $\%R$ )
3,01	130,70
3,12	130,69
3,17	130,68
$\bar{X} = 3,10$	$\bar{X} = 130,69$

Besarnya nilai perubahan warna dan penodaan warna pada pengujian ketahanan luntur warna terhadap pencucian, yang dihasilkan dari eksperimen dengan bervariasi konsentrasi  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ( A ) , Konsentrasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ( B ) , Temperatur Proses ( C ) dan Waktu Fiksasi ( D ) masing-masing 3 (tiga) level faktor pada Spectrophotometer CM – 3600 d dapat ditunjukkan pada tabel 4.3 dan 4.4. dibawah ini :

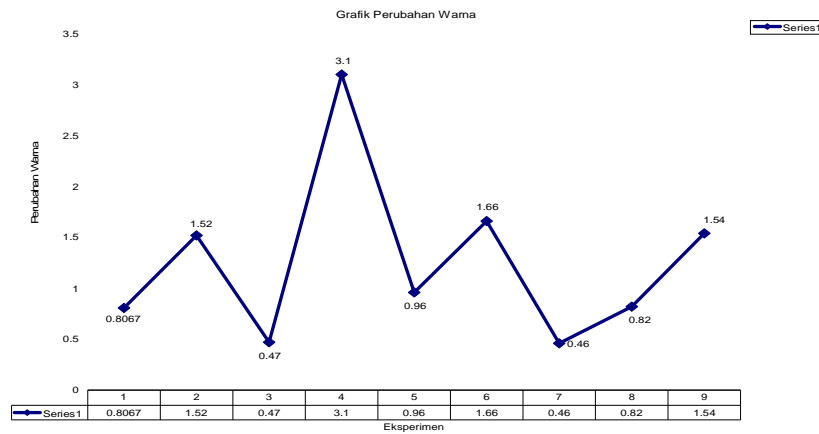
Tabel 4.3. Data Perubahan Warna

EKSP	Faktor				Perubahan Warna ( $\Delta\% R$ )			$\bar{X}$
	A	B	C	D	n1	n2	n3	
1.	1	1	1	1	0,67	0,78	0,97	0,80
2.	1	2	2	2	1,46	1,27	1,83	1,52
3.	1	3	3	3	0,48	0,46	0,47	0,47
4.	2	1	2	3	3,01	3,12	3,17	3,10
5.	2	2	3	1	0,98	0,94	0,96	0,96
6.	2	3	1	2	1,66	1,66	1,66	1,66
7.	3	1	3	2	0,46	0,46	0,46	0,46
8.	3	2	1	3	0,82	0,83	0,81	0,82
9.	3	3	2	1	1,55	1,54	1,55	1,54

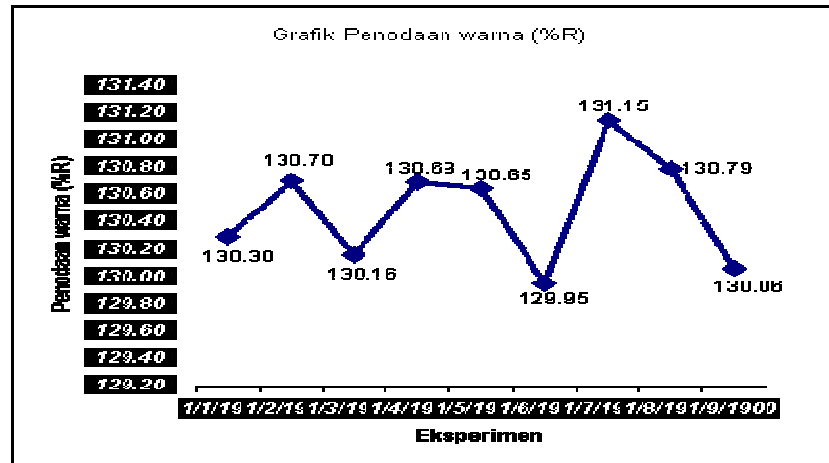
Tabel 4.4. Data Penodaan Warna

EKSP	Faktor				Penodaan Warna ( % R )			$\bar{X}$
	A	B	C	D	n1	n2	n3	
1.	1	1	1	1	129,40	130,20	131,30	130,30
2.	1	2	2	2	130,20	131,00	130,90	130,70
3.	1	3	3	3	130,16	130,17	130,15	130,16
4.	2	1	2	3	130,70	130,69	130,68	130,69
5.	2	2	3	1	130,65	130,66	130,64	130,65
6.	2	3	1	2	129,95	129,95	129,95	129,95
7.	3	1	3	2	131,15	131,15	131,15	131,15
8.	3	2	1	3	130,80	130,79	130,78	130,79
9.	3	3	2	1	130,06	130,05	130,07	130,06

Untuk menggambarkan hubungan antara eksperimen dengan nilai rata-rata respon perubahan warna ( $\Delta \% R$ ) dan rata-rata penodaan warna (%R kain putih pelapis) dapat ditunjukkan pada gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1 Hubungan antara eksperimen dengan nilai perubahan warna



Gambar 4.2 Hubungan antara eksperimen dengan nilai penodaan warna

Dari gambar 4.1 dan 4.2 tersebut menunjukkan, bahwa nilai perubahan warna ( $\Delta \% R$ ) terendah dicapai pada eksperimen ke 7 yaitu pada kombinasi level faktor **A3 B1 C3 D2**. Sedangkan nilai penodaan warna (%R kain putih pelapis) tertinggi dicapai juga pada eksperimen ke 7 dengan kombinasi level faktor **A3 B1 C3 D2**.

## 4.2. Pengolahan Hasil.

### 4.2.1. Uji Distribusi Normal

#### 4.2.1.1 Uji normalitas data perubahan warna

Dalam Penelitian ini, untuk pengujian normalitas data digunakan uji kolmogorov Smirnov.

## One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Perubahan warna
N		27
Normal Parameters a	Mean	1.2604
	Std Deviation	.79828
Most Extreme Differences	Absolute	.193
	Positive	.193
	Negative	-.158
Kolmogorov-Smirnov Z		1.002
Asymp. Sig. (2-tailed)		.268

a. Test distribution is Normal

Analisa :

Dari output (tabel) dapat dilihat bahwa jumlah data 27, rata-rata 1,2604; standar deviasi 0,79828; difference absolute 0.193, difference positive 0,193; difference negative -0,158; kolmogrov-sminov  $Z = 1,002$  dan signifikansi = 0,268

- Hipotesis

$H_0$  : Distribusi populasi perubahan warna normal

$H_a$  : Distribusi populasi perubahan warna tidak normal

- Kriteria Pengujian

- ✓ Jika signifikansi  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima

- ✓ Jika signifikansi  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak

- Kesimpulan

Dari tabel di atas terlihat bahwa nilai signifikansi  $> 0,05 \rightarrow (0,268 > 0,05)$ ,

maka  $H_0$  diterima. Artinya distribusi populasi perubahan warna normal.

## 4.2.1.2 Uji normalitas data penodaan warna

## One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Penodaan warna
N		27
Normal Parameters a	Mean	130.4944
	Std. Deviation	.47922
Most Extreme Differences	Absolute	.175
	Positive	.175
	Negative	-.175
Kolmogorov-Smirnov Z		.909
Asymp. Sig. (2-tailed)		.380

a. Test distribution is Normal

Analisa :

Dari output (tabel) dapat dilihat bahwa jumlah data 27, rata-rata 130,4944, standar deviasi 0,47922, difference absolute 0,175, difference positive 0,175, difference negative -0,175, kolmogorov-smirnov Z adalah 0,909 dan Signifikansi 0,380.

- Hipotesis

$H_0$  : Distribusi populasi penodaan warna normal

$H_a$  : Distribusi populasi penodaan warna tidak normal

- Kriteria Pengujian

Jika signifikansi  $> 0,05$ , maka  $H_0$  diterima

Jika signifikansi  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak

- Kesimpulan

Dari tabel di atas terlihat bahwa nilai signifikansi  $> 0,05 \rightarrow (0,380 > 0,05)$ ,

maka  $H_0$  diterima. Artinya distribusi populasi penodaan warna normal.

#### 4.2.2. Uji Homogenitas

##### 4.2.2.1 Uji homogenitas perubahan warna

Dalam penelitian ini, untuk pengujian homogenitas data digunakan uji Barlett.

Hipotesa :

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2$$

$H_1$  : paling sedikit satu tanda sama dengan tidak berlaku

Kriteria pengujian

Jika  $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak

Jika  $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima

$$s^2 = \{ \Sigma(n_i - 1) s_i^2 / \Sigma(n_i - 1) \}$$

$$s_1^2 = 0,6510; s_2^2 = 0,6865; s_3^2 = 0,7588$$

$$s^2 = \{ 8(0,6510) + 8(0,6865) + 8(0,7588) \} / (8+8+8)$$

$$s^2 = 0,6988$$

$$B = (\log s^2) \Sigma(n_i - 1)$$

$$B = (\log 0,6988)(24)$$

$$B = - 3,7355$$

$$\chi^2 = (\ln 10) \{ B - \Sigma(n_i - 1) \log s_i^2 \}$$

$$\chi^2 = (\ln 10) \{-3,7355 - (8 \log 0,6510 + 8 \log 0,6865 + 8 \log 0,7588)\}$$

$$\chi^2 = 0,0499$$

$$\chi^2_{0.05,8} = 15,5 \text{ (tabel distribusi } \chi^2 \text{)}$$

Kesimpulan : karena  $\chi^2 < \chi^2_{0.05,8}$ , ( $0,0499 < 15,5$ ), maka  $H_0$  diterima, artinya data perubahan warna homogen.

#### 4.2.2.2 Uji homogenitas data penodaan warna

Dalam penelitian ini, untuk pengujian homogenitas data digunakan uji Barlett.

Hipotesa :

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2$$

$H_1$  : paling sedikit satu tanda sama dengan tidak berlaku

Kriteria pengujian

Jika  $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak

Jika  $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima

$$s^2 = \{\Sigma(n_i - 1)s_i^2 / \Sigma(n_i - 1)\}$$

$$s_1^2 = 0,2824; s_2^2 = 0,1898; s_3^2 = 0,2278$$

$$s^2 = \{8(0,2824) + 8(0,1898) + 8(0,2278)\} / (8+8+8)$$

$$s^2 = 0,2333$$



$$B = (\log s^2) \sum (n_i - 1)$$

$$B = (\log 0,2333)(24)$$

$$B = - 15,1685$$

$$\chi^2 = (\ln 10) \{ B - \sum (n_i - 1) \log s_i^2 \}$$

$$\chi^2 = (\ln 10) \{ -15,1685 - (8 \log 0,2824 + 8 \log 0,1898 + 8 \log 0,2278) \}$$

$$\chi^2 = 0,3168$$

$$\chi^2_{0.05,8} = 15,5 \text{ (tabel distribusi } \chi^2 \text{)}$$

Kesimpulan : karena  $\chi^2 < \chi^2_{0.05,8}$ , ( $0,3168 < 15,5$ ), maka  $H_0$  diterima, artinya data penodaan warna homogen.

### 4.2.3 Uji ANOVA

#### 4.2.3.1. ANOVA Respon Perubahan Warna

Untuk mengetahui faktor utama yang berpengaruh secara signifikan terhadap variable respon perubahan warna, maka digunakan Analisis Variansi ( ANOVA ). Data yang digunakan dalam analisis ANOVA telah ditransformasikan kedalam rasio S/N (Signal to Noise) .

Faktor yang akan diuji apakah berpengaruh secara signifikan terhadap nilai Perubahan Warna dengan ANOVA dua arah adalah Konsentrasi  $\text{Na}_2 \text{SO}_4$  ( A ), Konsentrasi  $\text{Na}_2 \text{CO}_3$  ( B ), Temperatur Proses ( C ) dan Waktu Fiksasi ( D ).

Perhitungan anova untuk perubahan warna disajikan pada bagian lampiran. Dari hasil perhitungan, kemudian disusun kedalam daftar ANOVA seperti ditunjukkan pada tabel 4.5 dibawah ini :

Tabel. 4.5 Daftar ANOVA Pengujian Perubahan Warna

Sumber Variasi	dk	SS	MS	F hitung	F tabel
Faktor A	2	5,6393	2,8197	146,0984	3,55
B	2	0,5853	0,2927	15,1658	3,55
C	2	9,3868	4,6934	243,1813	3,55
D	2	0,6095	0,3047	15,7875	3,55
Kekeliruan (error)	18	0,3478	0,0193	-	-

Kriteria pengujian :

- Bila  $F_{hitung} < F_{tabel}$ ,  $H_0$  diterima, artinya faktor tidak berpengaruh terhadap respon
- Bila  $F_{hitung} > F_{tabel}$ ,  $H_0$  ditolak, artinya faktor berpengaruh terhadap respon

Berdasarkan hasil perhitungan yang tercantum pada tabel. 4.5 diperoleh faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon perubahan warna adalah Konsentrasi  $Na_2 SO_4$  ( A), Konsentrasi  $Na_2 CO_3$  ( B), Temperatur Proses ( C ), dan Waktu Fiksasi ( D ) , dimana F hitung dari keempat faktor utama  $> F$  tabel.

#### 4.2.3.2 . ANOVA Respon Penodaan Warna.

Untuk mengetahui faktor utama yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon penodaan warna, maka hasil perhitungan ANOVAnya ditunjukkan pada tabel 4.6 dibawah ini :

Tabel. 4.6 Daftar ANOVA Pengujian Penodaan Warna.

Sumber Variasi	dk	SS	MS	F Hitung	F tabel
Faktor A	2	0,4	0,2	1,66	3,35
B	2	2,58	1,29	10,75	3,35
C	2	0,42	0,21	1,75	3,35
D	2	0,33	0,17	1,41	3,35
Kekeliruan (error)	18	2,19	0,12	-	-

Kriteria pengujian :

- Bila  $F_{hitung} < F_{tabel}$ ,  $H_0$  diterima, artinya faktor tidak berpengaruh terhadap respon
- Bila  $F_{hitung} > F_{tabel}$ ,  $H_0$  ditolak, artinya faktor berpengaruh terhadap respon

Berdasarkan hasil perhitungan yang ditunjukkan pada tabel 4.6, faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon penodaan warna adalah Konsentrasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (B), dimana  $F_{hitung} > F_{tabel}$ . Untuk ketiga faktor yang lain Konsentrasi  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (A), Temperatur Proses (C), dan Waktu Fiksasi (C) tidak berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon penodaan warna, karena  $F_{hitung}$  untuk ketiga faktor tersebut  $< F_{tabel}$ .

#### 4.2.4. Signal to Noise Ratio

Signal to noise ratio (SNR) merupakan logaritma dari suatu fungsi kerugian kuadratik dan digunakan untuk mengevaluasi kualitas suatu produk. Karakteristik kualitas yang digunakan adalah Smaller The Better untuk perubahan warna, dimana semakin rendah nilai perubahan warna ( $\Delta\%R$ ), maka kualitas ketahanan luntur warnanya semakin baik. Sedangkan untuk penodaan warna, karakteristik kualitas yang digunakan adalah Large The Better, dimana semakin tinggi nilai % R kain putih pelapis, maka kualitas ketahanan luntur semakin baik. Nilai S/N untuk kedua jenis karakteristik tersebut adalah :

$$S/N - STB = -10 \log \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i^2 \right]$$

$$SNR1 = -10 \log \frac{1}{3} [ (0,67)^2 + (0,78)^2 + (0,97)^2 ] = 1,7648$$

Dengan cara yang sama, hasil perhitungan SNR untuk kesembilan percobaan ditunjukkan pada table 4.7

Tabel. 4.7 Signal to Noise Ratio Perubahan Warna

EKS	Faktor.				Data ( $\Delta\%R$ )			SNR
	A	B	C	D	n1	n2	n3	
1.	1	1	1	1	0,67	0,78	0,97	1,7648
2.	1	2	2	2	1,46	1,27	1,83	-3,7373
3.	1	3	3	3	0,48	0,46	0,47	6,558
4.	2	1	2	3	3,01	3,12	3,17	-9,8293
5.	2	2	3	1	0,98	0,94	0,96	0,3536
6.	2	3	1	2	1,66	1,66	1,66	-4,4021
7.	3	1	3	2	0,46	0,46	0,46	6,7448
8.	3	2	1	3	0,82	0,83	0,81	1,7237
9.	3	3	2	1	1,55	1,54	1,55	-3,8066

Nilai S/N untuk jenis karakteristik LTB adalah :

$$SN - LTB = -10 \log \frac{1}{n} \left[ \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right]$$

$$SNR1 = -10 \log \frac{1}{3} \left[ \frac{1}{(129,4)^2} + \frac{1}{(130,2)^2} + \frac{1}{(131,3)^2} \right] = 42,298$$

Dengan cara yang sama , hasil perhitungan SNR untuk kesembilan percobaan ditunjukkan pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Signal to Noise Ratio Penodaan Warna.

EKS	Faktor.				Data ( % R )			SNR
	A	B	C	D	n1	n2	n3	
1.	1	1	1	1	129,4	130,2	131,3	42,298
2.	1	2	2	2	130,2	131,0	130,9	42,325
3.	1	3	3	3	130,16	130,17	130,15	42,291
4.	2	1	2	3	130,7	130,69	130,58	42,328
5.	2	2	3	1	130,65	130,66	130,64	42,321
6.	2	3	1	2	129,95	129,95	129,95	42,276
7.	3	1	3	2	131,15	131,15	131,15	42,358
8.	3	2	1	3	130,8	130,79	130,78	42,335
9.	3	3	2	1	130,06	130,05	130,07	42,284

#### 4.2.4.1. Efek Faktor pada respon Perubahan Warna.

Berikut ini perhitungan efek tiap faktor pada perubahan warna, berdasarkan atas hasil perhitungan S/N Ratio Perubahan Warna, maka dapat diketahui faktor-faktor yang dapat memberikan respon terendah sampai yang tertinggi pada nilai perubahan warna.

$$\begin{aligned} \text{Faktor A1} &= \frac{1,7648 + (-3,7373) + 6,558}{3} \\ &= 1,5285 \end{aligned}$$

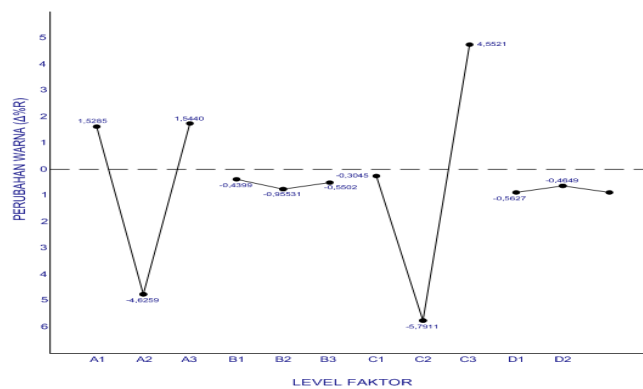
Dengan cara yang sama, hasil perhitungan efek tiap faktor pada perubahan warnaa ditunjukkan pada tabel 4.9 dibawah ini :

Tabel. 4.9 Nilai Optimal tiap Faktor pada Perubahan Warna.

Level	Faktor			
	A.	B.	C.	D
1.	1,5285	<b>0,4399</b>	-0,3045	-0,5627
2	-4,5259	-0,5531	-5,7911	<b>-0,4649</b>
3	<b>1,5540</b>	-0,5502	<b>4,5521</b>	-0,5159
Selisih	6,1799	0,1132	10,3432	0,0978
Ranking	2	3	1	4

Grafik respon faktor utama perubahan warna yang optimal dari Signal to Noise Ratio dalam setiap level yang berpengaruh signifikan ditunjukkan pada gambar 4.3.

Grafik Respon Perubahan Warna Optimal.



Gambar. 4.3 Grafik Respon Perubahan Warna Optimal.

Dengan demikian kombinasi level faktor optimal adalah **A3B1C3D2**, artinya untuk **meminimalkan** nilai perubahan warna ( $\Delta\%R$ ) dibutuhkan kombinasi level faktor Konsentrasi  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  60 g/l, Konsentrasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10 g/l, Temperatur proses  $90^\circ\text{C}$  dan Waktu Fiksasi 45 menit.

#### 4.2.4.2. Efek faktor pada Respon Penodaan Warna.

Berikut ini perhitungan efek tiap faktor pada penodaan warna, berdasarkan atas hasil perhitungan S/N Ratio Penodaan Warna, maka dapat diketahui faktor-faktor yang dapat memberikan respon terendah sampai yang tertinggi pada nilai penodaan warna.

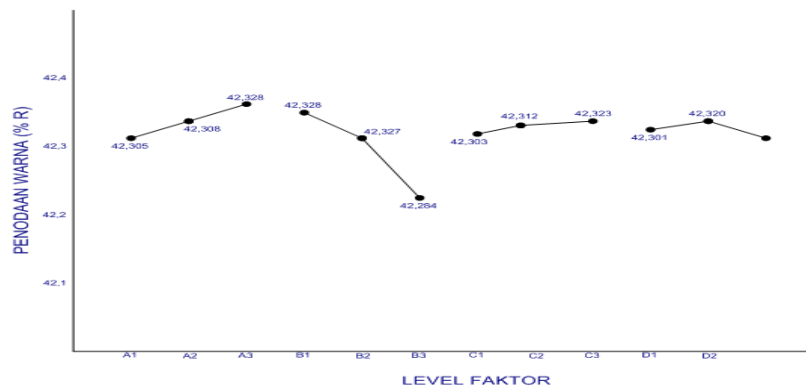
$$\begin{aligned}\text{Faktor A1} &= \frac{42,298+42,325+42,291}{3} \\ &= 42,305\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, hasil perhitungan efek tiap faktor pada penodaan warna ditunjukkan pada tabel 4.10 dibawah ini :

Tabel. 4.10 Nilai optimal tiap faktor pada Penodaan Warna.

Level	Faktor			
	A.	B.	C.	D.
1.	42,305	<b>42,328</b>	42,303	42,301
2	42,308	42,327	42,312	<b>42,320</b>
3	<b>42,326</b>	42,284	<b>42,323</b>	42,318
Selisih	0,021	0,044	0,020	0,019
Ranking	2	1	3	4

Grafik respon faktor utama Penodaan Warna yang optimal dari Signal to Noise Ratio dalam setiap level faktor yang berpengaruh signifikan ditunjukkan pada gambar 4.4 .



Gambar, 4.4 Grafik Respon Penodaan Warna Optimal

Dengan demikian kombinasi level faktor optimal adalah **A3B1C3D2**, artinya untuk **memaksimalkan** nilai %R kain putih pelapis pada Penodaan Warna dibutuhkan kombinasi level-faktor Konsentrasi  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  60 g/l, Konsentrasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10 g/l, Temperatur Proses  $90^0\text{ C}$  dan waktu Fiksasi 45 menit.

Dilihat dari nilai SNR, maka kombinasi level faktor optimal untuk respon perubahan warna dan penodaan warna adalah sama, sehingga tidak perlu dilakukan optimasi multi respon.

Dilihat dari kombinasi level faktor optimal kedua respon yaitu perubahan warna dan penodaan warna sama, yaitu A3 B1 C3 D2 sudah masuk dalam matriks array orthogonal  $L_9(3^4)$ , sehingga tidak perlu dilakukan uji konfirmasi.



#### 4.2.5 Uji beda

Untuk membandingkan antara kondisi optimal dengan standar industri, maka dilakukan perhitungan uji beda.

Tabel 4.11 Perbandingan hasil uji Perubahan warna

( $\Delta \% R$ )

Standar Industri ( $X_2$ )	Optimal (A3B1C3D2) ( $X_1$ )
3,01	0,46
3,12	0,46
3,17	0,46
$\bar{X}_2 = 3,10$	$\bar{X}_1 = 0,46$

Uji beda dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil hasil eksperimen optimal mampu menurunkan rata-rata nilai  $\Delta\%R$  perubahan warna hasil standar industri (*STB*).

Hipotesis :

$H_0$  : tidak mampu menurunkan rata – rata nilai perubahan warna pada kondisi optimal terhadap standar industri

$H_1$  : mampu menurunkan rata – rata nilai perubahan warna pada kondisi optimal terhadap standar industri.

Tingkat signifikansi :  $\alpha = 5\%$

Kriteria pengujian :

$H_0$  diterima apabila  $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq t_{\text{tabel}}$

$H_0$  ditolak apabila  $-t_{\text{tabel}} > t_{\text{hitung}}$

Membandingkan nilai  $t_{\text{hitung}}$  dengan  $t_{\text{tabel}}$  .

Diketahui :

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

$$\alpha = 5\% ; t_{\text{tabel}} = t_{\alpha(n_1+n_2-2)} = 2,13$$

$$n_1 = 3 \text{ dan } n_2 = 3$$

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{n} \sum x_{i1} = \frac{1}{3}(0,46 + 0,46 + 0,46) = 0,46$$

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{n} \sum x_{i2} = \frac{1}{3}(3,01 + 3,12 + 3,17) = 3,10$$

$$s_1^2 = \frac{1}{n_1 - 1} \sum (x_{i1} - \bar{x}_1)^2 = \frac{1}{2}(0 + 0 + 0) = 0$$

$$s_2^2 = \frac{1}{n_1 - 1} \sum (x_{i2} - \bar{x}_2)^2 = \frac{1}{2}(0,0081 + 0,0004 + 0,0049) = 0,0067$$

$$t_o = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

$$t_o = \frac{0,46 - 3,10}{\sqrt{(2) \times 0 + (2) \times 0,0067}} \sqrt{\frac{3 \times 3(3 + 3 - 2)}{3 + 3}}$$

$$t_o = \frac{-2,64}{0,1157} (2,4495)$$

$$t_o = -55,8918$$

Kesimpulan: karena  $t_{hitung} = -55,8918$ , maka dapat disimpulkan bahwa nilai  $t_{hitung} < -t_{tabel} = -55,8918 < -2,13$ , artinya ada penurunan nilai rata-rata  $\Delta$  % R perubahan warna optimal terhadap standar industri.

Tabel 4.12 Perbandingan hasil uji Penodaan warna (%R)

Standar Industri ( $X_2$ )	Optimal (A3B1C3D2) ( $X_1$ )
130,70	131,15
130,69	131,15
130,68	131,15
$\bar{X}_2 = 130,69$	$\bar{X}_1 = 131,15$

Uji beda dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil eksperimen optimal mampu menaikkan rata-rata nilai %R kain putih pelapis pada penodaan warna terhadap hasil Standar Industri (*LTB*).

Hipotesis :

$H_0$  : tidak mampu menaikkan rata – rata nilai % R kain putih pelapis penodaan warna pada kondisi optimal terhadap kondisi standar industri.

$H_1$  : mampu menaikkan rata – rata nilai % R kain putih pelapis penodaan warna pada kondisi optimal terhadap kondisi standar industri.

Tingkat signifikansi :  $\alpha = 5 \%$

Kriteria pengujian :

$H_0$  diterima apabila  $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq t_{\text{tabel}}$

$H_0$  ditolak apabila  $t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$

Membandingkan nilai  $t_{\text{hitung}}$  dengan  $t_{\text{tabel}}$  .

$\alpha = 5\%$  ;  $t_{\text{tabel}} = t_{\alpha(n_1+n_2-2)} = 2,13$

$n_1 = 3$  dan  $n_2 = 3$

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{n} \sum x_{i1} = \frac{1}{3}(131,15 + 131,15 + 131,15) = 131,15$$

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{n} \sum x_{i2} = \frac{1}{3}(130,70 + 130,69 + 130,68) = 130,69$$

$$s_1^2 = \frac{1}{n_1 - 1} \sum (x_{i1} - \bar{x}_1)^2 = \frac{1}{2}(0 + 0 + 0) = 0$$

$$s_2^2 = \frac{1}{n_1 - 1} \sum (x_{i2} - \bar{x}_2)^2 = \frac{1}{2}(0,0001 + 0 + 0,0001) = 0,0001$$

$$t_o = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

$$t_o = \frac{131,15 - 130,69}{\sqrt{(3-1) \cdot 0 + (3-1) \cdot 0,0001}} \sqrt{\frac{3 \times 3(3+3-2)}{3+3}}$$

$$t_o = \frac{0,46}{0,014} \sqrt{\frac{36}{6}}$$

$$= 80,4902$$

Kesimpulan: karena  $t_{hitung} = 80,4902$ , maka dapat disimpulkan bahwa nilai  $t_{hitung} > t_{tabel} = 80,4902 > 2,13$ , artinya ada kenaikan nilai rata-rata % R kain putih pelapis penodaan warna optimal terhadap standar industri.