

VARIASI KONSENTRASI, TEMPERATUR PROSES DAN WAKTU FIKSASI PADA PENCELUPAN KAIN KAPAS 100% DENGAN ZAT WARNA CHLORANYL BLUE H-ERD TERHADAP KETAHANAN LUNTUR WARNA DENGAN METODE TAGUCHI

PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
DIDIK ACHADI WEDYATMO
NIM 09916140

ABSTRAK

Nilai ketahanan luntur warna terhadap pencucian merupakan salah satu indikator untuk menentukan kualitas kain hasil pencelupan. Penilaian ketahanan luntur warna terhadap pencucian pada kain, yaitu dengan melakukan uji perubahan warna dan penodaan warna pada contoh uji. Nilai perubahan warna dan penodaan warna hasil pencelupan kain kapas dengan zat warna Chloranyl Blue H-ERD dipengaruhi oleh faktor konsentrasi Na_2SO_4 (A), konsentrasi Na_2CO_3 (B), temperatur proses (C), dan waktu fiksasi (D).

Hasil eksperimen dengan metode Taguchi menunjukkan, bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap minimasi nilai $\Delta\%R$ (Reflektansi) perubahan warna adalah temperatur proses (C), konsentrasi Na_2SO_4 (A), waktu fiksasi (D), dan konsentrasi Na_2CO_3 (B). Faktor yang berpengaruh memaksimalkan nilai %R kain putih pelapis pada penodaan warna adalah konsentrasi Na_2CO_3 (B). Kondisi optimal dicapai pada setting parameter $A_3B_1C_3D_2$, artinya untuk meminimasi nilai $\Delta\%R$ perubahan warna dan memaksimalkan nilai %R kain putih pelapis pada penodaan warna dibutuhkan kombinasi level faktor konsentrasi Na_2SO_4 60 g/l, konsentrasi Na_2CO_3 10 g/l, temperatur proses 90 °C, dan waktu fiksasi 45 menit.

Hasil perbandingan antara kondisi standar industri dengan optimal menunjukkan, bahwa nilai $\Delta\%R$ perubahan warna kondisi optimal mampu meminimasi 2,64 % dan mampu memaksimalkan nilai %R kain putih pelapis pada penodaan warna sebesar 0,46 % dari standar industri. Perhitungan biaya produksi kain menunjukkan, bahwa kondisi optimal lebih murah Rp. 400,19/meter dibanding dengan standar industri.

Kata-kata kunci : *Konsentrasi Na_2SO_4 , Konsentrasi Na_2CO_3 , Temperatur proses, Waktu fiksasi.*

A. PENDAHULUAN

Berdasarkan data Deperindag Kabupaten Karanganyar (2008), Kabupaten Karanganyar sebagai salah satu daerah yang menjadi Sentra Industri Tekstil, sampai tahun 2008 sektor industri tekstil masih mendominasi sektor bidang industri lainnya (mencapai angka 37,68 %) dan tahun 2008 tercatat besarnya nilai ekspor tekstil dan produk tekstil (TPT) mencapai US\$ 11.727.094. Jumlah tenaga kerja total yang terserap sebanyak 21.263 orang.

Perkembangan teknologi pewarnaan tekstil, khususnya teknologi pencelupan, akhir-akhir ini telah mengalami peningkatan yang pesat. Peningkatan teknologi tersebut diantaranya dalam hal permesinan, pereaksi-pereaksi pendukung, sistem dan cara proses dan proses persiapan bahan bakunya. Peningkatan teknologi pencelupan dilakukan guna menjawab tuntutan para konsumen, Tuntutan tersebut menyangkut kualitas produk hasil pencelupan baik yang bersifat fisika maupun kimia.

Menurut Didik (1984, h 42) menunjukkan hasil bahwa konsentrasi dan jenis alkali mempunyai pengaruh nilai ketahanan luntur warna, baik terhadap pencucian maupun gosokan. Soekamto (2003, h 36) bahwa sistem proses sangat berpengaruh terhadap nilai ketahanan luntur warna. Indarjana (2001, h 27) bahwa variasi temperatur dan waktu baking berpengaruh pada nilai ketahanan luntur warna terhadap keringat dan sinar matahari. Indarto (2003, h 34) bahwa

faktor konsentrasi dan jenis elektrolit sangat berpengaruh terhadap jumlah zat warna yang terserap kedalam kain.

Penelitian yang akan dilakukan, yaitu merancang dengan mengintegrasikan beberapa faktor yang mempengaruhi proses pencelupan zat warna reaktif. Pengintegrasian faktor – faktor diharapkan akan mengetahui nilai optimalnya sehingga akan mendapatkan nilai ketahanan luntur warna terhadap pencucian yang lebih baik.

B. RUMUSAN MASALAH

1. Faktor-faktor apa saja yang berpengaruh signifikan terhadap nilai perubahan warna dan penodaan warna pada pengujian ketahanan luntur warna terhadap pencucian?
2. Bagaimana kombinasi level faktor optimal untuk mendapatkan nilai ketahanan luntur warna terhadap pencucian?

C. TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap nilai perubahan warna dan penodaan warna pada uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian.
2. Mengetahui kombinasi level faktor optimal pada uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian.

D. LANDASAN TEORI

1. Serat Kapas
Serat kapas termasuk jenis serat yang banyak digunakan untuk bahan tekstil. Serat ini dihasilkan dari biji tanaman jenis *Goesypium* yang termasuk dalam keluarga *Malvaceace*
2. Zat Warna Reaktif
Zat warna reaktif adalah zat warna yang dapat mengadakan reaksi dengan serat membentuk ikatan kovalen sehingga zat warna tersebut menjadi bagian dari serat. Hal ini menyebabkan hasil pencelupan mempunyai nilai ketahanan luntur warna yang baik.
3. Pengujian Ketahanan Luntur Warna terhadap Pencucian
Cara pengujian ketahanan luntur warna terhadap pencucian adalah metoda pengujian tahan luntur warna bahan tekstil dalam larutan pencuci, untuk mendapatkan nilai perubahan warna dan penodaan pada kain pelapis.
4. Kualitas dan Pengendalian Kualitas
Menurut defnisi konvensional, kualitas biasanya menggambarkan karakteristik langsung dari suatu produk seperti performansi (*performance*), kehandalan (*reliability*), mudah dalam penggunaan (*easy to use*), estetika (*esthetics*) dan sebagainya. Menurut definisi strategik, kualitas adalah segala sesuatu yang mampu memenuhi keinginan atau kebutuhan pelanggan (*meeting the needs of customers*) (Gaspersz, 2001)
Pengendalian kualitas dapat diartikan sebagai proses pengukuran yang dilakukan selama perancangan produk atau proses. Aktivitas pengendalian kualitas mencakup dalam setiap fase dari penelitian dan pengembangan produk, perancangan proses produksi, dan kepuasan konsumen. Pengendalian kualitas dibedakan menjadi dua bagian, yaitu secara off line dan on line.
5. Perancangan Eksperimen
Design experiment adalah suatu rancangan percobaan (dengan tiap langkah atau tindakan yang betul-betul terdefiniskan) sedemikian sehingga informasi yang berhubungan dengan atau diperlukan untuk persoalan yang sedang diteliti dapat dikumpulkan (Sudjana, 1991)

Prinsip desain eksperimen meliputi Replikasi, Pengacakan dan Kontrol Lokal.

6. Metode Taguchi

Menurut Taguchi, ada 2 (dua) segi umum kualitas yaitu kualitas rancangan dan kualitas kecocokan. Kualitas rancangan adalah variasi tingkat kualitas yang ada pada suatu produk yang memang disengaja, sedangkan kualitas kecocokan adalah seberapa baik produk itu sesuai dengan spesifikasi dan kelonggaran yang disyaratkan oleh rancangan. Metode Taguchi menggunakan seperangkat matriks khusus yang disebut *Orthogonal Array*. Matriks standar ini merupakan langkah untuk menentukan jumlah percobaan minimal yang dapat memberikan informasi sebanyak mungkin semua faktor yang mempengaruhi parameter. Bagian terpenting dari metode *Orthogonal Array* terletak pada pemilihan kombinasi level variabel-variabel input untuk masing-masing percobaan.

7. Rasio Signal Terhadap Noise (S/N Ratio)

S/N ratio adalah logaritma dari suatu fungsi kerugian kuadratik dan digunakan untuk mengevaluasi kualitas suatu produk. Ada beberapa jenis S/N rasio, yaitu:

a. *Smaller –the-Better* (STB)

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

dengan : n = jumlah tes di dalam percobaan (*trial*)

y_i = nilai respon dari cuplikan ke i untuk jenis eksperimen tertentu

b. *Larger-the-Better* (LTB)

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

c. *Nominal-the-Better* (NTB)

Nilai S/N untuk jenis karakteristik NTB adalah :

$$S/N_{NTB} = 10 \log \left[\frac{\mu^2}{\sigma^2} \right], \text{ dengan } \sigma^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n-1}$$

8. Faktor Terkendali dan Faktor Noise

Faktor terkendali adalah faktor yang ditetapkan (atau dapat dikendalikan) oleh produsen selama tahap perancangan produk/proses dan tidak dapat diubah oleh konsumen. Sedangkan faktor noise adalah faktor yang tidak dapat dikendalikan langsung oleh produsen.

9. Taguchi Multirespon

Taguchi dibedakan menjadi dua yaitu Taguchi single respon dan Taguchi multirespon. Taguchi single respon hanya mempunyai satu variabel respon sehingga langsung didapatkan kombinasi optimal dari variabel respon tersebut. Taguchi multirespon mempunyai lebih dari satu variabel respon (minimal dua variabel respon), dan masing – masing variabel respon mempunyai kombinasi faktor yang berbeda sehingga diperlukan penanganan lebih lanjut untuk mendapatkan kombinasi faktor yang optimal untuk meningkatkan kualitas masing–masing variabel respon.

E. METODOLOGI PENELITIAN

1. Objek dan Subjek penelitian

Obyek Penelitian adalah Ketahanan Luntur Warna terhadap Pencucian pada nilai perubahan warna dan penodaan warna yang dihasilkan dari Pencelupan kain kapas dengan Zat Warna Chloranyl Blue H – ERD. Sebagai subyek Penelitian adalah Zat Warna Chloranyl Blue H – ERD , dengan jalan merubah faktor-faktor levelnya yang akan mempengaruhi nilai ketahanan luntur warna terhadap pencucian.

Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam Laboratorium Finishing dan Evaluasi Tekstil di Akademi Teknologi Warga Surakarta. Agar hasil penelitian berlangsung dengan baik, maka kain kapas sebagai bahan baku pencelupan harus dilakukan proses *pretreatment* dahulu dan dievaluasi mengenai konstruksinya.

Hasil proses pretreatment menunjukkan, bahwa kain kapas siap untuk dicelup. Hasil evaluasi konstruksi kain adalah sebagai berikut :

- 1). Berat kain per m² = 180,9 gram
- 2). Tetal benang Lusi per inchi = 72 helai
- 3). Tetal benang Pakan per inchi = 62 helai
- 4). Nomor Benang Lusi , Ne₁ = 18,6
- 5). Nomor Benang Pakan , Ne₁ = 18,6
- 6). Anyaman Kain = Polos.

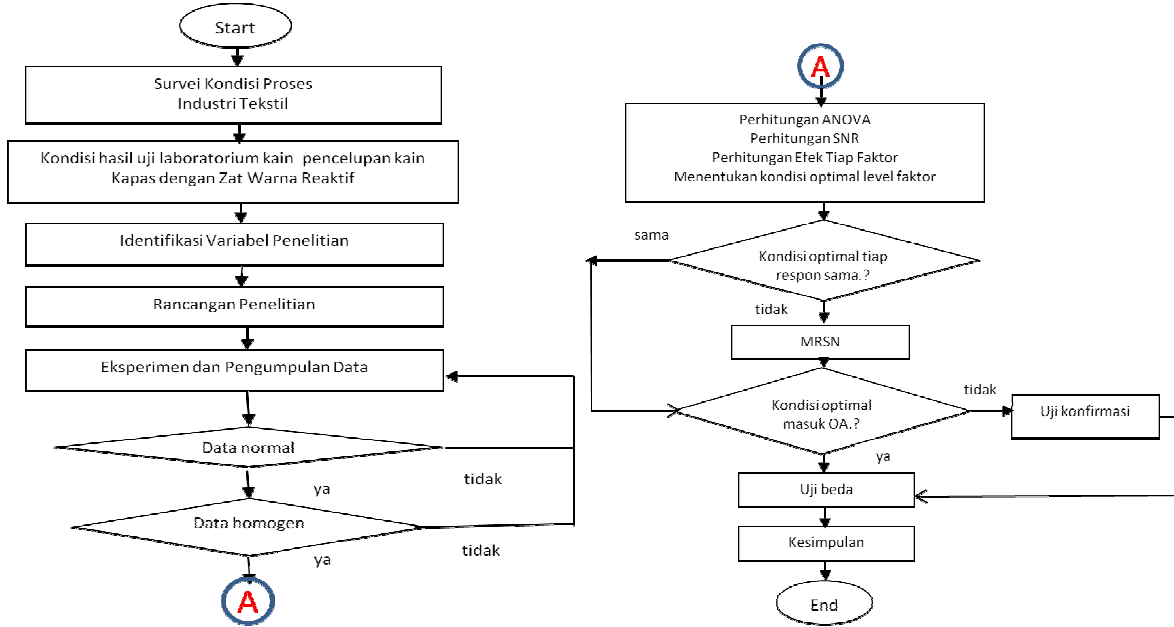
2. Instrumen Penelitian

- 1). Timbangan : Alat untuk menimbang kain dan pereaksi-pereaksi yang digunakan pada penelitian (Timbangan Digital merk AND type GR – 200)
- 2). Mini Jigger : Mesin Proses Pencelupan sisem exhaust kapasitas larutan pencelupan 6 liter.
- 3). Thermometer :Alat ukur yang berfungsi untuk mengukur temperatur larutan.
- 4). Baker Glas : Berfungsi untuk melarutkan pereaksi-pereaksi yang digunakan pada proses penelitian.
- 5). Pipet Ukur : Alat ukur yang berfungsi untuk mengukur volume pereaksi-pereaksi yang digunakan pada penelitian.
- 6). Loundero Tester : Alat uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian. Peralatan cuci yang terdiri atas penangas air dilngkapi batang putar, yang memegang tabung baja anti karat (diameter 75 mm x tinggi 125 mm) dengan kapasitas 550 ml, suhu air dalam penangas air terkontrol untuk menjaga suhu larutan pada temperature yang ditetapkan $\pm 2^{\circ}$ C .
- 7). Spectrophotometer CM-3600d : Alat evaluasi untuk mendapatkan nilai $\Delta\%R$ pada uji perubahan warna dan %R kain putih pelapis pada uji penodaan warna.

3. Analisa Data

- 1). Uji normalitas data
- 2). Uji homoginitas data
- 3). Analisis Variansi (ANOVA)
- 4). Menghitung Rasio Signal terhadap Noise (S/N Ratio)
- 5). Menghitung efek tiap faktor
- 6). Menentukan nilai optimal level tiap faktor pada masing-masing variabel respon
- 7). Uji beda

4. Alur Penelitian



F. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Standar Industri

Kombinasi level faktor dari standar industri sebagai berikut :

Faktor	Level
1 A: <i>Konsentrasi Na₂SO₄</i>	70 g/l
2 B: <i>Konsentrasi Na₂CO₃</i>	10 g/l
3 C: <i>Temperatur Proses</i>	80 ⁰ C
4 D: <i>Waktu fiksasi</i>	60 menit

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

Perubahan warna dan penodaan warna ditunjukkan pada tabel berikut

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

2. Data Hasil Pengujian

Perubahan warna ditunjukkan pada tabel berikut

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

Penodaan warna ditunjukkan pada tabel berikut

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

3. Analisis Data

1). Uji Normalitas One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

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.

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.

2). Uji Homogenitas

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

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

3). Uji Anova

Berdasarkan hasil perhitungan Anova diperoleh faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon perubahan warna adalah Konsentrasi Na_2SO_4 (A), Konsentrasi Na_2CO_3 (B), Temperatur Proses (C), dan Waktu Fiksasi (D), dimana F hitung dari keempat faktor utama $> F$ tabel.

Dan faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon penodaan warna adalah Konsentrasi Na_2CO_3 (B), dimana F hitung $> F$ tabel. Untuk ketiga faktor yang lain Konsentrasi Na_2SO_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). Signal to Noise Ratio

Signal to noise ratio (SNR) merupakan logaritma dari suatu fungsi kerugian kuadrat 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 :

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

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

5). Efek Tiap Faktor

Nilai Optimal tiap Faktor pada Perubahan Warna

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

Nilai optimal tiap faktor pada Penodaan Warna

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

6). Uji Beda

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

Perbandingan hasil uji Perubahan warna (Δ % R)

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

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

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
$\bar{X}_2 = 130,69$	$\bar{X}_1 = 131,15$

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

4. Perhitungan Biaya

Biaya produksi pada kondisi optimal (Usulan) dan Standar industry

No.	Faktor	Biaya (Rp)	
		Standar Industri	Usulan
1.	Konsentrasi Na_2SO_4	3.360.000	2.880.000
2.	Konsentrasi Na_2CO_3	600.000	600.000
3.	Temperatur Proses	1.776,67	1.554,58
4.	Waktu Fiksasi	888,35	666,25
5.	Biaya Produksi kain per meter	4.563,98	4.163,79

Hasil perhitungan biaya produksi kain pada kondisi optimal (Usulan) dan standar industri dapat menunjukkan bahwa biaya produksi kain per meter untuk kondisi optimal adalah Rp. 4.163,79 dan standar industri adalah Rp. 4.563,98. Dari selisih hasil

perhitungan biaya produksi kain terlihat, bahwa biaya untuk kondisi optimal lebih murah Rp. 400,19/ meter dibanding dengan standar industri.

Berdasarkan hasil perhitungan dari aspek pengujian dan biaya produksi kain per meter, maka diusulkan untuk menggunakan setting parameter $A_3 B_1 C_3 D_2$.

G. KESIMPULAN

1. Faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap nilai $\Delta\%R$ perubahan warna pada uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian adalah Temperatur proses, Konsentrasi Na_2SO_4 , Waktu fiksasi dan Konsentrasi Na_2CO_3 . Faktor yang berpengaruh signifikan terhadap nilai $\%R$ kain putih pelapis penodaan warna pada uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian adalah Konsentrasi Na_2CO_3 .
2. Kombinasi level faktor optimal untuk menghasilkan nilai perubahan warna dan penodaan warna pada uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian adalah $A_3 B_1 C_3 D_2$ yaitu pada Konsentrasi Na_2SO_4 60 g/l, Konsentrasi Na_2CO_3 10 g/l, Temperatur Proses 90^0 C dan waktu Fiksasi 45 menit. Kondisi optimal mampu meminimalisasi nilai $\Delta\%R$ perubahan warna terhadap standar industri sebesar 2,64 % dan memaksimalisasi nilai $\%R$ kain putih pelapis penodaan warna terhadap standar industri sebesar 0,46 %.
3. Biaya produksi kain pada kondisi optimal lebih murah Rp. 400,19/ meter dibanding dengan standar industri.

H. DAFTAR PUSTAKA

- Deperindag 2008, *Realisasi Eksport non Migas Kabupaten Karanganyar tahun 2007*, Data Dinas Deperindag, Pendalkop, Kabupaten Karanganyar
- Depdag 2010, *Penyusunan Catatan Perdagangan Indonesia*, Edisi : April 2010, Pusdata Perdagangan Badan Litbang Perdagangan, Jakarta
- Didik AW 1984, *Studi Perbandingan Jenis Fiksator Zat Warna Reaktif Pada Pewarnaan Batik Sutra*, Skripsi, Institut Teknologi Tekstil, Bandung
- Didik AW 2007, *Praktek Teknologi Penyempurnaan*, Akademi Teknologi Warga Surakarta, Sukoharjo
- Indarjana, A 2001, *Pengaruh Temperatur dan Waktu Baking Pada Pencelupan Zat Warna Reaktif Panas*, Penelitian, Puslit Akademi Teknologi Warga Surakarta
- Indarto, A 2003, *Pengaruh Elektrolit Pada Pencelupan Zat Warna Reaktif terhadap kain Cotton 100%*, Penelitian, Puslit Teknologi Warga Surakarta, Sukoharjo
- Ross, PJ 1998, *Taguchi Techniques For Quality Engenering*, Mc Graw-Hill Inc, New York
- Sudjana 1991, *Desain dan Analisis Eksperimen*, Tarsito, Bandung
- Sudjana, 1992, *Metode Statistik*, Edisi ke 5, Tarsito, Bandung
- Soekamto,E 2003, *Perbandingan Sistem Pencelupan Pada Zat Warna Procion Yellow HX 56 Terhadap Kain Rayon Viscosa*, Penelitian, Puslit Akademi Teknologi Warga Surakarta, Sukoharjo