

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas lebih lanjut mengenai rumusan masalah dan tujuan yang telah ditetapkan dengan melakukan eksperimen sehingga didapatkan data-data yang dibutuhkan. Data yang diperoleh akan diolah dengan menggunakan metode *taguchi* agar diperoleh *setting level* optimal dari faktor-faktor proses pembuatan batik, sehingga dapat dihasilkan kualitas batik yang tahan luntur terhadap gosokan sesuai dengan SNI 8303:2016.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

CV. Subur Makmur atau yang lebih sering dikenal dengan Istana Bordir merupakan perusahaan yang bergerak di bidang kerajinan batik dan bordir yang cukup terkenal di Malang. Istana Bordir berlokasi di Jalan Raya Pakis No. 69 Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang. Istana Bordir sendiri memproduksi berbagai macam produk siap pakai seperti kebaya, mukena, pakaian wanita, baju pria, dan batik khas Malang. Istana bordir ini didirikan sejak tahun 1985 oleh Ibu Hj. Suningsih. Usaha ini berawal dari kegemaran Ibu Suningsih membuat sulaman yang kemudian akhirnya banyak diminati oleh warga sekitar dan akhirnya berkembang pesat sampai sekarang. Meskipun tidak menyebutkan angka secara pasti, Istana Bordir ini bisa menjual produk bordirnya sampai ratusan buah setiap harinya. Pemesanan pun mengalir dari beberapa daerah di Indonesia. Semua produk yang ditawarkan merupakan desain dan produksi dari Istana Bordir sendiri.

Bahkan demi memanjakan dan membuat konsumennya senang dengan produknya, Istana Bordir berani mengeluarkan produk bordir dengan bordiran khusus dan untuk produk batik dengan motif khusus. Warna-warna yang digunakan juga mempunyai ciri khas tersendiri yang mungkin tidak ditemukan di daerah atau tempat kerajinan batik lainnya. Istana Bordir juga memproduksi pakaian dengan jumlah yang terbatas, sehingga harganya bisa mencapai jutaan rupiah. Meskipun Istana Bordir tidak pernah melakukan promosi berlebihan, namun dengan mengendalikan kualitas dan pelayanan yang maksimal, produk Istana Bordir ini mampu menembus pasar Internasional. Istana Bordir Malang memproduksi bordir manual yang dikerjakan oleh tangan-tangan yang terampil di bidangnya dan bordir yang berbasis komputer dengan kualitas terbaik sehingga dapat memproduksi dalam jumlah banyak dan lebih efisien dalam waktu pengerjannya.

4.2 Alat dan Bahan Pembuatan Batik Cap

Berikut merupakan peralatan yang digunakan dalam pembuatan batik cap dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1
Alat yang Digunakan dalam Pembuatan Batik Cap

No.	Alat	Gambar	Keterangan
1.	Canting cap/ <i>stamp</i>		Canting cap/ <i>stamp</i> digunakan untuk mengecapkan lilin pada kain agar terbentuk pola yang diinginkan.
2.	Ember kecil		Ember kecil digunakan untuk melarutkan pewarna dengan air serta mencelupkan kain pada zat pewarna.
3.	Tiang bambu		Tiang bambu digunakan untuk menjadi pondasi ketika menjemur kain yang selesai di warna.
4.	Tali		Tali digunakan untuk menjemur kain, dimana tali akan dikaitkan dengan tiang bambu.
5.	Gawangan/penyangga		Gawangan digunakan untuk meniriskan kain setelah dicelupkan ke dalam larutan pengunci.
6.	Paku payung		Paku payung berguna untuk mengaitkan kain pada tali saat proses penjemuran.

No.	Alat	Gambar	Keterangan
7.	Ember besar		Ember besar berguna untuk melakukan proses pencucian serta melarutkan soda ash dan air yang sudah dipanaskan untuk proses pelorodan.
8.	Ranting kayu		Ranting kayu berfungsi untuk mengaduk kain pada cairan zat kimia serta untuk melarutkan pewarna dengan air.
9.	Sarung tangan		Sarung tangan digunakan dalam proses eksperimen agar tangan tidak terkena zat kimia berbahaya.
10.	Alas spons		Alas spons digunakan sebagai alas pada saat melakukan proses pengecapan pada kain dengan menggunakan <i>stamp</i> .
11.	Kompur		Kompur digunakan untuk memanaskan malam dan perebusan air untuk proses pelorodan.

Sedangkan, bahan-bahan utama yang diperlukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2

Bahan yang Digunakan dalam Pembuatan Batik Cap

No.	Alat	Gambar	Keterangan
1.	Kain		Kain merupakan bahan utama dalam proses pembuatan batik. Jenis kain yang digunakan dalam eksperimen ini adalah kain katun dan rayon.

No.	Alat	Gambar	Keterangan
2.	Malam/lilin batik		Malam/lilin batik berguna untuk membuat motif batik terjaga setelah dilakukan proses pewarnaan. Penggunaannya bersamaan dengan <i>stamp</i> untuk membentuk suatu motif.
3.	Zat pewarna		Zat pewarna digunakan untuk memberikan warna pada kain batik. Dalam penelitian ini menggunakan zat warna sintesis yaitu sol dan polkatif seberat 4 gram dalam 1 liter air.
4.	Air		Air digunakan untuk melarutkan pewarna batik serta melarutkan bahan pengunci batik. Digunakan 2 jenis air yaitu air sumur dan air PDAM.
5.	Bahan pengunci		Bahan pengunci sebagai pelapis pada pewarna agar warna batik tahan lama. Bahan campuran pengunci yang digunakan antara lain <i>waterglass</i> + <i>rodicool</i> dan HCL + nitrit dengan perbandingan 1:1 dan 1:2.

4.3 Penetapan Karakteristik Kualitas

Penetapan karakteristik kualitas yang digunakan adalah *larger the better*, hal tersebut berdasarkan pada syarat mutu batik cap berdasarkan pada SNI 8303:2016 dimana untuk ketahanan luntur warna terhadap gosokan kering maupun basah adalah 4. Semakin tinggi nilainya maka kualitas ketahanan luntur warnanya semakin bagus, sehingga akan diperoleh *setting level* yang optimal dari hasil penelitian ini.

4.4 Identifikasi Faktor-Faktor

Pada tahap identifikasi faktor akan dihimpun berbagai faktor yang dianggap berpengaruh terhadap peningkatan kualitas ketahanan warna terhadap gosokan pada batik cap. Tidak seluruh faktor digunakan dalam penelitian namun hanya faktor-faktor terpilih yang dianggap memiliki pengaruh yang signifikan berdasarkan hasil studi literatur dari penelitian-penelitian terdahulu, wawancara dengan Dosen STT Tekstil dan diskusi yang

dilakukan dengan pekerja CV. Subur Makmur. Hasil dari studi literatur mengenai identifikasi faktor-faktor yang berpengaruh dihimpun pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3

Identifikasi Faktor yang Dianggap Berpengaruh

No.	Faktor yang Dianggap Berpengaruh	Sumber/Penelitian Terdahulu
1.	Jenis kain	Rizky dkk (2018)
2.	Jenis zat pewarna	Rizky dkk (2018)
3.	Jumlah pencelupan pada zat pewarna	Jannah & Widowati (2012)
4.	Jenis bahan pengunci	Rizky dkk (2018)
5.	Jenis air	Wijana dkk (2015)
6.	Rasio bahan pengunci dengan air	Rizky dkk (2018)
7.	Waktu penjemuran	Zulfah dkk (2013)
8.	Kecepatan pengadukan	Jannah & Widowati (2012)
9.	Kelembapan udara	Jannah & Widowati (2012)
10.	Intensitas sinar matahari	Neliyanti & Idiawati (2014)
11.	Waktu pencucian	Zulfah dkk (2013)
12.	Jenis warna	Dosen STT Tekstil Bandung
13.	Motif Batik	Pekerja CV. Subur Makmur

4.5 Penetapan Faktor dan Level Faktor Berpengaruh

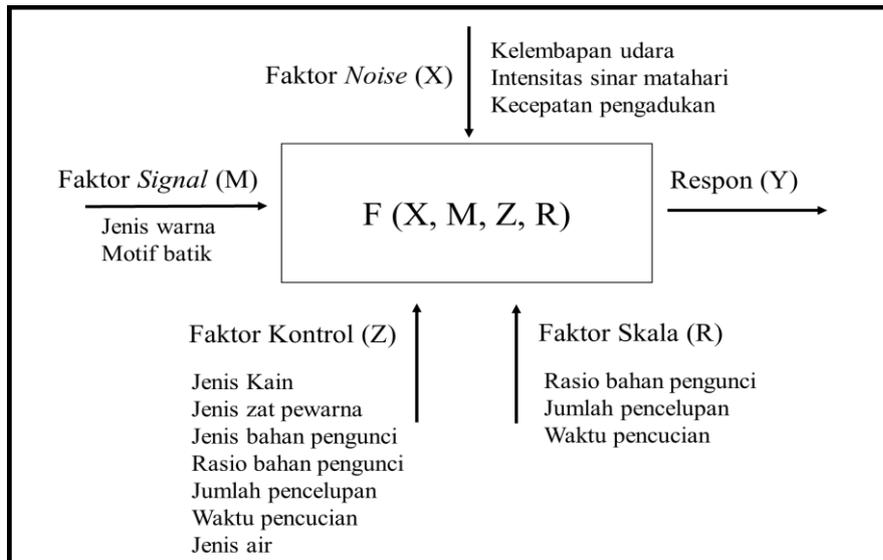
Berdasarkan identifikasi faktor yang dianggap berpengaruh, hanya faktor yang dianggap penting dan memiliki pengaruh besar saja yang digunakan dalam penelitian. Penentuan faktor kontrol dan faktor *noise* dipilih berdasarkan hasil studi literatur dari penelitian terdahulu serta *brainstorming* dengan pekerja CV. Subur Makmur dan Dosen STT Tekstil Bandung. Berikut adalah pengelompokan faktor kontrol dan faktor *noise* dalam penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4

Penetapan Faktor Kontrol, Faktor *Noise*, Faktor *Signal*, dan Faktor Skala

No.	Faktor kontrol
1.	Jenis kain
2.	Jenis zat pewarna
3.	Jenis bahan pengunci
4.	Rasio bahan pengunci
5.	Jumlah pencelupan
6.	Waktu pencucian
7.	Jenis air
No.	Faktor <i>noise</i>
1.	Kelembapan udara
2.	Intensitas sinar matahari
3.	Kecepatan pengadukan
No.	Faktor <i>signal</i>
1.	Jenis warna
2.	Motif batik
No.	Faktor skala
1.	Rasio bahan pengunci
2.	Jumlah pencelupan
3.	Waktu pencucian

Dari hasil penetapan faktor tersebut, berikut merupakan parameter faktor yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Parameter faktor

Berikut merupakan penjelasan dari penetapan faktor-faktor diatas:

1. Jenis kain

Kain merupakan bahan dasar yang digunakan untuk membatik. Terdapat beberapa jenis kain yaitu kain katun dan rayon. Katun merupakan salah satu jenis bahan baku industri tekstil yang terbuat dari jenis serat alam yang berasal dari tumbuhan. Katun bersumber dari serat kapas, dimana kandungan utamanya adalah selulosa. Serat katun akan mengembang dalam larutan alkali kuat. Sedangkan kain rayon viksosa terbuat dari bahan selulosa kayu cemara yang dimurnikan kemudian dengan natrium hidroksida diubah dengan selulosa alkali. Perbedaan serat rayon dan serat selulosa terutama adalah derajat polimerisasinya yang lebih rendah karena terjadinya degradasi rantai polimer selama pembuatannya. Sifat kimia rayon tidak tahan terhadap asam yang kuat terutama dalam keadaan panas, alkali, dan bahan kimia yang berlebihan. Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Rizky dkk (2018) terdapat beberapa faktor yang berpengaruh pada hasil desain produk batik tulis yaitu salah satunya adalah jenis kain batik. Terdapat 3 jenis kain yang digunakan dalam eksperimen yaitu katun, rayon, dan tetron. Dari hasil perhitungan ANOVA dan SNR hasil faktor jenis kain signifikan terhadap ketahanan luntur warna kain, adapun jenis kain yang optimal adalah menggunakan kain rayon. Selanjutnya, Luthfianto dkk (2014) melakukan penelitian dengan metode *Taguchi* pada proses produksi batik tulis, salah satu faktor yang digunakan adalah variasi kain batik yaitu menggunakan mori primis dan mori

primissima kupu. Pemilihan kedua jenis kain batik tersebut didasarkan pada kesetaraan harga pada kondisi aktual serta diperkirakan akan terjadi peningkatan kualitas kain. Dimana faktor optimal yang diperoleh adalah menggunakan kain batik mori primissima kupu. Menurut Atikasari (2005), terdapat 3 jenis kain batik yang diteliti dalam penelitiannya yaitu kain sutera, rayon, dan mori primissima. Dari hasil penelitian tahan luntur warna batik cap terhadap gosokan kering pada jenis kain rayon dan sutera mempunyai perbedaan warna sebesar 1,5 CD, sedangkan pada mori primissima mempunyai penodaan warna yang lebih kecil yaitu 0,8 CD. Sedangkan pada gosokan basah, jenis kain rayon dan mori primissima memiliki perbedaan warna 2,1 CD dan kain sutera memiliki perbedaan warna 1,5 CD. Sehingga, dari hasil analisis deskriptif terdapat perbedaan yang signifikan terhadap ketahanan luntur batik cap terhadap gosokan. Dari hasil berbagai penelitian tersebut, jenis kain dijadikan sebagai faktor kontrol. Adapun kain di CV. Subur Makmur bermacam-macam, yaitu rayon, katun, mori, dan tetron. Pada penelitian ini digunakan rayon dan katun karena paling sering digunakan untuk batik cap.

2. Jenis zat pewarna

Zat pewarna tekstil dibagi menjadi 2 yaitu zat pewarna alam dan zat pewarna sintetis. Zat pewarna tersebut memiliki karakteristik masing-masing yang dapat mengikat pada serat kain. Pada pencelupan batik biasanya menggunakan zat pewarna sintesis misalnya zat pewarna reaktif dan indigosol. Menurut Daranindra (2010), zat warna reaktif umumnya dapat bereaksi dan mengadakan ikatan langsung dengan serat (ikatan kovalen) sehingga merupakan bagian dari serat tersebut. Zat pewarna ini memiliki sifat larut dalam air, mempunyai warna dengan ketahanan luntur yang baik karena mengadakan reaksi dengan serat selulosa, daya afinitasnya rendah. Sedangkan, zat warna indigosol adalah jenis zat warna bejana yang larut dalam air dimana zat warna ini dipakai untuk mencelup bahan dari serat selulosa dan serat wol. Larutan zat warna ini merupakan suatu larutan berwarna jernih. Dalam proses pencelupannya perlu dibangkitkan warnanya dengan dioksidasi sehingga berubah menjadi bentuk yang tidak larut dan berwarna. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rizky dkk (2018), zat pewarna yang digunakan antara lain sol, polkatif, dan remasol. Dimana hasil ANOVA dan SNR zat pewarna batik tulis memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ketahanan luntur warna terhadap cucian. Selain itu juga zat pewarna memiliki peran penting untuk dapat menjaga kualitas ketahanan warna batik. Adapun dari hasil penelitian diperoleh zat pewarna yang memiliki tingkat pewarnaan yang memiliki nilai tertinggi hingga terendah

adalah polkatif, sol, dan remasol. Dari hasil penelitian tersebut zat pewarna dimasukkan sebagai faktor kontrol dan menggunakan polkatif dan sol sebagai zat pewarnanya.

3. Jenis Bahan pengunci

Untuk memperoleh zat warna yang memiliki ketahanan luntur warna yang baik maka perlu dilakukan proses penguncian. Proses penguncian berfungsi untuk memperkuat warna, merubah zat warna sesuai dengan jenis logam yang mengikatnya serta untuk mengunci zat warna yang telah masuk ke dalam serat. Penelitian yang dilakukan oleh Rizky dkk (2018) yang bertujuan untuk meningkatkan ketahanan luntur warna terhadap cucian menggunakan faktor kontrol berupa jenis bahan pengunci. Jenis bahan pengunci dianggap berpengaruh terhadap kekuatan penguncian pada zat pewarna kain. Campuran pengunci dilakukan untuk mengunci warna yang dicelupkan agar tidak tercampur dengan warna yang lain. Dalam penelitian ini jenis bahan pengunci berpengaruh terhadap ketahanan luntur warna terhadap cucian berdasarkan pada hasil perhitungan ANOVA, sehingga dalam penelitian ini juga menggunakan faktor jenis bahan pengunci sebagai faktor kontrol. Pada CV. Subur Makmur, jenis bahan pengunci yang digunakan yaitu *waterglass* + kostik, *waterglass* + *rodicol*, dan HCL + nitrit. Namun, yang dirasa penggunaannya optimal berdasarkan pada penelitian sebelumnya adalah *waterglass* + *rodicol* dan HCL + nitrit. HCl merupakan senyawa asam kuat yang digunakan sebagai bahan oksidasi untuk mendapatkan warna yang diinginkan sedangkan nitrit (NaNO_2) memiliki gugus logam sebagai bahan pengikat warna ketika berikatan dengan molekul zat warna ukurannya membesar dan sulit keluar dari dalam serat. Sedangkan, *waterglass* (Na_2SiO_3) memiliki gugus logam yang berikatan dengan molekul zat warna sehingga ukurannya membesar dan sulit keluar dari dalam serat. Kostik (NaOH) digunakan sebagai bahan hidrolisis

4. Rasio bahan pengunci

Rasio bahan pengunci yaitu perbandingan atau rasio antara zat pengunci dengan air sangat menentukan dalam melakukan proses pewarnaan batik yang dilakukan. Tahap ini bertujuan agar zat pengunci dapat melapisi dan menahan zat warna pada kain batik sehingga tidak mengalami kelunturan. Komposisi bahan pengunci sangat diperlukan, karena apabila komposisinya tidak sesuai akan mengakibatkan kerusakan pada kain batik. Sehingga perlu diketahui komposisi yang tepat agar tidak merusak kain batik. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rizky (2018) menggunakan 3 level faktor rasio bahan pengunci yaitu 1:1; 1:2, dan $\frac{1}{4}:\frac{3}{4}$. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa rasio yang memberikan kualitas dari yang terbaik hingga terendah adalah 1:1, 1:2, dan $\frac{1}{4}:\frac{3}{4}$.

Dari hasil penelitian tersebut dan hasil diskusi dengan pekerja CV. Subur Makmur dipilih level faktor untuk rasio bahan pengunci adalah 1:1 dan 1:2. Karena diperlukan rasio yang seimbang untuk dapat menahan zat warna dengan baik.

5. Jumlah pencelupan pada zat pewarna

Menurut Jannah & Widowati (2012), proses pewarnaan kain batik dilakukan dengan pencelupan untuk memasukkan zat warna ke dalam serat-serat kain. Pencelupan awal sebaiknya menggunakan warna-warna dasar. Pada penelitian yang dilakukan, kain batik yang telah diberi motif dicelupkan dalam larutan zat warna dengan variasi pencelupan 1-6 kali, dimana setiap 1x pencelupan dilakukan selama 15 menit kemudian dikeringkan pada tempat yang teduh dan dicelup ke dalam zat pewarna lagi. Dari hasil penelitian yakni semakin banyak jumlah pencelupan maka warna yang dihasilkan semakin pekat atau tua. Namun, ketika pencelupan kelima dan keenam dihasilkan warna yang sama karena kain sudah tidak dapat menyerap zat pewarna lagi. Sehingga, pencelupan yang optimal diperoleh pada celupan ketiga dan keempat. Pencelupan yang dilakukan pada kain batik dapat mempengaruhi ketahanan warna yang dimilikinya. Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Zulfah (2013) salah satu faktor kendali yang digunakan adalah jumlah pencelupan. Dimana faktor jumlah pencelupan memberikan hasil yang signifikan terhadap kualitas batik, sehingga dalam penelitian ini dijadikan sebagai faktor kontrol. Karena semakin lama dicelupkan maka hasil pewarnaannya semakin bagus akan tetapi jika terlalu lama akan menyebabkan kain rusak. Sehingga, perlu diketahui jumlah pencelupan yang optimal agar dapat menghasilkan pewarnaan yang baik. Pada penelitian ini menggunakan pencelupan sebanyak 2 dan 3 kali.

6. Waktu pencucian

Pencucian dilakukan dengan mencelupkan kain ke dalam air. Hal ini bertujuan untuk membasahi kain secara merata dan menghilangkan kotoran-kotoran kecil yang mengganggu kain serta menghilangkan sisa lunturan warna. Penelitian yang dilakukan oleh Zulfah dkk (2013) menggunakan variasi waktu pencucian selama 0,5 jam; 0,75 jam; dan 1 jam. Dimana, ketiga faktor tersebut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kualitas kain. Untuk waktu pencucian yang dilakukan pada CV. Subur Makmur dilakukan dalam kisaran 1-3 jam. Namun, apabila hanya dilakukan pencucian selama 1 jam, kain dirasa masih kurang bersih dalam menghilangkan sisa lunturan warna. Sehingga, dipilih level faktor 2 jam dan 3 jam untuk waktu pencucian.

7. Jenis air

Terdapat 2 jenis air yang digunakan yaitu air sumur dan air PDAM. Pada air PDAM mengandung tawas yang dapat digunakan untuk menjernihkan air, sedangkan air sumur mengandung kapur. Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Wijana dkk (2015) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi dan bahan fiksasi terhadap intensitas dan ketahanan luntur kain mori batik. Hasil penelitian tersebut menghasilkan bahwa dari hasil uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan dan pencucian menunjukkan hasil yang terendah sampai terbesar yakni kapur, tohor, tunjung dan tawas. Berdasarkan hal tersebut bahan fiksasi yaitu tawas dan kapur dapat mempengaruhi ketahanan luntur warna terhadap gosokan serta memberikan hasil pewarnaan yang berbeda, sehingga jenis air dimasukkan ke dalam faktor kontrol. CV. Subur Makmur dalam memproduksi batik cap hanya menggunakan air sumur saja. Namun, dalam hal ini perlu diketahui jenis air yang mana yang penggunaannya paling optimal.

8. Kelembapan udara

Menurut Jannah & Widowati (2012), kelembapan udara pada lingkungan kerja pembuatan batik cap mempengaruhi proses produksi pembuatan batik cap. Dimana, kelembapan udara tersebut tidak dapat dikontrol, sehingga kelembapan udara dijadikan sebagai faktor *noise*.

9. Intensitas sinar matahari

Intensitas sinar matahari diperlukan saat melakukan proses penjemuran pada batik. Dimana cahaya diperlukan untuk mempercepat proses pengeringan yang dilakukan. Namun, intensitas cahaya yang diperlukan agar batik dapat kering tidak dapat dikendalikan karena perbedaan intensitas cahaya matahari (Neliyanti & Idiawati, 2014). Besar kecilnya intensitas cahaya yang diperlukan agar menghasilkan kering yang optimal tidak dapat dikontrol, sehingga faktor ini dapat dikategorikan sebagai faktor *noise*.

10. Kecepatan pengadukan

Semakin besar kecepatan pengadukan maka interaksi antara pelarut dengan zat terlarut semakin besar sehingga hasil yang diperoleh akan semakin baik. Faktor kecepatan pengadukan dapat mempengaruhi rata atau tidaknya proses pewarnaan (Jannah & Widowati, 2012). Tetapi, kecepatan pengadukan tiap operator terkadang tidak sama antara satu dengan yang lainnya, sehingga akan sulit untuk dikendalikan. Maka dalam penelitian ini, faktor kecepatan pengadukan dikategorikan sebagai faktor *noise*.

11. Jenis warna

Faktor jenis warna diperoleh dari hasil diskusi dengan dosen Politeknik STT Tekstil Bandung. Faktor jenis warna ini menunjukkan bahwa semakin besar molekul warnanya maka sangat sulit untuk mengalami kelunturan ketika dilakukan penggosokan dan begitu pula sebaliknya. Faktor motif batik juga tergantung dari permintaan konsumen dan tidak memiliki perbedaan kualitas yang signifikan antara satu dengan yang lainnya, sehingga jenis warna ini dimasukkan sebagai faktor *signal*.

12. Motif batik

Faktor motif batik diperoleh berdasarkan hasil diskusi dengan pekerja CV. Subur Makmur. Jenis *stamp* untuk batik cap bermacam-macam karena disesuaikan dengan permintaan pelanggan. Sehingga, motif batik dikategorikan sebagai faktor *signal*.

4.6 Penetapan *Orthogonal Array*

Matriks *orthogonal* yaitu suatu matriks yang elemen-elemennya disusun menurut baris yang merupakan kombinasi level dari faktor dalam eksperimen, dan kolom yang merupakan faktor yang dapat diubah dalam eksperimen (Soejanto, 2009). Sebelum menetapkan desain *orthogonal array* yang sesuai maka dibutuhkan nilai *degree of freedom* dari faktor-faktor yang digunakan. Selanjutnya *degree of freedom orthogonal array* yang digunakan harus sama dengan *degree of freedom* faktor utama tersebut. Perhitungan *degree of freedom* untuk faktor terkontrol dalam eksperimen ini ditunjukkan pada Tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5

Degree of Freedom untuk Faktor yang Terkontrol dalam Penelitian

Faktor		Df
Kode	Nama	
A	Jenis kain	(2-1)
B	Jenis zat pewarna	(2-1)
C	Jenis bahan pengunci	(2-1)
D	Rasio bahan pengunci	(2-1)
E	Jumlah pencelupan	(2-1)
F	Waktu pencucian	(2-1)
G	Jenis air	(2-1)
Total		7

Pada Tabel 4.5 diketahui bahwa *degree of freedom* dari faktor pada penelitian ini adalah tujuh (7). Untuk mengetahui *degree of freedom orthogonal array* didapatkan dengan mengalikan derajat kebebasan per kolom dengan jumlah kolom. Berikut ini adalah perhitungan *degree of freedom orthogonal array*.

$$\text{df Faktor A} = (2-1) = 1$$

$$\text{df Faktor B} = (2-1) = 1$$

$$\text{df Faktor C} = (2-1) = 1$$

$$\text{df Faktor D} = (2-1) = 1$$

$$\text{df Faktor E} = (2-1) = 1$$

$$\text{df Faktor F} = (2-1) = 1$$

$$\text{df Faktor G} = (2-1) = 1$$

$$L_8(2^7) = (2-1) \times 7 = 7$$

Nilai derajat bebas menunjukkan jumlah minimal eksperimen yang harus dilakukan. Berdasarkan perhitungan diatas diketahui jumlah derajat bebas dari faktor penelitian adalah 7, sehingga eksperimen yang harus dilakukan minimal 7 percobaan. *Orthogonal array* yang seharusnya digunakan adalah $L_7(2^7)$, sedangkan pada eksperimen *taguchi* dengan 2 level *orthogonal array* yang tersedia diantaranya adalah $L_4(2^3)$, $L_8(2^7)$, $L_{12}(2^{11})$, dan seterusnya. Dikarenakan matriks $L_7(2^7)$ tidak tersedia pada eksperimen *taguchi*, maka *orthogonal array* yang digunakan harus lebih besar dari nilai derajat bebas sehingga pada penelitian ini *orthogonal array* yang digunakan adalah $L_8(2^7)$. Dalam penelitian ini dilakukan 8 eksperimen dengan terdapat 7 faktor dan 2 level faktor didalamnya. Selain itu juga dilakukan replikasi sebanyak 3 kali, hal ini dikarenakan jumlah sampel yang disarankan adalah sebanyak 20-25 atau ukuran subgrup haruslah 3-5 (Montgomery, 2009). Sehingga jumlah percobaan yang dilakukan pada eksperimen *taguchi* ini adalah sebanyak 24 kali. Tabel 4. berikut ini merupakan *orthogonal array* $L_8(2^7)$ yang digunakan pada penelitian.

Tabel 4.6

Orthogonal Array $L_8(2^7)$

Exp	Faktor						
	A	B	C	D	E	F	G
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

4.7 Penugasan pada *Orthogonal Array*

Setelah dilakukan penetapan *orthogonal array* yang digunakan, tahap selanjutnya adalah penugasan pada *orthogonal array* pada penelitian. Tabel 4.7 berikut ini merupakan penugasan pada *orthogonal array* yang dilakukan dalam penelitian ini.

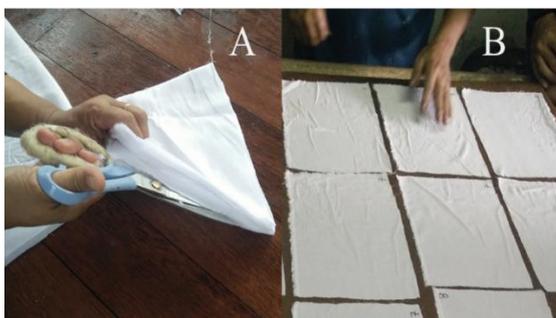
Tabel 4.7
Penugasan pada *Orthogonal Array*

Per- lakuan	Faktor dan level faktor						
	Jenis Kain (A)	Jenis Zat Pewarna (B)	Jenis Bahan Pengunci (C)	Rasio Bahan Pengunci (D)	Jumlah Pencelupan (E)	Waktu Pencucian (F)	Jenis Air (G)
1	Katun	Polkatif	<i>Waterglass + rodicool</i>	1:1	2 kali	2 jam	Air PDAM
2	Katun	Polkatif	<i>Waterglass + rodicool</i>	1:2	3 kali	3 jam	Air Sumur
3	Katun	Sol	HCl + nitrit	1:1	2 kali	3 jam	Air Sumur
4	Katun	Sol	HCl + nitrit	1:2	3 kali	2 jam	Air PDAM
5	Rayon	Polkatif	HCl + nitrit	1:1	3 kali	2 jam	Air Sumur
6	Rayon	Polkatif	HCl + nitrit	1:2	2 kali	3 jam	Air PDAM
7	Rayon	Sol	<i>Waterglass + rodicool</i>	1:1	3 kali	3 jam	Air PDAM
8	Rayon	Sol	<i>Waterglass + rodicool</i>	1:2	2 kali	2 jam	Air Sumur

4.8 Pelaksanaan Eksperimen *Taguchi*

Pada tahap pelaksanaan eksperimen *taguchi*, dilakukan pembuatan sampel batik cap, adapun proses pembuatan sampel batik cap dari tahap persiapan awal hingga tahap pengujian laboratorium pada penelitian ini adalah:

1. Persiapan
 - a. Pada tahap ini dipersiapkan berbagai alat dan bahan yang dibutuhkan
 - b. Memotong kain sesuai dengan ukuran yang ditentukan yaitu 20 cm x 20 cm.
 - c. Memberikan identitas pada setiap kain.



Gambar 4.2 Tahap persiapan yaitu pemotongan kain (A) dan Pemberian identitas kain (B)

2. Pencelupan *stamp*

Stamp yang digunakan untuk membuat motif batik cap dicelupkan ke dalam lilin/malam yang dipanaskan



Gambar 4.3 Proses pencelupan *stamp* pada lilin/malam

3. Pengecapan kain batik

Pada tahap ini dilakukan pengecapan pada kain yang sudah diberi identitas dengan menggunakan cetakan dan malam yang sudah dipersiapkan.



Gambar 4.4 Proses pengecapan kain batik

4. Pewarnaan

Pada tahap pewarnaan dilakukan pelarutan zat warna batik dengan air sebanyak 4 gram untuk 1 liter air. Zat warna yang digunakan adalah polkatif dan sol. Kemudian memasukkan kain batik yang sudah dicap ke dalam air yang sudah dicampur dengan pewarna di dalam ember kecil.



Gambar 4.5 Proses pewarnaan

5. Penirisan pertama

Setelah melakukan proses pewarnaan selanjutnya kain ditiriskan atau diangin-anginkan terlebih dahulu pada gawangan.



Gambar 4.6 Proses penirisan kain batik

6. Penguncian warna kain batik

Selanjutnya melapisi kain dengan menggunakan zat pengunci agar hasil cap pada batik tidak tercampur warnanya. Tahap penguncian dilakukan dengan mencelupkan kain batik ke dalam ember yang berisi cairan pengunci dengan rasio yang sudah ditentukan.



Gambar 4.7 Proses penguncian warna kain batik

7. Pencucian

Setelah dikunci kain batik dicuci pada air yang tersedia di ember besar. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan luntur pada kain batik dengan waktu yang sudah ditentukan.



Gambar 4.8 Proses pencucian kain batik

8. Penirisan kedua

Tahap selanjutnya adalah melakukan penirisan tahap kedua dimana kain batik diletakkan diatas bambu kembali.



Gambar 4.9 Proses penirisan

9. Perebusan/melorod

Perebusan dilakukan untuk menghilangkan zat lilin/malam yang masih melekat pada kain batik. Proses ini dikerjakan pada ember besar yang berisi air yang telah dipanaskan lalu ditambah dengan soda ash $\frac{1}{2}$ kg dan diaduk hingga merata. Proses ini dilakukan hingga lilin/malam pada kain batik hilang.



Gambar 4.10 Proses perebusan

10. Penjemuran

Proses penjemuran dilakukan agar kain batik dapat kering secara sempurna, dimana kain diletakkan pada tali dan dipaku dengan menggunakan paku payung.



Gambar 4.11 Proses penjemuran

4.9 Pengumpulan Data Eksperimen *Taguchi*

Eksperimen *taguchi* yang dilakukan adalah pembuatan sampel batik cap. Jumlah total sampel yang diuji adalah sebanyak 24 buah, hal ini disesuaikan dengan banyaknya

eksperimen dan jumlah replikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Pengujian ketahanan luntur warna terhadap gosokan pada batik cap dilakukan di Laboratorium Evaluasi Tekstil dan Kimia di STT Tekstil Bandung. Hasil ujinya akan menunjukkan nilai 1-5, dimana angka satu menunjukkan bahwa ketahanan luntur kain terhadap gosokan semakin buruk, sedangkan angka lima menunjukkan bahwa kualitas ketahanan luntur kain terhadap gosokan semakin baik. Pengujian sampel untuk ketahanan luntur kain terhadap gosokan dilakukan untuk gosokan kering dan gosokan basah. Gambar 4.12 berikut menunjukkan salah satu contoh hasil perbandingan sebelum dan sesudah dilakukan penggosokan, selanjutnya penilaian oleh pihak Laboratorium Evaluasi Tekstil dan Kimia Politeknik STT Tekstil Bandung.

Penilaian didasarkan oleh perubahan warna pada *staining scale*. Misalnya, pada nilai tahan luntur warna 2 diberikan karena terjadi perbedaan warna sebesar 16,9 CD, penilaian perubahan warna 3 karena perbedaan warna pada *staining scale* sebesar 8,5 CD, dan penilaian perubahan warna 4,5 karena perbedaan warnanya sebesar 2,2 CD. Semakin kecil perbedaan warna yang dihasilkan pada *staining scale*, maka semakin baik pula ketahanan luntur warna terhadap gosokannya.



Gambar 4.12 Penilaian perubahan warna 2 (A), penilaian perubahan warna 3 (B), dan penilaian perubahan warna 4,5 (C)

Setelah dilakukan pengujian terhadap ketahanan luntur batik cap terhadap gosokan, selanjutnya diperoleh data hasil uji ketahanan luntur batik cap terhadap gosokan kering dan basah. Hasil uji ketahanan luntur warna batik cap terhadap gosokan kering ditunjukkan pada Tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8

Hasil Uji Ketahanan Luntur Warna Batik Cap terhadap Gosokan Kering

Exp	Faktor							Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
	A	B	C	D	E	F	G			
1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4
2	1	1	1	2	2	2	2	5	5	4,5
3	1	2	2	1	1	2	2	3	3	3
4	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2
5	2	1	2	1	2	1	2	4,5	4	4

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

Sedangkan untuk hasil uji ketahanan luntur warna batik cap terhadap gosokan basah ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9

Hasil Uji Ketahanan Luntur Warna Batik Cap terhadap Gosokan Basah

Exp	Faktor							Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
	A	B	C	D	E	F	G			
1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4
2	1	1	1	2	2	2	2	5	5	4,5
3	1	2	2	1	1	2	2	3	3	3
4	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2
5	2	1	2	1	2	1	2	4	4	4
6	2	1	2	2	1	2	1	4	3,5	4
7	2	2	1	1	2	2	1	4,5	4	4
8	2	2	1	2	1	1	2	3	3	3

Setelah diperoleh data hasil uji ketahanan luntur terhadap gosokan basah maupun kering, maka selanjutnya akan dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk data variabel dan *Signal Noise to Ratio* (SNR).

4.10 Pengolahan Data Eksperimen *Taguchi*

Pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari perhitungan ANOVA untuk nilai rata-rata, perhitungan ANOVA nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR), penentuan *setting level* optimal, perkiraan kondisi optimal, dan interval kepercayaan.

4.10.1 Perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) Nilai Rata-Rata

Analisis varians adalah teknik perhitungan yang secara kuantitatif memperkirakan kontribusi pada faktor-faktor dalam semua pengukuran respon (Soejanto, 2009). ANOVA digunakan untuk menentukan *setting level* optimal dalam meminimalkan penyimpangan variansi. Dengan melakukan perhitungan ANOVA untuk nilai rata-rata maka dapat diketahui faktor-faktor yang berpengaruh signifikan maupun tidak dalam ketahanan luntur warna terhadap gosokan kering dan basah pada batik cap.

4.10.1.1 Perhitungan ANOVA Nilai Rata-Rata pada Gosokan Kering

Berikut merupakan langkah-langkah perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk data variabel uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan kering.

1. Menentukan hipotesis setiap faktor.

- a. H_0 : Tidak ada pengaruh faktor A (jenis kain) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 H_1 : Ada pengaruh faktor A (jenis kain) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 - b. H_0 : Tidak ada pengaruh faktor B (jenis zat pewarna) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 H_1 : Ada pengaruh faktor B (jenis zat pewarna) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 - c. H_0 : Tidak ada pengaruh faktor C (jenis bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 H_1 : Ada pengaruh faktor C (jenis bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 - d. H_0 : Tidak ada pengaruh faktor D (rasio bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 H_1 : Ada pengaruh faktor D (rasio bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 - e. H_0 : Tidak ada pengaruh faktor E (jumlah pencelupan) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 H_1 : Ada pengaruh faktor E (jumlah pencelupan) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 - f. H_0 : Tidak ada pengaruh faktor F (waktu pencucian) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 H_1 : Ada pengaruh faktor F (waktu pencucian) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 - g. H_0 : Tidak ada pengaruh faktor G (jenis air) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 H_1 : Ada pengaruh faktor G (jenis air) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
2. Melakukan perhitungan rata-rata hasil uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan kering seperti yang terdapat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10

Hasil Pengujian Nilai Rata-Rata Ketahanan Luntur Warna terhadap Gosokan Kering

Exp	Faktor							Replikasi			Rata-rata
	A	B	C	D	E	F	G	R1	R2	R3	
1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
2	1	1	1	2	2	2	2	5	5	4,5	4,83

Exp	Faktor							Replikasi			Rata-rata
	A	B	C	D	E	F	G	R1	R2	R3	
3	1	2	2	1	1	2	2	3	3	3	3
4	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2
5	2	1	2	1	2	1	2	4,5	4	4	4,17
6	2	1	2	2	1	2	1	4	3,5	4	3,83
7	2	2	1	1	2	2	1	4,5	4,5	4	4,33
8	2	2	1	2	1	1	2	3	3	3	3

3. Membuat tabel respon dari pengaruh faktor

Berikut merupakan contoh perhitungan pada tabel respon untuk faktor A sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{A level pertama } (\overline{A1}) &= \frac{\sum \text{rata-rata level 1 pada faktor A}}{4} \\
 &= \frac{(4+4,83+3+2)}{4} = 3,458
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan hasil perhitungan tabel respon tiap pengaruh faktor, maka selanjutnya akan disajikan dalam Tabel Respon seperti pada Tabel 4.11. Tabel respon berfungsi untuk menghitung perbedaan nilai rata-rata respon antar level dengan cara mengurutkan perbedaan level yang memiliki nilai terbesar sampai nilai terkecil. Pemilihan nilai terbaik didasarkan pada karakteristik kualitas yang digunakan yaitu *larger the better* yang artinya semakin tinggi nilainya maka akan semakin baik. Berikut merupakan hasil perhitungan tabel respon yang dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11

Tabel Respon Nilai Rata-Rata Uji Ketahanan Luntur terhadap Gosokan Kering

Faktor Level	A	B	C	D	E	F	G
1	3,458	4,208	4,042	3,875	3,458	3,292	3,542
2	3,833	3,083	3,250	3,417	3,833	4	3,750
Diff	0,375	1,125	0,792	0,458	0,375	0,708	0,208
Rank	5	1	2	4	6	3	7

Dari hasil perhitungan tabel respon pada Tabel 4.11, maka diperoleh salah satu level dari masing-masing yang memiliki karakteristik kualitas *larger the better* yaitu faktor A level 2 (jenis kain rayon), faktor B level 1 (jenis zat pewarna polkatif), faktor C level 1 (bahan pengunci *waterglass+rodicool*), faktor D level 1 (rasio bahan pengunci dengan air 1:1), faktor E level 2 (jumlah pencelupan 3 kali), faktor F level 2 (waktu pencucian selama 3 jam), dan faktor G level 2 (jenis air sumur).

4. Perhitungan data ANOVA untuk nilai rata-rata

a. Menghitung Jumlah Kuadrat Total atau *Sum of Square* (*SS total*)

$$SS \text{ total} = \sum y^2$$

$$SS \text{ total} = 4^2 + 5^2 + 3^2 + \dots + 4^2 + 4^2 + 3^2$$

$$SS_{total} = 337,250$$

- b. Menghitung Jumlah Kuadrat Karena Rata-Rata atau *Sum of Square due to Mean* (SS_{Mean})

$$SS_{mean} = n \cdot \bar{y}^2$$

$$n = \text{jumlah eksperimen} \times \text{jumlah replikasi} \\ = 8 \times 3 = 24$$

$$\bar{y} = \frac{\text{total}}{n} = \frac{4+5+3+\dots+4+4+3}{24} = 3,65$$

$$SS_{mean} = 24 \times (3,65)^2 = 319,010$$

- c. Menghitung Jumlah Kuadrat karena Faktor-Faktor atau *Sum of Square due to Factors* (SS_A)

Berikut merupakan contoh perhitungan *Sum of Square due to Factor A*:

$$SS_A = ((\bar{A1})^2 \times n1) + (\bar{A2})^2 \times n2 - S_{smean} \\ = (3,458^2 \times 12) + (3,833^2 \times 12) - 319,010 \\ = 0,844$$

Perhitungan untuk faktor yang lain yaitu B, C, D, E, F, dan G sama seperti perhitungan untuk SS_A

- d. Menghitung Jumlah Kuadrat karena *Error* atau *Sum of Square due to Error* (SS_e)

$$SS_e = SS_{total} - SS_{mean} - SS_A - SS_B - SS_C - SS_D - SS_E - SS_F - SS_G \\ = 337,250 - 319,010 - 0,844 - 7,594 - 3,760 - 1,260 - 0,844 - 3,010 - 0,260 \\ = 0,667$$

- e. Membuat tabel ANOVA untuk nilai rata-rata

- 1) Menentukan derajat kebebasan untuk masing-masing faktor

Contoh perhitungan derajat kebebasan untuk faktor A adalah:

$$DF_A = (\text{number of levels} - 1) \\ = (2-1) = 1$$

- 2) Menghitung derajat kebebasan total

$$DF_T = (\text{number of experiment} - 1) \\ = (24-1) = 23$$

Untuk perhitungan derajat kebebasan *error* adalah:

$$DF_e = DF_T - (DF_A + DF_B + DF_C + DF_D + DF_E + DF_F + DF_G) \\ = 23 - (1+1+1+1+1+1+1) = 16$$

- 3) Menghitung rata-rata jumlah kuadrat atau *Mean Sum of Square* (MS)

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A}$$

$$= \frac{0,844}{1} = 0,844$$

Untuk *Mean Sum of Square* pada faktor B, C, D, E, F, G, dan *error* dilakukan dengan perhitungan yang sama.

- 4) Menghitung nilai rasio (*F-Ratio*), contoh perhitungan *F-Ratio* pada faktor A adalah:

$$F_A = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{DF_e} = \frac{0,6667}{16} = 0,042$$

$$F_A = \frac{0,844}{0,042} = 20,25$$

Untuk *F-Ratio* pada faktor B, C, D, E, F, dan G dilakukan dengan perhitungan yang sama.

- 5) Menghitung *Pure Sum of Square* pada masing-masing (SS'). Berikut merupakan contoh perhitungan *Pure Sum of Square* dari faktor A yang berlaku juga untuk menghitung *Pure Sum of Square* pada faktor B, C, D, E, F, dan G.

$$SS = SS - (DF \times MS_e)$$

$$SS'_A = SS_A - (DF_A \times MS_e)$$

$$SS'_A = 0,844 - (1 \times 0,042) = 0,802$$

Sedangkan untuk perhitungan SS'_e adalah:

$$SS'_e = SS_T - (SS'_A + SS'_B + SS'_C + SS'_D + SS'_E + SS'_F + SS'_G)$$

$$SS_T = SS_A + SS_B + SS_C + SS_D + SS_E + SS_F + SS_G + SS_e$$

$$SS_T = 0,844 + 7,594 + 3,760 + 1,260 + 0,844 + 3,010 + 0,260 + 0,667$$

$$= 18,240$$

$$SS'_e = 18,240 - (0,802 + 7,552 + 3,719 + 1,219 + 0,802 + 2,969 + 0,219)$$

$$= 0,958$$

- 6) Menghitung *Percent Contribution (Rho %)* pada setiap faktor. Berikut merupakan contoh perhitungan *Rho%* faktor A:

$$Rho \% A = \frac{SS'_A}{SS_T} \times 100\%$$

$$= \frac{0,802}{18,240} \times 100\%$$

$$= 4,40\%$$

Perhitungan yang sama berlaku untuk menghitung *Percent Contribution (Rho%)* pada faktor B, C, D, E, F, dan G.

5. Membuat Tabel *Analysis of Variance* (ANOVA) nilai rata-rata

Berikut merupakan Tabel hasil perhitungan ANOVA untuk nilai rata-rata dari hasil eksperimen.

Tabel 4.12

Analysis of Variance (ANOVA) Nilai Rata-Rata Gosokan Kering

Sumber	SS	DF	MS	F _{ratio}	SS'	Ratio %	F tabel 0,05 (1;16)
A	0,844	1	0,844	20,25	0,802	4,40%	4,49
B	7,594	1	7,594	182,25	7,552	41,40%	4,49
C	3,760	1	3,760	90,25	3,719	20,39%	4,49
D	1,260	1	1,260	30,25	1,219	6,68%	4,49
E	0,844	1	0,844	20,25	0,802	4,40%	4,49
F	3,010	1	3,010	72,25	2,969	166,28%	4,49
G	0,260	1	0,260	6,25	0,219	1,20%	4,49
Error	0,667	16	0,042	1	0,958	5,25%	
SST	18,240	23	0,793			100%	
Mean	319,010	1					
SStotal	337,250	24					

Kesimpulan yang diperoleh dari Tabel ANOVA nilai rata-rata berdasarkan pada hipotesis yang ditentukan adalah:

a. Faktor jenis kain

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 20,25 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;16}) = 4,49$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor A (jenis kain) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering.

b. Faktor jenis zat pewarna

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 182,25 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;16}) = 4,49$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor B (jenis zat pewarna) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering.

c. Faktor jenis bahan pengunci

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 90,25 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;16}) = 4,49$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor C (jenis bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering.

d. Faktor rasio bahan pengunci

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 30,25 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;16}) = 4,49$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor D (rasio bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering.

e. Faktor jumlah pencelupan

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 20,25 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;16}) = 4,49$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor E (jumlah pencelupan) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering.

f. Faktor waktu pencucian

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 72,25 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;16}) = 4,49$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor F (waktu pencucian) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering.

g. Faktor jenis air

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 6,25 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;16}) = 4,49$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor G (jenis air) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering.

Dari hasil perhitungan tabel *Analysis of Variance* dapat diketahui bahwa faktor A, B, C, D, E, F, dan G memiliki nilai $F\text{-ratio} \geq (F_{0,05;1;16}) = 4,49$. Hal tersebut berarti semua faktor memiliki pengaruh terhadap ketahanan luntur batik cap terhadap gosokan kering. Untuk nilai $\%Ratio$ (persen kontribusi) diperoleh hasil bahwa yang memiliki persen kontribusi terbesar adalah faktor B yaitu jenis zat pewarna dengan persen kontribusi sebesar 41,40%. Sedangkan faktor yang memiliki persen kontribusi terkecil adalah faktor G (jenis air) yang hanya memiliki persen kontribusi sebesar 1,20%.

6. *Pooling Up*

Tahap *pooling up* dilakukan untuk menghindari kesalahan berlebih saat melakukan penelitian. Dalam melakukan *pooling up* hanya disarankan menggunakan separuh dari jumlah derajat kebebasan pada *orthogonal array* yang digunakan dalam eksperimen agar menjadi desain yang kokoh (Belavendram, 1995). Pada tabel hasil perhitungan ANOVA diketahui bahwa $F\text{-ratio}$ semua faktor menunjukkan bahwa faktor memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ketahanan luntur warna terhadap gosokan kering. Oleh karena itu, matriks orthogonal yang digunakan dalam penelitian ini adalah $L_8(2^7)$ sehingga diperlukan kurang lebih 3 atau 4 pengaruh utama untuk perkiraan dan melakukan *pooling* 4 atau 3 faktor dengan $F\text{-ratio}$ terkecil ke dalam *error*. Karena dari hasil perhitungan terdapat 4 faktor yang memiliki persen kontribusi kecil yaitu kurang dari 10%, sehingga dilakukan *pooling* pada faktor tersebut. Faktor yang *dipooling* yaitu faktor A (4,40%), D (6,68%), E (4,40%) dan G (1,20%). Berikut adalah perhitungan untuk *pooling up* faktor A, D, E, dan G.

a. Penentuan hipotesa untuk faktor yang *dipooling* adalah:

- 1) H_0 : Tidak ada pengaruh faktor B (jenis zat pewarna) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 H_1 : Ada pengaruh faktor B (jenis zat pewarna) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 - 2) H_0 : Tidak ada pengaruh faktor C (jenis bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 H_1 : Ada pengaruh faktor C (jenis bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 - 3) H_0 : Tidak ada pengaruh faktor F (waktu pencucian) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
 H_1 : Ada pengaruh faktor F (waktu pencucian) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering
- b. $SS (pooled e) = SSe + SSA + SSD + SSE + SSG$
 $SS (pooled e) = 0,667 + 0,844 + 1,260 + 0,844 + 0,260$
 $= 3,875$
- c. $DF (pooled e) = ve + vA + vD + vE + vG$
 $= 16 + 1 + 1 + 1 + 1$
 $= 20$
- d. $MS_{pooled e} = \frac{SS_{pooled e}}{DF_{pooled e}}$
 $= \frac{3,875}{20} = 0,194$

Tabel 4.13 berikut merupakan hasil perhitungan ANOVA untuk data yang telah dilakukan *pooling up*.

Tabel 4.13

Analysis of Variance (ANOVA) Nilai Rata-rata Pooling Gosokan Kering

Sumber	Pooled	SS	DF	MS	Fratio	SS'	Ratio%	F tabel ($F_{0,05;1;20}$)
A	Y	0,844	1	-	-	-	-	-
B		7,594	1	7,594	39,194	7,400	40,57%	4,35
C		3,760	1	3,760	19,409	3,567	19,55%	4,35
D	Y	1,260	1	-	-	-	-	-
E	Y	0,844	1	-	-	-	-	-
F		3,010	1	3,010	15,538	2,817	15,44%	4,35
G	Y	0,260	1	-	-	-	-	-
Error	Y	0,667	16	0,042	-	-	-	-
Pooled		3,875	20	0,194	1	4,456	24,43%	
Total		18,240	23	0,793		18,240	100%	
SSMean		319,010	1					
SSTotal		337,250	24					

Kesimpulan yang diperoleh dari Tabel 4.13 setelah dilakukan *pooling* adalah:

1) Faktor jenis zat pewarna

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 39,194 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;20}) = 4,35$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor B (jenis zat pewarna) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering.

2) Faktor jenis bahan pengunci

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 19,409 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;20}) = 4,35$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor C (jenis bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering.

3) Faktor waktu pencucian

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 15,538 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;20}) = 4,35$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor F (waktu pencucian) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan kering.

Pada hipotesa di atas dapat diketahui bahwa faktor B, C, dan F memiliki nilai $F\text{-Ratio} \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;16}) = 4,35$. Sehingga hal tersebut berarti faktor B, C, dan F memiliki pengaruh terhadap ketahanan luntur warna batik cap terhadap gosokan kering. Berikut merupakan hasil perhitungan ANOVA nilai rata-rata setelah dilakukan *pooling* yang dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14

Rekap *Analysis of Variance* (ANOVA) Nilai Rata-rata Setelah *Pooling* pada Gosokan Kering

Sumber	<i>Pooled</i>	SS	DF	MS	<i>Fratio</i>	SS'	<i>Ratio%</i>	F tabel ($F_{0,05;1;20}$)
B		7,594	1	7,594	39,194	7,400	40,57%	4,35
C		3,760	1	3,760	19,409	3,567	19,55%	4,35
F		3,010	1	3,010	15,538	2,817	15,44%	4,35
<i>Pooled</i>		3,875	20	0,194	1	4,456	24,43%	
Total		18,240	23	0,793		18,240	100%	
<i>SSMean</i>		319,010	1					
<i>SSTotal</i>		337,250	24					

Apabila persen kontribusi *error* rendah (kurang dari 50%) maka dapat diasumsikan bahwa tidak terdapat faktor yang berpengaruh signifikan yang akan hilang dari eksperimen. Namun, jika persen kontribusi *error* tinggi (50% atau lebih) maka dapat diasumsikan bahwa beberapa faktor yang signifikan telah hilang dan dapat disimpulkan juga terdapat perhitungan yang mengalami kesalahan besar dalam eksperimen tersebut (Belavendram, 1995). Berdasarkan pada Tabel 4.12 diperoleh hasil bahwa tidak terdapat faktor-faktor signifikan yang hilang dari eksperimen karena nilai persen kontribusi *error* pada hasil perhitungan *pooling* yaitu sebesar 24,43%.

4.10.1.2 Perhitungan ANOVA Nilai Rata-Rata pada Gosokan Basah

Berikut merupakan langkah-langkah perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk data variabel uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan basah.

1. Menentukan hipotesis setiap faktor
 - a. H_0 : Tidak ada pengaruh faktor A (jenis kain) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah
 H_1 : Ada pengaruh faktor A (jenis kain) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah
 - b. H_0 : Tidak ada pengaruh faktor B (jenis zat pewarna) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah
 H_1 : Ada pengaruh faktor B (jenis zat pewarna) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah
 - c. H_0 : Tidak ada pengaruh faktor C (jenis bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah
 H_1 : Ada pengaruh faktor C (jenis bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah
 - d. H_0 : Tidak ada pengaruh faktor D (rasio bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah
 H_1 : Ada pengaruh faktor D (rasio bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah
 - e. H_0 : Tidak ada pengaruh faktor E (jumlah pencelupan) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah
 H_1 : Ada pengaruh faktor E (jumlah pencelupan) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah
 - f. H_0 : Tidak ada pengaruh faktor F (waktu pencucian) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah
 H_1 : Ada pengaruh faktor F (waktu pencucian) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah
 - g. H_0 : Tidak ada pengaruh faktor G (jenis air) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah
 H_1 : Ada pengaruh faktor G (jenis air) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah
2. Melakukan perhitungan rata-rata hasil uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan basah seperti yang terdapat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15
Hasil Pengujian Nilai Rata-rata Ketahanan Luntur Warna terhadap Gosokan Basah

Exp	Faktor							Replikasi			Rata-rata
	A	B	C	D	E	F	G	R1	R2	R3	
1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4
2	1	1	1	2	2	2	2	5	5	4,5	4,83
3	1	2	2	1	1	2	2	3	3	3	3
4	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2
5	2	1	2	1	2	1	2	4	4	4	4
6	2	1	2	2	1	2	1	4	3,5	4	3,83
7	2	2	1	1	2	2	1	4,5	4	4	4,17
8	2	2	1	2	1	1	2	3	3	3	3

3. Membuat tabel respon dari pengaruh faktor

Berikut merupakan contoh perhitungan pada tabel respon untuk A sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{A level pertama } (\bar{A1}) &= \frac{\sum \text{rata-rata level 1 pada faktor A}}{4} \\
 &= \frac{(4+4,83+3+2)}{4} = 3,458
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan hasil perhitungan tabel respon tiap pengaruh faktor, maka selanjutnya disajikan dalam tabel respon untuk memilih nilai terbaik yang didasarkan pada karakteristik kualitas yang sesuai dengan eksperimen ini yaitu *larger the better*. Berikut merupakan hasil perhitungan tabel respon yang dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16
Tabel Respon Nilai Rata-Rata Uji Ketahanan Luntur Warna terhadap Gosokan Basah

Faktor Level	A	B	C	D	E	F	G
1	3,458	4,167	4	3,792	3,458	3,250	3,500
2	3,750	3,042	3,208	3,417	3,750	3,958	3,708
Diff	0,292	1,125	0,792	0,375	0,292	0,708	0,208
Rank	5	1	2	4	6	3	7

Dari hasil perhitungan tabel respon dari hasil uji nilai gosokan basah pada Tabel 4.16, maka diperoleh salah satu level dari masing-masing yang memiliki karakteristik kualitas *larger the better* yaitu faktor A level 2 (jenis kain rayon), faktor B level 1 (jenis zat pewarna polkatif), faktor C level 1 (bahan pengunci *waterglass+rodicool*), faktor D level 1 (rasio bahan pengunci 1:1), faktor E level 2 (jumlah pencelupan 3 kali), faktor F level 2 (waktu pencucian selama 3 jam), dan faktor G level 2 (jenis air sumur).

4. Perhitungan data ANOVA untuk nilai rata-rata pada nilai uji gosokan basah

a. Menghitung Jumlah Kuadrat Total atau *Sum of Square (SS total)*

$$\begin{aligned}
 SS \text{ total} &= \sum y^2 \\
 SS \text{ total} &= 4^2+5^2+3^2 + \dots + 4^2+4^2+3^2 \\
 SS \text{ total} &= 328,75
 \end{aligned}$$

- b. Menghitung Jumlah Kuadrat Karena Rata-Rata atau *Sum of Square due to Mean* (*SS Mean*)

$$SS_{mean} = n \cdot \bar{y}^2$$

$$n = \text{jumlah eksperimen} \times \text{jumlah replikasi} \\ = 8 \times 3 = 24$$

$$\bar{y} = \frac{\text{total}}{n} = \frac{4+5+3+\dots+4+4+3}{24} = 3,60$$

$$SS_{mean} = 24 \times (3,60)^2 = 311,760$$

- c. Menghitung Jumlah Kuadrat karena Faktor-Faktor atau *Sum of Square due to Factors* (*SS_A*)

Berikut merupakan contoh perhitungan *Sum of Square due to Factor A*:

$$SS_A = ((\bar{A1})^2 \times n1) + (\bar{A2})^2 \times n2) - SS_{mean} \\ = (3,458^2 \times 12) + (3,750^2 \times 12) - 311,760 \\ = 0,510$$

Menggunakan cara perhitungan yang sama seperti perhitungan *SS_A* untuk faktor lain yaitu B, C, D, E, F, dan G.

- d. Menghitung Jumlah Kuadrat karena *Error* atau *Sum of Square due to Error* (*SS_e*)

$$SS_e = SStotal - Ssmean - SSA - SSB - SSC - SSD - SSE - SSF - SSG \\ = 32,750 - 311,760 - 0,510 - 7,594 - 3,760 - 0,844 - 0,510 - 3,010 - 0,2660 \\ = 0,500$$

- e. Membuat Tabel ANOVA untuk nilai rata-rata

- 1) Menentukan derajat kebebasan untuk masing-masing faktor

Contoh perhitungan derajat kebebasan untuk faktor A adalah:

$$DF_A = (\text{number of levels} - 1) \\ = (2-1) = 1$$

- 2) Menghitung derajat kebebasan total

$$DF_T = (\text{number of experiment} - 1) \\ = (24-1) = 23$$

Untuk perhitungan derajat kebebasan *error* sebagai berikut.

$$DF_e = DF_T - (DF_A + DF_B + DF_C + DF_D + DF_E + DF_F + DF_G) \\ = 23 - (1+1+1+1+1+1+1) = 16$$

- 3) Menghitung rata-rata jumlah kuadrat atau *Mean Sum of Square* (*MS*)

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A} \\ = \frac{0,510}{1} = 0,510$$

Untuk *Mean Sum of Square* pada faktor B, C, D, E, F, G, dan *error* dilakukan dengan perhitungan yang sama seperti MS_A .

- 4) Menghitung nilai rasio (*F-Ratio*), contoh perhitungan *F-Ratio* pada faktor A adalah:

$$F_A = \frac{MS_A}{MS_E}$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{DF_e} = \frac{0,5}{16} = 0,031$$

$$F_A = \frac{0,510}{0,031} = 16,333$$

Perhitungan *F-Ratio* pada faktor B, C, D, E, F, dan G dilakukan dengan perhitungan yang sama seperti F_A .

- 5) Menghitung *Pure Sum of Square* pada masing-masing (SS'). Berikut merupakan contoh perhitungan *Pure Sum of Square* dari faktor A yang berlaku juga untuk menghitung *Pure Sum of Square* pada faktor B, C, D, E, F, dan G.

$$SS = SS - (DF \times MS_e)$$

$$SS'_A = SS_A - (DF_A \times MS_e)$$

$$SS'_A = 0,510 - (1 \times 0,031) = 0,479$$

Sedangkan untuk perhitungan SS'_e adalah:

$$SS'_e = SS_T - (SS'_A + SS'_B + SS'_C + SS'_D + SS'_E + SS'_F + SS'_G)$$

$$SS_T = SS_A + SS_B + SS_C + SS_D + SS_E + SS_F + SS_G + SS_e$$

$$SS_T = 0,510 + 7,594 + 3,760 + 0,844 + 0,510 + 3,010 + 0,260 + 0,500$$

$$= 16,990$$

$$SS'_e = 16,990 - (0,479 + 7,563 + 3,729 + 0,813 + 0,479 + 2,979 + 0,229)$$

$$= 0,719$$

- 6) Menghitung *Percent Contribution (Rho %)* pada setiap faktor. Berikut merupakan contoh perhitungan *Rho%* faktor A:

$$Rho \% A = \frac{SS'_A}{SS_T} \times 100\%$$

$$= \frac{0,479}{16,990} \times 100\% = 2,82\%$$

Perhitungan yang sama berlaku untuk menghitung *Percent Contribution (Rho%)* pada faktor B, C, D, E, F, dan G.

5. Membuat Tabel *Analysis of Variance (ANOVA)* nilai rata-rata gosokan basah
Berikut merupakan Tabel hasil perhitungan ANOVA untuk nilai rata-rata dari hasil eksperimen terhadap hasil uji gosokan basah.

Tabel 4.17

Analysis of Variance (ANOVA) Nilai Rata-Rata Gosokan Basah

Sumber	SS	DF	MS	Fratio	SS'	Ratio %	F tabel 0,05 (1;16)
A	0,510	1	0,510	16,333	0,479	2,82%	4,49
B	7,594	1	7,594	243	7,563	44,51%	4,49
C	3,760	1	3,760	120,33	3,729	21,95%	4,49
D	0,844	1	0,844	27	0,813	4,78%	4,49
E	0,510	1	0,510	16,333	0,479	2,82%	4,49
F	3,010	1	3,010	96,333	2,979	17,54%	4,49
G	0,260	1	0,260	8,333	0,229	1,35%	4,49
Error	0,500	16	0,031	1	0,719	4,23%	
SST	16,990	23	0,739			100%	
Mean	311,760	1					
SStotal	328,750	24					

Kesimpulan yang diperoleh dari Tabel ANOVA nilai rata-rata adalah:

a. Faktor jenis kain

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 16,333 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;16}) = 4,49$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor A (jenis kain) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah.

b. Faktor jenis zat pewarna

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 243 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;16}) = 4,49$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor B (jenis zat pewarna) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah.

c. Faktor jenis bahan pengunci

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 120,33 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;16}) = 4,49$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor C (jenis bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah.

d. Faktor rasio bahan pengunci

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 27 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;16}) = 4,49$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor D (rasio bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah.

e. Faktor jumlah pencelupan

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 16,333 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;16}) = 4,49$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor E (jumlah pencelupan) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah.

f. Faktor waktu pencucian

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 96,333 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;16}) = 4,49$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor F (waktu pencucian) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah.

g. Faktor jenis air

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 8,333 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;16}) = 4,49$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor G (jenis air) terhadap ketahanan luntur batik cap pada gosokan basah.

Dari hasil perhitungan tabel *Analysis of Variance* dapat diketahui bahwa faktor A, B, C, D, E, F, dan G memiliki nilai $F\text{-ratio} \geq (F_{0,05;1;16}) = 4,49$. Hal tersebut berarti semua faktor memiliki pengaruh terhadap ketahanan luntur batik terhadap gosokan basah. Untuk nilai %*Ratio* (persen kontribusi) diperoleh hasil bahwa yang memiliki persen kontribusi terbesar adalah faktor B yaitu jenis zat pewarna dengan persen kontribusi sebesar 44,51%. Sedangkan faktor yang memiliki persen kontribusi terkecil adalah faktor G (jenis air) yang hanya memiliki persen kontribusi sebesar 1,35%.

6. *Pooling Up*

Tahap *pooling up* dilakukan untuk menghindari kesalahan berlebih saat melakukan penelitian. Pada tabel hasil perhitungan ANOVA diketahui bahwa *F-ratio* semua faktor menunjukkan bahwa faktor memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ketahanan luntur warna terhadap gosokan basah. Selanjutnya dari tujuh faktor terdapat faktor yang memiliki pengaruh yang kecil terhadap ketahanan luntur warna yaitu faktor A, D, E, dan G. Pada tabel hasil perhitungan ANOVA diketahui bahwa *F-ratio* semua faktor menunjukkan bahwa faktor memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ketahanan luntur warna terhadap gosokan kering. Oleh karena itu, matriks orthogonal yang digunakan dalam penelitian ini adalah $L_8(2^7)$ sehingga diperlukan kurang lebih 3 atau 4 pengaruh utama untuk perkiraan dan melakukan *pooling* 4 atau 3 faktor dengan *F-ratio* terkecil ke dalam *error*. Karena dari hasil perhitungan terdapat 4 faktor yang memiliki persen kontribusi kecil yaitu kurang dari 10%, sehingga dilakukan *pooling* pada faktor tersebut. Faktor yang *dipooling* yaitu faktor A (2,82%), D (4,78%), E (2,82%) dan G (1,35%). Berikut adalah perhitungan untuk *pooling up* faktor A, D, E, dan G.

a. Penentuan hipotesa untuk faktor yang *dipooling*

- 1) H_0 : Tidak ada pengaruh faktor B (jenis zat pewarna) terhadap ketahanan luntur warna batik cap pada gosokan basah

H_1 : Ada pengaruh faktor B (jenis zat pewarna) terhadap ketahanan luntur warna batik cap pada gosokan basah

- 2) H_0 : Tidak ada pengaruh faktor C (jenis bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur warna batik cap pada gosokan basah

H_1 : Ada pengaruh faktor C (jenis bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur warna batik cap pada gosokan basah

- 3) H_0 : Tidak ada pengaruh faktor F (waktu pencucian) terhadap ketahanan luntur warna batik cap pada gosokan basah

H_1 : Ada pengaruh faktor F (waktu pencucian) terhadap ketahanan luntur warna batik cap pada gosokan basah

b. $SS (pooled e) = SSe + SSA + SSD + SSE + SSG$

$$SS (pooled e) = 0,500 + 0,510 + 0,844 + 0,510 + 0,260 \\ = 5,125$$

c. $DF (pooled e) = ve + vA + vD + vE + vG$

$$= 16 + 1 + 1 + 1 + 1 \\ = 20$$

d. $MS_{pooled e} = \frac{SS_{pooled e}}{DF_{pooled e}}$

$$= \frac{5,125}{20} = 0,256$$

Tabel 4.18 berikut merupakan hasil perhitungan ANOVA untuk data yang telah dilakukan *pooling up*.

Tabel 4.18

Analysis of Variance (ANOVA) Nilai Rata-rata Pooling Gosokan Basah

Sumber	Pooled	SS	DF	MS	Fratio	SS'	Ratio%	F tabel ($F_{0,05;1;20}$)
A	Y	0,510	1	-	-	-	-	-
B		7,594	1	7,594	29,634	7,338	43,19%	4,35
C		3,760	1	3,760	14,675	3,504	20,63%	4,35
D	Y	0,844	1	-	-	-	-	-
E	Y	0,510	1	-	-	-	-	-
F		3,010	1	3,010	11,748	2,754	16,21%	4,35
G	Y	0,260	1	-	-	-	-	-
Error	Y	0,500	16	0,031	-	-	-	-
Pooled		5,125	20	0,256	1	3,394	19,98%	
Total		16,990	23	0,739		16,990	100%	
SSMean		311,760	1					
SSTotal		328,750	24					

Kesimpulan yang diperoleh dari Tabel 4.18 setelah dilakukan *pooling* adalah:

1) Faktor jenis zat pewarna

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 29,634 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;20}) = 4,35$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor B (jenis zat pewarna) terhadap ketahanan luntur warna batik cap pada gosokan basah.

2) Faktor jenis bahan pengunci

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 14,675 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;20}) = 4,35$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor C (jenis bahan pengunci) terhadap ketahanan luntur warna batik cap pada gosokan basah.

3) Faktor waktu pencucian

Kesimpulan: $F\text{-Ratio} = 11,748 \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;20}) = 4,35$; maka H_0 ditolak yang artinya terdapat pengaruh faktor F (waktu pencucian) terhadap ketahanan luntur warna batik cap pada gosokan basah.

Pada hipotesa di atas dapat diketahui bahwa faktor A, B, dan C memiliki nilai $F\text{-Ratio} \geq F\text{-Tabel} (F_{0,05;1;16}) = 4,35$. Sehingga hal tersebut berarti faktor A, B, dan C memiliki pengaruh terhadap ketahanan luntur warna batik cap terhadap gosokan basah. Berikut merupakan hasil perhitungan ANOVA nilai rata-rata setelah dilakukan *pooling* yang dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19

Rekap *Analysis of Variance* (ANOVA) Nilai Rata-rata Setelah *Pooling* pada Gosokan Basah

Sumber	<i>Pooled</i>	SS	DF	MS	<i>Fratio</i>	SS'	<i>Ratio%</i>	F tabel ($F_{0,05;1;20}$)
B		7,594	1	7,594	29,634	7,338	43,19%	4,35
C		3,760	1	3,760	14,675	3,504	20,63%	4,35
F		3,010	1	3,010	11,478	2,754	16,21%	4,35
<i>Pooled</i>		5,125	20	0,256	1	3,394	19,98%	
Total		16,990	23	0,739		16,990	100%	
<i>SSMean</i>		311,760	1					
<i>SSTotal</i>		328,750	24					

Berdasarkan pada Tabel 4.19 diperoleh hasil perhitungan ulang ANOVA bahwa faktor-faktor yang memiliki pengaruh signifikan adalah faktor B (jenis zat pewarna) dengan persen kontribusi sebesar 43,19%, faktor C (jenis bahan pengunci) dengan persen kontribusi sebesar 20,63%, dan faktor F (waktu pencucian) dengan persen kontribusi sebesar 16,21%. Selanjutnya dari hasil perhitungan tersebut juga tidak terdapat faktor-faktor signifikan yang hilang dari eksperimen karena nilai persen kontribusi *error* pada hasil perhitungan *pooling* yaitu sebesar 19,98%. Hal tersebut dikarenakan jika persen kontribusi *error* tinggi (50% atau lebih) maka dapat diasumsikan bahwa beberapa faktor yang signifikan telah hilang dan dapat disimpulkan

juga terdapat perhitungan yang mengalami kesalahan besar dalam eksperimen tersebut (Belavendram, 1995).

4.10.2 Perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Signal to Noise Ratio digunakan untuk eksperimen yang melibatkan banyak faktor dengan membandingkan antara *mean* (*signal*) dengan standar deviasi (*noise*). *Signal to Noise Ratio* diformulasikan agar peneliti dapat memilah nilai level faktor terbesar sehingga dapat karakteristik kualitas dari eksperimen dapat optimal (Soejanto, 2009). Dengan menggunakan perhitungan SNR, dapat diketahui apa saja yang memberikan pengaruh terhadap nilai variasi pada eksperimen. SNR yang dilakukan dalam penelitian ini adalah *Signal to Noise Ratio – Larger the Better*, dimana nilainya semakin baik jika semakin besar.

Menurut Belavendram (1995) mengenai konsep *Signal to Noise Ratio* (SNR), apapun karakteristik kualitas yang digunakan dalam eksperimen, interpretasi dari SNR selalu ditransformasikan sama yaitu semakin besar nilai SNR maka semakin baik. Sehingga karakteristik kualitas apapun seperti *Smaller the Better* atau *Nominal the Best* tetap menggunakan konsep SNR yang mengacu pada karakteristik kualitas *Larger the Better*.

4.10.2.1 Perhitungan ANOVA untuk *Signal to Noise Ratio* (SNR) Gosokan Kering

Berikut merupakan tahapan perhitungan dalam pengujian ANOVA *Signal to Noise Ratio* (SNR) pada hasil uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan kering:

1. Perhitungan SNR untuk masing-masing eksperimen yang dilakukan. Berikut merupakan contoh perhitungan SNR untuk eksperimen pertama pada hasil uji gosokan kering:

- a. Perhitungan MSD

Berikut adalah contoh perhitungan MSD pada eksperimen pertama:

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \\ &= \frac{1}{3} \times \left(\frac{1}{4^2} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{4^2} \right) = 0,063\end{aligned}$$

Untuk eksperimen selanjutnya dilakukan perhitungan MSD yang sama.

- b. Perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Berikut merupakan contoh perhitungan *Signal to Noise Ratio* untuk eksperimen pertama pada hasil uji gosokan kering:

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

$$\eta = -10 \log_{10} (0,063) = 12,041$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan SNR yang sama pada eksperimen selanjutnya. Untuk hasil rekap data perhitungan untuk seluruh eksperimen ditunjukkan pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20
Hasil Perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR) Gosokan Kering

Exp	Faktor							Replikasi			$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}$	SNR (LTB)
	A	B	C	D	E	F	G	R1	R2	R3		
1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	0,063	12,041
2	1	1	1	2	2	2	2	5	5	4,5	0,043	13,652
3	1	2	2	1	1	2	2	3	3	3	0,111	9,542
4	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	0,250	6,021
5	2	1	2	1	2	1	2	4,5	4	4	0,058	12,356
6	2	1	2	2	1	2	1	4	3,5	4	0,069	11,619
7	2	2	1	1	2	2	1	4,5	4,5	4	0,054	12,696
8	2	2	1	2	1	1	2	3	3	3	0,111	9,542

2. Membuat Tabel Respon *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk Tabel Respon *Signal to Noise Ratio* pada faktor A hasil uji gosokan kering.

$$\begin{aligned} \text{Faktor A level pertama } (\bar{A1}) &= \frac{\sum \text{SNR level 1 pada faktor A}}{4} \\ &= \frac{12,041+13,652+9,542+6,021}{4} \\ &= 10,314 \end{aligned}$$

Selanjutnya perhitungan pada faktor B, C, D, E, F, dan G menggunakan perhitungan yang sama. Berikut merupakan Tabel respon dari perhitungan yang dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21
Tabel Respon *Signal to Noise Ratio* (SNR) Hasil Uji Gosokan Kering

Faktor Level	A	B	C	D	E	F	G
1	10,314	12,417	11,983	11,659	10,686	9,990	10,594
2	11,553	9,450	9,885	10,209	11,181	11,877	11,273
Diff	1,239	2,976	2,098	1,450	0,495	1,887	0,679
Rank	5	1	2	4	7	3	6

Tabel respon yang ditunjukkan pada Tabel 4.21 digunakan untuk mencari level faktor yang mempengaruhi variansinya, hal ini berbeda dengan tabel respon rata-rata yang sebelumnya digunakan untuk mencari level faktor optimal yang mempengaruhi rata-ratanya. Dari Tabel 4.21 diketahui bahwa untuk faktor yang memiliki nilai tertinggi berdasarkan pada rankingnya yaitu faktor B pada level 1 sebesar 12,417; faktor C pada level 1 sebesar 11,983; faktor F pada level 2 sebesar 11,877; faktor D level 1 sebesar 11,659; faktor A level 2 sebesar 11,553, faktor G level 2 yaitu 11,273; dan faktor E level

2 sebesar 11,181. Kemudian dilakukan pengurutan dari nilai yang terbesar hingga terkecil dan diperoleh urutan ranking setiap faktor. Dimana dari Tabel respon SNR diatas untuk peringkat faktor serta levelnya sama dengan Tabel respon perhitungan rata-rata.

3. Mengolah Data ANOVA Nilai *Signal to Noise Ratio (SNR) Pooled*

Berikut merupakan perhitungan data ANOVA nilai *Signal to Noise Ratio pooled*.

a. Menghitung Jumlah Kuadrat Total atau *Sum of Square (SS total)*

$$SS\ total = \sum y^2$$

$$SS\ total = 12,041^2 + 13,652^2 + 9,542^2 + \dots + 11,619^2 + 12,696^2 + 9,542^2$$

$$SS\ total = 998,608$$

b. Menghitung Jumlah Kuadrat Karena Rata-Rata atau *Sum of Square due to Mean (SS Mean)*

$$SS\ mean = n \cdot \bar{y}^2$$

n = jumlah eksperimen, dalam penelitian ini dilakukan sebanyak 8 eksperimen

$$\bar{y} = \frac{\text{Total Nilai SNR}}{n} = \frac{(12,041 + 13,652 + 9,542 + \dots + 11,619 + 12,696 + 9,542)}{8}$$

$$= 10,934$$

$$SS\ mean = 8 \times (10,934)^2 = 956,382$$

c. Menghitung Jumlah Kuadrat karena Faktor-Faktor atau *Sum of Square due to Factors (SS_A)*

Berikut merupakan contoh perhitungan *Sum of Square due to Factor A*:

$$\begin{aligned} SS_A &= ((\bar{A1})^2 \times n1) + (\bar{A2})^2 \times n2) - SS\ mean \\ &= (10,314^2 \times 4) + (11,553^2 \times 4) - 956,382 \\ &= 3,071 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk faktor yang lain yaitu B, C, D, E, F, dan G sama seperti perhitungan untuk SS_A

d. Menghitung *Sum of Square (pooled e)*

$$SS_{(pooled\ e)} = SST - SS_B - SS_C - SS_F$$

Untuk perhitungan SST adalah:

$$SST = SS\ total - S\ mean$$

$$SST = 998,608 - 956,382$$

$$= 42,226$$

$$SS\ (pooled\ e) = 42,226 - 17,606 - 8,806 - 7,124$$

$$SS\ (pooled\ e) = 8,690$$

e. Membuat Tabel ANOVA

- 1) Menentukan derajat kebebasan

Contoh perhitungan derajat kebebasan untuk faktor B adalah:

$$\begin{aligned} DF_B &= (\text{number of levels} - 1) \\ &= (2-1) = 1 \end{aligned}$$

- 2) Menghitung derajat kebebasan total

$$\begin{aligned} DF_T &= (\text{number of experiment} - 1) \\ &= (8-1) = 7 \end{aligned}$$

- 3) Menghitung derajat kebebasan
- pooled e*

$$\begin{aligned} DF_{(\text{pooled } e)} &= DF_T - DF_B - DF_C - DF_F \\ &= 7 - 1 - 1 - 1 \\ &= 4 \end{aligned}$$

- 4) Menghitung rata-rata jumlah kuadrat atau
- Mean Sum of Square*
- (MS)

Berikut merupakan contoh perhitungan MS pada faktor B

$$\begin{aligned} MS_B &= \frac{SS_B}{V_B} \\ &= \frac{17,606}{1} = 17,606 \end{aligned}$$

Untuk *Mean Sum of Square* pada faktor lainnya dilakukan dengan perhitungan yang sama. Sedangkan, untuk menghitung MS (*pooled e*) adalah:

$$\begin{aligned} MS_{(\text{pooled } e)} &= \frac{SS_{(\text{pooled } e)}}{DF_{(\text{pooled } e)}} \\ &= \frac{8,690}{4} = 2,173 \end{aligned}$$

- 5) Menghitung nilai rasio (
- F-Ratio*
-)-
- pooled*
- , contoh perhitungan
- F-Ratio*
- pada faktor B adalah:

$$\begin{aligned} F_{\text{ratio } B} &= \frac{MS_B}{MS_{(\text{pooled } e)}} \\ &= \frac{17,606}{2,173} \\ &= 8,104 \end{aligned}$$

Untuk *F-Ratio* pada faktor lainnya dilakukan dengan perhitungan yang sama.

- 6) Menghitung
- Pure Sum of Square*
- pada masing-masing (
- SS'*
-) –
- pooled*

Berikut merupakan contoh perhitungan *Pure Sum of Square* dari faktor B

$$\begin{aligned} SS' &= SS - (DF \times MS_{\text{pooled } e}) \\ SS'B &= SS_B - (DF_B \times MS_{\text{pooled } e}) \\ SS'B &= 17,606 - (1 \times 2,173) = 15,433 \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan yang sama untuk mencari SS' lainnya.

Sedangkan untuk perhitungan $SS'_{pooled e}$ adalah:

$$\begin{aligned} SS'_{pooled e} &= SST - SS'B - SS'C - SS'F \\ &= 42,226 - 15,433 - 6,634 - 4,952 \\ &= 15,208 \end{aligned}$$

7) Menghitung *Percent Contribution (Rho %)* pada setiap faktor

Berikut merupakan contoh perhitungan *Rho%* faktor B:

$$\begin{aligned} Rho \% B &= \frac{SS'_B}{SST} \times 100\% \\ &= \frac{15,433}{42,226} \times 100\% \\ &= 36,55\% \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama berlaku untuk menghitung *Rho%* pada faktor lainnya.

Berdasarkan pada hasil perhitungan yang dilakukan seperti pada langkah-langkah diatas, diperoleh hasil perhitungan ANOVA nilai *Signal to Noise Ratio (SNR)* hasil uji gosokan kering setelah *pooling up* seperti pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22

Analysis of Variance (ANOVA) Nilai SNR- Pooling Gosokan Kering

Sumber	Pooled	SS	DF	MS	Fratio	SS'	Rho%
A	Y	3,071	-	-	-	-	-
B		17,606	1	17,606	8,104	15,433	36,55%
C		8,806	1	8,806	4,053	6,634	15,71%
D	Y	4,206	-	-	-	-	-
E	Y	0,490	-	-	-	-	-
F		7,124	1	7,124	3,279	4,952	11,73%
G	Y	0,923	-	-	-	-	-
<i>Pooled e</i>		8,690	4	2,173	1	15,208	36,01%
SST		42,226	7	6,032		42,226	100%
SSMean		956,382	1				
SSTotal		998,608	8				

Berdasarkan pada hasil perhitungan ANOVA nilai SNR hasil uji gosokan kering setelah dilakukan *pooling* diperoleh hasil bahwa faktor yang paling berpengaruh terhadap ketahanan luntur warna terhadap gosokan kering dengan kontribusi paling besar adalah faktor B (zat pewarna) dengan kontribusi sebesar 36,55%. Selain itu, faktor lain yang juga memiliki pengaruh terhadap ketahanan luntur warna terhadap gosokan batik cap adalah faktor C (jenis bahan pengunci) sebesar 15,71% dan faktor F (waktu pencucian) sebesar 11,73%. Hasil rekap data perhitungan ANOVA untuk nilai SNR setelah dilakukan *pooling* dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23

Rekap *Analysis of Variance* (ANOVA) Nilai SNR- *Pooling* Gosokan Kering

Sumber	<i>Pooled</i>	SS	DF	MS	Fratio	SS'	Rho%
B		17,606	1	17,606	8,104	15,433	36,55%
C		8,806	1	8,806	4,053	6,634	15,71%
F		7,124	1	7,124	3,279	4,952	11,73%
<i>Pooled e</i>		8,690	4	2,173	1	15,208	36,01%
SST		42,226	7	6,032		42,226	100 %
<i>SSMean</i>		956,382	1				
SSTotal		998,608	8				

Berdasarkan pada Tabel hasil perhitungan diatas diketahui bahwa persentase kontribusi *error* sebesar 36,01%, dalam hal ini berarti bahwa tidak ada faktor yang berpengaruh signifikan hilang dari eksperimen. Nilai persen kontribusi *pooled error* apabila $< 50\%$ menunjukkan hasil eksperimen *taguchi* telah memenuhi kriteria sebagai model untuk memprediksi nilai yang mempertimbangkan variansi optimumnya karena faktor-faktor penting dalam eksperimen dilibatkan dalam perancangan *robust design*.

4.10.2.2 Perhitungan ANOVA untuk *Signal to Noise Ratio* (SNR) Gosokan Basah

Berikut merupakan tahapan perhitungan dalam pengujian ANOVA *Signal to Noise Ratio* (SNR) pada hasil uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan basah:

1. Perhitungan SNR untuk masing-masing eksperimen yang dilakukan. Berikut merupakan contoh perhitungan SNR untuk eksperimen pertama pada hasil uji gosokan basah:

- a. Perhitungan MSD

Berikut adalah contoh perhitungan MSD pada eksperimen pertama:

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \\ &= \frac{1}{3} \times \left(\frac{1}{4^2} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{4^2} \right) = 0,063\end{aligned}$$

Untuk eksperimen selanjutnya dilakukan perhitungan MSD yang sama.

- b. Perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Berikut merupakan contoh perhitungan *Signal to Noise Ratio* untuk eksperimen pertama pada hasil uji gosokan basah:

$$\begin{aligned}\eta &= -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \\ \eta &= -10 \log_{10} (0,063) = 12,041\end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan SNR yang sama pada eksperimen selanjutnya.

Untuk hasil rekap data perhitungan untuk seluruh eksperimen ditunjukkan pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24
Hasil Perhitungan *Signal to Noise Ratio* Gosokan Basah

Exp	Faktor							Replikasi			$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}$	SNR (LTB)
	A	B	C	D	E	F	G	R1	R2	R3		
1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	0,063	12,041
2	1	1	1	2	2	2	2	5	5	4,5	0,043	13,652
3	1	2	2	1	1	2	2	3	3	3	0,111	9,542
4	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	0,250	6,021
5	2	1	2	1	2	1	2	4	4	4	0,063	12,041
6	2	1	2	2	1	2	1	4	3,5	4	0,069	11,619
7	2	2	1	1	2	2	1	4,5	4	4	0,058	12,356
8	2	2	1	2	1	1	2	3	3	3	0,111	9,542

2. Membuat Tabel Respon *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk Tabel Respon *Signal to Noise Ratio* pada faktor A hasil uji gosokan kering.

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor A level pertama } (\bar{A1}) &= \frac{\sum \text{SNR level 1 pada faktor A}}{4} \\
 &= \frac{12,041+13,652+9,542+6,021}{4} \\
 &= 10,314
 \end{aligned}$$

Selanjutnya perhitungan pada faktor B, C, D, E, F, dan G menggunakan perhitungan yang sama. Berikut merupakan Tabel respon dari perhitungan yang dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25
Tabel Respon *Signal to Noise Ratio* Hasil Uji Gosokan Basah

Faktor Level	A	B	C	D	E	F	G
1	10,314	12,339	11,898	11,495	10,686	9,911	10,509
2	11,390	9,365	9,806	10,209	11,018	11,793	11,195
Diff	1,527	2,891	2,338	1,326	0,534	2,137	0,593
Rank	5	1	2	4	7	3	6

Tabel respon yang ditunjukkan pada Tabel 4.25 digunakan untuk mencari level faktor yang mempengaruhi variansinya, hal ini berbeda dengan tabel respon rata-rata yang sebelumnya digunakan untuk mencari level faktor optimal yang mempengaruhi rata-ratanya. Dari Tabel 4.25 diketahui bahwa untuk faktor A yang memiliki nilai tertinggi yaitu pada level 2 sebesar 11,390; faktor B pada level 1 sebesar 12,339; faktor C pada level 1 sebesar 11,898; faktor D pada level 1 sebesar 11,495; faktor E pada level 2 sebesar 11,018; faktor F pada level 2 sebesar 11,793; dan level G pada level 2 sebesar 11,195. Kemudian dilakukan pengurutan dari nilai yang terbesar hingga terkecil dan diperoleh urutan ranking setiap faktor. Dimana dari Tabel respon SNR diatas untuk peringkat faktor serta levelnya sama dengan Tabel respon perhitungan rata-rata.

3. Mengolah Data ANOVA Nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) *Pooled*

Berikut merupakan perhitungan data ANOVA nilai *Signal to Noise Ratio pooled*.

- a. Menghitung Jumlah Kuadrat Total atau *Sum of Square* (*SS total*)

$$SS_{total} = \sum y^2$$

$$SS_{total} = 12,041^2 + 13,652^2 + 9,542^2 + \dots + 11,619^2 + 12,356^2 + 9,542^2$$

$$SS_{total} = 982,415$$

- b. Menghitung Jumlah Kuadrat Karena Rata-Rata atau *Sum of Square due to Mean* (*SS Mean*)

$$SS_{mean} = n \cdot \bar{y}^2$$

n = jumlah eksperimen, dalam penelitian ini dilakukan sebanyak 8 eksperimen

$$\bar{y} = \frac{\text{Total Nilai SNR}}{n} = \frac{(12,041 + 13,652 + 9,542 + \dots + 11,619 + 12,356 + 9,542)}{8}$$

$$= 10,852$$

$$SS_{mean} = 8 \times (10,852)^2 = 942,12$$

- c. Menghitung Jumlah Kuadrat karena Faktor-Faktor atau *Sum of Square due to Factors* (*SS_A*)

Berikut merupakan contoh perhitungan *Sum of Square due to Factor A*:

$$\begin{aligned} SS_A &= ((\bar{A1})^2 \times n1) + (\bar{A2})^2 \times n2) - SS_{mean} \\ &= (10,314^2 \times 4) + (11,390^2 \times 4) - 942,12 \\ &= 2,314 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk faktor yang lain yaitu B, C, D, E, F, dan G sama seperti perhitungan untuk *SS_A*

- d. Menghitung *Sum of Square (pooled e)*

$$SS_{(pooled\ e)} = SST - SS_B - SS_C - SS_F$$

Untuk perhitungan *SST* yaitu:

$$SST = SS_{total} - SS_{mean}$$

$$SST = 982,42 - 942,12$$

$$= 40,29$$

$$SS_{(pooled\ e)} = 40,29 - 17,679 - 8,755 - 7,078$$

$$SS_{(pooled\ e)} = 6,783$$

- e. Membuat Tabel ANOVA dengan cara sebagai berikut:

- 1) Menentukan derajat kebebasan

Contoh perhitungan derajat kebebasan untuk faktor B adalah:

$$DF_B = (\text{number of levels} - 1)$$

$$= (2-1) = 1$$

- 2) Menghitung derajat kebebasan total

$$\begin{aligned} DF_T &= (\text{number of experiment} - 1) \\ &= (8-1) = 7 \end{aligned}$$

- 3) Menghitung derajat kebebasan *pooled e*

$$\begin{aligned} DF_{(\text{pooled } e)} &= DF_T - DF_B - DF_C - DF_F \\ &= 7 - 1 - 1 - 1 \\ &= 4 \end{aligned}$$

- 4) Menghitung rata-rata jumlah kuadrat atau *Mean Sum of Square* (MS)

Berikut merupakan contoh perhitungan MS pada faktor B

$$\begin{aligned} MS_B &= \frac{SS_B}{V_B} \\ &= \frac{17,679}{1} = 17,679 \end{aligned}$$

Untuk *Mean Sum of Square* pada faktor lainnya dilakukan dengan perhitungan yang sama. Sedangkan, untuk menghitung MS (*pooled e*) adalah:

$$\begin{aligned} MS_{(\text{pooled } e)} &= \frac{SS_{(\text{pooled } e)}}{DF_{(\text{pooled } e)}} \\ &= \frac{6,783}{4} = 1,696 \end{aligned}$$

- 5) Menghitung nilai rasio (*F-Ratio*)-*pooled*, contoh perhitungan *F-Ratio* pada faktor B adalah:

$$\begin{aligned} F_{\text{ratio } B} &= \frac{MS_B}{MS_{(\text{pooled } e)}} \\ &= \frac{17,679}{1,696} \\ &= 10,425 \end{aligned}$$

Untuk *F-Ratio* pada faktor lainnya dilakukan dengan perhitungan yang sama.

- 6) Menghitung *Pure Sum of Square* pada masing-masing (*SS'*) - *pooled*

Berikut merupakan contoh perhitungan *Pure Sum of Square* dari faktor B

$$\begin{aligned} SS' &= SS - (DF \times MS_{\text{pooled } e}) \\ SS'B &= SS_B - (DF_B \times MS_{\text{pooled } e}) \\ SS'B &= 17,679 - (1 \times 1,696) = 15,983 \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan yang sama untuk mencari *SS'* lainnya.

Sedangkan untuk perhitungan *SS'*_{*pooled e*} adalah:

$$\begin{aligned} SS'_{\text{pooled } e} &= SST - SS'B - SS'C - SS'F \\ &= 40,29 - 15,983 - 7,059 - 5,382 \end{aligned}$$

$$= 11,871$$

7) Menghitung *Percent Contribution (Rho %)* pada setiap faktor

Berikut merupakan contoh perhitungan *Rho%* faktor B:

$$\begin{aligned} Rho \% B &= \frac{SS'_B}{SST} \times 100\% \\ &= \frac{15,983}{40,29} \times 100\% \\ &= 39,67\% \end{aligned}$$

Perhitungan yang sama berlaku untuk menghitung *Rho %* pada faktor lainnya.

Berdasarkan pada hasil perhitungan yang dilakukan seperti pada langkah-langkah diatas, diperoleh hasil perhitungan ANOVA nilai *Signal to Noise Ratio (SNR)* hasil uji gosokan basah setelah *pooling up* seperti pada Tabel 4.26 berikut.

Tabel 4.26

Analysis of Variance (ANOVA) Nilai SNR- Pooling Gosokan Basah

Sumber	Pooled	SS	DF	MS	Fratio	SS'	Rho%
A	Y	2,314	-	-	-	-	-
B		17,679	1	17,679	10,425	15,983	39,67%
C		8,755	1	8,755	5,163	7,059	17,52%
D	Y	3,311	-	-	-	-	-
E	Y	0,220	-	-	-	-	-
F		7,078	1	7,078	4,174	5,382	13,36%
G	Y	0,939	-	-	-	-	-
<i>Pooled e</i>		6,783	4	1,696	1	11,871	29,64%
SST		40,29	7	5,756		40,29	100%
SSMean		942,12	1				
SSTotal		982,42	8				

Berdasarkan pada hasil perhitungan ANOVA nilai SNR hasil uji gosokan basah setelah dilakukan *pooling* diperoleh hasil bahwa faktor yang paling berpengaruh terhadap ketahanan luntur warna terhadap gosokan basah dengan kontribusi paling besar adalah faktor B (zat pewarna) dengan kontribusi sebesar 39,67%. Selain itu, faktor lain yang juga memiliki pengaruh terhadap ketahanan luntur warna terhadap gosokan batik cap adalah faktor C (jenis bahan pengunci) sebesar 17,52% dan faktor F (waktu pencucian) sebesar 13,36%. Hasil rekap data perhitungan ANOVA untuk nilai SNR setelah dilakukan *pooling* dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27

Rekap *Analysis of Variance (ANOVA) Nilai SNR- Pooling Gosokan Basah*

Sumber	Pooled	SS	DF	MS	Fratio	SS'	Rho%
B		17,679	1	17,679	10,425	15,983	39,67%
C		8,755	1	8,755	5,163	7,059	17,52%
F		7,078	1	7,078	4,174	5,382	13,36%
<i>Pooled e</i>		6,783	4	1,696	1	11,871	29,46%
SST		40,29	7	5,756		40,299	100%
SSMean		942,12	1				

Sumber	<i>Pooled</i>	SS	DF	MS	<i>Fratio</i>	SS'	Rho%
SSTotal		982,42	8				

Berdasarkan pada Tabel hasil perhitungan diatas diketahui bahwa persentase kontribusi *error* sebesar 29,46%, dalam hal ini berarti bahwa tidak ada faktor yang berpengaruh signifikan hilang dari eksperimen. Nilai persen kontribusi *pooled error* apabila $< 50\%$ menunjukkan hasil eksperimen *taguchi* telah memenuhi kriteria sebagai model untuk memprediksi nilai yang mempertimbangkan variansi optimumnya karena faktor-faktor penting dalam eksperimen dilibatkan dalam perancangan *robust design*.

4.10.3 Penentuan *Setting Level Optimal*

Berkaitan dengan rekomendasi level yang optimal, terdapat dua tahap dalam meningkatkan karakteristik kualitas yaitu mengurangi variansi dan menyesuaikan target sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan (Belavendram, 1995). Berdasarkan pada perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh hasil rekap yang menunjukkan perbandingan pengaruh faktor-faktor dalam melakukan eksperimen *taguchi* terhadap karakteristik kualitas yang diamati dalam penelitian ini yaitu ketahanan luntur warna batik cap terhadap gosokan.

Setelah diperoleh nilai pada *setting level optimal* maka dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai prediksi hasil penelitian berdasarkan nilai rata-rata dan SNR yang kemudian dibandingkan dengan hasil eksperimen konfirmasi. Tabel 4.28 berikut menunjukkan perbandingan pengaruh faktor-faktor dalam eksperimen *taguchi* ketahanan luntur warna pada gosokan kering terhadap karakteristik kualitas yang diamati berdasarkan pada nilai rata-rata dan SNR.

Tabel 4.28

Perbandingan Pengaruh Faktor pada Eksperimen *Taguchi* Gosokan Kering

Faktor	Peringkat		Pengaruh	<i>Setting Level</i>
	Rata-Rata	SNR		
A	(5)	(5)	Kecil	A2
B	(1)	(1)	Besar	B1
C	(2)	(2)	Besar	C1
D	(4)	(4)	Kecil	D1
E	(6)	(7)	Kecil	E2
F	(3)	(3)	Besar	F2
G	(7)	(6)	Kecil	G2

Sedangkan hasil perbandingan pengaruh faktor-faktor dalam eksperimen *Taguchi* uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan basah pada karakteristik kualitas yang diamati berdasarkan pada nilai rata-rata dan SNR dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29
Perbandingan Pengaruh Faktor pada Eksperimen *Taguchi* Gosokan Basah

Faktor	Peringkat		Pengaruh	Setting Level
	Rata-Rata	SNR		
A	(5)	(5)	Kecil	A2
B	(1)	(1)	Besar	B1
C	(2)	(2)	Besar	C1
D	(4)	(4)	Kecil	D1
E	(6)	(7)	Kecil	E2
F	(3)	(3)	Besar	F2
G	(7)	(6)	Kecil	G2

Berikut merupakan penjelasan dari pemilihan *setting level* optimal dalam penelitian ini:

1. Berdasarkan perhitungan sebelumnya, semua faktor memberikan pengaruh terhadap nilai rata-rata dan variansinya dilihat dari tabel ANOVA rata-rata maupun nilai SNR. Tetapi, yang memberikan pengaruh yang besar dari kedua eksperimen baik gosokan kering maupun basah adalah faktor B, C, dan F dilihat dari persen kontribusinya berdasarkan pada perhitungan sebelumnya. Adapun pemilihan level faktornya diperoleh dari nilai tertinggi pada tabel respon rata-rata maupun SNR. Dimana untuk kedua eksperimen baik gosokan kering maupun basah menghasilkan level optimal yang sama yaitu faktor B level 2, faktor C level 1, dan faktor F level 2.
2. Faktor yang memberikan kontribusi kecil adalah faktor A, D, E, dan G. Dikarenakan faktor tersebut memiliki persen kontribusi yang lebih kecil dibandingkan dengan faktor B, C, dan F. Berdasarkan hasil *pooling* juga menghasilkan nilai *error* kurang dari 50%, sehingga tidak ada faktor berpengaruh yang akan hilang dari eksperimen. Sehingga, faktor tersebut tetap digunakan karena memiliki pengaruh yang signifikan terhadap ketahanan luntur warna gosokan baik kering maupun basah.

Sehingga, dapat disimpulkan bahwa *setting level* optimal yang diperoleh dari eksperimen ini adalah faktor A level 2 (jenis kain rayon), faktor B level 1 (jenis zat pewarna polkatif), faktor C level 1 (jenis bahan pengunci *waterglass + rodicool*), faktor D level 1 (rasio bahan pengunci 1:1), faktor E level 2 (jumlah pencelupan 3 kali), faktor F (waktu pencucian selama 3 jam), dan faktor G (jenis air sumur).

4.10.4 Perkiraan Kondisi Optimal dan Interval Kepercayaan

Penentuan *setting level optimal* telah ditentukan maka langkah selanjutnya adalah membuat perkiraan kondisi optimal untuk meningkatkan ketahanan luntur warna batik cap terhadap gosokan. Perkiraan kondisi optimal ini dilakukan dengan membandingkan hasil eksperimen konfirmasi, dimana apabila nilai perkiraan kondisi optimal dan hasil eksperimen

konfirmasi memiliki nilai yang hampir sama atau mendekati maka dapat disimpulkan bahwa rancangan eksperimen *Taguchi* sudah memenuhi syarat eksperimen *Taguchi*. Sedangkan perhitungan interval kepercayaan bertujuan untuk mengetahui perkiraan dari level optimal yang diperoleh. Interval kepercayaan merupakan nilai maksimum dan minimum yang diharapkan nilai rata-rata sebenarnya akan tercakup dengan beberapa persentase kepercayaan tertentu.

Berdasarkan hasil perhitungan ANOVA untuk data variabel, faktor yang berpengaruh dan berkontribusi besar untuk meningkatkan ketahanan luntur warna batik cap terhadap gosokan adalah B1 (zat pewarna polkatif), C1 (jenis bahan pengunci *waterglass + rodicool*), dan F2 (waktu pencucian selama 3 jam).

4.10.4.1 Perkiraan Kondisi Optimal dan Interval Kepercayaan Gosokan Kering

Berikut merupakan perhitungan perkiraan kondisi optimal dan interval kepercayaan pada hasil uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan kering:

1. Perkiraan kondisi optimal dan interval kepercayaan untuk nilai rata-rata seluruh data.

a. Perkiraan kondisi optimal untuk nilai rata-rata seluruh data

Nilai rata-rata seluruh data (\bar{y}) = 3,65

b. Perhitungan nilai prediksi rata-rata

$$\begin{aligned} \mu_{\text{predicted}} &= \text{Estimasi rata-rata proses pada kondisi optimal} \\ &= \bar{y} + (\text{terpilih 1} - \bar{y}) + \dots + (\text{terpilih n} - \bar{y}) \\ &= \bar{y} + (\overline{B1} - \bar{y}) + (\overline{C1} - \bar{y}) + (\overline{F2} - \bar{y}) \\ &= \overline{B1} + \overline{C1} + \overline{F2} - 2\bar{y} \\ &= 4,208 + 4,042 + 4 - 2(3,65) \\ &= 4,958 \end{aligned}$$

c. Perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata

$$Cl_{\text{mean}} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times MS_{\text{pooled}} \times \frac{1}{n_{\text{eff}}}\right)}$$

Sebelum menghitung Cl_{mean} perlu diketahui nilai n_{eff} terlebih dahulu, berikut merupakan perhitungan untuk n_{eff} :

$$n_{\text{eff}} = \frac{\text{total number of experiments}}{\text{sum of degree of freedom used in estimate of mean}}$$

$$n_{\text{eff}} = \frac{8 \times 3}{V_{\mu} + V_B + V_C + V_F}$$

$$n_{\text{eff}} = \frac{24}{1+1+1+1} = 6$$

Maka perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata adalah:

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times MS_{pooled} \times \left[\frac{1}{n_{eff}}\right]\right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{0,05,1,20} \times 0,194 \times \left[\frac{1}{6}\right]\right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{(4,35 \times 0,194 \times 0,167)}$$

$$Cl_{mean} = \pm 0,375$$

Maka interval kepercayaan nilai rata-rata untuk proses optimal:

$$\mu_{predicted} - Cl_{mean} \leq \mu_{predicted} \leq \mu_{predicted} + Cl_{mean}$$

$$4,958 - 0,375 \leq \mu_{predicted} \leq 4,958 + 0,375$$

$$4,584 \leq \mu_{predicted} \leq 5,333$$

2. Perkiraan kondisi optimal dan interval kepercayaan untuk nilai SNR (*Signal to Noise Ratio*) seluruh data eksperimen
 - a. Perkiraan kondisi optimal untuk nilai SNR seluruh data

Nilai SNR seluruh data (\bar{I}) = 10,934

- b. Perhitungan nilai prediksi rata-rata

$\mu_{predicted}$ = Estimasi rata-rata proses pada kondisi optimal

$$\mu_{predicted} = \bar{I} + (\text{faktor terpilih 1} - \bar{I}) + \dots + (\text{faktor terpilih n} - \bar{I})$$

$$\mu_{predicted} = \bar{I} + (\bar{B1} - \bar{I}) + (\bar{C1} - \bar{I}) + (\bar{F2} - \bar{I})$$

$$= \bar{B1} + \bar{C1} + \bar{F2} - 2(\bar{I})$$

$$= 12,417 + 11,983 + 11,877 - 2(10,934)$$

$$= 14,410$$

- c. Perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times MS_{pooled} \times \left[\frac{1}{n_{eff}}\right]\right)}$$

Sebelum menghitung Cl_{mean} perlu diketahui nilai n_{eff} terlebih dahulu, berikut merupakan perhitungan untuk n_{eff} :

$$n_{eff} = \frac{\text{total number of experiments}}{\text{sum of degree of freedom used in estimate of mean}}$$

$$n_{eff} = \frac{8}{V_{\mu} + V_B + V_C + V_F}$$

$$n_{eff} = \frac{8}{1+1+1+1} = 2$$

Maka perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata adalah:

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times MS_{pooled} \times \left[\frac{1}{n_{eff}}\right]\right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{0,05,1,4} \times 2,173 \times \left[\frac{1}{2}\right]\right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{(7,71 \times 2,173 \times 0,5)}$$

$$Cl_{mean} = \pm 2,894$$

Maka interval kepercayaan nilai rata-rata untuk proses optimal:

$$\mu_{predicted} - Cl_{mean} \leq \mu_{predicted} \leq \mu_{predicted} + Cl_{mean}$$

$$14,410 - 2,894 \leq \mu_{predicted} \leq 14,410 + 2,894$$

$$11,516 \leq \mu_{predicted} \leq 17,304$$

Berdasarkan hasil perhitungan kondisi optimal untuk nilai rata-rata diperoleh hasil nilai $\mu_{predicted}$ sebesar 4,958, nilai tersebut berada pada rentang nilai interval kepercayaan yaitu $4,584 \leq \mu_{predicted} \leq 5,333$. Selain itu untuk hasil perhitungan kondisi optimum pada nilai SNR diperoleh hasil nilai $\mu_{predicted}$ sebesar 14,410. Nilai tersebut juga masih berada pada nilai interval kepercayaan yaitu $11,516 \leq \mu_{predicted} \leq 17,304$.

4.10.4.2 Perkiraan Kondisi Optimal dan Interval Kepercayaan Gosokan Basah

Berikut merupakan perhitungan perkiraan kondisi optimal dan interval kepercayaan pada hasil uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan basah:

1. Perkiraan kondisi optimal dan interval kepercayaan untuk nilai rata-rata seluruh data.

a. Perkiraan kondisi optimal untuk nilai rata-rata seluruh data

$$\text{Nilai rata-rata seluruh data } (\bar{y}) = 3,60$$

b. Perhitungan nilai prediksi rata-rata

$$\mu_{predicted} = \text{Estimasi rata-rata proses pada kondisi optimal}$$

$$= \bar{y} + (\text{terpilih } 1 - \bar{y}) + \dots + (\text{terpilih } n - \bar{y})$$

$$= \bar{y} + (\overline{B1} - \bar{y}) + (\overline{C1} - \bar{y}) + (\overline{F2} - \bar{y})$$

$$= \overline{B1} + \overline{C1} + \overline{F2} - 2\bar{y}$$

$$= 4,167 + 4 + 3,958 - 2(3,60)$$

$$= 4,917$$

c. Perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times MS_{pooled} \times \left[\frac{1}{n_{eff}}\right]\right)}$$

Sebelum menghitung Cl_{mean} perlu diketahui nilai $neff$ terlebih dahulu, berikut merupakan perhitungan untuk $neff$:

$$neff = \frac{\text{total number of experiments}}{\text{sum of degree of freedom used in estimate of mean}}$$

$$neff = \frac{8 \times 3}{V_{\mu} + V_B + V_C + V_F}$$

$$neff = \frac{24}{1+1+1+1} = 6$$

Maka perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata adalah:

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times MSpooled \times \left[\frac{1}{neff} \right] \right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{0,05,1,20} \times 0,256 \times \left[\frac{1}{6} \right] \right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{(4,35 \times 0,256 \times 0,167)}$$

$$Cl_{mean} = \pm 0,431$$

Maka interval kepercayaan nilai rata-rata untuk proses optimal:

$$\mu_{predicted} - Cl_{mean} \leq \mu_{predicted} \leq \mu_{predicted} + Cl_{mean}$$

$$4,917 - 0,431 \leq \mu_{predicted} \leq 4,917 + 0,431$$

$$4,4866 \leq \mu_{predicted} \leq 5,384$$

2. Perkiraan kondisi optimal dan interval kepercayaan untuk nilai SNR (*Signal to Noise Ratio*) seluruh data eksperimen

a. Perkiraan kondisi optimal untuk nilai SNR seluruh data

$$\text{Nilai SNR seluruh data } (\bar{\Pi}) = 10,852$$

b. Perhitungan nilai prediksi rata-rata

$$\mu_{predicted} = \bar{\Pi} + (\text{faktor terpilih 1} - \bar{\Pi}) + \dots + (\text{faktor terpilih n} - \bar{\Pi})$$

$$\mu_{predicted} = \bar{\Pi} + (\bar{B1} - \bar{\Pi}) + (\bar{C1} - \bar{\Pi}) + (\bar{F2} - \bar{\Pi})$$

$$= \bar{B1} + \bar{C1} + \bar{F2} - 2(\bar{\Pi})$$

$$= 12,339 + 11,898 + 11,793 - 2(10,852)$$

$$= 14,325$$

c. Perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times MSpooled \times \left[\frac{1}{neff} \right] \right)}$$

Sebelum menghitung Cl_{mean} perlu diketahui nilai $neff$ terlebih dahulu, berikut merupakan perhitungan untuk $neff$:

$$neff = \frac{\text{total number of experiments}}{\text{sum of degree of freedom used in estimate of mean}}$$

$$neff = \frac{8}{V\mu + VB + VC + VF}$$

$$neff = \frac{8}{1+1+1+1} = 2$$

Maka perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata adalah:

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times MS_{pooled} \times \left[\frac{1}{neff}\right]\right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{0,05,1,4} \times 1,696 \times \left[\frac{1}{2}\right]\right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{(7,71 \times 1,696 \times 0,5)}$$

$$Cl_{mean} = \pm 2,557$$

Maka interval kepercayaan nilai rata-rata untuk proses optimal:

$$\mu_{predicted} - Cl_{mean} \leq \mu_{predicted} \leq \mu_{predicted} + Cl_{mean}$$

$$14,325 - 2,557 \leq \mu_{predicted} \leq 14,325 + 2,557$$

$$11,768 \leq \mu_{predicted} \leq 16,882$$

Berdasarkan hasil perhitungan kondisi optimal hasil uji gosokan basah untuk nilai rata-rata diperoleh hasil nilai $\mu_{predicted}$ sebesar 4,917, nilai tersebut berada pada rentang nilai interval kepercayaan yaitu $4,486 \leq \mu_{predicted} \leq 5,348$. Selain itu untuk hasil perhitungan kondisi optimum pada nilai SNR diperoleh hasil nilai $\mu_{predicted}$ sebesar 14,325. Nilai tersebut juga masih berada pada nilai interval kepercayaan yaitu $11,768 \leq \mu_{predicted} \leq 16,882$.

4.10.5 Pengujian Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi yang dilakukan harus melalui tahap pengujian validasi hasil dari *setting* dan level yang telah diperoleh dari hasil perhitungan sebelumnya. Dalam eksperimen konfirmasi dilakukan penentuan *setting level* yang optimal dari faktor-faktor yang signifikan, dimana faktor yang memiliki kontribusi kecil akan tetap dimasukkan dalam eksperimen konfirmasi dengan menggunakan level yang terbaik. Pada eksperimen konfirmasi akan dilakukan perhitungan rata-rata, *signal to noise ratio*, perkiraan selang kepercayaan dan analisis hasil eksperimen konfirmasi.

Eksperimen konfirmasi yang dilakukan dengan menggunakan *setting level* optimal yang telah diperoleh sebelumnya yaitu akan dijelaskan pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30

Faktor Terkendali *Setting Level* Optimal

Faktor Terkendali	Faktor
Jenis Kain	Rayon

Jenis Zat Pewarna	Polkatif
Jenis Pengunci	<i>Waterglass + rodicool</i>
Rasio Bahan Pengunci	1 : 1
Jumlah pencelupan	3 kali
Waktu Pencucian	3 jam
Jenis Air	Air Sumur

Selanjutnya hasil uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan, baik gosokan basah maupun kering pada eksperimen konfirmasi terdiri dari 10 sampel eksperimen dari hasil level optimal yang dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31

Hasil Pengujian Ketahanan Luntur Warna terhadap Gosokan Eksperimen Konfirmasi

No. Replikasi	Gosokan Kering	Gosokan Basah
1	4,5	4,5
2	5	5
3	5	5
4	5	4,5
5	4,5	5
6	4,5	4,5
7	4,5	4,5
8	4	4
9	4	4
10	5	4,5

4.10.5.1 Perhitungan Eksperimen Konfirmasi Gosokan Kering

Data hasil uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan kering selanjutnya dihitung nilai rata-rata dan variansinya seperti berikut.

1. Ketahanan luntur warna terhadap gosokan kering

a. Perhitungan untuk nilai rata-rata

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \\ &= \frac{1}{10} \times (4,5+5+5+\dots+4+4+5) \\ &= 4,6\end{aligned}$$

Perhitungan untuk mencari nilai variansi adalah:

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2 \\ &= \frac{1}{10-1} ((4,5 - 4,6)^2 + (5 - 4,6)^2 + \dots + (5 - 4,6)^2) \\ &= 0,156\end{aligned}$$

b. Nilai hasil perhitungan SNR *Larger The Better*

1) Perhitungan MSD SNR *Larger The Better*

$$= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}$$

$$= \frac{1}{10} \times \left(\frac{1}{4,5^2} + \frac{1}{5^2} + \dots + \frac{1}{5^2} \right)$$

$$= 0,0483$$

2) Perhitungan SNR *Larger The Better*

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

$$= -10 \log_{10} (0,0483)$$

$$= 13,165$$

2. Perhitungan Selang Kepercayaan Eksperimen Konfirmasi

Pada perhitungan selang kepercayaan akan dibandingkan antara selang kepercayaan optimal dengan selang kepercayaan konfirmasi. Sehingga akan menggambarkan apakah eksperimen yang dilakukan diterima atau ditolak dengan membandingkan keduanya dalam bentuk grafik. Berikut merupakan perhitungan selang kepercayaan eksperimen konfirmasi untuk nilai rata-rata ketahanan luntur warna terhadap gosokan kering:

a. Selang kepercayaan nilai rata-rata eksperimen konfirmasi respon dengan rata-rata

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times MS_{pooled} \times \left[\frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r} \right] \right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{0,05, 1,20} \times 0,194 \times \left[\frac{1}{6} + \frac{1}{10} \right] \right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{(4,35 \times 0,194 \times 0,267)}$$

$$Cl_{mean} = \pm 0,474$$

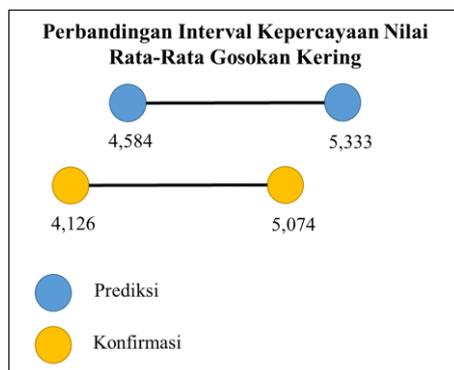
Maka interval kepercayaan nilai rata-rata untuk proses optimal:

$$\mu_{confirmation} - Cl_{mean} \leq \mu_{confirmation} \leq \mu_{confirmation} + Cl_{mean}$$

$$4,6 - 0,474 \leq \mu_{confirmation} \leq 4,6 + 0,474$$

$$4,126 \leq \mu_{confirmation} \leq 5,074$$

Tahap selanjutnya yaitu membandingkan selang kepercayaan optimal dan eksperimen konfirmasi seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.13 berikut.



Gambar 4.13 Perbandingan interval kepercayaan nilai rata-rata gosokan kering

- b. Selang kepercayaan nilai rata-rata eksperimen konfirmasi respon dengan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR)

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times MSpooled \times e \times \left[\frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r}\right]\right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{0,05,1,4} \times 2,173 \times \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{10}\right]\right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{(7,71 \times 2,173 \times 0,6)}$$

$$Cl_{mean} = \pm 3,171$$

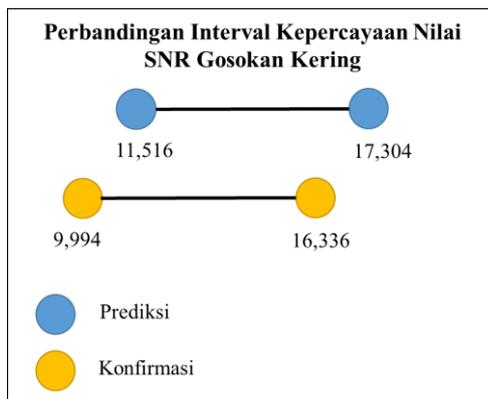
Maka interval kepercayaan nilai rata-rata untuk proses optimal:

$$\mu_{confirmation} - Cl_{mean} \leq \mu_{confirmation} \leq \mu_{confirmation} + Cl_{mean}$$

$$13,165 - 3,171 \leq \mu_{confirmation} \leq 13,165 + 3,171$$

$$9,994 \leq \mu_{confirmation} \leq 16,336$$

Setelah memperoleh nilai kepercayaan eksperimen konfirmasi, selanjutnya membandingkan selang kepercayaan optimal dan eksperimen konfirmasi untuk nilai SNR yang ditampilkan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Perbandingan interval kepercayaan nilai SNR gosokan kering

Gambar 4.14 menunjukkan bahwa hasil eksperimen konfirmasi untuk nilai SNR dapat diterima dengan pertimbangan selang kepercayaan. Berdasarkan perbandingan interval kepercayaan prediksi dan eksperimen konfirmasi berdasarkan nilai rata-rata maupun SNR, dapat disimpulkan bahwa keputusan diterima artinya hasil dari eksperimen *Taguchi* dapat digunakan dan *setting level* optimal yaitu komposisi pembuatan batik yang tahan luntur warna terhadap gosokan sehingga dapat memperbaiki kualitas batik pada CV. Subur Makmur.

4.10.5.2 Perhitungan Eksperimen Konfirmasi Gosokan Basah

Data hasil uji ketahanan luntur warna terhadap gosokan basah selanjutnya dihitung nilai rata-rata dan variansinya seperti berikut.

1. Ketahanan luntur warna terhadap gosokan basah

a. Perhitungan untuk nilai rata-rata

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \\ &= \frac{1}{10} \times (4,5 + 5 + 5 + \dots + 4 + 4 + 4,5) \\ &= 4,55\end{aligned}$$

Perhitungan untuk mencari nilai variansi adalah:

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2 \\ &= \frac{1}{10-1} ((4,5 - 4,55)^2 + (5 - 4,55)^2 + \dots + (4,5 - 4,55)^2) \\ &= 0,136\end{aligned}$$

b. Nilai hasil perhitungan SNR *Larger The Better*

1) Perhitungan MSD SNR *Larger The Better*

$$\begin{aligned}&= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \\ &= \frac{1}{10} \times \left(\frac{1}{4,5^2} + \frac{1}{5^2} + \dots + \frac{1}{4,5^2} \right) \\ &= 0,049\end{aligned}$$

2) Perhitungan SNR *Larger The Better*

$$\begin{aligned}\eta &= -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \\ &= -10 \log_{10} (0,049) \\ &= 13,081\end{aligned}$$

2. Perhitungan Selang Kepercayaan Eksperimen Konfirmasi

Berikut merupakan perhitungan selang kepercayaan eksperimen konfirmasi untuk nilai rata-rata ketahanan luntur warna terhadap gosokan basah:

a. Selang kepercayaan nilai rata-rata eksperimen konfirmasi respon dengan rata-rata

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v_1, v_2} \times MS_{pooled} \times \left[\frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r} \right] \right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{0,05,1,20} \times 0,256 \times \left[\frac{1}{6} + \frac{1}{10} \right] \right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{(4,35 \times 0,256 \times 0,267)}$$

$$Cl_{mean} = \pm 0,545$$

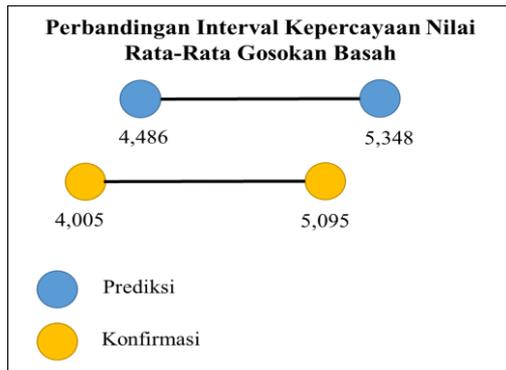
Maka interval kepercayaan nilai rata-rata untuk proses optimal:

$$\mu_{confirmation} - Cl_{mean} \leq \mu_{confirmation} \leq \mu_{confirmation} + Cl_{mean}$$

$$4,55 - 0,545 \leq \mu_{confirmation} \leq 4,55 + 0,545$$

$$4,005 \leq \mu_{confirmation} \leq 5,095$$

Tahap selanjutnya yaitu membandingkan selang kepercayaan optimal dan eksperimen konfirmasi seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.15 berikut.



Gambar 4.15 Perbandingan interval kepercayaan nilai rata-rata gosokan basah

- b. Selang kepercayaan nilai rata-rata eksperimen konfirmasi respon dengan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR)

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times MSpooled \times e \times \left[\frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r}\right]\right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{0,05,1,4} \times 1,696 \times \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{10}\right]\right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{(7,71 \times 1,696 \times 0,6)}$$

$$Cl_{mean} = \pm 2,8801$$

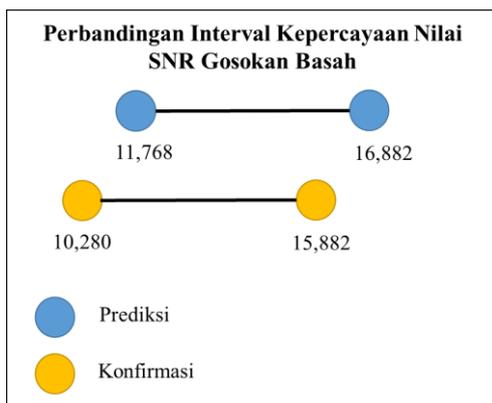
Maka interval kepercayaan nilai rata-rata untuk proses optimal:

$$\mu_{confirmation} - Cl_{mean} \leq \mu_{confirmation} \leq \mu_{confirmation} + Cl_{mean}$$

$$13,081 - 2,801 \leq \mu_{confirmation} \leq 13,081 + 2,801$$

$$10,280 \leq \mu_{confirmation} \leq 15,882$$

Gambar 4.16 berikut merupakan perbandingan selang kepercayaan optimal dan eksperimen konfirmasi yang menunjukkan bahwa hasil eksperimen konfirmasi untuk nilai SNR dapat diterima dengan pertimbangan selang kepercayaan. Berdasarkan perbandingan interval kepercayaan prediksi dan eksperimen konfirmasi berdasarkan nilai rata-rata maupun SNR, dapat disimpulkan bahwa keputusan diterima artinya hasil dari eksperimen *Taguchi* dapat digunakan dan *setting level* optimal.



Gambar 4.16 Perbandingan interval kepercayaan nilai SNR gosokan basah

4.11 Analisis dan Pembahasan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan *setting* level optimal untuk memperbaiki kualitas batik cap agar memiliki ketahanan luntur warna terhadap gosokan yang baik sesuai dengan SNI 8303:2016. Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *Taguchi*, diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan *setting level* optimal yang dipilih dapat meningkatkan ketahanan luntur warna batik cap terhadap gosokan. Penilaian ketahanan luntur warna terhadap gosokan dilakukan di Politeknik STT Tekstil Bandung dengan menggunakan alat *crockmeter* serta menggunakan *staining scale* dan *light box* dalam pengukurannya tersebut.

Pada penelitian ini *orthogonal array* yang digunakan adalah $L_8(2^7)$ dengan menggunakan karakteristik kualitas *larger the better*, dimana semakin tinggi nilai ketahanan luntur warnanya maka akan semakin baik. Terdapat 8 eksperimen dengan 7 faktor dan 2 level untuk masing-masing faktor, yaitu jenis kain (katun, rayon), jenis zat pewarna (polkatif, sol), jenis bahan pengunci (*waterglass* + *rodicool*, HCl + nitrit), komposisi bahan pengunci (1:1, 1:2), jumlah pencelupan (2 kali, 3 kali), waktu pencucian (2 jam, 3 jam) dan jenis air (PDAM, sumur).

Percobaan yang dilakukan adalah sebanyak 8 kali dengan 3 kali replikasi sehingga diperoleh 24 sampel batik cap yang akan dilakukan pengujian. Pengolahan data awal dilakukan dengan menghitung tabel respon nilai rata-rata ketahanan warna terhadap gosokan. Dari tabel tersebut diperoleh hasil faktor-faktor mana yang memiliki tingkat *difference* tertinggi hingga terendah. Selanjutnya dilakukan perhitungan ANOVA, gunanya untuk mencari faktor mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap ketahanan luntur warna terhadap gosokan. Dari hasil perhitungan ANOVA baik untuk nilai rata-rata maupun *Signal to Noise Ratio* (SNR), diperoleh hasil bahwa ketujuh faktor memiliki pengaruh terhadap ketahanan luntur warna terhadap gosokan.

Pada gosokan kering urutan faktor yang berpengaruh signifikan dari kontribusi terbesar ke terkecil adalah faktor B (jenis zat pewarna: 41,40%), faktor C (jenis bahan pengunci: 20,39%), Faktor F (waktu pencucian: 16,28%), faktor D (rasio bahan pengunci: 6,68%), faktor A (jenis kain: 4,40%), faktor E (jumlah pencelupan: 4,40%), dan faktor G (jenis air: 1,20%). Berdasarkan hasil tersebut keempat faktor (A, D, E, dan G) memiliki kontribusi kecil sehingga dilakukan *pooling* pada faktor tersebut. Karena dalam melakukan *pooling* disarankan menggunakan separuh dari jumlah derajat kebebasan pada *orthogonal array*. Berdasarkan pada hasil *pooling* diputuskan bahwa tidak ada faktor berpengaruh signifikan yang hilang karena persen kontribusi *error* pada hasil *pooling* tidak lebih dari 50% yaitu sebesar 24,43%.

Sedangkan pada gosokan basah urutan faktor yang berpengaruh signifikan dari kontribusi terbesar ke terkecil yaitu faktor B (jenis zat pewarna: 44,51%), faktor C (jenis bahan pengunci: 21,95%), faktor F (waktu pencucian: 17,54%), faktor D (rasio bahan pengunci: 4,78%), faktor A (jenis kain: 2,82%), faktor E (jumlah pencelupan: 2,82%), dan faktor G (jenis air: 1,35%). Faktor yang dilakukan *pooling* sama dengan faktor pada gosokan kering yaitu faktor A, D, E, dan G. Hasil *pooling* juga diputuskan tidak ada faktor berpengaruh signifikan yang hilang karena kontribusi *error* pada hasil *pooling* sebesar 19,98%.

Selain menghitung ANOVA dengan menggunakan nilai rata-rata juga dilakukan perhitungan ANOVA dengan SNR. Menurut Belavendram (1995) nilai SNR digunakan untuk desain eksperimen dengan fungsi dinamis yaitu karakteristik kualitas berbentuk *variable target value* yang bertujuan meminimalkan sensitivitas karakteristik kualitas terhadap faktor gangguan dengan membandingkan nilai keseragaman bagian yang dapat diprediksi (faktor *signal*) dengan bagian yang tidak dapat diprediksi atau dikontrol (faktor *noise*).

Hasil dari tabel respon nilai SNR menunjukkan hasil faktor-faktor yang memberikan kontribusi pada ketahanan luntur warna terhadap gosokan. Berdasarkan hasil perhitungan ANOVA nilai SNR hasil uji gosokan kering setelah dilakukan *pooling* diperoleh hasil bahwa faktor yang berpengaruh besar terhadap ketahanan luntur warna terhadap gosokan kering dengan kontribusi paling besar adalah faktor B (zat pewarna) dengan kontribusi sebesar 36,55%. Selain itu, faktor lain yang juga memiliki pengaruh terhadap ketahanan luntur warna terhadap gosokan batik cap adalah faktor C (jenis bahan pengunci) sebesar 15,71% dan faktor F (waktu pencucian) sebesar 11,73%. Sedangkan untuk gosokan basah diperoleh kontribusi paling besar adalah faktor B (zat pewarna) dengan kontribusi sebesar 39,67%.

Selain itu, faktor lain yang juga memiliki pengaruh terhadap ketahanan luntur warna terhadap gosokan batik cap adalah faktor C (jenis bahan pengunci) sebesar 17,52% dan faktor F (waktu pencucian) sebesar 13,36%.

Kemudian diperoleh hasil *setting* level optimal dari eksperimen adalah faktor A level 2 (jenis kain rayon), faktor B level 1 (jenis zat pewarna polkatif), faktor C level 1 (jenis bahan pengunci *waterglass + rodicool*), faktor D level 1 (rasio bahan pengunci 1:1), faktor E level 2 (jumlah pencelupan 3 kali), faktor F (waktu pencucian selama 3 jam), dan faktor G (jenis air sumur). Hasil *setting* level optimal tersebut selanjutnya dilakukan eksperimen konfirmasi untuk memvalidasi nilai *setting* level optimal tersebut. Selanjutnya, dilakukan perhitungan selang kepercayaan untuk nilai rata-rata dan SNR.

Nilai selang kepercayaan untuk nilai rata-rata dan SNR baik prediksi maupun pada eksperimen konfirmasi menunjukkan hasil bahwa eksperimen konfirmasi dapat diterima karena nilainya masih berada pada nilai rentang prediksi rata-rata dan SNR. Nilai $\mu_{predicted}$ pada gosokan kering yaitu sebesar 4,958 dimana nilai tersebut masih berada dalam rentang interval kepercayaan nilai rata-rata yaitu $4,584 \leq \mu_{predicted} \leq 5,333$. Sedangkan untuk gosokan basah nilai $\mu_{predicted}$ sebesar 4,917, yang juga berada pada interval kepercayaan yaitu $4,486 \leq \mu_{predicted} \leq 5,384$. Selanjutnya untuk perhitungan SNR dan eksperimen konfirmasi pada hasil uji gosokan basah maupun kering ditunjukkan pada Tabel 4.32 yang merupakan tabel rekap interpretasi hasil perhitungan untuk nilai prediksi dan optimasi.

Tabel 4.32

Interpretasi hasil perhitungan ketahanan luntur warna terhadap gosokan

Respon (Tingkat Ketahanan Luntur Warna terhadap Gosokan)		Prediksi	Optimasi
Eksperimen <i>Taguchi</i> Gosokan Kering	Rata-rata	4,958	$4,958 \pm 0,375$
	Variabilitas	14,410	$14,410 \pm 2,894$
Eksperimen Konfirmasi Gosokan Kering	Rata-rata	4,6	$4,6 \pm 0,474$
	Variabilitas	13,165	$13,165 \pm 3,171$
Eksperimen <i>Taguchi</i> Gosokan Basah	Rata-rata	4,917	$4,917 \pm 0,431$
	Variabilitas	14,325	$14,325 \pm 2,557$
Eksperimen Konfirmasi Gosokan Basah	Rata-rata	4,55	$4,55 \pm 0,545$
	Variabilitas	13,081	$13,081 \pm 2,801$

Berdasarkan Tabel 4.32 hasil nilai rata-rata maupun variabilitas dari eksperimen *taguchi* dan eksperimen konfirmasi valid dan dapat diterima, hal ini dikarenakan terdapat irisan antara selang kepercayaan nilai rata-rata dan SNR kondisi optimal dan eksperimen konfirmasi. Jika dibandingkan dengan standar mutu batik cap (SNI 8303:2016) dimana sebaiknya ketahanan luntur warna pada gosokan basah dan kering minimal skala 4, pada

eksperimen ini sudah dicapai tingkat ketahanan luntur warnanya dimana nilai rata-rata ketahanan luntur warna pada gosokan kering yaitu 4,6 dan gosokan basah sebesar 4,55.

Sedangkan untuk nilai variabilitas yang merupakan hasil perhitungan SNR dengan karakteristik kualitas *larger the better* pada eksperimen konfirmasi gosokan kering adalah 13,165 dan 13,081 pada gosokan basah. Perhitungan SNR digunakan untuk mengoptimalkan faktor yang mempengaruhi variansi. Nilai hasil perhitungan SNR tersebut mengindikasikan tingkat kekokohan terhadap faktor *noise*. Nilai SNR yang tinggi akan mengakibatkan kerugian yang lebih kecil karena dapat meminimasi nilai sensitivitas terhadap faktor *noise*. Hal tersebut dikarenakan nilai SNR yang tinggi diperoleh dari nilai variansi yang kecil serta dapat meminimalkan keragaman pada setiap replikasinya. Nilai SNR ini juga mengukur level kinerja terhadap level faktor *noise* pada kinerja untuk mengoptimalkan karakteristik kualitas dari eksperimen.

Setelah mengetahui hasil dari eksperimen *taguchi* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa penelitian ini dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kualitas ketahanan luntur warna batik cap terhadap gosokan pada CV. Subur Makmur. Pengrajin batik diharapkan dapat memperbaiki dan meningkatkan ketahanan luntur warna batik cap dengan menggunakan bahan dan komposisi sesuai dengan hasil dari penelitian ini. Adapun bahan dan komposisi yang memberikan hasil paling optimal adalah faktor A (jenis kain rayon), faktor B (jenis zat pewarna: polkatif), faktor C (jenis bahan pengunci: *waterglass* + *rodicool*), Faktor D (rasio bahan pengunci 1:1), faktor E (jumlah pencelupan: 3 kali), faktor F (waktu pencucian: 3 jam), dan faktor G (jenis air: air sumur). Berikut merupakan hasil contoh perbandingan batik cap setelah dan sebelum dilakukan penggosokan. Dari Gambar 4.17 berikut terlihat bahwa setelah menggunakan level optimal, kelunturan yang terjadi hanya berbeda sedikit dibandingkan sebelum diuji kelunturannya.



Gambar 4.17 Perbandingan batik cap sebelum (A) dan sesudah (B) diuji kelunturan warna terhadap gosokan

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan CV. Subur Makmur dapat mengimplementasikan berdasarkan pada *setting level optimal* agar dapat memperbaiki dan meningkatkan kualitas ketahanan luntur warna batik cap terhadap gosokan, sehingga pelanggan tidak melakukan *complain* terhadap kualitas warna batik cap yang mengalami kelunturan serta dapat mengurangi *defect* pada batik cap yang diproduksi. Harapannya dari hasil penelitian ini juga dapat meningkatkan penjualan batik cap pada CV. Subur Makmur dengan kualitas ketahanan luntur batik cap yang baik serta tahan luntur akibat gosokan yang dilakukan.

Halaman ini sengaja dikosongkan