

No: TA/RT/2026/07

**PENCELUPAN KAIN POLYESTER/RAYON
65/35% DENGAN MENGGUNAKAN
METODE SATU LARUTAN *ONE BATH TWO*
STEP PADA MESIN MONFORTS
E-CONTROL DAN KYOTO *PAD STEAM***

LAPORAN TUGAS AKHIR PENELITIAN

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada Bidang Rekayasa Tekstil**



Disusun Oleh:

Nama : Gito Rustanto
No. Mahasiswa : 24526016
Nama : Dodi Kurniawan
No. Mahasiswa : 24526017

**PROGRAM STUDI REKAYASA TEKSTIL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2026**

**LAPORAN TUGAS AKHIR
PENELITIAN**

**PENCELUPAN KAIN POLYESTER/RAYON 65/35%
DENGAN MENGGUNAKAN METODE SATU LARUTAN
ONE BATH TWO STEP PADA MESIN MONFORTS *E-
CONTROL* DAN KYOTO *PAD STEAM***

**Gito Rustanto
24526016
Dodi Kurniawan
24526017**



2026

**PENCELUPAN KAIN POLYESTER/RAYON 65/35%
DENGAN MENGGUNAKAN METODE SATU LARUTAN
ONE BATH TWO STEP PADA MESIN MONFORTS
E-CONTROL DAN KYOTO *PAD STEAM***

LAPORAN TUGAS AKHIR PENELITIAN

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada Bidang Rekayasa Tekstil**



Disusun Oleh:

Nama	:	Dodi Kurniawan
No. Mahasiswa	:	24526017
Nama	:	Gito Rustanto
No. Mahasiswa	:	24526016

**PROGRAM STUDI REKAYASA TEKSTIL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2026**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

**PENCELUPAN KAIN POLYESTER/RAYON 65/35%
DENGAN MENGGUNAKAN METODE SATU LARUTAN
ONE BATH TWO STEP PADA MESIN MONFORTS
E-CONTROL DAN KYOTO PAD STEAM**

PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gito Rustanto
No. Mahasiswa : 24526016
Nama : Dodi Kurniawan
No. Mahasiswa : 24526017

Menyatakan bahwa seluruh hasil Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun. Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 02 Maret 2026

Mahasiswa 1,



Gito Rustanto

Mahasiswa 2,



Dodi Kurniawan

LEMBAR PENGESAHAN

**PENCELUPAN KAIN POLYESTER/RAYON 65/35%
DENGAN MENGGUNAKAN METODE SATU LARUTAN
ONE BATH TWO STEP PADA MESIN MONFORTS
E-CONTROL DAN KYOTO PAD STEAM**

PENELITIAN

Disusun Oleh:

Nama	:	Gito Rustanto
No. Mahasiswa	:	24526016
Nama	:	Dodi Kurniawan
No. Mahasiswa	:	24526017

Yogyakarta, 02 Maret 2026

Menyetujui:
Pembimbing Tugas Akhir



Divah Dwi Nugraheni, S.T., M.T.

Mengetahui:
Ketua Program Studi Rekayasa Tekstil
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia




Dr. Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PENCELUPAN KAIN POLYESTER/RAYON 65/35% DENGAN MENGGUNAKAN METODE SATU LARUTAN *ONE BATH TWO STEP* PADA MESIN MONFORTS *E-CONTROL* DAN KYOTO PAD STEAM

PENELITIAN

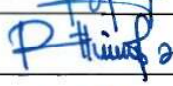
Disusun Oleh:

Nama : Gito Rustanto
No. Mahasiswa : 24526016

Telah dipertahankan di hadapan penguji pada ujian pendadaran
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Bidang Rekayasa Tekstil, Program Studi Rekayasa Tekstil,
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 02 Maret 2026

Tim Penguji,
Divah Dwi Nugraheni, S.T., M.T.
Ketua Penguji
Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.
Anggota Penguji I
Ahmad Satria Budiman, S.T., M.Sc.
Anggota Penguji II


Mengetahui:

Ketua Program Studi Rekayasa Tekstil
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PENCELUPAN KAIN POLYESTER/RAYON 65/35% DENGAN MENGGUNAKAN METODE SATU LARUTAN *ONE BATH TWO STEP* PADA MESIN MONFORTS *E-CONTROL* DAN KYOTO PAD STEAM

PENELITIAN

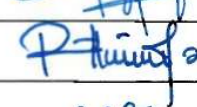
Disusun Oleh:

Nama : Dodi Kurniawan
No. Mahasiswa : 24526017

Telah dipertahankan di hadapan penguji pada ujian pendadaran
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Bidang Rekayasa Tekstil, Program Studi Rekayasa Tekstil,
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 02 Maret 2026

Tim Penguji,
Diyah Dwi Nugraheni, S.T., M.T.
Ketua Penguji
Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.
Anggota Penguji I
Ahmad Satria Budiman, S.T., M.Sc.
Anggota Penguji II


Mengetahui:

Ketua Program Studi Rekayasa Tekstil
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia




Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan hidayah- Nya, serta tidak lupa sholawat serta salam kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad Shallallahu 'alaihi Wa sallam, keluarga beliau, sahabat dan umat-Nya sampai akhir zaman kelak.

Alhamdulillah rabbi'l'amin, penulis panjatkan do'a dan rasa syukur karena dapat menempuh kuliah hingga tahap penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Rekayasa Tekstil, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia (UII).

Dalam melakukan penyusunan laporan ini penulis tidak lepas dari bimbingan dan pengarahan Bapak/Ibu dosen serta pihak yang membantu dengan segala keikhlasan, untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wata 'alla. Segala puja dan puji syukur penulis haturkan atas karunia dan kasih sayangNya sehingga penyusun masih diberi hidayah, akal serta pikiran dan segala kemudahan.
2. Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi Wa sallam. Berkat perjuangan dakwah beliau kita dapat merasakan nikmatnya Islam hingga akhir zaman nanti.
3. Bapak Ir. Agus Taufiq, BE., M.Sc., C. Text. ATI, selaku pakar/narasumber yang telah memberikan arahan, wawasan, dan ilmu yang sangat berharga dalam penyusunan penelitian ini.
4. Ibu Diyah Dwi Nugraheni, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing serta banyak memberikan kesempatan dan banyak bantuan dalam perjalanan penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Kepada teman-teman semasa perkuliahan yang telah memberikan banyak dukungan, serta membantu banyak hal dalam masa perkuliahan terutama dalam penyusunan laporan ini.

6. Istri dan anak-anak tercinta dari Dodi Kurniawan atas doa, dukungan, semangat, serta pengorbanan yang tulus selama proses penyusunan laporan ini.
7. Istri dan anak-anak tercinta dari Gito Rustanto atas doa, dukungan, semangat, serta pengorbanan yang tulus selama proses penyusunan laporan ini.
8. Serta pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan ini

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan penulis. Penyusun menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pembaca demi meningkatkan serta melengkapi kekurangan dalam laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak serta mendapat Ridho Allah SWT, Aamiin. Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

INTISARI

Pencelupan kain campuran *Polyester*/Rayon memerlukan perlakuan khusus karena perbedaan sifat fisik dan kimia kedua jenis serat tersebut. *Polyester* bersifat hidrofobik dan memerlukan zat warna *disperse* pada suhu tinggi, sedangkan Rayon bersifat hidrofilik dan memerlukan zat warna reaktif pada kondisi tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi proses pencelupan kain *Polyester*/Rayon 65/35% menggunakan metode satu larutan *one bath two step* pada mesin *Monforts E-Control* dan *Kyoto Pad Steam*. Variabel proses yang dikaji meliputi suhu thermofiksasi (170°C, 190°C, 210°C), *wet pick up* (WPU) sebesar 55%, 65%, 70%, serta pH larutan sebesar 3,5; 4,5; 5,5. Evaluasi hasil pencelupan dilakukan melalui pengujian kerataan warna, ketuaan warna (*color strength*), perbedaan warna (ΔE), serta ketahanan luntur warna (TLW) terhadap pencucian dan gosokan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu 210°C dengan WPU 70% dan pH 4,5 merupakan kondisi proses optimum yang menghasilkan nilai ΔE terendah (0,06), nilai ketuaan warna mendekati standar (100,46%), serta kerataan dan ketahanan luntur warna yang baik. Metode *one bath two step* terbukti mampu meningkatkan efisiensi proses pencelupan tanpa menurunkan kualitas warna kain *polyester*/rayon 65/35%.

Kata Kunci: *Polyester*/Rayon, pencelupan, *one bath two step*, *Monforts E-Control*, *Kyoto Pad Steam*.

ABSTRACT

Dyeing polyester–Rayon blended fabrics requires special treatment due to the different physical and chemical properties of the fibers. Polyester is hydrophobic and requires disperse dyes at high temperatures, while Rayon is hydrophilic and requires reactive dyes under specific conditions. This study aims to evaluate the dyeing process of polyester–Rayon 65/35% fabric using a one bath two step method on Monforts E-Control and Kyoto Pad Steam machines. The process variables investigated include thermofixation temperature (170°C, 190°C, 210°C), wet pick up (WPU) of 55%, 65%, 70%, and dye bath pH of 3.5, 4.5, 5.5. Dyeing performance was evaluated based on color uniformity, color strength (K/S), color difference (ΔE), and color fastness to washing and rubbing. The results indicate that a thermofixation temperature of 210°C, WPU of 70%, and pH of 4.5 represent the optimum dyeing conditions, producing the lowest ΔE value (0.06), color strength close to the standard (100.46%), and good color uniformity and fastness properties. The one bath two step method is proven to improve dyeing efficiency while maintaining high color quality for polyester–Rayon 65/35% fabrics.

Keywords: polyester–Rayon, dyeing, one bath two step, Monforts E-Control, Kyoto Pad Steam.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL.....	2
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	3
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	4
KATA PENGANTAR.....	6
INTISARI	8
<i>ABSTRACT</i>	9
DAFTAR ISI.....	10
DAFTAR TABEL	12
DAFTAR GAMBAR.....	13
BAB I. PENDAHULUAN.....	14
1.1. Latar Belakang	14
1.2. Rumusan Masalah	16
1.3. Batasan Masalah.....	16
1.4. Tujuan Penelitian	17
1.5. Manfaat Penelitian	17
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	19
2.1. Penelitian yang Relevan.....	19
2.2. Landasan Teori.....	21
2.2.1. Serat <i>Polyester</i>	21
2.2.2. Serat Rayon.....	21
2.2.3. Kain Campuran <i>Polyester</i> /Rayon.....	22
2.2.4. Zat Warna <i>Disperse</i>	22
2.2.5. Zat Warna Reaktif	23
2.2.6. Metode Pencelupan <i>One Bath Two Step</i>	23
2.2.7. Mesin <i>Pad Dry Thermosol Monforts E-Control</i>	24
2.2.8. Mesin <i>Kyoto Pad Steam</i>	24
2.2.9. Ketahanan Luntur Warna (TLW).....	25
2.2.10. Landasan Teori Perhitungan Beda Warna (ΔE)	25
2.2.11. Parameter Proses Kontinyu Suhu, WPU, dan pH	25
2.2.12. Metode Pengujian ISO 105.....	26
2.3. Hipotesis Penelitian	28
BAB III. METODOLOGI	29

3.1. Lokasi Penelitian	29
3.2. Bahan	29
3.2.1. Bahan	30
3.2.2. Zat Warna	30
3.2.3. Bahan Pembantu	31
3.3. Peralatan	32
3.3.1. Mesin Pencelupan	32
3.3.2. Peralatan Laboratorium	33
3.3.3. Peralatan Uji Kualitas	34
3.4. Prosedur dan Pengumpulan Data	36
3.4.1. Pra-Uji (<i>Trial</i> Formulasi)	36
3.4.2. Proses Pencelupan <i>One Bath Two Step</i>	36
3.4.3. Flow Proses Pencelupan <i>1 (one) Bath 2 (two) Step</i> Fiksasi	39
3.4.4. Pengumpulan Data	44
3.5. Pengolahan dan Analisis Data	45
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1. Hasil Penelitian	47
4.1.1. Deskripsi Data Hasil Percobaan	55
4.1.2. Pengaruh Suhu Rendah (170°C) terhadap Fiksasi Warna	55
4.1.3. Pengaruh Suhu Menengah (190°C) terhadap Peningkatan <i>Strength</i>	57
4.1.4. Pengaruh Suhu Optimal 210°C dan Penentuan Resep Terbaik	58
4.1.5. Hasil Pengujian <i>Washing Fastness</i> , dan <i>Rubbing Fastness</i>	59
4.2. Pembahasan Mengenai Analisis Keberhasilan Batch 26	59
4.3. Perbandingan Efisiensi Proses Pencelupan <i>Thermosol E-control</i> dengan Proses <i>Exhaust</i>	61
BAB V. PENUTUP	62
5.1. Kesimpulan	62
5.2. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Rancangan Variasi Parameter Pengujian	36
Tabel 4.1. Variasi Parameter Pengujian Suhu, WPU dan pH	49
Tabel 4.2. Analisis Hasil Pengujian Batch 1 – Batch 27	52
Tabel 4.3. Analisis Sample Batch 1 – Batch 9.....	55
Tabel 4.4. Analisis Sample Batch 10– Batch 18	57
Tabel 4.5. Analisis Sample Batch 19– Batch 27	58
Tabel 4.6. Ringkasan Batch dengan Status Pass	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Bahan Tenun <i>Polyester</i> /Rayon 65/35%.....	30
Gambar 3.2. Zat Warna <i>Disperse</i>	30
Gambar 3.3. Zat Warna Reaktif	31
Gambar 3.4. Gambar <i>Monforts Thermex E-Control 6500</i>	32
Gambar 3.5. <i>Padder</i>	33
Gambar 3.6. <i>Mathis E-Control</i> , Laboratorium <i>Thermosol</i>	33
Gambar 3.7. Neraca Analitik dan Pengukur pH.....	34
Gambar 3.8. Pipet dan <i>Beaker Glass</i>	34
Gambar 3.9. Alat Spektrofotometer	34
Gambar 3.10. <i>Louder o-meter</i> atau <i>wash fastness tester</i>	35
Gambar 3.11. <i>Crockmeter</i>	35
Gambar 3.12. <i>Grey Scale</i> dan <i>Blue Scale</i>	35
Gambar 3.13. <i>Flow</i> Proses Pencelupan 1 <i>Batch 2 Step</i> Fiksasi	39
Gambar 3.14. Parameter pengujian suhu, wpu dan pH.....	41
Gambar 3.15. Mesin <i>Kyoto Pad Steam</i>	42
Gambar 4.1. Target Standar Kain <i>Customer</i>	47
Gambar 4.2. Resep dan Proses Pencelupan	48
Gambar 4.3. Sampel bahan hasil pengujian batch 1-27	51
Gambar 4.4. <i>Washing Test</i> ISO 105 C06 B1M.....	54
Gambar 4.5. <i>Rubbing Fastness</i>	54

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri tekstil merupakan salah satu sektor manufaktur yang berkembang pesat di Indonesia seiring meningkatnya kebutuhan akan produk pakaian jadi yang memiliki kualitas warna dan ketahanan yang baik. Salah satu tahapan penting dalam proses produksi tekstil adalah pencelupan (*dyeing*), yaitu proses memasukkan warna ke dalam serat atau kain agar produk mempunyai warna yang stabil dan estetika yang diinginkan (Kadolph, 2010).

Kain *Polyester*/Rayon merupakan salah satu kain campuran serat sintetis dan semi-sintetis yang umum digunakan pada produk pakaian dan tekstil rumah tangga karena kombinasi kelebihan kedua jenis serat: ketahanan dan elastisitas *Polyester* serta kenyamanan dan daya serap Rayon (Hearle, 2001). Campuran *Polyester*/Rayon 65/35% memiliki karakter yang kompleks dalam pencelupan, terutama karena perbedaan sifat kimia kedua serat. *Polyester* bersifat hidrofobik dan kristalin, sedangkan Rayon bersifat hidrofilik dan amorf, sehingga masing-masing memerlukan mekanisme dan agen pewarna yang berbeda untuk menghasilkan pencelupan yang merata dan kuat (Shishoo, 2007).

Pada pencelupan kain campuran serat, khususnya *Polyester*/Rayon, tantangan utama terletak pada proses pewarnaan yang efisien dan hemat biaya tanpa mengorbankan kualitas warna. *Polyester* 100% membutuhkan pewarna *disperse* pada temperatur tinggi untuk penetrasi optimal, sedangkan Rayon membutuhkan pewarna *reactive* yang bereaksi secara kimia dengan serat selulosa untuk kekuatan warna yang baik (Vankar & Mishra, 2012).

Secara tradisional, kedua jenis pewarnaan ini dilakukan dalam dua tahap terpisah (*two bath two step*), tetapi pendekatan tersebut sering kali membutuhkan waktu dan konsumsi air serta energi yang tinggi (Yilmaz, 2010).

Pendekatan *one bath two step* muncul sebagai solusi inovatif dalam pencelupan kain campuran, di mana dua jenis pewarna (*disperse* dan *reactive*) dapat diaplikasikan dalam satu larutan secara berurutan namun tetap menghasilkan distribusi warna yang tepat pada masing-masing komponen serat (Sen & Chatterjee, 2013). Metode ini berpotensi mengurangi jumlah bahan kimia yang digunakan, meminimalkan limbah cair, serta memperpendek waktu proses pencelupan sekaligus meningkatkan efisiensi produksi (Çelik & Atalay, 2017).

Implementasi metode *one bath two step* pada mesin pencelup modern seperti *Monforts E-Control* dan *Kyoto Pad Steam* memungkinkan pengendalian parameter yang akurat seperti suhu, tekanan, *wet pick up* (wpu), pH, laju alir, dan durasi proses sehingga dapat meningkatkan kualitas warna secara signifikan. Kedua mesin ini dirancang untuk mengoptimalkan transfer pewarna ke kain dengan kontrol otomatis, yang pada akhirnya dapat meningkatkan mutu kain dan kecepatan produksi serta konsistensi warna (Kosseva, 2013).

Pada tahap *Thermosol* khususnya, parameter proses seperti suhu pemanasan, dan pH larutan memiliki peran penting dalam keberhasilan fiksasi zat warna *disperse* pada serat *Polyester*. Suhu tinggi menyebabkan peningkatan mobilitas rantai polimer *Polyester* sehingga memungkinkan difusi molekul zat warna ke dalam serat. *Wet pick up* (WPU) menentukan jumlah larutan yang terbawa kain setelah proses padding, sedangkan pH larutan berpengaruh terhadap stabilitas zat warna selama proses pemanasan suhu tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini juga mengkaji pengaruh variasi suhu *thermosol* (170°C, 190°C, 210°C), WPU (55%, 65%, 70%), serta pH larutan (3,5; 4,5; 5,5) terhadap kualitas hasil pencelupan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mempelajari dan mengevaluasi proses pencelupan kain *Polyester*/Rayon 65/35% menggunakan metode *one bath two step* pada mesin *Monforts E-Control* dan *Kyoto Pad Steam* dengan mempertimbangkan pengaruh parameter proses

terhadap kualitas hasil pencelupan, efisiensi produksi, serta konsistensi warna.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi suhu *thermosol* (170°C, 190°C, 210°C) terhadap kualitas hasil pencelupan kain *Polyester*/Rayon 65/35%?
2. Bagaimana pengaruh variasi persentase WPU (55%, 65%, 70%) terhadap jumlah penyerapan larutan zat warna dan tingkat kerataan warna pada kain *Polyester*/Rayon?
3. Bagaimana pengaruh variasi pH larutan (3,5; 4,5; 5,5) terhadap stabilitas zat warna *disperse* dan kualitas hasil pencelupan?
4. Kombinasi parameter suhu *thermosol*, *wet pick up* (WPU), dan pH manakah yang menghasilkan kualitas pencelupan terbaik?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian dibatasi pada kain campuran *Polyester*/Rayon 65/35%.
2. Metode pencelupan yang digunakan adalah satu larutan (*one bath two step*), tanpa membandingkan dengan metode pencelupan lain seperti *two bath two step* atau metode konvensional lainnya.
3. Jenis zat warna yang digunakan dibatasi pada:
 - a. zat warna *disperse* untuk komponen serat *Polyester*, dan
 - b. zat warna *reactive* untuk komponen serat Rayon.
4. Mesin pencelupan yang digunakan dibatasi pada *Monforts E-Control* dan *Kyoto Pad Steam*, tanpa melibatkan mesin pencelupan jenis lain.
5. Parameter proses yang dikaji dibatasi pada suhu *thermosol* (170°C, 190°C, 210°C), WPU (55%, 65%, 70%), dan pH larutan (3,5; 4,5; 5,5).
6. Pengujian hasil pencelupan dibatasi pada:
 - a. Hasil warna terhadap target (Pengujian Spektrofotometri)
 - b. kerataan warna,

- c. ketahanan warna (*color strength*), dan
 - d. Ketahanan luntur warna (TLW) terhadap pencucian dan gosokan.
7. Aspek lingkungan dan ekonomi hanya ditinjau secara deskriptif berdasarkan efisiensi penggunaan air, waktu, dan bahan kimia, tanpa analisis biaya produksi secara rinci maupun analisis dampak lingkungan mendalam.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh variasi suhu *thermosol* terhadap tingkat fiksasi zat warna pada serat *Polyester*/Rayon.
2. Menentukan pengaruh persentase *wet pick up* (WPU) terhadap optimalisasi penyerapan larutan dan kerataan warna.
3. Mengevaluasi tingkat keasaman (pH) larutan yang paling stabil untuk menjaga kualitas molekul zat warna dispersi pada suhu tinggi.
4. Menentukan kombinasi parameter proses optimum pada metode *one bath two step*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang tekstil, khususnya terkait proses pencelupan kain campuran *Polyester*/Rayon. Hasil penelitian ini dapat menambah referensi ilmiah mengenai penerapan metode pencelupan *one bath two step* dalam satu larutan serta menjadi bahan rujukan bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan efisiensi proses pencelupan dan kualitas hasil warna pada kain campuran serat.

2. Manfaat Praktis

a) Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat tidak langsung kepada masyarakat berupa tersedianya produk tekstil dengan kualitas warna yang lebih baik, lebih tahan luntur, serta diproduksi dengan proses yang lebih efisien dan ramah lingkungan melalui pengurangan penggunaan air dan bahan kimia.

b) Bagi Industri/Perusahaan

Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi teknis bagi industri tekstil dalam menerapkan metode pencelupan *one bath two step* pada kain *Polyester/Rayon 65/35%* menggunakan mesin *Monforts E-Control* dan *Kyoto Pad Steam*, sehingga dapat meningkatkan efisiensi proses produksi, menekan biaya operasional, serta meningkatkan konsistensi dan mutu hasil pencelupan.

c) Bagi Prodi/Perguruan Tinggi

Penelitian ini dapat menjadi bahan referensi akademik dan penunjang pembelajaran bagi mahasiswa Program Studi Rekayasa Tekstil UII, khususnya pada mata kuliah yang berkaitan dengan pencelupan dan penyempurnaan tekstil, serta dapat menambah koleksi penelitian terapan yang relevan dengan kebutuhan industri tekstil modern.

d) Bagi Penulis

Penelitian ini memberikan kesempatan bagi penulis untuk mengaplikasikan teori yang diperoleh selama perkuliahan ke dalam praktik nyata di bidang pencelupan tekstil, meningkatkan pemahaman dan keterampilan teknis, serta menjadi sarana pengembangan kemampuan analisis ilmiah sebagai bekal untuk dunia kerja maupun penelitian lanjutan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian yang Relevan

Sejumlah penelitian yang relevan terkait penelitian ini antara lain:

1. Penelitian berjudul “*One Bath Two Step Dyeing of Polyester–Viscose Blended Fabrics*” yang dilakukan oleh Yilmaz (2010) menunjukkan bahwa metode *one bath two step* pada kain campuran *Polyester–viskosa* mampu menghasilkan kerataan warna yang baik serta ketahanan luntur yang memenuhi standar, dengan efisiensi waktu dan penggunaan air yang lebih rendah dibandingkan metode pencelupan konvensional dua larutan.
2. Penelitian berjudul “*Simultaneous Dyeing of Polyester–Cellulosic Blended Fabrics Using One-Bath Two-Step Dyeing Method*” yang dilakukan oleh Çelik dan Atalay (2017) menunjukkan bahwa penggunaan zat warna *disperse* dan *reactive* dalam satu larutan secara bertahap dapat meningkatkan efisiensi proses pencelupan serta menghasilkan nilai ketahanan warna (*color strength*) yang stabil pada kain campuran *Polyester–selulosa*.
3. Penelitian berjudul “*Dyeing of Polyester–Cellulosic Blends in One Bath*” yang dilakukan oleh Vankar dan Mishra (2012) menunjukkan bahwa metode *one bath two step* dapat mengurangi konsumsi bahan kimia dan energi tanpa menurunkan kualitas warna, khususnya pada kain campuran *Polyester* dan serat selulosa seperti Rayon.
4. Penelitian berjudul “*Reactive and Disperse Dyeing of Polyester/Viscose Blended Fabrics*” yang dilakukan oleh Sen dan Chatterjee (2013) menunjukkan bahwa pengendalian suhu dan tahapan proses sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pencelupan kain campuran, terutama dalam mencapai kerataan warna dan ketahanan luntur yang optimal.
5. Penelitian berjudul “*Application of Pad–Steam Dyeing Method on Polyester/Rayon Blended Fabrics*” yang dilakukan oleh Kosseva (2013) menunjukkan bahwa metode *pad–steam* efektif digunakan pada kain

campuran *Polyester*/Rayon karena mampu meningkatkan penetrasi zat warna serta menghasilkan kualitas warna yang lebih konsisten pada proses pencelupan kontinu.

6. Penelitian berjudul “*Effect of Dyeing Parameters on Color Strength and Fastness Properties of Polyester–Viscose Blended Fabrics*” yang dilakukan oleh Shishoo (2007) menunjukkan bahwa pemilihan metode pencelupan dan pengaturan parameter proses berpengaruh signifikan terhadap nilai ketahanan warna dan ketahanan luntur kain campuran *Polyester*/Rayon.
7. Pada penelitian Mia & Karlina (2015), fokusnya pada ketahanan luntur warna (TLW) kain *Polyester*/Rayon dengan metode satu larutan dua tahap, sangat relevan dengan skripsimu karena kalian sama-sama membahas *one bath two step* pada kain *Polyester*/Rayon. (repository.stttekstil.ac.id)
8. Penelitian Wardani (2025) memberikan insight penting terhadap pengaruh kualitas air proses pencelupan, berguna jika kamu ingin menjelaskan faktor-faktor proses dalam landasan teori dan pembahasan. (ojstexere.stttekstil.ac.id)
9. Penelitian Rahmawati (2023) relevan karena mengombinasikan parameter pH, buffer, dan metode pencucian dalam pencelupan *Polyester*/Rayon, yang bisa menjadi penguat justifikasi penelitianmu. (repository.stttekstil.ac.id)
10. Penelitian Kurniawan & Tantowi (2025) meskipun objek kain berbeda, relevan dalam konteks perbandingan efisiensi metode one bath, sehingga bisa dijadikan rujukan perbandingan metode. (ejournal.uicm.ac.id)
11. Berdasarkan pengalaman dalam pekerjaan dan training dengan *principle-principle* Mesin Monforts, Archroma dan Colourtex.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Serat *Polyester*

Polyester merupakan serat sintetis yang tersusun dari polimer *polyethylene terephthalate* (PET). Serat ini dikenal memiliki kekuatan tarik tinggi, stabilitas dimensi yang baik, tahan kusut, serta tahan terhadap abrasi. Struktur molekulnya yang padat dan kristalin menyebabkan *Polyester* bersifat hidrofobik dengan daya serap air sangat rendah, sehingga zat warna sulit menembus serat tanpa bantuan suhu tinggi atau bahan pembawa (Corbman, 1983; Cook, 1984).

Pada proses pencelupan, *polyester* diwarnai menggunakan zat warna *disperse*. Pewarnaan terjadi melalui difusi molekul zat warna ke daerah *amorf* serat pada suhu tinggi mendekati suhu transisi gelas (T_g). Oleh karena itu, pengendalian suhu dan waktu fiksasi menjadi faktor utama untuk memperoleh warna yang merata dan memiliki ketahanan luntur yang baik (Broadbent, 2001; Lewis, 1999)

2.2.2. Serat Rayon.

Rayon merupakan serat regenerasi selulosa yang dibuat dari bahan baku alami melalui proses kimia. Serat ini memiliki struktur yang lebih amorf dibandingkan *Polyester* dan mengandung banyak gugus hidroksil, sehingga bersifat hidrofilik dan mudah menyerap air maupun zat warna. Sifat tersebut menjadikan rayon nyaman dipakai, namun juga lebih sensitif terhadap kondisi basah (Woodings, 2001; Corbman, 1983).

Dalam praktik industri, rayon umumnya dicelup menggunakan zat warna reaktif atau zat warna *direct*. Zat warna reaktif lebih banyak digunakan karena mampu membentuk ikatan kovalen dengan gugus hidroksil pada selulosa, menghasilkan ketahanan luntur yang baik terhadap pencucian. Namun, kekuatan basah rayon yang relatif rendah menuntut pengendalian proses agar tidak terjadi kerusakan serat (Shore, 1995; Lewis, 1999).

2.2.3. Kain Campuran *Polyester*/Rayon.

Kain campuran *Polyester*-rayon dikembangkan untuk menggabungkan keunggulan kedua serat. *Polyester* memberikan kekuatan, ketahanan kusut, dan stabilitas bentuk, sedangkan rayon memberikan kelembutan, daya serap, dan kenyamanan pemakaian. Kombinasi ini banyak digunakan pada kain pakaian kerja dan busana formal (Cook, 1984)

Namun demikian, perbedaan sifat kimia dan fisika kedua serat menyebabkan proses pencelupan menjadi lebih kompleks. *Polyester* memerlukan zat warna *disperse* pada suhu tinggi, sedangkan rayon membutuhkan zat warna reaktif dalam kondisi alkali.

Oleh karena itu, diperlukan metode pencelupan yang mampu mewarnai kedua komponen serat secara efektif tanpa menurunkan kualitas masing-masing serat (Broadbent, 2001)

2.2.4. Zat Warna *Disperse*

Berdasarkan struktur molekulnya hampir semua zat warna dispersi dapat diklasifikasikan dalam tiga golongan yaitu aminoazobenzena, aminoantrakinon, atau difenilamina. Zat warna dispersi mula-mula ditemukan untuk mencelup serat selulosa. Serat selulosa asetat tidak dapat dicelup langsung dengan zat warna direk atau zat warna asam karena seratnya hidrofob. Serat asetat baru dapat dicelup dengan zat warna direk setelah seratnya dihidrolisa kembali menjadi selulosa dengan NaOH (kaustik soda), tetapi hasilnya tidak memuaskan (Agus Taufiq, 2006).

Zat warna *disperse* merupakan zat warna non-ionik dengan kelarutan sangat rendah dalam air dan digunakan terutama untuk serat hidrofobik seperti *Polyester*. Dalam proses pencelupan, zat warna ini didispersikan dalam medium air menggunakan zat pendispersi, kemudian berdifusi ke dalam serat pada suhu tinggi (Lewis, 1999)

Fiksasi zat warna *disperse* terjadi melalui interaksi fisik, bukan ikatan kimia, seperti gaya *van der Waals* dan interaksi hidrofobik. Oleh karena itu, suhu *thermosol*, waktu pemanasan, serta kondisi dispersi sangat menentukan tingkat penetrasi dan ketahanan warna yang dihasilkan (Shore, 1995)

2.2.5. Zat Warna Reaktif

Zat warna reaktif merupakan zat warna anionik yang mampu bereaksi secara kimia dengan gugus hidroksil pada selulosa. Reaksi tersebut berlangsung dalam suasana alkali dan menghasilkan ikatan kovalen yang kuat antara zat warna dan serat, sehingga memberikan ketahanan luntur yang baik terhadap pencucian (Shore, 1995; Lewis, 1999)

Pada kain campuran *Polyester*–rayon, zat warna reaktif digunakan untuk mewarnai komponen rayon setelah proses pewarnaan *Polyester* selesai. Pengaturan kondisi alkali dan suhu menjadi penting agar zat warna reaktif dapat bereaksi optimal tanpa merusak warna *disperse* yang telah difiksasi sebelumnya (Broadbent, 2001)

2.2.6. Metode Pencelupan *One Bath Two Step*

Metode *one bath two step* merupakan teknik pencelupan dua jenis serat dalam satu bak yang sama melalui dua tahap proses berbeda. Tahap pertama digunakan untuk mewarnai *Polyester* dengan zat warna *disperse* pada suhu tinggi, kemudian kondisi larutan diubah dengan penambahan alkali untuk memungkinkan pencelupan rayon menggunakan zat warna reaktif (Broadbent, 2001).

Metode ini dinilai lebih efisien dalam penggunaan air, energi, dan waktu dibandingkan proses dua bak terpisah. Namun, keberhasilannya sangat dipengaruhi oleh kompatibilitas zat warna, kestabilan bahan kimia, serta kontrol parameter proses secara tepat (Lewis, 1999).

2.2.7. Mesin Pad Dry Thermosol Monforts E-Control

Proses pencelupan kontinyu pada penelitian ini menggunakan mesin *pad-dry thermosol E-Control* yang diproduksi oleh perusahaan mesin tekstil Jerman, A. *Monforts Textilmaschinen GmbH*. Mesin ini memungkinkan pengaturan tekanan pemerasan (*nip pressure*), wet pick-up, suhu pengeringan, dan waktu fiksasi secara presisi sehingga hasil pewarnaan lebih konsisten (data teknis A. *Monforts Textilmaschinen GmbH*; Schindler & Hauser, 2004)

Pada tahap *padding*, kain dilewatkan melalui larutan zat warna kemudian diperas untuk memperoleh WPU tertentu. Selanjutnya kain dikeringkan dan difiksasi pada suhu tinggi sehingga zat warna *disperse* berdifusi ke dalam *Polyester*. Proses ini dapat dilanjutkan dengan perlakuan alkali untuk mewarnai komponen rayon (Schindler & Hauser, 2004).

2.2.8. Mesin Kyoto Pad Steam

Mesin *Kyoto Pad Steam* merupakan mesin pencelupan kontinyu yang digunakan untuk pewarnaan kain berbasis selulosa maupun campuran, termasuk kain TR (*Polyester/Rayon*). Pada kain TR, komponen Rayon diwarnai menggunakan zat warna reaktif melalui metode *pad-steam*, sedangkan serat *Polyester* tidak bereaksi pada tahap ini. Proses diawali dengan perendaman kain dalam larutan zat warna reaktif yang mengandung elektrolit, alkali, dan bahan pembantu, kemudian kain diperas menggunakan *nip roller* untuk memperoleh WPU yang seragam sebelum memasuki ruang pengukusan.

Sistem kontinyu ini memungkinkan produksi dalam skala besar dengan keseragaman warna yang baik serta efisiensi waktu proses yang tinggi. (Broadbent, 2001; Shore, 2002)

2.2.9. Ketahanan Luntur Warna (TLW)

Ketahanan luntur warna (TLW) merupakan parameter penting untuk menilai kualitas hasil pencelupan. Pengujian biasanya meliputi ketahanan terhadap pencucian, gosokan, keringat, dan cahaya. Nilai ketahanan luntur dipengaruhi oleh kekuatan ikatan zat warna dengan serat, kedalaman penetrasi warna, serta kondisi fiksasi selama proses pewarnaan (Booth, 1996).

Pada kain campuran *Polyester*/Rayon (65/35%), perbedaan mekanisme pewarnaan kedua serat dapat menyebabkan perbedaan performa ketahanan warna. Oleh karena itu, optimasi proses diperlukan agar warna pada kedua komponen serat tetap seimbang dan memenuhi standar mutu yang diharapkan (Broadbent, 2001).

2.2.10. Landasan Teori Perhitungan Beda Warna (ΔE)

Nilai ΔE (Delta E) yang tertera pada hasil komputer Data color dihitung berdasarkan jarak *Euclidean* antara warna sampel dengan standar dalam ruangan warna 3 dimensi.

Rumus umum yang di gunakan adalah:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Dimana:

- $\Delta L^* = L_{\text{sampel}}^* - L_{\text{standar}}^*$ (Beda kecerahan: + lebih terang, - lebih gelap)
- $\Delta a^* = a_{\text{sampel}}^* - a_{\text{standar}}^*$ (Beda Merah/Hijau: + lebih merah, - lebih hijau)
- $\Delta b^* = b_{\text{sampel}}^* - b_{\text{standar}}^*$ (Beda Kuning/Biru: + lebih kuning, - lebih biru)

2.2.11. Parameter Proses Kontinyu Suhu, WPU, dan pH

Keberhasilan proses pencelupan kain campuran poliester–rayon dengan metode kontinyu sangat dipengaruhi oleh parameter proses, terutama suhu ruangan *thermosol*, *wet pick-up* (WPU), dan pH larutan.

Suhu ruangan *Thermosol* berperan dalam proses difusi zat warna *disperse* ke dalam serat *polyester*. Pada suhu tinggi (190°- 210°C), serat poliester mengalami peningkatan mobilitas molekul sehingga memungkinkan zat warna berdifusi ke dalam daerah *amorf*. Suhu yang terlalu rendah menyebabkan zat warna hanya menempel di permukaan, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan degradasi warna.

Wet Pick Up (WPU) merupakan jumlah larutan yang terserap pada kain setelah proses padding, biasanya dinyatakan dalam persen. WPU dipengaruhi oleh tekanan *rol padder* dan viskositas larutan. Nilai WPU yang tepat diperlukan untuk memastikan distribusi zat warna yang merata serta mendukung proses swelling pada serat rayon. pH larutan sangat mempengaruhi kestabilan zat warna *disperse* dan reaktif. Zat warna *disperse* umumnya stabil dalam kondisi asam hingga netral, sedangkan zat warna reaktif memerlukan kondisi alkali untuk bereaksi dengan serat selulosa. Oleh karena itu, pengaturan pH harus dikontrol agar kedua jenis zat warna dapat bekerja secara optimal dalam satu sistem proses.

Pengendalian parameter-parameter tersebut akan menentukan keberhasilan fiksasi warna, keseragaman warna, serta efisiensi proses pencelupan secara keseluruhan (Broadbent, 2001; Shore, 1995).

2.2.12. Metode Pengujian ISO 105

Pengujian ketahanan luntur warna (*color fastness*) merupakan salah satu parameter penting dalam mengevaluasi kualitas hasil pencelupan kain terhadap berbagai kondisi penggunaan, seperti pencucian dan gesekan. Standar yang umum digunakan dalam industri tekstil adalah seri ISO 105 yang mencakup berbagai metode pengujian ketahanan luntur warna. (ISO 105-C06; Broadbent, 2001)

Salah satu metode yang digunakan adalah ISO 105-C06, yaitu uji ketahanan luntur warna (TLW) terhadap pencucian. Pada pengujian

ini, sampel kain dicuci bersama kain pembanding (*multifiber adjacent fabric*) dalam kondisi tertentu yang meliputi suhu, waktu, serta penggunaan deterjen standar. Setelah proses pencucian, dilakukan penilaian terhadap perubahan warna pada sampel serta penodaan (*staining*) pada kain pembanding. (ISO 105-C06; Broadbent, 2001; Standar laboratorium PT. Dian Kimia Putera, 2015)

Selain itu, dilakukan juga pengujian TLW terhadap gosokan (*rubbing fastness*) berdasarkan standar ISO 105-X12. Pengujian ini dilakukan dengan menggosokkan kain uji terhadap kain putih dalam kondisi kering dan basah untuk mengetahui tingkat perpindahan warna dari kain uji ke kain lain.

Penilaian hasil pengujian TLW dilakukan menggunakan *grey scale*, dengan skala nilai 1 - 5, di mana nilai 5 menunjukkan ketahanan luntur yang sangat baik dan nilai 1 menunjukkan ketahanan yang jelek.

Pengujian TLW ini sangat penting untuk memastikan bahwa hasil pencelupan memenuhi standar kualitas yang dipersyaratkan dalam industri tekstil (ISO 105-C06 untuk pencucian dan ISO 105-X12 untuk gosokan; Booth, 1996).

2.3. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hipotesis Nol (H_0)

Pencelupan kain *Polyester*/Rayon 65/35% menggunakan metode satu larutan (*one bath two step*) pada mesin *Monforts E-Control* dan *Kyoto Pad Steam* tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap kerataan warna, ketuaan warna (*color strength*), dan ketahanan luntur warna hasil pencelupan.

2. Hipotesis Kerja/Alternatif (H_1)

Pencelupan kain *Polyester*/Rayon 65/35% menggunakan metode satu larutan (*one bath two step*) pada mesin *Monforts E-Control* dan *Kyoto Pad Steam* memberikan perbedaan yang signifikan terhadap kerataan warna, ketuaan warna (*color strength*), dan ketahanan luntur warna (TLW) hasil pencelupan.

BAB III. METODOLOGI

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan sampel dilakukan di Laboratorium PT. Dian Kimia Putera dan PT. Polaris Prima Chemical yang berlokasi di Bandung, serta di Pabrik Tekstil PT. DLS yang berlokasi di Solo. Fasilitas yang digunakan meliputi mesin laboratorium sebagai penunjang proses produksi pada mesin produksi *Monforts E-Control* dan *Kyoto Pad Steam*.
2. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen laboratorium, yaitu dengan melakukan proses pencelupan kain *Polyester/Rayon (65/35)* menggunakan sistem *alkali developing* dengan zat warna reaktif pada mesin *Kyoto Pad Steam*. Hasil pencelupan kemudian dievaluasi berdasarkan parameter visual dan kestabilan warna.

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan, yaitu sejak bulan Oktober hingga Desember 2025. Variabel penelitian yang digunakan meliputi suhu *thermosol*, *wet pick up* (WPU), dan pH larutan.

3.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Pabrik tekstil PT. DLS yang berlokasi di Solo tempat penelitian ini dilakukan. Adapun bahan-bahan tersebut adalah sebagai berikut:

3.2.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini kain tenun *Polyester/Rayon 65/35%* yang telah melalui proses *pre-treatment* (penghilangan kanji, pemasakan, dan pengelantangan).



Gambar 3.1. Bahan Tenun *Polyester/Rayon 65/35%*

Sumber: <https://sumtextile.com/product/tetoron-rayon-t-r-fabric>

3.2.2. Zat Warna

- zat warna *disperse*



Gambar 3.2. Zat Warna *Disperse*

Sumber: <https://chemira-indonesia.co>

- zat warna reaktif



Gambar 3.3. Zat Warna Reaktif

Sumber: <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/reactive-dye-reactive-yellow-3-for-1600091792173.html>

3.2.3. Bahan Pembantu

- Anti Reduksi berfungsi mencegah percepatan oksidasi *chemical*.
- Anti Frosting berfungsi menjadikan kerataan untuk tekanan *padder*.
- Anti Migrasi berfungsi menahan perpindahan zat warna pada kain setelah proses *padding*.
- *Wetting* dan *Deaerating* berfungsi untuk pembasah kain dan membantu mempercepat penyerapan larutan *chemical auxiliaries* dan *Dyestuff*.
- *Acid Buffer* berfungsi untuk suasana larutan menjadi asam dan stabil sehingga dapat terjadinya fiksasi zat warna *disperse*.
- *Zat Alkali* berfungsi untuk menjadikan suasana larutan alkali sehingga terjadi ikatan kovalen zat warna reaktif dengan serat rayon.
- *Glauber Salt* berfungsi untuk menjadikan kain bermuatan *elektrolit*.
- *Softener* dan *Silikon* berfungsi untuk menambah efek kain menjadi lebih *soft* dan *bulky* sesuai permintaan *customer*.

3.3. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.3.1. Mesin Pencelupan

Mesin *Monforts E-Control* (skala pilot atau industri).



Gambar 3.4. Gambar *Monforts Thermex e-Control 6500*

Sumber : *Monforts Training* dan Dokumentasi Pribadi

3.3.2. Peralatan Laboratorium

- *Padder*



Gambar 3.5. *Padder*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

- *Mathis E-Control*, Laboratorium Thermosol



Gambar 3.6. *Mathis E-Control*, Laboratorium Thermosol

Sumber: Dokumentasi Pribadi

- Neraca analitik



- Pengukur pH



Gambar 3.7. Neraca Analitik dan Pengukur pH

Sumber: Dokumentasi Pribadi

- Pipet,



- Beaker glass



Gambar 3.8. Pipet dan Beaker Glass

Sumber: Dokumentasi Pribadi

- dan peralatan standar laboratorium tekstil.

3.3.3. Peralatan Uji Kualitas

- Spektrofotometer



Gambar 3.9. Alat Spektrofotometer

Sumber: Dokumentasi Pribadi

- *Louder o-meter* atau *Wash Fastness Tester*



Gambar 3.10. *Louder o-meter* atau *Wash Fastness Tester*

Sumber: www.gester-instruments.com

- *Crockmeter*



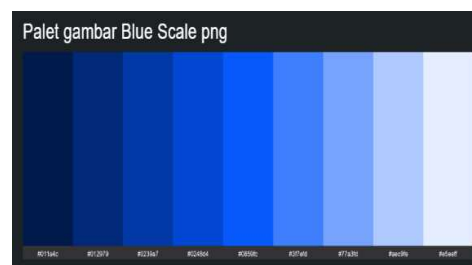
Gambar 3.11. *Crockmeter*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

- *Grey Scale*



- *Blue Scale*



Gambar 3.12. *Grey Scale* dan *Blue Scale*

Sumber: <https://id.pinterest.com> & Dokumentasi Pribadi

3.4. Prosedur dan Pengumpulan Data

Prosedur dan pengumpulan data dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

3.4.1. Pra-Uji (*Trial* Formulasi)

Melakukan uji kompatibilitas zat warna dan bahan pembantu dalam kondisi larutan tunggal. Penentuan rasio zat warna trikromatik Dispersi/Reaktif dan konsentrasi bahan pembantu (*auxiliaries*) yang optimal.

3.4.2. Proses Pencelupan *One Bath Two Step*

Proses pencelupan dilakukan dengan memvariasikan parameter suhu fiksasi, nilai WPU, dan pH larutan untuk mendapatkan kondisi optimum, sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3.1. Rancangan Variasi Parameter Pengujian

NO SAMPLE (BATCH)	SUHU (°C)	WET PICK UP (WPU) (%)	pH
1	170	55	3,5
2	170	55	4,5
3	170	55	5,5
4	170	65	3,5
5	170	65	4,5
6	170	65	5,5
7	170	70	3,5
8	170	70	4,5
9	170	70	5,5
10	190	55	3,5
11	190	55	4,5
12	190	55	5,5
13	190	65	3,5
14	190	65	4,5

15	190	65	5,5
16	190	70	3,5
17	190	70	4,5
18	190	70	5,5
19	210	55	3,5
20	210	55	4,5
21	210	55	5,5
22	210	65	3,5
23	210	65	4,5
24	210	65	5,5
25	210	70	3,5
26	210	70	4,5
27	210	70	5,5

- a. Suhu mesin *Thermosol* adalah salah satu kunci keberhasilan untuk fiksasi warna dan fungsinya pada suhu tinggi serat *Polyester* “membuka” sehingga molekul zat warna bisa masuk ke dalam serat.
- b. WPU menentukan seberapa banyak zat warna dan zat pembantu yang menempel pada kain dan fungsinya mengatur jumlah larutan yang dibawa kain setelah diperas oleh *padding roller* sehingga jumlah larutan didalam kain dapat terkontrol dan terhitung sehingga memudahkan dalam kalkulasi keperluan zat warna dan pembantu serta perhitungan kalkulasi biaya.
Sehingga WPU dapat diartikan persentase cairan larutan proses (zat warna, bahan kimia, air) yang terserap oleh kain setelah proses padding (diperas dengan rol).

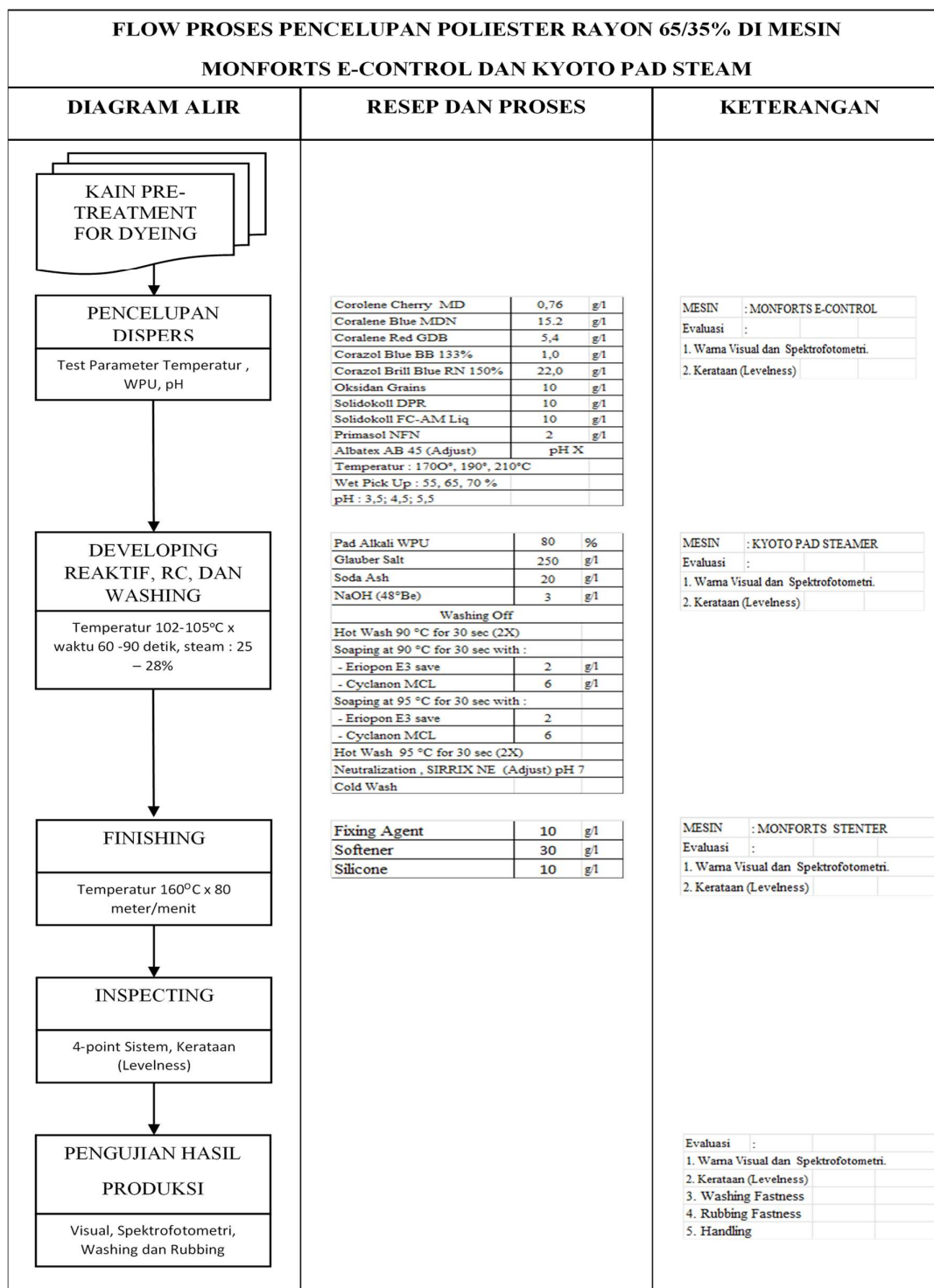
Rumus WPU:

$$\text{WPU (\%)} = \frac{\text{Berat kain basah} - \text{Berat kain kering}}{\text{Berat kain kering}} \times 100\%$$

Fungsi WPU dalam proses *Continuous* adalah sebagai berikut:

- Menentukan jumlah zat warna & bahan kimia yang masuk ke kain
 - Mengontrol kerataan warna (*levelness*)
 - Menjaga *reproducibility* antar *batch*
 - Menghindari cacat seperti:
 1. *Shade* terlalu tua/muda
 2. *Migration*
 3. *Uneven dyeing*
 4. *Excess chemical usage*
- c. Larutan untuk skala keasaman ini sangat kritikal bagi stabilitas zat warna *disperse* dan fungsinya menjaga molekul zat warna tidak rusak atau terhidrolisis selama pemanasan suhu tinggi.

3.4.3. Flow Proses Pencelupan 1 (one) Bath 2 (two) Step Fiksasi



Gambar 3.13 *Flow* Proses Pencelupan 1 (one) Batch 2 (two) Step Fiksasi

Penelitian ini menggunakan metode pencelupan kontinu *thermosol* pada kain *Polyester* dengan zat warna *disperse* yang telah diseleksi terlebih dahulu, yang diaplikasikan menggunakan mesin *Monforts E-control*. Metode *thermosol* dipilih karena efektif untuk fiksasi zat warna *disperse* pada serat *Polyester* melalui perlakuan suhu tinggi dalam waktu singkat (Broadbent, 2001).

3.4.3.1. Pencelupan *Polyester* Dan Tahapan Proses *Thermosol*

Proses pencelupan *thermosol* dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap utama sebagai berikut:

1. *Padding*

Kain dilewatkan ke dalam larutan zat warna *disperse* yang mengandung dispersing agent dan wetting agent, kemudian diperas menggunakan *rol padding* hingga mencapai *wet pick up* (WPU) sebesar 60–70%. WPU yang terkendali penting untuk menjamin jumlah zat warna yang terdistribusi secara merata pada kain (Shore, 2002).

2. Pengeringan

Awal Kain dikeringkan pada suhu 100–120 °C untuk menghilangkan air tanpa memicu migrasi zat warna. Pada tahap ini, zat warna belum mengalami fiksasi ke dalam serat.

3. Fiksasi *Thermosol*

Fiksasi dilakukan pada mesin *Monforts e-control* dengan suhu 190–210 °C dan waktu tinggal 60–90 detik, disesuaikan dengan jenis zat warna *disperse*.

Pada suhu ini, rantai polimer *Polyester* mengalami peningkatan mobilitas sehingga memungkinkan molekul zat warna berdifusi dan terperangkap dalam di serat (Hunger, 2003).

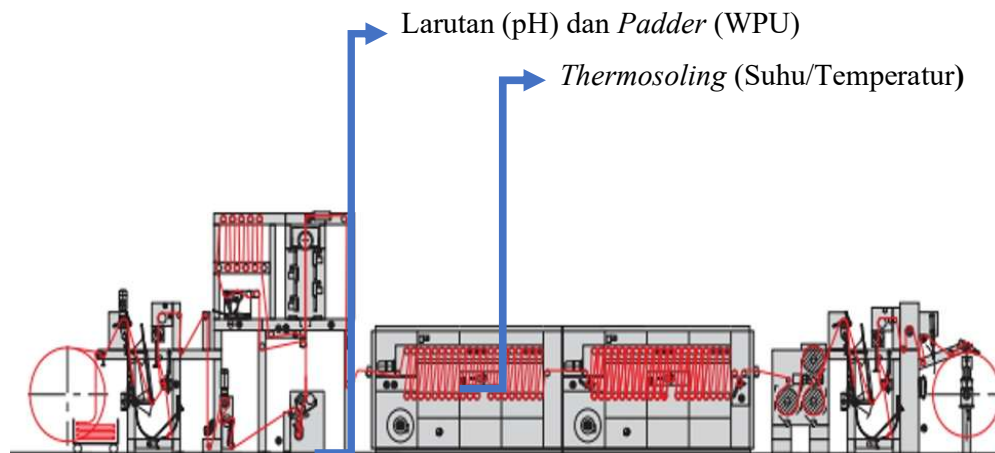
4. *Reduction clearing (RC)*

Setelah fiksasi, dilakukan proses *reduction clearing* untuk menghilangkan sisa zat warna yang tidak terfiksasi dan meningkatkan ketahanan luntur warna (TLW)

3.4.3.2. Peran Mesin *Monforts E-control*

Mesin *Monforts E-Control* digunakan pada tahap *thermosol* untuk proses pemanasan kain secara kontinu dengan kontrol suhu dan kecepatan yang presisi. Pengaturan parameter suhu dilakukan sesuai variasi penelitian guna memastikan distribusi panas merata serta kestabilan proses selama pemanasan. Penggunaan mesin ini membantu meningkatkan penyerapan zat warna pada serat *polyester* dan mendukung keseragaman hasil pencelupan. (*Monforts GmbH, Technical Documentation*).

Gambar Parameter pengujian suhu, wpu, dan pH



Gambar 3.14 Parameter pengujian suhu, wpu dan pH

Sumber: Literatur *Tranning Monforts*

3.4.3.3. Peran Mesin *Kyoto Pad Steam*

Mesin *Kyoto Pad Steam* digunakan sebagai unit untuk pembentukan ikatan kovalen antara zat warna reaktif dengan serat Rayon melalui proses *padding* dan *steaming* dalam kondisi alkali dan kelembaban tinggi. Nilai pH larutan dan *wet pick up* (WPU) dikontrol pada tahap *padding* sesuai variasi penelitian. Selanjutnya kain diproses pada ruang *steaming* dengan pengaturan suhu dan waktu tertentu untuk memastikan fiksasi berlangsung merata, sehingga diperoleh keseragaman warna dan efisiensi fiksasi yang baik pada kain Rayon.



Gambar 3.15 Mesin *Kyoto Pad Steam*

Sumber: <https://kyoto-machinery.com/en/>

3.4.3.4. *Developing Reaktif, Reduction clearing (RC) dan Washing*

Proses *Polyester*/Rayon 65/35% menggunakan sistem *Pad Steam* dengan alkali *developing*, kain terlebih dahulu dipad

dalam larutan yang berisi *glauber salt* dan alkali dengan *wet pick up* sekitar 70–80% agar penyerapan merata. Alkali berperan mengaktifkan serat Rayon sehingga zat warna dapat bereaksi dan terikat secara kimia yaitu ikatan kovalen.

Selanjutnya kain diproses steaming pada suhu 102–105 °C dan *steam* 25-28% untuk membantu ikatan kovalen zat warna reaktif dalam kondisi lembab dan stabil. Setelah itu dilakukan *soaping* dan netralisasi untuk menghilangkan sisa zat warna dan alkali yang tidak bereaksi. Proses ini dievaluasi berdasarkan kerataan warna, visual warna dengan target dan pengukuran spektrofotometer.

3.4.3.5. Proses *Finishing*

Proses finishing kain TR (*Polyester*/Rayon) menggunakan mesin *stenter monforts* dilakukan untuk memperoleh kain dengan stabilitas dimensi, keseragaman lebar, dan kualitas tampilan akhir yang memenuhi standar mutu sesuai target dari *customer*. Kain dimasukkan ke mesin dengan pengaturan *overfeed* untuk mengurangi tegangan mekanis, kemudian lebarnya di-*setting* menggunakan sistem *pin* (jarum). Selanjutnya dilakukan aplikasi bahan finishing sesuai kebutuhan produk, diikuti proses pengeringan dan polimerisasi *auxiliaries finishing* berupa *softener* dan *silikon* dilakukan pada suhu 160–180 °C sehingga sifat kain sesuai keinginan *customer*; juga menstabilkan struktur serat *Polyester* dalam kain TR serta meminimalkan penyusutan (*shrinkage*), kemudian kain didinginkan sebelum digulung agar dimensi kain tetap stabil dan siap untuk dilakukan inspeksi akhir.

3.4.3.6. Proses *Inspecting* Dan Pengujian Hasil Produksi

Inspeksi kain dilakukan menggunakan *4-point system*, yaitu metode penilaian mutu berdasarkan jumlah dan tingkat keparahan cacat yang ditemukan sepanjang kain. Pemeriksaan dilakukan di meja inspeksi dengan pencahayaan standar, dalam kondisi kain bersih dan kering.

Cacat yang diamati meliputi ketidakrataan warna, noda, garis (*streak*), lubang, benang putus, maupun cacat anyaman. Setiap cacat diberi nilai 1 sampai 4 sesuai panjang atau tingkat keparahannya (misal: ≤ 3 inci nilai 1 hingga > 9 inci nilai 4).

Total nilai kemudian dihitung per 100 *yard* (sesuai panjang kain yang diperiksa). Kain dinyatakan memenuhi standar apabila jumlah nilai tidak melebihi batas toleransi yang telah ditetapkan.

Adapun Pengujian yang dilakukan untuk Hasil produksinya adalah sebagai berikut:

1. Warna visual dan spektrofotometri
2. Kerataan (*Levelness*)
3. *Washing Fastness*
4. *Rubbing Fastness*
5. *Handling*

3.4.4. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi data kualitatif untuk visualisasi warna terhadap target atau standar dari *customer*, kerataan warna dan data kuantitatif untuk nilai dan perbedaan warna yang diukur menggunakan Spektrofotometer, *washing fastness* dan TLW terhadap pencucian dan TLW terhadap gosokan.

Pengujian TLW terhadap pencucian dilakukan menggunakan standar ISO 105 C06, dengan standar pengujian sebagai berikut:

- Detergen : 4 gram/liter
- Steel Ball : 50 buah

- Temperatur : 50°C
- Waktu : 30 menit
- Air : 150 ml

Standar pengujian yang digunakan untuk mengevaluasi TLW kain terhadap proses pencucian rumah tangga maupun industri dalam kondisi terkontrol. Pada standar ini, sampel kain diuji bersama kain pembanding (*multifiber*) menggunakan larutan deterjen pada suhu dan waktu tertentu dengan bantuan alat *Launder o meter* atau *Wash Fastness Tester*.

Setelah proses pencucian selesai, perubahan warna pada sampel serta penodaan warna pada kain pembanding dievaluasi menggunakan *grey scale* dan *staining scale*. Hasil pengujian dinyatakan dalam nilai skala 1–5, di mana nilai 5 menunjukkan TLW sangat baik dan nilai 1 menunjukkan TLW sangat rendah.

3.5. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Analisis *Spektrofotometri*, dalam hal ini ketuaan warna dianalisis untuk menentukan efektivitas penyerapan zat warna. Nilai ΔE (Perbedaan Warna) digunakan untuk mengukur perbedaan antara sampel uji dengan hasil pencelupan proses produksi.
2. Analisis TLW dilakukan melalui pengujian TLW terhadap pencucian (*washing fastness*) dan pengujian TLW terhadap gosokan (*rubbing fastness*). Hasil pengujian dievaluasi menggunakan *grey scale* untuk perubahan warna dan *grey scale* penodaan warna.

3. Analisis Statistik

Analisis statistik akan dilakukan terhadap pengaruh suhu *Thermosol* (170 °C, 190 °C, 210 °C), WPU (55%, 65%, 70 %) dan pH (3,5; 4,5; 5,5) terhadap variable terikat yaitu kesesuaian kualitas warna berdasarkan target dari *customer*.

4. Analisis Efisiensi

Data waktu, air, dan energi dibandingkan proses *Exhaust* akan dihitung dan dipresentasikan dalam bentuk tabel penghematan.

5. Dengan dibatasinya parameter pengujian dan *flow process* diharapkan adanya penelitian lebih lanjut.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian



Gambar 4.1. Target Standar Kain *Customer*

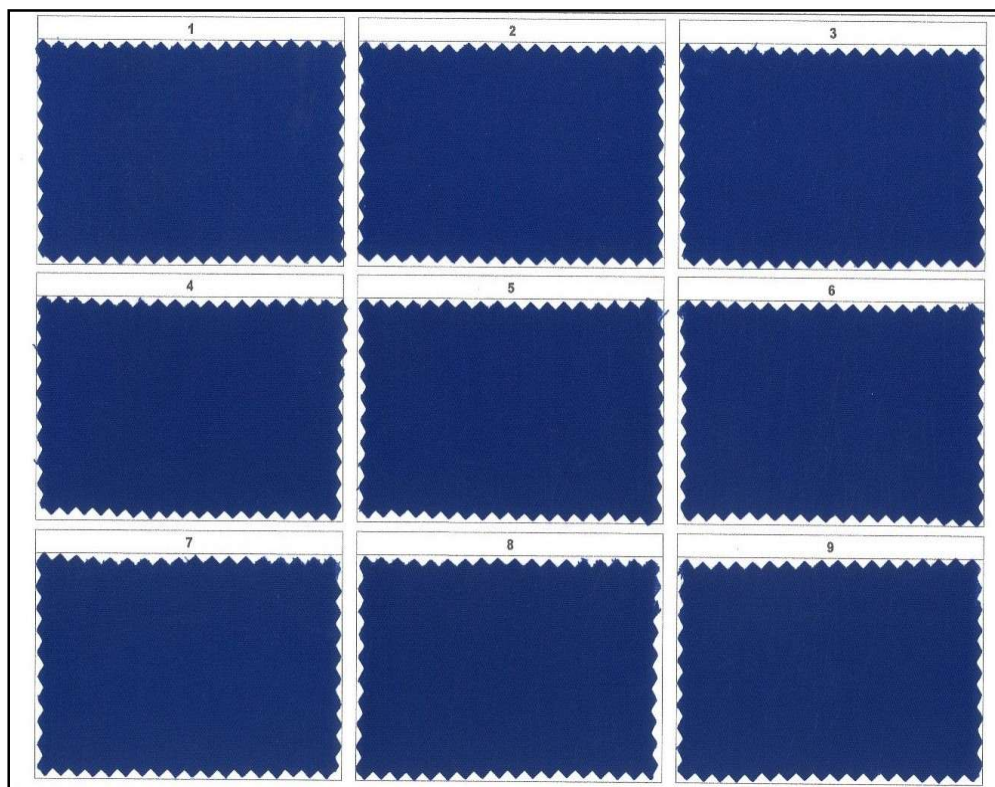
RECIPE & PROCESS (ONE STEP)						
DISPERSE - REACTIVE DYEING	Coralene Cherry MD		0.76	g/L		
	Coralene Blue MDN		15.20	g/L		
	Corafix Red GDB		5.40	g/L		
	Corazol Blue BB 133%		1.00	g/L		
	Corazol Brill Blue RN 150%		22.00	g/L		
	Oksidan Grains		10	g/L		
	Solidokoll DPR		10	g/L		
	Solidokoll FC-AM Liq		10	g/L		
	Primasol NFN		2	g/L		
	Albatex AB 45 (Adjust)		(3.5; 4.5; 5.5)			
	PROCESS	- Pad WPU (55; 65; 70)%				
		- Dry 120°C, 1 min				
		- Thermosol (170; 190; 210)°C, 1.5 min				
		- Pad Alkali WPU 80%	Recipe : Glauber Salt		250 g/L	
			Soda ASH		20 g/L	
			NaOH (48°Be)		3 g/L	
		- Steam 102°C (RH 25% - 28%), 1 min				
		- Wash Off	Hot Wash 90°C for 30 sec (2X)			
			Soaping at 90°C for 30 sec with :		Eriopon E3 Save	2 g/L
			Cyclanon MCL	6 g/L		
Soaping at 95°C for 30 sec with :			Eriopon E3 Save	2 g/L		
			Cyclanon MCL	6 g/L		
Hot Wash 95°C for 30 sec (2X)						
Neutralization, SIRRIX NE (Adjust) pH 7						
Cold Wash						
FIXING	Albafix ECO	30 g/L				
	pH	5				
	- Pad WPU 80% --- Dry 120°C, 1 min					
SETTING	Temp. 160°C, 1 min					

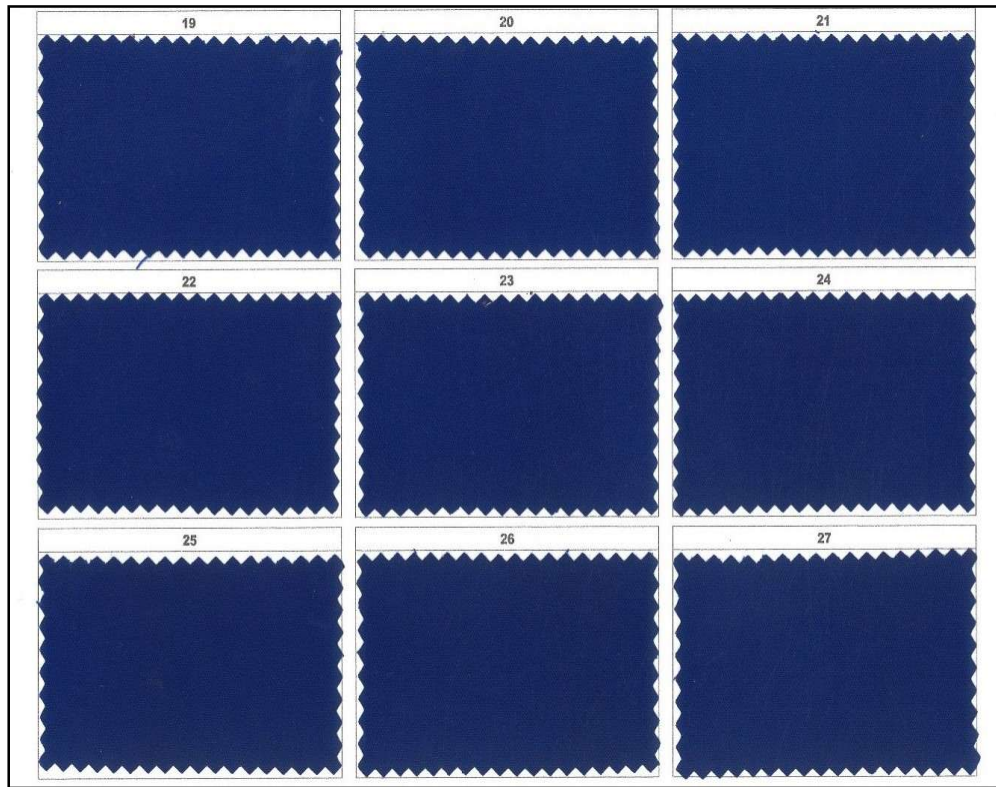
Gambar 4. 2 Resep dan Proses pencelupan larutan *one bath two step*

Tabel 4.1. Variasi Parameter Pengujian Suhu, WPU, dan pH

LABORATORY AND PRODUCTION TESTING TABLE PARAMETERS

No.	Temp. (°C)	WPU (%)	pH
1	170	55	3.5
2	170	55	4.5
3	170	55	5.5
4	170	65	3.5
5	170	65	4.5
6	170	65	5.5
7	170	70	3.5
8	170	70	4.5
9	170	70	5.5
10	190	55	3.5
11	190	55	4.5
12	190	55	5.5
13	190	65	3.5
14	190	65	4.5
15	190	70	5.5
16	190	70	3.5
17	190	70	4.5
18	190	70	5.5
19	210	55	3.5
20	210	55	4.5
21	210	55	5.5
22	210	65	3.5
23	210	65	4.5
24	210	65	5.5
25	210	70	3.5
26	210	70	4.5
27	210	70	5.5



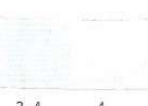


Gambar 4.3 Sample bahan pengujian batch 1 – batch 27 proses *one bath two step*

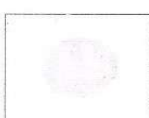
Tabel 4.2 Analisis Hasil Pengujian Batch 1 – Batch 27

Std. Name	Current Illu	Std. CIE L	Std. CIE a	Std. CIE b	Std. CIE x	Std. CIE y	Std. CIE z	Std. CIE u	Std. CIE v					
STANDARD	D65 10 Deg	21,38	12,27	-33,02	35,22	290,38								
PH : 4,5	A 10 Deg	19,04	-0,14	-35,27	35,27	269,78								
WPU : 70%	F02 10 Deg	19,38	10,02	-38,30	39,58	284,66								
THEMOSOL : 210°C														
Batch Name	Current Illu	Batch CIE L	Batch CIE a	Batch CIE b	CIE D L	CIE D a	CIE D b	CIE D E	CIE Lab F Strength Dif	Metamerisr CIE DL	Descr CIE DC	Description	CIE DH Description	
BATCH1	D65 10 Deg	27,04	10,54	-36,40	5,66	-1,73	-3,38	6,81	Fail	71,59		lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	24,12	-2,76	-39,67	5,08	-2,62	-4,40	7,21	Fail	71,59	0,74	lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	24,45	8,68	-42,63	5,07	-1,34	-4,33	6,80	Fail	71,59	0,52	lighter	more saturated	more green
BATCH2	D65 10 Deg	26,05	11,46	-37,28	4,67	-0,80	-4,26	6,37	Fail	79,49		lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	23,06	-2,43	-40,60	4,01	-2,29	-5,34	7,06	Fail	79,49	0,82	lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	23,40	9,51	-43,65	4,02	-0,51	-5,35	6,71	Fail	79,49	0,63	lighter	more saturated	more green
BATCH3	D65 10 Deg	26,20	11,49	-37,28	4,82	-0,78	-4,26	6,48	Fail	77,82		lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	23,22	-2,36	-40,59	4,18	-2,22	-5,32	7,12	Fail	77,82	0,76	lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	23,56	9,55	-43,65	4,18	-0,47	-5,36	6,81	Fail	77,82	0,63	lighter	more saturated	more green
BATCH4	D65 10 Deg	24,90	11,14	-35,65	3,52	-1,12	-2,63	4,54	Fail	83,48		lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	22,10	-2,07	-38,73	3,06	-1,93	-3,46	5,01	Fail	83,48	0,61	lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	22,45	9,19	-41,65	3,07	-0,83	-3,35	4,62	Fail	83,48	0,46	lighter	more saturated	more green
BATCH5	D65 10 Deg	24,76	11,94	-36,62	3,38	-0,32	-3,60	4,95	Fail	85,88		lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	21,89	-1,75	-39,75	2,84	-1,61	-4,48	5,55	Fail	85,88	0,77	lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	22,23	9,87	-42,77	2,85	-0,15	-4,47	5,31	Fail	85,88	0,54	lighter	more saturated	more green
BATCH6	D65 10 Deg	25,08	12,00	-36,95	3,70	-0,27	-3,92	5,40	Fail	83,95		lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	22,18	-1,85	-40,10	3,14	-1,71	-4,83	6,01	Fail	83,95	0,80	lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	22,53	9,94	-43,18	3,15	-0,08	-4,88	5,81	Fail	83,95	0,58	lighter	more saturated	more green
BATCH7	D65 10 Deg	25,61	10,73	-35,49	4,23	-1,53	-2,47	5,13	Fail	78,46		lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	22,81	-2,32	-38,57	3,77	-2,18	-3,31	5,47	Fail	78,46	0,63	lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	23,15	8,84	-41,49	3,77	-1,18	-3,19	5,08	Fail	78,46	0,45	lighter	more saturated	more green
BATCH8	D65 10 Deg	24,09	11,92	-35,84	2,71	-0,35	-2,82	3,92	Fail	88,47		lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	21,32	-1,49	-38,80	2,28	-1,35	-3,53	4,42	Fail	88,47	0,63	lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	21,67	9,81	-41,78	2,29	-0,21	-3,49	4,18	Fail	88,47	0,41	lighter	more saturated	more green
BATCH9	D65 10 Deg	24,56	11,95	-36,47	3,18	-0,31	-3,45	4,70	Fail	86,92		lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	21,70	-1,73	-39,55	2,66	-1,59	-4,29	5,29	Fail	86,92	0,77	lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	22,05	9,88	-42,59	2,68	-0,13	-4,30	5,06	Fail	86,92	0,53	lighter	more saturated	more green

Std. Name	Current Illu:Std. CIE L	Std. CIE a	Std. CIE b	Std. CIE J	Std. CIE i																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											</
-----------	-------------------------	------------	------------	------------	------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

WASHING TEST ISO 105 C06 B1M							
		SECONDARY CELLULOSE ACETATE (SCS)	BLEACHED UNMERCEDED COTTON	NYLON 6.6	POLYESTER (TERYLENE)	ACRYLIC (COURTILE)	WOOL WORSTED
NUMBER 1							
		3	4-5	2-3	3	4-5	3-4
NUMBER 10							
		4	5	3	3-4	5	4-5
NUMBER 26							
		4-5	5	3-4	4	5	4-5

Gambar 4.4. Washing Test ISO 105 C06 B1M

RUBBING FASTNESS		
	DRY	WET
NUMBER 1		
	2-3	2
NUMBER 10		
	5	3-4
NUMBER 26		
	5	3-4

Gambar 4.5 Rubbing Fastness

4.1.1. Deskripsi Data Hasil Percobaan

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum pada pencelupan kain *Polyester*/Rayon (65%/35%) dengan metode *One Bath Two Step*. Percobaan dilakukan menggunakan variasi parameter proses pada mesin *Monforts E-Control* dan *Kyoto Pad Steam*.

Variabel yang diuji meliputi:

1. Suhu *Thermosol*: 170°C, 190°C, dan 210°C.
2. Weight Pick Up (WPU): 55%, 65%, dan 70%.
3. pH Larutan: 3,5; 4,5; dan 5,5

Evaluasi dilakukan menggunakan spektrofotometer datacolor untuk membandingkan hasil celupan dengan standar (Target standar dari *Customer*). Parameter keberhasilan ditentukan berdasarkan nilai beda warna ($\Delta E < 1.0$), Kekuatan Warna (*Strength* mendekati 100%), dan kerataan visual.

4.1.2. Pengaruh Suhu Rendah (170°C) terhadap Fiksasi Warna

Tabel 4.3. Analisis sample Batch 1 – Batch 9

Std. Name	Current Illu	Std. CIE L	Std. CIE a	Std. CIE b	Std. CIE / Std. CIE h										
STANDARD	D65 10 Deg	21,38	12,27	-33,02	35,22	290,38									
PH : 4,5	A 10 Deg	19,04	-0,14	-35,27	35,27	269,78									
WPU : 70%	F02 10 Deg	19,38	10,02	-38,30	39,58	284,66									
THEMOSOL : 210°C															
Batch Name	Current Illu	Batch CIE L	Batch CIE a	Batch CIE b	CIE DL	CIE Da	CIE Db	CIE DE	CIE Lab F	Strength	Dif	Metamerisr	CIE DL Descr	CIE DC Description	CIE DH Description
BATCH1	D65 10 Deg	27,04	10,54	-36,40	5,66	-1,73	-3,38	6,81	Fail	71,59			lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	24,12	-2,76	-39,67	5,08	-2,62	-4,40	7,21	Fail	71,59	0,74		lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	24,45	8,68	-42,63	5,07	-1,34	-4,33	6,80	Fail	71,59	0,52		lighter	more saturated	more green
BATCH2	D65 10 Deg	26,05	11,46	-37,28	4,67	-0,80	-4,26	6,37	Fail	79,49			lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	23,06	-2,43	-40,60	4,01	-2,29	-5,34	7,06	Fail	79,49	0,82		lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	23,40	9,51	-43,65	4,02	-0,51	-5,35	6,71	Fail	79,49	0,63		lighter	more saturated	more green
BATCH3	D65 10 Deg	26,20	11,49	-37,28	4,82	-0,78	-4,26	6,48	Fail	77,82			lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	23,22	-2,36	-40,59	4,18	-2,22	-5,32	7,12	Fail	77,82	0,76		lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	23,56	9,55	-43,65	4,18	-0,47	-5,36	6,81	Fail	77,82	0,63		lighter	more saturated	more green
BATCH4	D65 10 Deg	24,90	11,14	-35,65	3,52	-1,12	-2,63	4,54	Fail	83,48			lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	22,10	-2,07	-38,73	3,06	-1,93	-3,46	5,01	Fail	83,48	0,61		lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	22,45	9,19	-41,65	3,07	-0,83	-3,35	4,62	Fail	83,48	0,46		lighter	more saturated	more green
BATCH5	D65 10 Deg	24,76	11,94	-36,62	3,38	-0,32	-3,60	4,95	Fail	85,88			lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	21,89	-1,75	-39,75	2,84	-1,61	-4,48	5,55	Fail	85,88	0,77		lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	22,23	9,87	-42,77	2,85	-0,15	-4,47	5,31	Fail	85,88	0,54		lighter	more saturated	more green
BATCH6	D65 10 Deg	25,08	12,00	-36,95	3,70	-0,27	-3,92	5,40	Fail	83,95			lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	22,18	-1,85	-40,10	3,14	-1,71	-4,83	6,01	Fail	83,95	0,80		lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	22,53	9,94	-43,18	3,15	-0,08	-4,88	5,81	Fail	83,95	0,58		lighter	more saturated	more green
BATCH7	D65 10 Deg	25,61	10,73	-35,49	4,23	-1,53	-2,47	5,13	Fail	78,46			lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	22,81	-2,32	-38,57	3,77	-2,18	-3,31	5,47	Fail	78,46	0,63		lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	23,15	8,84	-41,49	3,77	-1,18	-3,19	5,08	Fail	78,46	0,45		lighter	more saturated	more green
BATCH8	D65 10 Deg	24,09	11,92	-35,84	2,71	-0,35	-2,82	3,92	Fail	88,47			lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	21,32	-1,49	-38,80	2,28	-1,35	-3,53	4,42	Fail	88,47	0,63		lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	21,67	9,81	-41,78	2,29	-0,21	-3,49	4,18	Fail	88,47	0,41		lighter	more saturated	more green
BATCH9	D65 10 Deg	24,56	11,95	-36,47	3,18	-0,31	-3,45	4,70	Fail	86,92			lighter	more saturated	more green
	A 10 Deg	21,70	-1,73	-39,55	2,66	-1,59	-4,29	5,29	Fail	86,92	0,77		lighter	more saturated	more green
	F02 10 Deg	22,05	9,88	-42,59	2,68	-0,13	-4,30	5,06	Fail	86,92	0,53		lighter	more saturated	more green

Berdasarkan data percobaan batch 1 hingga batch 9, proses pencelupan dilakukan pada suhu *thermofix* 170°C dengan variasi WPU dan pH. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh sampel (100%) dinyatakan GAGAL (FAIL):

1. Analisis Nilai ΔE : Nilai beda warna sangat tinggi, berkisar antara 4,54 hingga 7,21. Hal ini menunjukkan penyimpangan warna yang ekstrem dari standar.
2. Kekuatan Warna (*Strength*): Nilai *Strength* (K/S) sangat rendah, hanya mencapai kisaran 71% - 86%. Secara visual, kain terlihat *Lighter* (lebih muda) signifikan.

Pembahasan:

Kegagalan pada tahap ini disebabkan oleh suhu 170°C yang belum mencapai titik *glass Transition Temperature* (*Tg*) dan titik leleh *Polyester* yang optimal untuk fiksasi *thermosol* pada serat *Polyester*. Zat warna dispersi membutuhkan energi panas yang cukup (biasanya >200°C) untuk menyublim dan masuk ke dalam struktur *amorf* serat *Polyester*. Karena suhu tidak tercapai, zat warna hanya menempel di permukaan dan luntur saat proses pencucian, menghasilkan warna yang muda dan tidak rata.

4.1.4. Pengaruh Suhu Optimal 210°C dan Penentuan Resep Terbaik

Tabel 4.5. Analisis sample Batch 19 – Batch 27

[illegible]

Keterangan: perhitungan nilai ΔE berdasarkan teori Spektrofotometri.

Kelompok percobaan ini menggunakan suhu 210°C. Data menunjukkan bahwa suhu ini memberikan hasil paling signifikan dan terdapat beberapa batch yang dinyatakan LULUS (PASS).

Hasil analisis terbagi menjadi dua sub-kelompok:

1. Sub-optimal (WPU 55%): Pada Batch 19 - 21, meskipun suhu sudah 210°C, penggunaan WPU rendah (55%) menghasilkan ΔE yang masih tinggi (3,22 – 3,70). Hal ini mengindikasikan kurangnya medium larutan chemical dan air sehingga berdampak terhadap proses fiksasi zat warna terhadap serat *polyester* dan proses *developing* dari zat warna reaktif dalam reaksi ikatan kovalen serat Rayon.
2. Optimal Area (WPU 65-70%): Pada Batch 24, 25, dan 26, nilai ΔE turun drastis di bawah 1,0.

Tabel 4.6. Ringkasan Batch dengan Status Pass

Batch	Suhu	WPU	pH	ΔE	Strength	Status	Deskripsi
Batch 24	210°C	65%	5,5	0,69	97,57%	PASS	Sedikit Lighter
Batch 25	210°C	70%	3,5	0,70	103,52%	PASS	Darker (Tua)
Batch 26	210°C	70%	4,5	0,06	100,46%	PASS	Perfect Match

4.1.5. Hasil Pengujian *Washing Fastness*, dan *Rubbing Fastness*

Hasil uji TLW terhadap pencucian menunjukkan bahwa warna kain relatif stabil dengan nilai baik (4 hingga 4–5). Penodaan pada kain pendamping tergolong ringan hingga sedang, sehingga dapat disimpulkan bahwa zat warna telah terfiksasi cukup baik dan tidak mudah luntur selama proses pencucian.

TLW terhadap gosokan kering menunjukkan hasil sangat baik (nilai sekitar 5), menandakan warna tidak mudah berpindah saat digosok dalam kondisi kering. Namun pada gosokan basah nilainya menurun menjadi sedang (2 hingga 3-4), yang menunjukkan adanya perpindahan warna ketika kain dalam keadaan lembab.

4.2. Pembahasan Mengenai Analisis Keberhasilan Batch 26

Berdasarkan data komparatif di atas, batch 26 ditetapkan sebagai kondisi proses terbaik. Berikut adalah pembahasan mengenai faktor-faktor yang menyebabkan keberhasilan ini:

A. Sinergi Suhu 210°C dan WPU 70%

Suhu 210°C menyediakan energi *thermal* yang cukup untuk proses sublimasi penuh zat warna dispersi ke dalam serat *Polyester*. Disaat yang sama, WPU yang tinggi (70%) memegang peran penting untuk komponen serat Rayon (35%). WPU 70% menjaga kelembaban kain lebih lama saat

memasuki *chamber* panas, memungkinkan serat Rayon mengembang (*swelling*) secara maksimal sehingga zat warna reaktif dapat ber-*penetrasi* sebelum air menguap total.

Kombinasi ini menghasilkan warna yang solid (rata) dan mencegah efek "*ring dyeing*" (warna hanya di permukaan atau tidak terjadi *difusi*).

B. Peran pH 4,5 sebagai Titik Kesetimbangan (*Equilibrium Point*)

Faktor penentu utama keberhasilan batch 26 dibanding batch 25 dan 27 adalah pH 4,5.

- Dibandingkan pH 3,5 (batch 25): pH 3,5 yang terlalu asam menyebabkan *exhaustion* zat warna terlalu cepat atau agresif, terlihat dari nilai *Strength* yang berlebih (103,52%) sehingga kain terlihat *Darker* (Lebih tua) dari standar.
- Dibandingkan pH 5,5 (batch 27): pH 5,5 (mendekati netral) pada batch 27 menghasilkan status "*warm*" dengan ΔE 0,87.
- Keunggulan pH 4,5 (batch 26): pH 4,5 terbukti menjadi kondisi paling stabil untuk menjaga struktur kimia kedua jenis zat warna (Dispersi dan Reaktif) dalam metode satu larutan. Pada pH ini, zat warna dispersi stabil terhadap hidrolisis, dan zat warna reaktif berada dalam kondisi "*latent*" yang tepat sebelum terjadi ikatan kovalen. Hasilnya adalah ΔE 0,06 dan *Strength* 100,46%, yang secara teknis dianggap mendekati identik dengan target standar (standar dari *customer*).

4.3. Perbandingan Efisiensi Proses Pencelupan *Thermosol E-control* dengan Proses *Exhaust*

Aspek	<i>Thermosol E-Control</i> (Kontinyu)	<i>Exhaust</i> (Batch)
Sistem Proses	Kontinyu (berjalan terus)	Batch (per lot)
Waktu Produksi	Sangat cepat, cocok volume besar	Lebih lama karena siklus berulang
Konsumsi Air	Lebih rendah (wet pick-up terkontrol)	Tinggi (liquor ratio besar)
Konsumsi Energi	Efisien per meter kain	Tinggi per kg kain
Pemakaian Zat Warna	Lebih efisien, sedikit limbah	Sebagian terbuang dalam larutan
Biaya Produksi	Rendah untuk produksi massal	Lebih tinggi untuk volume besar
Keseragaman Warna	Sangat baik sepanjang kain	Baik per batch, bisa berbeda antar lot
Fleksibilitas Order	Kurang fleksibel (setup lama)	Sangat fleksibel untuk order kecil
Target Produksi	Produksi skala industri besar	Produksi kecil / variasi warna
Limbah Cair	Relatif lebih sedikit	Lebih banyak

BAB V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi suhu *thermosol* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kualitas hasil pencelupan kain *Polyester/Rayon 65/35%*. Suhu 170°C menghasilkan fiksasi zat warna yang kurang optimal sehingga kekuatan warna rendah, sedangkan peningkatan suhu hingga 210°C mampu meningkatkan difusi dan fiksasi zat warna *disperse* pada serat *polyester* sehingga menghasilkan kualitas warna yang lebih baik.
2. Variasi *wet pick up* (WPU) mempengaruhi jumlah larutan zat warna yang terserap pada kain serta tingkat kerataan warna yang dihasilkan. Nilai WPU yang terlalu rendah menyebabkan distribusi zat warna tidak optimal, sedangkan WPU lebih tinggi (65–70%) memberikan distribusi larutan yang lebih merata sehingga meningkatkan kualitas pencelupan.
3. Variasi pH larutan berpengaruh terhadap stabilitas zat warna *disperse* selama proses pencelupan. Kondisi pH yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi dapat menyebabkan ketidakseimbangan proses pencelupan, sedangkan pH 4,5 memberikan kondisi yang paling stabil sehingga menghasilkan kualitas warna yang paling mendekati standar.
4. Kombinasi parameter proses yang menghasilkan kualitas pencelupan terbaik untuk kain *Polyester/Rayon 65/35%* pada mesin *Monforts E-Control* dan *Kyoto Pad-Steam* diperoleh pada suhu *thermosol* 210°C, WPU 70%, dan pH larutan 4,5. Kondisi tersebut menghasilkan efisiensi fiksasi warna tertinggi dan deviasi warna terendah terhadap standar yang ditetapkan oleh *customer*. Selain itu, hasil pengujian menunjukkan bahwa kain memiliki ketahanan luntur warna yang baik terhadap pencucian (nilai 3–4) sesuai standar ISO 105-C06 serta ketahanan gosok kering yang baik menurut ISO 105-X12, sehingga warna yang

dihasilkan relatif stabil pada kondisi penggunaan normal. Penerapan metode satu larutan (*one bath two step*) dengan parameter tersebut menunjukkan bahwa proses pencelupan dapat dilakukan secara lebih efisien dengan tetap mempertahankan kualitas warna yang baik.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk penerapan di industri, disarankan menggunakan parameter proses pencelupan kain *Polyester/Rayon* 65/35% dengan metode satu larutan (*one bath two step*) pada mesin *Monforts E-Control* dan *Kyoto Pad Steam* pada kondisi suhu *thermofix/thermosol* 210°C, WPU 70%, dan pH larutan 4,5 untuk memperoleh hasil warna yang optimal dan konsisten.
2. Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambahkan pengujian mutu warna lainnya, seperti TLW terhadap pencucian, gosokan, dan keringat, serta pengujian kerataan warna secara instrumen, sehingga hasil penelitian dapat menggambarkan kualitas pencelupan secara lebih *komprehensif*.
3. Penelitian lanjutan juga disarankan untuk mengkaji pengaruh jenis dan konsentrasi zat warna *disperse* dan reaktif yang berbeda terhadap hasil pencelupan kain *Polyester/Rayon* dengan metode satu larutan (*one bath two step*).
4. Selain itu, disarankan untuk melakukan kajian perbandingan secara langsung antara metode satu larutan (*one bath two step*) dan metode konvensional dua larutan (*two bath two step*) agar dapat diperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai tingkat efisiensi proses dari sisi penggunaan air, energi, dan waktu proses dibandingkan dengan proses *exhaust*.

DAFTAR PUSTAKA

Archroma Management GmbH, “Textile Chemicals and Dyes Product Information”, Archroma Management GmbH, n.d. website <https://www.archroma.com>

Çelik, D., & Atalay, S., “Simultaneous Dyeing of *Polyester*–Cellulosic Blended Fabrics Using One-Bath Two-Step Dyeing Method”, *Journal of the Textile Institute*, 108(4), 583–592, 2017.

Colourtex Industries Pvt. Ltd. (2024). *Disperse dyes product range*. Diakses dari: <https://www.colourtex.co.in>

Hearle, J. W. S., “Structural Mechanics of Fibers, Yarns, and Fabrics”, Wiley, 2001.

Kadolph, S. J., “Textiles (11th ed.)”, Pearson, 2010.

Kosseva, M. R., “Textile Dyeing (Woodhead Publishing Series in Textiles)”, Woodhead Publishing, 2013.

Kurniawan, A., & Tantowi, M., “Comparison of the two bath two stage dyeing method with one bath two stage on energy efficiency in dyeing *polyester*–cotton fabric using dispersion–reactive dyes”, *Jurnal Sains dan Teknologi Tekstil*, 10(2), 88–96, 2025.

Mia, A., & Karlina, R., “Upaya peningkatan sifat tahan luntur warna pada hasil pencelupan kain *Polyester*/Rayon dengan zat warna dispersi–reaktif metode satu larutan dua tahap”, Skripsi, tidak diterbitkan, Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil, Bandung, 2015.

Monforts, “Monforts Thermex® and Montex® machines for textile finishing”, A. Monforts Textilmaschinen GmbH & Co. KG, n.d. website <https://monforts.com>

Rahmawati, D., “Pengaruh penggunaan buffer, pH larutan, dan metode pencucian terhadap hasil pencelupan kain *Polyester*/Rayon menggunakan zat warna dispersi-reaktif”, Skripsi, tidak diterbitkan, Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil, Bandung, 2023.

Sen, S., & Chatterjee, S., “Advanced Dyeing and Finishing of Technical Textiles”, Woodhead Publishing, 2013.

Shishoo, R. (Ed.), “Textile Dyeing and Coloration”, Woodhead Publishing, 2007.
Taufiq, A., “EFEK KONSENTRASI ZAT PENGEMBAN TERHADAP KETUAAN WARNA PADA PENCELUPAN SERAT *POLYESTER* DENGAN ZAT WARNA DISPERSI”, TEKNOIN, Vol. 11, No. 1, 65-76, 2006.

Vankar, P. S., & Mishra, R. K., “Dyeing of *Polyester*–Cellulosic Blends in One Bath”, Dyeing and Finishing Journal, 2012.

Wardani, S., “Pengaruh zat anti sadah terhadap kualitas air proses dan hasil pencelupan kain *Polyester*/Rayon”, Jurnal Texere, 7(1), 45–54, 2025.

Yilmaz, I., “Dyeing of Textile Blends With Reactive and Disperse Dyes”, Coloration Technology, 126(1), 7–12, 2010.

LAMPIRAN

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Gito Rustanto
NIM : 24526016
Semester, Tahun Akademik : Ganjil, 2025/2026
Bentuk TA : Penelitian / ~~Perancangan~~
Mulai Masa Bimbingan TA : 15 September 2025
Selesai Masa Bimbingan TA : 27 Februari 2026
Judul TA : PENCELUPAN KAIN POLYESTER/RAYON 65/35 %
DENGAN MENGGUNAKAN METODE SATU
LARUTAN ONE BATH TWO STEP PADA MESIN
MONFORTS E-CONTROL DAN KYOTO PAD
STEAM
Nama Dosen Pembimbing : Diah Dwi Nugraheni, S.T., M.T

No.	Tanggal	Deskripsi Bimbingan	Paraf Dosen
01.	03 Okt 2025	Konsultasi ke 1 pengajuan proposal penelitian	
02.	24 Nov 2025	Konsultasi ke 2 tentang judul penelitian	
03.	17 Jan 2026	Konsultasi ke 3 BAB I	
04.	31 Jan 2026	Konsultasi ke 4 BAB II	
05.	04 Feb 2026	Konsultasi ke 5 BAB III	
06.	07 Feb 2026	Konsultasi ke 6 BAB IV	
07.	14 Feb 2026	Konsultasi ke 7 BAB IV dan BAB V	

Yogyakarta, 27 Feb 2026

Dosen Pembimbing,



(Diah Dwi Nugraheni, S.T., M.T.)

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Dodi Kurniawan
NIM : 24526017
Semester, Tahun Akademik : Ganjil, 2025/2026
Bentuk TA : Penelitian / ~~Perancangan~~
Mulai Masa Bimbingan TA : 15 September 2025
Selesai Masa Bimbingan TA : 27 Februari 2026
Judul TA : PENCELUPAN KAIN POLYESTER/RAYON 65/35 %
DENGAN MENGGUNAKAN METODE SATU
LARUTAN ONE BATH TWO STEP PADA MESIN
MONFORTS E-CONTROL DAN KYOTO PAD
STEAM
Nama Dosen Pembimbing : Diah Dwi Nugraheni, S.T., M.T

No.	Tanggal	Deskripsi Bimbingan	Paraf Dosen
01.	03 Okt 2025	Konsultasi ke 1 pengajuan proposal penelitian	
02.	24 Nov 2025	Konsultasi ke 2 tentang judul penelitian	
03.	17 Jan 2026	Konsultasi ke 3 BAB I	
04.	31 Jan 2026	Konsultasi ke 4 BAB II	
05.	04 Feb 2026	Konsultasi ke 5 BAB III	
06.	07 Feb 2026	Konsultasi ke 6 BAB IV	
07.	14 Feb 2026	Konsultasi ke 7 BAB IV dan BAB V	

Yogyakarta, 27 Feb 2026

Dosen Pembimbing,



(Diah Dwi Nugraheni, S.T., M.T.)



UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

SURAT PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING
PRODI REKAYASA TEKSTIL FTI UII

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Yang bertanda tangan di bawah ini, Dosen Pembimbing Tugas Akhir di lingkungan Prodi Rekayasa Tekstil Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia menerangkan:

1. Nama : Gito Rustanto
NIM : 24526016
2. Nama : Dodi Kurniawan
NIM : 24526017

Bahwa mahasiswa tersebut di atas telah menyelesaikan draft laporan Tugas Akhir dan dapat mendaftarkan diri pada ujian pendadaran dengan melengkapi persyaratan yang diperlukan. Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 20 Februari 2026
Dosen Pembimbing,

Diyah Dwi Nugraheni, S.T., M.T.

KARTU KONSULTASI REVISI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Gito Rustanto
NIM : 24526016
Semester, Tahun Akademik : Ganjil, 2025/2026
Bentuk TA : Penelitian / ~~Perancangan~~
Mulai Masa Bimbingan TA : 15 September 2025
Selesai Masa Bimbingan TA : 27 Februari 2026
Judul TA : PENCELUPAN KAIN POLYESTER/RAYON 65/35%
DENGAN MENGGUNAKAN METODE SATU
LARUTAN *ONE BATH TWO STEP* PADA MESIN
MONFORTS *E-CONTROL* DAN KYOTO *PAD STEAM*
Nama Dosen Penguji 1 : Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.

No.	Tanggal	Deskripsi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	06 Maret 2026	Penulisan dari awal sampai akhir disamakan Bahasa Inggris atau Bahasa Indonesia	
2.	06 Maret 2026	Perbaikan cetak miring istilah asing	
3.	06 Maret 2026	Penulisan sumber gambar	
4.	06 Maret 2026	Tabel dinaikkan dan judul tabel (halaman 40)	
5.	06 Maret 2026	Penulisan daftar pustaka	

Yogyakarta, 06 Maret 2026
Dosen Penguji 1,



Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.

KARTU KONSULTASI REVISI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Dodi Kurniawan
NIM : 24526017
Semester, Tahun Akademik : Ganjil, 2025/2026
Bentuk TA : Penelitian / ~~Perancangan~~
Mulai Masa Bimbingan TA : 15 September 2025
Selesai Masa Bimbingan TA : 27 Februari 2026
Judul TA : PENCELUPAN KAIN POLYESTER/RAYON 65/35%
DENGAN MENGGUNAKAN METODE SATU
LARUTAN *ONE BATH TWO STEP* PADA MESIN
MONFORTS *E-CONTROL* DAN KYOTO *PAD STEAM*
Nama Dosen Penguji 1 : Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.

No.	Tanggal	Deskripsi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	06 Maret 2026	Penulisan dari awal sampai akhir disamakan Bahasa Inggris atau Bahasa Indonesia	
2.	06 Maret 2026	Perbaikan cetak miring istilah asing	
3.	06 Maret 2026	Penulisan sumber gambar	
4.	06 Maret 2026	Penyesuaian tabel dan judul tabel (halaman 40)	
5.	06 Maret 2026	Penulisan daftar pustaka	

Yogyakarta, 06 Maret 2026

Dosen Penguji 1,



Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.

KARTU KONSULTASI REVISI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Gito Rustanto
 NIM : 24526016
 Semester, Tahun Akademik : Ganjil, 2025/2026
 Bentuk TA : Penelitian / ~~Perancangan~~
 Mulai Masa Bimbingan TA : 15 September 2025
 Selesai Masa Bimbingan TA : 27 Februari 2026
 Judul TA : PENCELUPAN KAIN POLYESTER/RAYON 65/35%
 DENGAN MENGGUNAKAN METODE SATU
 LARUTAN *ONE BATH TWO STEP* PADA MESIN
 MONFORTS *E-CONTROL* DAN KYOTO *PAD STEAM*
 Nama Dosen Penguji 2 : Ahmad Satria Budiman, S.T., M.Sc.

No.	Tanggal	Deskripsi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	06 Maret 2026	Perbaikan untuk typo/salah ketik	
2.	06 Maret 2026	Penulisan awal bab dan hipotesis	
3.	06 Maret 2026	Penulisan sumber gambar	
4.	06 Maret 2026	Penyesuaian analisis statistik (jika tidak ada, maka tidak perlu disertakan)	
5.	06 Maret 2026	Penyesuaian bahan diperoleh dari mana	
6.	06 Maret 2026	Penulisan kesimpulan sesuai rumusan masalah	
7.	06 Maret 2026	Penyesuaian pada TLW cuci di kesimpulan	
8.	06 Maret 2026	Penyesuaian hal-hal yang sifatnya confidential	
9.	06 Maret 2026	Penulisan daftar pustaka	

Yogyakarta, 06 Maret 2026

Dosen Penguji 2,


 Ahmad Satria Budiman, S.T., M.Sc.

KARTU KONSULTASI REVISI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Dodi Kurniawan
NIM : 24526017
Semester, Tahun Akademik : Ganjil, 2025/2026
Bentuk TA : Penelitian / ~~Perancangan~~
Mulai Masa Bimbingan TA : 15 September 2025
Selesai Masa Bimbingan TA : 27 Februari 2026
Judul TA : PENCELUPAN KAIN POLYESTER/RAYON 65/35%
DENGAN MENGGUNAKAN METODE SATU
LARUTAN *ONE BATH TWO STEP* PADA MESIN
MONFORTS *E-CONTROL* DAN KYOTO *PAD STEAM*
Nama Dosen Penguji 2 : Ahmad Satria Budiman, S.T., M.Sc.

No.	Tanggal	Deskripsi Bimbingan	Paraf Dosen
1.	06 Maret 2026	Perbaikan untuk typo/salah ketik	
2.	06 Maret 2026	Penulisan awal bab dan hipotesis	
3.	06 Maret 2026	Penulisan sumber gambar	
4.	06 Maret 2026	Penyesuaian analisis statistik (jika tidak ada, maka tidak perlu disertakan)	
5.	06 Maret 2026	Penyesuaian bahan diperoleh dari mana	
6.	06 Maret 2026	Penulisan kesimpulan sesuai rumusan masalah	
7.	06 Maret 2026	Penyesuaian pada TLW cuci di kesimpulan	
8.	06 Maret 2026	Penyesuaian hal-hal yang sifatnya confidential	
9.	06 Maret 2026	Penulisan daftar pustaka	

Yogyakarta, 06 Maret 2026
Dosen Penguji 2,


Ahmad Satria Budiman, S.T., M.Sc.