

TUGAS AKHIR

STUDI PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN TERMOKROMIK PADA BAHAN TEKSTIL TERHADAP EFEK WARNA YANG DIHASILKAN SEBAGAI FUNGSI TEMPERATUR



Octthree Dina Margaretha Sinaga

NPM: 2015720002

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2020

FINAL PROJECT

**THE STUDY OF THE THERMOCHROMIC PROPERTIES
ENHANCEMENT ON TEXTILE SUBSTANCE AGAINST THE
COLOR EFFECTS GENERATED AS A TEMPERATURE
FUNCTION**



Octthree Dina Margaretha Sinaga

NPM: 2015720002

**DEPARTMENT OF PHYSICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN TERMOKROMIK PADA BAHAN TEKSTIL TERHADAP EFEK WARNA YANG DIHASILKAN SEBAGAI FUNGSI TEMPERATUR

Octhree Dina Margaretha Sinaga

NPM: 2015720002

Bandung, 7 Agustus 2020

Menyetujui,

Pembimbing



Risti Suryantari, M.Sc.

Ketua Tim Penguji



Philips Nicolas Gunawidjaja, Ph.D.

Anggota Tim Penguji



Flaviana, M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Reinard Primulando, Ph.D.

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul:

STUDI PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN TERMOKROMIK PADA BAHAN TEKSTIL TERHADAP EFEK WARNA YANG DIHASILKAN SEBAGAI FUNGSI TEMPERATUR

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 7 Agustus 2020



Octthree Dina Margaretha Sinaga
NPM: 2015720002

ABSTRAK

Kromisme adalah istilah yang digunakan untuk perubahan zat warna. Bahan yang dapat mengalami proses kromisme dikenal sebagai bahan kromik. Sedangkan bahan termokromik merupakan suatu bahan yang dapat mengalami perubahan warna akibat perubahan temperatur. Mempelajari bahan termokromik *leucodye*, terutama tentang transisi warna, dapat membantu dalam memahami lebih baik tentang perilaku tinta termokromik *leucodye* pada berbagai temperatur. Termokromik *leucodye* memiliki sifat *reversible* dan dapat diaplikasikan dalam berbagai material, salah satunya bahan tekstil. Pada penelitian ini akan dipelajari bagaimana pengaruh penambahan bahan termokromik pada bahan tekstil terhadap efek warna yang dihasilkan pada temperatur aktifnya, serta pengolahan citra sederhana untuk menentukan temperatur transisi. Pengolahan citra sederhana yang digunakan yaitu RGB dan HSV, dimana masing-masing komponen akan menunjukkan perubahan terhadap peningkatan temperatur. Pengolahan citra RGB memperoleh grafik yang menunjukkan nilai komponen yang dominan saat temperatur transisi pada citra, sedangkan pengolahan citra HSV memperoleh grafik yang menunjukkan temperatur transisi bahan termokromik. Temperatur transisi merupakan keadaan saat bahan termokromik berubah warna saat mencapai temperatur tersebut, dimana komposit dari bahan termokromik yang awalnya padat berubah menjadi cair karena peningkatan temperatur sehingga cincin lakton tertutup dan bahan termokromik berubah menjadi tidak berwarna.

Kata-kata kunci: *thermochromic*, *leucodyes*, temperatur, citra, tekstil

ABSTRACT

Chromism is a term used for the change of colors of compounds. Substance that are able to undergo a chromism process is known as chromic materials. Thermochromic materials refer to material that undergo color change due to the change of temperature. Study of the thermochromic material leucodyes, especially about color transition, may help in better understanding of the leucodyes ink behaviour at various temperature. Thermochromic leucodyes had a reversible properties and were applicable for various materials, one of which is textile. This study learned how the enhancement of thermochromic properties on textile materials effected the color generated on active temperature, as well as simple image processing to determine the transition temperature. Simple image processing used by this study were RGB and HSV, which both components showed the change of the temperature rising. RGB Image Processing resulted a chart that showed dominant component values when transition temperature of image occurred, meanwhile HSV image processing produced a chart that showed transition temperature of thermochromic material. Transition temperature was the condition when the thermochromic material's color changed when reaching certain temperature, as the composite of the thermochromic material changing from solid to liquid object because of the temperature rising that caused the lactone ring closed and the thermochromic material became colorless.

Keywords: thermochromic, leucodyes, temperature, image, textile

My Beloved Family

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkatNya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul "Studi Pengaruh Penambahan Bahan Termokromik Pada Bahan Tekstil Terhadap Efek Warna yang Dihasilkan Sebagai Fungsi Temperatur" dengan baik dan lancar. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Universitas Katolik Parahyangan. Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini melibatkan bantuan barbagai pihak yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang berguna bagi penulisan ini. Oleh sebab itu, dengan segala ketulusan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu memberkati dan melindungi.
2. Kedua orang tua tercinta yang telah membesarkan dan mengurus penulis hingga saat ini, serta selalu mendoakan penulis.
3. Abang Alfredd, Kakak Nia, dan Adik Irene selaku saudara penulis yang selalu membantu terlebih menghibur penulis.
4. Ibu Risti Suryantari, M.Si., selaku dosen pembimbing utama yang selalu sabar memberikan masukan dan nasihat kepada penulis.
5. Bapak Philips Nicolas Gunawidjaja, Ph.D. dan Ibu Flaviana, M.T, selaku dosen penguji yang memberikan pertanyaan dan masukan yang mendukung dalam penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Reinard Primulando, Ph.D, selaku dosen wali yang selalu membantu penulis mengambil keputusan dan mengarahkan penulis ke jalan yang benar.
7. Bapak dan Ibu dosen Fisika UNPAR yakni Pak Paulus Cahyono Tjiang, Pak Aloysius Rusli, Pak Janto Vincent Sulungbudi, Pak Haryanto Siahaan, Pak Kian Ming, Bu Sylvia Hastuti Sutanto, Bu Elok Fidiani, yang telah mendidik dan membekali ilmu kepada penulis.
8. Teman-teman angkatan 2015 yang tercinta dan tersayang: Rayza Theo, Julia Ferenikha, Steven Wijaya, Dini Widiana, Dirga Febrian, Clara Nisa, Stevanus Setiawan, Aditya Naufal, Andi Nugroho, Darren Kikyanto, Vega Fajar, Nadya Astrid, Amira.
9. Kakak-kakak angkatan 2011, 2012, 2013, 2014 dan Adik-adik angkatan 2016, 2017, 2018, 2019 yang sudah mewarnai kehidupan perkuliahan penulis.
10. Neng Putri selaku Ketua Laboran Fisika Dasar dan para rekan-rekan penghuni laboran.
11. Rika Aprilia yang selalu menemani, menghibur, dan mendukung penulis.
12. Staff dan karyawan TU FTIS yang membantu dalam proses administrasi perkuliahan penulis.
13. Serta pihak-pihak di belakang layar lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Bandung, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Pembahasan	2
1.5 Metodologi	2
1.6 Sistematika Pembahasan	2
2 LANDASAN TEORI	5
2.1 <i>Thermochromic Leucodyes</i>	5
2.2 Pewarna Tekstil	6
2.3 Pigmen Warna	6
2.4 Teknik Pengolahan Citra	7
2.4.1 Citra RGB	7
2.4.2 Citra HSV	7
2.4.3 RGB ke HSV	8
2.5 Perpindahan Kalor	8
3 METODE PENELITIAN	11
3.1 Tahapan Penelitian Pengujian Sampel	11
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	12
3.3 Alat dan Bahan	12
3.4 Tahapan Pengambilan Citra	14
3.4.1 Pembuatan Sampel	14
3.4.2 Perancangan Alat	14
3.5 Tahapan Prosedur Pengambilan Data	14
4 HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Analisis Perubahan Warna Pada Sampel Kain Dengan Campuran Bahan Temrokromik	18
4.1.1 Analisis Terhadap Pengolahan Citra HSV	19
4.2 Analisis Perubahan Warna Pada Sampel Kain Dengan Campuran Bahan Temrokromik dan Pewarna Tekstil	26
4.2.1 Analisis Terhadap Pengolahan Citra HSV	27
4.2.2 Analisis Terhadap Pengolahan Citra RGB	34
5 KESIMPULAN DAN SARAN	41

5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR REFERENSI	43
A KODE PROGRAM	45

DAFTAR GAMBAR

2.1	Bahan termokromik pewarna leuco akan berwarna pada temperatur $<27^{\circ}\text{C}$ dan tidak berwarna pada temperatur $\geq 27^{\circ}\text{C}$	5
2.2	Pemecahan cahaya putih menjadi berbagai macam warna	6
2.3	Penyerapan cahaya pada pigmen warna dan penerusan cahaya pada filter warna	7
2.4	<i>Color space</i> pada HSV	7
2.5	Proses perpindahan kalor secara konduksi, dengan $T_1 > T_2$	9
3.1	Skema tahapan penelitian yang dilakukan.	11
3.2	Tampak Logam Kalorimeter berturut-turut (a)bagian atas, (b)badan logam, (c)bagian bawah	12
3.3	Sensor Temperatur	12
3.4	Pemanas Celup	12
3.5	Termometer Infrared	13
3.6	Catu Daya	13
3.7	Interface <i>Coach Lab II+</i>	13
3.8	Rancangan posisi untuk pengambilan data	14
4.1	Hasil gambar kain dengan campuran bahan termokromik berturut-turut pada temperatur logam (a) 25°C sampai (z) 50°C dengan $\Delta T = 1^{\circ}\text{C}$	19
4.2	Hasil gambar kain dengan campuran bahan termokromik setelah pengolahan citra komponen <i>Hue</i> , berturut-turut pada temperatur logam (a) 25°C sampai (z) 50°C dengan $\Delta T = 1^{\circ}\text{C}$	20
4.3	Grafik nilai rata-rata <i>Hue</i> terhadap temperatur.	21
4.4	Hasil gambar kain dengan campuran bahan termokromik setelah pengolahan citra komponen <i>Saturation</i> , berturut-turut pada temperatur logam (a) 25°C sampai (z) 50°C dengan $\Delta T = 1^{\circ}\text{C}$	22
4.5	Grafik nilai rata-rata <i>Saturation</i> terhadap temperatur.	23
4.6	Hasil gambar kain dengan campuran bahan termokromik setelah pengolahan citra komponen <i>Value</i> , berturut-turut pada temperatur logam (a) 25°C sampai (z) 50°C dengan $\Delta T = 1^{\circ}\text{C}$	24
4.7	Grafik nilai rata-rata <i>Value</i> terhadap temperatur.	25
4.8	Grafik nilai rata-rata <i>HSV</i> terhadap temperatur dari kain dengan campuran bahan termokromik.	25
4.9	Hasil gambar kain dengan campuran bahan termokromik dan pewarna tekstil berturut-turut pada temperatur logam (a) 25°C sampai (z) 50°C dengan $\Delta T = 1^{\circ}\text{C}$	27
4.10	Hasil gambar kain dengan campuran bahan termokromik dan pewarna tekstil setelah pengolahan citra komponen <i>Hue</i> , berturut-turut pada temperatur logam (a) 25°C sampai (z) 50°C dengan $\Delta T = 1^{\circ}\text{C}$	28
4.11	Grafik nilai rata-rata <i>Hue</i> terhadap temperatur.	29
4.12	Hasil gambar kain dengan campuran bahan termokromik dan pewarna tekstil setelah pengolahan citra komponen <i>Saturation</i> , berturut-turut pada temperatur logam (a) 25°C sampai (z) 50°C dengan $\Delta T = 1^{\circ}\text{C}$	30
4.13	Grafik nilai rata-rata <i>Saturation</i> terhadap temperatur.	31

4.14 Hasil gambar kain dengan campuran bahan termokromik dan pewarna tekstil setelah pengolahan citra komponen <i>Value</i> , berturut-turut pada temperatur logam (a) 25°C sampai (z) 50°C dengan $\Delta T = 1^\circ\text{C}$	32
4.15 Grafik nilai rata-rata <i>Value</i> terhadap temperatur.	33
4.16 Grafik nilai rata-rata <i>HSV</i> terhadap temperatur dari kain dengan campuran bahan termokromik dan pewarna tekstil.	33
4.17 Hasil gambar kain dengan campuran bahan termokromik dan pewarna tekstil setelah pengolahan citra komponen <i>Red</i> , berturut-turut pada temperatur logam (a) 25°C sampai (z) 50°C dengan $\Delta T = 1^\circ\text{C}$	35
4.18 Grafik nilai rata-rata <i>Red</i> terhadap temperatur.	36
4.19 Hasil gambar kain dengan campuran bahan termokromik dan pewarna tekstil setelah pengolahan citra komponen <i>Green</i> , berturut-turut pada temperatur logam (a) 25°C sampai (z) 50°C dengan $\Delta T = 1^\circ\text{C}$	37
4.20 Grafik nilai rata-rata <i>Green</i> terhadap temperatur.	38
4.21 Hasil gambar kain dengan campuran bahan termokromik dan pewarna tekstil setelah pengolahan citra komponen <i>Blue</i> , berturut-turut pada temperatur logam (a) 25°C sampai (z) 50°C dengan $\Delta T = 1^\circ\text{C}$	39
4.22 Grafik nilai rata-rata <i>Blue</i> terhadap temperatur.	40
4.23 Grafik nilai rata-rata <i>RGB</i> terhadap temperatur dari kain dengan campuran bahan termokromik dan pewarna tekstil.	40

DAFTAR TABEL

4.1	Data untuk pengukuran temperatur logam dan temperatur permukaan logam . . .	18
-----	---	----

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tinta termokromik merupakan salah satu jenis tinta yang dapat berubah warna, yang dikembangkan pada tahun 1970-an. Tinta ini adalah bahan yang sensitif terhadap perubahan temperatur sehingga bahan berubah warna pada temperatur tertentu. Tinta termokromik telah banyak diaplikasikan penggunaannya dalam bidang tekstil, khususnya dalam bidang industri *fashion*. Berbagai aplikasi non-tekstil dan produk tertentu memanfaatkan pewarna termokromik, contohnya seperti termometer, indikator suhu dan perangkat pemantau tubuh. Selama beberapa tahun terakhir, industri tekstil telah memanfaatkan bahan termokromik, misalnya sebuah kaos yang dirancang khusus yang mampu menunjukkan suhu tubuh orang yang memakainya, hal itu merupakan salah satu contoh inovasi di bidang tekstil [1].

Collis dan Wilson (2012) membahas suatu permasalahan tentang cara menangani keakuratan warna dalam *digital printing* di bidang industri tekstil. Keakuratan warna yang dimaksud dika-rekanakan dalam *digital printing* warna yang dihasilkan seringkali tidak sesuai dengan apa yang dilihat oleh mata, yang artinya ruang warna pada layar monitor *digital printing* tidak sesuai dengan ruang warna pada media cetak [2]. Untuk menghasilkan efek kromisme, tinta termokromik dapat ditambahkan pada bahan tekstil yang biasa digunakan untuk *digital printing*. Mempelajari tinta termokromik pewarna leuco terutama tentang transisi warna, dapat membantu dalam memahami lebih baik tentang perilaku tinta termokromik pewarna leuco pada berbagai temperatur dan juga pengaruh penambahan pigmen pewarna lain yang digunakan untuk tekstil.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Marjan (2013) [3], penambahan bahan termokromik pada bahan tekstil merupakan inovasi yang baru. Pada penelitiannya, Marjan melakukan beberapa tahapan eksperimen dengan memvariasikan pewarna tekstil dan temperatur. Pada tahapan eksperimen pertama yaitu pewarna leuco dicampurkan dengan cat akrilik, kemudian diterapkan pada kain yang telah dicetak masing-masing dengan warna merah dan biru. Penambahan cat akrilik yaitu agar membantu thermochromic menempel pada kain. Diberikan temperatur sesuai temperatur aktivasi tinta yang menyebabkan terjadinya perubahan warna pada kain. Perubahan warna yang dimaksudkan adalah yang sebelumnya berwarna menjadi tidak berwarna. Pada tahapan eksperimen kedua yaitu pewarna leuco yang dicampurkan dengan pewarna tekstil, yang biasa digunakan dalam digital printing. Pewarna tekstil yang digunakan adalah berwarna kuning, kemudian pencampuran pewarna leuco dengan pewarna tekstil diterapkan pada kain yang sama dengan eksperimen sebelumnya, yaitu kain yang telah dicetak masing-masing berwarna merah dan biru. Diberikan temperatur sesuai temperatur aktivasi tinta yang menyebabkan terjadinya perubahan warna pada kain, namun perubahan warna yang dihasilkan menunjukkan warna dari pewarna tekstil yaitu warna kuning. Pada tahapan eksperimen ketiga yaitu dari sampel tahapan pertama diberikan temperatur di bawah temperatur aktivasi tinta, menyebabkan warna yang ditunjukkan adalah warna dasar dari kain yang telah dicetak yaitu warna merah dan biru. Pada tahapan eksperimen keempat yaitu dari sampel tahapan kedua diberikan temperatur di bawah temperatur kativasi tinta, menyebabkan warna yang ditunjukkan adalah warna dasar dari kain yang telah dicetak yaitu warna merah dan biru. Warna merah dan biru yang ditunjukkan pada tahapan eksperimen ini lebih kekuningan dibanding dengan

hasil eksperimen tahapan ketiga.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari penambahan bahan termokromik leucodye pada bahan tekstil terhadap warna yang dihasilkan, serta penambahan bahan termokromik leucodye pada bahan tekstil yang digunakan untuk *digital printing*. Dari hasil penelitian terhadap warna yang dihasilkan dari pengolahan citra, maka dapat dilihat temperatur transisi dari bahan termokromik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, muncul permasalahan :

1. Bagaimana pengaruh penambahan bahan termokromik leucodyes pada bahan tekstil terhadap efek warna yang dihasilkan?
2. Bagaimana menentukan temperatur transisi bahan termokromik menggunakan teknik pengolahan citra?

1.3 Tujuan Penelitian

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh penambahan bahan termokromik leucodyes pada bahan tekstil terhadap efek warna yang dihasilkan.
2. Mengetahui temperatur transisi bahan termokromik menggunakan teknik pengolahan citra.

1.4 Ruang Lingkup Pembahasan

Agar pembahasan lebih terarah dan tersampaikan dengan baik, maka perlu adanya ruang lingkup pembahasan, meliputi :

1. Penjelasan prinsip dasar *thermochromic leucodyes*.
2. Penjelasan mengenai perpindahan kalor.
3. Penjelasan mengenai teknik pengolahan citra tertentu dengan aplikasi matlab.

1.5 Metodologi

Metode dalam penelitian dilakukan dengan cara pengujian terhadap sampel yang akan digunakan. Kemudian akan didapatkan data yang akan diolah menggunakan pengolahan citra sehingga mendapatkan hasil.

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dalam penulisan tugas akhir ini, terdiri dari :

- **Bab 1 Pendahuluan**
Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup pembahasan, metodologi, dan sistematika pembahasan.
- **Bab 2 Landasan Teori**
Bab ini membahas mengenai *thermochromic leucodyes*, pewarna tekstil, perpindahan kalor konduksi, dan teknik pengolahan citra.

- **Bab 3 Metode Penelitian**

Bab ini memaparkan mengenai tahapan dalam penelitian. Dimulai dari pengujian sampel hingga pengolahan data untuk mencapai hasil.

- **Bab 4 Hasil dan Pembahasan**

Bab ini membahas mengenai hasil yang didapat dari pengujian sampel dan pengolahan citra.

- **Bab 5 Kesimpulan dan Saran**

Bab ini memaparkan mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan dari penelitian di masa yang akan datang.

