

TUGAS AKHIR

STUDI APLIKASI *THERMOCHROMIC LIQUID CRYSTAL*  
PADA PENGUKURAN DISTRIBUSI TEMPERATUR TELAPAK  
KAKI MANUSIA BERBASIS MORFOLOGI MATEMATIKA  
PADA CITRA *HUE*



YOSHEP SOEHARTO

NPM: 2012720003

PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
2017

**FINAL PROJECT**

**STUDY OF THERMOCHROMIC LIQUID CRYSTAL  
APPLICATION ON THE MEASUREMENT OF HUMAN FOOT  
TEMPERATURE DISTRIBUTION USING MATHEMATICAL  
MORPHOLOGY BASED ON HUE IMAGE**



**YOSHEP SOEHARTO**

**NPM: 2012720003**

**DEPARTMENT OF PHYSICS  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES  
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
2017**



**LEMBAR PENGESAHAN**

**STUDI APLIKASI *THERMOCHROMIC LIQUID CRYSTAL*  
PADA PENGUKURAN DISTRIBUSI TEMPERATUR TELAPAK  
KAKI MANUSIA BERBASIS MORFOLOGI MATEMATIKA  
PADA CITRA *HUE***

**YOSHEP SOEHARTO**

**NPM: 2012720003**

**Bandung, 6 Januari 2017**

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**

**Philips Nicolas Gunawidjaja, Ph.D.**

**Pembimbing Pendamping**

**Flaviana, M.T.**

**Ketua Tim Penguji**

**Risti Suryantari, M.Sc.**

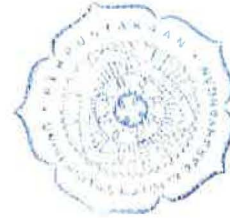
**Anggota Tim Penguji**

**Janto Vincent Sulungbudi, S.Si.**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi**

**Philips Nicolas Gunawidjaja, Ph.D.**



## PERNYATAAN

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

**STUDI APLIKASI *THERMOCHROMIC LIQUID CRYSTAL* PADA  
PENGUKURAN DISTRIBUSI TEMPERATUR TELAPAK KAKI MANUSIA  
BERBASIS MORFOLOGI MATEMATIKA PADA CITRA *HUE***

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 6 Januari 2017



YOSHEP SOEHARTO  
NPM: 2012720003

## ABSTRAK

*Thermochromic Liquid Crystal* (TLC) adalah sebuah material yang dapat digunakan untuk mengukur temperatur suatu obyek. Tidak hanya mengukur temperatur suatu titik, TLC juga dapat digunakan untuk mengukur distribusi temperatur permukaan (telapak kaki dan telapak tangan manusia). Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk melakukan kalibrasi pada TLC dan mencoba untuk mengukur distribusi temperatur telapak kaki manusia. TLC dikalibrasi menggunakan labu erlenmeyer berisi air dengan temperatur tertentu yang diletakkan di atas TLC. Perubahan temperatur air dalam labu erlenmeyer menyebabkan perubahan warna pada TLC. Citra di atas TLC direkam oleh *scanner* dan diproses dengan menggunakan perangkat lunak *MATLAB*. Nilai *hue* diperoleh dari hasil proses pengolahan citra. Nilai *hue* mencerminkan temperatur tertentu. Ketika nilai kalibrasi diaplikasikan pada citra telapak kaki manusia, distribusi temperatur dapat diperoleh. Hasil yang diperoleh konsisten dengan ketika menggunakan alat ukur lain.

**Kata-kata kunci:** *Thermochromic Liquid Crystal* (TLC), Distribusi Temperatur, Citra *Hue*

## ABSTRACT

Thermochromic Liquid Crystal (TLC) is a material that can be used to measure temperature of an object. Not only does it measure temperature of a point, TLC can also be used to measure distribution of temperature of a surface, such as human's palm and foot. The aim of this project is to calibrate a TLC and attempt to measure distribution of temperature of a human foot. TLC was calibrated using an erlenmeyer containing water with certain temperature placed on top of it. Change in water's temperature of the erlenmeyer cause a change in color on the TLC, which was scanned and processed using MATLAB software. Hue's values which represent certain temperature are obtained from the processed image. When calibrated values are applied to the image of human foot, distribution of temperature are obtained. These results are consistent when compared with other tools used to measure temperature.

**Keywords:** Termochromic Liquid Crystal (TLC), Temperature Distribution, Hue Image

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Studi Aplikasi *Thermochromic Liquid Crystal* pada Pengukuran Distribusi Temperatur Telapak Kaki Manusia Berbasis Morfologi Matematika pada Citra *Hue*". Penulisan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Universitas Katolik Parahyangan. Selama proses penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan saran, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak yang berguna bagi penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan sepenuh hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Philips Nicolas Gunawidjaja, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu setia dan sabar dalam membimbing, mengajarkan, dan mengarahkan penulis.
2. Ibu Flaviana, M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang menyumbangkan ide penelitian dan dengan setia dalam membimbing, mengajarkan, dan mengarahkan penulis.
3. Ibu Ristri Suryantari, M.Sc. dan Bapak Janto Vincent Sulungbudi, S.Si. selaku Dosen Penguji, yang memberikan banyak masukan untuk perbaikan penulisan kepada penulis.
4. H. Aan Hendrianto dan Dedeh Kurniasih selaku orang tua penulis yang selalu memberikan doa, motivasi, serta dukungan kepada penulis.
5. Wahyu Alam dan Maya Fitriani selaku kakak-kakak penulis yang selalu memberikan motivasi kepada penulis.
6. Seluruh Dosen Fisika UNPAR. Bapak Prof. Benedictus Suprpto Brotosiswojo, Ph.D., Bapak Dr. Aloysius Rusli, Bapak Paulus Cahyono Tjiang, Ph.D., Ibu Sylvia Hastuti Sutanto, S.Si., Ph.D., Bapak Reinard Primulando, Ph.D., Bapak Haryanto Mangaratua Siahaan, S.Si., M.Si., Ph.D., Ibu Elok Fidiani, S.Si., M.Sc., Bapak Kian Ming, S.Si., M.Si. yang telah banyak mengajarkan Ilmu Fisika kepada penulis.
7. Dosen Kimia Ibu Dra. H. Maria Ingrid, M.Sc. dan Dosen Kewirausahaan Bapak Iwan Gunawan, Drs., M.M., serta dosen-dosen lainnya yang telah banyak mengajarkan ilmu lainnya kepada penulis.
8. Karyawan dan staf tata usaha Fakultas Teknologi Informasi dan Sains UNPAR, terutama Pak Pran, Pak Darno, Pak Budi, dan Ko Riki.
9. Thori dan Wina yang selalu sabar dan setia dalam mengajarkan dan membantu penulisan skripsi ini menggunakan LATEX.
10. Teman-teman Fisika UNPAR angkatan 2012, Romo Agam, Bernard, Luthfi, Andrew, Rengga, Irfan, Bimo, dan Rio yang selama proses perkuliahan selalu mendukung penulis untuk menyelesaikan perkuliahan.
11. Teman-teman angkatan 2011, 2013, 2014, 2015, dan 2016 yang selalu memberi semangat dan mendoakan penulis. Spesial untuk Yasta, Shierly, Arifin, Aditya, dan Andreas.

12. Keluarga besar Program Pendidikan dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) UNPAR Periode Januari 2016 yang sangat memberikan pengalaman kepada penulis untuk mengabdikan kepada masyarakat. Spesial untuk Mas Arnold Rurry dan Mariska Ardilla Faza.
13. Alumni Program Studi Fisika UNPAR.

Bandung, Januari 2017

Penulis



# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xxii</b>
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Hipotesis	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup Pembahasan	2
1.6 Metode Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	3
<b>2 DASAR TEORI</b>	<b>5</b>
2.1 Klasifikasi Kristal Cair	5
2.2 <i>Thermochromic Liquid Crystals</i>	7
2.2.1 Sifat Dasar TLC	7
2.2.2 Sensitivitas TLC terhadap Temperatur	7
2.3 Operasi Morfologi Matematika	10
2.4 RGB dan HSV	13
2.4.1 Pengertian RGB dan HSV	13
2.4.2 Konversi RGB ke HSV	14
2.5 Pengukuran Distribusi Temperatur	15
2.6 Anatomi Telapak Kaki Manusia	16
<b>3 METODE PENELITIAN</b>	<b>19</b>
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	19
3.2 Perancangan Verifikasi Temperatur oleh Lembar TLC	19
3.2.1 Tahap Pengambilan Citra Labu Erlenmeyer	19
3.2.2 Tahap Pemrosesan Citra Labu Erlenmeyer	22
3.3 Penerapan Hasil Verifikasi Temperatur pada Telapak Kaki Manusia	24
3.3.1 Tahap Pengambilan Citra Telapak Kaki Manusia	24
3.3.2 Tahap Pemrosesan Citra Telapak Kaki Manusia	25
<b>4 HASIL DAN ANALISIS PEMBAHASAN</b>	<b>27</b>
4.1 Hasil Pembahasan	27
4.1.1 Hasil Percobaan Citra Labu Erlenmeyer	27
4.1.2 Hasil Percobaan Citra Telapak Kaki Manusia	28
4.2 Analisis Pembahasan	29

4.2.1	Analisis Pembahasan Citra Labu Erlenmeyer . . . . .	29
4.2.2	Analisis Pembahasan Citra Telapak Kaki Manusia . . . . .	33
<b>5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>37</b>
5.1	Kesimpulan . . . . .	37
5.2	Saran . . . . .	38
	<b>DAFTAR REFERENSI</b>	<b>39</b>
	<b>A LANGKAH-LANGKAH PEMROSESAN CITRA LABU ERLENMEYER</b>	<b>41</b>
	<b>B LANGKAH-LANGKAH PEMROSESAN CITRA TELAPAK KAKI</b>	<b>45</b>

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Skema representasi klasifikasi kristal cair. . . . .	5
2.2	Susunan molekul-molekul dalam fase kristal cair. (a) molekul-molekul pada fase <i>nematic</i> cenderung memiliki kesejajaran yang sama tetapi arahnya tidak dapat dibedakan. (b) molekul-molekul pada fase <i>cholesteric</i> cenderung memiliki kesejajaran yang sama yang bervariasi secara teratur melalui lapisan dengan periode jarak $p/2$ dan posisi arah molekul dapat dibedakan. . . . .	6
2.3	Struktur molekul kristal cair <i>cholesteric</i> disertai <i>director</i> yang perputarannya membentuk puntiran menunjukkan suatu <i>pitch</i> . . . . .	7
2.4	Analogi TLC yang mengalami perubahan warna karena perubahan temperatur. . . . .	8
2.5	Grafik panjang gelombang yang dipantulkan TLC terhadap respon temperatur. . . . .	8
2.6	Toleransi operasional untuk transisi yang berbeda dalam <i>color play</i> pada TLC. . . . .	9
2.7	Hasil citra telapak kaki manusia pada lembar TLC. . . . .	9
2.8	Proses dilasi pada citra <i>biner</i> dengan (a) citra <i>input</i> , (b) citra <i>output</i> . . . . .	10
2.9	Elemen struktur <i>diamond</i> . . . . .	11
2.10	Elemen struktur <i>rectangle</i> . . . . .	11
2.11	Elemen struktur <i>line</i> . . . . .	12
2.12	Elemen struktur <i>octagon</i> . . . . .	12
2.13	Elemen struktur <i>disk</i> . . . . .	12
2.14	Komponen warna HSV. . . . .	13
2.15	Grafik hubungan antara nilai <i>hue</i> terhadap temperatur pada lembar TLC R25C5W. . . . .	16
2.16	Anatomi telapak kaki manusia. . . . .	17
3.1	Proses kalibrasi pada lembar TLC untuk menentukan distribusi temperatur permukaan obyek. . . . .	19
3.2	(A) Lembar TLC R25C5W diletakkan di atas <i>scanner</i> yang terhubung dengan PC, (B) citra lembar TLC R25C5W yang diperoleh <i>scanner</i> dalam kondisi awal, (C) termometer CMA dihubungkan dengan PC. . . . .	21
3.3	(A) Ruang 10324, (B) 2 buah termometer diletakkan di bagian samping luar dan bawah luar labu erlenmeyer. . . . .	21
3.4	Labu erlenmeyer yang berisikan air dipanaskan menggunakan <i>electric warmer</i> hingga mencapai temperatur 40 °C. . . . .	22
3.5	Labu erlenmeyer diletakkan di atas lembar TLC. . . . .	22
3.6	Citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan labu erlenmeyer dengan temperatur 30,5 °C, (A) format <i>file</i> .jpg beresolusi 1700x2338 piksel, (B) format <i>file</i> .png beresolusi 1417x1417 piksel. . . . .	23
3.7	Konversi komponen warna (A) RGB menjadi, (B) HSV, citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan labu erlenmeyer dengan temperatur 30,5 °C. . . . .	23
3.8	Skema keseluruhan pemrosesan citra menggunakan obyek labu erlenmeyer. . . . .	24

3.9	(A) Pengukuran temperatur pada telapak kaki manusia menggunakan termometer CMA, (B) pengukuran temperatur pada telapak kaki manusia menggunakan termometer inframerah, (C) pengambilan citra lembar TLC menggunakan telapak kaki manusia sebagai obyek. . . . .	25
3.10	Citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan telapak kaki obyek A yang di perbesar pada bagian <i>Hindfoot4</i> , (A) format <i>file</i> .jpg beresolusi 1700x2338 piksel, (B) format <i>file</i> .png beresolusi 1774x1774 piksel. . . . .	25
3.11	Konversi komponen warna (A) RGB, menjadi (B) HSV. . . . .	26
3.12	Skema keseluruhan pemrosesan citra menggunakan obyek telapak kaki obyek A yang di perbesar pada bagian <i>Hindfoot4</i> . . . . .	26
4.1	Konversi komponen warna (A) RGB menjadi (B) HSV, citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan labu erlenmeyer dengan temperatur 30,5 °C. . . . .	27
4.2	Proses operasi morfologi matematika citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan labu erlenmeyer dengan temperatur 30,5 °C. . . . .	28
4.3	Citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan telapak kaki A yang diperbesar pada bagian A4, (A) berkomponen warna RGB, (B) berkomponen warna HSV. . . . .	29
4.4	Hasil akhir proses operasi morfologi matematika citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan telapak kaki A yang diperbesar pada bagian A4. . . . .	30
4.5	Grafik nilai statistik <i>hue</i> citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan labu erlenmeyer. . . . .	31
4.6	Grafik nilai <i>max hue</i> citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan labu erlenmeyer. . . . .	32
4.7	Grafik nilai <i>mean hue</i> citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan labu erlenmeyer. . . . .	32
4.8	Grafik nilai <i>median hue</i> citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan labu erlenmeyer. . . . .	32
4.9	Hasil akhir proses operasi morfologi matematika citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan telapak kaki, (A) A bagian <i>Hindfoot</i> ke-n, (B) B bagian <i>Hindfoot</i> ke-n, (C) C bagian <i>Hindfoot</i> ke-n. . . . .	34
4.10	Grafik perbandingan nilai temperatur dari <i>TCMA</i> , <i>max hue</i> , <i>mean hue</i> , dan <i>median hue</i> pada masing-masing bagian telapak kaki A. . . . .	35
4.11	Grafik perbandingan nilai temperatur dari <i>TCMA</i> , <i>max hue</i> , <i>mean hue</i> , dan <i>median hue</i> pada masing-masing bagian telapak kaki B. . . . .	35
4.12	Grafik perbandingan nilai temperatur dari <i>TCMA</i> , <i>max hue</i> , <i>mean hue</i> , dan <i>median hue</i> pada masing-masing bagian telapak kaki C. . . . .	35
A.1	Proses <i>cropping</i> citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan labu erlenmeyer dengan temperatur 30,5 °C menggunakan <i>Corel Draw</i> . . . . .	41
A.2	Proses konversi <i>file</i> .jpg ke .png citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan labu erlenmeyer dengan temperatur 30,5 °C menggunakan <i>Corel Draw</i> . . . . .	41
A.3	<i>Coding</i> proses pengolahan citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan labu erlenmeyer dengan temperatur 30,5 °C menggunakan <i>MATLAB</i> . . . . .	42
A.4	Gambar hasil pengolahan citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan labu erlenmeyer dengan temperatur 30,5 °C menggunakan <i>MATLAB</i> . . . . .	43

A.5	Matriks hasil pengolahan citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan labu erlenmeyer dengan temperatur 30,5 °C menggunakan <i>MATLAB</i> .	43
A.6	Matriks hasil ekstraksi fitur citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan labu erlenmeyer dengan temperatur 30,5 °C menggunakan <i>Microsoft Excel</i> .	43
A.7	Nilai statistik hasil ekstraksi fitur citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan labu erlenmeyer dengan temperatur 30,5 °C menggunakan <i>Microsoft Excel</i> .	44
B.1	Proses <i>cropping</i> citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan telapak kaki obyek A pada bagian <i>Hindfoot</i> menggunakan <i>Corel Draw</i> .	45
B.2	Proses <i>cropping</i> citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan telapak kaki obyek A pada bagian <i>Hindfoot</i> menggunakan <i>Corel Draw</i> .	46
B.3	Proses konversi <i>file .jpg</i> ke <i>.png</i> citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan telapak kaki obyek A yang di perbesar pada bagian <i>Hindfoot</i> menggunakan <i>Corel Draw</i> .	46
B.4	Gambar hasil pengolahan citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan telapak kaki obyek A yang di perbesar pada bagian <i>Hindfoot</i> menggunakan <i>MATLAB</i> .	47
B.5	Matriks hasil pengolahan citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan telapak kaki obyek A yang di perbesar pada bagian <i>Hindfoot</i> menggunakan <i>MATLAB</i> .	47
B.6	Matriks hasil ekstraksi fitur citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan telapak kaki obyek A yang di perbesar pada bagian <i>Hindfoot</i> menggunakan <i>Microsoft Excel</i> .	48
B.7	Nilai statistik hasil ekstraksi fitur citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan telapak kaki obyek A yang di perbesar pada bagian <i>Hindfoot</i> menggunakan <i>Microsoft Excel</i> .	48

## DAFTAR TABEL

2.1	Tabel representasi <i>hue</i> sebagai warna.[7] . . . . .	14
4.1	Data obyek untuk pengambilan citra telapak kaki manusia. . . . .	29
4.2	Nilai statistik <i>hue</i> citra permukaan TLC R25C5W yang mengalami kontak dengan permukaan labu erlenmeyer dengan temperatur 28 – 36 °C. . . . .	30
4.3	Nilai statistik <i>hue</i> citra tiga telapak kaki manusia pada 4 bagian <i>Hindfoot</i> . . . . .	33

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Manusia memiliki sistem homeostasis yang merupakan suatu kondisi keseimbangan internal yang ideal, di mana semua sistem tubuh bekerja dan berinteraksi dalam cara yang tepat untuk memenuhi semua kebutuhan dari tubuh. Sistem tersebut berfungsi untuk mengontrol beberapa parameter tubuh seperti temperatur, glukosa, dan pH. Temperatur merupakan salah satu parameter penting yang dapat merepresentasikan kondisi kesehatan tubuh manusia.[2] Temperatur suatu obyek dapat diketahui dengan sensor temperatur yang biasa disebut dengan termometer. Adapun sensor temperatur yang terbuat dari material kristal cair, yaitu *Liquid Crystal Thermometers*. [5]

Beberapa teknik pengolahan citra telah banyak diaplikasikan dalam bidang medis, misalnya metode segmentasi untuk analisis citra *digital head ct-scan*[8] dan pengukuran distribusi temperatur[2]. Dalam pengukuran distribusi temperatur digunakan material kristal cair. Kristal cair yang digunakan berjenis TLC (*Thermochromic Liquid Crystals*). Berdasarkan karakteristik sifat optis dan struktur molekulnya, TLC memiliki respon terhadap perubahan temperatur lokal yang ditunjukkan dengan perubahan warna.[1] Dengan mengetahui sifat dari TLC, dapat dilakukan kalibrasi terhadap TLC yang berupa lembaran untuk mengukur distribusi temperatur permukaan obyek. Contoh teknik pengukuran distribusi temperatur permukaan obyek menggunakan lembar TLC adalah pengukuran distribusi temperatur telapak tangan dan telapak kaki manusia. Salah satu penelitian pengukuran distribusi temperatur pada telapak kaki manusia menggunakan TLC pernah dilakukan oleh Bharara Manish, Ph.D. pada tahun 2007. Penelitian tersebut dilakukan menggunakan TLC dan kamera termal dalam memperoleh data. Dengan penelitiannya, didapatkan peluang untuk aplikasi terhadap penderita diabetes melitus.[3]

Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur distribusi temperatur pada telapak kaki manusia yang diawali dengan melakukan kalibrasi lembar TLC. Kalibrasi tersebut dilakukan menggunakan *scanner* untuk mendeteksi citra obyek tertentu. Data yang diperoleh berupa kontur warna yang dipantulkan dari lembar TLC. Melalui teknik dan pemrosesan citra *hue* menggunakan perangkat lunak, diperoleh hubungan antara nilai *hue* dan distribusi temperatur permukaan obyek yang mengenai lembar TLC. Dengan adanya acuan hubungan antara nilai *hue* dan distribusi temperatur permukaan obyek yang mengenai lembar TLC, lembar tersebut diharapkan dapat digunakan untuk mendeteksi distribusi temperatur suatu permukaan tubuh manusia, salah satunya bagian telapak kaki manusia yang memungkinkan didapatkannya peluang untuk aplikasi terhadap penderita diabetes melitus.

## 1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan lembar TLC untuk mendapatkan citra obyek tertentu secara langsung memiliki keterbatasan, karena sifat TLC mengalami perubahan warna yang relatif cepat jika terjadi perubahan temperatur pada rentang tertentu. Maka dari itu, untuk mendapatkan citra yang baik pada waktu tertentu diperlukan perangkat keras berupa *scanner*. Citra yang dihasilkan *scanner* tersebut merupakan data yang belum diolah dengan teknik tertentu. Dari beberapa permasalahan yang dikemukakan sebelumnya, dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana cara yang baik untuk melakukan kalibrasi lembar TLC dalam memperoleh citra obyek?
2. Bagaimana cara melakukan pemrosesan citra yang telah diperoleh untuk mendapatkan informasi mengenai distribusi temperatur permukaan obyek?

## 1.3 Hipotesis

Dengan melakukan kalibrasi terhadap lembar TLC, lembar tersebut dapat dijadikan dasar pengukuran distribusi temperatur permukaan obyek yang relatif lebih mudah dan efisien karena obyek cukup diletakkan di atas lembar TLC beberapa saat untuk diambil datanya. Keuntungan lain yang dilakukan dalam penelitian ini adalah biaya yang dikeluarkan relatif lebih murah bila dibandingkan dengan pengukuran menggunakan kamera termal.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang ada, tujuan penelitian ini adalah:

1. Melakukan kalibrasi pada lembar TLC untuk menentukan distribusi temperatur permukaan obyek.
2. Menerapkan metode pengolahan citra tertentu untuk melakukan pemetaan temperatur citra.

## 1.5 Ruang Lingkup Pembahasan

Dalam penelitian ini dilakukan kalibrasi lembar TLC yang diletakkan di atas *scanner* sebagai acuan deteksi distribusi temperatur permukaan obyek (labu erlenmeyer). Lembar TLC digunakan pula untuk pengambilan citra telapak kaki manusia. Melalui langkah-langkah pengolahan citra *hue* dan ekstraksi fitur berdasarkan data nilai statistik yang diperoleh citra tersebut, diperoleh hubungan antara nilai *hue* dan distribusi temperatur permukaan obyek yang mengenai lembar TLC.



## 1.6 Metode Penelitian

Metode-metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mencari informasi dari buku-buku, journal-journal, dan internet mengenai kristal cair, teknik pengolahan citra dan aplikasinya untuk pengukuran distribusi temperatur, dan anatomi telapak kaki manusia.

2. Pemrosesan citra

Setelah didapatkan citra, dilakukan pemrosesan citra menggunakan perangkat lunak guna mendapatkan informasi berupa data nilai statistik. Perangkat lunak yang digunakan diantaranya adalah *MATLAB*, *Microsoft Excel*, dan *Corel Draw*.

3. Penarikan kesimpulan

Setelah proses-proses di atas terselesaikan, dilakukan penarikan kesimpulan dari data yang telah diperoleh selama jangka waktu tertentu.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut.

1. Bab 1 Pendahuluan

Bab ini berisi deskripsi secara singkat topik yang dikaji yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, hipotesis, tujuan penelitian, ruang lingkup pembahasan, metode penelitian, serta sistematika penulisan yang berfungsi untuk memberikan gambaran kepada para pembaca mengenai sistematika penulisan Tugas Akhir ini secara keseluruhan.

2. Bab 2 Dasar Teori

Bab ini berisi uraian mengenai kristal cair, teknik pengolahan citra dan aplikasinya untuk pengukuran distribusi temperatur, dan anatomi telapak kaki manusia.

3. Bab 3 Metode Penelitian

Bab ini berisi tentang waktu dan lokasi penelitian, perancangan verifikasi temperatur, serta teknik pengumpulan data baik pada tahap pengambilan data hingga pengolahan data yang terkait dengan cara perancangan perangkat keras dan pengoperasian perangkat lunak yang digunakan.

4. Bab 4 Hasil dan Analisis Pembahasan

Bab ini menjelaskan hasil-hasil dan analisis pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan.

5. Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan dari seluruh penelitian pada Tugas Akhir dan saran untuk perbaikan dan pengembangan penelitian serupa di masa yang akan datang.