

ANALISIS CITRA PERMUKAAN THERMOCHROMIC LIQUID CRYSTAL BERDASARKAN NILAI STATISTIK HUE

Risti Suryantari, Flaviana*

Program Studi Fisika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung

*Email: ristisuryantari@unpar.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati perbedaan citra pada permukaan *Thermochromic Liquid Crystal* (TLC) R25C5W akibat perubahan temperatur. Metode yang digunakan untuk analisis adalah pengolahan citra berbasis morfologi matematika menggunakan perangkat lunak Matlab2013a. Citra asli yang diperoleh dalam bentuk RGB dikonversi menjadi HSV (*hue, saturation, value*), dengan mengambil komponen *hue* saja. Proses utama yang digunakan adalah *opening* dengan struktur elemen (SE) *line*. Berdasarkan analisis visual pada citra akhir hasil pengolahan citra, tampak bahwa terdapat perbedaan setiap citra untuk berbagai temperatur berdasarkan tingkat kecerahannya. Secara kuantitatif perbedaan tersebut dapat dilihat dari nilai statistiknya. Nilai *max* dan *mean* citra *hue* semakin meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur.

Kata kunci: *hue*, morfologi matematika, *Thermochromic Liquid Crystal*

PENDAHULUAN

Pengembangan teknik pengukuran temperatur permukaan yang akurat diperlukan dalam pemahaman mengenai fenomena termal pada tubuh manusia. Untuk aplikasi tersebut, dapat dimanfaatkan suatu bahan yang disebut *Thermochromic Liquid Crystal* (TLC) yang memiliki respon terhadap perubahan temperatur lokal yang ditunjukkan dengan perubahan warna (*color play*). Perubahan warna terjadi bila benda dengan temperatur tertentu diberikan pada permukaan TLC. Bila suatu benda disentuhkan pada permukaan TLC, maka dapat diamati distribusi temperatur pada permukaan benda melalui permukaan TLC (Anonim 1991, Bharara 2007)

Temperatur merupakan salah satu parameter penting yang merepresentasikan kondisi kesehatan tubuh manusia. TLC dapat dimanfaatkan untuk mengetahui distribusi temperatur pada bagian tubuh tertentu pada manusia yang sulit dilakukan oleh termometer analog maupun digital.

Bila TLC ini diterapkan pada bagian tertentu tubuh manusia, misalnya permukaan telapak tangan atau telapak kaki, TLC dapat merepresentasikan distribusi temperatur permukaan tangan atau kaki tersebut. Jika temperatur di suatu area permukaan tangan atau kaki lebih tinggi atau lebih rendah dari area lain secara tidak normal, maka dapat diperkirakan ada masalah penyakit tertentu, misalnya penyakit diabetes (Cheng et al., 2002).

Bharara, 2007, melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengukur distribusi temperatur pada subyek penderita *neuropati diabetic* dengan menggunakan *platform* untuk menempatkan TLC, kamera digital dalam mengakuisisi data, dan analisis pencitraan berbasis citra *hue*. Dari penelitiannya, didapat hubungan antara nilai *hue* pada permukaan TLC dengan temperatur subyek yang menyentuhnya (Bharara, 2007).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Flaviana, telah diamati perubahan warna

pada TLC R25C5W dengan metode *image processing* (pengolahan citra) berdasarkan morfologi matematika (*mathematical morphology*) pada citra *hue* menggunakan perangkat lunak Matlab2007a dengan proses utama *closing* dan *opening*. Hasil penelitian menunjukkan perubahan nilai *hue* seiring dengan meningkatnya temperatur namun masih terdapat anomalnya (Flaviana, 2012).

Pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi pada teknik pengolahan citra berdasarkan morfologi matematika pada citra *hue* menggunakan perangkat lunak Matlab2013a pada TLC R25C5W untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Dalam penelitian ini akan diamati perbedaan citra pada permukaan TLC terhadap perubahan temperatur berdasarkan hubungan nilai statistik *hue* dari hasil pengolahan citra tersebut. Dalam perkembangan selanjutnya, penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai basis data dari nilai temperatur dengan rentang yang lebih luas, untuk diaplikasikan kemudian pada tubuh manusia.

METODE

A. Bahan dan Peralatan

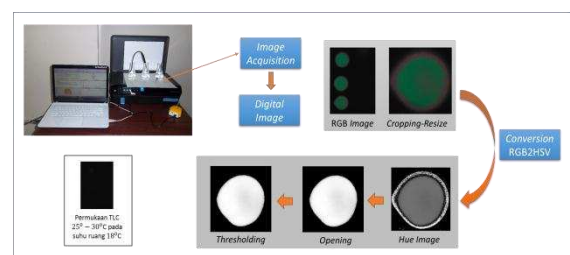
- 1) Perangkat Keras
 - a) Lembaran *Thermochromic Liquid Crystal* (TLC) R25C5W ukuran 12 x 12 inch.
 - b) *Scanner* tipe HP 4510 dengan resolusi optik 300 dpi dan *bit depth* 24-bit color.
 - c) Komputer dengan sistem operasi Windows8.
 - d) Labu elenmeyer.
 - e) Sensor temperatur dengan skala - 20°-110°C.
 - f) Air dan pemanas air.
 - g) *Lightmeter* untuk mengukur intensitas cahaya rata-rata ruangan.
- 2) Perangkat Lunak
 - a) *Hp* ToolBox untuk akuisisi citra dari *scanner*.
 - b) CMA coach6lite untuk pembacaan sensor temperatur.

- c) Matlab2013a untuk proses pengolahan citra dan analisis.

B. Prosedur Penelitian

- 1) Temperatur ruang diatur konstan pada 18°C.
- 2) Intensitas cahaya ruang yang mengenai TLC diatur konstan pada 0,1 W/m².
- 3) Lembaran TLC R25C5W diletakkan di atas mesin *scanner*.
- 4) *Scanner* tersebut dikoneksikan ke komputer untuk proses akuisisi citra.
- 5) Labu elenmeyer diisi dengan air dan diatur temperaturnya konstan setiap 1°C dari 25° s/d 30°C lalu diletakkan di atas lembaran TLC.
- 6) Sensor temperatur diletakkan di dalam labu elenmeyer yang telah diisi air, dan dikoneksikan dengan komputer yang telah diinstal program CMA coach6lite. Nilai temperatur rata-rata air dalam labu elenmeyer akan muncul pada layar komputer sehingga dapat dikontrol perubahan temperatur selama perekaman citra.
- 7) Setiap kali sensor temperatur menunjukkan angka yang sesuai, citra permukaan TLC direkam menggunakan mesin *scanner* (waktu rata-rata yang diperlukan untuk proses *scanning* oleh alat *scanner* adalah 20 detik).
- 8) Citra yang telah diperoleh selanjutnya disimpan dalam *file.bmp*.
- 9) Citra yang didapat diolah melalui proses pengolahan citra menggunakan Matlab2013a untuk kepentingan analisis.

Prosedur penelitian dan tahapan analisis ditunjukkan seperti gambar 1.

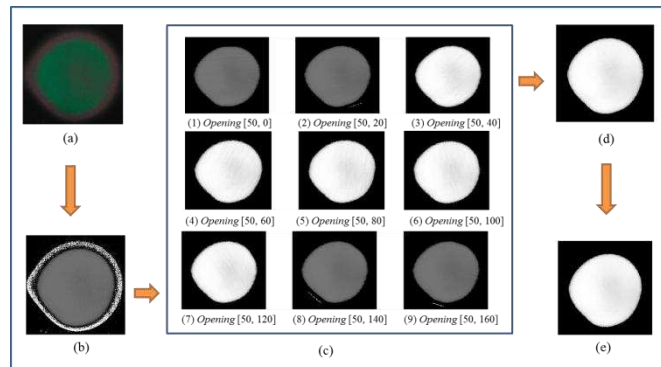


Gambar 1. Prosedur penelitian dan tahapan analisis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Visualisasi citra permukaan TLC terhadap variasi temperatur untuk setiap

proses pengolahan citra, ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2 : Visualisasi citra permukaan TLC pada temperatur 28⁰C (a) citra asli (RGB) (b) citra *hue* (c) citra hasil *opening* (d) penggabungan citra hasil *opening* (e) citra akhir setelah proses *thresholding*

Citra asli yang diperoleh dalam bentuk RGB dikonversi menjadi HSV (*hue, saturation, value*), dengan mengambil komponen *hue* saja. Hal ini dimaksudkan untuk menyederhanakan citra sehingga lebih mudah dilakukan analisis. Hasil pengolahan citra untuk ditunjukkan oleh gambar (Gonzales & Woods, 2002).

Berdasarkan Gambar 2(a) dan 2(b), tampak perbedaan yang cukup signifikan pada pola lingkaran di bagian tepinya, hal ini dikarenakan efek dari pertukaran kalor terhadap lingkungan yang lebih cepat terjadi di bagian tepi mengingat bahwa permukaan dasar dari labu elenmeyer agak melengkung di tepinya.

Untuk memperbaiki kualitas citra tersebut, dapat dilakukan teknik pengolahan citra dengan meniadakan bagian tepi berdasarkan pertimbangan bahwa pada bagian tersebut tidak masuk ke dalam daerah yang akan dianalisis. Hal ini dimaksudkan agar sebaran intensitas citranya lebih merata. Pada pengolahan citra digunakan teknik segmentasi berdasarkan morfologi matematika. Segmentasi citra bertujuan untuk memecah suatu citra ke dalam beberapa segmen dengan kriteria tertentu (Gonzales & Woods, 2002).

Morfologi matematika adalah sebuah metode untuk menganalisis citra berbasis operasi tetangga non-linear (*nonlinear neighbourhood operation*). Tetangga tersebut sering disebut dengan *structuring element* (SE). Operasi dasar dari morfologi matematika ini adalah erosi dan dilatasi. Erosi citra biner

pada deret X dengan SE adalah B didefinisikan sebagai:

$$\text{ero } B(X) = X \text{ ero } B = \{ x \in \varepsilon : Bx \subset X \}$$

Sedangkan dilatasi citra biner pada deret X dengan SE adalah B didefinisikan sebagai:

$$\text{dil } B(X) = X \text{ dil } B = \{ x \in X : Bx \cap X \neq \emptyset \}$$

Operasi dilatasi akan menambahkan piksel pada batas dari objek pada sebuah citra, sedangkan erosi mengurangi piksel pada batas dari objek. Jumlah piksel yang ditambahkan atau dikurangkan tergantung dari besar dan bentuk dari SE yang digunakan untuk mengolah citra. SE merupakan bagian yang memiliki peranan penting dalam operasi morfologi matematika. SE digunakan untuk memodifikasi citra masukan. SE merupakan sebuah matriks yang terdiri dari "0" dan "1", dan matriks-matriks tersebut memiliki sebuah ukuran dan bentuk tertentu. Piksel yang mempunyai nilai 1 mendefinisikan "tetangga". SE dua dimensi biasanya memiliki ukuran yang lebih kecil daripada citra yang akan diolah. Piksel pusat dari SE, mengidentifikasi '*pixel of interest*' dari piksel yang akan diolah. Jenis-jenis SE antara lain *diamond, rectangle/square, line, octagon* dan *disk*.

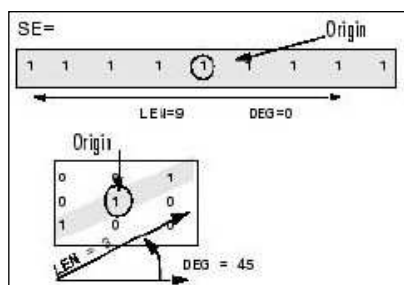
Pada penggunaannya, sering dilakukan kombinasi antara erosi dan dilatasi, yaitu:

a) *Opening*: Kombinasi dari erosi–dilatasi dengan SE yang sama. Operasi ini akan

menghapus "lubang" putih pada objek yang gelap (hitam).

- b) *Closing*: Kombinasi dari dilatasi–erosi dengan SE yang sama. Operasi ini akan menghapus "lubang" hitam pada permukaan terang/putih.

Dalam pengolahan citra kali ini digunakan proses utama *opening* dengan SE *line* yaitu sebuah SE yang datar dan linear. SE *line* direpresentasikan dengan ukuran LEN dan DEG. LEN merepresentasikan panjang dan DEG merepresentasikan sudut (dalam derajat) *line* yang diukur dari arah sumbu horisontal. LEN dapat diartikan sebagai jarak dari titik ujung SE ke ujung SE lainnya (Gonzales & Woods, 2002). Citra hasil *opening* untuk setiap variasi DEG dengan LEN yang sama, dan gabungan citra hasil *opening* ditunjukkan oleh Gambar 2(c).



Gambar 3. SE line

Salah satu proses yang penting pula dalam pengolahan citra adalah *thresholding* yaitu suatu teknik segmentasi dengan perbedaan bila intensitas yang signifikan antara latar belakang dan objek utama. Dalam *thresholding*

dibutuhkan suatu nilai pembatas antara objek utama dengan latar belakang (nilai tersebut dinamakan dengan *threshold*, T).

Thresholding digunakan untuk mempartisi citra dengan mengatur nilai intensitas semua piksel yang lebih besar dari nilai T sebagai latar depan dan yang lebih kecil dari T sebagai latar belakang. Dengan teknik ini akan diperoleh citra utama yang cukup kontras dengan latar belakangnya. *Thresholding* dilakukan setelah proses *opening* dan setelah *closing*. Nilai T yang dipilih pada hal ini adalah berdasarkan nilai rata-rata (*mean*) citra setelah penggabungan citra hasil *opening* tersebut. Hasil segmentasi citra ditunjukkan oleh gambar 2(e) (Gonzales & Woods, 2002).

Berdasarkan analisis visual tampak bahwa terdapat perbedaan setiap citra untuk berbagai temperatur. Berdasarkan citra akhir tampak bahwa semakin besar temperturnya untuk setiap sampel, maka semakin jelas pola lingkaran yang terbentuk dengan tingkat kecerahan yang semakin tinggi.

B. Nilai Statistik Citra Hue

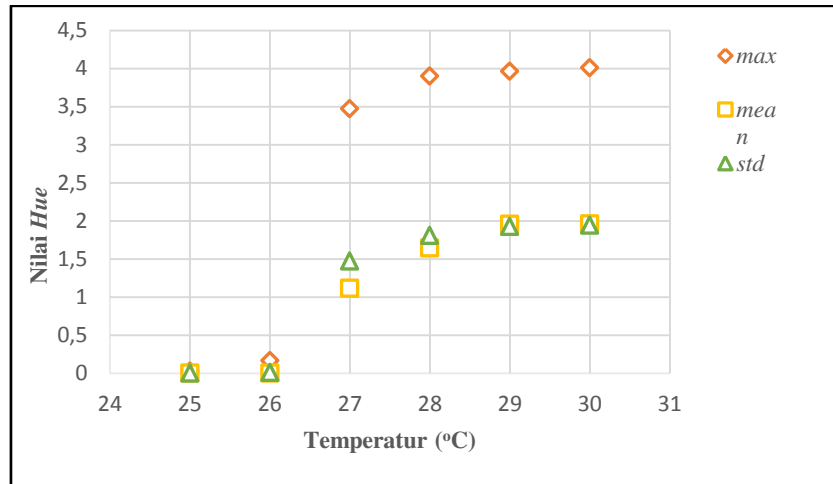
Secara kuantitatif citra akhir hasil pengolahan citra untuk setiap temperatur dapat dibedakan berdasarkan nilai statistiknya. Data nilai statistik (*min*, *max*, *mean*, *mode*, *std*, dan *median*) untuk setiap variasi temperatur ditunjukkan oleh tabel. Hubungan nilai statistic hue terhadap variasi temperatur secara lebih jelas dapat dilihat pada grafik Gambar 4.

Tabel 1. Nilai Statistik Hue Citra Akhir

Temperatur (°C)	Min	Max	Mean	Std	Mode	Med
25	0	0,028	0,486x10 ⁻⁴	0,739 x10 ⁻⁴	0	0
26	0	0,166	0,002	0,010	0	0
27	0	3,472	1,117	1,473	0	0
28	0	3,902	1,646	1,810	0	0
29	0	3,965	1,956	1,925	0	2,840
30	0	4,009	1,961	1,943	0	2,500

Berdasarkan data pada Tabel 1 maka dapat dilihat bahwa nilai *max*, *mean*, dan standar deviasinya (*std*) semakin meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur. Nilai statistik yang ditampilkan pada Tabel 1 berdasarkan informasi citra dari Matlab2013a. Nilai

tersebut merupakan jumlahan dari komponen nilai statistik masing-masing citra hasil *opening* dengan variasi sudut (DEG) SE *line* dengan ukuran panjang yang sama. Nilai statistik tersebut kemudian direpresentasikan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik nilai statistik hue (*max*, *mean*, dan *std*) dari citra akhir permukaan TLC R25C5W terhadap variasi temperatur.

Berdasarkan gambar 4, tampak kenaikan cukup signifikan terjadi ketika temperatur 26°C ke 27°C . Terdapat kenaikan, namun tidak signifikan, terjadi setelah temperatur 27°C . Hal ini dikarenakan sampel TLC R25C5W memiliki nilai toleransi sebesar 1°C , untuk kondisi *red start*, *green start* dan *blue start*. R25C5W adalah penamaan untuk TLC dimana *red start* dapat terjadi pada temperatur 26°C , kemudian *green start* pada temperatur 27°C , sehingga terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara kedua fase tersebut. *Blue start* baru terjadi setelah temperatur 30°C , sehingga tidak terjadi perbedaan signifikan pada temperatur 27°C - 30°C . Apabila temperatur dinaikkan hingga sampai pada *clearing point*-nya (berdasarkan referensi sekitar 44°C), maka akan muncul fase *blue* setelah temperatur 30°C tersebut (Anonim, 1991).

Berdasarkan hasil statistik tersebut, teknik pengolahan citra berbasis morfologi matematika dengan proses utama *opening* dapat menghasilkan nilai statistik yang cukup representatif dalam menunjukkan perbedaan citra yang dihasilkan pada temperatur yang berbeda-beda. Nilai *max* dan *mean* dapat digunakan sebagai parameter pembandingan untuk menunjukkan hubungan nilai *hue* terhadap variasi temperatur.

SIMPULAN

Metode pengolahan citra berbasis morfologi matematika dengan proses utama *opening* dapat diterapkan dalam pengamatan citra permukaan TLC. Secara kuantitatif perbedaan citra untuk setiap variasi temperatur dapat dilihat dari nilai statistiknya. Nilai *max* dan *mean hue* dari gabungan citra hasil *opening* semakin meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada LPPM Universitas Katolik Parahyangan Bandung, atas dukungan dana penelitian, serta kepada Dr Aloysius Rusli atas bimbingan selama proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1991. *Handbook of Thermochromic Liquid Crystal*. Glenview, IL, Hallcrest.
- Bharara, Manish. 2007. *Liquid Crystal Thermography in Neuropathic Assesment of Diabetic Foot*. PhD Thesis. -: Bournemouth University.
- Chandrasekhar, S. 1992. *Liquid Crystal*. Cambrige: University Press.

- Flaviana. 2012. Karakterisasi Thermo-chromic Liquid Crystal dalam Pengukuran Distribusi Temperatur Berbasis Mathematical Morphology pada Citra *Hue* [tesis]. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Gonzales, R.C., & R.E. Woods. 2002. Digital Image Processing, 2ed. -: Prentice Hall.
- Kuo-Sheng, C., Y. Jin-Shen, W. Ming-Shi & P. Shin-Chen. 2002. The Application of Thermal Image Analysis to Diabetic Foot Diagnosis. *Journal of Medical and Biomedical Engineering* 22(2): 75-82.