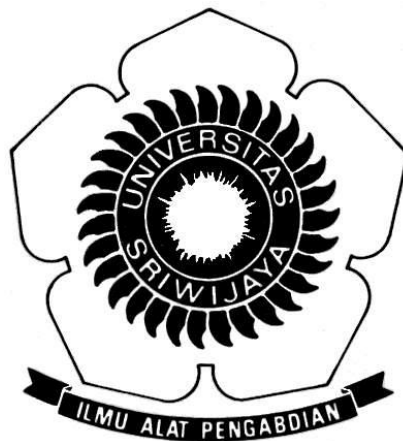


**Sistem Deteksi Gangguan Usus Besar (*Colon*)
Dengan Citra Iris Menggunakan *Circular
Hough Transform* dan *Backpropagation*
Berdasarkan Iridologi**



OLEH :

**FATHAN MUSTAGHFIRIN
09011281320021**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

**Sistem Deteksi Gangguan Usus Besar (*Colon*)
Dengan Citra Iris Menggunakan *Circular
Hough Transform* dan *Backpropagation*
Berdasarkan Iridologi**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH :

**Fathan Mustaghfirin
09011281320021**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**Sistem Deteksi Gangguan Usus Besar (*Colon*)
Dengan Citra Iris Menggunakan *Circular
Hough Transform* dan *Backpropagation*
Berdasarkan Iridologi**


TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

OLEH :

**Fathan Mustaghfirin
09011281320021**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer**



**Rossi Passarella, M.Eng
NIP. 197806112010121004**

Indralaya, 07 Januari 2019

Pembimbing



**Erwin, M.Si.
NIP. 197811012010121003**

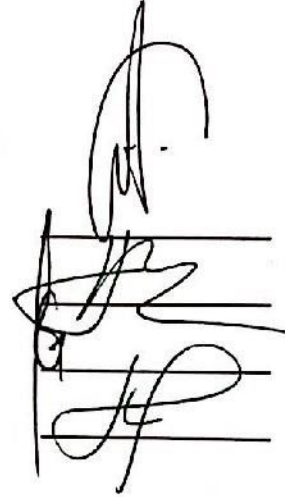
HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Sabtu
Tanggal : 8 Desember 2018

Tim Penguji :

1. Ketua : Ahmad Zarkasih, M.T.
2. Sekretaris : Erwin, M.Si.
3. Anggota I : Sutarno, M.T.
4. Anggota II : Huda Ubaya, M.T.

Handwritten signatures of the examiners, including the Chairman, Secretary, and two members, written over horizontal lines.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer

Handwritten signature of Rossi Passarella, M.Eng.

Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Fathan Mustaghfirin
NIM : 09011281320021
Program Studi : Sistem Komputer
Judul Skripsi : Sistem Deteksi Gangguan Usus Besar (*Colon*)
Dengan Citra Iris Menggunakan *Circular Hough Transform* dan *Backpropagation* Berdasarkan Iridologi

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 7 %

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikasi maupun plagiasi (jiplakan) dari penelitian orang lain. Apabila tugas akhir ini terbukti merupakan hasil duplikasi atau plagiasi (jiplakan) dari hasil penelitian orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi yang diberikan oleh Tim penguji dan jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.



Palembang, 7 Januari 2019

Yang menyatakan,



Fathan Mustaghfirin

NIM 09011281320021

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya Besar Ini Kupersembahkan Kepada :

- ❖ **Mama (Eti Susanti) dan Papa (Alm. Moses Dyan Gaffurie)**
- ❖ **Adik-Adikku**
- ❖ **Keluarga Besarku**
- ❖ **Teman-Teman Seperjuangan di Sistem Komputer 2013**
- ❖ **Almamaterku**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul “Sistem Deteksi Gangguan Usus Besar (Colon) Dengan Citra Iris Menggunakan Circular Hough Transform Dan Backpropagation Berdasarkan Iridologi” dengan baik.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan segala kemudahan, bimbingan, pengarahan, dorongan, bantuan baik moril maupun materil selama penyusunan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.
2. Kedua orang tua serta keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa demi kelancaran pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Rossi Passarella, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Dosen pembimbing Akademik Bapak Sutarno, S.T., M.T.
6. Bapak Erwin, S.Si., M.Si. selaku pembimbing tugas akhir di jurusan Sistem Komputer.

7. Ahmad Reza, selaku admin jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas.
8. Seluruh Staff pegawai Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
9. Innas, Wulan, Azri, Adam, Dela, Icha, dan Umi, yang telah membantu dalam proses belajar dan juga menemani penulis untuk mengerjakan tugas akhir ini.
10. Suwardhana, Azwar, serta Teman-teman dan Adik-adik di Organisasi INTEL (Ilkom's Community of English Lovers) dan UKM Bahasa yang selalu memberi support.
11. Kharisma, Ridwan, Septa, Diah, Ratih, Nica, Johan, Dimas, serta Seluruh teman-teman angkatan 2013 Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa masih ada banyak kekurangan dalam Tugas Akhir

Satu ini. Mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Untuk itu segala kritik dan saran, sangatlah penting bagi penulis.

Penulis

Colon Disorders Detection System with Iris Images Using Circular Hough Transform and Backpropagation Based on Iridology

Fathan Mustaghfirin

Abstract

The iris consists of complex body tissues that can be seen directly without medical devices. The nerves in the iris are connected to every organ and body network through the brain and nervous system. Thus, it is possible to detect health problems using iris as an indicator, this method known as iridology. Iridology allows the classification of colon disorders using the iris patterns they have. The characteristics that are considered as indicators in iridology, including patterns of characteristics such as the eyes are almost normal, ballooning, and spasm which indicates the presence of a large intestinal disorder experienced by the patient. In the process of identifying iris patterns, there is a lot of noises such as eyelashes, light reflection, and pupils within the iris images, so an image segmentation method that can separate the noises from the iris is needed, therefore Circular Hough Transformation which can be used to segment the image of iris. After the iris image is segmented, the method for the classification process is needed to group iris images based on the characteristic traits of the disease. In conducting this classification, the author used the Backpropagation method. The program is created using Netbeans IDE 8.2 software in the Java. The test results using confusion matrix for each image class, showed an average precision of 73.3%, recall 57.9%, and accuracy of 73.3%.

Keywords : iridologi; iris; pattern; health problem; colon; segmentation; Circular Hough Transform; classification; Backpropagation.

Sistem Deteksi Gangguan Usus Besar (*Colon*) Dengan Citra Iris Menggunakan *Circular Hough Transform* dan *Backpropagation* Berdasarkan Iridologi

Fathan Mustaghfirin

Abstrak

Iris mata terdiri dari jaringan tubuh yang kompleks yang dapat dilihat secara langsung tanpa alat bantu medis. Saraf-saraf pada iris terhubung ke setiap organ dan jaringan tubuh melalui otak dan sistem saraf. Dengan demikian, dimungkinkan untuk melakukan deteksi gangguan kesehatan menggunakan iris sebagai indikatornya, metode ini dikenal dengan iridologi. Iridologi memungkinkan pengelompokan gangguan usus besar dengan melihat pola citra iris yang dimiliki. Adapun ciri yang diperhatikan sebagai indikator dalam iridologi, diantaranya pola ciri seperti mata hampir *normal*, *ballooning*, dan *spasm* yang mengindikasikan adanya gangguan pada usus besar yang dialami pasien. Dalam proses identifikasi pola iris mata, terdapat banyak *noise* seperti bulu mata dan pantulan cahaya, dan pupil dengan citra iris, sehingga diperlukan metode segmentasi citra yang dapat memisahkan *noise* tersebut dengan iris, maka dari itu, digunakan metode *Circular Hough Transformation* yang dapat digunakan untuk mensegmentasi citra iris yang lingkaran. Setelah citra iris di segmentasi, maka metode untuk proses klasifikasi diperlukan untuk mengelompokkan citra iris berdasarkan pola ciri penyakit yang dimiliki. Dalam melakukan klasifikasi ini, penulis digunakan metode *Backpropagation*. Program dibuat menggunakan perangkat lunak *Netbeans IDE 8.2* dalam bahasa Java. Hasil pengujian dengan menggunakan confusion matrix secara manual untuk masing masing kelas citra, menunjukkan hasil rata-rata *precision* sebesar 73.3%, *recall* 57.9%, dan *accuracy* 73.3%.

Kata kunci : *iridologi*; iris; pola; gangguan penyakit; usus besar; segmentasi; *Circular Hough Transform*; klasifikasi; *Backpropagation*.

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Persetujuan.....	iii
Halaman Pernyataan.....	iv
Halaman Persembahan.....	v
Kata Pengantar.....	vi
Abstraction.....	viii
Abstrak.....	xi
Daftar Isi.....	x
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Tabel.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan dan Batasan Masalah.....	2
1.3. Tujuan dan Manfaat.....	2
1.3.1. Tujuan.....	2
1.3.2. Manfaat.....	3
1.4. Metodologi Penulisan.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Penelitian Terdahulu.....	6
2.2. Iris Mata.....	6
2.3. Iridologi.....	8
2.3.1. Konsep Iridologi.....	8
2.3.2. Gangguan Usus Besar (Colon) Berdasarkan Iridologi.....	9
2.4. Citra Digital.....	10
2.4.1. Jenis Citra Digital.....	10

2.4.2. Pengolahan Citra Digital.....	11
2.5. Perbaikan Citra.....	12
2.5.1. Histogram Equalization.....	12
2.5.2. Gaussian Filter.....	13
2.6. Segmentasi Citra.....	13
2.6.1. Operator Prewitt.....	14
2.6.2. Hough Transformation.....	15
2.7. Klasifikasi Citra.....	17
2.7.1. United Moment Invariant.....	19
2.7.2. Backpropagation Neural Network.....	21
2.7.2.1. Neural Network.....	21
2.7.2.2. Artificial Neural Network.....	23
2.7.2.3. Backpropagation.....	23
 BAB III. METODOLOGI.....	 28
3.1. Pendahuluan.....	28
3.2. Kerangka Kerja.....	28
3.3. Dataset Citra Mata.....	30
3.4. Proses pre-processing.....	31
3.4.1. Konversi Grayscale.....	32
3.4.2. Histogram Equalization.....	33
3.4.3. Gaussian Filter.....	34
3.5. Deteksi Tepi Prewitt.....	34
3.6. Circular Hough Transform.....	35
3.6.1. Komputasi Accumulator Array.....	36
3.6.2. Estimasi Titik Pusat.....	36
3.6.3. Estimasi Radius.....	36
3.7. Backpropagation.....	37
3.7.1. Proses Training (Pelatihan).....	38
3.7.2. Proses Testing (Pengujian).....	39
3.8. Perancangan Perangkat Lunak.....	40

BAB IV. PEMBAHASAN.....	41
4.1. Pendahuluan.....	41
4.2. Dataset Ubiris.....	41
4.3. Program Klasifikasi Penyakit Iris.....	41
4.3.1. Pengujian Program Pada Preprocessing: Grayscale, HE, Gaussian Filter dan Deteksi Tepi Prewitt.....	41
4.3.2. Pengujian Program Pada Klasifikasi dengan Backpropagation.....	42
4.4. Hasil Pengujian Program.....	43
4.4.1. Hasil Pengujian Program : Identifikasi Kelas	46
4.4.2. Hasil Pengujian Program : Confusion Matrix	49
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	 57
 DAFTAR PUSTAKA	 58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.2. Citra Iris Manusia.....	7
Gambar 2.3.1. Peta Iridologi Bernard Jensen.....	8
Gambar 2.3.2. Tujuh Zona Iridologi.....	9
Gambar 2.3.3. Tabel gangguan kolon berdasarkan iridologi.....	10
Gambar 2.7. Diagram dari sebuah Neuron yang disederhanakan.....	22
Gambar 3.2.1. Diagram Blok Perangkat Keras.....	28
Gambar 3.2.2. Diagram Blok Perangkat Lunak.....	29
Gambar 3.4.1. Diagram Blok Pre-processing.....	31
Gambar 3.4.2. Diagram blok konversi grayscale.....	33
Gambar 3.4.3. Diagram Blok Histogram Equalization.....	33
Gambar 3.4.4. Diagram Blok Gaussian Filter.....	34
Gambar 3.4.5. Diagram Blok Deteksi Tepi Prewitt.....	35
Gambar 3.6. Diagram blok segmentasi citra lingkaran iris dengan CHT.....	37
Gambar 3.7.1. Diagram blok proses training (pelatihan) backpropagation.....	38
Gambar 3.7.2. Diagram blok proses testing (uji) backpropagation.....	39
Gambar 3.8. Tampilan program.....	40
Gambar 4.4.1. Tampilan awal program.....	44
Gambar 4.4.2. Hasil proses konversi grayscale.....	46
Gambar 4.4.3. Hasil proses Histogram Equalization.....	47
Gambar 4.4.4. Hasil proses Gaussian Filter.....	47
Gambar 4.4.5. Deteksi tepi Prewitt.....	47
Gambar 4.4.6. Hasil proses segmentasi CHT.....	48
Gambar 4.4.7. Tampilan hasil uji klasifikasi menggunakan metode CHT-BP.....	50
Gambar 4.5.1 Hasil Identifikasi Kelas Ballooning.....	51
Gambar 4.5.2. Hasil Identifikasi Kelas Normal.....	52
Gambar 4.5.3. Hasil Identifikasi Kelas Spasm.....	52
Gambar 4.5. Hasil Klasifikasi.....	54

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.2.1. Contoh masing masing kelas citra.....	42
Tabel 4.2.2. Banyak dataset latih dan uji masing-masing kelas penyakit citra.....	43
Tabel 4.3. Hasil pengolahan program pada dataset untuk masing masing kelas..	48
Tabel 4.4. Tabel Hasil Pengujian Program Menggunakan Confusion Matrix	56

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Iris mata terdiri dari jaringan tubuh yang kompleks yang dapat dilihat secara langsung tanpa alat bantu medis. Saraf-saraf pada iris terhubung ke setiap organ dan jaringan tubuh melalui otak dan sistem saraf, saraf pada iris merupakan ekstensi saraf otak, pembuluh darah mikroskopik, otot dan jaringan lainnya.[1] Dengan demikian, dimungkinkan untuk melakukan deteksi awal gangguan kesehatan menggunakan iris sebagai indikator, metode ini dikenal dengan iridologi. Iridologi sejatinya adalah ilmu pengetahuan dan praktik yang dapat mengungkapkan adanya radang, akumulasi racun dalam jaringan, bendungan kelenjar, termasuk lokasi dan kondisi tingkat keparahannya (akut, subakut, kronis, atau degeneratif) melalui pengamatan pola, warna, dan karakteristik iris mata lainnya.[2]

Dalam menerapkan deteksi awal gangguan kesehatan dengan iridologi, diperlukan sampel citra mata dengan detail pola iris yang baik. Adapun ciri yang diperhatikan sebagai indikator dalam iridologi, diantaranya pola ciri seperti mata hampir *normal*, *balooning*, dan *spasm* yang mengindikasikan adanya gangguan pada usus besar yang dialami pasien.[1]

Dalam identifikasi pola iris mata, terdapat banyak *noise* seperti bulu mata dan pantulan cahaya, dan pupil dengan citra iris, sehingga diperlukan metode segmentasi citra yang dapat memisahkan *noise* tersebut dengan iris, maka dari itu, digunakan metode *Circular Hough Transformation*. *Circular hough transform* dapat mensegmentasi bentuk lingkaran.[3] sehingga dapat mendeteksi tepi pola iris dan pupil mata yang berbentuk lingkaran. *Circular hough transform* dapat digunakan untuk menentukan parameter lingkaran bila sejumlah titik yang jatuh di sekeliling diketahui.[4] Penelitian [5], [6] menunjukkan bahwa dengan penerapan metode *Circular Hough Transform* menghasilkan tingkat deteksi dengan akurasi yang tinggi.

Setelah citra iris di segmentasi, dilakukan proses klasifikasi untuk mengelompokkan citra iris yang digunakan sesuai dengan ciri yang dimiliki.

Dalam melakukan klasifikasi, penulis menggunakan metode *Backpropagation* (BP). *Neural network* dipilih sebagai metode klasifikasi iris mata karena metode tersebut memiliki banyak kelebihan, diantaranya mudah beradaptasi, mudah di implementasikan, cepat, dan fleksibel.[7]

1.2. Rumusan dan Batasan Masalah

Masalah yang dihadapi dalam identifikasi pola iris mata berupabanyaknya *noise* seperti diperlukan pemisahan sklera dan bulu mata terhadap iris. Masalah lain yang juga dialami berupa sulitnya mendapatkan dataset yang baik karena dalam pengambilan dataset, terdapat pantulan cahaya dari *flash* kamera, selain itu beberapa citra juga memiliki fokus yang kurang baik

Selain perumusan masalah, terdapat juga batasan masalah pada tugas akhir ini, yakni sebagai berikut:

1. Citra iris didapatkan dari *database* UBIRIS.
2. Citra uji yang digunakan adalah citra iris mata manusia.
3. Citra uji awal berupa citra mata dalam format RGB yang masih memiliki *noise* berupa bulu mata dan kelopak mata.
4. Citra iris mata yang diambil memiliki posisi tegak lurus dengan kamera.
5. Unit masukan yang digunakan adalah kamera khusus mata.

1.3. Tujuan dan Manfaat

1.3.1. Tujuan

Adapun tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan sistem otomasi deteksi gangguan kesehatan usus besar (*colon*) dengan teknik iridologi.
2. Menganalisa keakuratan prapengolahancitra iris mata dengan metode *Circular Hough Transformation*.
3. Menganalisa keakuratan klasifikasi citra iris mata dengan metode *Backpropagation*.

1.3.2. Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Membangun sistem yang dapat mengolah citra iris mata
2. Melakukan normalisasi citra iris agar memudahkan proses *klasifikasi*
3. Memberikan informasi mengenai tingkat akurasi dari penggabungan metode *Circular Hough Transformation* dan *Backpropagation* sebagai identifikasi iris.
4. Mejadireferensi untuk pengembangan penelitian mengenai identifikasi yang menggunakan iris yang lebih lanjut.

1.4. Metodologi Penulisan

Metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini akan melewati beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Studi Pustaka/Literatur

Dalam tahap ini, dilakukan pembelajaran mengenai identifikasi iridologi, segmentasi citra menggunakan metode *Circular Hough Transformation* dan clustering menggunakan metode *Backpropagation* melalui jurnal ilmiah maupun buku agar dapat menjadi penunjang untuk penulisan tugas akhir.

2. Pengumpulan data

Dalam tahap ini, dilakukan dengan 2 cara yakni menggunakan citra iris dari *database* yang sudah tersedia dan akuisisi data. Citra iris yang sudah tersedia didapat dari database iris mata pada website UBIRIS, SOCIA Lab. - Soft Computing and Image Analysis Group, University of Beira Interior, Portugal. Akuisisi data primer dilakukan dengan mengumpulkan data sebanyak 10 citra iris dengan dari 10 responden dimana masing masing diambil sampel pada mata kanan dan akuisisi data sekunder dilakukan didapatkan dari website UBIRIS.

3. Perancangan dan pembuatan sistem

Tahap ini dilakukan dengan melakukan perancangan dan pembuatan perangkat lunak yang dapat melakukan normalisasi citra dengan metode *circular hough transformation* dan melakukan *klasifikasi* dengan metode *neural network*.

Serta pembuatan sistem berupa perangkat keras yang ditanamkan perangkat lunak yang telah dibuat, sehingga sistem tersebut dapat melakukan proses deteksi iris mata secara otomatis.

1.5. Sistematika Penulisan

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan dan batasan masalah, tujuan dan manfaat, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi dasar teori citra, pengolahan citra, segmentasi citra dengan *circular hough transform*, serta metode klasifikasi citra dengan *backpropagation*

BAB III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Bab ini akan membahas analisis dan perancangan sistem identifikasi iridologi dengan pemanfaatan *preprocessing* citra iris mata dan algoritma *circular hough transformation* dalam segmentasi, serta metode *backpropagation* untuk melakukan klasifikasi citra yang telah tersegmentasi.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini membahas proses implementasi perangkat lunak dari hasil prapengolahan citra dan algoritma *circular hough transform* untuk normalisasi citra dan *backpropagation* sebagai metode klasifikasi dalam melakukan deteksi penyakit.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari bab-bab sebelumnya mengenai hasil proses pemanfaatan *circular hough transform* dalam normalisasi citra iris, serta

efektivitas *backpropagation* dalam klasifikasi citra yang telah di proses. Bab ini juga berisi saran yang diharapkan dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bernard Jensen. 1980. "Iridology Simplified 5th Edition". California, USA. Iridologist International
- [2] Manjoer, A, et al. 2000. "Medical Capita Selecta, 3rd Edition". Jakarta, Indonesia. Medika aeusculapeus.
- [3] Rizon Mohammed, et al. "Object Detection Using Circular Hough Transform". 2005. Malaysia. Science Publication
- [4] Pedersen S.J.K., et al. "Circular Hough Transform". 2007. Aalborg University : Laporan Tidak Diterbitkan.
- [5] Kennedy Okokpujie, et al. 2017. "An Improved Iris Segmentation Technique Using Circular Hough Transform ". Singapore. Dalam Lecture Notes in Electrical Engineering
- [6] Vineet Kumar, et al. 2016. "Accurate Iris Localization Using Edge Map Generation and Adaptive Circular Hough Transform for Less Constrained Iris Images ". India. Dalam International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)
- [7] Riu Xu; D. Wunsch. 2008. "Clustering". New Jersey. IEEE Press.
- [8] Erwin, et al. "Identifikasi Gangguan Usus Besar Berdasarkan Iridologi". Universitas Sriwijaya : Laporan Tidak Diterbitkan.
- [9] Masek, Libor. 2003. "Recognition of Human Iris Patterns for Biometric Identification ". The University of Western Australia : Laporan Tidak Diterbitkan.
- [10] Davson, Hugh, et al. 2018. "Human Eye". Encyclopædia Britannica. <https://www.britannica.com/science/human-eye>. Diakses pada 14 Oktober 2018.
- [11] Daugman, J. 2002. "How iris recognition works". International Conference on Image Processing, Vol. 1 Dalam Masek, Libor. 2003. "Recognition of Human Iris Patterns for Biometric Identification".
- [12] Pramono, Marsetio. 2006. "Aplikasi Metode Backpropagation Untuk Pengenalan Perubahan Abnormal Organ Pankreas Melalui Iris Mata". Yogyakarta, Indonesia. Dalam Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2006.
- [13] Martiana, Entin, et al. 2016. "Auto Cropping On Iris Image For Iridology Using Histogram Analysis". Surabaya, Indonesia. Dalam 2016 Knowledge Creation and Intelligent Computing (KCIC)

- [14] Jensen, Ellen. 2018. "Updated Iridology Desk Chart W/Nutrition Chart" Bernard Jensen International. http://www.bernardjensen.com/UPDATED-IRIDOLOGY-DESK-CHART-wNutrition-Chart-on-Back11-x-17-Laminated_p_117.html. Diakses pada 13 Oktober 2018.
- [15] Young, I.T., et al. 1995. "Fundamentals of Image Processing". Dalam Hidayatullah, Priyanto. 2017. "Pengolahan Citra Digital". Bandung, Indonesia. Penerbit Informatika
- [16] McAndrew, A. 2004. "An Introduction to Digital Image Processing With Matlab Notes for SCM2511 Image Processing". Dalam Hidayatullah, Priyanto. 2017. "Pengolahan Citra Digital". Bandung, Indonesia. Penerbit Informatika
- [17] Hidayatullah, Priyanto. 2017. "Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasi Nyata". Bandung, Indonesia. Penerbit Informatika
- [18] Wang, Yu, et al. 1999. "Image Enhancement Based On Equal Area Dualistic Sub-Image Histogram Equalization Method". Nanjing, China. IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 45.
- [19] Deng, G., et al. 1993. "An Adaptive Gaussian Filter For Noise Reduction and Edge Detection". San Francisco, USA. Dalam IEEE Conference Record Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference.
- [20] Solomon, C.; Breckon, Toby. 2011. "Fundamentals of Digital Image Processing". Oxford, UK. A John Willey & Sons Publication.
- [21] T. Sahoo; S. Pine. 2016. "Design and Simulation of SOBEL Edge Detection using MATLAB Simulink". Odisha, India. Dalam International conference on Signal Processing, Communication, Power and Embedded System (SCOPE)-IEEE
- [22] N. Senthilkumar; R. Rajesh. 2009. "Edge Detection Techniques for Image Segmentation – A Survey of Soft computing Approaches". Odisha, India. Dalam International Journal of Recent Trends in Engineering and Technology, Vol. 1, No. 2.
- [23] Antolovic, Danko; Breckon, Toby. 2008. "Review of the Hough Transform Method, With an Implementation of the Fast Hough Variant for Line Detection". Indiana University : Laporan Tidak Diterbitkan
- [24] M. Soltani, et al. 2011. "Fast and accurate pupil positioning algorithm using circular Hough transform and gray projection". Singapore. Dalam International Conference on Computer Communication and Management Proc .of CSIT vol 5
- [25] B. Yan, et al. 2009. "Improvement on Pupil Positioning Algorithm in Eye Tracking Technique ". Wuhan, China. Dalam IEEE International Conference on Information Engineering and Computer Science, ICIECS 2009, pp. 1-4.

- [26] Yunan, Sun, et al. 2003. "United Moment Invariants for Shape Discrimination". Changsa, China. Dalam IEEE International Conference on Robotics Intelligent Systems and Signal Processing
- [27] Gunawan, Fergyanto, et al. 2016. "A Study of Comparison of Feature Extraction Methods for Handwriting Recognition". Jakarta, Indoensia. Dalam International Seminar on Intelligent Technology and Its Application.
- [28] Conseil, S., et al. 2007. "Comparison Of Fourier Descriptors And Hu Moments For Hand Posture Recognition". Poznan, Poland. 15th European Signal Processing Conference.
- [29] Filho, Pedro, et al. 2007. "Analysis of human tissue densities: A new approach to extract features from medical images". Brazil. Dalam Pattern Recognition Letters vol. 94.
- [30] Vanajakshi, B. et al. 2012. "Classification Of Boundary And Region Shapes Using Hu-Moment Invariants". Vijayawada, India. Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE).
- [31] Costa, Luciano da Fontoura; Caesar, Roberto Marcond Jr. 2009. "Shape Classification and Analysis: Theory and Practice, Second Edition" CRC Press
- [32] Yin, Xiao-Xia, et al. 2017. "Pattern Classification of Medical Images: Computer Aided Diagnosis". Springer International Publishing.
- [33] Graupe, Daniel. 2007. "Advanced Series on Circuits and Systems – Vol. 6: Principles Of Artificial Neural Networks 2nd Edition" Singapore. World Scientific Publishing.
- [34] Goodfellow, Ian, et al. 2016. "Deep Learning". Cambridge, USA, The MIT Press
- [35] Chauvin, Yvez and Rumelhart, David E. 1995. "Backpropagation: Theory, Architectures, and Applications". Hove, UK. Lawrence Erlbaum Associates.
- [36] Yuan, Jiawei; Yu, Shucheng. 2013. "Privacy Preserving Back-Propagation Neural Network Learning Made Practical with Cloud Computing". Dalam IEEE Transactions On Parallel And Distributed Systems.
- [37] Siang, Jong Jek. 2009. "Jaringan Syaraf Tiruan Dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab". Yogyakarta, Indonesia. Penerbit Andi.
- [38] Lesnussa, Y. A., et al. 2015. "Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Memprediksi Prestasi Siswa SMA (Studi kasus: Prediksi Prestasi Siswa SMAN 4 Ambon)". Ambon, Indonesia. Jurnal Matematika Integratif.
- [39] Kuruvilla, Jinsa; Gunavathi, K. 2013. "Lung cancer classification using neural networks for CT images". Dalam Computer Methods and Programs in Biomedicine 113.

- [40] Samanta, Sourav, et al. 2015. "Haralick Features Based Automated Glaucoma Classification Using Back Propagation Neural Network". Switzerland. Dalam S.C. Satopathy et al. (eds.), Proc. of the 3rd Int. Conf. on Front. of Intell. Comput. (FICTA).
- [41] Chazal, Philips, et al. 2015. "A Comparison Of Extreme Learning Machines And Back-Propagation Trained Feed-Forward Networks Processing The Mnist Database". Australia. Dalam ICASSP 2015.