

## DETEKSI KOLESTEROL MENGGUNAKAN CITRA MATA BERBASIS LOCAL BINARY PATTERN (LBP) DAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)

### *DETECTION OF CHOLESTEROL USING EYE PICTURE BASED LOCAL BINARY PATTERN (LBP) AND SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)*

Dimas Prihadi Waluya<sup>1</sup>, Efri Suhartono<sup>2</sup>, Irma Safitri<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[prihadidimas.student.telkomuniversity.ac.id](mailto:prihadidimas.student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[efrisuhartono.student.telkomuniversity.ac.id](mailto:efrisuhartono.student.telkomuniversity.ac.id),

<sup>3</sup>[irmasafitri.student.telkomuniversity.ac.id](mailto:irmasafitri.student.telkomuniversity.ac.id)

#### Abstrak

Kolesterol merupakan lemak yang berada didalam darah manusia yang diperlukan untuk pembentukan beberapa hormon dan dinding sel baru. Kadar kolesterol normal manusia berada di kisaran 200 mg/dL atau kurang, namun jika diatas 240 mg/dL akan berisiko tinggi terkena berbagai penyakit berbahaya seperti stroke dan jantung koroner. Apabila kadar kolesterol tidak terdeteksi sejak dini, resiko terkena penyakit stroke dan jantung koroner sangat besar, mengingat penyakit jantung koroner adalah salah satu penyakit yang banyak menyebabkan kematian. Penelitian ini merancang sistem yang dapat digunakan untuk system deteksi dini level kolesterol dengan waktu yang singkat melalui citra mata

Setelah Proses akuisisi data kemudian data citra mata dilakukan proses preprocessing yang terdiri dari proses resize, ROI circle crop, dan konversi citra mata RGB ke grayscale. Dalam penelitian ini metode Local Binary Pattern (LBP) digunakan sebagai metode ekstraksi ciri dengan mengenali citra berdasarkan pola untuk mencari ciri tertentu dalam sebuah citra yang akan disimpan sebagai ciri citra latih. Serta menggunakan metode klasifikasi Support Vector Machine (SVM) untuk mencari kelas setiap data uji termasuk kelas normal atau kelas kolesterol.

**Kata kunci :** Kolesterol, *Local Binary Pattern*, *Support Vector Machine*

#### Abstract

*Cholesterol is a fat in human blood that is needed for the formation of several hormones and new cell walls. Normal human cholesterol levels are in the range of 200 mg / dL or less, but if above 240 mg / dL will be at high risk of various dangerous diseases such as stroke and coronary heart disease. If cholesterol levels are not detected early, the risk of stroke and coronary heart disease is very large, considering that coronary heart disease is one of the many diseases that cause death. This study designed a system that can be used for early detection of cholesterol levels with a short time through the eye image.*

*After the data acquisition process then the eye image data is carried out by a preprocessing process which consists of the resize process, ROI circle crop, and conversion of RGB eye images to grayscale. In this study the Local Binary Pattern (LBP) method is used as a feature extraction method by recognizing images based on patterns to look for certain traits in an image that will be stored as traits of training images. And using the Support Vector Machine (SVM) classification method to find classes for each test data including the normal class or cholesterol class.*

**Keywords:** *Cholesterol, Local Binary Pattern*

#### 1. Pendahuluan

Deteksi kolesterol berperan penting dalam pencegahan penyakit jantung. Meningkatnya kadar kolesterol terbentuk di dinding arteri dan menghasilkan plak. Plak Kolesterol ini membatasi sirkulasi darah di dalam arteri dan menyebabkan pengerasan arteri, yang dikenal sebagai aterosklerosis. Atherosclerosis adalah salah satu faktor risiko yang paling penting untuk stroke dan serangan jantung [1]. Maka dari itu, mengetahui kadar kolesterol sedini mungkin sangat penting bagi kesehatan jantung seseorang. Adanya kadar kolesterol tinggi dalam aliran darah seseorang dikenal sebagai hiperkolesterolemia [2]. Tingkat kolesterol total

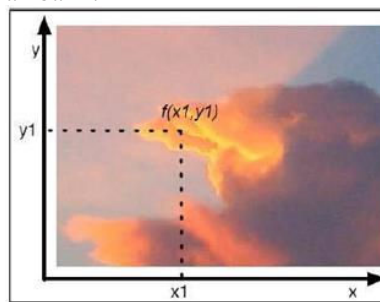
dalam aliran darah terdiri dari Low Density Lipoprotein (LDL), High Density Lipoprotein (HDL), dan trigliserida. Peningkatan kadar LDL dapat menyebabkan penyakit jantung koroner (PJK) dan aterosklerosis [3]. Sebaliknya, kadar HDL tinggi bisa melindungi dari deposisi kolesterol pada dinding arteri. Kadar trigliserida tinggi yang dikombinasikan dengan kadar LDL tinggi atau kadar HDL rendah adalah faktor risiko penyakit arteri koroner. National Cholesterol Education Program (NCEP) yang dilakukan oleh National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI) [4] merekomendasikan nilai referensi standar untuk kadar kolesterol total, LDL, HDL dan trigliserida. Pedoman NCEP juga menunjukkan, sebaiknya setiap orang yang berusia 20 atau lebih tua harus mengukur kadar kolesterol mereka setiap 5 tahun.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, Proposal Tugas Akhir (TA) ini melakukan simulasi metode pengukuran tingkat kolesterol non-invasif dan non-kontak dengan menggunakan citra mata pada kasus citra mata yang diambil di kota Bandung yaitu di rumah sakit Al-Islam Bandung. Kami mengusulkan penambahan analisis Local Binary Pattern (LBP) dan metode Support Vector Machine (SVM) sebagai klasifikasi vektor ciri. Penelitian ini dapat mengimplementasikan metode LBP-SVM sebagai metode tambahan dalam mendeteksi kolesterol dan pengukuran tingkat kolesterol

## 2. Dasar Teori /Konsep Dasar

### 2.1 Citra Digital

Citra digital dapat didefinisikan sebagai fungsi dua variabel,  $f(x; y)$ , dimana  $x$  dan  $y$  adalah koordinat spasial dan nilai  $f(x; y)$  adalah intensitas citra pada koordinat tersebut[11], hal tersebut diilustrasikan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Koordinat Spasial Citra

Pengolahan citra digital merupakan teknik atau tata cara mengolah citra. Terdapat beberapa aplikasi dalam pengolahan citra digital, diantaranya color image, grayscale image, dan binary image.

#### 2.1.1 RGB

Terdapat beberapa warna tertentu pada RGB diantaranya merah (Red), hijau (Green), dan biru (Blue) dimana setiap warna memiliki nilai piksel tersendiri. Jika masing-masing warna memiliki range 0 - 255, maka totalnya adalah  $255^3 = 16:581:375$  (16K) variasi warna berbeda pada gambar. Dimana variasi warna tersebut cukup untuk menggambarkan gambar apapun. Karena jumlah bit yang diperlukan untuk setiap piksel, gambar tersebut juga disebut gambar bit warna. Citra RGB ini terdiri dari tiga matriks yang mewakili nilai-nilai merah, hijau dan biru untuk setiap pikselnya, seperti yang ditunjukkan Gambar 2.2.

#### 2.1.2Greyscale

Citra digital grayscale setiap pikselnya mempunyai warna gradasi mulai dari putih sampai hitam. Rentang tersebut berarti bahwa setiap piksel dapat diwakili oleh 8 bit, atau 1 byte. Rentang warna pada hitam dan putih sangat cocok digunakan untuk pengolahan file gambar. Salah satu bentuk fungsinya digunakan dalam kedokteran (X-ray).

## 2.2 Kolesterol

Kolesterol merupakan lemak yang terdapat didalam aliran darah yang dibutuhkan untuk pembentukan dinding sel dan digunakan sebagai bahan baku beberapa hormon. Apabila kadar kolesterol dalam darah berlebih, akan mengakibatkan penyakit yang berbahaya seperti penyakit jantung koroner dan stroke [12]. Kolesterol yang normal harus di bawah 200 mg/dl, apabila di atas 240 mg/dl maka berisiko tinggi terkena penyakit jantung koroner dan stroke. Kadar kolesterol tinggi umumnya diderita oleh orang yang menderita obesitas, namun orang yang tidak menderita obesitas juga bisa mengalaminya. Apalagi dengan mengonsumsi makanan yang lemaknya tinggi. Selain dari makanan, kolesterol juga diproduksi oleh tubuh kita sendiri dari

hasil konversi kalori yang tidak terpakai dan disimpan untuk menyediakan cadangan energi bagi tubuh.

Tabel 2.1 Level Kolesterol

No	Level Kolesterol	Kolesterol Total (mg/dl)
1	Normal	<200
2	Berisiko	200-240
3	Tinggi	>240

### 2.2.1 Iridology

Iridology adalah metode yang dapat mengetahui suatu penyakit melalui pola mata, metode ini dapat mengetahui beberapa penyakit, salah satunya adalah kolesterol[14]. Kolesterol ini dapat dideteksi melalui mata seseorang, apabila ada cincin putih pada iris matanya. Iridology sangat membantu dalam melakukan pemeriksaan secara Non-Invasive, yang artinya melakukan pemeriksaan tanpa melukai pasien[15].

### 2.1.2 Indikator Kolesterol Pada Mata

Pada iris mata manusia terdapat ribuan saraf yang terhubung ke seluruh tubuh. Kolesterol yang merupakan lemak yang terdapat pada aliran darah dapat diamati melalui iris mata, yaitu ditandai dengan adanya cincin putih yang terdapat pada iris mata. Semakin tebal cincin putih tersebut menunjukkan semakin besar kadar kolesterol yang dimiliki seseorang[14].

### 2.3 Histogram

Histogram merupakan sebuah metode untuk mengetahui tingkat keabuan dari suatu citra. Tingkat keabuan dari citra tersebut merupakan informasi yang sangat penting untuk memisahkan objek dari suatu citra. Misal diberikan matriks sebagai berikut

Tabel 2.2 Data Citra

0	210	250	0	0	250	210	0	0
0	0	210	250	250	210	0	0	0
0	210	250	0	0	250	210	0	0
0	0	210	250	250	210	0	0	0

Maka frekuensi tingkat keabuan dari matriks diatas adalah sebagai berikut :

No	Intensitas Pixel	Jumlah Pixel
1	0	20
2	210	8
3	250	8

Tabel 2.3 Frekuensi Pixel

### 2.4 Local Binary Pattern

LBP (Local Binary Pattern) merupakan suatu operasi image yang mentransformasikan sebuah citra menjadi sebuah susunan label integer yang menggambarkan kenampakan skala kecil dari suatu citra. Label atau statistik tersebut, biasanya merupakan sebuah histogram, kemudian digunakan lagi untuk analisis citra yang lebih lanjut[16]

Operasi LBP yang dasar berbasiskan dengan asumsi bahwa tekstur memiliki 2 aspek yang berkomplemen, yaitu polanya dan dayanya. Kemudian LBP diusulkan sebagai unit tekstur versi dua tingkat untuk menggambarkan pola tekstur lokal..

6	5	2
7	6	1
9	8	7

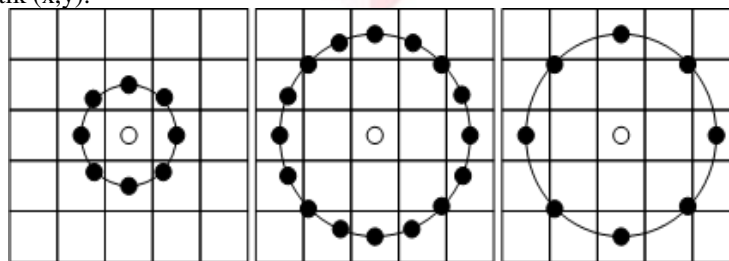
1	0	0
1		0
1	1	1

Gambar 2.6 Operasi LBP dasar Kiri, pixel awal; tengah, setelah di-threshold

**2.4.1 Penurunan dari operasi LBP umum**

LBP menggunakan delapan pixel pada sebuah blok pixel 3 x 3, formula dasar dari operator ini tidak menempatkan batasan pada ukuran dari ketetangaan atau pada jumlah titik sampling. Penurunan dari LBP umum diperlihatkan dibawah ini.

Anggap sebuah citra monokrom  $I(x,y)$  dan anggap  $g!$  menandakan level keabuan dari suatu pixel  $(x,y)$ , misal  $g! = I(x,y)$ . Selanjutnya, anggap  $g!$  menandakan nilai keabuan dari titik sampling pada sebuah lingkup ketetangaan sirkuler yang rata dari  $P$  titik sampling dan jari-jari  $R$  disekitar titik  $(x,y)$ .



Gambar 2.7 Ketetangaan sirkuler (8,1)

Nilai piksel diinterpolasi secara bilinear pada setiap titik sampling yang tidak berada pada tengah pixel [6]. Secara umum operasi LBP dapat didefinisikan sebagai

$$LBP!,! x!, y! =!!! sg!-g! 2!(2.4)$$

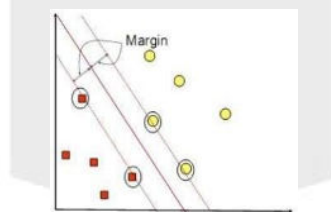
dimana  $s(z)$  merupakan fungsi threshold (tangga)

$$0, < 01, z \geq 0.(2.5)$$

LBP dasar sangat mirip dengan LBP!,!, dengan dua perbedaan. Pertama, ketetangaannya dengan definisi umum diindeks secara sirkuler. Kedua, pixel diagonal pada ketetangaan pixel 3 x 3 diinterpolasikan pada LBP.

**2.5 Support Vector Machine**

Support Vector Machine (SVM) dikembangkan oleh Boser, Guyon, Vapnik, dan pertama kali dipresentasikan pada tahun 1992 di Annual Workshop on Computational Learning Theory. Support Vector Machine (SVM) adalah sistem pembelajaran untuk mengklasifikasikan data menjadi dua kelompok data yang menggunakan ruang hipotesis berupa fungsi-fungsi linear dalam sebuah fitur berdimensi tinggi. SVM[17] memiliki sifat yang tidak dimiliki oleh mesin pembelajaran pada umumnya yaitu dalam proses menemukan garis pemisah (hyperplane) terbaik sehingga diperoleh ukuran margin yang maksimal



Pada Gambar 2.8 menunjukkan bahwa SVM berusaha untuk menemukan hyperplane terbaik.

SVM sendiri banyak digunakan karena memiliki kemampuan yang handal dalam hal generalisasi. Selain itu juga karena SVM dapat menemukan solusi yang bersifat global optimal, yaitu SVM selalu mencapai solusi yang sama untuk setiap kali dilakukannya percobaan. Margin adalah jarak antara hyperplane tersebut dengan pattern yang terdekat dari masing-masing kelas. Pattern yang paling dekat inilah yang disebut dengan support vector.

Menurut (Karatzoglou, dkk, 2004) ada beberapa fungsi kernel yang sering di gunakan dalam literature SVM anantara lain sebagai berikut:

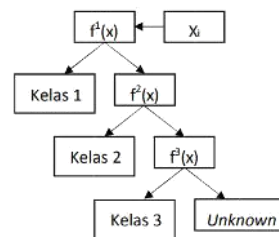
1. Kernel linear adalah kernel yang paling sederhana dari semua fungsi kernel. Kernel ini biasa digunakan dalam kasus klasifikasi teks.
2. Kernel Radial Basis Gaussian adalah kernel yang umum digunakan untuk data yang sudah valid (available) dan merupakan default dalam tools SVM
3. Kernel Polynominal adalah kernel yang sering digunakan untuk klasifikasi gambar.

### 2.5.1 Multiclass SVM

Ada dua pilihan untuk mengimplementasikan multiclass SVM yaitu dengan menggabungkan beberapa SVM biner atau menggabungkan semua data yang ter-diri dari beberapa kelas ke dalam sebuah bentuk permasalahan optimal. Namun, dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan SVM sehingga dapat di-gunakan untuk mengklasifikasikan data yang memiliki lebih dari dua kelas terus dilakukan. Berikut ini adalah metode yang umum digunakan untuk mengimple-mentasikan multiclass SVM dengan pendekatan yang pertama

### 2.5.2 One Against All

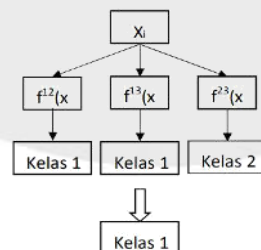
Dengan menggunakan metode ini, dibangun k buah model SVM biner (k adalah jumlah kelas). Setiap model klasifikasi ke-i dilatih dengan menggunakan keselu-ruhan data, untuk mencari solusi permasalahan. Contohnya, terdapat permasalahan klasifikasi dengan 3 buah kelas. Untuk pelatihan digunakan 3 buah kelas SVM biner dan penggunaannya dalam mengklasifikasi data dapat dilihat pada gambar 2.11



Gambar 2.11 Contoh klasifikasi dengan menggunakan metode OAA

### 2.5.3 One Against One

Dengan menggunakan metode ini, dibangun  $k(k-1)/2$  buah model klasifikasi biner (k adalah jumlah kelas). Terdapat beberapa metode untuk melakukan pengujian setelah keseluruhan  $k(k-1)/2$  model klasifikasi selesai dibangun. Salah satunya adalah metode voting. Jika data x dimasukkan ke dalam fungsi hasil pelati-han dan hasilnya menyatakan x adalah kelas i, maka suara untuk kelas i ditambah satu. Kelas dari data x akan ditentukan dari jumlah suara terbanyak. Jika terdapat dua buah kelas yang jumlah suaranya sama, maka kelas yang indeksnya lebih kecil dinyatakan sebagai kelas dari data. Jadi pada pendekatan ini terdapat  $k(k-1)/2$  buah permasalahan quadratic programming yang masing-masing memiliki  $2n=k$  variabel (n adalah jumlah data pelatihan). Contohnya, terdapat permasalahan klasifikasi den-gan 3 buah kelas. Oleh karena itu, digunakan 3 buah SVM biner seperti pada tabel dan contoh penggunaannya dalam memprediksi kelas data baru dapat dilihat pada tabel 2.5 dan gambar 2.12.

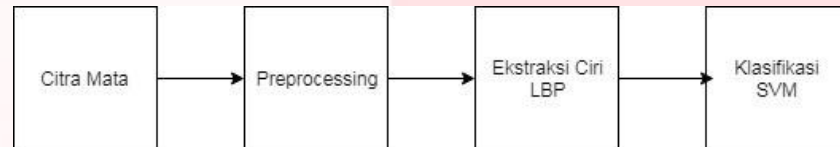


Gambar 2.12 Contoh klasifikasi dengan menggunakan metode OAO

### 3. Model dan Perancangan Sistem

#### 3.1 Deskripsi Ssistem

Dalam perancangan dan implementasinya, sistem ini menjelaskan gambaran umum yang dibagi menjadi 4 tahap utama, yaitu akuisisi data atau pengambilan citra mata, preprocessing untuk mendapatkan citra terbaik, ekstraksi ciri untuk memunculkan ciri-ciri khusus yang terdapat pada citra tersebut sehingga memudahkan proses deteksi, serta klasifikasi citra. Perancangan sistem ini dibuat untuk mendeteksi berapa level kadar kolesterol menggunakan indikator citra mata. Citra mata diambil menggunakan kamera yang memiliki resolusi cukup baik agar menghasilkan citra yang baik. Keempat tahap tersebut ditunjukkan dalam bentuk diagram blok seperti berikut



Gambar 3.1 Diagram Sistem

#### 3.2 Perancangan Sistem

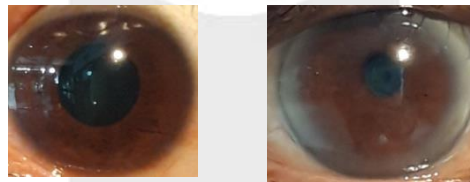
Secara keseluruhan, sistem yang dirancang menggunakan software MATLAB sebagai pemroses data. Tahap awal sistem adalah akuisisi data atau pengambilan citra mata menggunakan kamera. Data citra mata yang didapat akan memasuki proses preprocessing setelah semua tahapan preprocessing selesai, data hasil preprocessing akan memasuki proses ekstraksi ciri menggunakan metode Local Binary Pattern untuk mengenali pola atau tekstur citra yang nantinya digunakan untuk proses deteksi level kolesterol, data yang didapat kemudian diklasifikasi menggunakan metode Support Vector Machine. Klasifikasi tersebut melalui dua tahap, yaitu tahap latih sebagai pencarian nilai parameter terbaik pada citra yang akan menjadi acuan atau standar sebagai database program untuk klasifikasi Support Vector Machine.

#### 3.3. Citra Latih dan Citra Uji

Pada Tugas Akhir ini, perangkat lunak yang dibangun adalah melatih dan menguji data citra yang dimasukkan ke dalam perangkat lunak sehingga dapat mendeteksi dan mengklasifikasikan level kolesterol seseorang menggunakan metode LBP untuk proses ekstraksi ciri dan SVM untuk proses klasifikasi. Sistem yang dibangun terdiri atas dua tahap, yaitu tahap pelatihan dan tahap pengujian.

#### 3.4 Akuisisi Data

Akuisisi data merupakan tahapan awal pengambilan data citra mata dengan menggunakan kamera yang memiliki kualitas atau resolusi yang cukup baik. Selanjutnya menggunakan software MATLAB yang akan memproses data hasil dari kamera. Proses akuisisi data ini menghasilkan data data citra mata yang selanjutnya akan diproses ke tahap preprocessing. Data yang digunakan terdiri dari 40 data latih dengan rincian 20 citra mata normal dan 20 citra mata kolesterol tinggi. Kemudian menggunakan 30 data uji dengan rincian 10 citra mata normal dan 10 citra mata kolesterol tinggi.



Gambar 3.4 Akuisisi Data Citra

#### 3.5 Preprocessing

Preprocessing adalah proses pengolahan data citra asli sebelum data tersebut diolah lebih lanjut. Preprocessing merupakan tahap lanjutan setelah diperoleh data citra mata yang telah didapat pada proses akuisisi data.

Beberapa contoh preprocessing seperti perubahan citra RGB menjadi grayscale, Cropping citra dan Resize citra. Gambar 3.4 menunjukkan beberapa proses preprocessing citra mata asli hasil dari kamera akan mengalami proses resize setelah itu akan melalui proses Cropping citra

atau ROI (Region of Interest) lalu citra yang telah di resize dan di cropping akan di konversi mejadi citra grayscale.

## 5. Kesimpulan dan saran

### 5.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dirancang suatu sistem untuk pengklasifikasian level kolesterol melalui citra mata menggunakan metode LBP sebagai ekstraksi ciri lalu metode SVM sebagai klasifikasi. Sistem dapat mengklasifikasikan level kolesterol berdasarkan 2 kondisi yaitu kondisi normal dan kondisi kolesterol tinggi. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan nilai paramter ROI 60 dan 62 memiliki akurasi paling tinggi dengan akurasi 90% dengan waktu komputasi paling cepat dengan rata rata 0,376 detik. parameter yang juga berpengaruh adalah radius dimana semakin besar nilai radius semakin kecil akurasi, nilai radius 1 dan 2 memiliki akurasi paling tinggi sebesar 90%. Tanpa menggunakan ciri statistik Jenis kernel linear memiliki akurasi paling tinggi 85-90% lebih baik dibanding kernel gaussian dan polynomial. Resize citra juga berpengaruh terhadap akurasi sistem resize citra 512 X 512 pixel memiliki akurasi paling tinggi. Ciri statistik memiliki pengaruh terhadap nilai akurasi dimana kombinasi ciri statistik kernel gaussian dengan data uji sebanyak 30 citra memiliki akurasi 93.33%.

### 5.2 Saran

## Daftar Pustaka:

- [1] "Atherosclerosis," (Date last accessed 27-Feb-2018). [Online]. Available: [www.nhs.uk/Conditions/Atherosclerosis](http://www.nhs.uk/Conditions/Atherosclerosis)
- [2] P. Durrington, Dyslipidaemia. *Lancet*, 2003, vol. 362, no. 9385.
- [3] R. Carmena, P. Duriez, and J. C. Fruchart, Atherogenic lipoprotein particles in atherosclerosis. *Circulation*, 2004, vol. 109, no. 23.
- [4] "High blood cholesterol: What you need to know," (Date last accessed 27-Feb-2018). [Online]. Available: [www.nhlbi.nih.gov](http://www.nhlbi.nih.gov)
- [5] V. Oncescu, M. Mancuso, and D. Erickson, Cholesterol testing on a smart-phone. *Lab on a Chip*, 2014, vol. 14, no. 4.
- [6] F. L. Urbano, Ocular Signs of Hyperlipidemia. *Hosp. Physician*, 2001.
- [7] H. Shiigi, H. Matsumoto, I. Ota, and T. Nagaoka, "Detection of skin cholesterol by a molecularly imprinted electrode," in *Journal of Flow Injection Analysis*, vol. 25, no. 1, 2008.
- [8] R. A. Ramlee and S. Ranjit, "Using iris recognition algorithm, detecting cholesterol presence," in *International Conference on Information Management and Engineering*, 2009.
- [9] N. R. Shanker, A. Ezhil, and S. Archana, "Non-invasive method of detection of cholesterol using image processing," in *Int. J. Med. Eng. Informatics. Inderscience Enterp. Ltd.*, vol. 04, no. 03, 2012.
- [10] S. V. M. Kumar, R. Gunasundari, and N. Ezhilvathani, "Non-invasive measurement of cholesterol levels using eye image analysis," in *International Conference on Advances in Computational Intelligence and Communication (CIC)*, 2016.
- [11] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 2nd ed. Prentice Hall, Januari

- [12] K. G. Adi, P. V. Rao, and V. K. Adi, " Analysis and Detection of Cholesterol by Wavelets based and ANN Classification ," 2nd International Conference on Nanomaterials and Technologies (CNT 2014), 2014
- [13] K. G. Adi and P. V. Rao, "Analysis and Design of Cholesterol Detection in MRI Imaging," Journal of Ecophysiology and Occupational Health, vol. 17(1&2), 2017
- [14] S. G. Songire and M. S. Joshi, "Automated Detection of Cholesterol Presence using Iris Recognition Algorithm ," International Journal of Computer Appli-cations, vol. 133, Jan. 2016.
- [15] S. V. M. Kumar, R. Gunasundari, and N. Ezhilvathani, "Non- Invasive Mea-urement of Cholesterol Levels Using Eye Image Analysis," International Journal of Computer Science and Information Security (IJCSIS), vol. 14, Oct. 2016
- [16] B. M. Waller, M. S. Nixon, J. N. Carter. 2013. Image Reconstruction from Local Binary Patterns.
- [17] S. V. M. Kumar, R. Gunasundari, and N. Ezhilvathani, 2016, "Non-invasive mea-urement of cholesterol levels using eye image analysis," in International Conference on Advances in Computational Intelligence and Communication (CIC),