

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

SKRIPSI

**ANALISIS SINYAL PHOTOPLETHYSMOGRAM BERBASIS
EXTREME LEARNING MACHINE UNTUK DETEKSI
KOLESTEROL**



ARIJAL IBNU JATI

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK BIOMEDIS
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2022**

IR – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**ANALISIS SINYAL PHOTOPLETHYSMOGRAM BERBASIS
EXTREME LEARNING MACHINE UNTUK DETEKSI
KOLESTEROL**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Bidang Teknik Biomedis pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas
Airlangga

Oleh :

Arijal Ibnu Jati

NIM : 081811733021

Disetujui Oleh,

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Khusnul Ain S.T., M.Si.
NIP. 197207051997021001



Osmalina Nur Rahma S.T., M.Si.
NIP. 199109302019032018

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : ANALISIS SINYAL PHOTOPLETHYSMOGRAM
BERBASIS EXTREME LEARNING MACHINE
UNTUK DETEKSI KOLESTEROL

Penyusun : Arijal Ibnu Jati

NIM : 081811733021

Pembimbing I : Dr. Khusnul Ain S.T, M.Si.

Pembimbing II : Osmalina Nur Rahma S.T., M.Si.

Tanggal Sidang : 24 November 2022

Disetujui oleh,

Pembimbing I,

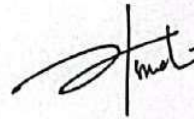
Pembimbing II,



Dr. Khusnul Ain S.T, M.Si.
NIP. 197207051997021001

Mengetahui,

Ketua Departemen Fisika.



Osmalina Nur Rahma S.T., M.Si.
NIP. 199109302019032018

Mengetahui,

Koordinator Program Studi S1 Teknik
Biomedis,



Herri Trilaksana, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 97712282003121003



Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T.
NIP. 197903152003122002

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah.

Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arijal Ibnu Jati
NIM : 081811733021
Program Studi : SI Teknik Biomedis
Judul Skripsi : **ANALISIS SINYAL PHOTOPLETHYSMOGRAM
BERBASIS EXTREME LEARNING MACHINE
UNTUK DETEKSI KOLESTEROL**

Menyatakan dengan sungguh-sungguhnya bahwa bagian atau keseluruhan isi Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk mendapat gelar akademis pada bidang studi dan/atau universitas lain dan tidak pernah dipublikasikan/ditulis oleh individu selain penyusun kecuali bila dituliskan dengan format kutipan dalam isi skripsi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku di Universitas Airlangga. Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Surabaya, 21 November 2022

Yang membuat pernyataan,



Arijal Ibnu Jati

NIM 081811733021

Arijal Ibnu Jati, 2021. **Analisis Sinyal Photoplethysmogram Berbasis Extreme Learning Machine Untuk Deteksi Kolesterol**. Skripsi ini di bawah bimbingan Dr. Khusnul Ain, S.T, M.Si dan Osmalina Nur Rahma S.T., M.Si. Program Studi Teknik Biomedis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

ABSTRAK

kardiovaskular adalah penyakit yang disebabkan gangguan fungsi jantung dan pembuluh darah dikarenakan karena tingginya kadar kolesterol. pemeriksaan kadar kolesterol darah dilakukan secara invasive dengan menggunakan test strip alat check darah *portable easy touch*. Namun, penggunaan alat tersebut baik manual ataupun digital tidak dapat dilakukan secara kontinyu, sehingga tidak dapat digunakan untuk monitoring dalam jangka panjang. Perkembangan teknologi belakangan ini menyebabkan munculnya banyak inovasi baru, terutama yang berkaitan dengan perkembangan teknologi biosensor yaitu *Photoplethysmograph* (PPG) yang mana sinyal dari alat tersebut memiliki korelasi terhadap kolesterol. Oleh sebab itu, perlu dibuat system yang dapat mengklasifikasi kolesterol dari sinyal PPG. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang didapat dari pihak Komite Etik Pusat Medis Universiti Kebangsaan Malaysia dalam bentuk *raw* data dengan subjek 35 orang. Sebelum diklasifikasi data perlu di pilah terlebih dahulu selanjutnya pre-processing yaitu detrend data, noise filtering dengan band pass filter, normalisasi data beserta segmentasi, fitur untuk klasifikasi kolesterol yang digunakan dalam penelitian ini adalah *statical analysis*, yaitu *mean*, *standart deviasi*, *singular decomposition* dan *spectral entropi*. Fitur tersebut kemudian akan dilakukan klasifikasi menggunakan metode *extreme learning machine* (ELM) untuk menghasilkan nilai deteksi normal dan pasien kolesterol. Hasil performa terbaik diperoleh kombinasi fitur *spectral entropi*, *standart deviasi*, *singular value decomposition*. Yang menggunakan jumlah *hidden neuron* 500 dengan metode *k-fold cross validation* menghasilkan akurasi, sensitivitas dan spesifitas adalah 75,93%, 42,59%, 57,40%.

Kata Kunci : Cholesterol, ELM, PPG, *k-fold cross validation*, total cholesterol

Arijal Ibnu Jati, 2021. **Analisis Sinyal Photoplethysmogram Berbasis Extreme Learning Machine Untuk Deteksi Kolesterol**. This thesis is under the guidance of Dr. Khusnul Ain, S.T, M.Si and Osmalina Nur Rahma S.T., M.Sc. Biomedical Engineering Study Program, Faculty of Science and Technology, Airlangga University.

ABSTRACT

Cardiovascular disease is a disease caused by impaired function of the heart and blood vessels due to high cholesterol levels. Examination of blood cholesterol levels is carried out invasively using test strips, a portable easy touch blood check tool. However, the use of these tools, both manual and digital, cannot be carried out continuously, so they cannot be used for monitoring in the long term. Recent technological developments have led to the emergence of many new innovations, especially those related to the development of biosensor technology, namely the Photoplethysmograph (PPG) in which the signal from the device has a correlation with cholesterol. Therefore, it is necessary to create a system that can classify cholesterol from the PPG signal. This study used secondary data obtained from the Ethics Committee of the Universiti Kebangsaan Malaysia Medical Center in the form of raw data with 35 subjects. Before classifying the data, it needs to be sorted first, then pre-processing, namely detrend data, noise filtering with band pass filters, data normalization along with segmentation, the features for cholesterol classification used in this study are static analysis, namely mean, standard deviation, singular decomposition and spectral entropy. These features will then be classified using the extreme learning machine (ELM) method to produce detection values for normal and cholesterol patients. The best performance results are obtained by a combination of entropy spectral features, standard deviation, and singular value decomposition. Using 500 hidden neurons with the k-fold cross validation method, the accuracy, sensitivity and specificity are 75.93%, 42.59%, 57.40%.

Keywords: Cholesterol, ELM, PPG, k-fold cross validation, total cholesterol

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT berkat rahmat, hidayah dan karunia Nya proposal skripsi dengan judul **“ANALISIS SINYAL PHOTOPLETHYSMOGRAM BERBASIS EXTREME LEARNING MACHINE UNTUK DETEKSI KOLESTEROL”**. Penyusunan proposal skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat akademik guna mendapatkan kesempatan melakukan sidang skripsi.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan dengan lancar tanpa bantuan, arahan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu, menyediakan waktu, energi, dan pengetahuannya terutama kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi.
2. Orang tua penulis, yang senantiasa memberikan doa, motivasi, serta dukungan dalam bentuk apapun sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikannya dengan baik Bapak Herri Trilaksana, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Ketua Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga
3. Bapak Dr. Khusnul Ain, S.T., M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah memberi motivasi, masukan dan bimbingan selama proses penelitian.
4. Ibu Osmalina Nur Rahma S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberi masukan dan membantu melancarkan proses penelitian dan juga sebagai dosen wali.
5. Tim pengajar S1 Teknik Biomedis yang telah membimbing serta memberikan wawasan ilmu selama di bangku perkuliahan.
6. Sahabat terdekat penulis dari komunitas discord yang senantiasa menemani dan menjadi support system terbaik.
7. Teman-teman Teknik Biomedis Universitas Airlangga angkatan 2018, Beatin, yang selalu memotivasi, menemani dan berproses bersama sejak hari pertama kuliah.
8. Kakak-kakak senior yang bersedia membantu penulis dalam menyelesaikan proses penelitian serta memberi dukungan sehingga penulis dapat mengembangkan diri di masa perkuliahan.

9. Semua pihak yang telah memberikan semangat dan bantuannya selama penyusunan naskah proposal skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu

Penulis menyadari proposal skripsi ini tidak luput dari kekurangan. Oleh karena itu, sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan Teknik Biomedis

Surabaya, 21 November 2022

Penulis



Arijal Ibnu Jati

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	5
2.1 Kolesterol	5
2.2 Sensor Photoplethysmogram	7
2.3 Korelasi Photoplethysmogram- Lipid Profile (PPG-LPL).....	9
2.4 <i>Spectral Entropy</i>	10
2.5 <i>Extreme Learning Machine</i> (ELM).....	11
2.6 <i>K- Fold Cross Validation</i>	13
2.7 Demografi Pasien	14
BAB III.....	15
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2 <i>Hardware dan Software</i> Pendukung.....	15
3.3 Prosedur Penelitian.....	15
3.3.1 Studi Literatur	15
3.3.2 Persiapan Dataset	16
3.3.3 Pre-processing	16
3.3.4 Ekstraksi Fitur	17
3.3.5 Klasifikasi	18

3.3.6	Analisis dan Evaluasi	21
BAB IV.		24
4.1	Hasil Pemilihan Dataset.	24
4.2	Pre-procesing.....	25
4.3	Ekstraksi Fitur.	27
4.4	Hasil klasifikasi dan pengujian menggunakan ELM.....	31
BAB V		37
5.1	Kesimpulan.	37
5.2	Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA		38
LAMPIRAN		41

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Disebabkan Pembuluh Darah Sempit	6
2.2	Kolesterol LDL dan HDL dalam Pembuluh Darah	7
2.3	Metode kerja sensor PPG (a) Metode Refleksi (b) Metode Transmisi	8
2.4	Sinyal PPG (A) Gelombang Sinyal PPG Sederhana (B) Turunan Pertama Gelombang Sinyal PPG (C) Turunan Kedua Gelombang Sinyal PPG	9
2.6	PPG Waveform Morphological Properties versus Lipid Profiles	10
2.7	Struktur dari <i>Extreme Learning Machine</i>	11
2.8	Ilustrasi Cara Kerja <i>K-Fold Cross Validation</i>	13
3.1	Diagram Alir Tahapan Penelitian	15
3.2	Tabel parameter pasien yang diukur	16
3.3	<i>Tahapan pre – processing</i>	16
3.4	Diagram Alir Proses Pelatihan	19
3.5	Diagram Alir Proses Pengujian	21
4.1	Hasil plot subjek normal (kiri) dan cholestrol (kanan) masih dalam bentuk raw	24
4.2	Hasil plot sinyal normal (kiri) dan cholestrol (kanan) setelah detrend dengan BPF	25
4.3	Hasil plot sinyal normal (kiri) dan cholestrol (kanan) setelah difilter dengan BPF	26
4.4	Hasil plot sinyal normal (kiri) dan cholestrol (kanan) setelah dinormalisasi	26
4.5	Hasil Sample Correlation dari standar deviasi, Spectral Entropy, Singular Value Decomposition menggunakan SPSS	27
4.6	Hasil Test statistic menggunakan SPSS	28
4.7	Hasil Sample Correlation dari Standar deviasi, Spectral Entropy, Singular Value Decomposition menggunakan SPSS	28

4.8	Grafik hasil data normal dan cholestrol yang didapat dari fitur Mean.	29
4.9	Grafik hasil data normal dan cholestrol yang didapat dari fitur Standart Deviasi.	29
4.10	Grafik hasil data normal dan cholestrol yang didapat dari fitur Spectral Entropi	30
4.11	Grafik hasil data normal dan cholestrol yang didapat dari fitur Singular Value Deviasion	30
4.12	Pelabelan pada fitur untuk membedakan normal beserta abnormal	31
4.13	Hasil akurasi fitur mean	32
4.14	Hasil akurasi fitur Spectral entropi	33
4.15	Hasil akurasi fitur singular value decomposition	33
4.16	Hasil akurasi fitur Standart Devisiasi	34
4.17	Hasil akurasi combine fitur Spectral entropi dan Singular value decomposition	34
4.18	Hasil akurasi combine fitur Spectral entropi dan Singular value decomposition dan Standart deviasi	35
4.19	Hasil akurasi combine fitur Spectral entropi dan Singular value decomposition dan Standart deviasi dan Mean	35

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Data Demografi Pasien	22
3.1	Target Matriks Sistem	20
3.2	Hasil <i>Confusion Matrix</i>	21
3.3	Jadwal Penelitian	22