

SKRIPSI

**Perancangan Perangkat Lunak Klasifikasi Kadar Gula Darah
Non-Kontak dengan Metode Support Vector Machine**



Abdufattah Yurianta

081811733044

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

**Perancangan Perangkat Lunak Klasifikasi Kadar Gula Darah
Non-Kontak dengan Metode Support Vector Machine**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Bidang Teknik Biomedis pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas
Airlangga

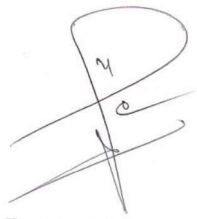
Oleh

ABDUFATTAH YURIANTA

NIM: 081811733044

Disetujui Oleh

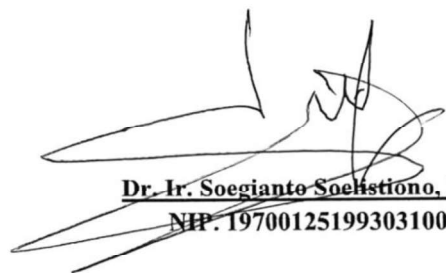
Pembimbing I



Franky Chandra Satria Arisgraha, S.T., M.T

NIP. 198301282009121004

Pembimbing II



Dr. Ir. Soegianto Soehstiono, M.Si.

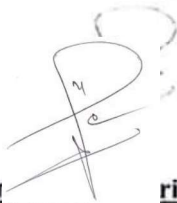
NIP. 197001251993031003

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Perancangan Perangkat Lunak Klasifikasi Kadar Gula
Darah Non-Kontak dengan Metode Support Vector
Machine
Penyusun : Abdufattah Yurianta
NIM : 081811733044
Tanggal Sidang :

Disetujui oleh,

Pembimbing I,



Franky Char

risgra, S.T., M.T.

NIP. 198301282009121004

Mengetahui,

Ketua Departemen Fisika.

Pembimbing II,



Dr. Ir. Soegianto Soehstiono, M.Si.

NIP. 197001251993031003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi S1 Teknik
Biomedis,



Herri Tulung, S.S., M.S., Ph.D.

NIP. 197712282003121003



Dr. Riri 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 : Abdufattah Yurianta
NIM : 081811733044
Program Studi : Teknik Biomedis
Judul Skripsi : **Perancangan Perangkat Lunak Klasifikasi
Kadar Gula Darah Non-Kontak dengan Metode
Support Vector Machine**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa bagian atau keseluruhan 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, 1 November 2022

Yang membuat pernyataan,

A yellow rectangular stamp with the word 'METER' and a serial number 'B4833AKX054602914' is visible. Overlaid on the stamp is a handwritten signature in black ink.

Abdufattah Yurianta

081811733044

Abdulfattah Yurianta, 2022. **Perancangan Perangkat Lunak Klasifikasi Kadar Gula Darah Non-Kontak dengan Metode Support Vector Machine**. Skripsi dibawah bimbingan Franky Chandra Satria Arisgraha, S.T., M.T. dan Dr. Ir. Soegianto Soelistiono, M.Si. Program studi S – 1 Teknik Biomedis, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

ABSTRAK

Diabetes merupakan salah satu penyakit yang sering terjadi di Indonesia. Penyakit ini dikatakan cukup berbahaya dikarenakan dapat menyebabkan komplikasi dan komorbiditas. Upaya pencegahan dan intervensi terhadap penyakit ini sangat penting. Salah satu caranya adalah dengan melakukan pengukuran kadar gula darah, baik secara invasive maupun non-invasif. Saat ini, salah satu metode pengukuran non-invasif yang sedang berkembang adalah *imaging photoplethysmography* (IPPG). Metode ini dilakukan dengan menggunakan prinsip kerja PPG, namun secara non-kontak. Penelitian terdahulu telah menyebutkan efektifitas metode pengukuran ini dalam melakukan klasifikasi atau regresi tekanan darah dan/atau detak jantung. Namun, belum ada penelitian yang menerapkan metode ini pada pengukuran kadar gula darah. Oleh karenanya, peneliti berusaha untuk menerapkan IPPG untuk klasifikasi kadar gula darah. Peneliti mendefinisikan IPPG sebagai sinyal pantulan dari kulit wajah yang bersumber dari cahaya buatan (seperti lampu) maupun cahaya lingkungan yang berkorespondensi dengan hemoglobin (representasi warna hijau) Penelitian ini bertujuan untuk membuat model klasifikasi kadar gula darah dan mengetahui akurasi. Peneliti melakukan pengambilan data terhadap 37 pasien normal dan 25 pasien diabetes. Selanjutnya, peneliti melakukan ekstraksi sinyal IPPG, menerapkan filter, melakukan segmentasi, dan melakukan ekstraksi fitur. Terakhir, peneliti membuat model *support vector machine* (SVM) dengan kernel *radial basis function* (RBF) untuk melakukan klasifikasi. Model terbaik didapatkan dengan parameter C sebesar 53 dan Gamma sebesar 2. Model tersebut menghasilkan akurasi latih, akurasi uji, *f1-score* data gula darah normal, *f1-score* data gula darah tinggi sebesar 0,64, 0,60, 0,68, serta 0,45. Hasil ini dapat ditingkatkan kembali dengan mengevaluasi proses pengambilan data dan pemilihan fitur.

Kata kunci : Diabetes, IPPG, SVM, Non-Kontak, Klasifikasi

Abdulfattah Yurianta, 2022. **Perancangan Perangkat Lunak Klasifikasi Kadar Gula Darah Non-Kontak dengan Metode Support Vector Machine.** Undergraduate thesis supervised by Franky Chandra Satria Arisgraha, S.T., M.T. and Dr. Ir. Soegianto Soelistiono, M.Si. Biomedical Engineering bachelor program, Department of Physics, Science and Technology Faculty, Airlangga University.

ABSTRACT

Diabetes is a disease that often occurs in Indonesia. This disease is said to be quite dangerous because it can cause complications and comorbidities. Prevention and intervention efforts against this disease are very important. One way is to measure blood sugar levels, both invasively and non-invasively. Currently, one of the non-invasive measurement methods being developed is imaging photoplethysmography (IPPG). This method is carried out using the PPG working principle, but non-contact. Previous studies have mentioned the effectiveness of this measurement method in classifying or regressing blood pressure and/or heart rate. However, there are no studies that apply this method to measuring blood sugar levels. Therefore, researchers are trying to apply IPPG for the classification of blood sugar levels. The researcher defines IPPG as a reflected signal from facial skin that is sourced from artificial light (such as a lamp) or environmental light which corresponds to hemoglobin (green color representation). This study aims to create a classification model of blood sugar levels and determine its accuracy. Researchers conducted data collection on 37 normal patients and 25 diabetic patients. Next, the researchers extracted IPPG signals, applied filters, segmented, and performed feature extraction. Finally, the researcher created a support vector machine (SVM) model with a radial basis function (RBF) kernel to perform the classification. The best model is obtained with parameters C of 53 and Gamma of 2. The model produces training accuracy, test accuracy, f1-score data for normal blood sugar, f1-score data for high blood sugar of 0.64, 0.60, 0.68, and 0.45. These results can be improved again by evaluating the process of data collection and feature selection.

Keywords : Diabetes, IPPG, SVM, Non-contact, Classification

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya skripsi dengan judul **“Perancangan Perangkat Lunak Klasifikasi Kadar Gula Darah Non-Kontak dengan Metode Support Vector Machine”**. 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 skripsi.
2. Nurwahyudi Widhiyanta dan Sri Lestari selaku orang tua yang telah mendukung dan mendoakan selama masa perkuliahan hingga terselesaikannya skripsi.
3. Bapak Herri Trilaksana, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Ketua Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga
4. Bapak Dr. Riries Rulaningtyas, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Biomedis Departemen Fisika Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Airlangga dan dosen penguji pertama yang telah banyak membantu saya dalam proses pengerjaan skripsi.
5. Franky Chandra Satria Arisgraha S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pertama dan Dr.Ir. Soegianto S, M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan banyak waktu dan tenaganya dalam proses bimbingan selama studi hingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Fadli Ama, S.T., M.T. selaku dosen penguji kedua yang telah banyak membantu saya dalam memahami lebih dalam mengenai kekurangan skripsi saya dan banyak meluangkan waktu untuk memungkinkan saya untuk dapat melalui proses pengerjaan skripsi ini.

7. Bapak dan Ibu dosen S1 Teknik Biomedis yang telah mendidik dan memberikan wawasan ilmu yang bermanfaat bagi penulis selama perkuliahan.
8. Kamailiya Ulfah yang telah membantu saya dalam banyak hal, termasuk dalam pengerjaan skripsi ini, sehingga saya dapat mengerjakan skripsi ini dengan lebih mudah dan cepat.
9. Alma Maxfira, Sonia Adilina, Fabian Daffa Mahendra, Lintang Pramayasti, dan teman-teman seangkatan saya yang lain, yang telah banyak mendukung saya dalam proses pengerjaan skripsi ini, sehingga saya dapat dengan mudah mendapatkan informasi dan bantuan.
10. Teman-teman mahasiswa dari prodi Teknik Biomedis yang ikut membantu dalam penyelesaian proposal skripsi ini.

Penulis menyadari 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, 1 November 2022

Penulis



Abdufattah Yurianta

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah	7
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Diabetes	8
2.1.1 Definisi dan sejarah	8
2.1.2 Klasifikasi	9
2.1.3 Diagnosis	12
2.1.4 Efek terhadap aliran darah dan komplikasinya	13
2.2 IPPG	14
2.2.1 Cara kerja	14
2.2.2 Metode pemrosesan sinyal penelitian terkait	16
2.3 <i>Machine Learning</i> (ML)	22
2.3.1 Definisi dan klasifikasi	22
2.3.2 <i>Support vector machine</i> (SVM)	23
2.3.3 ML untuk prediksi kadar gula darah penelitian terkait	24
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	27

3.3 Tahapan Penelitian.....	28
3.3.1 Studi Literatur	28
3.3.2 Pengambilan Data	28
3.3.3 Pemrosesan sinyal	29
3.3.4 Ekstraksi fitur	30
3.3.5 Pembuatan model <i>machine learning</i> SVM.....	31
3.3.6 Analisis dan evaluasi hasil.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Pengambilan Data	32
4.2 Pemrosesan Sinyal	35
4.2.1 Penentuan ROI	35
4.2.2 Ekstraksi Sinyal IPPG	37
4.2.3 Filter Sinyal IPPG	38
4.2.4 Ekstraksi Titik Puncak dan Lembah	41
4.2.5 Segmentasi Sinyal	42
4.3 Ekstraksi Fitur	43
4.3.1 Fitur Domain Waktu.....	43
4.3.2 Energi Kaiser-Teager	44
4.3.3 <i>K Value</i>	45
4.3.4 Profil Energi dari Sinyal IPPG	46
4.3.5 Seleksi Fitur	46
4.4 Pembuatan model <i>machine learning</i> SVM.....	48
4.5 Evaluasi Hasil	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
Daftar Pustaka.....	55
LAMPIRAN	59
Lampiran 1. Keterangan layak etik penelitian.....	59
Lampiran 2. Informed Consent Pengambilan Data Penelitian.....	60
Lampiran 3. Listing code yang digunakan	76

DAFTAR GAMBAR

No	Judul Tabel	Halaman
2.1.	Kriteria Standar Diagnosis IDF.	12
2.2.	Ilustrasi dari pembentukan rPPG.	15
2.3.	Tahapan estimasi heart rate.....	17
2.4.	Colormap dari area wajah.	19
2.5.	Ekstraksi sinyal IPPG.	19
2.6.	Ekstraksi titik puncak.....	21
2.7.	Cara kerja SVM.	24
2.8.	Cara kerja SVM pada soal nonlinear.	24
3.1.	Diagram rancangan penelitian	28
3.2.	Tahapan pemrosesan sinyal.	28
4.1.	Skema perekaman wajah pada Ruang Rekam Medis Puskesmas Mulyorejo.....	31
4.2.	Contoh gerakan kepala pada data mentah	33
4.3.	Distribusi Intensitas Pantulan Cahaya melalui Colormap	34
4.4.	Contoh pemrosesan gambar menggunakan MediaPipe untuk mendapat- kan face mesh.....	35
4.5.	Contoh hasil segmentasi ROI dan frame asalnya.....	36
4.6.	Contoh sinyal IPPG mentah dari Gambar 4.3 bagian kiri atas.....	37
4.7.	Sinyal IPPG hasil denoising referensi.....	38
4.8.	Hasil denoising dengan discrete wavelet transform (DWT).....	39
4.9.	Perbandingan sinyal hasil filtering.....	40
4.10.	Hasil ekstraksi puncak dan lembah pada sinyal.....	41
4.11.	Representasi fitur domain waktu pada sinyal.....	42
4.12.	<i>Boxplot</i> setiap fitur.....	46
4.13.	Parameter model SVM; (a) Gamma dan C bernilai 2 dan 53; (b) Gamma dan C bernilai 3 dan 56.....	49
4.14.	Sinyal IPPG; (a) <i>Spatial pooling</i> yang kurang; (b) <i>Spatial pooling</i> yang cukup.....	51

DAFTAR TABEL

No	Judul Tabel	Halaman
2.1.	Penyebab Sekunder Diabetes Melitus.....	9
2.2.	Kriteria Diabetes, Prediabetes, dan Normal Indonesia	13
2.3.	Fitur klasifikasi kadar gula darah.....	25
3.1.	Fitur yang akan diekstrak.....	30
4.1.	Fitur Domain Waktu.....	43
4.2.	Hasil terbaik akurasi dan <i>f1-score</i> model SVM dengan variasi gamma dan C.....	48