

REALISASI APLIKASI ANDROID PEMANDU *CARDIO-EXERCISE* DENGAN BANTUAN ALAT PEMANTAU DETAK JANTUNG DAN TEKANAN DARAH BERBASIS *OSCILLOMETRIC PHOTOPLETHYSMOGRAPHY*

Dhiyaa Putri Kaniawati 1122053

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Kristen Maranatha

Jl. Prof. Drg. Surya Sumantri 65, Bandung 40164, Indonesia

ABSTRAK

Kondisi jantung dan sistem kardiovaskular merupakan faktor yang sangat penting bagi kesehatan manusia. Untuk menjaga kondisi jantung terdapat dosis olahraga (*exercise*) yang harus dipenuhi. Dalam Tugas Akhir ini telah direalisasikan aplikasi Android pemandu *cardio-exercise* yang akan mengkalkulasi dosis *cardio-exercise* meliputi frekuensi, durasi, serta intensitas yang didasarkan pada umur dan *heart rate* masing-masing individu. Selain itu salah satu faktor indikasi penting kesehatan sistem kardiovaskular adalah *mean arterial pressure* atau rerata tekanan arteri. Sehingga di dalam Tugas Akhir ini juga telah dirancang dan direalisasikan sistem pemantau detak jantung dan tekanan darah berbasis *oscillometric photoplethysmography*.

Pada sistem yang direalisasikan digunakan modul *PulseSensor Amped* sebagai sensor *photoplethysmography* yang dapat mendeteksi perubahan volume di dalam arteri dan mendeteksi sinyal detak jantung. Untuk pendeteksian rerata tekanan arteri sistem bekerja berdasarkan metoda *oscillometric* dengan menggunakan tekanan satu titik di jari lengan yang diukur oleh sensor tekanan FSR dan mengandalkan tekanan hidrostatik yang bekerja pada pembuluh darah selama pengguna menggerakkan lengan. Tinggi relatif perangkat terhadap jantung yang mempengaruhi tekanan hidrostatik diukur dengan dua buah modul sensor *accelerometer+gyrometer* GY-521. Untuk pengolahan data dari setiap sensor digunakan Arduino Pro Mini sebagai mikrokontroler. Data pembacaan sensor yang telah diolah akan dikirimkan ke ponsel berbasis Android melalui komunikasi Bluetooth menggunakan modul HC-05. Selanjutnya data akan diolah lebih lanjut melalui aplikasi Android yang telah direalisasikan.

Dari hasil percobaan dan analisis yang dilakukan pada 36 sampel (18 pria dan 18 wanita) dengan rentang umur 15 hingga 70 tahun diambil kesimpulan bahwa realisasi sistem berhasil dilakukan dengan persentase kesalahan pengukuran *heart rate* dan MAP kurang dari 11%.

Kata kunci : Aplikasi Android, Cardio-Exercise, Detak Jantung, Tekanan Darah, Oscillometric, Photoplethysmography.

REALIZATION OF ANDROID APPLICATION FOR CARDIO-EXERCISE GUIDE WITH HELP OF HEART RATE AND BLOOD PRESSURE MONITORING DEVICE BASED ON OSCILLOMETRIC PHOTOPLETHYSMOGRAPHY

Dhiyaa Putri Kaniawati 1122053

Electrical Engineering Department, Faculty of Technology

Maranatha Christian University

Prof. Drg. Surya Sumantri Street number 65, Bandung 40164, Indonesia

ABSTRACT

Heart and cardiovascular system condition play a major role in human's well-being. There exist exercise dosage that must be met to maintain the condition of the heart. Android application for cardio-exercise guide has been realized in this Final Project to calculate cardio-exercise dosage in which consist of frequency, duration, and intensity that based on each individual's age and heart rate. In addition, mean arterial pressure are one of important indication factors regarding cardiovascular health. Therefore a heart rate and blood pressure monitoring device based on oscillometric photoplethysmography has been designed and realized too in this Final Project.

The realized system used PulseSensor Amped module as photoplethysmography sensor that able to detect volumetric change inside the artery and detect heart rate signal. For mean arterial pressure detection the system works based on oscillometric method that used one-point pressure on finger measured by pressure sensor FSR, and rely on hydrostatic pressure acting on blood vessels as user move their hand. The relative height between the device to heart that affect the hydrostatic pressure is measured by two accelerometer+gyrometer sensor module GY-521. Arduino Pro Mini is used as microcontroller for processing data from each sensor. Data from sensor readings that have been processed will be sent to an Android based phone via Bluetooth communication that utilizing module HC-05. Then the data will be processed further through Android application that have been realized.

From the result of experiment and analysis performed on 36 samples (18 men and 18 women) aged 15 to 70 years old it is concluded that the realization of the system successfully done with percentage of error for heart rate and MAP measurement are less than 11%.

Keywords: Android Application, Cardio-Exercise, Heart Rate, Blood Pressure, Oscillometric, Photoplethysmography.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR

PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xii

BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Identifikasi Masalah	3
I.3 Rumusan Masalah	3
I.4 Tujuan	3
I.5 Pembatasan Masalah	4
I.6 Sistematika Penulisan	5

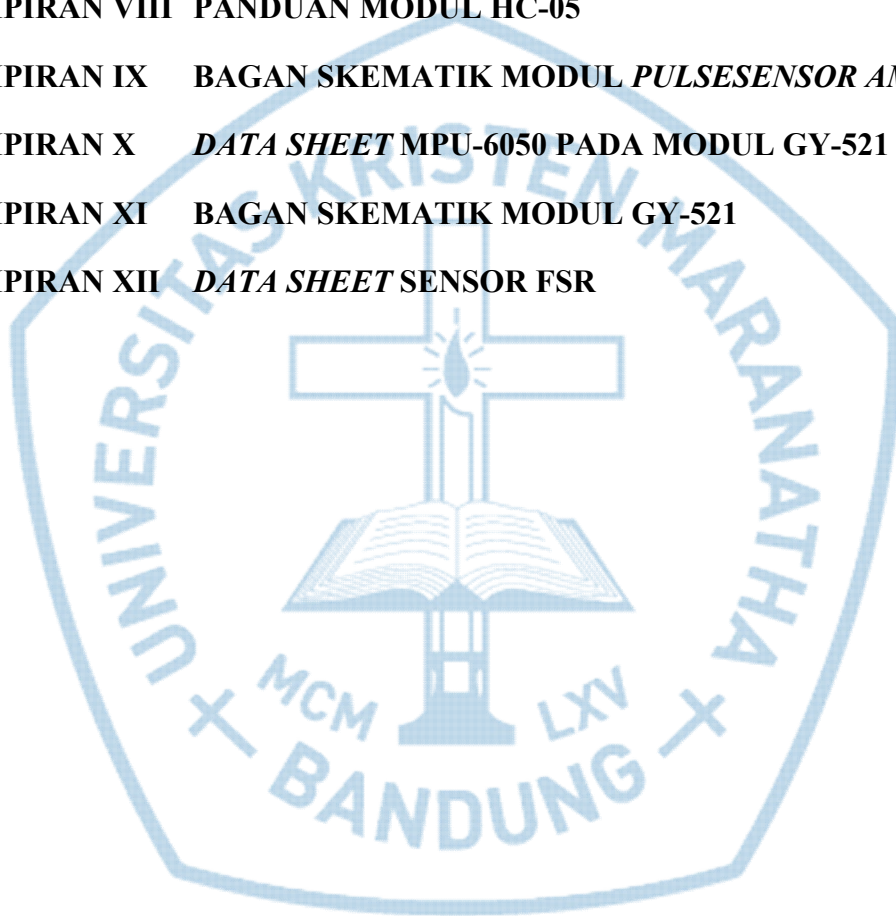
BAB II LANDASAN TEORI	7
II.1 Jantung	7
II.1.1 Detak Jantung (<i>Heart Rate/HR</i>)	8
II.2 <i>Cardiovascular Exercise</i>	8
II.2.1 Intensitas Olahraga	9
II.2.2 Durasi Olahraga	9

II.2.3 Frekuensi Olahraga	10
II.2.4 Hubungan Dosis <i>Cardiovascular Exercise</i> dan Detak Jantung ...	10
II.3 Rerata Tekanan Arteri (<i>Mean Arterial Pressure</i> /MAP)	11
II.4 <i>Photoplethysmography</i>	12
II.4.1 Korelasi PPG dan Tekanan Darah Arteri (<i>Arterial Blood Pressure</i> /ABP).....	15
II.4.2 Pengukuran Rerata Tekanan Arteri (<i>Mean Arterial Pressure</i> /MAP) Berbasis <i>Oscillometric</i> Menggunakan PPG.....	15
II.5 Aplikasi Android.....	21
II.5.1 <i>Software</i> Pengembangan Aplikasi Android	22
II.5.1.1 JDK (<i>Java Development Kit</i>).....	22
II.5.1.2 Eclipse	22
II.5.1.3 Android SDK (<i>Software Development Kit</i>)	22
II.5.1.4 <i>Android Development Tools</i> (ADT).....	23
II.5.2 Bahasa Java dan XML	23
II.6 Modul Arduino Pro Mini	27
II.6.1 Daya	28
II.6.2 Memori.....	29
II.6.3 Input dan Output	29
II.6.4 Komunikasi	30
II.6.5 Pemrograman	31
II.6.5.1 <i>Arduino Software</i>	31
II.6.5.2 <i>Library I²Cdevlib</i>	31
II.6.5.3 <i>Library GY-521 Dev Kit</i>	32
II.6.5.4 <i>Library PulseSensor Amped Arduino 1.4</i>	32

II.6.6 Reset Otomatis Melalui <i>Software</i>	32
II.7 <i>Force Sensing Resistor</i> (FSR).....	33
II.7.1 Karakteristik Tekanan Terhadap Tahanan	34
II.8 Modul Bluetooth HC-05 TTL.....	36
II.9 Modul <i>PulseSensor Amped</i>	39
II.10 Modul Sensor <i>Accelerometer</i> dan <i>Gyro</i> MPU-6050.....	40
II.10.1 Modul GY-521	41
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	42
III.1 Perancangan Sistem.....	42
III.2 Realisasi Alat.....	44
III.3 Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>) Sistem.....	48
III.3.1 Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>) Sistem Subrutin Pemantauan <i>Cardio-Exercise</i>	49
III.3.2 Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>) Sistem Subrutin Pengukuran MAP.....	50
III.4 Perancangan Program pada Arduino	51
II.4.1 Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>) dari Program pada Arduino	51
III.5 Perancangan Program Aplikasi pada Ponsel Berbasis Android	57
III.5.1 Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>) serta Perancangan Tampilan dari Aplikasi Android.....	58
BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS	84
IV.1 Pengamatan Sinyal Keluaran Modul <i>PulseSensor Amped</i>	84
IV.2 Pengamatan Hasil Pengukuran Sudut Kemiringan (<i>Tilt</i>) Modul GY-521 Menggunakan Aplikasi <i>BlueTerm</i>	85

IV.2.1 Pengamatan Hasil Pengukuran Sudut Kemiringan (<i>Tilt</i>)	
Modul GY-521 pada Lengan Atas	85
IV.2.2 Pengamatan Hasil Pengukuran Sudut Kemiringan (<i>Tilt</i>)	
Modul GY-521 pada Lengan Bawah	88
IV.2.2 Analisis Pengamatan Hasil Pengukuran Sudut Kemiringan	
(<i>Tilt</i>) Modul GY-521	90
IV.3 Pengamatan Hasil Pengukuran Tekanan Sensor FSR Menggunakan	
Aplikasi Android yang Telah Direalisasikan	91
IV.3.1 Analisis Pengamatan Hasil Pengukuran Tekanan	
Sensor FSR	93
IV.4 Data Hasil Pengujian dari Sistem yang Telah Direalisasikan	94
IV.4.1 Data dan Analisis Hasil Pengujian Terhadap Kelompok	
Sampel Laki-Laki	97
IV.4.2 Data dan Analisis Hasil Pengujian Terhadap Kelompok	
Sampel Perempuan	98
IV.4.3 Analisis Kesalahan pada Data Hasil Pengujian dari Sistem	
yang Telah Direalisasikan	98
BAB V PENUTUP	100
V.1 Simpulan	100
V.2 Saran	100
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN I BAGAN SKEMATIK SISTEM	
LAMPIRAN II PROGRAM UTAMA PADA ARDUINO PRO MINI	
LAMPIRAN III SUBPROGRAM GYRO.H PADA ARDUINO PRO MINI	

LAMPIRAN IV	SUBPROGRAM HEARTSENSOR.H PADA ARDUINO PRO MINI
LAMPIRAN V	PROGRAM UTAMA PADA APLIKASI ANDROID
LAMPIRAN VI	KODE PROGRAM UNTUK <i>LAYOUT</i> PADA APLIKASI ANDROID
LAMPIRAN VII	BAGAN SKEMATIK ARDUINO PRO MINI
LAMPIRAN VIII	PANDUAN MODUL HC-05
LAMPIRAN IX	BAGAN SKEMATIK MODUL <i>PULSESENSOR AMPED</i>
LAMPIRAN X	<i>DATA SHEET</i> MPU-6050 PADA MODUL GY-521
LAMPIRAN XI	BAGAN SKEMATIK MODUL GY-521
LAMPIRAN XII	<i>DATA SHEET</i> SENSOR FSR



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a)	Contoh sinyal PPG asli	13
Gambar 2.1 (b)	Turunan pertama sinyal PPG	13
Gambar 2.2	Posisi LED dan <i>Photodetector</i> (<i>Photodiode</i>) pada tipe <i>transmission</i>	14
Gambar 2.3	Posisi LED dan <i>Photodetector</i> (<i>Photodiode</i>) pada tipe <i>reflectance</i>	14
Gambar 2.4	Grafik amplituda sinyal PPG terhadap tekanan transmural	17
Gambar 2.5	Tekanan hidrostatik yang diakibatkan <i>offset</i> (<i>h</i>)	18
Gambar 2.6	Penjelasan mengenai besar θ_1 dan θ_2 serta panjang l_0 , l_1 , dan l_2	20
Gambar 2.7	Tampak depan (kiri) dan belakang (kanan) dari modul Arduino Pro Mini	27
Gambar 2.8	Tampak depan (gambar bawah) dan belakang (gambar atas) dari sensor FSR	34
Gambar 2.9	Kurva respon resistansi FSR terhadap tekanan dalam gram	34
Gambar 2.10	Kurva respon konduktansi FSR terhadap tekanan bernilai rendah	35
Gambar 2.11	Modul HC-05 beserta posisi beberapa <i>pin</i> -nya	36
Gambar 2.12	Modul <i>PulseSensor Amped</i>	39
Gambar 2.13	Modul <i>Accelerometer+Gyrometer</i> GY-521 beserta <i>pin</i> -nya	41
Gambar 3.1	Diagram blok sistem	42
Gambar 3.2	Skema sistem	44
Gambar 3.3	Rangkaian pembagi tegangan FSR	45
Gambar 3.4	Regulator tegangan 3,3V	46

Gambar 3.5	Regulator tegangan 5V (IC7805).....	47
Gambar 3.6	Rangkaian dalam sistem	47
Gambar 3.7	Gambar keseluruhan sistem yang direalisasikan	48
Gambar 3.8	Diagram alir sistem subrutin pemantauan <i>cardio-exercise</i>	49
Gambar 3.9	Diagram alir sistem subrutin pengukuran MAP	50
Gambar 3.10	Bagian pertama diagram alir program Arduino.....	52
Gambar 3.11	Bagian terakhir diagram alir program Arduino	54
Gambar 3.12	Bagian pertama diagram alir aplikasi Android secara garis besar.....	58
Gambar 3.13 (a)	Layout pada saat Bluetooth telah aktif	59
Gambar 3.13 (b)	Layout pada saat Bluetooth belum aktif	59
Gambar 3.14	Layout untuk memilih perangkat Bluetooth	61
Gambar 3.15	Bagian terakhir diagram alir aplikasi Android secara garis besar.....	62
Gambar 3.16	Layout menu utama setelah <i>pairing</i> dengan HC-05	63
Gambar 3.17 (a)	Layout pada saat user menekan tombol menu.....	66
Gambar 3.17 (b)	Layout penjelasan singkat aplikasi Android.....	66
Gambar 3.18	Bagian pertama diagram alir aplikasi Android subrutin <i>Cardio exercise</i>	67
Gambar 3.19 (a)	Layout <i>cardio-exercise</i>	68
Gambar 3.19 (b)	Tampilan <i>layout</i> pada saat <i>user</i> memasukkan umur.....	68
Gambar 3.20	Bagian kedua diagram alir aplikasi Android subrutin <i>Cardio exercise</i>	69
Gambar 3.21	Bagian ketiga diagram alir aplikasi Android subrutin <i>Cardio-exercise</i>	70

Gambar 3.22	Bagian terakhir diagram alir aplikasi Android subrutin <i>Cardio exercise</i>	71
Gambar 3.23	Bagian pertama diagram alir aplikasi Android subrutin Pengukuran MAP	72
Gambar 3.24	Tampilan <i>layout</i> tekanan FSR	74
Gambar 3.25	Instruksi pertama untuk <i>user</i> pada saat pengukuran MAP	75
Gambar 3.26 (a)	<i>Layout</i> untuk memasukkan panjang l_1 dan l_2	77
Gambar 3.26 (b)	Tampilan <i>layout</i> pada saat <i>user</i> memasukkan panjang l_1	77
Gambar 3.27	Bagian terakhir diagram alir aplikasi Android subrutin Pengukuran MAP	78
Gambar 3.28	Instruksi kedua untuk <i>user</i> pada saat pengukuran MAP	79
Gambar 3.29	<i>Layout</i> untuk menampilkan hasil akhir pengukuran MAP	80
Gambar 3.30	Contoh data <i>array</i> parsial yang diamati melalui aplikasi BlueTerm	82
Gambar 4.1	Hasil pengamatan sinyal keluaran modul <i>PulseSensor</i> <i>Amped</i>	84
Gambar 4.2	Hasil pengukuran sudut kemiringan gyro_1 pada posisi mula-mula	85
Gambar 4.3	Hasil pengukuran sudut kemiringan gyro_1 setelah diputar 90° ke kanan satu kali	86
Gambar 4.4	Hasil pengukuran sudut kemiringan gyro_1 setelah diputar 90° ke kanan dua kali	87
Gambar 4.5	Hasil pengukuran sudut kemiringan gyro_1 setelah diputar 90° ke kanan tiga kali	87
Gambar 4.6	Hasil pengukuran sudut kemiringan gyro_2 pada posisi mula-mula	88

Gambar 4.7	Hasil pengukuran sudut kemiringan gyro_2 setelah diputar 90° ke kanan satu kali	89
Gambar 4.8	Hasil pengukuran sudut kemiringan gyro_2 setelah diputar 90° ke kanan dua kali	89
Gambar 4.9	Hasil pengukuran sudut kemiringan gyro_2 setelah diputar 90° ke kanan tiga kali	90
Gambar 4.10	FSR yang akan diuji dan anak timbangan bernilai 2 gram	91
Gambar 4.11	Hasil pengujian pengukuran FSR dengan beban 2 gram	92
Gambar 4.12	FSR yang akan diuji dan anak timbangan bernilai 1 dan 2 gram	92
Gambar 4.13	Hasil pengujian pengukuran FSR dengan beban 1 dan 2 gram	93
Gambar 4.14	Foto alat acuan merk Sammora model SM-168	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Dosis cardiovascular exercise.....	10
Tabel 2.2	Fungsi dasar dalam pemrograman aplikasi Android	23
Tabel 2.3	Komponen yang digunakan dalam <i>layout</i> aplikasi Android.....	24
Tabel 2.4	Spesifikasi dari modul Arduino Pro Mini.....	28
Tabel 2.5	Deskripsi <i>pin</i> dari modul HC-05.....	37
Tabel 3.1	Pin yang digunakan pada Arduino Pro Mini	46
Tabel 4.1	Data hasil pengujian kelompok sampel laki-laki.....	96
Tabel 4.2	Data hasil pengujian kelompok sampel perempuan	97

