UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Kualitas Sinyal PPG dari Samsung Galaxy Watch5 Terhadap Perangkat Polar H10 Sebagai Reference-Grade
Hanief Anwar Hayat, Dr. Bimo Sunarfri Hantono, S.T., M.Eng.; Ahmad Ataka Awwalur Rizqi, S.T., PhD.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN iii
HALAMAN PERSEMBAHAN iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI v
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR SINGKATAN xv
INTISARI xvi
ABSTRACT xvii
BAB I Pendahuluan 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Sistematika Penulisan 4
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori 6
2.1 Tinjauan Pustaka 6
2.2 Dasar Teori 7
2.2.1 Anatomi dan Fisiologi Kardiovaskular Dasar 7
2.2.2 Konsep Dasar Pengolahan Sinyal Digital 8
2.2.3 *Photoplethysmogram* (PPG) 8
2.2.3.1 Deteksi Puncak Sistolik PPG 9
2.2.4 *Electrocardiogram* (ECG) 12
2.2.4.1 Deteksi Gelombang R Pan-Tompkins 14
2.2.4.2 Pendekatan Deteksi Berbasis Perangkat Lunak (NeuroKit dan SciPy) 14
2.2.5 *Heart Rate Variability* (HRV) 15
2.2.5.1 Analisis Ranah Waktu *(Time-Domain Analysis)* 16
2.2.5.2 Analisis Ranah Frekuensi *(Frequency-Domain Analysis)* 18
2.2.5.3 Aplikasi Klinis 21
2.2.6 Stres Mental 22
2.2.6.1 *Stroop Color-Word Test* (SWCT) 23
2.2.6.2 *Trier Mental Challenge Test* (TMCT) 24

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Kualitas Sinyal PPG dari Samsung Galaxy Watch5 Terhadap Perangkat Polar H10 Sebagai Reference-Grade
Hanief Anwar Hayat, Dr. Bimo Sunarfri Hantono, S.T., M.Eng.; Ahmad Ataka Awwalur Rizqi, S.T., PhD.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2.6.3 *Perceived Stress Scale* (PSS) 24
2.2.7 Praproses Sinyal 25
2.2.7.1 Penyesuaian Waktu 26
2.2.7.2 Filter *Butterworth Bandpass* 26
2.2.7.3 *Motion Artifact* pada Sinyal PPG *Wearable* 27
2.2.7.4 *Upsampling* dan Interpolasi 30
2.2.8 Penilaian Kualitas Sinyal (*Signal Quality Assessment*) 33
2.2.9 Metode Validasi Statistik 39
2.2.9.1 Korelasi Pearson dan Spearman 39
2.2.9.2 *Mean Absolute Error* (MAE) dan RMSE 40
2.2.9.3 *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC) 41
2.2.9.4 Analisis *Bland-Altman* 42
2.3 Analisis Perbandingan Metode 43
2.3.1 Analisis Perbandingan Metode Hubungan PPG dengan ECG 44
2.3.2 Analisis Perbandingan Prosedur Penelitian 48
BAB III Metode Penelitian 52
3.1 Alat Penelitian 52
3.2 Metode yang Digunakan 54
3.2.1 Subjek Penelitian 55
3.2.1.1 Kriteria Inklusi 55
3.2.1.2 Kriteria Eksklusi 55
3.2.1.3 Populasi dan Sampel 55
3.2.2 Waktu pengambilan Data 56
3.2.3 Tugas Subjek 56
3.2.4 Prosedur Pengambilan Data 58
3.2.5 Rancangan Analisis Data 59
3.3 Alur Tugas Akhir 59
3.3.1 Persiapan Instrumen Penelitian 60
3.3.1.1 Pengembangan Perangkat Lunak Aplikasi Pengumpulan Data 60
3.3.1.2 Pengembangan Perangkat Lunak Website Perangkat Tes 62
3.4 Pertimbangan Etis 64
BAB IV Hasil dan Pembahasan 65
4.1 Bandpass *Filtering* 65
4.2 *Motion Artifact* Detection and Correction 67
4.2.1 Deteksi Artifact Segment-Based 68
4.2.2 Artifact Correction 68
4.2.3 Hasil MADC pada Data PPG Green 69
4.3 SQA (Signal Quality Assessment) 69

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Kualitas Sinyal PPG dari Samsung Galaxy Watch5 Terhadap Perangkat Polar H10 Sebagai Reference-Grade
Hanief Anwar Hayat, Dr. Bimo Sunarfri Hantono, S.T., M.Eng.; Ahmad Ataka Awwalur Rizqi, S.T., PhD.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.3.1 Hasil Implementasi SQA 70
4.3.1.1 Distribusi Kualitas Segmen 70
4.3.1.2 Statistik Indikator Individual 71
4.3.1.3 Kelayakan Data untuk Analisis HRV 71
4.3.2 Diskusi 71
4.4 PPG *Upsampling* and Peak Detection 73
4.4.1 Algoritma Deteksi Puncak Adaptif (*Adaptive Peak Detection*) 74
4.5 HRV Feature Extraction and Comparison 75
4.5.1 Ekstraksi Fitur HRV 75
4.5.1.1 Pembentukan Deret RR Interval 75
4.5.1.2 Penyaringan *Outlier* RR Interval (3-Layer *Filtering*) 76
4.5.1.3 Komputasi Fitur Domain Waktu (*Time-Domain*) 76
4.5.1.4 Komputasi Fitur *Frequency-Domain* 77
4.5.2 Analisis Validasi Statistik 79
4.5.2.1 Analisis Korelasi (Pearson dan Spearman) 79
4.5.2.2 Metrik Kesalahan: MAE dan RMSE 80
4.5.2.3 Intraclass Correlation Coefficient ICC(2,1) 81
4.5.2.4 Analisis Bland-Altman 82
4.5.3 Pembahasan: Perbandingan Performa Fitur HRV pada Kondisi Stres vs Relaks 84
4.5.3.1 Pola Degradasi Performa pada Kondisi Stres 84
4.5.3.2 Mekanisme Fisiologis Degradasi Performa saat Stres 86
4.5.3.3 Perbandingan dengan Literatur 86
4.5.4 Interpretasi Fisiologis dan Implikasi untuk Klasifikasi Stres 87
4.5.5 Ringkasan 88
BAB V Kesimpulan dan Saran 89
5.1 Kesimpulan 89
5.2 Saran 90
DAFTAR PUSTAKA 91
LAMPIRAN L-1
L.1 Perhitungan Ukuran Sampel L-1
L.2 *Ethical Clearance* L-3
L.3 Dokumentasi Proses Pengambilan Data L-12
L.4 Lampiran Kode Sumber Direktori Terpilih L-13
L.5 ECG *Preprocessing* L-13
L.5.1 Filter Bandpass, *Outlier* Removal, Resampling, dan Normalisasi L-13
L.5.2 *Pipeline* Utama Dua-Pass L-14
L.6 PPG Green Filtered L-16
L.6.1 Bandpass *Filtering* PPG Green L-16

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Kualitas Sinyal PPG dari Samsung Galaxy Watch5 Terhadap Perangkat Polar H10 Sebagai Reference-Grade
Hanief Anwar Hayat, Dr. Bimo Sunarfri Hantono, S.T., M.Eng.; Ahmad Ataka Awwalur Rizqi, S.T., PhD.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

L.7 PPG Green MADC New L-17
L.7.1 Indikator Deteksi *Motion Artifact* L-17
L.7.2 Strategi Koreksi *Motion Artifact* dan HRV Safety Check L-19
L.7.3 *Pipeline* MADC L-22
L.8 PPG Green SQA Simple L-23
L.8.1 SQA Sederhana Berbasis Lima Indikator L-23
L.9 PPG Green Peak Detection L-25
L.9.1 *Upsampling*, Peak Detection, dan RR Interval L-26
L.10 HRV Validation L-27
L.10.1 Ekstraksi HRV dan Penyaringan RR L-27
L.10.2 Korelasi, ICC, MAE, RMSE, dan Bland–Altman L-29