

SKRIPSI

**KLASIFIKASI TEKANAN DARAH DARI SINYAL EKG DAN
PPG MENGGUNAKAN METODE *WAVELET TRANSFORM*
DAN *RANDOM FOREST***

***CLASSIFICATION OF BLOOD PRESSURE FROM ECG AND
PPG SIGNALS USING WAVELET TRANSFORM METHOD AND
RANDOM FOREST***



Disusun oleh

YULIANTO TRI ATMOJO

18101107

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2022

SKRIPSI

**KLASIFIKASI TEKANAN DARAH DARI SINYAL EKG DAN
PPG MENGGUNAKAN METODE *WAVELET TRANSFORM*
DAN *RANDOM FOREST***

***CLASSIFICATION OF BLOOD PRESSURE FROM ECG AND
PPG SIGNALS USING WAVELET TRANSFORM METHOD AND
RANDOM FOREST***



Disusun oleh

YULIANTO TRI ATMOJO

18101107

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2022

**KLASIFIKASI TEKANAN DARAH DARI SINYAL EKG DAN
PPG MENGGUNAKAN METODE *WAVELET TRANSFORM*
DAN *RANDOM FOREST***

***CLASSIFICATION OF BLOOD PRESSURE FROM ECG AND
PPG SIGNALS USING WAVELET TRANSFORM METHOD AND
RANDOM FOREST***

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto
2022**

Disusun oleh

**YULIANTO TRI ATMOJO
18101107**

DOSEN PEMBIMBING

**Rahmat Widadi, S.Pd., M.Eng.
Muhammad Yusro, S.T., M.Biotech.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2022

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**KLASIFIKASI TEKANAN DARAH DARI SINYAL EKG DAN
PPG MENGGUNAKAN METODE *WAVELET TRANSFORM*
DAN *RANDOM FOREST***

***CLASSIFICATION OF BLOOD PRESSURE FROM ECG AND
PPG SIGNALS USING WAVELET TRANSFORM METHOD AND
RANDOM FOREST***

Disusun oleh
YULIANTO TRI ATMOJO
18101107

Telah dipertanggung jawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal
23 Agustus 2022

Tim Pembimbing

Pembimbing Utama : Rahmat Widadi, S.Pd., M.Eng.
NIDN. 0631039201

Pembimbing Pendamping : Muhammad Yusro, S.T., M.Biotech.
NIDN. 0619048901

Penguji : Khoirun Ni'amah, S.T., M.T.
NIDN. 0619129301

Penguji : Kholidiyah Masykuroh, S.T., M.T.
NIDN. 19860018

()

()

()

()

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi
Institut Teknologi Telkom Purwokerto


Prasetio Yulianto, S.T., M.T.
NIDN. 0620079201

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, **YULIANTO TRI ATMOJO**, menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**KLASIFIKASI TEKANAN DARAH DARI SINYAL EKG DAN PPG MENGGUNAKAN METODE *WAVELET TRANSFORM* DAN *RANDOM FOREST***” adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuai melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 11 Agustus 2022

Yang menyatakan,



(Yulianto Tri Atmojo)

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“KLASIFIKASI TEKANAN DARAH DARI SINYAL EKG DAN PPG MENGGUNAKAN METODE *WAVELET TRANSFORM* DAN *RANDOM FOREST*”**.

Maksud dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian sarjana Teknik Telekomunikasi pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Dalam penyusunan skripsi ini, banyak pihak yang sangat membantu penulis dalam berbagai hal. Oleh karena itu, penulis sampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Dr. Arifianto Fahmi, S.T., M.T.,IPM selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
2. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro.
3. Bapak Prasetyo Yuliantoro, S.T., M.Eng. ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi.
4. Bapak Rahmat Widadi, S.Pd., M.Eng. selaku pembimbing I.
5. Bapak Muhammad Yusro, S.T., M.Biotech. selaku pembimbing II.
6. Seluruh Dosen, Staf dan Karyawan Program studi S1 Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
7. Bapak, Ibu, S1TT06C, Anak Ngopi Udut, Famous Squad, Risvandana, Cakra, Bunda KLC, Crunch Baby, Banyumas Beatles Community, Jess Udu Community, Saisaka, Djong Java, Simphony Ska, WD Project selaku keluarga dan teman-teman saya yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Purwokerto, 11 Agustus 2022



(Yulianto Tri Atmojo)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR KODE SUMBER.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 BATASAN MASALAH.....	2
1.4 TUJUAN.....	2
1.5 MANFAAT.....	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 KAJIAN PUSTAKA.....	4
2.2 DASAR TEORI.....	10
2.2.1 TEKANAN DARAH.....	10
2.2.2 ARTERIAL BLOOD PRESSURE.....	13
2.2.3 EKG.....	13
2.2.4 PPG.....	15
2.2.5 PTT.....	16
2.2.6 Transformasi <i>Wavelet</i>	18
2.2.7 <i>Discrete Wavelet Transform</i>	19
2.2.8 <i>Thesholding</i>	21
2.2.9 <i>Random Forest</i>	21
2.2.10 <i>Classification and Regression Trees (CART)</i>	22
2.2.11 <i>Algoritma Random Forest</i>	23

2.2.12 <i>Confusion Matrix</i>	25
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 ALAT DAN BAHAN	26
3.1.1 Dataset.....	26
3.1.2 Perangkat.....	28
3.2 ALUR PENELITIAN	28
3.3 <i>PREPROCESSING</i>	31
3.3.1 <i>Denoising</i>	31
3.3.2 Dekomposisi DWT	32
3.3.3 <i>Thresholding</i>	33
3.3.4 Rekonstruksi Sinyal	34
3.4 EKSTRAKSI DAN KOMPUTASI FITUR	35
3.4.1 Deteksi Sinyal Puncak	35
3.4.2 Komputasi Fitur	36
3.5 KLASIFIKASI <i>RANDOM FOREST</i>	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 DATA PENGUJIAN.....	38
4.2 <i>SMOOTHING</i> SINYAL.....	38
4.3 <i>PREPROCESSING</i> SINYAL.....	39
4.4 DETEKSI SINYAL PUNCAK	40
4.5 SKENARIO UJI COBA.....	45
4.5.1 Skenario Uji Coba 1	45
4.5.2 Skenario Uji Coba 2	46
4.5.3 Skenario Uji Coba 3	48
4.6 ANALISIS HASIL UJI COBA.....	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1 KESIMPULAN	52
5.2 SARAN	52
LAMPIRAN.....	53
DAFTAR PUSTAKA	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pengukuran Tekanan Darah Secara Langsung.....	12
Gambar 2. 2 Pengukuran Tekanan Darah Menggunakan Sphygmomanometer. ...	13
Gambar 2. 3 Gelombang EKG Normal.....	14
Gambar 2. 4 Gelombang Sinyal PPG.....	15
Gambar 2. 5 Aliran Arteri pada Jari.....	16
Gambar 2. 6 Definisi PTT.....	17
Gambar 2. 7 Dekomposisi <i>Wavelet</i>	20
Gambar 2. 8 <i>Flowchart</i> Algoritma <i>Random Forest</i>	22
Gambar 2. 9 Ilustrasi <i>Random Forest</i>	24
Gambar 3. 1 Data rekaman sinyal pada satu individu.....	26
Gambar 3. 2 Visualisasi Sinyal ECG	27
Gambar 3. 3 Visualisasi Sinyal Tekanan ABP	27
Gambar 3. 4 Visualisasi Sinyal PPG.....	28
Gambar 3. 5 Alur Diagram	30
Gambar 4. 1 Sinyal <i>Original</i> ECG.....	38
Gambar 4. 2 Sinyal <i>Smoothing</i> ECG	38
Gambar 4. 3 Sinyal <i>Original</i> PPG	39
Gambar 4. 4 Sinyal <i>Smoothing</i> PPG	39
Gambar 4. 5 Sinyal <i>Preprocessing</i> ECG	39
Gambar 4. 6 Sinyal <i>Preprocessing</i> PPG	40
Gambar 4. 7 Deteksi Sinyal Puncak atas dan bawah ECG	40
Gambar 4. 8 Deteksi Sinyal Puncak atas dan bawah PPG.....	41
Gambar 4. 9 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=2$, $T=1$, dan $S=30$	46
Gambar 4. 10 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=6$, $T=1$, dan $S=30$	48
Gambar 4. 11 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=10$, $T=1$, dan $S=60$	49
Gambar A. 1 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=2$, $T=1$, dan $S=1$	53
Gambar A. 2 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=2$, $T=1$, dan $S=30$	53
Gambar A. 3 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=2$, $T=1$, dan $S=60$	54
Gambar A. 4 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=2$, $T=50$, dan $S=1$	54
Gambar A. 5 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=2$, $T=50$, dan $S=30$	55
Gambar A. 6 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=2$, $T=50$, dan $S=60$	55

Gambar A. 7 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=2$, $T=100$, dan $S=1$	56
Gambar A. 8 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=2$, $T=100$, dan $S=30$	56
Gambar A. 9 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=2$, $T=100$, dan $S=60$	57
Gambar A. 10 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=6$, $T=1$, dan $S=1$	57
Gambar A. 11 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=6$, $T=1$, dan $S=30$	58
Gambar A. 12 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=6$, $T=1$, dan $S=60$	58
Gambar A. 13 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=6$, $T=50$, dan $S=1$	59
Gambar A. 14 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=6$, $T=50$, dan $S=30$	59
Gambar A. 15 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=6$, $T=50$, dan $S=60$	60
Gambar A. 16 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=6$, $T=100$, dan $S=1$	60
Gambar A. 17 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=6$, $T=100$, dan $S=30$	61
Gambar A. 18 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=6$, $T=100$, dan $S=60$	61
Gambar A. 19 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=10$, $T=1$, dan $S=1$	62
Gambar A. 20 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=10$, $T=1$, dan $S=30$	62
Gambar A. 21 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=10$, $T=1$, dan $S=60$	63
Gambar A. 22 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=10$, $T=50$, dan $S=1$	63
Gambar A. 23 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=10$, $T=50$, dan $S=30$	64
Gambar A. 24 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=10$, $T=50$, dan $S=60$	64
Gambar A. 25 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=10$, $T=100$, dan $S=1$	65
Gambar A. 26 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=10$, $T=100$, dan $S=30$	65
Gambar A. 27 <i>Confusion Matrix</i> dengan Nilai $K=10$, $T=100$, dan $S=60$	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rangkuman Keterkaitan dengan Penelitian Sebelumnya	7
Tabel 2. 2 Klasifikasi Tekanan Darah.....	11
Tabel 2. 3 <i>Confusion Matrix</i> Dua Kelas.	25
Tabel 3. 1 Implementasi Perangkat.....	28
Tabel 4. 1 Hasil Klasifikasi Tekanan Darah	42
Tabel 4. 2 Performa Menggunakan Nilai $K=2$	45
Tabel 4. 3 Performa Menggunakan Nilai $K=6$	47
Tabel 4. 4 Performa Menggunakan Nilai $K=10$	49

DAFTAR KODE SUMBER

Kode Sumber 4. 1 Kode masukan dan <i>Smoothing</i>	31
Kode Sumber 4. 2 Kode Program DWT pada sinyal ECG	32
Kode Sumber 4. 3 Kode Program DWT pada sinyal PPG.....	33
Kode Sumber 4. 4 Kode Program <i>Thresholding</i>	34
Kode Sumber 4. 5 Kode Program Rekonstruksi Sinyal ECG dan PPG.....	35
Kode Sumber 4. 6 Kode Program Deteksi Puncak Atas dan Bawah ECG	35
Kode Sumber 4. 7 Kode Program Deteksi Puncak Atas dan Bawah PPG.....	35
Kode Sumber 4. 8 Kode Program Komputasi Fitur.....	36