



**UNIVERSITAS PERTAHANAN RI**

**PENGUKURAN DETAK JANTUNG MELALUI EKG SECARA  
*REAL-TIME* BERBASIS IOT UNTUK PENGAWASAN  
LATIHAN PRAJURIT**

**ANRY CHRISTIANO TAMBUNAN    320200402008**

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
dalam Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI PERTAHANAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
BOGOR, 2024**

## LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Anry Christiano Tambunan  
NIM : 320200402008  
Program Studi : Sarjana Teknik Elektro  
Fakultas : Sains dan Teknologi Pertahanan  
Judul Skripsi : Pengukuran Detak Jantung Melalui EKG  
Secara *Real-Time* Berbasis IoT Untuk  
Pengawasan Latihan Prajurit

Pembimbing I



Dr. H. Hendrana Tjahjadi, S.T.,  
M.Si. NIDN. 0321077101

Tanggal: 25 Juli 2024

Pembimbing II



Ahmad Darwin, S.E., M.Pd  
Penata Tk. I III/d

NIP. 197105252006041001

Tanggal: 25 Juli 2024

Mengetahui,

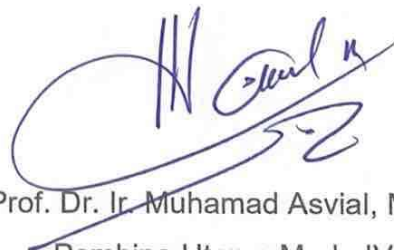
Kepala Program Studi  
Teknik Elektro



Dr. Sunarta, M.T.  
Kolonel Laut (E) NRP. 12898/P  
Tanggal: 26 Juli 2024

Dekan


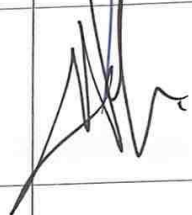



Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan



Prof. Dr. Ir. Muhamad Asvial, M.Eng.  
Pembina Utama Muda IV/c  
Tanggal: 25 Juli 2024

### LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Anry Christiano Tambunan  
NIM : 320200402008  
Program Studi : Sarjana Teknik Elektro  
Fakultas : Sains dan Teknologi Pertahanan  
Judul Skripsi : Pengukuran Detak Jantung Melalui EKG Secara  
*Real-Time* Berbasis IoT Untuk Pengawasan Latihan  
Prajurit

No.	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing I: Dr. H. Hendrana Tjahjadi, S.T., M.Si. NIDN. 0321077101		24 Juli 2024
2	Dosen Pembimbing II: Ahmad Darwin, S.E., M.Pd Penata Tk. I III/d NIP. 197105252006041001		25 Juli 2024
3	Dosen Penguji I: Iqbal Ahmad Dahlan, S.T., M.T. Penata Tk. I III/b NIP. 199007222022031001		24 Juli 2024
4	Dosen Penguji II: Wibby Aldryani Astuti Praditasari, S.T., M.T., M.Eng. Penata Tk. I III/b NIP. 199012272022032005		24 Juli 2024
5	Dosen Penguji III: Agus Sunardi, S.H., M.H., M.Han., CHRMP Kolonel Mar NRP. 10418/P NIDN. 0406047403		24 Juli 2024

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf subab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian harus terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 26 Juli 2024



Anry Christiano Tambunan

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur peneliti panjatkan kehadiran Tuhan Yesus, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi dengan judul “Pengukuran Detak Jantung Melalui EKG Secara Real-Time Berbasis IoT Untuk Pengawasan Latihan Prajurit “ dapat diselesaikan.

Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan (FSTP) Universitas Pertahanan RI.

Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada :

1. Letnan Jenderal TNI Jonni Mahroza, Ph.D. selaku Rektor Universitas Pertahanan RI;
2. Prof. Dr. Ir. Muhamad Asvial, M.Eng. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan (FSTP) Universitas Pertahanan RI;
3. Dr. H. Hendrana Tjahjadi, S.T., M.Si. selaku Dosen Pembimbing 1 kami yang telah meluangkan waktu dan energinya untuk mengarahkan dan membimbing peneliti menghadapi kesulitan selama mengerjakan skripsi ini;
4. Ahmad Darwin, S.E., M.Pd selaku Dosen Pembimbing 2 kami yang juga memberikan waktu dan energinya untuk memberi arahan dan masukan kepada peneliti dalam penyusunan skripsi ini;
5. Kolonel Laut (E) Dr. Sunarta, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro yang telah mendukung dan membimbing kami selaku mahasiswa prodi teknik elektro selama menjalani proses perkuliahan;

6. Sahwan Tambunan, selaku Ayahanda peneliti yang telah memberikan doa dan semangat sehingga peneliti mampu berjuang selama pendidikan sampai pada tahap akhir ini;
7. Siswo Hadi Sumantri dan Ratna Dewi, selaku kerabat dekat peneliti yang telah memberikan bimbingan dan dukungan sampai peneliti mampu melangkah di titik ini;
8. Seluruh dosen Universitas Pertahanan RI khususnya Program Studi Teknik Elektro yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan pengajaran yang sangat bermanfaat bagi peneliti;
9. Dosen-dosen penguji mulai dari Seminar Proposal, Seminar Hasil hingga Sidang Skripsi yang telah memberikan kontribusi, arahan, kritik, dan saran demi penyempurnaan penelitian skripsi ini;
10. Rekan-rekan Kadet Mahasiswa Universitas Pertahanan RI Cohort 1, terutama rekan Kadet Mahasiswa Prodi Teknik Elektro yang selama ini telah berjuang bersama sehingga mengajarkan pentingnya makna solidaritas, kebersamaan, dan saling mengasahi;
11. Dan seluruh pihak yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan skripsi yang tidak bisa disebutkan satu per satu;

Akhirnya peneliti menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini jauh dari sempurna, baik isi, pemilihan bahasa maupun sistematika penulisannya. Namun peneliti mengharapkan bantuan berupa saran dan kritik yang konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat terhadap ilmu pertahanan dan bagi pembaca sekalian.

Bogor, 17 Juli 2024

Anry Christiano Tambunan

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ANRY CHRISTIANO TAMBUMAN  
NIM : 320200402008  
Program Studi : TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas : FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI MILITER  
Jenis Karya : SKRIPSI

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: **PENGUKURAN DETAK JANTUNG MELALUI EKG SECARA REAL-TIME BERBASIS IOT UNTUK PENGAWASAN LATIHAN PRAJURIT**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor  
Pada tanggal : 23 Juli 2024  
Yang menyatakan



---

Anry Christiano Tambunan

## **ABSTRAK**

### **Pengukuran Detak Jantung Melalui EKG Secara Real-Time Berbasis Iot Untuk Pengawasan Latihan Prajurit**

**Anry Christiano Tambunan**

Kondisi kesehatan prajurit berpengaruh dalam menjalankan tugas melindungi Negara Indonesia, terutama masalah penyakit jantung menjadi perhatian serius, terutama bagi prajurit TNI yang menjalani latihan fisik intensif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji prototipe sistem pemantauan EKG dan detak jantung berbasis IoT yang dapat digunakan untuk pengawasan latihan prajurit TNI secara real-time untuk meningkatkan deteksi dini kesehatan prajurit selama latihan. Perancangan prototipe ini juga ditujukan untuk menciptakan solusi yang berbiaya rendah dan fleksibel, sehingga mudah dibawa ke berbagai lokasi latihan. Prototipe ini menggunakan sensor EKG AD8232 untuk mendeteksi aktivitas listrik jantung, mikrokontroler ESP32 untuk pengolahan data dan konektivitas, serta layar Nextion untuk menampilkan informasi secara langsung. Data EKG dan detak jantung dikirimkan secara real-time ke server Ubidots berbasis cloud menggunakan koneksi Wi-Fi untuk pemantauan jarak jauh melalui web. Pengukuran hasil rekam jantung pada subjek dilakukan dengan metode Resting EKG dan Stress EKG. Prototipe yang dirancang berhasil mengukur dan menampilkan sinyal EKG dan detak jantung secara real-time pada layar dan pada server cloud ubidots. Desain prototipe yang ringan dan portabel memudahkan penggunaan di berbagai lokasi latihan. Namun keakuratan hasil pengukuran belum mendapatkan hasil yang baik perancangan prototipe ini belum menjadi solusi efektif untuk pertimbangan medis karena ada resiko penyimpangan nilai ukur yang besar.

Kata Kunci: EKG berbiaya rendah, Detak Jantung, IoT, Real-Time, Pengawasan Latihan Prajurit, Ad8232

## ***ABSTRACT***

### **Real-Time IoT-Based ECG and Heart Rate Measurement for Soldier Training Monitoring**

**Anry Christiano Tambunan**

The health condition of soldiers significantly impacts their ability to fulfill their duty of protecting Indonesia, with heart disease being a serious concern, particularly for TNI soldiers undergoing intense physical training. This research aims to develop and test a prototype of a real-time IoT-based ECG and heart rate monitoring system to enhance early detection of soldiers' health during training. The prototype is also designed to be low-cost and flexible, making it easy to carry to various training locations. This prototype uses the AD8232 ECG sensor to detect the heart's electrical activity, an ESP32 microcontroller for data processing and connectivity, and a Nextion display to show information directly. ECG and heart rate data are transmitted in real-time to the Ubidots cloud server using Wi-Fi for remote monitoring via the web. Heart recording measurements on subjects are performed using Resting ECG and Stress ECG methods. The designed prototype successfully measures and displays real-time ECG signals and heart rate on the screen and the Ubidots cloud server. The lightweight and portable design of the prototype facilitates its use in various training locations. However, the accuracy of the measurements has not yet achieved satisfactory results, indicating that this prototype design is not yet an effective solution for medical consideration due to the risk of significant measurement deviations.

Keywords: Low-cost ECG, Heart Rate, IoT, Real-Time, Soldier Training Monitoring, AD8232

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
Daftar gambar.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Elektrokardiogram.....	6
2.1.2 Kelainan pada <i>Heart Rate</i> .....	13
2.1.3 Sensor AD8232 .....	15
2.1.4 ESP 32 .....	17
2.1.5 Nextion Display .....	19
2.2 Penelitian Terdahulu .....	21
2.3 Kerangka Berpikir .....	28
2.4 Hipotesis.....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	30
3.1 Metode dan Desain Penelitian .....	30
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	30
3.3 Alat dan Bahan .....	32

3.4	Desain Prototipe .....	33
3.5	Variabel Penelitian .....	33
3.6	Populasi dan Sampel .....	34
3.7	Prosedur Penelitian .....	35
3.8	Metode Analisis .....	36
3.8.1	Analisis Statistik .....	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		38
4.1	Pembangunan Prototipe .....	38
4.1.1	Desain Prototipe .....	38
4.1.2	Desain Alat .....	41
4.1.3	Desain <i>Interface</i> pada layar Nextion .....	44
4.1.4	Desain tampilan pada Ubidots .....	47
4.1.5	<i>Source Code</i> Program .....	48
4.2	Pengujian Prototipe .....	53
4.2.1	Instrumen Pengujian .....	53
4.2.2	Proses Pengujian .....	54
4.3	Hasil Pengujian .....	60
4.3.1	Pengujian dengan metode Resting EKG .....	60
4.3.2	Pengujian dengan Metode Stress EKG .....	63
4.3.3	Hasil yang Tertampil pada Ubidots .....	64
4.3.4	Hasil Pengujian pada LCD Nextion .....	65
4.3.5	Hasil Pengukuran pada <i>smartwatch</i> .....	68
4.4	Analisis Pembahasan .....	69
4.4.1	Analisis Uji Fungsi .....	69
4.4.2	Analisis Akurasi .....	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		76
5.1	Kesimpulan .....	76
5.2	Saran .....	77
DAFTAR PUSTAKA .....		78
LAMPIRAN .....		81
RIWAYAT HIDUP PENELITI .....		88

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b>	Alat EKG .....	6
<b>Gambar 2. 2</b>	Contoh hasil EKG .....	9
<b>Gambar 2. 3</b>	Gelombang PQRS Ritme Jantung .....	11
<b>Gambar 2. 4</b>	Sensor Ad8232.....	15
<b>Gambar 2. 5</b>	ESP32 .....	17
<b>Gambar 2. 6</b>	LCD Nextion .....	19
<b>Gambar 2. 7</b>	Bagan Kerangka Berpikir.....	28
<b>Gambar 3. 1</b>	Skematik Rangkaian.....	33
<b>Gambar 3. 2</b>	Prosedur Penelitian .....	35
<b>Gambar 4. 1</b>	Perancangan Use Case.....	39
<b>Gambar 4. 2</b>	Diagram Blok Rangkaian .....	41
<b>Gambar 4. 3</b>	Desain Rangkaian EKG.....	43
<b>Gambar 4. 4</b>	Tampilan Mulai .....	45
<b>Gambar 4. 5</b>	Tampilan Proses.....	46
<b>Gambar 4. 6</b>	Tampilan Hasil.....	47
<b>Gambar 4. 7</b>	Tampilan pada Ubidots.....	47
<b>Gambar 4. 8</b>	Smartwatch Huawei GT2.....	54
<b>Gambar 4. 9</b>	Skematik Rangkaian.....	55
<b>Gambar 4. 10</b>	Rakitan Prototipe .....	55
<b>Gambar 4. 11</b>	Tombol On/Off (kiri) dan LCD Nextion (kanan) .....	56
<b>Gambar 4. 12</b>	Prototipe EKG .....	57
<b>Gambar 4. 13</b>	Pemasangan Elektroda pada Subjek.....	58
<b>Gambar 4. 14</b>	Tampilan Mulai pada Nextion .....	59
<b>Gambar 4. 15</b>	Tampilan Hasil pada Nextion .....	59
<b>Gambar 4. 16</b>	Dashboard Ubidots .....	64
<b>Gambar 4. 17</b>	Gelombang PQRST pada Ubidots .....	65
<b>Gambar 4. 18</b>	Hasil BPM pada Ubidots .....	65
<b>Gambar 4. 19</b>	Tampilan Mulai pada Nextion .....	66
<b>Gambar 4. 20</b>	Tampilan Proses pada Nextion .....	67
<b>Gambar 4. 21</b>	Tampilan Hasil pada Nextion .....	68
<b>Gambar 4. 22</b>	Tampilan Pengukuran BPM pada Smartwatch .....	69
<b>Gambar 4. 23</b>	Sinyal Tak Terdeteksi pada Tampilan Serial Monitor .....	70
<b>Gambar 4. 24</b>	Sinyal Tak Terdeteksi pada Tampilan Nextion.....	71
<b>Gambar 4. 25</b>	Elektroda Klinik (kiri) dan Elektroda dari Sensor (kanan) .	72
<b>Gambar 4. 26</b>	Tampilan Gelombang yang delay .....	73
<b>Gambar 4. 27</b>	Hasil Gelombang yang Tidak Berpola pada Serial Monitor .....	73
<b>Gambar 4. 28</b>	Hasil Gelombang yang Tidak Berpola pada Ubidots .....	74
<b>Gambar 4. 29</b>	Hasil Gelombang yang Tidak Berpola pada Nextion .....	74

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Perbandingan EKG 3-Lead dan EKG 12-Lead .....	7
<b>Tabel 2. 2</b> Hasil Penelitian Terdahulu .....	21
<b>Tabel 3. 1</b> Rencana Penelitian.....	31
<b>Tabel 3. 2</b> Alat dan Bahan .....	32
<b>Tabel 4. 1</b> Narasi Use Case Mulai Deteksi .....	39
<b>Tabel 4. 2</b> Narasi Use Case Hasil Deteksi.....	40
<b>Tabel 4. 3</b> Narasi Use Case Dashboard .....	41
<b>Tabel 4. 4</b> Tabel Hasil Pengujian Resting EKG .....	61
<b>Tabel 4. 5</b> Tabel Pengujian Stress EKG .....	63

## DAFTAR SINGKATAN

IoT : *Internet of Things*

EKG : Elektrokardiogram

BPM : *Beats per Minute* / detak per menit

TNI : Tentara Nasional Indonesia

ADC : *Analog to Digital Converter*

GPIO: *General Purpose Input Output*

LCD : *Liquid Crystal Display*