



Institut Teknologi Nasional Malang

**TUGAS AKHIR – TEKNIK ELEKTRONIKA KENDALI
PENGEMBANGAN SISTEM PEMANTAUAN PASIEN
JARAK JAUH BERBASIS IOT UNTUK DETEKSI DINI
SERANGAN JANTUNG**

Sayoga Dwi Yonida
NIM 1812089

Dosen pembimbing
Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.
Dr. F Yudi Limpraptono, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2025



Institut Teknologi Nasional Malang

TUGAS AKHIR – TEKNIK ELEKTRONIKA KENDALI
PENGEMBANGAN SISTEM PEMANTAUAN PASIEN JARAK JAUH
BERBASIS IOT UNTUK DETEKSI DINI SERANGAN JANTUNG

Sayoga Dwi Yonida

NIM 1812089

Dosen pembimbing

Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.

Dr. F Yudi Limpraptono, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Juli 2025



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Sayoga Dwi Yonida
NIM : 1812089
Program Studi : Teknik Elektro S1
Peminatan : Elektronika Kendali dan Instrumentasi
Masa Bimbingan : Semester Genap 2024/2025
Judul Skripsi : Pengembangan Sistem Pemantauan Pasien Jarak Jauh Berbasis IoT untuk Deteksi Dini Serangan Jantung

Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 31 Juli 2025
Nilai : **82,50**

Majelis Penguji

Ketua

Dr. F Yudi Limpraptono, ST., MT.
NIP.Y. 1039500274

Anggota Penguji

Penguji I

Dr. Michael Ardita, ST., MT.
NIP.Y.1031000434

Penguji II

Sotyhadi, ST., MT.
NIP. Y 1039700309

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sayoga Dwi Yonida
NIM : 1812089
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1 / Elektronika Kendali dan Instrumentasi
ID KTP / Paspor : 3507171303000004
Alamat : Jl. Brawijaya, Kelurahan Sukopuro, Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang
Judul Skripsi : Pengembangan Sistem Pemantauan Pasien Jarak Jauh Berbasis IoT Untuk Deteksi Dini Serangan Jantung

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang. 19 - 092025
nyataan

Sayoga Dwi Yonida
1812089

LEMBAR PENGESAHAN
PENGEMBANGAN SISTEM PEMANTAUAN PASIEN JARAK JAUH
BERBASIS IOT UNTUK DETEKSI DINI SERANGAN JANTUNG

TUGAS AKHIR

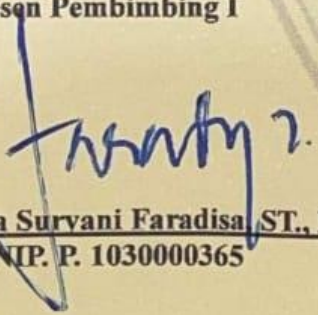
Sayoga Dwi Yonida

1812089

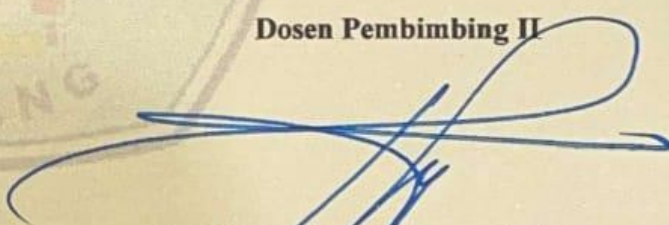
Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Elektro S-1
Peminatan Teknik Elektronika Kendali dan Instrumentasi
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa Dan Disetujui:

Dosen Pembimbing I

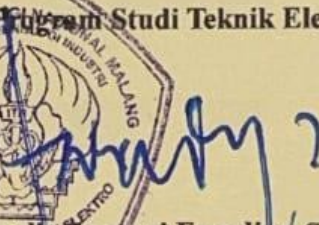

Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.
NIP. P. 1030000365

Dosen Pembimbing II


Dr. F Yudi Limpraptono, ST., MT.
NIP. Y 1039500274

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.
NIP. P. 1030000365

MALANG

Juli, 2025

ABSTRAK

PENGEMBANGAN SISTEM PEMANTAUAN PASIEN JARAK JAUH BERBASIS IOT UNTUK DETEKSI DINI SERANGAN JANTUNG

Sayoga Dwi Yonida, NIM: 1812089

Dosen Pembimbing I: Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.

Dosen Pembimbing II: Dr. F Yudi Limpraptono, ST., MT.

Jantung merupakan organ vital yang berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh. Gangguan seperti bradikardia atau takikardia dapat terjadi tanpa gejala spesifik, sehingga diperlukan sistem pemantauan kesehatan jantung yang mampu mendeteksi kondisi tersebut secara dini. Namun, alat medis yang canggih cenderung mahal dan sulit diakses oleh masyarakat di daerah terpencil. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring jantung berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor AD8232 dan MAX30100 dengan mikrokontroler ESP32, yang menampilkan data secara real-time melalui LCD 16x2 dan web server lokal. Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem yang mampu membaca, memfilter, mengklasifikasi, serta menampilkan data elektrokardiogram (ECG), denyut jantung (BPM), dan saturasi oksigen (SpO₂) secara akurat dan sinkron. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil membaca sinyal ECG, menghitung BPM berdasarkan deteksi *R-peak*, serta mengklasifikasikan kondisi jantung ke dalam kategori NORMAL, BRADYCARDIA, atau TACHYCARDIA. Penerapan metode filter digital moving average lima titik efektif meredam noise pada sinyal ECG, menghasilkan tampilan grafik yang lebih halus dan informatif. Semua hasil pemantauan ditampilkan secara sinkron pada LCD dan halaman web lokal menggunakan metode *Server-Sent Events* (SSE). Fitur tambahan berupa saklar untuk menampilkan alamat IP lokal pada LCD juga berfungsi dengan baik. Kesimpulannya, sistem ini dapat menjadi solusi monitoring kesehatan jantung portabel dan efisien yang dapat digunakan oleh masyarakat umum, terutama di wilayah dengan keterbatasan akses layanan medis.

Kata kunci – IoT, ECG, AD8232, MAX30100, ESP32, BPM, SpO₂, monitoring jantung.

ABSTRACT

PENGEMBANGAN SISTEM PEMANTAUAN PASIEN JARAK JAUH BERBASIS IOT UNTUK DETEKSI DINI SERANGAN JANTUNG

Sayoga Dwi Yonida, NIM: 1812089

Dosen Pembimbing I: Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.

Dosen Pembimbing II: Dr. F Yudi Limpraptono, ST., MT.

The heart is a vital organ that pumps blood throughout the body. Disorders such as bradycardia or tachycardia can occur without specific symptoms, so a heart health monitoring system is needed that can detect these conditions early. However, sophisticated medical devices tend to be expensive and difficult to access by people in remote areas. This research aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based heart monitoring system using AD8232 and MAX30100 sensors with an ESP32 microcontroller, which displays real-time data through a 16x2 LCD and a local web server. The main problem in this research is how to design a system that is able to read, filter, classify, and display electrocardiogram (ECG), heart rate (BPM), and oxygen saturation (SpO₂) data accurately and synchronously. The results show that the system can successfully read ECG signals, calculate BPM based on R-peak detection, and classify heart conditions into NORMAL, BRADYCARDIA, or TACHYCARDIA categories. The application of the five-point moving average digital filter method effectively reduces the noise in the ECG signal, resulting in a smoother and more informative graphical display. All monitoring results are synchronously displayed on the LCD and local web page using the Server-Sent Events (SSE) method. The additional feature of a switch to display the local IP address on the LCD also works well. In conclusion, s

Keywords – IoT, ECG, AD8232, MAX30100, ESP32, BPM, SpO, heart rate monitoring

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia dan nikmat, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, ITN Malang. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran yang bermanfaat sebagai bagian dari proses belajar terus-menerus. Banyak orang telah berkontribusi pada penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
2. Bapak Dr. F Yudi Limpraptono, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang
4. Bapak dan Ibu Dosen Elektro S1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
5. Kedua orang tua atas motivasi dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.

Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, namun tidak dapat penulis sebutkan satu persatu tanpa mengurangi rasa hormat. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Panjang umur perjuangan, panjang umur pengetahuan.

Malang, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Teori Dasar.....	8
2.2.1 Sistem Elektrik Jantung.....	8
2.2.2 Elektrokardiografi (EKG) dan Gelombang PQRST.....	9
2.2.3 Irama Detak Jantung.....	10
2.2.4 Elektroda Sadapan (lokasi penentuan) EKG.....	13
2.2.5 Saturasi Oksigen (SpO ₂).....	15
2.2.6 Filter Moving Average.....	15
2.2.7 Perhitungan BPM.....	16
2.3 Sensor dan Modul yang Digunakan.....	17
2.3.1 Modul Sensor AD8232.....	17
2.3.2 Modul Sensor MAX30100.....	19
2.3.3 Mikrokontroler ESP32.....	21
2.3.4 LCD (Liquid Cristal Display) 1602.....	24
2.3.5 Modul I2C.....	25
2.3.6 Saklar (<i>Push Button</i>).....	26
2.4 Protokol Komunikasi Jaringan.....	26
2.4.1 TCP/IP (<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>).....	26
2.4.2 <i>Server-Sent Events</i> (SSE).....	27
BAB III PERANCANGAN SISTEM.....	28
3.1 Perancangan Hardware.....	28
3.1.1 Diagram Blok Sistem.....	28

3.1.2	Modul Sensor AD8232.....	30
3.1.3	Modul Sensor MAX30100.....	31
3.1.4	Saklar Tampilan LCD (<i>Push Button</i>).....	33
3.1.5	Mikrokontroler ESP 32.....	34
3.1.6	Modul LCD 1602 (I2C).....	35
3.1.7	Modul WiFi ESP32 (Web Server Lokal).....	37
3.2	Perancangan Software.....	37
3.2.1	Flowchart Sistem Perangkat Lunak.....	38
3.2.2	Struktur Program dan Library.....	39
3.2.3	Pengolahan Sinyal dan Analisis Diagnostik.....	41
3.2.4	Pengiriman Data ke Web Server Lokal dan Grafik <i>Real-Time</i>	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		48
4.1	Inisialisasi Sistem dan Koneksi Perangkat.....	48
4.2	Pembacaan dan Visualisasi Sinyal ECG (AD8232).....	49
4.3	Filter Moving Average.....	50
4.4	Penghitungan dan Klasifikasi BPM.....	52
4.4.1	Perhitungan BPM pada Kondisi Normal.....	52
4.4.2	Perhitungan BPM pada Kondisi <i>Bradycardia</i>	53
4.4.3	Perhitungan BPM pada Kondisi <i>Tachycardia</i>	55
4.5	Pembacaan SpO ₂ dari MAX30100.....	56
4.6	Uji Sampling ADC ESP32.....	57
4.7	Uji Kalibrasi BPM.....	58
4.8	Validasi Sinyal ECG.....	60
4.9	Evaluasi Sistem.....	62
4.10	Kode Program Sistem Monitoring.....	62
BAB V PENUTUP.....		70
5.1	Kesimpulan.....	70
5.2	Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....		72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Konduksi Jantung.....	9
Gambar 2.2 Gelombang Sinyal ECG.....	9
Gambar 2.3 Komponen Gelombang Sinyal ECG.....	10
Gambar 2.4 Ritme Sinus Normal.....	11
Gambar 2.5 Ritme Sinus Bradikardia.....	11
Gambar 2.6 Ritme Sinus Takikardia.....	12
Gambar 2.7 Sadapan Prekordial.....	13
Gambar 2.8 Sadapan Unipolar.....	14
Gambar 2.9 Sadapan Bipolar.....	14
Gambar 2.10 Ilustrasi Prinsip Kerja Filter Moving Average.....	16
Gambar 2.11 Modul Sensor AD8232.....	17
Gambar 2.12 Rangkaian Diagram Blok IC AD8232.....	18
Gambar 2.13 Modul Sensor MAX30100.....	19
Gambar 2.14 Diagram Blok Modul Sensor MAX30100.....	19
Gambar 2.15 Cara Kerja Sensor MAX30100.....	20
Gambar 2.16 Grafik Spektrum Serapan Hemoglobin Teroksigenasi (HbO ₂) Dan Hemoglobin Terdeoksigenasi (Hb).....	21
Gambar 2.17 Mikrokontroler ESP32.....	22
Gambar 2.18 Konfigurasi pin Mikrokontroler ESP32.....	22
Gambar 2.19 LCD (Liquid Cristal Display) 1602.....	25
Gambar 2.20 Modul I2C.....	25
Gambar 2.21 Saklar Push Button Terhubung ke GPIO.....	26
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem.....	28
Gambar 3.2 Diagram koneksi Modul Sensor ECG AD8232 dengan ESP32.....	31
Gambar 3.3 Diagram koneksi Modul sensor MAX30100 dengan ESP32.....	32
Gambar 3. 4 Diagram koneksi <i>Push Button</i> dengan ESP32.....	33
Gambar 3.5 Diagram koneksi mikrokontroler ESP32 dengan seluruh komponen.....	35
Gambar 3.6 Diagram koneksi Modul LCD 1602 (I2C) dengan ESP32.....	36
Gambar 3.7 Flowchart Proses Alur Kerja Sistem Perangkat Lunak.....	38
Gambar 3.8 Cuplikan kode pembacaan sinyal ECG dari sensor AD8232.....	41
Gambar 3.9 Fungsi smoothECG() untuk filtering sinyal ECG.....	41
Gambar 3.10 Deteksi R-Peak dan perhitungan BPM.....	42
Gambar 3.11 Pembacaan data SpO ₂ dari sensor MAX30100.....	42
Gambar 3.12 Deteksi kondisi Leads-Off dari AD8232.....	43
Gambar 3.13 Logika klasifikasi diagnosis berdasarkan BPM.....	43
Gambar 3. 14 Tampilan LCD dan pengaturan mode tampilan dengan push button.....	44
Gambar 3.15 Inisialisasi koneksi Wi-Fi pada ESP32.....	45
Gambar 3.16 Kode pembuatan web server dan halaman HTML.....	45
Gambar 3.17 Endpoint pengiriman data JSON secara real-time.....	46
Gambar 3.18 Implementasi grafik real-time menggunakan Chart.js.....	47
Gambar 4.1 Inisialisasi dan koneksi sistem berhasil di serial monitor.....	48
Gambar 4.2 tampilan awal pada LCD 16x2.....	48
Gambar 4.3 tampilan LCD 16x2 pada saat saklar ditekan.....	49

Gambar 4.4 Tampilan sinyal ECG pada Web Server Lokal	49
Gambar 4.5 Nilai sinyal ECG ditampilkan di LCD 16x2.....	50
Gambar 4.6 Sinyal ECG Tanpa Filter	51
Gambar 4.7 Sinyal ECG Setelah Difilter.....	51
Gambar 4.8 Tampilan Web Server Monitoring.....	53
Gambar 4.9 Tampilan LCD 16x2.....	53
Gambar 4.10 Tampilan Web Server Monitoring.....	54
Gambar 4.11 Tampilan LCD 16x2.....	54
Gambar 4.12 Tampilan Web Server Monitoring.....	55
Gambar 4.13 Tampilan LCD 16x2.....	55
Gambar 4.14 Tampilan Web Server Monitoring.....	56
Gambar 4.15 Tampilan LCD 16x2.....	56
Gambar 4.16 Tampilan hasil uji sampling rate ADC pada Serial Monitor.....	56
Gambar 4.17 Dokumentasi Uji Coba Subjek 1 Kondisi Berbaring.....	59
Gambar 4.18 Dokumentasi Uji Coba Subjek 1 Kondisi Duduk.....	56
Gambar 4.19 Dokumentasi Uji Coba Subjek 1 Kondisi Beraktivitas.....	60
Gambar 4.20 Tampilan Sinyal ECG Selama 5 Detik.....	60
Gambar 4.21 Tampilan Detail Satu Siklus Gelombang ECG (<i>zoom in</i>).....	61
Gambar 4.22 Cuplikan Program Inisialisasi dan Pemanggilan Library	62
Gambar 4.23 Cuplikan Program Koneksi WiFi.....	63
Gambar 4.24 Cuplikan Program Pembacaan Sinyal ECG.....	63
Gambar 4.25 Cuplikan Program Inisialisasi dan Pembacaan Sensor SpO ₂ MAX30100.....	64
Gambar 4.26 Cuplikan Program Pembacaan Saklar	64
Gambar 4.27 Cuplikan Program Task LCD.....	64
Gambar 4.28 Cuplikan Program Pengiriman Data ke Web Server.....	65
Gambar 4.29 Cuplikan Program Fungsi Filter ECG (<i>smoothECG</i>).....	65
Gambar 4.30 Cuplikan Program Struktur HTML Halaman Web.....	67
Gambar 4.31 Cuplikan Program <i>Task LCD</i> Tambahan.....	67
Gambar 4.32 Cuplikan Program <i>Setup</i> Lengkap.....	68
Gambar 4.33 Cuplikan Program Fungsi <i>Loop</i> dan <i>Delay</i>	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Elektrokardiografi.....	10
Tabel 3.1 Spesifikasi Modul Sensor AD8232	30
Tabel 3.2 Konfigurasi Pin Modul Sensor AD8232 dengan ESP32	30
Tabel 3.3 Spesifikasi Modul Sensor MAX30100.....	32
Tabel 3.4 Konfigurasi Pin Modul Sensor MAX30100 dengan ESP32.....	32
Tabel 3.5 Spesifikasi Saklar Push Button.....	33
Tabel 3.6 Konfigurasi Saklar ke ESP32.....	33
Tabel 3.7 Spesifikasi ESP32.....	34
Tabel 3.8 Konfigurasi Pin ESP32 dalam Sistem.....	34
Tabel 3.9 Spesifikasi Modul LED Display 1602 (I2C).....	36
Tabel 3.10 Konfigurasi Pin Modul LED Display 1602 (I2C) dengan ESP32.....	36
Tabel 3.11 Spesifikasi Modul WiFi ESP32.....	37
Tabel 3.12 <i>Library</i>	40
Tabel 3.13 Kriteria diagnosis.....	43
Tabel 4. 1 Hasil Uji Sampling ADC ESP32 (Target 25 Hz).....	62
Tabel 4. 2 Hasil Uji Kalibrasi BPM antara Sistem dan Transmitter Digital.....	62
Tabel 4. 3 Validasi Parameter ECG Sistem dengan Standar	61
Tabel 4. 4 Hasil Evaluasi.....	62