

**RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI DINI HENTI JANTUNG
DAN LOKASI PASIEN BERBASIS ARDUINO**

(Skripsi)

Oleh:

ADHIVA NUR FADHEELA

NPM. 2015031013



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

2024

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI DINI HENTI JANTUNG DAN LOKASI PASIEN BERBASIS ARDUINO

Oleh:

Adhiva Nur Fadheela

Henti jantung adalah suatu kondisi medis serius dimana jantung berhenti berdetak secara tiba-tiba. Secara khusus, henti jantung terjadi karena adanya gangguan pada sistem listrik jantung yang mengakibatkan jantung tidak mampu melakukan kontraksi secara efektif untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Meskipun siapa saja dapat mengalami henti jantung, terdapat beberapa kelompok dengan risiko lebih tinggi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan solusi yang tidak hanya efektif dalam mendeteksi gejala-gejala awal henti jantung, tetapi juga menyediakan informasi akurat dan cepat kepada keluarga pasien dengan mengirimkan lokasi pasien. Secara fungsional, komponen-komponen dalam sistem ini berhasil terintegrasi dengan baik, sehingga memungkinkan sensor denyut jantung, modul GPS, modul GSM, dan buzzer mengirimkan informasi. Sistem ini memiliki akurasi detak jantung mencapai 98,78% dan akurasi sistem secara keseluruhan mencapai 85%. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan komponen yang lebih unggul, seperti sensor detak jantung yang lebih baik untuk penyaringan *noise* yang lebih efektif dan modul GPS berkualitas tinggi untuk meningkatkan akurasi. Penambahan LCD untuk pemantauan detak jantung juga dapat meningkatkan kualitas sistem.

Kata kunci: Henti Jantung, Sensor *Pulse Heart Rate*, Lokasi Pasien.

ABSTRACT
DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN EARLY DETECTION SYSTEM
FOR CARDIAC ARREST AND PATIENT LOCATION BASED ON
ARDUINO

By:

Adhiva Nur Fadheela

Cardiac arrest is a serious medical condition where the heart suddenly stops beating. Specifically, cardiac arrest occurs due to a disruption in the heart's electrical system, causing the heart to be unable to contract effectively and pump blood throughout the body. Although anyone can experience cardiac arrest, certain groups are at higher risk. This research aims to develop a solution that is not only effective in detecting early symptoms of cardiac arrest but also provides accurate and rapid information to the patient's family by sending the patient's location. Functionally, the components of this system are successfully integrated, allowing the heart rate sensor, GPS module, GSM module, and buzzer to send information. The system achieved a heart rate accuracy of 98.78% and an overall system accuracy of 85%. For future research, it is recommended to use more advanced components, such as a more sophisticated heart rate sensor for better noise filtering and a high-quality GPS module to improve accuracy. Adding an LCD for heart rate monitoring may also enhance the system's quality.

Keywords: *Cardiac Arrest, Pulse Heart Rate Sensor, Patient Location.*

**RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI DINI HENTI JANTUNG
DAN LOKASI PASIEN BERBASIS ARDUINO**

Oleh:

ADHIVA NUR FADHEELA

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI
DINI HENTI JANTUNG DAN LOKASI PASIEN
BERBASIS ARDUINO**

Nama Mahasiswa : **ADHIVA NUR FADHEELA**

No. Pokok Mahasiswa : **2015031013**

Jurusan : **Teknik Elektro**

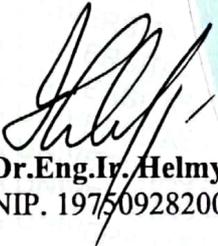
Fakultas : **Teknik**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing Pendamping

Pembimbing Utama



Dr.Eng.Ir. Helmy F., S.T, M.Sc.
NIP. 197509282001121002



Dr.Eng.F.X. Arinto S., S.T., M.T.
NIP. 196912191999031002

2. Mengetahui

Ketua Jurusan
Teknik Elektro



Herlinawati, S.T., M.T.
NIP. 197103141999032001

Ketua Program Studi
Teknik Elektro

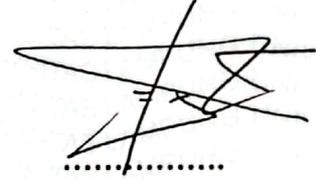


Sumadi, S.T., M.T.
NIP. 197311042000031001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Eng. F.X. Arinto S., S.T., M.T.**



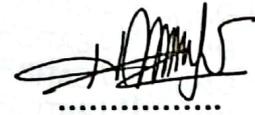
.....

Sekretaris : **Dr. Eng. Ir. Helmy F., S.T., M.Sc.**



.....

Penguji Bukan Pembimbing : **Dr. Sri Purwiyanti, S.T., M.T.**



.....



2. Dekan Fakultas Teknik




Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. ✓
NIP.197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 12 September 2024

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan di dalam daftar Pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenakan sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 24 September 2024



Adhiva Nur Fadheela
NPM. 2015031013

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Bontang pada tanggal 14 Februari 2002 dari orang tua bernama Abdul Jalal dan Tri Murtini. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dengan abang bernama Ridho Zulkarnain dan adik bernama Muhammad Nadhif Nanditama.

Penulis mulai bersekolah di Taman Kanak-Kanak Islam Terpadu Yabis Bontang pada tahun 2006. Kemudian melanjutkan Sekolah Dasar Islam Terpadu Yabis Bontang pada tahun 2008. Lalu penulis pindah ke Bandar Lampung dan melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di Al-Azhar 3 Bandar Lampung pada tahun 2014. Setelah itu lanjut Sekolah Menengah Atas di SMAN 5 Bandar Lampung pada tahun 2017.

Penulis melanjutkan studi ke Universitas Lampung dan terdaftar sebagai mahasiswa jurusan Teknik Elektro Angkatan 2020 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis cukup aktif pada Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) sebagai staff divisi sosial pada periode pertama. Kemudian sebagai staff divisi pengabdian masyarakat pada periode kedua. Penulis juga aktif menjadi asisten Laboratorium Teknik Kendali pada Tahun 2022 hingga 2024. Pada tahun 2023 penulis melaksanakan kerja praktik di Unit Induk Distribusi Lampung dengan judul laporan “FAKTOR-FAKTOR YANG MENYEBABKAN SUSUT DAYA GARDU NATAR PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH”



Dengan Rahmat dan Izin Allah SWT teriring sholat kepada Rasulullah SAW
saya persembahkan Tugas Akhir ini kepada



Ayah dan Ibu Tercintaku

ABDUL JALAL dan TRI MURTINI

Saudara-saudara tersayangku

RIDHO ZULKARNAIN, S.T. dan M. NADHIF NANDITAMA



Sahabat-sahabat yang selalu membersamaiku

MOTTO

“...Kehidupan dunia itu tidak lain hanyalah kesenangan yang memperdaya.”
(4:185)

“...Tetapi boleh jadi kamu tidak menyukai sesuatu, padahal itu baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu buruk bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.”
(2:216)

“Dan barang siapa bertawakal kepada Allah, niscaya Allah akan mencukupkan (keperluannya). Sesungguhnya Allah melaksanakan urusan (yang dikehendaki)-Nya. Sungguh, Allah telah mengadakan ketentuan bagi setiap sesuatu.”
(65:3)

“Barang siapa bersabar dan memaafkan, sungguh yang demikian itu termasuk perbuatan yang mulia”
(42:43)

“If a plan succeeds, it's Allah's direction. If it fails, that's Allah's protection.”

“Take the risk or you won't go anywhere!”

“..Just trust me you'll be fine..”
(End of Beginning-Djo)

SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, berkah, dan hidayah. Sholawat teriring salam tak lupa penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW sehingga dengan izin Allah SWT penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi dengan judul “**Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Dini Henti Jantung Berbasis Arduino**” disusun sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Lampung. Penulis telah melewati suka dan duka dalam penulisan ini. Terdapat orang-orang hebat yang telah mendukung penuh dan memberi arahan untuk penulis sehingga dapat selesai dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung juga sebagai Dosen Pembimbing Pendamping yang telah sabar meluangkan waktu untuk memberi arahan dan saran dalam penyusunan Skripsi ini.
2. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Meizano Ardhi Muhammad, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
4. Bapak Sumadi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Eng. Ageng Sadnowo Repelianto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membantu dan memberikan dukungan selama penulis melakukan kegiatan perkuliahan.

6. Bapak Dr. Eng. F.X. Arinto Setyawan, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing dengan sangat baik dan memberikan ilmu dalam penyusunan Skripsi ini.
7. Ibu Dr. Sri Purwiyanti, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan ilmu dan masukan dalam penyusunan Skripsi ini sehingga menjadi lebih baik.
8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro, terima kasih telah mendidik dan memberikan ilmu yang tidak ternilai harganya selama penulis berkuliah.
9. Staff Administrasi Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung.
10. Ayah dan ibu yang paling kucintai, Dua manusia pertama yang tulus memberikan kehidupannya kepada penulis, Ayah Abdul Jalal dan Ibu Tri Murtini. Terima kasih telah memberikan seluruh nafas dan nyawa kalian demi kebutuhan dan kebahagiaan anak kecil kalian ini tanpa pamrih sehingga penulis kuat dan berada di titik ini. *Words can't describe the depth of my love for you both. In another life, I would choose you, Mom and Dad, to be my parents again and again, for your love has shaped who I am today. May Allah cross paths again in Jannah.*
11. Saudara-saudaraku tercinta, Ridho Zulkarnain, S.T. dan M. Nadhif Nanditama yang selalu menjadi teman penulis. Tidak pernah mengeluh untuk memberi bantuan dan semangat kepada penulis. Terima kasih juga untuk saran dan masukan yang telah diberikan.
12. Yang tersayang, Helmy Fathi Mukmin. *As I look back on my skripsi journey, my heart is filled with gratitude for you from spending countless hours by my side to help me finding solutions when I was stuck. You calmed my nerves when I was overwhelmed, Your selfless support, even when you weren't sure how, showing me just how deeply you care. Despite the ups and downs we've faced, Your support has brightened my path. Thank you for being my partner in every sense. May Allah grant us the blessing to always stay this way together as better half, for all the time. You have my heart, today and always, I hope you feel just as deeply.*
13. Anita Angraieni, S.T. *as my project partner. Thank you for being the friend who stood by me until the finish line and hope till later. Your understanding*

and support have meant so much to me. We've been together 24/7 lately and I truly appreciate how you never saw us as competitors. Your positive outlook on everything has been such a blessing. I feel incredibly lucky to have a friend just like you.

14. Dinda Citra Dewi, S.P., dan Rima Febriani, S.P., *as my "safe place"* yang telah mendampingi penulis sejak 2014. Meskipun kita terpisah oleh tempat belajar yang berbeda. Kalian selalu meluangkan waktu untuk berbagi dan memahami setiap perjuangan yang kita hadapi.
15. Anna Zakkia Latifah, S.T., Anisa Rahmadini, S.T., Aymanul Fadillah, S.T., dan Rachma Lingga Maulidya, S.T. Terima kasih elektrowatie, telah setia menemani dan saling mendukung selama masa kuliah sehingga sangat berwarna. Segala rasa telah kita hadapi bersama-sama.
16. Arnes Eliezer Sitinjak, S.T. yang telah meluangkan selalu waktunya untuk membantu penulis selama berkuliah dan penyelesaian Skripsi ini. Juga teman-teman hamster yang telah menjadi teman '*since day one*' penulis.
17. Sahabat Angkatan 2020 "hellios" yang telah menjadi teman penulis melewati seluruh proses dalam mendapatkan gelar ini.
18. Ohana, Teman-teman SMA. Terima kasih selalu menampung keluhan penulis dan memberikan hiburan serta semangat yang tiada batasnya.
19. Seluruh pihak yang terkait dalam proses penyusunan Skripsi ini dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
20. *My self. Thank you for being strong during the Skripsi phase, which turned out to be full of challenges. I had to let go of so many feelings just to get through it. This phase has really changed my whole mindset on life.*

Akhir kata dari penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan di dalam skripsi ini. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat pada pembacanya.

Bandar Lampung, September 2024
Penulis,

Adhiva Nur Fadheela

DAFTAR ISI

Halaman

| | |
|---------------------------------|--------------|
| ABSTRAK | i |
| ABSTRACT | ii |
| HALAMAN JUDUL | iii |
| LEMBAR PERSETUJUAN | iv |
| LEMBAR PENGESAHAN | v |
| SURAT PERNYATAAN | vi |
| RIWAYAT HIDUP | vii |
| PERSEMBAHAN..... | viii |
| MOTTO | ix |
| SANWACANA | x |
| DAFTAR ISI..... | xiii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xvi |
| DAFTAR TABEL | xviii |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 4 |

| | |
|---|-----------|
| II. TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1 Penelitian Terdahulu..... | 5 |
| 2.2 Sistem Kesehatan Cerdas | 7 |
| 2.3 Sistem Kesehatan Cerdas Detak Jantung | 8 |
| 2.4 Detak Jantung | 9 |
| 2.5 Arduino Nano | 10 |
| 2.6 Sensor <i>Pulse heart rate</i> | 12 |
| 2.7 Modul GSM SIM800L | 13 |
| 2.8 Modul GPS Ublox Neo-6m | 14 |
| 2.9 Buzzer..... | 16 |
| 2.10 Analisis Konsumsi Baterai | 16 |
| 2.11 <i>Software</i> Arduino IDE..... | 18 |
| III. METODE PENELITIAN | 20 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 20 |
| 3.2 Alat dan Bahan Perancangan Sistem Deteksi Dini Henti Jantung | 20 |
| 3.3 Diagram Alir Penelitian Sistem Deteksi Dini Henti Jantung | 21 |
| 3.4 Diagram Alir Sistem Deteksi Dini Henti Jantung | 22 |
| 3.5 Diagram Blok Perancangan Sistem | 23 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 24 |
| 4.1 Hasil Rancangan Sistem Deteksi Dini Henti Jantung dan Lokasi Pasien ... | 24 |
| 4.2 Pengujian Komponen | 27 |
| 4.2.1 Pengujian Mikrokontroler Arduino Nano..... | 28 |
| 4.2.2 Pengujian sensor <i>pulse heart rate</i> | 30 |
| 4.2.3 Pengujian modul GPS Ublox Neo-6m | 32 |
| 4.2.4 Pengujian GSM SIM800L | 33 |
| 4.2.5 Pengujian Buzzer | 35 |

| | |
|---|-----------|
| 4.3 Kalibrasi dan Data Hasil..... | 36 |
| 4.3.1 Kalibrasi <i>Pulse Sensor</i> | 37 |
| 4.3.2 Analisis Data Hasil | 39 |
| 4.4 Uji Coba Integrasi Keseluruhan Sistem | 43 |
| 4.4.1 Pengujian Konsumsi Baterai..... | 44 |
| 4.4.2 Pengujian Titik Koordinat GPS | 49 |
| 4.4.3 Pengujian Keseluruhan Sistem | 50 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | 58 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 58 |
| 5.2 Saran | 58 |
| DAFTAR PUSTAKA | 59 |
| LAMPIRAN..... | 63 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Arduino Nano | 11 |
| Gambar 2.2 Sensor Pulse heart rate | 13 |
| Gambar 2.3 Modul SIM800L..... | 14 |
| Gambar 2.4 Modul GPS Ublox Neo-6M | 15 |
| Gambar 2.5 Buzzer..... | 16 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian. | 21 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem Deteksi Dini Henti Jantung..... | 22 |
| Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem Deteksi Dini Henti Jantung dan Lokasi Pasien..... | 23 |
| Gambar 4.1 Skematik Sistem Deteksi Dini Henti Jantung dan Lokasi Pasien | 25 |
| Gambar 4.2 Sistem Dikemas menggunakan kotak transparan..... | 26 |
| Gambar 4.3 Sistem yang telah dikemas secara keseluruhan..... | 26 |
| Gambar 4.4 Desain Sistem keseluruhan yang dikenakan. | 27 |
| Gambar 4.5 Tampilan Sketch Arduino IDE..... | 28 |
| Gambar 4.6 Tampilan kode pada sketch | 29 |
| Gambar 4.7 Tampilan tombol upload | 30 |
| Gambar 4.8 Tampilan serial monitor nilai detak jantung. | 31 |
| Gambar 4.9 Tampilan serial monitor URL google maps titik koordinat. | 32 |
| Gambar 4.10 Pesan Yang Terkirim Pada Nomor Tujuan | 34 |
| Gambar 4.11 Tampilan Panggilan Tidak Terjawab Pada Nomor Tujuan..... | 35 |
| Gambar 4.12 Tampilan Program Buzzer | 36 |
| Gambar 4.13 Nilai detak jantung sebelum dikalibrasi | 37 |
| Gambar 4.14 Pengujian Nilai Threshold..... | 42 |
| Gambar 4.15 Detak Jantung Setelah Dikalibrasi. | 42 |
| Gambar 4.16 Pengukuran Tegangan Dengan Osiloskop | 45 |
| Gambar 4.17 Hasil Pengukuran Tegangan Sistem Menggunakan Osiloskop..... | 45 |
| Gambar 4.18 Grafik <i>Lifetime Battery</i> | 48 |
| Gambar 4.19 Grafik Nilai Detak Jantung Saat Kondisi Olahraga | 54 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.20 Tampilan Pesan yang Terkirim Pada Telepon Tujuan | 55 |
| Gambar 4.21 Tampilan lokasi pada google maps | 56 |
| Gambar 4.22 Tampilan Panggilan Telepon Pada Nomor Tujuan | 57 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Nano | 10 |
| Tabel 3.1 Alat dan Bahan Perancangan Sistem Deteksi Dini Henti Jantung..... | 20 |
| Tabel 4.1 Perbandingan Data Hasil Antara Nilai Detak Jantung Sensor Dan Kalibrator Sebelum Dikalibrasi..... | 38 |
| Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Sensor Dengan Nilai Threshold 450 | 39 |
| Tabel 4.3 Data Pengujian Dengan Nilai Threshold 750 | 40 |
| Tabel 4.4 Data Hasil Detak Jantung Setelah Kalibrasi Pada Threshold 650 | 41 |
| Tabel 4.5 Pengukuran Arus..... | 46 |
| Tabel 4.6 Hubungan Interval Pengiriman Dengan <i>Lifetime</i> Baterai | 47 |
| Tabel 4.7 Hasil Pengujian Titik Koordinat GPS | 49 |
| Tabel 4.8 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem Dalam Kondisi Normal..... | 51 |
| Tabel 4.9 Pengujian Keseluruhan Sistem Dalam Kondisi Berolahraga..... | 53 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Detak jantung didefinisikan sebagai kerja otot jantung yang terjadi antara kontraksi (systole) dan relaksasi (diastole) [1]. Henti jantung adalah suatu kondisi medis serius ketika jantung berhenti berdetak secara tiba-tiba. Secara khusus, henti jantung terjadi karena adanya gangguan pada sistem listrik jantung yang mengakibatkan jantung tidak mampu melakukan kontraksi secara efektif untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Pada saat terjadi henti jantung secara langsung akan terjadi henti sirkulasi. Henti sirkulasi ini akan dengan cepat menyebabkan otak dan organ vital kekurangan oksigen [2]. Henti Jantung merupakan keadaan darurat yang memerlukan penanganan segera. Prinsip dari penanganan henti jantung adalah kemampuan untuk bisa mendeteksi dan bertindak secara cepat dan benar untuk sesegera mungkin mengembalikan denyut jantung ke kondisi normal untuk mencegah terjadinya kematian otak dan kematian permanen [2].

Kondisi ini dapat menyerang semua kelompok usia termasuk yang tampak sehat tanpa riwayat penyakit jantung sebelumnya. Meskipun siapa saja dapat mengalami henti jantung, terdapat beberapa kelompok dengan risiko lebih tinggi. Henti jantung ini paling banyak dialami oleh penderita penyakit jantung koroner [3]. Selain itu, kelainan irama jantung (aritmia) memiliki risiko yang tinggi. Aritmia merupakan kelainan elektrofisiologi jantung yang dapat disebabkan oleh gangguan sistem konduksi jantung serta gangguan pembentukan dan penghantar implus terjadi karena sinyal-sinyal listrik tidak terorganisir dalam atrium dan ventrikel yang menyebabkan detak jantung sangat cepat [4]. Risiko ini juga meningkat pada individu yang memiliki riwayat keluarga henti jantung mendadak atau penyakit jantung genetik terkhusus pada kelompok lansia (lanjut usia).

Tindakan cepat dalam kasus henti jantung, seperti RJP (Resusitasi Jantung Paru) dapat meningkatkan peluang harapan hidup bagi pasien henti jantung. Dalam era teknologi yang terus berkembang pesat, pelayanan kesehatan menjadi bidang yang memiliki inovasi dan integrasi solusi cerdas. Namun, kendalanya adalah deteksi dini kondisi darurat seperti henti jantung. Sebagian besar kasus henti jantung terjadi di luar fasilitas kesehatan dan sering kali tanpa saksi. Oleh karena itu, pengembangan sistem deteksi dini yang dapat diakses dan mudah digunakan sangat penting. Salah satu aspek krusial dalam pelayanan kesehatan adalah kemampuan untuk mendeteksi kondisi medis yang mengancam nyawa secara dini. Teknologi baru membuka peluang untuk mengembangkan alat pendeteksi dini henti jantung yang dapat memberikan peringatan awal dan memfasilitasi intervensi cepat.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan solusi yang tidak hanya efektif dalam mendeteksi gejala-gejala awal henti jantung, tetapi juga menyediakan informasi akurat dan cepat kepada keluarga pasien dengan mengirimkan lokasi pasien. Pentingnya alat pendeteksi dini henti jantung terletak pada respon cepat terhadap keadaan darurat serta peranannya sebagai alat pemantauan kesehatan jantung yang kontinu dan non-invasif, yang mudah digunakan dan dilengkapi komponen untuk mengirimkan lokasi pasien yang mengalami henti jantung.

Dengan integrasi yang baik ke dalam sistem kesehatan, alat ini dapat memberikan informasi yang efektif kepada keluarga pasien, sebagai langkah awal dalam meningkatkan layanan kesehatan masyarakat. Pengembangan alat pendeteksi dini henti jantung tidak hanya mencerminkan kemajuan teknologi, tetapi juga komitmen untuk menyelamatkan nyawa dan meningkatkan kualitas hidup.

Karena henti jantung merupakan kondisi yang sangat fatal, peringatan dini sangat penting untuk mencegah kematian mendadak akibat henti jantung. Henti jantung dapat terjadi kapan saja pada siapa saja, terutama pada kelompok dengan risiko tinggi. Sistem deteksi dini henti jantung ini diharapkan dapat meningkatkan peluang hidup pasien dengan memberi peringatan lokasi tempat pasien mengalami henti jantung, sehingga keluarga dapat segera mengambil tindakan. Selain itu, peringatan kepada masyarakat sekitar dengan buzzer dapat memungkinkan mereka segera membantu keadaan darurat pasien.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kinerja sistem deteksi dini henti jantung berbasis Arduino yang dirancang?
2. Bagaimana tingkat akurasi sistem untuk deteksi dini henti jantung dan lokasi pasien berbasis Arduino?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Integrasi sistem menggunakan arduino nano, modul SIM800L, modul Ublox Neo-6M dengan sensor *pulse heart rate* yang dapat mengukur detak jantung dengan metode non invasif.
2. Hanya berfokus pada detak yang menurun hingga henti total detak jantung dan sistem akan mengirim pemberitahuan dini berupa panggilan ke ponsel diikuti informasi terakhir lokasi pasien melalui SMS (*Short Message Service*).
3. Pasien yang menjadi subjek penelitian akan dibatasi pada orang dewasa berusia di atas 20 tahun.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang sistem yang dapat melakukan respon deteksi dini henti detak jantung dan mengirim lokasi terbaru saat pasien mengalami henti jantung.
2. Mengintegrasikan modul GSM dan modul GPS untuk mengirim SMS pada nomor keluarga pasien yang berisi lokasi pasien dan melakukan panggilan untuk memperingati keluarga pasien yang berjauhan dengan pasien.
3. Mengintegrasikan *buzzer* agar dapat berbunyi ketika detak jantung menurun sehingga orang di sekitar pasien dapat segera memberi bantuan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sistem deteksi dini dapat memberikan peringatan cepat ketika terjadi henti jantung, memungkinkan respons medis yang lebih cepat dan penanganan yang lebih efektif. Ini dapat secara signifikan meningkatkan keselamatan dan peluang pemulihan pasien.
2. Sistem ini dapat memberikan solusi untuk deteksi kesehatan jantung yang memungkinkan individu untuk secara proaktif mengelola kesehatan dan mencegah potensi kejadian telat penanganan henti jantung.
3. Sistem deteksi dini yang efektif dapat meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan secara keseluruhan, memberikan pemantauan yang lebih baik terhadap pasien dan memberikan perawatan tepat waktu.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Pada pendahuluan terdapat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJUAN PUSTAKA

Pada tinjauan pustaka berisi tentang teori-teori yang mendasari penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian terdapat waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, metode yang akan digunakan, serta diagram alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan terdapat hasil penelitian serta analisis hasil penelitian yang diperoleh.

BAB V PENUTUP

Pada penutup terdapat rangkuman akhir atau kesimpulan yang diperoleh dari hasil dan pembahasan serta saran untuk pengembangan penelitian ini lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian terdahulu yang berjudul Rancang Bangun Alat Deteksi Jantung Berbasis Mikrokontroler Arduino Dengan Pulse Sensor yang ditulis oleh Ahmad Rizal Rinaldi yang membuat sistem deteksi jantung. Jantung merupakan organ paling penting dalam tubuh manusia yang berfungsi untuk memompa darah ke seluruh tubuh [1]. Berdasarkan pada kondisi tersebut kesehatan jantung manusia harus benar-benar diperhatikan. Alat yang berfungsi untuk menghitung denyut nadi dan mendeteksi kondisi jantung terdiri dari pulse sensor, arduino uno dan modul bluetooth. Untuk menampilkan hasil pengukuran detak jantung melalui aplikasi yang sudah terinstall didalam smartphone danroid yang terhubung melalui bluetooth. Hasil akhir dari penelitian ini yaitu rata-rata error yang dihasilkan dari percobaan pengukuran detak jantung dari 10 sampel yang dilakukan oleh alat dan pengukuran yang dilakukan secara manual, dan dihasilkanlah persentase rata-rata error. Sehingga dari hasil akhir tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa alat dapat mengukur secara akurat ataukah tidak akurat. Hasil pengujian dari aplikasi dan alat monitoring denyut jantung dan suhu tubuh yaitu rata rata kesalahan MAD pada denyut jantung pada tangan kanan yaitu 4.6 sedangkan pada tangan kiri yaitu 9.6. Sedangkan pada suhu tubuh ketika didalam ruangan tanpa AC yaitu 0.827 dan pada ruangan dengan AC yaitu 0.81.

Penelitian kedua dengan judul Rancang Bangun Deteksi Detak Jantung Manusia Dengan Metode Pulse Sensor Berbasis Iot (*Internet Of Things*) yang ditulis oleh Suyanti dan Eppy Yundra yang menghasilkan sebuah prototipe rancang bangun sistem pendeteksi detak jantung dengan metode pulse sensor berbasis IoT (*Internet of Things*) agar dapat memonitoring kondisi kesehatan detak jantung

secara real time. Tujuan utama dari IoT sebagai sarana yang memudahkan untuk pengawasan dan pengendalian barang fisik maka konsep IoT ini sangat memungkinkan untuk digunakan hampir pada seluruh kegiatan sehari-hari [5]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 6 sample pengujian berbagai aktifitas mempunyai keakurasian pengukuran nilai detak jantung dengan tingkat *error* sebesar 1,05% (Oximeter) dan 1,09% (stetoskop) dengan selisih nilai presentasi kedua pengukuran sebesar 0,04%. Pengiriman data detak jantung via *Bluetooth* dilakukan oleh modul HC-06 yang terkoneksi *smartphone* dan terinstal aplikasi program danroid APK *HeartRate*. Data yang terkirim ke aplikasi danroid tersebut adalah data nilai terakhir pembacaan sensor dengan menampilkan kategori hasil nilai detak jantung tersebut.

Penelitian ketiga dengan judul Rancang Bangun Sistem Penghitungan Heart Rate Menggunakan Sensor *Finger* ditulis oleh Ria Eksaktania, Tri Rijanto, dan Elly Indahwati tentang Pembuatan modul heart rate bertujuan untuk memperoleh informasi akurasi modul dibandingkan dengan alat ukur standart (Pulse Oximetri). Denyut jantung yang lebih rendah saat istirahat menunjukkan bahwa fungsi jantung lebih efisien dan kebugaran kardiovaskularnya lebih baik [6]. Sistem kerja yang digunakan menggunakan sensor *finger* dan berbasis Arduino Uno yang hasilnya ditampilkan pada LCD. Penelitian ini menggunakan metode dengan cara membandingkan hasil penghitungan heart rate pada modul dengan alat ukur standar (pulse oximetri) yang dilakukan pada 5 responden, setiap responden dilakukan 5 kali pengukuran. Pengukuran dilakukan dengan cara bersamaan antara modul dan pembanding (pulse oximetri) pada jari telunjuk kanan dan kiri menggunakan sensor *finger*. Hasil penelitian ini menunjukkan alat ini layak pakai dengan pengukuran pembandingan menggunakan Pulse Oximetri sebanyak 5 kali dengan 5 responden dengan hasil rata-rata *error* 0,38%.

Penelitian yang keempat dengan Judul Sistem Perakam Detak Jantung Berbasis *Pulse heart rate* Sensor pada Jari Tangan yang ditulis oleh Hendi Handian Rachmat dan Dienar Rasmi Ambaransari berisi tentang implementasi sistem perekam detak jantung melalui jari tangan yang dapat merekam berbasis *pulse heart rate sensor*. Sistem ini bertujuan untuk mengetahui sistem perekam detak jantung. Akurasi sistem pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan

hasil pengukuran dari sensor dan alat ukur *oxymeter*. *Pulse heart rate* sensor pada dasarnya menggunakan prinsip kerja *photoplethysmography*, dimana merupakan metode optis yang relatif sederhana dan murah untuk mendeteksi secara *non-invasive* perubahan volume darah setiap jantung berdetak pada jaringan pembuluh darah [7]. Hasil pengujian menunjukkan sistem dapat mengukur detak jantung dengan rentang 60 bpm (Beats Per Minute) dan maksimal 115 bpm.

Penelitian kelima dengan judul Perancangan Alat Pengukuran Detak Jantung Menggunakan *Pulse Sensor* Berbasis Raspberry yang ditulis oleh Putri Karina dan Ahmad Hamim Thohari berisi tentang pengukuran detak jantung menggunakan raspberry pi sebagai proses utama dan pengolahan sinyalnya. Pada perancangan sensor detak jantung dibutuhkan sensor yang mampu mendeteksi detak jantung melalui peredaran darah dengan memanfaatkan sensor cahaya dan optik, sensor yang digunakan adalah pulse sensor atau *heart rate monitoring*. Perangkat merespon dan memberi hasil pengukuran yang memiliki sensitivitas dan pembacaan sedikit lambat. Sensor Pulse yang bertujuan menampilkan informasi dari BPM dari pengukuran yang mendeteksi detak jantung pada aliran darah pada jari tangan [8].

Kebaruan penelitian ini dibandingkan penelitian sebelumnya terletak pada pengembangan sistem deteksi dini yang dapat mengirimkan informasi melalui SMS kepada masyarakat sekitar dan keluarga pasien mengenai lokasi dimana pasien mengalami penurunan detak jantung. Selain itu, perangkat ini juga didukung oleh penggunaan baterai yang memungkinkan perangkat dapat digunakan lebih fleksibel.

2.2 Sistem Kesehatan Cerdas

Sistem kesehatan cerdas mencakup berbagai teknologi yang dirancang untuk melakukan pemantauan kesehatan individu secara *real-time*. Aplikasi perangkat lunak dirancang untuk memproses, mengkurasi, dan menyajikan data dari sinyal sensor mentah menjadi informasi yang relevan dalam tampilan grafis yang ramah pengguna, biasanya di smartphone, jam tangan pintar, atau ditautkan ke komputer pribadi [9]. Contohnya pemakaian *smartwatch* yang dapat memantau detak jantung, aktivitas fisik, dan kualitas tidur, ada juga perangkat lain seperti *fitness*

trackers yang membantu mengukur langkah, kalori yang terbakar, dan tingkat kebugaran. Penurunan berat badan diartikan sebagai penurunan massa dan lemak tubuh. Saat berolahraga, penting bagi kita untuk mengetahui apa hasil yang telah kita capai setelah berolahraga. Seperti berapa jumlah langkah yang didapatkan, jarak yang ditempuh, waktu yang dihabiskan saat berolahraga dan kalori yang terbakar [10]. Alat kesehatan *portable* seperti oksimeter digital untuk mengukur saturasi atau kadar oksigen secara mandiri. Salah satu indikator yang penting dalam kesehatan dalam tubuh yaitu hemoglobin. Jika seseorang mengalami kekurangan kadar hemoglobin maka akan banyak menimbulkan gejala-gejala kesehatan contohnya seperti anemia dan gampang lelah [11]. Pengukuran dapat dilakukan secara *invasive* dan *non-invasif*. *Invasif* berarti pengukuran yang dilakukan dapat merusak jaringan. Sedangkan *non-invasif* pengukuran yang dilakukan tidak merusak jaringan. Sehingga terdapat alat yang dapat mengukur secara *non-invasif* hemoglobin dalam darah. Pengukuran kadar hemoglobin secara *non-invasif* dapat menggunakan sensor Max30100. Sensor ini dapat mengukur *variable* melalui daya serap darah dan pantulan akibat kepekatan darah [11].

2.3 Sistem Kesehatan Cerdas Detak Jantung

Alat pemantau aktivitas jantung dapat disebut dengan elektrokardiograf (EKG) yang dapat menunjukkan aktifitas jantung mulai dari ritme hingga fungsinya. Kini alat pemantauan detak jantung sudah banyak berkembang sehingga mudah untuk dipantau meski dari jarak jauh. Alat pemantau kesehatan kini dapat diakses dengan mudah melalui berbagai macam cara seperti SMS ataupun sebuah aplikasi. Dengan berkembangnya teknologi kini terdapat alat pemantau kesehatan yang terintegrasi *Internet of Things* (IoT). Alat ini merupakan perangkat yang terhubung ke internet untuk memantau dan mengumpulkan data kesehatan secara *real-time*. Perangkat ini menggunakan teknologi IoT untuk mengirimkan data ke *platform cloud* atau aplikasi yang dapat diakses oleh pengguna atau profesional kesehatan. Keberadaan alat pemantau kesehatan IoT dapat meningkatkan efisiensi pemantauan kesehatan, memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kondisi kesehatan, dan memungkinkan interaksi yang lebih baik antara pasien dan

profesional kesehatan. Namun, penting untuk mempertimbangkan keamanan data dan privasi pengguna dalam penggunaan alat pemantau kesehatan IoT.

Alat pemantau kesehatan yang terhubung ke IoT memungkinkan pemantauan kondisi kesehatan secara *real-time*. Kemajuan perangkat *wearable* IoT memungkinkan pasien memantau dan mengendalikan metrik kesehatan mereka. Ketersediaan perangkat ini memudahkan pasien untuk terus memantau parameter kesehatan mereka. Dengan bantuan perangkat tersebut, pasien dapat menerima informasi tentang kondisi kesehatannya kapan saja [12]. Sensor dapat mengumpulkan data kesehatan secara otomatis, mengurangi keterlibatan pengguna dalam pengumpulan informasi. Ini dapat menghasilkan data yang lebih lengkap dan akurat, karena pengukuran dilakukan tanpa kebutuhan intervensi manusia. Sensor *Pulse* merespon perubahan relatif dalam intensitas cahaya. Jika jumlah insiden ringan pada sensor tetap konstan, nilai sinyal akan tetap berada di (atau mendekati) 512 (titik tengah rentang ADC) [13].

Alat pendeteksi detak jantung adalah inovasi canggih yang menggabungkan teknologi deteksi jantung dengan kemampuan konektivitas internet. Peralatan ini umumnya dilengkapi dengan sensor detak jantung yang canggih dan terhubung ke *platform cloud* melalui internet. Perkembangan pada perangkat komunikasi dalam paradigma IoT berkembang begitu pesat dalam dua dekade terakhir dengan peningkatan penggunaan sensor di setiap aspek kehidupan sehingga membentuk jaringan-jaringan berbasis sensor [5].

2.4 Detak Jantung

Denyut jantung atau detak jantung, merujuk pada jumlah kali jantung berkontraksi atau berdenyut dalam satu menit. Detak jantung didefinisikan sebagai kerja otot jantung yang terjadi antara kontraksi (*systole*) dan relaksasi (*diastole*). Setiap kali jantung berkontraksi, darah dipompa keluar dari bilik jantung dan didorong ke pembuluh darah, memberikan oksigen dan nutrisi yang dibutuhkan oleh organ-organ tubuh. Jantung yang sehat memompa 55%-60% dari volume ventrikel kiri. Namun, pada pasien gagal jantung, jantung memompa kurang dari jumlah ini [14]. Detak jantung bervariasi tergantung pada aktivitas fisik, kondisi emosional, dan kesehatan individu. Frekuensi dari detak jantung menunjukkan berapa cepat

jantung memompa darah melewati sistem peredaran darah [1]. Pemantauan detak jantung penting dilakukan secara berkala. Proses pemantauan detak jantung dan suhu tubuh manusia tidak boleh dilakukan sembarang agar tidak membahayakan pasien sehingga harus dilakukan proses monitoring secara terus-menerus oleh perawat atau dokter [9]. Ini adalah parameter kardiovaskular kritis yang mencerminkan aktivitas dan kesehatan jantung seseorang. Kardiovaskular merupakan sistem yang terdiri dari pembuluh darah dan jantung. Nilai detak jantung manusia normal berkisar antara 60-100 bpm. Dalam keadaan istirahat jantung berdetak 70 kali/menit. Pada waktu banyak pergerakan kecepatan jantung bisa mencapai 150 kali/menit [10]. Untuk nilai detak jantung selain rentang tersebut adalah kondisi dimana jantung kurang sehat, maka dari itu perlu dilakukannya pengukuran jantung secara intensif selama kurun waktu 1 minggu, lalu segera mengecek kesehatan jantung [11].

2.5 Arduino Nano

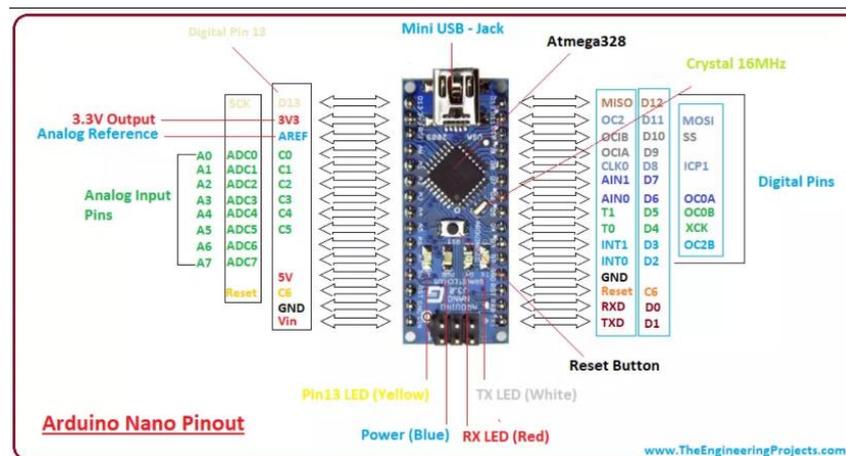
Arduino Nano merupakan salah satu jenis dari papan pengembangan mikrokontroler Arduino yang serbaguna. Arduino nano merupakan komponen penggunaan *software* dan *hardware* yang dapat mendeteksi serta merespon situasi dan kondisi yang ada didunia nyata [15]. Dengan ukuran yang kecil, Arduino Nano sangat ideal untuk proyek-proyek yang membutuhkan faktor bentuk yang lebih kecil. Papan ini dilengkapi dengan prosesor mikrokontroler ATmega328, yang sering digunakan dalam berbagai proyek elektronik. Arduino Nano memiliki pin I/O yang lengkap, memungkinkan pengguna untuk menghubungkan berbagai sensor, aktuator, dan perangkat lainnya. Arduino Nano memiliki 22 pin *input/output* (I/O) yang dapat digunakan untuk menghubungkan berbagai perangkat dan sensor. Pada Tabel 2.1 menunjukkan spesifikasi dari Arduino nano.

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Nano

| | |
|----------------------------|-----------|
| Mikrokontroler | ATmega328 |
| Tegangan Operasi | 5 V |
| Input Voltage (disarankan) | 7-12V |
| Input Voltage (limit) | 6-20V |

| | |
|---|---|
| Pin Digital I/O | 14 (6 pin digunakan sebagai <i>output</i> PWM) |
| Pin Input Analog | 8 |
| Arus DC per pin I/O | 40 mA |
| Flash Memory | 16KB (ATmega168) atau 32KB (ATmega328) 2KB digunakan oleh <i>Bootloader</i> |
| SRAM (<i>Static Random Access Memory</i>) | 1 KB (ATmega168) atau 2 KB (Atmega328) |
| EEPROM (<i>Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory</i>) | 512 byte (ATmega168) atau 1KB (ATmega328) |
| Dimensi | 0,73 cm x 1,70 cm |
| Berat | 5 gr |

Beberapa dari pin tersebut dapat diatur untuk berbagai fungsi seperti PWM (*Pulse Width Modulation*), komunikasi serial, atau sebagai input analog. Arduino Nano dapat dihubungkan ke komputer atau perangkat lain melalui port USB mini-Jack yang terintegrasi. Ini memungkinkan pengguna untuk mengunggah program ke papan dengan mudah dan melakukan komunikasi serial. Gambar 2.1 menunjukkan bentuk fisik arduino nano.



Gambar 2.1 Arduino Nano

2.6 Sensor *Pulse heart rate*

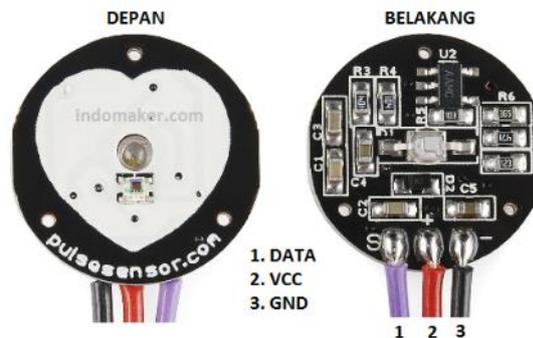
Sensor detak jantung, sering juga disebut sensor *pulse heart rate*, adalah sebuah perangkat yang dapat melakukan pemantauan kesehatan jantung melalui denyutnya. Umumnya diimplementasikan pada perangkat *wearable*, seperti jam tangan pintar atau gelang kesehatan karena bentuknya yang kecil seperti Gambar 2.2. Sensor ini memanfaatkan teknologi optik atau elektro-optik untuk memberikan pemahaman yang mendalam tentang detak jantung seseorang. Sensor ini dapat digunakan untuk mempermudah penggabungan antara pengukuran detak jantung dengan aplikasi data ke dalam pengembangannya [16].

Sensor ini menggunakan metode *Photoplethysmography* merupakan suatu metode *non-invasive* untuk mengetahui detak jantung manusia dengan cara mengukur perubahan volume darah pada suatu organ menggunakan LED (*Light Emitting Diode*) yang dipancarkan pada kulit pengguna secara transmisi atau reflektansi, kemudian diterima oleh *photodetector* [15]. Pengukuran dengan sensor ini dapat dilakukan diujung jari.

Cara kerjanya cahaya yang dipancarkan ke kulit pengguna akan diukur sejauh mana cahaya tersebut diserap atau dipantulkan oleh perubahan-perubahan pada pembuluh darah ketika jantung berdetak. Karena volume darah berubah dengan pemompaan darah dari jantung, detak jantung dan tekanan darah dapat diperkirakan dari sinyal PPG [17]. Jadi, setiap denyut jantung mengubah jumlah gelombang infrared yang terdeteksi oleh sensor *photodiode* menjadi pulsa. Kemudian pulsa dihitung dalam mikrokontroler untuk menentukan jumlah denyut jantung. Ketika darah mengalir melalui pembuluh darah, volume darah yang lebih tinggi menyebabkan perubahan pada cahaya yang diteruskan atau dipantulkan oleh kulit [4].

Sensor *pulse heart rate* mampu memberikan pembacaan detak jantung akurat tanpa memerlukan metode invasif. Data yang dihasilkan oleh sensor ini sering diintegrasikan dengan perangkat pintar atau aplikasi kesehatan yang memungkinkan pengguna untuk memonitor detak jantung mereka selama aktivitas fisik, istirahat, atau bahkan saat tidur. Hal ini memberikan pemahaman yang lebih lengkap tentang pola detak jantung, sehingga dapat membantu pengguna untuk

melacak kesehatan kardiovaskular dan menyesuaikan rutinitas kebugaran secara lebih personal.



Gambar 2.2 Sensor *Pulse heart rate*

Sensor memerlukan kalibrasi untuk membandingkan nilai sensor dengan nilai kalibrator sehingga mendapatkan nilai akurat. Untuk mendapatkan nilai akurasi dapat dihitung terlebih dahulu nilai *error* dengan persamaan.

$$Error = \left| \frac{x-y}{y} \right| \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan keterangan nilai *x* adalah nilai terukur pada rancangan sistem dan *y* adalah nilai terukur pada alat kalibrasi. Sehingga dapat dilakukan perhitungan kalibrasi dengan persamaan berikut.

$$Akurasi (\%) = 100\% - error(\%) \dots \dots \dots (2.2)$$

2.7 Modul GSM SIM800L

SIM800L adalah modul GSM (*Global System for Mobile Communication*) atau GPRS (*General Packet Radio Service*) yang memiliki kemampuan konektivitas seluler pada berbagai proyek berbasis mikrokontroler. Modul ini dirancang untuk menyediakan kemampuan komunikasi seluler kepada perangkat elektronik, seperti Arduino atau mikrokontroler lainnya. SIM800L mendukung jaringan GSM dan GPRS, memungkinkan pengiriman dan penerimaan data melalui pesan singkat dan panggilan suara [18]. Modul ini dirancang oleh perusahaan SIMCom *Wireless Solutions* dan dapat menjadi pilihan yang tepat dalam proyek-proyek yang membutuhkan koneksi seluler yang handal dan efisien. Kegunaan modul GSM SIM800L untuk SMS (*Short Message Service*) gateway dan server pulsa [5].

Gambar 2.3 menunjukkan dimensinya yang kecil (sekitar 2,5 x 2,3 cm) SIM800L memiliki potensi untuk mengintegrasikan teknologi seluler ke dalam berbagai aplikasi. Salah satu fitur unggulan SIM800L adalah dukungan untuk koneksi GPRS, yang memungkinkan transmisi data secara efisien melalui jaringan seluler. Ini memungkinkan penggunaan modul ini dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem pemantauan jarak jauh, pelacakan GPS, dan kendali perangkat melalui SMS. Modul ini juga mendukung SMS, memungkinkan pengguna untuk mengirim dan menerima pesan teks melalui jaringan seluler.

Antarmuka serial pada SIM800L memudahkan integrasinya dengan mikrokontroler seperti Arduino. Modul ini dapat beroperasi pada berbagai tegangan (dari 3,4V hingga 4,4V) dan memiliki konsumsi daya yang rendah, menjadikannya pilihan yang efisien dalam hal daya untuk proyek-proyek bertenaga baterai. Fitur pemantauan sinyalnya memungkinkan pengguna untuk memantau kekuatan sinyal seluler, memberikan informasi yang penting untuk pemilihan lokasi dan optimalisasi koneksi.



Gambar 2.3 Modul SIM800L

2.8 Modul GPS Ublox Neo-6m

U-blox NEO-6M adalah modul GPS (*Global Positioning System*) yang dapat menyajikan informasi posisi terbaik [19]. Modul ini sangat populer dan serbaguna yang digunakan dalam berbagai aplikasi, terutama di bidang pemantauan dan pelacakan berbasis lokasi. Diproduksi oleh perusahaan u-blox,

modul ini merupakan modul presisi dan akurasi tinggi dalam penentuan posisi global.

NEO-6M beroperasi menggunakan teknologi *Global Navigation Satellite System* (GNSS) yang mencakup sinyal dari beberapa sistem navigasi satelit, termasuk GPS dan GLONASS (*Global Navigation Satellite System Rusia*). Gambar 2.4 menunjukkan satu dari fitur utama NEO-6M adalah faktor bentuknya yang kecil, yang memudahkan integrasinya ke dalam proyek-proyek elektronik yang membutuhkan pemantauan lokasi atau navigasi. Modul ini menyediakan data lokasi yang akurat dengan tingkat sensitivitas yang tinggi, bahkan dalam kondisi penerimaan sinyal yang sulit. Dengan antarmuka serialnya, NEO-6M dapat dihubungkan dan berkomunikasi dengan mikrokontroler, seperti Arduino atau Raspberry Pi, sehingga memungkinkan pengembang untuk mengintegrasikan kemampuan GPS ke dalam proyek-proyek.

Selain itu, NEO-6M memiliki konsumsi daya yang rendah, membuatnya cocok untuk aplikasi bertenaga baterai. Modul ini dapat memberikan informasi posisi yang akurat dan terus-menerus, memungkinkan penggunaan dalam pelacakan kendaraan, navigasi, atau proyek-proyek IoT yang membutuhkan data lokasi *real-time*. U-blox NEO-6M tetap menjadi pilihan utama untuk proyek-proyek yang memerlukan kemampuan pemosisian global yang handal dan terjangkau.



Gambar 2.4 Modul GPS Ublox Neo-6M

Untuk mengetahui selisih antara titik koordinat GPS dan titik koordinat yang sebenarnya maka dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan.

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan keterangan:

- d adalah selisih derajat antara titik koordinat dan titik GPS.
- x_1 adalah nilai lintang (*latitude*) dari titik koordinat yang sebenarnya.
- x_2 adalah nilai lintang (*latitude*) dari titik GPS.
- y_1 adalah nilai bujur (*longitude*) dari titik koordinat yang sebenarnya.
- y_2 adalah nilai bujur (*longitude*) dari titik GPS.

2.9 Buzzer

Buzzer merupakan sebuah komponen kecil yang dapat menghasilkan suara. Komponen yang satu ini sering digunakan pada alat-alat untuk keperluan notifikasi atau pemberitahuan [20]. Berdasarkan jenisnya buzzer memiliki 2 macam yaitu buzzer aktif dan juga buzzer pasif. Untuk buzzer aktif akan mengeluarkan suara apabila diberikan tegangan dengan satu frekuensi suara. Untuk buzzer pasif memiliki frekuensi suara yang berbeda-beda. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengatur tegangan yang masuk ke buzzer sehingga tercipta tinggi dan rendahnya suara tergantung dengan frekuensi yang diatur. Buzzer yang digunakan dalam penelitian ini berwarna hitam dan memiliki 2 pin seperti Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Buzzer

2.10 Analisis Konsumsi Baterai

Baterai merupakan perangkat yang terdiri dari satu atau lebih sel elektrokimia dengan koneksi eksternal yang disediakan untuk memberi daya pada perangkat

listrik. Sel lithiumion merupakan elemen paling dasar dari baterai dalam lithium ion sel menghasilkan tegangan 3V sampai 4V [21]. Baterai merupakan kumpulan sel yang terhubung untuk mendapatkan tegangan yang lebih tinggi dan pack merupakan kombinasi dari baterai yang disusun secara seri atau paralel untuk mendapatkan tegangan dan kapasitas yang diharapkan.

Baterai lithium-ion berkapasitas 5000 mAh banyak digunakan dalam berbagai perangkat elektronik, seperti ponsel pintar, tablet, dan laptop, karena memiliki daya tahan yang baik dan kemampuan untuk menyimpan energi dalam jumlah besar. Analisis konsumsi baterai ini penting untuk memahami efisiensi dan durabilitas penggunaannya dalam berbagai kondisi. Konsumsi baterai dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk intensitas penggunaan perangkat, jenis aplikasi yang berjalan, suhu operasional, serta usia baterai itu sendiri. Misalnya, penggunaan aplikasi berat seperti game atau streaming video berkualitas tinggi cenderung menguras baterai lebih cepat dibandingkan dengan penggunaan aplikasi ringan seperti pesan teks atau panggilan telepon. Dengan kapasitas 5000 mAh, baterai lithium-ion dapat memberikan waktu penggunaan yang lebih lama dibandingkan baterai dengan kapasitas lebih rendah, namun efisiensi konsumsi tetap bergantung pada manajemen daya perangkat dan pola penggunaan oleh pengguna. Pada penelitian ini menggunakan 2 cell baterai 7,4 V yang berkapasitas 5000 mAh. Untuk menghitung masa umur baterai dapat dilakukan dengan persamaan [22] dibawah ini.

$$I_{active} = \frac{(I.t)_{Call} + (I.t)_{sms}}{t_{active}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Persamaan ini menghitung rata-rata arus aktif selama periode aktif tertentu dengan keterangan.

- $(I.t)_{Call}$ = Arus yang dikonsumsi selama panggilan telepon, dikalikan dengan durasi panggilan.
- $(I.t)_{sms}$ = Arus yang dikonsumsi selama pengiriman SMS, dikalikan dengan durasi pengiriman SMS.
- t_{active} = Total waktu aktif, yang merupakan penjumlahan waktu panggilan dan waktu pengiriman SMS seperti pada Persamaan 2.5

$$t_{active} = t_{Call} + t_{sms} \dots\dots\dots(2.5)$$

Selanjutnya menghitung arus yang terpakai oleh sistem menggunakan Persamaan 2.6

$$I(T) = \frac{t_{active}}{T} I_{active} + (1 - \frac{t_{active}}{T}) I_{sb} \dots \dots \dots (2.6)$$

Persamaan 2.6 menghitung rata-rata arus total yang dikonsumsi oleh sistem selama periode total dengan keterangan.

- I_{active} = Arus rata-rata selama periode aktif (mA) (dihitung pada Persamaan 4.3).
- t_{active} = Total waktu aktif (s) (dihitung pada Persamaan 2.5).
- T = Interval waktu pengiriman (s).
- I_{sb} = Arus yang dikonsumsi saat sistem berada dalam mode *standby* (mA).

Persamaan membagi waktu menjadi dua bagian waktu aktif dan waktu *standby*, kemudian menghitung rata-rata arus dengan memberikan nilai sesuai dengan waktu aktif dan waktu *standby*.

$$L(T) = \frac{C}{30 \times 24 \times I(T)} \dots \dots \dots (2.7)$$

Persamaan ini menghitung usia baterai dalam hari, dengan mempertimbangkan kapasitas baterai (C) dan arus yang dikonsumsi ($I(T)$).

- C = Kapasitas baterai (mAh).
- $I(T)$ = Arus yang dikonsumsi selama periode T
- 30×24 = Konstanta untuk mengonversi hasil ke dalam hari (30 hari x 24 jam per hari).

2.11 Software Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode ke papan mikrokontroler Arduino. Dikembangkan sebagai bagian dari proyek open-source Arduino, IDE ini dirancang untuk memudahkan pengguna dari berbagai tingkat keahlian dalam mengembangkan proyek elektronik interaktif. Bahasa pemrograman yang digunakan berbasis C/C++, namun telah disederhanakan dengan berbagai pustaka (*libraries*) yang mempermudah pengguna dalam menulis

kode untuk berbagai fungsi seperti membaca sensor, mengontrol motor, atau berkomunikasi dengan perangkat lain.

Selain fitur pengeditan kode, Arduino IDE juga dilengkapi dengan alat untuk mengunggah kode langsung ke papan Arduino melalui kabel USB, dan terminal serial monitor yang memungkinkan pengguna untuk melihat output atau melakukan debugging. Platform ini mendukung berbagai macam papan Arduino, dari yang sederhana seperti Arduino Uno hingga papan yang lebih kompleks seperti Arduino Mega atau Nano. Pada arduino IDE terdapat program yang di sering disebut sebagai sketch mudah karena *software* Arduino [16].

Dalam proses pengembangan, Arduino IDE juga menyediakan manajemen pustaka yang memudahkan pengguna untuk mengakses dan mengelola berbagai modul atau pustaka kode tambahan. Pengguna dapat dengan mudah menambahkan pustaka ini ke dalam proyek mereka untuk memperluas fungsionalitas tanpa perlu membuat ulang kode yang sudah ada.

Selain itu, Arduino IDE memiliki Serial Monitor yang memungkinkan pengguna untuk memonitor dan berinteraksi dengan data serial yang dikirim dan diterima oleh papan mikrokontroler. Fitur ini sangat bermanfaat dalam pemecahan masalah dan pengujian proyek yang melibatkan komunikasi serial. Dengan antarmuka yang sederhana dan intuitif, Arduino IDE memainkan peran penting dalam mendemokratisasikan dunia pemrograman mikrokontroler, membuatnya lebih dapat diakses oleh berbagai kalangan, termasuk pemula dalam dunia pemrograman.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Adapun penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Elektronika, Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung. Waktu penelitian dari Januari-Juli 2024.

3.2 Alat dan Bahan Perancangan Sistem Deteksi Dini Henti Jantung

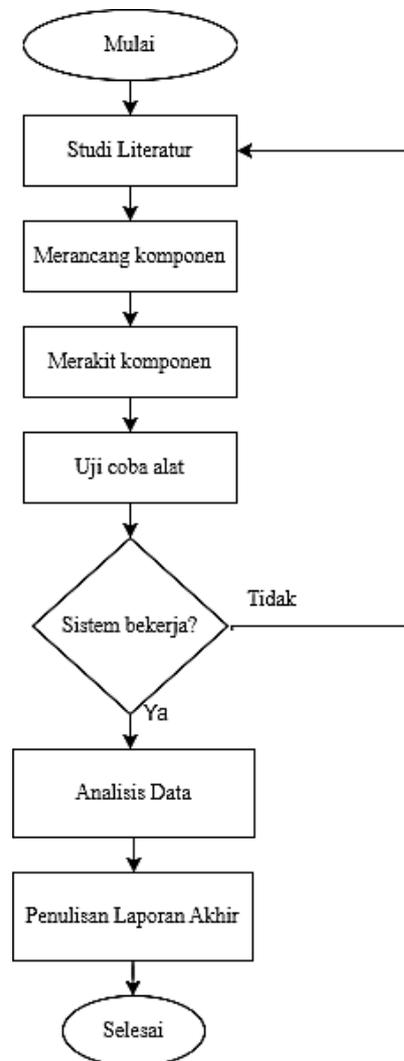
Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Alat dan Bahan Perancangan Sistem Deteksi Dini Henti Jantung

| Nama Alat dan Bahan | Keterangan |
|--------------------------------|--|
| Arduino Nano | Mikrokontroler yang menjadi pusat pengendali seluruh komponen |
| Sensor <i>Pulse heart rate</i> | Sebagai sensor yang akan mengukur detak jantung. |
| U-Blox Neo-6M | Sebagai komponen yang berfungsi sebagai GPS. |
| SIM800L | Sebagai komponen yang berfungsi sebagai GSM. |
| Laptop Lenovo | Sebagai <i>device</i> yang berfungsi untuk mendukung proses <i>coding</i> keseluruhan komponen |
| Arduino IDE | Aplikasi yang digunakan untuk memogram keseluruhan komponen. |
| Buzzer | Sebagai alarm peringatan sekitar pasien. |

3.3 Diagram Alir Penelitian Sistem Deteksi Dini Henti Jantung

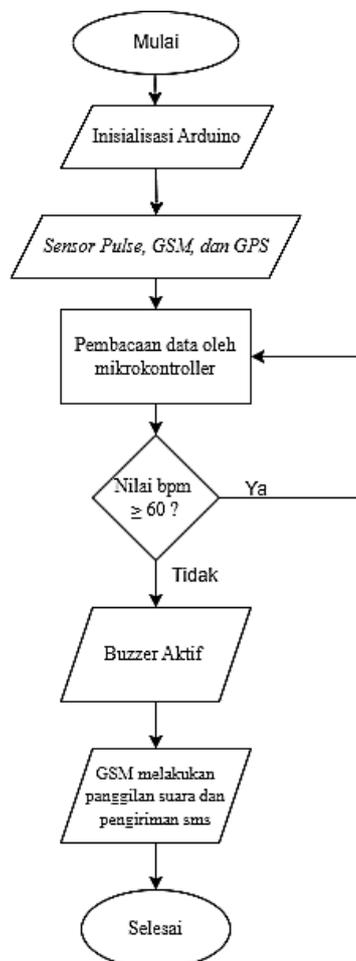
Penelitian ini dimulai dari pengumpulan studi literatur yang akan digunakan dalam penelitian sebagai bahan acuan atau pembandingan dari penelitian terdahulu. Selanjutnya merancang sistem dengan menyiapkan komponen kemudian merakit skematik alat dan membuat program alat. Setelah itu melakukan pengujian alat. Bila sistem bekerja, maka dilanjutkan dengan melakukan analisis hasil data dan penulisan laporan akhir. Namun bila sistem tidak bekerja dengan baik, maka dilakukan pengkajian literatur kembali. Adapun tahapan yang dilakukan pada penelitian ini digambarkan melalui diagram alir Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.

3.4 Diagram Alir Sistem Deteksi Dini Henti Jantung

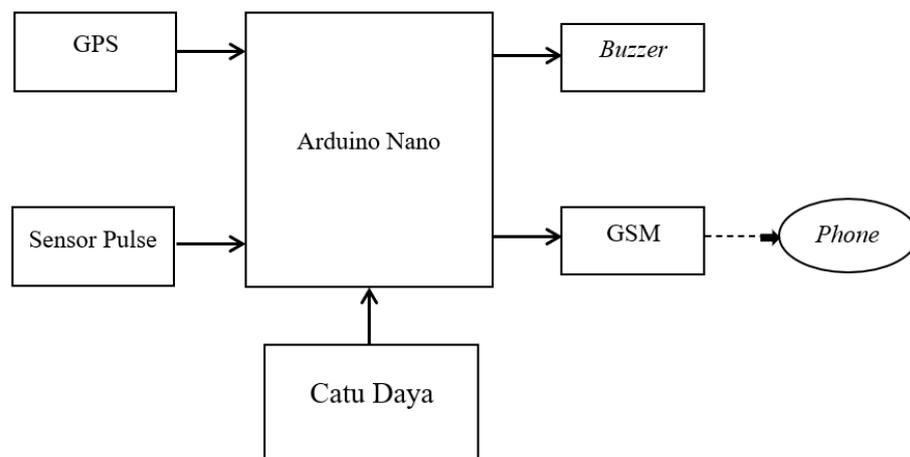
Perancangan sistem ini dimulai dari perancangan komponen kemudian menentukan nilai detak jantung normal sebagai ambang batas yaitu 60-100 bpm. Setelah itu kalibrasi alat dan mulai mengukur detak jantung. Apabila detak jantung dideteksi masih dalam *range* normal maka pengukuran akan diteruskan. Apabila melemah, maka sistem akan membunyikan buzzer sehingga orang disekitar pasien akan melihat kemudian sistem mengirim panggilan suara dan SMS berupa URL (*Uniform Resource Locator*) google maps titik koordinat GPS ke nomor ponsel keluarga pasien sehingga dapat mengetahui titik terakhir lokasi pasien mengalami henti jantung. Adapun tahapannya dijelaskan Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem Deteksi Dini Henti Jantung.

3.5 Diagram Blok Perancangan Sistem

Penelitian ini menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler dan sumber daya menggunakan baterai 2 cell 7,4 V. Kemudian dihubungkan pada sensor *pulse heart rate*, modul GPS Ublox Neo 6M, modul GSM SIM800L dan buzzer kemudian diintegrasikan. Sensor akan mengukur berapa banyak detak jantung yang masuk dan datanya akan disimpan pada Arduino. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi dini henti jantung pada pasien dan mengirim lokasi pasien kepada nomor yang terdaftar pada sistem. Detak jantung akan dideteksi menggunakan sensor pulse heart rate kemudian ketika detak jantung kurang dari 60 bpm, maka modul GPS akan mengirim URL yang berisi titik koordinat pasien ketika mengalami penurunan detak jantung melalui modul GSM berupa SMS. Kemudian buzzer akan berbunyi untuk memberi peringatan bahwa pasien mengalami henti jantung disekitar pasien. Adapun diagram blok perancangan dijelaskan Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem Deteksi Dini Henti Jantung dan Lokasi Pasien.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil merancang sistem deteksi dini henti jantung berbasis Arduino menggunakan arduino nano, sensor *pulse heart rate*, SIM800L, GPS Neo-6M, dan Buzzer.
2. Sistem ini memiliki akurasi detak jantung mencapai 98,78% dan akurasi sistem secara keseluruhan mencapai 85%. Sistem telah berhasil mendeteksi henti jantung dan mengirim pemberitahuan dini berupa panggilan telepon dengan rata-rata panggilan 8,5 detik dan SMS yang berisi lokasi pasien dengan penyimpangan jarak terjauh 13,22 meter dan jarak terdekat 0,69 meter kepada keluarga pasien dengan rata-rata 3,6 detik.
3. Sistem ini juga dapat membunyikan buzzer selama 20 detik dengan keadaan buzzer 2 detik hidup dan 0,5 detik mati, ketika detak jantung menurun untuk memberikan peringatan kepada orang di sekitar pasien.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan komponen yang lebih unggul, seperti sensor detak jantung yang lebih baik untuk penyaringan *noise* yang lebih baik seperti sensor yang digunakan di pergelangan tangan agar pengukuran dapat lebih stabil dan efektif. Modul GPS berkualitas tinggi untuk meningkatkan akurasi. Selain itu, penggunaan baterai dengan kapasitas lebih besar juga direkomendasikan agar sistem dapat beroperasi dalam jangka waktu yang lebih lama. Penambahan komponen seperti LCD atau OLED akan meningkatkan kualitas pemantauan detak jantung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. Rinaldi, “Rancang Bangun Alat Deteksi Jantung Berbasis Mikrokontroler Arduino Dengan Pulse Sensor,” *Forum Pendidik. Tinggi Tek. Elektro Indones. Reg. Vii*, Hal. 374–376, 2021.
- [2] F. Sommeng, R. Utami, F. Dwimartyono, M. I. Wahab, Dan Abdul Muthalib, “Peran Code Blue Terhadap Penanganan Henti Napas Henti Jantung Di Rumah Sakit,” *Fakumi Med. J. J. Mhs. Kedokt.*, Vol. 3, No. 8, Hal. 541–551, 2023, Doi: 10.33096/Fmj.V3i8.365.
- [3] G. S. Pratiwi, M. N. Falakhi, N. A. Juwita, Y. P. Islamay, N. S. Nuraini, Dan M. R. Asfarada, “Pengaruh Edukasi Kepada Kelompok Masyarakat Tentang *Cardiopulmonary Resuscitation* Dalam Menghadapi Kesiapsiagaan Bencana: Literatur Review,” *Bimiki (Berkala Ilm. Mhs. Ilmu Keperawatan Indones.*, Vol. 10, No. 1, Hal. 44–51, 2022, Doi: 10.53345/Bimiki.V10i1.238.
- [4] M. P. Permana Dan A. T. Hanuranto, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Dini Penderita Aritmia Berbasis Internet Of Things (Iot),” *E-Proceeding Of Engineering*, Vol. 6, No. 2, Hal. 4727–4735, 2019.
- [5] Suyanti Dan E. Yundra, “Rancang Bangun Deteksi Detak Jantung Manusia Dengan Metode Pulse Sensor Berbasis Iot (Internet Of Things),” *J. Tek. Elektro*, Vol. 08, No. 01, Hal. 191–198, 2019.
- [6] R. Eksaktania, T. Rijanto, Dan E. Indahwati, “Rancang Bangun Sistem Penghitungan Heart Rate Menggunakan Sensor Finger,” *Reaktom Rekayasa Keteknikan Dan Optimasi*, Vol. 4, No. 2, Hal. 56–59, 2019, Doi: 10.33752/Reaktom.V4i2.1247.
- [7] H. H. Rachmat Dan D. R. Ambaransari, “Sistem Perekam Detak Jantung Berbasis Pulse Heart Rate Sensor Pada Jari Tangan,” *Elkomika J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, Vol. 6, No. 3, Hall. 344, 2018, Doi: 10.26760/Elkomika.V6i3.344.
- [8] P. Karina Dan A. H. Thohari, “Perancangan Alat Pengukur Detak Jantung Menggunakan Pulse Sensor Berbasis Raspberry,” *J. Appl. Informatics*

- Comput.*, Vol. 2, No. 2, Hal. 57–61, 2018, Doi: 10.30871/Jaic.V2i2.920.
- [9] G. J. Williams *Et Al.*, “*Wearable Technology And The Cardiovascular System: The Future Of Patient Assessment*,” *Lancet Digit. Heal.*, Vol. 5, No. 7, Hal. E467–E476, 2023, Doi: 10.1016/S2589-7500(23)00087-0.
- [10] S. N. Ubay, W. A. Kusuma, Dan Z. Sari, “Pengembangan Sistem Monitoring Langkah Kaki Dengan Sensor Mpu6050 Untuk Menghitung Jumlah Penurunan Berat Badan Berbasis Android,” *J. Repos.*, Vol. 2, No. 2, Hal. 123–128, 2020, Doi: 10.22219/Repositor.V2i2.164.
- [11] Annisa, M. S. Billhaq, Dan A. W. Rivai P, “*Heartbeats Detector*’ (Pendeteksi Dan Pengukur Detak Jantung,” *Autocracy*, Vol. 5, No. 1, Hal. 31–45, 2018, Doi: 10.21009/Autocracy.05.1.4.
- [12] A. Hannan, S. M. Cheema, Dan I. M. Pires, “*Machine Learning-Based Smart Wearable System For Cardiac Arrest Monitoring Using Hybrid Computing*,” *Biomed. Signal Process. Control*, Vol. 87, No. Pb, Hal. 105519, 2024, Doi: 10.1016/J.Bspc.2023.105519.
- [13] R. S. Kusuma, M. Pamungkasty, F. S. Akbaruddin, Dan U. Fadlilah, “Prototipe Alat Monitoring Kesehatan Jantung Berbasis Iot,” *Emit. J. Tek. Elektro*, Vol. 18, No. 2, Hal. 59–63, 2018, Doi: 10.23917/Emitor.V18i2.6353.
- [14] S. M. Iqbal, M. A. Leavitt, G. Pedilus, I. Mahgoub, Dan W. Asghar, “*A Wearable Telehealth System For The Monitoring Of Parameters Related To Heart Failure*,” *Heliyon*, Vol. 10, No. 5, Hal. E26841, 2024, Doi: 10.1016/J.Heliyon.2024.E26841.
- [15] D. E. Savitri, “Gelang Pengukur Detak Jantung Dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis Internet Of Things (Iot),” *Uin Syarif Hidayatullah Jakarta*, Hal. 1–87, 2020.
- [16] G. W. Wohingati Dan A. Subari, “Alat Pengukur Detak Jantung Menggunakan Pulesensor Berbasis Arduino Uno R3 Yang Diintegrasikan Dengan Bluetooth,” *Gema Teknol.*, Vol. 17, No. 2, Hal. 65–71, 2015, Doi: 10.14710/Gt.V17i2.8919.

- [17] A. Chowdhury, D. Das, A. B. M. Eldaly, R. C. C. Cheung, Dan M. H. Chowdhury, “*Photoplethysmogram-Based Heart Rate And Blood Pressure Estimation With Hypertension Classification*,” *Ipem-Translation*, Vol. 9, No. March, Hal. 100024, 2024, Doi: 10.1016/J.Ipemt.2024.100024.
- [18] T. Iqbal, “Perancangan Prototype Gps Tracker Via Sms Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano Abstrak,” *J. Sistem Komputer (Siskom)*, Vol. 3, No. 1, Hal. 11–25, 2023.
- [19] I. K. R. Arthana, I. M. A. Pradnyana, Dan D. P. Y. Kurniati, “Sistem Monitoring Detak Jantung Dan Lokasi Pasien,” *J. Pendidik. Teknol. Dan Kejuru.*, Vol. 15, No. 1, Hal. 124–133, 2018, Doi: 10.23887/Jptk-Undiksha.V15i1.13115.
- [20] F. Febrianti, S. Wibowo, Dan N. Vendyansyah, “Implementasi Iot(Internet Of Things) Monitoring Kualitas Air Dan Sistem Administrasi Pada Pengelola Air Bersih Skala Kecil,” *Jati (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, Vol. 5, No. 1, Hal. 171–178, 2021, Doi: 10.36040/Jati.V5i1.3249.
- [21] M. Ootong, “Perancangan Modular Baterai Lithium Ion (Li-Ion) Untuk Beban Lampu Led,” *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, Vol. 8, No. 2, Hal. 260, 2019, Doi: 10.36055/Setrum.V8i2.6808.
- [22] H. Fitriawan, D. Mause, A. S. Arifin, Dan A. Trisanto, “*Realization Of Zigbee Wireless Sensor Networks For Temperature And Humidity Monitoring*,” *Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Sci. Informatics*, Vol. 2, No. June 2015, Hal. 102–107, 2015, Doi: 10.11591/Eecsi.V2i1.779.
- [23] “Pulse Sensor - Datasheet,” *World Famous Electron. Llc*, Hal. 1, 2018, [Online]. Available: <https://Pulsesensor.Com/Pages/Open-Hardware>
- [24] J. Přibíl, A. Přibílová, Dan I. Frollo, “*Contact Measurement Of Skin Temperature Using A Wearable Two-Channel Ppg Optical Sensor Supplemented By Thermometers*,” *J. Electr. Eng.*, Vol. 75, No. 2, Hal. 113–123, 2024, Doi: 10.2478/Jee-2024-0015.

- [25] A. Christopher Dan Y. M. Dinata, “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Jarak Jauh Denyut Nadi, Saturasi Oksigen, Dan Suhu Tubuh Pada Orang Sakit Di Rumah,” *J. Inform. Dan Sist. Inf.*, Vol. 8, No. 1, Hal. 1–11, 2022, Doi: 10.37715/Juisi.V8i1.2619.
- [26] N. Nuryani, M. F. Akshya, Dan N. Wiyono, “Sistem Pengukuran Detak Jantung Menggunakan Arduino Dan Android Berbasis Fotoplethysmogram,” *Indones. J. Appl. Phys.*, Vol. 13, No. 1, Hal. 147, 2023, Doi: 10.13057/Ijap.V13i1.73636.
- [27] B. J. Petek *Et Al.*, “Consumer Wearable Health And Fitness Technology In Cardiovascular Medicine: Jacc State-Of-The-Art Review,” *J. Am. Coll. Cardiol.*, Vol. 82, No. 3, Hal. 245–264, 2023, Doi: 10.1016/J.Jacc.2023.04.054.
- [28] Y. Miftahuddin, S. Umaroh, Dan F. R. Karim, “Perbandingan Metode Perhitungan Jarak Euclidean, Haversine, Dan Manhattan Dalam Penentuan Posisi Karyawan,” *J. Tekno Insentif*, Vol. 14, No. 2, Hal. 69–77, 2020, Doi: 10.36787/Jti.V14i2.270.
- [29] A. Shiddiq, Taufiqurrahman, R. Susetyoko, dan W. Tjatoer, “Rancang Bangun Alat Kalibrasi Sensor Posisi Menggunakan Metode Euclidean Ahmad Shiddiq,” *Dalam Seminar Akhir Jurusan Teknik Elektronika PENS*, pp. 1–6, 2012.