

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas fisik yang teratur dan olahraga teratur merupakan elemen fundamental dalam pemeliharaan kesehatan kardiovaskular dan metabolisme tubuh, khususnya bagi demografi usia muda. Studi terbaru menunjukkan bahwa olahraga rutin memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kapasitas aerobik, stabilisasi tekanan darah, serta reduksi kadar kolesterol dalam darah [1]. Bagi mahasiswa yang tergabung dalam Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Olahraga, kebugaran jasmani menjadi prasyarat mutlak untuk menunjang performa atletik sekaligus ketahanan fisik dalam menjalani aktivitas akademik tanpa mengalami kelelahan berlebih [2].

Kendati demikian, intensitas latihan fisik yang tinggi tanpa disertai pemantauan fisiologis yang presisi menyimpan risiko fatalitas yang sering terabaikan. Fenomena henti jantung mendadak atau *Sudden cardiac death* (SCD) pada atlet muda menjadi anomali medis yang memprihatinkan. Munthe et al. dalam studinya menyoroti bahwa atlet muda sering dikategorikan dalam kondisi "too fit to die", padahal insiden gagal jantung sering terjadi tanpa didahului gejala klinis yang tampak (asimtomatik) [3]. Absennya pemantauan kondisi fisiologis secara *real-time* saat beban kerja jantung mencapai puncaknya menjadi faktor determinan dalam insiden fatal tersebut [4].

Secara patofisiologis, risiko tersebut berkorelasi dengan gangguan irama jantung (aritmia), baik berupa takikardia maupun bradikardia, yang menyebabkan kegagalan fungsi pompa jantung [5]. Risiko ini eskalatif ketika atlet berlatih melampaui "Zona Latihan" (Training Zone) aman, yakni 50%-80% dari Denyut Nadi Maksimal (DNM). Latihan yang melampaui ambang batas 80% tanpa durasi istirahat yang cukup dapat memicu hipoksia jaringan dan kolaps kardiovaskular [6].

Oleh karena itu, kemampuan untuk memonitor variabel detak jantung (*Heart Rate*) dan saturasi oksigen (*SpO2*) secara simultan saat beraktivitas menjadi kebutuhan krusial.

Studi kasus pada UKM Olahraga Politeknik Negeri Bengkalis menunjukkan adanya kesenjangan (*gap*) teknologi dalam metode pelatihan. Saat ini, pemantauan kondisi fisik atlet masih bergantung pada metode konvensional, seperti palpasi manual atau penilaian subjektif (*Rate of Perceived Exertion*). Kelemahan fundamental metode ini adalah ketidakmampuannya menyajikan data *real-time*; pengukuran manual mengharuskan penghentian aktivitas, sehingga data yang diperoleh merepresentasikan fase pemulihan (*recovery*), bukan fase beban puncak (*peak load*) [7]. Selain itu, subjektivitas dalam merasakan kelelahan sering kali menyebabkan atlet mengabaikan tanda-tanda awal *overtraining*.

Untuk mengeliminasi keterbatasan tersebut, implementasi teknologi Internet of Things (IoT) diajukan sebagai solusi untuk memungkinkan akuisisi dan transmisi data biomedis secara nirkabel dan *real-time*. Sistem berbasis IoT terbukti mampu mengirimkan data parameter vital dari node sensor ke antarmuka pengguna dengan latensi rendah, memungkinkan pelatih untuk melakukan intervensi dini sebelum terjadinya kegagalan fungsi jantung [8].

Dalam perancangan sistem ini, pemilihan sensor menjadi aspek teknis yang krusial. Sensor *MAX30102* dipilih karena memiliki keunggulan komparatif dibandingkan sensor fotoplethismografi (PPG) standar. Sensor ini mengintegrasikan *pulse oximetry* dan *Heart Rate* monitor dengan sensitivitas tinggi dan kemampuan *noise cancellation* terhadap artefak Gerak [9]. Penelitian terdahulu memvalidasi bahwa *MAX30102* memiliki tingkat akurasi tinggi dengan *error rate* di bawah 5% dibandingkan alat medis standar, serta dimensi yang mendukung perancangan perangkat *wearable* yang ergonomis bagi atlet [10].

Berdasarkan urgensi keselamatan dan kebutuhan objektivitas data latihan, penelitian ini bertujuan merancang bangun "Sistem IoT Monitoring Detak Jantung pada Usia Muda Secara Real Time Menggunakan Sensor Oximeter *MAX30102*"

dengan studi kasus pada UKM Olahraga Politeknik Negeri Bengkalis. Sistem ini diharapkan menjadi instrumen preventif yang efektif dalam mendeteksi anomali kardiovaskular dini, sehingga prestasi olahraga dapat diraih dengan standar keselamatan yang terjamin.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem monitoring detak jantung dan saturasi oksigen (SpO₂) berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor MAX30102 dalam bentuk perangkat *wearable*?
2. Bagaimana mengirim dan menyimpan data hasil pengukuran detak jantung (BPM) dan saturasi oksigen (SpO₂) ke *database MySQL* melalui REST API sehingga dapat ditampilkan pada *website* secara *real-time*?
3. Bagaimana sistem ini dapat mempermudah dan mempercepat proses pemantauan kondisi detak jantung anggota UKM olahraga saat melakukan kegiatan fisik?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak meluas, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem dirancang untuk memonitor dua parameter fisiologis, yaitu detak jantung (*Heart Rate*) dalam satuan BPM (*Beats Per Minute*) dan saturasi oksigen (SpO₂).
2. Perangkat menggunakan ESP32-C3 Super Mini sebagai mikrokontroler dan sensor MAX30102 sebagai sensor pengukur detak jantung dan saturasi oksigen.

3. Data hasil pengukuran dikirim melalui jaringan Wi-Fi menggunakan REST API dan disimpan pada *database MySQL* yang dijalankan melalui Laragon.
4. *Website* monitoring dikembangkan menggunakan *framework* Laravel untuk menampilkan data hasil pengukuran secara *real-time*
5. Pengambilan data dan pengujian sistem dilakukan di UKM Olahraga Politeknik Negeri Bengkalis

1.4 Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun sistem monitoring detak jantung dan saturasi oksigen (SpO₂) berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan sensor MAX30102 dalam bentuk perangkat *wearable*.
2. Mengimplementasikan sistem pengiriman dan penyimpanan data hasil pengukuran detak jantung (BPM) dan saturasi oksigen (SpO₂) ke *database MySQL* melalui REST API sehingga dapat ditampilkan pada *website* secara *real-time*.
3. Mengembangkan *website* monitoring yang dapat menampilkan informasi detak jantung (BPM), saturasi oksigen (SpO₂), status kondisi pengguna, dan riwayat hasil pengukuran untuk membantu pemantauan kondisi fisik anggota UKM Olahraga Politeknik Negeri Bengkalis.

1.5 Manfaat

Berikut adalah manfaat dari penelitian yang dilakukan:

1. Bagi UKM Olahraga Politeknik Negeri Bengkalis: menjadi alat bantu modern yang mempermudah proses pemeriksaan kondisi detak jantung anggota UKM olahraga, membantu mengidentifikasi kondisi kelelahan

peserta latihan atau kegiatan olahraga secara cepat, serta mendukung keamanan dan keselamatan kegiatan fisik di lingkungan kampus.

2. Bagi mahasiswa (anggota UKM olahraga): mendapatkan layanan pemeriksaan detak jantung yang lebih cepat, akurat, dan real time, serta membantu meningkatkan kesadaran terhadap kondisi kesehatan terutama saat mengikuti aktivitas fisik atau kegiatan olahraga yang intens.
3. Bagi institusi: menjadi referensi penelitian lanjutan dalam pengembangan sistem *monitoring* kesehatan berbasis IoT, khususnya dalam mendukung kegiatan kemahasiswaan di bidang olahraga.
4. Bagi akademik: menjadi referensi penelitian lanjutan dalam pengembangan teknologi IoT di bidang kesehatan, khususnya pada sistem pemeriksaan tanda vital dalam kegiatan olahraga dan aktivitas lapangan.