

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Olahraga adalah aktivitas yang dilakukan secara terencana, rutin, dan berulang dengan intensitas tertentu untuk meningkatkan kesehatan. Intensitas ini mengacu pada seberapa keras tubuh bekerja selama aktivitas fisik, di mana menurut teori zona detak jantung setiap tingkat intensitas latihan dapat diindikasikan oleh zona detak jantung yang berbeda seperti aktivitas dengan intensitas rendah, sedang, dan tinggi (Zhu dkk., 2022). Olahraga memerlukan banyak energi dan dapat memengaruhi berbagai aspek tubuh, termasuk perubahan pada tanda-tanda vital tubuh seperti detak jantung dan pernapasan (Hermansyah dkk., 2022; Nicolò dkk., 2020).

Detak jantung dan pernapasan adalah indikator yang baik dalam aktivitas fisik dan kelelahan (Hermansyah dkk., 2022; Nicolò dkk., 2020). Jantung berfungsi memompa darah yang mengandung oksigen dan sumber makanan yang dibutuhkan oleh sel-sel tubuh. Jumlah detak jantung tertinggi yang dapat dicapai seseorang selama aktivitas fisik yang intens disebut detak jantung maksimal dan sering digunakan untuk menentukan zona aktivitas yang optimal (Balakrishnand dkk., 2020). Pernapasan berfungsi menukar gas dalam tubuh, regulasi keseimbangan asam-basa dan fungsi homeostatis lainnya (Muthmainnah dkk., 2022; Nicolò dkk., 2020). Aktivitas fisik dengan zona intensitas tinggi dalam waktu lama dapat meningkatkan kemungkinan penyakit jantung dan mempengaruhi kinerja pernapasan. Sehingga, pemantauan tanda-tanda vital penting dilakukan untuk mengetahui kondisi tubuh manusia (Norris dkk., 2015; Vanegas dkk., 2020).

Laju pernapasan dapat diketahui dengan hitungan manual, walaupun hal ini bahkan sulit dilakukan oleh profesional di bidang kesehatan (Nicolò dkk., 2020). Detak jantung dapat dipantau pada area pembuluh darah arteri, karena darah dipompa oleh jantung melalui arteri. Satuan yang digunakan untuk mengukur jumlah detak jantung dalam satu menit disebut *beats per minute* (BPM) (Pranata dkk., 2024). Saat kondisi normal, detak jantung orang dewasa adalah 60-100 BPM. Berbagai metode yang digunakan untuk memeriksa detak jantung seperti elektrokardiogram (EKG), *phonocardiogram* (PCG), dan auskultasi. Namun, metode-metode ini hanya dapat dilakukan oleh para profesional yang ahli (Muthmainnah dkk., 2022).

Kemajuan pesat dalam teknologi informasi dan komunikasi terutama di bidang *Internet of Things* (IoT), telah membuka berbagai peluang baru. IoT memungkinkan koneksi antara objek fisik yang dapat mentransfer data melalui jaringan atau internet. Salah satu aplikasi dari IoT adalah penggunaan sensor dalam bidang medis (Xiao dkk., 2020). Pengembangan perangkat medis kini memungkinkan pemantauan tanda-tanda vital secara berkelanjutan, termasuk melalui *wearable sensor* (sensor yang dapat dipasang pada tubuh). Sensor yang dapat dipasang ini memungkinkan pemantauan parameter biofisik secara *real-time* (De Fazio dkk., 2021). Dalam beberapa tahun terakhir, semakin banyak penelitian yang difokuskan pada perangkat

pintar yang dapat dipasang untuk memantau detak jantung dan laju pernapasan secara *real-time*.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tham dkk. membuat sistem pemantauan detak jantung dan SpO2 menggunakan sensor MAX30100 dan Node MCU ESP8266 sebagai mikrokontroler (Tham dkk., 2020). Adapun penelitian yang dilakukan oleh Zhafira dan Sardi memantau detak jantung dan SpO2 menggunakan sensor MAX30102 dan modul GPS Beitian BN-220 untuk mengetahui posisi dari pengguna. Platform yang digunakan adalah *Thinger.io* dan menggunakan ESP32. Sistem ini menggunakan baterai 3,7 volt dan *display* oled (Zhafira & Sardi, 2024).

Sensor yang dapat dipasang untuk pemantauan laju pernapasan biasanya menggunakan berbagai sensor elektronik yang diintegrasikan ke dalam sabuk, ditempelkan pada kulit, atau dipasang ke dalam pakaian. Sensor tekanan dapat digunakan untuk membuat perangkat yang dapat dipasang dengan memanfaatkan kontraksi dan relaksasi diafragma. Sehingga, ketika dada mengembang akan memberikan tekanan pada sensor yang menghasilkan perubahan tegangan (De Fazio dkk., 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Allataifeh dan Al Ahmad menggunakan sensor piezoelektrik yang ditempatkan di tubuh subjek menangkap getaran mekanis yang disebabkan oleh aktivitas pernapasan, menghasilkan sinyal listrik yang memetakan aktivitas tersebut (Allataifeh & Al Ahmad, 2020).

Pada penelitian ini akan diukur tanda-tanda vital yaitu detak jantung, laju pernapasan, serta posisi dari pengguna. *Pulse sensor* digunakan untuk mengukur detak jantung dan piezoelektrik untuk mengukur laju pernapasan serta sensor posisi GPS Ublox NEO6MV2 yang dipasang pada tubuh pengguna. Sistem dari penelitian ini memiliki keunggulan dapat dipasang pada tubuh dan dibawa kemana-mana. Sehingga, alat ini memungkinkan pengguna memantau tanda-tanda vital kapan saja dan di mana saja dengan berbagai intensitas aktivitas secara *real-time*. Data yang dikumpulkan dari sensor tersebut dikirimkan ke *server* dan hasil pengukuran dapat dilihat pada laman web dan perangkat *display*.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Merancang dan membuat sistem pemantauan detak jantung, pernapasan, dan posisi berbasis *Internet of Things*.
2. Mengukur dan menguji sensor detak jantung, pernapasan, dan posisi berbasis *Internet of Things*.
3. Menganalisis karakteristik hasil pengukuran sensor detak jantung, pernapasan, dan posisi berbasis *Internet of Things*.

1.3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Memantau detak jantung dan laju pernapasan secara *real-time* dan *portabel*, memungkinkan deteksi dini perubahan kondisi tubuh selama aktivitas fisik.
2. Memberikan solusi pemantauan detak jantung, pernapasan, dan posisi berbasis *Internet of Things* yang murah dan mudah dimodifikasi.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai November 2024. Dilaksanakan pada Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

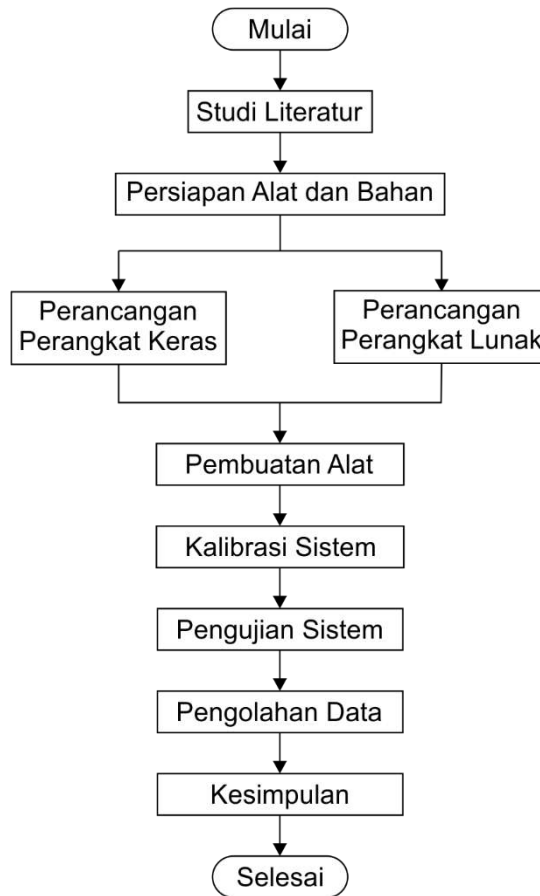
2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. *Tools kit* (solder, obeng, penggaris, tang, tang potong, dan gunting).
2. Kabel *jumper*.
3. Mikrokontroler Arduino Nano.
4. Perban elastis.
5. Mikrokontroler ESP32.
6. LCD GC9A01 TFT IPS 1.3 inci *display*.
7. GPS Ublox NEO6MV2.
8. Piezoelektrik keramik
9. Modul Piezoelektrik (Dioda Schottky, Dioda Zener, Resistor, Kapasitor, PCB, dan *Terminal Block*).
10. *Pulse Sensor*.
11. *Oximeter*.
12. *Prototype Powerbank* (baterai 18650, penahan baterai, modul *charge and discharge*, dan saklar daya).
13. Laptop.

2.3. Metode Penelitian

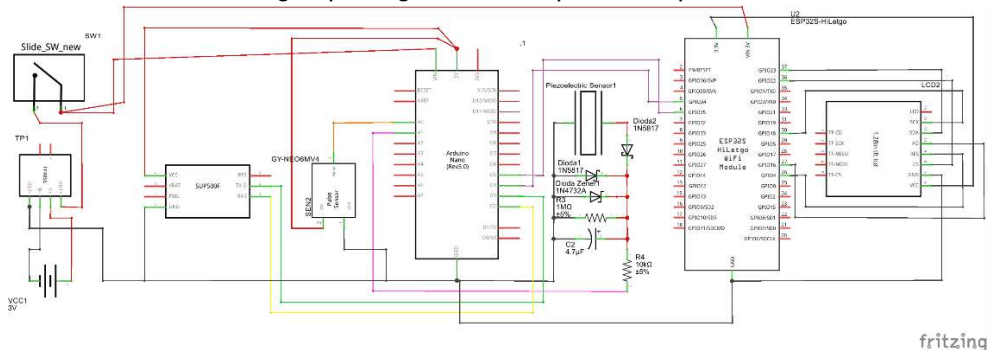
Dalam perencanaan penelitian ini, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan, seperti yang dijelaskan pada Gambar 1. Penelitian dimulai dengan studi literatur untuk mencari referensi terkait pemantauan detak jantung, laju pernapasan, dan posisi subjek selama aktivitas fisik berbasis IoT yang bersifat dapat dipasang dan *portable*. Setelah mengumpulkan data pustaka, masalah yang diidentifikasi akan dibahas sebagai tujuan penelitian. Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem pemantauan yang mencakup alat untuk mengukur detak jantung, laju pernapasan, dan posisi subjek menggunakan sensor yang tepat. Setelah perancangan perangkat keras dan perangkat lunak dengan menggunakan Arduino IDE, pengujian alat dilakukan untuk memastikan akurasi data yang diperoleh. Jika sensor menunjukkan tingkat kesalahan yang rendah, pengumpulan data dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat yang telah dibuat. Apabila alat berhasil memberikan data yang akurat, tahap selanjutnya adalah analisis data untuk menarik kesimpulan dan memberikan saran. Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

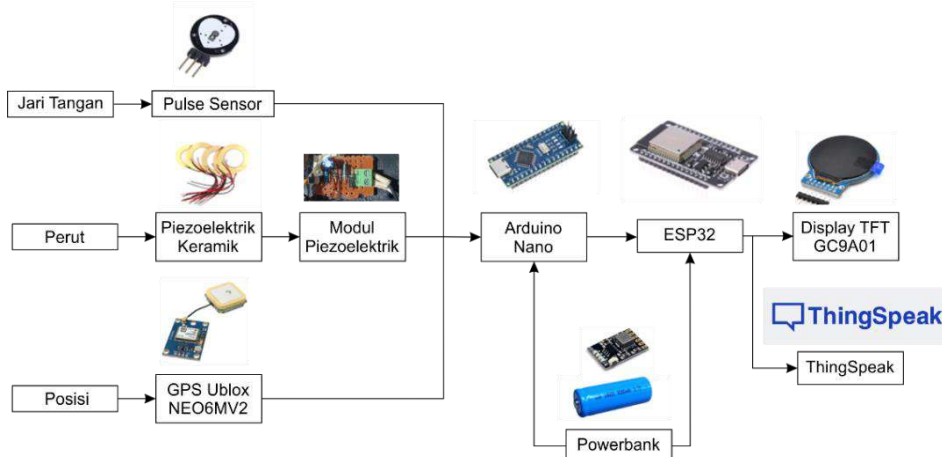
2.3.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras bertujuan untuk menggambarkan bagaimana semua komponen perangkat saling terhubung dan dioperasikan oleh sistem secara keseluruhan. Perancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema perangkat keras

Gambar 2 merupakan perancangan perangkat keras dari sistem pemantauan detak jantung, laju pernapasan, dan posisi berbasis IoT untuk mengetahui tanda-tanda vital dari aktivitas yang dilakukan. Dari gambar tersebut, ada 3 sensor yang digunakan yaitu *pulse sensor* (detak jantung), piezoelektrik keramik (laju pernapasan), dan GPS Ublox NEO6MV2 (posisi). Tegangan dari sensor piezoelektrik keramik akan melalui sebuah modul yang berfungsi untuk menstabilkan sinyal keluaran piezoelektrik, menghilangkan tegangan negatif, dan melindungi mikrokontroler dari tegangan tinggi. Data dari sensor tersebut diolah oleh mikrokontroler Arduino Nano yang terhubung dengan ESP32 untuk ditampilkan secara *real-time* pada *display* LCD TFT GC9A01 dan dikirimkan ke *ThingSpeak*. Rangkaian ini menggunakan baterai dan modul *powerbank* sebagai sumber tegangan dengan bantuan saklar untuk menyalakan dan mematikan seluruh perangkat. Adapun diagram blok perancangan alat dapat dilihat pada Gambar 3.

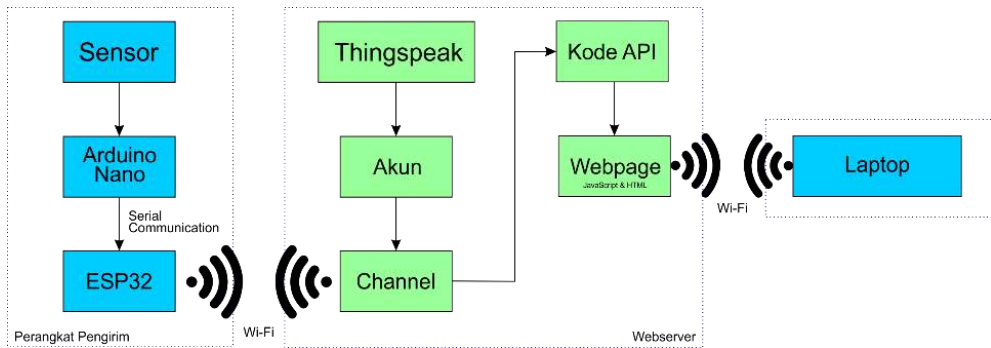


Gambar 3. Diagram blok perangkat keras

2.3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini, perancangan perangkat lunak dimulai dari membuat program untuk masing-masing sensor dan mikrokontroler. Pemograman alat ini menggunakan Arduino IDE yang memakai bahasa pemograman C++ (Odendahl, dkk. 2009). Data dari sensor akan diterima oleh Arduino Nano dan ditampilkan melalui *serial monitor*. Kemudian, data ini akan dikirimkan ke ESP32 melalui komunikasi serial. Selanjutnya, data dikirim ke *Channel ThingSpeak* melalui koneksi Wi-Fi.

Akun *ThingSpeak* dibuat terlebih dahulu untuk membuat *channel* yang berfungsi sebagai *database* untuk penelitian ini, dimana kode *Application Programming Interface* (API) dari *channel* tersebut digunakan untuk mengakses dan menyimpan data. Kode API diakses oleh laman web berbasis HTML dan JavaScript untuk menghasilkan sebuah tampilan data yang dapat dilihat melalui perangkat seperti *smartphone* dan laptop menggunakan koneksi Wi-Fi. Skema desain perangkat lunak ini ditunjukkan pada Gambar 4.



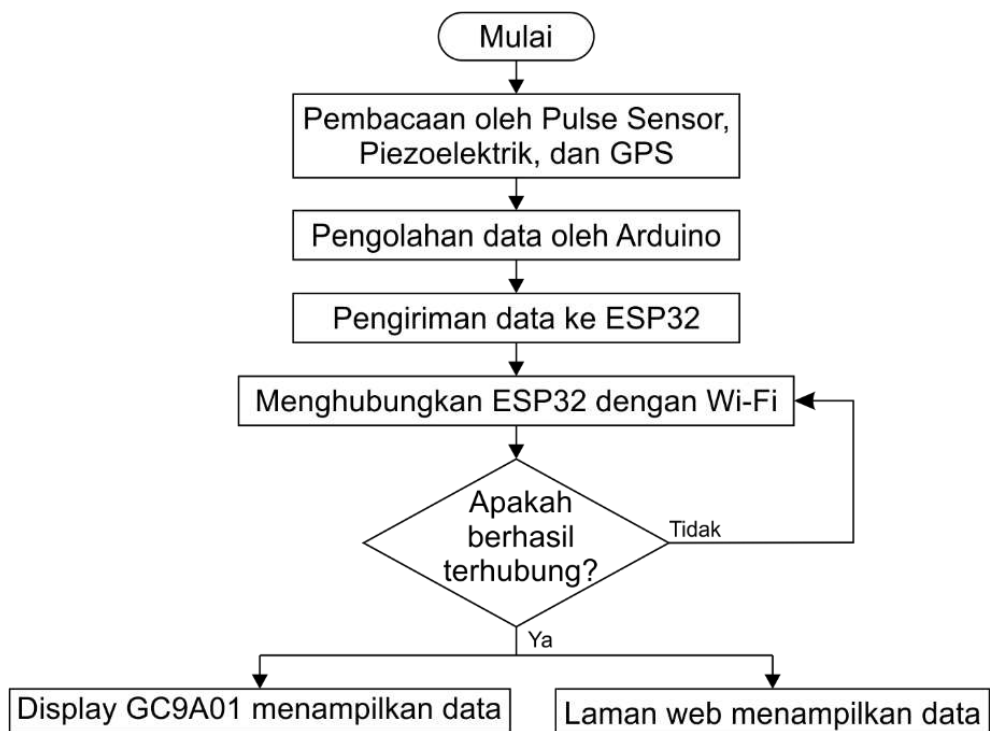
Gambar 4. Skema perangkat lunak

2.3.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan akurasi alat yang telah dirancang. Pada tahap ini, setiap sensor dibandingkan dengan alat ukur standar sebagai acuan dalam proses kalibrasi. Kalibrasi bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengukur tingkat kesalahan sensor sehingga dapat meningkatkan akurasi hasil pengukuran. Setelah proses kalibrasi selesai, dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan pembacaan data oleh sistem.

2.4. Bagan Alir Sistem Kerja Alat

Bagan alir sistem kerja alat menggambarkan proses jalan sistem pemantauan detak jantung, laju pernapasan dan posisi berbasis IoT untuk aktivitas dari pengguna. Pembacaan dilakukan oleh sensor yang kemudian data tersebut diolah oleh Arduino dan dikirimkan ke ESP32 melalui komunikasi serial. ESP32 kemudian mencoba terhubung ke Wi-Fi, jika berhasil terhubung maka data akan ditampilkan pada *display* dan laman web. Sedangkan jika tidak terhubung, maka alat akan mencoba kembali. Adapun bagan dari sistem kerja alat terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5. Bagan alir sistem kerja alat