

## BAB I PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Rumah sakit menurut *World Health Organization* (WHO) merupakan bagian dari struktur sosial dan kesehatan yang bertujuan menyediakan layanan komprehensif, baik dalam hal penyembuhan (kuratif) maupun pencegahan penyakit (preventif) kepada masyarakat (Ningrum dkk., 2018). Salah satu unit dari rumah sakit yaitu *Intensive Care Unit* (ICU) yang dilengkapi dengan staf dan peralatan khusus. Pasien yang dirawat di ruang ini termasuk mereka yang membutuhkan intervensi medis segera ataupun memerlukan pemantauan secara terus-menerus (Yusuf dkk., 2019). Faktor yang dinilai penting dalam pemantauan pasien yaitu kesadaran. Dalam konteks dunia medis, kesadaran mencakup berbagai tingkat dari kewaspadaan penuh hingga tidak adanya respons yang sering kali diukur menggunakan alat seperti *Glasgow Coma Scale* (GCS) (Aditya, 2020). Kesadaran merupakan kata yang memiliki berbagai arti, tergantung pada perspektif pendekatan mana yang digunakan. Sebagai langkah awal yang signifikan untuk memulai penyelidikan ilmiah yang dapat diuji, telah disepakati bahwa kesadaran timbul dari aktivitas otak (Montupil dkk., 2023).

Pasien yang mengalami gangguan kesadaran dalam jangka waktu panjang, seringkali kesulitan dalam menyampaikan kondisi kesadarannya. Hal ini sangat penting dalam merawat dan memperkirakan prospek pemulihan pasien (Górska dkk., 2021). Salah satu upaya untuk memperkirakan kesadaran dapat menggunakan metode GCS terutama di ICU. Metode ini mengevaluasi pembukaan mata (skor 1-4), respons motorik (skor 1-6), dan respons verbal (skor 1-5) (Altıntop dkk., 2022). GCS umumnya di gunakan oleh petugas medis terlatih termasuk dokter, perawat, atau tenaga medis darurat. Meskipun dokter dan tenaga medis berpengalaman, pada dasarnya manusia tetap dapat memiliki ketidaktepatan dalam pengukuran. Maka dari itu diperlukan alat spesifik yang menjamin akurasi lebih tinggi, seperti sensor untuk melakukan pengukuran dengan lebih tepat (Riduansyah dkk., 2021).

Pengukuran yang lebih tepat dapat dilakukan dengan kemajuan terbaru dalam *Internet of Things* (IoT) dan teknologi komunikasi lainnya yang telah mengubah tatanan berbagai bidang aplikasi. Saat ini IoT telah digunakan dalam perangkat medis dan peralatan kesehatan yang dikenal sebagai *Internet of Medical Things* (IoMT) (Rani dkk., 2023). Salah satu penerapan IoMT yaitu pemantauan pasien dari jarak jauh. Pada sistem ini sensor dan objek terhubung ke jaringan merupakan salah satu bentuk dari manfaat kemajuan teknologi informasi dan komunikasi.

Dalam bidang biomedis, pengukuran sinyal bioelektrik merupakan aspek penting dalam mengukur aktivitas. Pengukuran bioelektrik yang digunakan untuk memantau penyakit jantung disebut *Electrocardiography* (ECG), *Electromyography* (EMG) untuk otot, dan *Electroneurography* (ENG) untuk saraf. Sedangkan untuk

mengidentifikasi sinyal dari otak direkam menggunakan parameter sinyal *Electroencephalography* (EEG) (Anggraeni Dyah, 2016).

Pada penelitian sebelumnya, penggunaan IoT dengan sensor EMG digunakan untuk pemantauan nyeri (Yang dkk., 2018). Sinyal EMG ini dapat dikumpulkan dari otot area sekitar mata, tepatnya pada bagian otot *corrugator supercilii* dan kemudian diproses menggunakan teknik pemrosesan sinyal untuk membedakan antara kedipan sukarela dan kedipan alami, serta membedakan antara kedipan mata kanan dan kiri (Zhang dkk., 2023). Sensor EMG bekerja dengan mendeteksi potensi listrik yang dihasilkan sel otot ketika sel saraf atau sel listrik diaktifkan, dan sinyal tersebut dapat dianalisis untuk mendeteksi kelainan medis pada pergerakan manusia. Elektromiografi mencatat aktivitas listrik yang dihasilkan di dalam otot dalam kisaran 50  $\mu\text{V}$  hingga 5 V, dengan durasi 2 hingga 15 ms. Nilainya tergantung pada lokasi anatomi dan ukuran otot serta penempatan elektoda (Lukar dkk., 2018).

Dalam penelitiannya Fadli dkk., mengukur sinyal EMG menggunakan sensor Muscle V3, yang merupakan modul multikomponen untuk mendukung pengukuran sinyal tegangan yang dihasilkan oleh otot. Sensor ini dilengkapi dengan *amplifier* dan *filter* sehingga sinyal yang dihasilkan lebih stabil. Dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU module wifi ESP8266, data perekaman sinyal kemudian dikirimkan ke aplikasi Ubidots yang merupakan sebuah *platform* IoT untuk menampilkan grafik sinyal EMG dan dapat diakses melalui web browser baik dengan android maupun laptop (Fadli Falahul, 2021).

Penelitian pemanfaatan IoMT untuk monitoring sinyal otak telah banyak dilakukan. Salah satunya yang dilakukan oleh Murti dan Bagus pada tahun 2021, dalam penelitian nya menggunakan sensor *ThinkGearAM* (TGAM) Neurosky. TGAM adalah sensor sinyal biolistrik modular Neurosky ASIC yang dirancang untuk mengukur gelombang otak manusia yang dapat di integrasikan dengan mikrokontroler Arduino Uno melalui perangkat *Bluetooth* HC-05 dan aplikasi *LabView*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pendeteksi sinyal EEG nirkabel berhasil mengirimkan data sensor dan secara otomatis terhubung ke Arduino Uno menggunakan transmisi Bluetooth HC-05 (Murti & Bagus Pradana, 2021).

Sinyal gelombang otak atau EEG terbagi menjadi beberapa jenis gelombang, yaitu Delta (0,5–4 Hz), Theta (4–8 Hz), Alpha (8–13 Hz), Beta (14–30 Hz), dan Gamma (>30Hz) (Amin Muhammad Talha, 2018). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Liyong Yin dkk., frekuensi aktivitas otak dibagi menjadi beberapa kategori yaitu 1–4 Hz untuk tidur nyenyak, 4–8 Hz untuk tidur ringan, 8–13 Hz untuk kondisi tenang, dan 13–40 Hz untuk kondisi terjaga (Yin dkk., 2020). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Dong dkk., menjelaskan bahwa gelombang Alpha (8–13 Hz) pada EEG dapat menjadi indikator penting untuk memantau tingkat kesadaran selama anastesi. Informasi yang diperoleh dari gelombang Alpha ini menjadi standar untuk memantau kedalaman anastesi, serta membedakan antara kesadaran dan ketidaksadaran pasien (Dong dkk., 2023).

Oleh karena itu, penelitian ini dibuat sistem pengukuran sinyal otot dan sinyal otak untuk mendeteksi kesadaran pasien dengan konsep IoMT menggunakan mikrokontroler ESP32 yang mempunyai modul WiFi sehingga dapat mengirimkan data hasil sinyal otot mata dan sinyal otak pasien. Sinyal otot mata pasien diukur dengan sensor EMG Muscle V3 dan sinyal otak diukur dengan Sensor EEG TGAM Neurosky. Sistem ini dapat mendeteksi kondisi pasien dalam keadaan sadar atau tidak dengan menganalisa hasil sinyal otot mata dan sinyal otak pasien. Alat monitoring ini diintegrasikan dengan aplikasi Blynk dalam pembacaan data hasil pengukuran dan analisa data. Dalam aplikasi Blynk tersebut termuat *interface* tentang besar dari sinyal otot mata dan sinyal otak pasien dan adanya notifikasi pada aplikasi blynk untuk mengetahui kondisi tentang kesadaran pasien yang akan berguna untuk tenaga medis tanpa perlu melakukan pengecekan langsung terhadap pasien tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat suatu alat sistem monitoring sinyal otot mata dan sinyal otak pasien untuk identifikasi kesadaran pasien menggunakan sistem IoMT yang dimonitoring pada aplikasi Blynk.

## **I.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **I.2.1 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini antara lain:

1. Merancang dan membuat sistem pengukuran sinyal otot mata dan sinyal otak pasien secara *real-time* berbasis IoMT untuk pemantauan kesadaran pasien.
2. Mengukur dan menguji sensor EMG dan sensor EEG pada rancangan sistem pengukuran sinyal otot mata dan sinyal otak pasien secara *real-time* berbasis IoMT.
3. Menganalisis data hasil pengukuran sensor EMG dan sensor EEG pada rancangan sistem pengukuran sinyal otot mata dan sinyal otak pasien secara *real-time* berbasis IoMT.

### **I.2.2 Manfaat Penelitian**

Manfaat dilaksanakannya penelitian ini antara lain:

1. Dengan sistem IoT, data pengukuran sinyal otot mata dan sinyal otak pasien dapat dipantau secara real-time, memberikan informasi yang segera dan akurat tentang kondisi pasien.
2. Pemantauan yang terus-menerus memungkinkan tenaga medis merespon lebih cepat terhadap perubahan kondisi pasien, seperti deteksi dini tanda-tanda penurunan dan peningkatan kesadaran.

## **BAB II**

### **METODE PENELITIAN**

#### **II.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian telah dilakukan pada bulan Mei–November 2024. Bertempat di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.

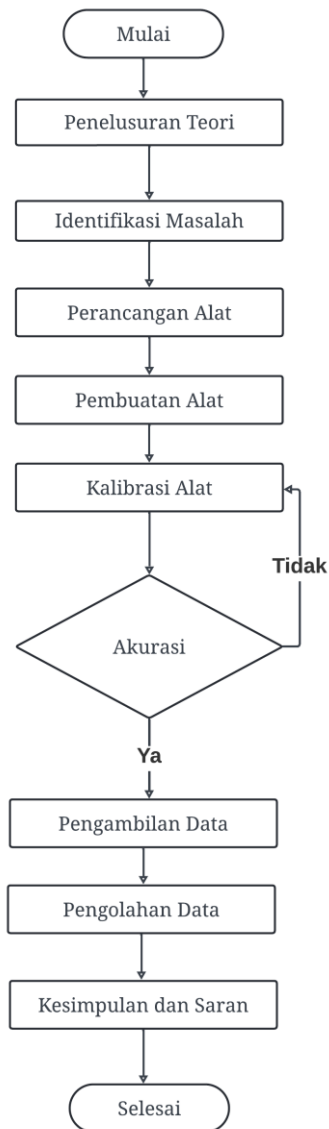
#### **II.2 Peralatan Penelitian**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Arduino Uno
2. ESP32
3. Sensor EMG *Muscle V3*
4. Sensor EEG TGAM Neurosky
5. *Electroencephalography*
6. Mistar
7. Elektroda Sensor EMG
8. Kabel Jumper
9. Laptop
10. Baterai 9 volt
11. Terminal blok
12. *Printed Circuit Board* (PCB)
13. Pin *Header female* dan *male*

#### **II.3 Metode Penelitian**

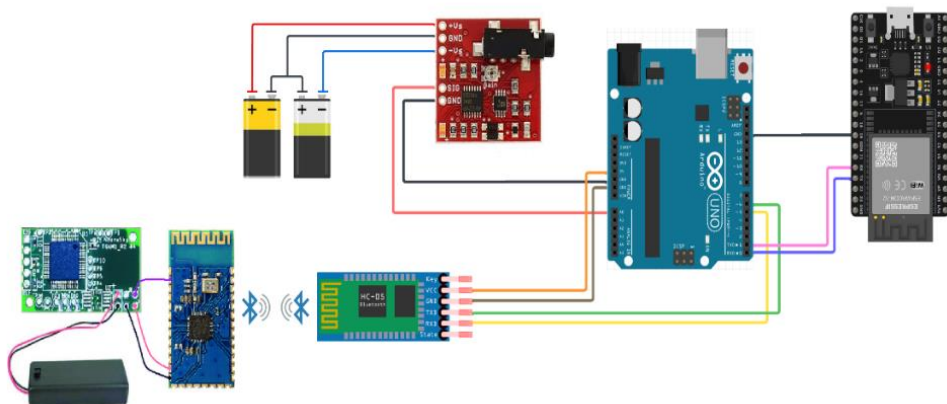
Dalam melaksanakan penelitian, terdapat beberapa tahapan yang dilakukan. Tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Tahapan penelitian ini dimulai dengan melakukan literasi untuk mencari berbagai referensi mengenai pemantauan sinyal otot mata dan gelombang sinyal otak pasien untuk pemantauan kesadaran pasien. Setelah itu dilakukan pengidentifikasi masalah yang diangkat lalu dibahas sebagai tujuan dilakukannya penelitian. Tahap selanjutnya dilakukan perancangan alat untuk sinyal otot mata dan gelombang sinyal otak pasien. Kemudian dilakukan pengujian alat untuk mengetahui tingkat akurasi dari sensor yang akan digunakan pada alat. Jika hasil pembacaan sensor telah memiliki nilai eror yang rendah, maka dapat dilakukan pengolahan data dengan menggunakan program Arduino IDE. Berikut langkah-langkah penelitian yang dijelaskan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Tahapan penelitian

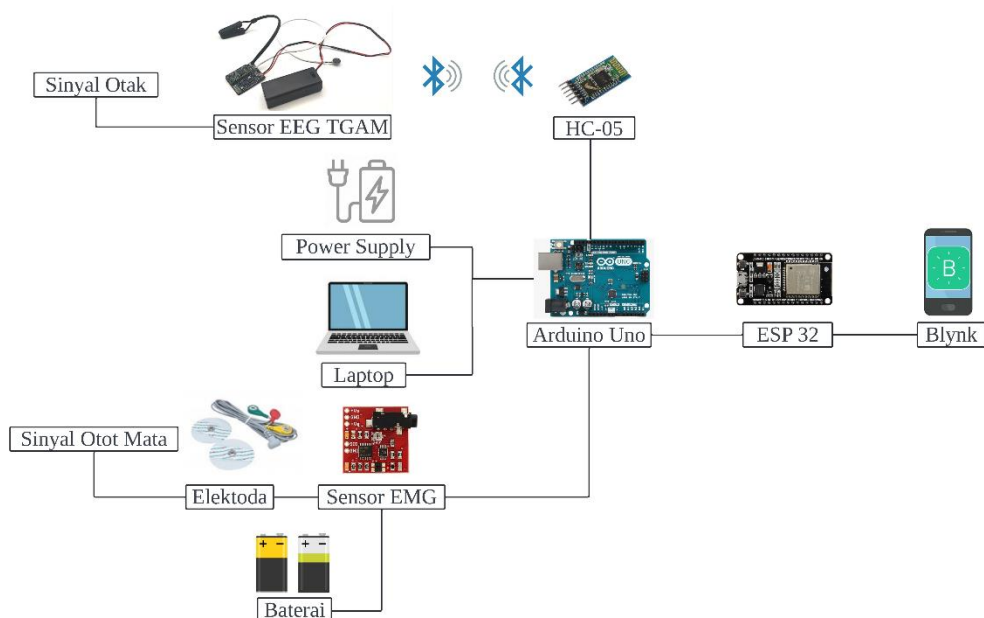
### II.3.1 Perancangan Perangkat Keras

Pada perancangan sistem dalam penelitian ini menggunakan 2 buah sensor yaitu sensor EMG Muscle V3 untuk mengukur sinyal otot mata pasien dan sensor EEG TGAM Neurosky untuk mendeteksi gelombang sinyal otak. Adapun rangkaian perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Rangkaian perangkat keras

Pada tahap perancangan perangkat keras, langkah pertama yang dilakukan adalah menyiapkan komponen yang akan digunakan yaitu sensor EMG Muscle V3, sensor EEG TGAM Neurosky, Arduino Uno dan ESP32 yang tersambung pada laptop. Diagram blok dari perancangan alat dapat dilihat pada Gambar 3.

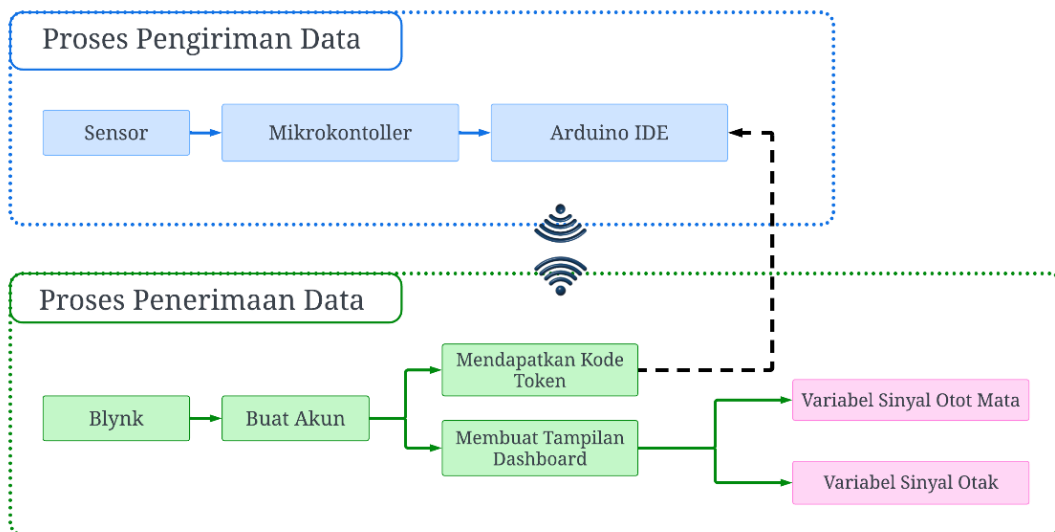


**Gambar 3.** Diagram blok sistem

### II.3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini terdiri dari Arduino IDE dan Blynk. Arduino IDE merupakan *software* khusus yang didalamnya terdapat *compiler* yang digunakan untuk menerjemahkan bahasa C++ kedalam bahasa mesin sehingga mudah dimengerti oleh laptop/komputer. Pemrograman arduino ini digunakan untuk

membaca data keluaran dari sensor dan akan ditampilkan melalui aplikasi blynk. Selain itu pemrograman pada arduino akan diatur untuk memantau kesadaran pasien dari hasil pembacaan sinyal otot mata dan gelombang otak pasien. Adapun perangkat lunak yang digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran adalah aplikasi blynk yang dapat diakses melalui *smartphone* dan laptop. Diagram alur perancangan perangkat lunak dapat dilihat pada Gambar 4.

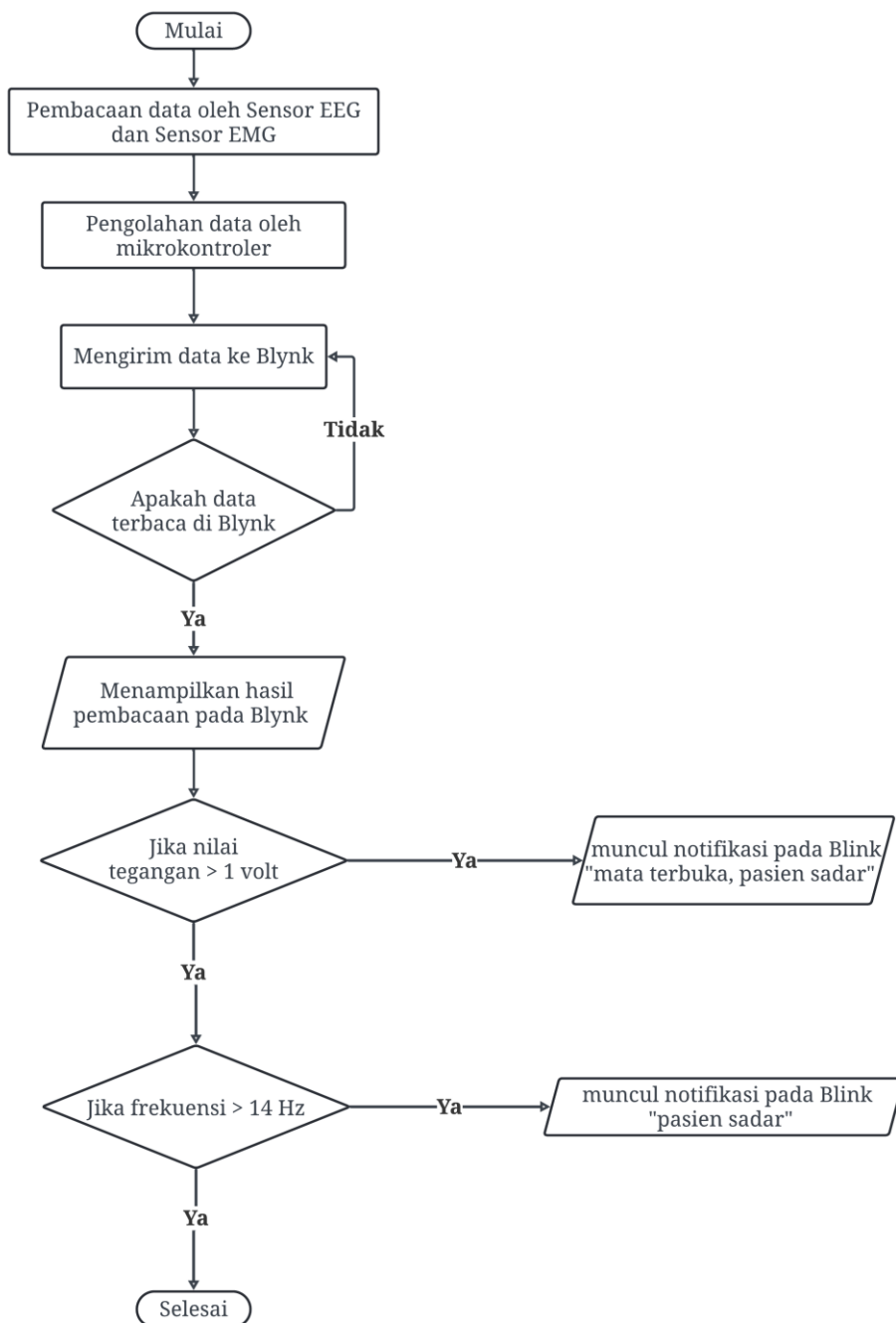


**Gambar 4.** Diagram alur perancangan perangkat lunak

### II.3.3 Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan pada sistem yang telah dirancang. Pada tahap pengujian alat, setiap sensor akan dibandingkan dengan alat ukur lain sebagai alat pembanding untuk proses kalibrasi sensor. Kalibrasi sensor bertujuan untuk mendapatkan nilai kesalahan pada sensor yang digunakan dan untuk mendapatkan hasil yang akurat. Setelah dilakukan pengujian pada setiap sensor, selanjutnya dilakukan pengukuran untuk mengetahui tingkat keberhasilan pembacaan alat.

## II.4 Bagan Alir Sistem Kerja Alat



**Gambar 5.** Bagan sistem kerja alat