

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring dengan perubahan waktu dan jaman, membawa banyak perubahan bagi pendidikan dan teknologi terutama bidang kesehatan. Kemajuan teknologi kesehatan telah membawa perubahan signifikan dalam upaya pencegahan, diagnosis, dan perawatan medis di seluruh dunia. Dalam pendidikan teknologi kesehatan, kemampuan untuk memahami dan mengoperasikan perangkat medis mutakhir menjadi semakin penting, terutama dengan meningkatnya kebutuhan tenaga kesehatan yang terampil dan berpengetahuan luas. Pengalaman Amerika Serikat sejak era 70-an, menunjukkan bahwa pendidikan memiliki peran yang sangat penting dalam memajukan bidang teknik biomedis [1]. Di Indonesia, perkembangan ini dirasakan sangat penting mengingat masih terbatasnya akses terhadap alat-alat kesehatan berteknologi tinggi di berbagai institusi pendidikan, khususnya di bidang teknik biomedis. Untuk mengembangkan teknik biomedis di Indonesia, kita harus fokus pada peningkatan kualitas sumber daya manusia di bidang ini [2]. Kita perlu mempersiapkan tenaga ahli yang berkualitas dengan cara memberikan dukungan yang lebih baik kepada para peneliti di perguruan tinggi hingga alat pembelajaran yang mumpuni.

Alat pengukur biopotensial saat ini telah berkembang seperti Elektrokardiograf (EKG), Elektroensefalograf (EEG), Elektromiograf (EMG), dan Elektrokulograf (EOG) yang menjadi alat utama dalam menganalisis sinyal khususnya pada sistem kardiovaskular, otak, otot dan gerakan mata. Keterbatasan akan pembelajaran mengenai perangkat biopotensial ini dirasakan oleh salah satu contoh, yaitu mahasiswa olahraga yang memiliki potensi yang begitu besar dalam mengoptimalkan karir mereka di masa depan, utamanya dalam mempelajari fisiologis otot saat berolahraga [3]. Untuk itu, tentu harus mengetahui penggunaan alat EMG untuk memahami kondisi kekuatan otot [3], tetapi tetap terbatas karena diperlukannya pelatihan untuk dapat mengoperasikan perangkat perekam.

Pada penelitian sebelumnya, dikembangkan *amplifier trainer module* (modul RTR) yang dikembangkan dengan tujuan untuk peningkatan efektivitas pembelajaran dan memperjelas pengetahuan tentang sinyal biopotensial dan instrumentasi perolehannya [4]. Perangkat modul ini mengembangkan perekam biopotensial yang dapat mengukur sinyal EKG, EMG, EEG dan ditampilkan *real-time* pada MathLab. Alat yang berfungsi untuk menunjang pemahaman teoritis ini masih mengalami keterbatasan dalam pengembangannya terkait dengan fleksibilitas mode dan integrasi sistemnya menjadi tantangan tambahan dalam proses pembelajaran [4]. Selain itu, penggunaan MathLab perlu pemahaman khusus untuk melakukan analisis sinyal. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan perangkat perekam biopotensial yang dapat dengan mudah digunakan dalam pembelajaran.

Pengembangan alat perekam biopotensial *multi-mode* yang menggabungkan kemampuan pengukuran EKG, EEG, EMG dan EOG dalam satu perangkat, serta integrasi ke aplikasi berbasis *personal computer* (PC) memungkinkan pengguna beralih di antara mode EKG, EEG, EMG, dan EOG dengan mudah, sehingga memberikan pemahaman mendalam terhadap setiap jenis sinyal dengan cara yang lebih praktis dan dapat mengembangkan kemampuan analisis serta pengembangan inovasi di bidang teknologi kesehatan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, beberapa permasalahan yang perlu dijawab dalam penelitian mengenai rancang bangun alat perekam biopotensial *wireless multi-mode* dengan BioAmp EXG ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang perangkat biopotensial *multi-mode wireless* yang mampu menggabungkan pengukuran EKG, EEG, EMG, serta EOG?

2. Bagaimana merancang perangkat biopotensial multi-mode yang dapat merekam dua sinyal biopotensial sekaligus dengan mode yang berbeda?
3. Bagaimana mengintegrasikan perangkat pengukur biopotensial dengan *Graphical User Interface (GUI)* berbasis *personal computer* secara *real-time*?
4. Bagaimana performa dari alat biopotensial yang dibangun agar mampu memberikan hasil yang dapat diandalkan untuk keperluan pendidikan?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diidentifikasi, tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.3.1 Tujuan

Tujuan yang dicapai dari penelitian ini, diantaranya:

1. Merancang perangkat biopotensial *multi-mode* berbasis *wireless* yang mampu menggabungkan pengukuran EKG, EEG, EMG, serta EOG dalam satu modul.
2. Merancang perangkat biopotensial multi-mode berbasis *wireless multi-mode* yang dapat merekam dua sinyal biopotensial secara bersamaan dengan mode pengukuran yang berbeda, guna mendukung analisis multi-sinyal secara simultan.
3. Mengevaluasi perangkat biopotensial dengan *GUI* berbasis *personal computer* untuk memungkinkan pemantauan dan analisis data secara *real-time*, sehingga mempermudah proses pembelajaran dan penelitian.
4. Mengukur performa pada perangkat pengukur biopotensial yang dirancang dengan komponen sederhana namun handal, agar mampu memberikan hasil yang handal dan akurat untuk tujuan mendukung pembelajaran.

1.3.2 Manfaat

Beberapa manfaat yang diberikan dari penelitian ini, diantaranya:

1. Alat ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran interaktif untuk memahami sinyal biopotensial (EKG, EEG, EMG, dan EOG) secara langsung dan *real-time* di lingkungan akademik.

2. Penggunaan komponen sederhana dan biaya rendah menjadikan perangkat ini sebagai opsi ekonomis bagi institusi pendidikan, terutama yang membutuhkan alat bantu praktikum biopotensial namun memiliki keterbatasan anggaran.
3. Inovasi berupa integrasi *wireless* dan *GUI* dalam satu alat membuka peluang pengembangan lebih lanjut ke arah *wearable device* atau sistem monitoring sederhana yang bermanfaat dalam penelitian dan prototipe alat medis masa depan

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian ini, batasan-batasan yang digunakan adalah:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada perekaman biopotensial EKG, EEG, EMG, dan EOG *wireless* dengan *fitur multi-mode* yang terintegrasi ke *GUI PC*.
2. Desain perangkat hanya ditujukan untuk penggunaan di lingkungan pembelajaran akuisisi sinyal biopotensial.
3. Hasil pengukuran yang ditampilkan dalam *GUI PC* yang hanya mencakup visualisasi dasar dan pemrosesan sederhana untuk keperluan pendidikan.
4. Validasi alat dilakukan dalam bentuk simulasi untuk pendidikan, dengan melibatkan subjek manusia tanpa untuk tujuan klinis.

1.5 Metode Penelitian

Untuk mencapai tujuan yang telah dirumuskan, metode penelitian yang digunakan dalam rancang bangun alat perekam biopotensial multimode dengan BioAmpEXG menggunakan sensor elektroda ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur dan Analisis Kebutuhan

Studi literatur bertujuan untuk memahami spesifikasi teknis yang dibutuhkan agar perangkat sesuai dengan standar pendidikan dan dapat memenuhi kebutuhan pembelajaran. Informasi dikumpulkan

dari berbagai referensi ilmiah, jurnal, standar medis, dan peraturan terkait alat pengukuran biopotensial (EKG, EEG, EMG, dan EOG) serta perangkat monitoring kesehatan *portable*. Selain itu, dilakukan analisis kebutuhan untuk menentukan parameter pengukuran yang harus dipenuhi serta komponen *hardware* dan *software* yang diperlukan agar perangkat dapat diakses oleh institusi pendidikan di Indonesia dengan harga terjangkau dan portabilitas yang tinggi.

2. Perancangan *Hardware* dan *Software*

Perancangan *hardware* melibatkan pemilihan sensor biopotensial yang sesuai untuk pengukuran EKG, EEG, EMG, dan EOG yang dilakukan. Mikrokontroler dipilih untuk membaca dan mengolah data dari sensor dan diintegrasikan dengan multi-mode agar pengguna dapat beralih mode antar pengukuran. Perancangan *software* meliputi pengembangan *GUI* berbasis *PC* untuk menampilkan data biopotensial dalam bentuk grafis secara *real-time*. Aplikasi ini juga akan dirancang agar dapat diakses tanpa koneksi internet, memberikan kemudahan bagi pengguna di area dengan keterbatasan jaringan.

3. Implementasi dan Pengujian

Setelah desain selesai, tahap implementasi dilakukan dengan merakit komponen sesuai dengan desain yang telah dirumuskan. Pengujian awal dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat berfungsi dengan baik dalam empat mode pengukuran: EKG, EEG, EMG, dan EOG. Selanjutnya, uji coba dilakukan di lingkungan simulasi pendidikan atau laboratorium untuk menilai portabilitas, kemudahan penggunaan, serta keakuratan dan keandalan data yang dihasilkan.

4. Evaluasi dan Analisis

Data yang diperoleh selama pengujian akan dianalisis menggunakan metode statistik untuk mengevaluasi kinerja perangkat dalam

mengukur sinyal EKG, EEG, EMG, dan EOG akurat dan keandalan perangkat diperuntukkan dalam lingkungan pendidikan. Berdasarkan hasil analisis deskriptif yang digunakan, kesimpulan ditarik mengenai efektivitas dan efisiensi alat pengukur biopotensial *multi-mode* yang dikembangkan dalam mendukung kegiatan pendidikan dan pelatihan teknologi kesehatan.