

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Saturasi oksigen (SpO_2) adalah persentase hemoglobin yang mengikat oksigen dibandingkan total hemoglobin dalam darah [1]. Dalam banyak situasi, kadar saturasi oksigen darah harus dilindungi karena alasan kesehatan. Hipoksemia, kadar saturasi oksigen darah yang rendah, memerlukan intervensi medis dan dikaitkan dengan peningkatan risiko kematian [2].

Pemantauan kadar oksigen dalam darah (SpO_2) menjadi hal yang penting, terutama seiring meningkatnya prevalensi penyakit kardiovaskular dan respiratori, seperti hipoksia. Hipoksia merupakan kondisi ketika kadar oksigen dalam tubuh menurun, baik secara akut (jangka pendek) maupun kronis (jangka panjang) [3]. Keadaan ini dapat mengganggu fungsi otak, hati, serta organ vital lainnya, dan ditandai dengan gejala seperti sesak napas, pernapasan cepat, serta peningkatan detak jantung [4].

SpO_2 dapat diukur menggunakan sinyal *photoplethysmograph* (PPG), yang memanfaatkan perubahan volume darah akibat pemompaan jantung melalui fenomena fotoelektrik [5]. Penggunaan alat portabel berbasis PPG menjadi solusi praktis untuk mengukur SpO_2 kapan saja dan di mana saja, terutama bagi individu yang membutuhkan pemantauan kesehatan berkala tanpa bergantung pada fasilitas kesehatan.

Penelitian terkait penggunaan sinyal PPG untuk mengukur saturasi oksigen (SpO_2) telah banyak dilakukan. Salah satunya menggunakan perangkat *wearable* seperti *smartwatch* yang memanfaatkan teknologi PPG juga banyak digunakan untuk memantau SpO_2 . Meskipun ada beberapa keterbatasan akurasi, penelitian menunjukkan bahwa perangkat ini dapat diandalkan untuk mendeteksi hipoksemia di luar fasilitas medis [6].

Meskipun perangkat seperti *smartwatch* menawarkan kemudahan pemantauan SpO_2 , mereka umumnya tidak menyediakan fitur seperti visualisasi grafik sinyal PPG secara *real-time* dan penyimpanan data riwayat penggunaan

secara lengkap. Sebagian besar hanya menampilkan angka SpO_2 tanpa analisis lebih mendalam.

Pada penelitian ini diusulkan alat portabel berbasis PPG yang tidak hanya mengukur SpO_2 , tetapi juga menyimpan data lengkap pengguna, termasuk grafik sinyal PPG, status hipoksia, serta informasi waktu dan tanggal. Dengan visualisasi grafik PPG yang lebih komprehensif, pengguna dapat memantau kondisi oksigenasi tubuh secara lebih akurat. Fitur tambahan ini diharapkan dapat meningkatkan fungsionalitas alat dalam deteksi dini hipoksia akut, memberikan solusi yang lebih komprehensif dan praktis dibandingkan perangkat yang ada saat ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah dari Perancangan Perangkat Portabel Berbasis *Photoplethysmography* (PPG) untuk Pengukuran Saturasi Oksigen (SpO_2) dalam Identifikasi Hipoksia Akut, diantaranya:

1. Bagaimana merancang sistem pemantauan kesehatan portabel berbasis *photoplethysmograph* (PPG) yang terintegrasi dengan *smartphone*?
2. Bagaimana mengembangkan metode akuisisi dan visualisasi sinyal PPG yang akurat untuk mendeteksi dini hipoksia akut?

1.3 Tujuan

Berikut merupakan tujuan dari Perancangan Perangkat Portabel Berbasis *Photoplethysmography* (PPG) untuk Pengukuran Saturasi Oksigen (SpO_2) dalam Identifikasi Hipoksia Akut, diantaranya:

1. Merancang perangkat portabel berbasis *photoplethysmograph* (PPG) dengan dimensi sekitar 6–7 cm dan bobot kurang dari 300-gram, yang dapat terhubung dengan *smartphone* untuk pemantauan kondisi kesehatan secara praktis.
2. Mengembangkan metode akuisisi sinyal PPG dengan tingkat akurasi $\pm 2\%$ terhadap perangkat referensi (oksimeter komersial), untuk menampilkan hasil pengukuran saturasi oksigen (SpO_2) yang mampu menampilkan nilai saturasi oksigen (SpO_2) dan gelombang sinyal secara *real-time* pada antarmuka *smartphone*, sebagai bagian dari deteksi dini hipoksia akut.

1.4 Manfaat Hasil Penelitian

Berikut merupakan manfaat hasil penelitian dari Perancangan Perangkat Portabel Berbasis *Photoplethysmography* (PPG) untuk Pengukuran Saturasi Oksigen (SpO₂) dalam Identifikasi Hipoksia Akut, diantaranya:

1. Peningkatan aksesibilitas pemantauan kesehatan: Dengan merancang perangkat akuisisi sinyal PPG yang portabel, penelitian ini dapat meningkatkan aksesibilitas pemantauan saturasi oksigen (SpO₂) dan identifikasi hipoksia akut. Hal ini memungkinkan individu untuk melakukan pemantauan kesehatan secara mandiri di rumah atau saat beraktivitas di luar.
2. Deteksi dini kondisi kesehatan: Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam deteksi dini hipoksia akut. Dengan adanya sistem yang dapat mengukur dan menampilkan data SpO₂ secara *real-time*, tindakan pencegahan dapat dilakukan lebih cepat untuk mengurangi risiko komplikasi kesehatan yang lebih serius.
3. Inovasi teknologi kesehatan: Penelitian ini juga memberikan inovasi dalam teknologi kesehatan dengan memanfaatkan *Photoplethysmography* (PPG) dan antarmuka *smartphone*. Hal ini dapat membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang pemantauan kesehatan berbasis teknologi.
4. Peningkatan kualitas hidup: Dengan alat yang dapat diandalkan dan mudah digunakan, diharapkan masyarakat dapat lebih proaktif dalam menjaga kesehatan, sehingga meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan.
5. Kontribusi untuk penelitian selanjutnya: Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang kesehatan, terutama yang berkaitan dengan pengembangan alat pemantauan kesehatan portabel berbasis teknologi non-invasif.

1.5 Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan masalah dari Perancangan Perangkat Portabel Berbasis *Photoplethysmography* (PPG) untuk Pengukuran Saturasi Oksigen (SpO₂) dalam Identifikasi Hipoksia Akut, diantaranya:

1. Ruang lingkup alat: Penelitian ini hanya akan fokus pada perancangan perangkat portabel berbasis *Photoplethysmography* (PPG) untuk pengukuran saturasi oksigen (SpO_2) dan identifikasi hipoksia akut, tanpa mempertimbangkan parameter kesehatan lainnya, seperti tekanan darah atau variabel fisiologis lain.
2. Sistem akuisisi sinyal: Penelitian ini akan membahas tentang metode akuisisi sinyal PPG yang digunakan untuk mengukur saturasi oksigen, tanpa mengembangkan teknologi atau metode lain yang mungkin juga relevan dalam pemantauan kesehatan.
3. Kualitas gelombang sinyal: Penelitian ini akan mengevaluasi kemampuan perangkat dalam menghasilkan gelombang sinyal PPG yang berkualitas baik, namun tidak akan membahas analisis mendalam mengenai algoritma pemrosesan sinyal yang kompleks.
4. Penggunaan antarmuka: Penelitian ini akan membatasi penggunaan antarmuka pada *smartphone* untuk menampilkan data SpO_2 dan tidak akan mempertimbangkan pengembangan aplikasi *mobile* yang lebih kompleks atau fitur tambahan yang berhubungan dengan analisis data.

1.6 Metode Penelitian

Berikut merupakan metode penelitian dari Perancangan Perangkat Portabel Berbasis *Photoplethysmography* (PPG) untuk Pengukuran Saturasi Oksigen (SpO_2) dalam Identifikasi Hipoksia Akut, diantaranya:

1. Studi literatur

Pada tahap ini, dilakukan kajian mendalam terhadap berbagai referensi ilmiah, jurnal, buku, dan dokumen relevan lainnya untuk memahami konsep dasar, teori, serta teknologi yang digunakan dalam penelitian. Studi literatur juga digunakan untuk mengetahui perkembangan terbaru pada bidang penelitian yang relevan.

2. Pengukuran empirik

Tahap ini melibatkan pengambilan data langsung dari lapangan atau eksperimen dengan menggunakan perangkat atau instrumen tertentu. Data empirik yang diperoleh akan menjadi dasar untuk analisis lebih lanjut guna mengevaluasi kinerja sistem yang dirancang.

3. Analisis statistik

Data yang telah diperoleh dari pengukuran empirik dianalisis menggunakan metode statistik untuk mengidentifikasi pola, hubungan, atau kesimpulan yang dapat mendukung hipotesis penelitian. Proses ini mencakup penggunaan perangkat lunak statistik dan teknik analisis seperti regresi, korelasi, atau uji signifikan.

4. Simulasi

Simulasi dilakukan untuk memodelkan dan menguji sistem menggunakan perangkat lunak tertentu. Tujuan simulasi adalah untuk memprediksi kinerja sistem di berbagai kondisi sebelum implementasi fisik dilakukan. Hal ini membantu mengidentifikasi dan memperbaiki potensi masalah pada tahap awal.

5. Perancangan

Pada tahap ini, dirancang sistem atau perangkat sesuai dengan kebutuhan penelitian. Proses ini melibatkan desain perangkat keras dan perangkat lunak, termasuk pemilihan komponen, skema rangkaian, dan pengembangan algoritma yang akan diimplementasikan pada sistem.

6. Implementasi

Tahap terakhir adalah penerapan desain yang telah dirancang menjadi perangkat nyata. Implementasi meliputi pengintegrasian komponen, pengujian fungsional, dan pengoperasian sistem di lingkungan nyata. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai spesifikasi yang diharapkan.

1.7 Proyeksi Pengguna

Alat pemantauan kesehatan ini merupakan sistem portabel, kecil, dan ringan yang berfungsi untuk mengukur kadar oksigen dalam darah (SpO_2) secara *real-time* menggunakan sensor berbasis *photoplethysmography* (PPG). Alat ini tidak

memiliki tampilan atau layar fisik, melainkan berperan sebagai perangkat akuisisi data yang harus dihubungkan ke *smartphone* melalui koneksi Bluetooth.

Semua hasil pemantauan ditampilkan melalui aplikasi Android yang telah dikembangkan secara khusus, dengan fitur utama meliputi tampilan nilai SpO₂, status kondisi (normal, waspada hipoksia, atau hipoksia akut), gelombang PPG, serta fitur rekaman monitoring yang dapat disimpan dan ditinjau ulang. Dengan antarmuka aplikasi yang sederhana dan informatif, sistem ini mendukung penggunaan oleh berbagai kalangan, mulai dari tenaga medis dan paramedis yang membutuhkan pemantauan cepat di ruang klinis, mahasiswa kesehatan untuk keperluan pembelajaran, hingga *caregiver* atau pasien yang melakukan pemantauan mandiri di rumah. Selain itu, masyarakat umum juga dapat memanfaatkannya untuk pemantauan kesehatan pribadi, misalnya saat beraktivitas fisik tinggi. Dengan desain yang praktis dan fungsi yang komprehensif, alat ini mendukung deteksi dini hipoksia secara mudah dan efisien.