

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu aspek terpenting dalam kehidupan manusia adalah kesehatan; tanpa kesehatan, manusia tidak dapat melakukan aktivitas sehari-hari atau aktivitas dengan baik. Oleh karena itu, kita harus menjaga kesehatan tubuh secara keseluruhan, termasuk organ-organ dan tanda-tanda vitalnya. Vitalitas manusia adalah hal yang harus dijaga agar kondisi tubuh tetap sehat. Salah satu ciri terpenting manusia adalah kadar oksigen, suhu tubuh, dan detak jantung [1].

Kadar oksigen merupakan hal yang sangat penting untuk dipertimbangkan. Kekurangan oksigen dapat mengganggu fungsi tubuh secara normal, menyebabkan rasa sakit atau bahkan kematian. Oleh karena itu, kebutuhan oksigen merupakan kebutuhan paling penting dan mendasar bagi tubuh Anda. Hipoksia adalah kondisi di mana kadar oksigen dalam tubuh tidak sebesar yang seharusnya akibat peningkatan penggunaan oksigen pada tingkat sel [2].

Hipoksia, yang juga dikenal sebagai kekurangan oksigen, merupakan penyebab paling umum dari kerusakan sel dan dapat terjadi akibat fluktuasi kadar oksigen di udara, yang dapat mengganggu fungsi hemoglobin dan memengaruhi produksi sel darah merah. Penyakit paru kronis, gangguan fungsi jantung, tekanan udara rendah, ketidakmampuan paru-paru untuk menyerap oksigen, dan faktor lain dapat berkontribusi pada kondisi ini [3].

Oksigen tidak normal memiliki gejala yaitu hipoksia, dapat disebabkan oleh beragam faktor seperti Asma, Tuberculosis dan penyakit paru-paru kronis (PPOK). Dampak nyata yang terlihat dari seseorang yang mengalami hipoksia memiliki gejala seperti kelelahan, mengantuk, dan kurang mampu memusatkan perhatian, kelambatan berpikir dan kapasitas kerja menurun. Ketika hipoksia menjadi makin berat pusat-pusat dibatang otak akan dipengaruhi dan kematian terjadi karena gagal nafas [4]

Asma adalah suatu kondisi medis yang disebabkan oleh reaksi berlebihan pada saluran napas, menanggapi rangsangan atau iritasi lainnya. Asma dianggap sebagai kondisi kronis dan inflamasi dan merupakan salah satu jenis penyakit paru-paru kronis (PPOK). Asma umumnya berulang, dan serangan dapat terjadi. karena paparan zat iritan, kelelahan, dan atau kondisi yang mendasari emosi dapat muncul

dari sumber internal atau eksternal, dan beberapa pasien menghadapi kombinasi keduanya [5]

Faktor penyebab penyakit PPOK adalah merokok, polusi udara, dengan masalah yang berkaitan dengan pekerjaan, gangguan tidur, dan penyebab lainnya. PPOK meliputi, antara lain, ketidakcukupan teknik pembersihan jalan napas yang akan datang. Mengalami gangguan dalam pertukaran gas, pola pernapasan yang tidak efektif, dan adanya gangguan. Polanya mengalami gangguan tidur, perawatan diri yang tidak memadai, dan intoleransi aktivitas fisik akibat kelelahan. atau hipoksemia. Kondisi hipoksia dan hiperkapnia yang terjadi pada saat tidur malam. Kondisi spesifik ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah adanya penyumbatan saluran napas, ekspansi paru yang berlebihan, kelemahan otot-otot pernapasan, dan berkurangnya respons ventilasi. Faktor penyebab yang salah dari penyakit PPOK. Salah satu di antaranya adalah gangguan tidur [6].

Konfirmasi positif COVID-19 pertama di Indonesia dilakukan pada 2 Maret 2020. Happy hypoxia adalah kondisi di mana seorang pasien memiliki status arteri yang sehat tetapi tidak menunjukkan gejala kantuk atau bahkan kecenderungan untuk tidur siang. Kasus pertama happy hypoxia pada COVID-19 dilaporkan pada April 2020, dan fenomena ini sejak itu menyebar ke lebih banyak orang yang telah dikonfirmasi terinfeksi virus. Fenomena ini dikenal sebagai “happy hypoxia,” dan istilah yang paling tepat untuk digunakan adalah “silent hipoksemia” (penggunaan istilah “happy hypoxia” baru muncul selama pandemi COVID-19, yaitu merujuk pada keadaan hipoksemia tanpa gejala apa pun) [7].

Melihat bahaya yang ditimbulkan oleh hipoksia, diperlukan alat yang mampu melakukan pemantauan kondisi kadar oksigen dalam darah secara real-time. Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mendeteksi potensi hipoksia adalah kadar saturasi oksigen (SpO_2). Oleh karena itu, alat monitoring detak jantung dan saturasi oksigen berbasis IoT yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki peran penting sebagai sistem deteksi dini terhadap kondisi hipoksia. Dengan adanya alat ini, pengguna dapat memperoleh informasi secara langsung mengenai kadar saturasi oksigen dalam darah melalui sensor yang terhubung dengan platform Blynk, sehingga dapat segera mengambil tindakan medis apabila ditemukan indikasi hipoksia. Kehadiran alat ini diharapkan mampu meningkatkan

kewaspadaan dan mencegah terjadinya komplikasi serius akibat hipoksia, khususnya bagi individu dengan risiko tinggi seperti penderita penyakit pernapasan, jantung, atau yang berada di lingkungan dengan kadar oksigen rendah [8]

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem deteksi gejala hipoksia berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memanfaatkan mikrokontroler ESP8266, yang dirancang agar tetap terjangkau secara biaya namun tetap mengedepankan aspek akurasi, efisiensi, dan kemudahan penggunaan. Dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler yang terintegrasi dengan sensor MAX30100 untuk mendeteksi kadar oksigen dalam darah dan detak jantung secara *real-time*, sistem ini diharapkan dapat bekerja secara efektif dalam memenuhi kebutuhan pemantauan kesehatan individu secara mandiri.

Dalam proses pembacaan, pengolahan, dan pengiriman data antar komponen, penelitian ini menggunakan konektivitas WiFi untuk memastikan data dapat dikirimkan secara cepat dan stabil ke aplikasi Blynk sebagai media pemantauan melalui *smartphone*. Selain itu, untuk memastikan performa komunikasi data yang optimal, penelitian ini juga memanfaatkan aplikasi Wireshark sebagai alat bantu analisis jaringan guna mengukur kualitas pengiriman data, termasuk parameter *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Melalui inovasi ini, diharapkan sistem deteksi hipoksia yang dikembangkan dapat menjadi solusi monitoring kesehatan yang praktis, efisien, dan mudah dijangkau, serta mampu meningkatkan kewaspadaan pengguna terhadap risiko gejala hipoksia. Sistem ini diharapkan dapat membantu pengguna, khususnya individu dengan risiko tinggi gangguan pernapasan, untuk memantau kondisi kesehatannya secara mandiri kapan saja dan di mana saja, tanpa ketergantungan pada alat medis konvensional di fasilitas kesehatan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang alat pemantau detak jantung dan kadar saturasi oksigen dalam darah secara *real-time* menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT)?
2. Bagaimana memastikan data detak jantung dan kadar oksigen yang diperoleh dari sensor dapat dikirim dan ditampilkan secara akurat dan cepat melalui *platform* digital?
3. Bagaimana mengoptimalkan alat agar mudah digunakan oleh pengguna tanpa latar belakang medis sekaligus memberikan informasi yang mudah dipahami?
4. Bagaimana merancang dan mengembangkan alat pendeteksi detak jantung dan kadar saturasi oksigen berbasis IoT yang mampu menghasilkan data dengan akurasi tinggi, meminimalkan *delay* pengiriman data secara *real-time*, serta memiliki efisiensi daya yang optimal untuk mendukung penggunaan jangka panjang?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan prototipe sistem monitoring kesehatan berbasis IoT yang dapat mendeteksi gejala hipoksia secara *real-time* melalui pengukuran kadar oksigen dalam darah dan detak jantung dengan menggunakan sensor MAX30100 dan mikrokontroler ESP8266. Sistem prototipe ini diharapkan dapat memantau kondisi kesehatan pengguna secara mandiri dengan hasil pengukuran yang akurat, serta dapat menampilkan data secara *real-time* pada aplikasi Blynk di *smartphone* untuk mempermudah pengguna dalam memantau kondisi kesehatannya kapan saja dan di mana saja.

Selain merancang sistem monitoring kesehatan yang dapat mendeteksi gejala hipoksia secara fungsional, penelitian ini juga untuk mengetahui kemampuan sistem prototipe dalam merespons perubahan kadar oksigen dan detak jantung dengan cepat dan tepat melalui sistem pemantauan *real-time* berbasis IoT. Penelitian ini juga untuk memastikan bahwa proses pengiriman data dari sensor menuju aplikasi monitoring dapat diproses secara tepat dan efisien bagi data kesehatan yang ditampilkan sesuai dengan kondisi pengguna secara aktual.

Melalui pengembangan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan alat monitoring kesehatan yang terjangkau, praktis, dan mudah digunakan oleh masyarakat. Dengan memanfaatkan teknologi sensor dan mikrokontroler yang relatif mudah dijangkau, sistem prototipe ini dirancang agar dapat diimplementasikan dengan biaya yang efisien namun tetap memberikan hasil pengukuran yang optimal. Selain sebagai alat monitoring, sistem ini juga diharapkan dapat meningkatkan kewaspadaan dan kemandirian pengguna dalam menjaga kondisi kesehatannya secara mandiri serta dapat menjadi referensi bagi pengembangan teknologi monitoring kesehatan berbasis IoT lebih lanjut, baik dari aspek desain perangkat keras, pemrograman sistem, maupun integrasi komunikasi data.

Tabel 1.1 Tabel Keterkaitan Tujuan, Pengujian dan Kesimpulan

No	Tujuan	Pengujian	Kesimpulan
1	Merancang sistem prototipe monitoring kesehatan berbasis IoT yang dapat mendeteksi gejala hipoksia secara <i>real-time</i> melalui pengukuran kadar oksigen dalam darah dan detak jantung.	Pengujian akurasi pengukuran kadar oksigen (SpO ₂) dan detak jantung menggunakan sensor MAX30100 dengan perbandingan alat medis GEA.	Sistem berhasil memantau kadar oksigen dan detak jantung secara <i>real-time</i> dengan akurasi tinggi dan konsistensi yang baik terhadap alat pembanding.
2	Menilai kemampuan sistem prototipe untuk mengirimkan data secara cepat dan tepat ke aplikasi monitoring berbasis IoT.	Pengujian performa terhadap <i>delay</i> , <i>jitter</i> , dan <i>packet loss</i> dilakukan dengan menggunakan Wireshark untuk mengukur performa pengiriman data dari ESP8266 ke Blynk.	Sistem prototipe dapat mengirim data secara cepat dan stabil dengan <i>delay</i> , <i>jitter</i> dan <i>packet loss</i> yang minimum, serta mampu menampilkan data secara <i>real-time</i> pada aplikasi Blynk.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian tersebut, antara lain :

1. Alat hanya akan mengukur detak jantung dan kadar saturasi oksigen (SpO₂) tanpa pengukuran parameter kesehatan lainnya seperti tekanan darah atau suhu tubuh.
2. Pengukuran dan pengiriman data dilakukan secara *real-time*, namun alat bergantung pada koneksi internet yang stabil untuk mengirim data ke *platform* IoT.
3. Efisiensi daya alat dibatasi oleh kapasitas baterai yang digunakan, sehingga penggunaan jangka panjang memerlukan pengisian ulang secara periodik.
4. Data yang dihasilkan alat hanya ditampilkan melalui aplikasi berbasis IoT secara *real-time* tanpa menyimpan data histori untuk analisis jangka panjang.
5. Alat hanya diujikan dan dioperasikan pada lingkungan dengan kondisi standar, yaitu suhu ruangan normal dan dalam posisi pengguna diam saat pengukuran.
6. Sistem monitoring bersifat personal dan belum diintegrasikan ke dalam sistem monitoring kesehatan skala besar seperti rumah sakit
7. Pengukuran dilakukan pada individu berusia dewasa dengan kondisi tubuh normal, tidak termasuk lansia ekstrem, atau pasien dengan gangguan sirkulasi oksigen.
8. Sistem komunikasi data menggunakan jaringan Wi-Fi, sehingga efektivitas alat bergantung pada ketersediaan dan kestabilan jaringan internet

1.5 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen rekayasa yang berfokus pada perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem deteksi gejala hipoksia berbasis *Internet of Things* (IoT) secara *real-time*. Penelitian diawali dengan tahap studi literatur yang dilakukan untuk mengumpulkan informasi dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, dan artikel ilmiah terkait konsep hipoksia, karakteristik fisiologis detak jantung dan kadar oksigen dalam darah, serta teknologi monitoring kesehatan berbasis IoT. Studi ini bertujuan untuk memperkuat landasan teori dalam merancang sistem yang efektif serta mengetahui spesifikasi sensor dan mikrokontroler yang sesuai untuk kebutuhan alat.

Selanjutnya, dilakukan tahap perancangan sistem, yang terdiri dari perancangan hardware dan *software*. Pada tahap perancangan hardware, alat dibuat dengan menggunakan sensor detak jantung dan pulse oximeter (seperti MAX30100) yang terhubung ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama. Sistem ini dilengkapi dengan modul Wi-Fi yang berfungsi untuk mengirimkan data secara *real-time* ke aplikasi monitoring berbasis IoT, seperti Blynk. Selain itu, dilakukan perancangan rangkaian power supply yang efisien untuk menjaga kestabilan daya selama alat beroperasi. Sedangkan pada tahap perancangan *software*, dibuat program yang berfungsi membaca data dari sensor, mengolah data, dan mengirimkannya ke *platform* IoT. Desain antarmuka monitoring juga dibuat agar pengguna dapat melihat hasil pengukuran kadar oksigen dan detak jantung secara langsung melalui *smartphone*.

Setelah proses perancangan selesai, dilakukan perakitan komponen sesuai dengan rancangan sistem. Proses ini meliputi penyusunan sensor, mikrokontroler, power supply, serta koneksi ke *platform* monitoring. Tahap selanjutnya adalah pengujian alat untuk memastikan fungsi dan performanya berjalan sesuai dengan rencana. Pengujian dilakukan untuk mengukur beberapa aspek, yaitu akurasi pembacaan sensor terhadap nilai detak jantung dan kadar oksigen dibandingkan alat medis standar, *delay* pengiriman data dari alat ke aplikasi monitoring yang menunjukkan seberapa cepat data diterima pengguna setelah proses pengukuran, serta efisiensi konsumsi daya alat selama beroperasi dalam waktu tertentu. Pengujian dilaksanakan dalam kondisi ruangan normal dengan pengguna dalam posisi diam guna menjaga kestabilan data.

1.6 Jadwal pelaksanaan

Untuk memastikan bahwa proses pengerjaan tugas akhir berjalan secara sistematis dan terarah, disusunlah jadwal pelaksanaan kegiatan yang mencakup seluruh tahapan. Mulai dari persiapan awal hingga tahap akhir berupa analisis hasil dan penyusunan laporan. Jadwal ini disusun agar setiap tahapan bisa diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, sehingga dapat mengurangi risiko keterlambatan dan menjaga kelancaran proses pengerjaan. Tabel 1.2 di bawah ini menunjukkan jadwal pelaksanaan dan milestone tugas akhir secara keseluruhan.

Tabel 1.2 Jadwal dan *Milestone*

NO	Deskripsi Tahapan	Durasi	Tanggal Selesai	<i>Milestone</i>
1.	Identifikasi Masalah	2 Minggu	29 September 2024	Untuk mencari permasalahan yang diambil, solusi dan menentukan latar belakang
2.	Pemilihan komponen	2 Minggu	20 November 2024	Menentukan realisasi yang relevan dan kompatibel untuk digunakan dalam perancangan sistem
3.	Perancangan Sistem (<i>Hardware dan Software</i>)	2 Bulan	13 April 2025	Prototype sistem kadar oksigen dan detak jantung dan koneksi ke Blynk
4.	Pengujian sistem	2 Minggu	15 April 2025	Uji coba sistem dilakukan pengukuran pada alat prototype