

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Suatu gangguan metabolisme yang ditandai dengan gejala kadar glukosa darah yang melebihi ambang batas normal merupakan ciri dari penyakit kronis yang dikenal dengan istilah diabetes melitus (Kemenkes RI, 2020). Diabetes melitus dapat terjadi ketika pankreas tidak menghasilkan cukup insulin atau ketika tubuh tidak dapat memanfaatkan insulin yang dihasilkan dengan baik. Diabetes yang tidak terkontrol sering kali menyebabkan kondisi hiperglikemia atau meningkatnya kadar glukosa darah secara berlebihan yang dapat membahayakan banyak sistem tubuh, terutama pembuluh darah dan jaringan saraf (World Health Organization, 2023). Data dari *International Diabetes Federation* (IDF) pada tahun 2021 menyebutkan bahwa terdapat 536,6 juta orang di seluruh dunia yang menderita diabetes. Pada tahun 2045, jumlah tersebut diprediksi akan bertambah menjadi 783,2 juta orang. Indonesia menempati urutan ke-5 sebagai negara dengan total penderita diabetes terbanyak di dunia setelah China, India, Pakistan, dan Amerika Serikat (International Diabetes Federation, 2021).

Dari total 536,6 juta orang tersebut, diperkirakan sekitar 239,7 juta diantaranya masih belum terdiagnosis, sehingga sangatlah penting bagi penderita diabetes untuk mendapatkan diagnosis sesegera mungkin demi mencegah komplikasi, mengurangi risiko kematian dini, dan meningkatkan kualitas hidup. Alasan dibalik rendahnya tingkat diagnosis klinis pada penderita diabetes adalah

karena fasilitas kesehatan yang tersedia saat ini tidak mencukupi dan kurangnya akses masyarakat ke rumah sakit atau klinik (International Diabetes Federation, 2021). Selain itu, faktor yang menyebabkan masyarakat enggan untuk memeriksakan kadar glukosa darahnya di rumah sakit atau klinik adalah karena biaya pemeriksaan menggunakan tes strip yang relatif mahal dan ketakutan yang berlebihan terhadap jarum suntik (Bahri & Baharsyah, 2023). Gejala yang kerap dialami oleh orang-orang yang memiliki ketakutan berlebih terhadap jarum suntik diantaranya adalah cemas, pusing, mual, jantung berdebar, serangan panik, dan turunnya tekanan darah yang diikuti dengan pingsan (Jha *et al.*, 2023).

Saat ini, pengukuran kadar glukosa darah dapat dilakukan dengan tiga metode berbeda yaitu *invasive*, *minimally invasive*, dan *non invasive*. Di rumah sakit atau klinik, menusuk jari dengan jarum untuk mengeluarkan darah yang kemudian diuji menggunakan tes strip merupakan cara yang paling banyak digunakan untuk mengukur kadar glukosa darah secara akurat. Metode pengukuran secara *invasive* tidak bisa diterapkan kepada semua pasien karena rasa sakit yang ditimbulkan dapat membuat pasien merasa tidak nyaman, bahkan dapat menyebabkan infeksi jika jarum terkontaminasi atau digunakan lebih dari satu kali. Pasien dengan diabetes memerlukan pemeriksaan kadar glukosa darah yang rutin beberapa kali dalam sehari, tetapi tusukan yang dilakukan berulang kali pada jari dapat meningkatkan risiko infeksi dan komplikasi karena kecepatan penyembuhan luka pada penderita diabetes yang cenderung lebih lambat. Selain itu, strip dan jarum yang hanya dapat digunakan untuk sekali pakai membuat biaya yang harus ditanggung oleh pasien akan semakin bertambah (Rahmat *et al.*, 2017). Terlebih lagi, hasil pemeriksaan

kadar glukosa darah baru akan terlihat kurang lebih 10 detik setelah proses pengujian strip (Anggraini *et al.*, 2018). Oleh karena itu, dibutuhkan metode pengukuran secara *non-invasive* untuk mendapatkan hasil pemeriksaan kadar glukosa darah secara teratur dan untuk menurunkan risiko infeksi akibat tusukan jarum pada kulit.

Pengembangan alat ukur kadar glukosa darah secara *non-invasive* mendapatkan banyak perhatian karena memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan metode pengukuran kadar glukosa darah secara *invasive*, seperti lebih nyaman dan mudah digunakan oleh penderita diabetes, memungkinkan pemantauan yang sederhana dan berkesinambungan, serta lebih hemat biaya (Prawiroredjo & Julian, 2019). Dari uraian yang telah dijelaskan di atas, maka sangatlah penting untuk dapat mengembangkan suatu alat yang mampu mengukur kadar glukosa darah secara *non-invasive* tanpa melukai jari dan mampu memberikan hasil pengukuran kadar glukosa darah yang akurat.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, maka penulis akan mengusulkan sebuah penelitian untuk mengembangkan suatu alat ukur kadar glukosa darah secara *non-invasive* dengan penerapan *Internet of Things* (IoT) berbasis *website*. Mendapatkan nilai kadar glukosa darah secara akurat dan mampu menampilkan data pengukuran kadar glukosa darah secara *real time* pada *website* merupakan hasil yang diinginkan dari perancangan dan pengembangan alat ini. Selanjutnya, penelitian ini diharapkan dapat membantu tenaga kesehatan dalam mengukur kadar glukosa darah secara *non-invasive* dan dapat mendeteksi secara dini penyakit diabetes melitus sehingga mengurangi risiko komplikasi yang dapat mengancam jiwa.

Sistem dari alat ukur kadar glukosa darah yang akan dikembangkan ini menggunakan *LED* merah dengan panjang gelombang 630 nm sebagai pemancar cahaya, lalu sensor intensitas cahaya OPT101 sebagai penerima perubahan intensitas cahaya untuk mengukur kadar glukosa dalam darah, dan LCD OLED sebagai penampil hasil pengukuran secara langsung pada *box* alat. Selain itu, sistem ini juga menampilkan hasil pengukuran pada *website* yang dapat diakses melalui komputer maupun *smartphone*. *Output* yang nantinya tertera pada LCD OLED dan *website* adalah nilai kadar glukosa darah dalam satuan miligram per desiliter (mg/dL).

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan antara lain sebagai berikut:

1. Metode pengukuran kadar glukosa darah secara *invasive* tidak dapat diterapkan kepada semua pasien diabetes karena rasa sakit yang ditimbulkan dapat membuat pasien merasa tidak nyaman dan dapat menyebabkan infeksi jika jarum yang digunakan terkontaminasi.
2. Hasil pengukuran kadar glukosa darah tidak dapat langsung diterima oleh pasien karena sampel tes strip harus diuji terlebih dahulu selama beberapa waktu.
3. Kebutuhan akan alat ukur kadar glukosa darah secara *non-invasive* yang nyaman dipakai, mudah digunakan, dan dapat memberikan hasil pengukuran yang akurat.

1.3 Batasan Masalah

Agar topik pembahasan tidak meluas dari apa yang telah ditetapkan dan penelitian dapat lebih terarah, maka perlu diberi batasan-batasan masalah antara lain sebagai berikut:

1. Tes glukosa darah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah tes glukosa darah sewaktu (GDS).
2. Bagian tubuh yang digunakan sebagai objek media pengukuran kadar glukosa darah dalam penelitian ini adalah jari telunjuk.
3. Alat yang dirancang dalam penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah data sensor dan pengirim data ke *website*.
4. Pada penelitian ini, komponen *LED* merah dengan panjang gelombang 630 nm digunakan sebagai pemancar cahaya dan sensor intensitas cahaya OPT101 digunakan sebagai penerima perubahan intensitas cahaya untuk mengukur kadar glukosa dalam darah.
5. Data hasil pengukuran kadar glukosa darah ditampilkan pada *website* dengan *server* lokal (*localhost*).
6. Alat ukur yang digunakan sebagai pembanding dalam penelitian ini adalah glukometer.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat suatu rancang bangun alat yang dapat mengukur kadar glukosa dalam darah secara *non-invasive* dengan penerapan *Internet of Things*?
2. Bagaimana hasil pengukuran kadar glukosa darah dapat ditampilkan secara *real time* pada *website*?
3. Bagaimana tingkat akurasi nilai pembacaan alat ukur penelitian dibandingkan dengan nilai pembacaan glukometer?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Mengembangkan alat ukur kadar glukosa darah secara *non-invasive* dengan penerapan *Internet of Things*.
2. Menampilkan data hasil pengukuran kadar glukosa darah secara *real time* pada *website localhost*.
3. Mengetahui tingkat akurasi dari alat ukur kadar glukosa darah secara *non-invasive* dibandingkan dengan glukometer secara *invasive*.

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain sebagai berikut:

1. Bagi penulis

Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai pengembangan alat ukur kadar glukosa darah *non-invasive*, sehingga dapat lebih memahami teori-teori yang telah dipelajari selama masa perkuliahan.

2. Bagi tenaga kesehatan

Alat yang dikembangkan dapat membantu tenaga kesehatan dalam mengukur kadar glukosa darah secara *non-invasive*.

3. Bagi masyarakat

Mendapatkan hasil pengukuran kadar glukosa darah secara *real time* yang ditampilkan pada *website*.

4. Bagi akademisi

Menjadi rujukan dan acuan bagi penelitian selanjutnya pada bidang yang sama.

5. Bagi institusi pendidikan

Memberikan sumbangsih pemikiran untuk pengembangan teknologi alat kesehatan berbasis *Internet of Things* (IoT).