

BAB I

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

Glukosa atau yang dikenal sebagai gula darah adalah karbohidrat yang dipecahkan dari makanan dan akan disimpan di otot dan hati sebagai glikogen [1]. Glukosa ditemukan di setiap jenis sel untuk membantu manusia mendapatkan energi. Kadar glukosa yang tinggi dapat menyebabkan berbagai komplikasi kesehatan. Setiap manusia memiliki *Blood Glucose Level* (BGL) yang berbeda-beda [2]. Oleh karena itu, pemantauan kadar gula darah secara rutin sangat penting terutama bagi penderita diabetes untuk menjaga kesehatan dan mencegah komplikasi lebih lanjut. Namun, metode pengukuran yang ada saat ini dilakukan secara *invasive* dan menyakitkan bagi pasien, karena menggunakan jarum untuk mengambil sampel darah. Proses ini dapat menimbulkan rasa sakit, ketidaknyamanan, serta meningkatkan risiko infeksi apabila tidak dilakukan dengan benar. Metode *invasive* memerlukan pemeriksaan berulang kali, sehingga membuat pasien tidak mau melakukan pemeriksaan secara rutin.

Menurut hasil pengukuran kadar gula darah dan menurut Laporan Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 yang dirilis oleh Kementerian Kesehatan, prevalensi diabetes mellitus (DM) meningkat pada orang di atas usia lima belas tahun [3]. Menurut Departemen Kesehatan, terdapat perbedaan yang signifikan dalam jumlah responden yang memiliki diabetes yang menjalani pengobatan atau mengunjungi fasilitas kesehatan dalam kelompok usia produktif 18 hingga 59 tahun dan kelompok usia lanjut 60 tahun ke atas. Kemenkes menyatakan bahwa “proporsi responden yang melakukan konsumsi obat secara teratur dan kunjungan ulang ke fasilitas kesehatan lebih rendah daripada responden yang terdiagnosis diabetes” [4].

Pengembangan sistem monitoring gula darah non-invasive bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan menggunakan teknologi yang lebih ramah bagi pasien. Sistem ini dirancang untuk mengukur kadar glukosa dalam darah tanpa perlu mengambil sampel darah, sehingga mengurangi rasa sakit dan ketidaknyamanan bagi pasien. Dengan menggunakan sistem monitoring ini, mampu mendeteksi kadar gula darah tanpa menyentuh atau melukai pasien. Sehingga dapat memberikan kenyamanan yang lebih baik. Solusi ini tidak hanya meningkatkan kualitas hidup pasien, tetapi juga dapat meningkatkan frekuensi pengecekan. Oleh karena

itu, pemeriksaan gula darah menjadi lebih efektif.

Sistem ini juga dirancang agar dapat diakses oleh pihak lain, seperti keluarga atau tenaga medis, melalui aplikasi berbasis *Internet of Things* (IoT). Dengan memanfaatkan *Internet of Things* (IoT), data kadar gula darah dapat dipantau secara *real-time* dan dikirimkan ke perangkat lain untuk analisis lebih lanjut. Hal ini memberikan kemudahan dalam pemantauan kesehatan pasien diabetes tanpa harus berada di lokasi yang sama. Keuntungan dalam pemantauan pasien yang lebih akurat dan responsif, terutama bagi mereka yang membutuhkan pengawasan intensif. Sistem ini juga berfokus pada aspek keberlanjutan dengan menggunakan teknologi *eco-green*. Penggunaan antena dan sensor yang efisien dari segi energi akan membantu mengurangi dampak lingkungan dari perangkat medis. Desain sistem monitoring ini mempertimbangkan penggunaan bahan dan proses yang ramah lingkungan, serta meminimalkan limbah elektronik [5]. Maka dari itu, pada pembuatan tugas akhir ini kami akan merangkai sensor yang dapat mendeteksi kadar gula darah secara *non-invasive* dan *wearable antenna* sebagai transmisi data gula darah ke platform ThingSpeak. Dengan menggunakan frekuensi khusus yang sudah dipertimbangkan agar aman digunakan tanpa merugikan kesehatan lingkungan atau bagian tubuh pasien dan dapat dimonitor oleh orang lain melalui platform ThingSpeak.

1.2 Analisis Masalah

Permasalahan yang disebabkan oleh pemeriksaan kadar gula darah secara *invasive* dapat menimbulkan beberapa masalah pada berbagai aspek. Berikut rincian dari aspek-aspek tersebut.

1.2.1 Aspek Ekonomi

Analisa Masalah pada aspek ekonomi dapat meliputi biaya pengembangan teknologi *non-invasive* untuk mengukur kadar gula darah membutuhkan investasi besar, terutama untuk komponen sensor, antena, serta pengujian klinis dan regulasi. Meskipun teknologi ini menawarkan kenyamanan lebih dibandingkan metode *invasive* konvensional seperti glukometer, harganya cenderung lebih mahal bagi pasien. Agar teknologi ini diterima secara luas, harga perangkat harus lebih terjangkau, khususnya bagi mereka yang memerlukan pemantauan glukosa secara rutin. Namun, dalam jangka panjang, teknologi *non-invasive* ini dapat mengurangi biaya terkait penggunaan perangkat pada metode *invasive* seperti strip tes, jarum, dan penggantian komponen, meskipun biaya awal pengembangan dan produksinya

tinggi.

1.2.2 Aspek Lingkungan

Apabila produksi massal perangkat *non-invasive* tidak dikelola dengan baik, komponen seperti antena, baterai, dan elemen elektronik lainnya berpotensi membahayakan lingkungan. Penggunaan bahan seperti plastik, logam, dan komponen elektronik dapat meningkatkan jumlah limbah elektronik yang berbahaya. Namun dalam jangka panjang, metode *non-invasive* dapat membantu mengurangi limbah medis, seperti glukometer untuk mengambil sampel darah sekali pakai, strip tes darah, dan jarum yang biasanya dihasilkan dari metode konvensional *invasive*.

1.2.3 Aspek Teknologi

Pentingnya keakuratan dan keandalan sistem pengukuran yang sangat krusial untuk keselamatan dan kesehatan pengguna. Desain antena dan sensor harus mampu mendeteksi perubahan kadar glukosa secara cepat, akurat, dan konsisten. Selain itu, proses pengolahan sinyal yang canggih agar hasil pengukuran tidak terpengaruh oleh noise atau gangguan dari perangkat lain. Dengan demikian, aspek teknis yang meliputi desain perangkat, sensitivitas sensor, dan kemampuan pengolahan sinyal menjadi faktor utama yang menentukan efektivitas dan keamanan alat pengukur kadar glukosa *non-invasive*.

1.3 Analisis Solusi yang Ada

Metode *invasive* (jarum dan glukometer) merupakan metode yang paling umum saat ini. Metode ini menggunakan jarum untuk mengambil darah dari jari dan memeriksanya menggunakan glukometer. Meskipun akurat, metode ini tidak nyaman bagi pasien, karena melibatkan rasa sakit dan risiko infeksi. Selain itu, metode ini menghasilkan limbah medis dan biaya yang tinggi jika digunakan secara berkelanjutan. Kemudian menggunakan alat Continuous Glucose Monitoring (CGM) dengan sensor Implan merupakan teknologi yang dikembangkan oleh perusahaan seperti Dexcom dan Freestyle Libre. Sehingga memungkinkan pemantauan kadar glukosa secara terus-menerus dengan menggunakan sensor yang ditanam di bawah kulit [6]. Meskipun setelah pemasangan awal teknologi ini bersifat *non-invasive*, proses pemasangan sensor tetap memerlukan tindakan *invasive* dan harus diganti setiap beberapa minggu. Selain itu, biaya penggunaannya relatif tinggi.

Berdasarkan pada penjelasan di atas, solusi yang ada saat ini dinilai belum sepenuhnya mampu mengatasi permasalahan pengecekan kadar gula darah yang tidak menimbulkan rasa sakit. Dengan mempertimbangkan kelebihan dan kekurangan dari solusi sebelumnya, penulis mengembangkan sistem pengecekan kadar gula darah secara *non-invasive* berbasis IoT dan antena. Konsep IoT sendiri yaitu menghubungkan objek fisik ke jaringan internet, sehingga memungkinkan pengolahan data kadar gula darah menjadi satuan mg/dL. Selain itu, terdapat komponen *wearable antenna* yang berfungsi sebagai telemedis untuk mengirimkan data kadar gula darah dari sensor ke platform (ThingSpeak). Melalui penerapan IoT dan *wearable antenna*, sistem ini memanfaatkan sensor inframerah untuk memantau kadar gula darah, *wearable antenna* sebagai telemedis, LCD untuk menampilkan hasil data, serta *website* yang memudahkan pemantauan kadar gula darah secara *real-time*. Data yang dikumpulkan dari sensor tersebut dapat digunakan untuk menentukan kondisi kesehatan, berdasarkan tinggi atau rendahnya kadar gula darah, sehingga proses pemantauan menjadi lebih efisien.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu merancang sebuah sistem yang terdiri dari sensor yang dapat mendeteksi kadar gula darah secara *non-invasive* serta mengintegrasikan *wearable antenna* sebagai media transmisi data dari mikrokontroler ke *platform website (ThingSpeak)*, sehingga data kadar gula darah dapat dipantau dan diakses secara *real-time* dari jarak jauh oleh pengguna.

1.5 Batasan Tugas Akhir

Adapun penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Sistem hanya berfokus pada deteksi kadar glukosa darah dan tidak mencakup parameter kesehatan lainnya seperti tekanan darah atau detak jantung.
2. Frekuensi kerja antena dibatasi pada 2,4 GHz sesuai dengan standar IEEE 802.15.6 agar kompatibel dengan perangkat *wearable* dan IoT.
3. Sistem hanya menguji sensor MAX30102 untuk deteksi kadar glukosa darah, dengan membandingkan hasil pengukuran menggunakan metode *invasive* berbasis glukometer sebagai referensi akurasi.

4. Platform IoT yang digunakan hanya mencakup pengiriman data ke *web-site*, tanpa integrasi dengan rekam medis elektronik (*Electronic Health Record/EHR*).
5. *Wearable antenna* berbahan tekstil hanya digunakan sebagai media transmisi data dari mikrokontroler ke platform tanpa membandingkan dengan jenis antena lainnya.
6. Perbandingan hasil pengukuran kadar glukosa darah dilakukan antara metode *non-invasive* menggunakan prototipe alat dan metode *invasive* menggunakan glukometer, namun penelitian ini tidak mencakup uji klinis pada manusia secara luas dan hanya dilakukan dalam skala kecil.