

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Diabetes mellitus (DM) merupakan penyakit kronis dengan prevalensi yang terus meningkat di seluruh dunia. WHO melaporkan jumlah penderita naik dari 200 juta pada 1990 menjadi 830 juta pada 2022 (14% populasi dewasa), dengan peningkatan signifikan di negara berkembang [1]. Kondisi ini terjadi ketika tubuh tidak dapat memproduksi insulin dalam jumlah yang cukup atau tidak dapat memanfaatkan insulin secara efektif, sehingga kadar glukosa darah melebihi batas normal. Pemantauan kadar glukosa darah secara rutin sangat penting untuk menjaga kadar gula tetap berada dalam kisaran aman, sekaligus mengurangi risiko komplikasi serius seperti kerusakan organ dan gangguan metabolisme lainnya.

Metode pemantauan kadar gula darah yang umum digunakan saat ini adalah metode invasif dengan glucometer, yang memerlukan pengambilan sampel darah melalui tusukan jarum pada ujung jari. Meskipun akurat, metode ini tetap memiliki keterbatasan, seperti ketakutan sebagian pengguna terhadap tusukan jari dan kurang praktis untuk pemantauan berkelanjutan sepanjang hari [2]. Oleh karena itu, diperlukan solusi non-invasif yang nyaman digunakan, mampu melakukan pemantauan, dan tetap mempertahankan akurasi setara dengan metode invasif.

Salah satu teknologi yang berpotensi menjawab tantangan tersebut adalah radar *Frequency Modulated Continuous Wave* (FMCW). Awalnya digunakan di bidang industri dan otomotif, teknologi ini kini mulai diaplikasikan di bidang medis karena kemampuannya mendeteksi perubahan sifat dielektrik suatu media. Radar FMCW bekerja dengan memancarkan gelombang elektromagnetik ke target, menerima sinyal pantul, dan menganalisis perubahan fase atau frekuensi sinyal untuk memperoleh informasi mengenai jarak, kecepatan, dan komposisi material [3]. Perubahan konsentrasi glukosa dalam darah atau larutan akan mengubah konstanta dielektrik dan indeks bias medium tersebut, sehingga radar FMCW dapat digunakan untuk mengukur kadar glukosa secara kontak langsung maupun tanpa kontak.

Penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa radar FMCW mampu mendeteksi berbagai konsentrasi larutan glukosa, baik dalam media darah sintesis maupun larutan murni. Pengujian telah dilakukan pada 5 jenis, 7 jenis, hingga 16

jenis konsentrasi larutan glukosa [5], [6]. Meskipun hasilnya menunjukkan akurasi yang baik, penelitian-penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan seperti rentang konsentrasi yang relatif sempit.

Dalam penelitian ini digunakan radar FMCW 60 GHz dari Infineon yang sudah terintegrasi dengan mikrokontroler. Integrasi ini memungkinkan sistem untuk melakukan akuisisi data dan pemrosesan sinyal secara langsung tanpa memerlukan perangkat komputasi eksternal yang kompleks, sehingga proses pengukuran menjadi lebih efisien dan praktis. Untuk meningkatkan akurasi, digunakan perangkat hasil cetak 3D (*three-dimensional printing*) untuk menjaga posisi radar dan wadah tetap stabil, memfokuskan interaksi sinyal dengan tabung, dan mengurangi pengaruh pantulan acak dari lingkungan sekitar sehingga pengukuran lebih stabil dan konsisten.

Penelitian ini meningkatkan jumlah variasi larutan glukosa yang diuji menjadi 20 sampel, lebih banyak dibandingkan penelitian sebelumnya. Dengan memperluas rentang konsentrasi yang diuji, penelitian ini diharapkan memberikan pemahaman lebih komprehensif mengenai hubungan antara konsentrasi glukosa dan respons sinyal radar FMCW secara non-invasif, serta membuktikan potensi teknologi ini sebagai metode deteksi glukosa dalam larutan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang muncul dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan radar FMCW untuk mendeteksi konsentrasi glukosa dalam larutan?
2. Bagaimana mengimplementasikan algoritma pemrosesan sinyal FMCW untuk mengklasifikasikan konsentrasi glukosa dalam larutan?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mampu merancang dan mengimplementasikan radar fmcw untuk mendeteksi konsentrasi glukosa dalam larutan.
2. Mampu mengimplementasikan algoritma pemrosesan sinyal FMCW untuk klasifikasi konsentrasi glukosa dalam larutan, dengan indikator

capaian berupa setidaknya satu hasil klasifikasi yang benar pada setiap tingkat konsentrasi yang diuji.

#### **1.4 Manfaat Hasil Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam pemantauan kadar gula, serta membantu mendeteksi lebih cepat apabila kadar gula berada di atas ambang batas normal, sehingga pengguna atau tenaga medis dapat merespons dengan segera.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Penelitian ini dibatasi pada:

1. Penelitian ini difokuskan pada pengukuran konsentrasi glukosa dalam larutan dengan menggunakan radar FMCW.
2. Larutan uji yang diukur standar glucose solution
3. Larutan pengencer aquades
4. Menggunakan MCU7 sebagai mikrokontroler tunggal dalam sistem ini, dengan radar FMCW sebagai Radar utama.
5. Pengambilan data radar dilakukan secara berurutan pada setiap konsentrasi dalam kondisi lingkungan yang sama.
6. Rentang konsentrasi glukosa yang diuji adalah 50, 53, 56, 59, 63, 67, 71, 77, 83, 91, 100, 111, 125, 143, 167, 200, 250, 333, 500, dan 1000 mg/dL.

#### **1.6 Metode Penelitian**

Metode Penelitian meliputi pendekatan-pendekatan berikut:

1. Studi Literatur Mengkaji literatur mengenai radar FMCW dalam aplikasi pengukuran non-invasif serta perangkat keras yang relevan seperti MCU7 dan radar FMCW.
2. Pengukuran Empirik Pengukuran langsung untuk menguji keakuratan perangkat dalam mendeteksi konsentrasi glukosa dalam larutan.
3. Analisis Statistik Melakukan analisis terhadap data pengukuran untuk menilai akurasi sistem.
4. Merancang, mengembangkan, dan menguji sistem pengukuran konsentrasi glukosa berbasis radar FMCW.

### **1.7 Proyeksi Pengguna**

Target pengguna dari hasil penelitian ini meliputi:

1. Industri Kesehatan: Sebagai dasar pengembangan teknologi pengukuran kadar gula yang lebih cepat dan praktis, yang nantinya dapat diadaptasi untuk pengukuran pada manusia.
2. Peneliti dan Akademisi: Sebagai referensi dan data awal dalam studi pengukuran konsentrasi glukosa berbasis radar FMCW.