

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang menghubungkan perangkat fisik, termasuk sensor dan perangkat elektronik, ke jaringan internet agar dapat mengirim serta menerima data secara otomatis [1]. Dalam bidang kesehatan, teknologi ini dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas layanan melalui pemantauan kondisi pasien serta penggunaan perangkat wearable yang mampu menyediakan data secara real-time [2]. Diabetes melitus merupakan salah satu jenis penyakit tidak menular yang disebabkan oleh gangguan fungsi insulin dan berdampak pada peningkatan kadar glukosa darah, sehingga pemanfaatan teknologi menjadi relevan dalam upaya pencegahannya [3]. Kasus diabetes terus meningkat secara global maupun di Indonesia. Data *International Diabetes Federation* (IDF) 2022 mencatat sekitar 8,75 juta penderita diabetes tipe 1 di dunia, termasuk 1,52 juta berusia di bawah 20 tahun, dan sekitar 41 ribu kasus di Indonesia dengan lebih dari 13 ribu terjadi pada anak dan remaja [4].

Deteksi dini diabetes penting untuk mencegah komplikasi dan menekan prevalensi penyakit serta beban kesehatan masyarakat [5]. Dengan urgensi pencegahan dini, teknologi berbasis IoT menjadi solusi potensial untuk mendukung deteksi kadar gula secara praktis dan efisien [6]. Pola konsumsi masyarakat yang tinggi terhadap minuman berpemanis mendorong inovasi teknologi untuk memudahkan identifikasi kadar gula secara akurat. Sistem berbasis IoT berperan penting dalam meningkatkan kesadaran asupan gula harian dan pencegahan risiko diabetes melitus [7].

Penerapan sistem IoT untuk pemantauan kadar gula memungkinkan pengguna memperoleh informasi secara *real-time* melalui integrasi sensor dan aplikasi berbasis internet [8]. Dalam sistem yang dikembangkan, sensor berperan sebagai komponen utama untuk memperoleh parameter fisik dari cairan yang diamati. Sensor HC-SR04 memanfaatkan pemantulan gelombang ultrasonik untuk menentukan jarak antara sensor dan permukaan objek [9], sehingga nilai jarak tersebut dapat digunakan sebagai dasar perkiraan tinggi cairan dalam wadah. Sensor fotodiode digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang melewati cairan, di mana perubahan nilai cahaya tersebut mencerminkan perbedaan kadar gula dalam larutan [10]. Selain itu, sensor LED inframerah (IR) yang memancarkan dan menerima radiasi inframerah untuk mendeteksi

karakteristik optik minuman terkait kadar gula, dimana sensor IR terdiri atas dua komponen utama, yaitu *transmitter* yang memancarkan sinar inframerah ke arah objek dan *receiver* yang mendeteksi pantulan sinar tersebut berdasarkan besarnya intensitas radiasi yang diterima [11]. Kombinasi ketiga sensor bertujuan menghasilkan data pengukuran yang lebih akurat dan representatif untuk proses klasifikasi kadar gula pada minuman.

Data yang diperoleh dari sensor IoT memerlukan proses pengolahan dan analisis yang tepat agar informasi yang dihasilkan lebih akurat, sehingga dibutuhkan algoritma klasifikasi yang mampu mengenali pola dan mengelompokkan data secara efektif [12]. K-Nearest Neighbors (KNN) merupakan metode yang umum digunakan dalam klasifikasi data. Algoritma ini bekerja dengan membandingkan data baru terhadap sejumlah data terdekatnya, kemudian menentukan kelas berdasarkan mayoritas kategori dari tetangga terdekat tersebut [13]. Pendekatan berbasis jarak yang digunakan dalam KNN membuat algoritma ini efektif dalam mengenali pola dari data sensor yang bersifat kontinu dan variatif, sehingga sesuai diterapkan pada sistem berbasis IoT [14]. Algoritma KNN digunakan untuk mengklasifikasikan kadar gula berdasarkan data sensor IoT. Penelitian ini berfokus pada penerapan metode tersebut guna menghasilkan sistem deteksi kadar gula yang memiliki tingkat keakuratan tinggi dan efisiensi yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

Sistem pendeteksi kadar gula berbasis IoT memiliki potensi dalam pencegahan dini diabetes melitus, namun memerlukan kajian mengenai perancangan sistem, sensor, dan metode klasifikasi. Mengacu pada uraian di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan sistem pendeteksi kadar gula pada minuman berbasis IoT yang mampu melakukan deteksi otomatis sebagai upaya pencegahan dini diabetes melitus?
2. Bagaimana integrasi sensor HC-SR04, fotodioda, dan LED IR memperoleh data karakteristik optik cairan minuman yang berkaitan dengan kadar gula secara akurat?
3. Bagaimana penerapan algoritma KNN mengolah dan mengklasifikasikan data hasil pembacaan sensor untuk menentukan tingkat kadar gula pada minuman?

4. Bagaimana hasil implementasi alat ini dapat menunjukkan kontribusi nyata teknologi IoT dalam bidang kesehatan, khususnya dalam meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pengendalian konsumsi gula harian?
5. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem IoT berbasis sensor cahaya untuk mendeteksi serta mengklasifikasikan kadar gula pada lima jenis minuman *Sugar-Sweetened Beverages* (SSB)?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem IoT untuk mendeteksi kadar gula pada minuman menggunakan algoritma KNN, dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan sistem pendeteksi kadar gula pada minuman berbasis IoT yang mampu mendeteksi secara otomatis sebagai upaya pencegahan dini risiko diabetes melitus.
2. Mengintegrasikan sensor HC-SR04, fotodiode, dan LED IR untuk memperoleh data karakteristik optik cairan minuman yang berkaitan dengan kadar gula secara akurat.
3. Menerapkan algoritma KNN dalam pengolahan dan pengklasifikasian data hasil pembacaan sensor IoT untuk menentukan tingkat kadar gula pada minuman.
4. Menghasilkan alat berbasis IoT yang berkontribusi dalam meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pengendalian konsumsi gula harian.
5. Merancang dan mengimplementasikan sistem IoT berbasis sensor cahaya untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan kadar gula pada lima jenis minuman SSB.

Manfaat Penelitian Sistem IoT untuk Pendeteksi Kadar Gula pada Minuman dengan Algoritma KNN, yaitu:

1. Memberikan solusi teknologi IoT untuk memantau kadar gula minuman secara otomatis sebagai langkah pencegahan dini terhadap diabetes melitus.
2. Menyediakan metode pengukuran yang akurat melalui pemanfaatan kombinasi sensor HC-SR04, fotodiode, dan LED IR.
3. Menjadi acuan penerapan algoritma KNN dalam pengolahan dan klasifikasi data sensor IoT.
4. Mendukung peningkatan pemahaman dan kesadaran masyarakat terhadap konsumsi gula harian dalam bidang kesehatan.

5. Menjadi referensi pengembangan sistem IoT berbasis sensor cahaya yang dapat diterapkan pada berbagai jenis minuman, khususnya SSB.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada beberapa aspek berikut guna menjaga arah dan fokus penelitian:

1. Fokus penelitian ini adalah perancangan dan implementasi sistem pendeteksi kadar gula berbasis IoT dengan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama.
2. Sampel uji dibatasi pada lima jenis minuman SSB dengan volume tetap menggunakan gelas beker untuk menjaga konsistensi data.
3. Sistem menggunakan sensor HC-SR04, fotodiode, dan LED IR sebagai komponen utama pendeteksi, serta lampu LED merah dan hijau sebagai tambahan.
4. Deteksi kadar gula didasarkan pada karakteristik optik cairan, bukan melalui pengujian kimia.
5. Algoritma klasifikasi yang digunakan hanya KNN tanpa perbandingan dengan algoritma lain.
6. Pengujian akurasi dilakukan berdasarkan data hasil pembacaan sensor, dengan pelabelan kategori kadar gula berdasarkan pedoman dari lembaga kesehatan.
7. Implementasi sistem terbatas pada pemantauan dan klasifikasi kadar gula, tanpa mencakup analisis atau diagnosis medis.
8. Penyimpanan data IoT dibatasi pada *Google Spreadsheet* sebagai media pencatatan otomatis, tanpa integrasi dengan layanan *cloud* IoT berskala besar.

1.5 Keterbaruan

Keterbaruan penelitian ini ditunjukkan melalui beberapa aspek yang memberikan nilai tambah dan membedakannya dari penelitian sebelumnya. Adapun unsur-unsur kebaruan tersebut meliputi:

1. Pendekatan pada penelitian sebelumnya masih terbatas pada pengembangan sistem IoT untuk mendeteksi kadar alkohol pada minuman berkaleng tanpa melibatkan algoritma klasifikasi berbasis machine learning. Penelitian ini

mengintegrasikan sistem IoT dengan sensor optik dan menerapkan algoritma KNN untuk mengklasifikasikan kadar gula minuman secara real-time, sehingga memperluas fungsi sistem dari sekadar deteksi menjadi pengambilan keputusan berbasis data sensor [15].

2. Studi terdahulu memanfaatkan algoritma KNN untuk memprediksi diabetes berdasarkan data klinis pasien. Berbeda dari pendekatan tersebut, penelitian ini mengintegrasikan KNN dengan sistem IoT dan sensor optik untuk mengklasifikasikan kadar gula minuman secara langsung, sehingga berkontribusi dalam mendukung pemantauan konsumsi gula sebagai upaya pencegahan risiko diabetes [16].
3. Metode identifikasi kadar gula pada penelitian sebelumnya masih mengandalkan analisis laboratorium berbasis *High Performance Liquid Chromatography–Charged Aerosol Detection* (HPLC-CAD) yang memerlukan persiapan sampel, perhitungan manual, dan peralatan khusus. Penelitian ini menyederhanakan proses identifikasi kadar gula melalui sistem yang lebih praktis dan mudah digunakan, tanpa bergantung pada prosedur laboratorium yang kompleks, namun tetap mampu menyajikan informasi secara cepat dan efektif [17].
4. Keterbatasan pada metode sebelumnya menggunakan satu sensor TCS3200 untuk membaca warna larutan glukosa, sehingga akurasi yang diperoleh masih terbatas. Penelitian ini menerapkan kombinasi *multi-sensor* yang terdiri dari HC-SR04, fotodiode, LED IR, LED merah dan hijau untuk memperoleh data optik yang lebih lengkap dan stabil, sehingga meningkatkan akurasi klasifikasi kadar gula dibandingkan metode sebelumnya [18].