

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya zaman, membuat manusia saat ini lebih cenderung menyukai segala sesuatu yang instan termasuk pola hidup. Pola hidup yang instan tersebut salah satunya dapat terlihat pada pola makan yang kurang teratur serta lebih menyukai makanan cepat saji karena lebih mudah dan lebih praktis. Diketahui bahwa makanan cepat saji mengandung kandungan gizi yang tinggi, salah satunya yaitu kadar glukosa sehingga dapat menyebabkan tingginya kadar gula darah bagi manusia [1]. Gula darah merupakan bahan bakar *universal* yang dibutuhkan oleh sel-sel tubuh manusia dan berfungsi sebagai sumber karbon untuk sintesis sebagian besar *endogen* yaitu seperti insulin, *glucagon*, serta sistem *reseptor* di otot dan sel hati. Kandungan gula darah di dalam tubuh ini harus dijaga agar tidak melebihi batas normal gula darah manusia, yang apabila melebihi batas tersebut dapat menyebabkan terkena penyakit diabetes, dimana dampak dari penyakit tersebut sangat parah dan dapat menyebabkan komplikasi penyakit lainnya [2].

*Diabetes mellitus* (DM) adalah penyakit *metabolic* yang ditandai dengan terjadinya *hyperglikemi* yang disebabkan oleh gangguan sekresi insulin dan atau kerja insulin, sehingga terjadi *abnormalitas* metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein. Penderita DM akan memiliki gejala seperti banyak kencing (*polyuria*), haus dan banyak minum (*polydipsia*), letih, penurunan berat badan, lemah badan, gatal, kesemutan, pandangan kabur, dan disfungsi ereksi pada pria. [3]. Salah satu cara untuk mencegah penyakit ini yaitu dengan melakukan kontrol rutin kadar gula darah secara berkala, sehingga dapat mengetahui apakah kadar gula darah yang terdapat di dalam tubuh melebihi batas, kurang, ataupun memiliki kadar gula yang normal. Pemeriksaan rutin juga perlu dilakukan bagi penyandang penyakit diabetes, karena apabila orang yang terkena penyakit diabetes kurang patuh untuk cek kadar gula darah secara rutin, maka dapat menyebabkan tidak terkontrolnya kadar gula darah yang dapat mengakibatkan komplikasi [4]. Diketahui saat ini pengecekan gula darah masih banyak dilakukan secara *invasive* (melukai) dengan mengambil

sampel darah, yang tentunya hal ini kurang disukai oleh pasien terutama oleh penderita penyakit *diabetes melitus* karena ditakutkannya bekas luka untuk mengambil darah tersebut akan lama sembuh atau kering.

Perkembangan dunia elektronika dan kendali menghasilkan beberapa inovasi teknologi termasuk di bidang medis. Pengecekan kadar gula darah sudah mulai dikembangkan secara *non-invasive* (tidak melukai), sehingga hal-hal yang ditakutkan oleh penderita diabetes untuk melakukan cek gula darah dapat diatasi. Pengecekan gula darah secara *non-invasive* dapat dilakukan menggunakan sensor fotodiode dengan metode *Photoplethysmography* (PPG) yang merupakan teknik optik sederhana yang digunakan untuk mendeteksi perubahan *volumetrik* dalam sirkulasi *perifer*, sehingga dapat membuat pengukuran dalam kulit [5]. Salah satu metode *non-invasive* yang sudah dilakukan yaitu pada pengecekan saturasi oksigen, dimana metode yang digunakan sama yaitu PPG. Pengecekan saturasi oksigen dengan metode *non-invasive* sangat berguna karena dapat mengawasi keadaan saturasi oksigen tanpa harus melakukan analisa tes darah [6].

Perkembangan teknologi pada saat ini juga mengalami perkembangan yang sangat pesat, salah satunya yaitu teknologi *microcontroller* dan *internet of things* (IoT). Penggunaan *microcontroller* saat ini semakin berkembang pesat berkat dari penelitian terdahulu yang sudah dilakukan, salah satunya yaitu penggunaan *microcontroller* sebagai kendali jarak jauh ataupun untuk *monitoring* secara jarak jauh [7]. Kendali jarak jauh tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan IoT, dengan cara melakukan *monitoring* melalui aplikasi Telegram pada *smartphone* [8]. Hal tersebut sangat berguna karena dengan melakukan tes kadar gula darah yang dapat di *monitoring* secara jarak jauh, maka dapat memudahkan para tenaga medis dalam melakukan *monitoring* secara jarak jauh terhadap pasien, serta dapat melakukan penanganan khusus terhadap pasien apabila nilai kadar gula darahnya tinggi ataupun rendah.

Berdasarkan hal tersebut maka pengecekan kesehatan terutama untuk gula darah sangat penting untuk dilakukan terlebih apabila pengecekan kesehatan tersebut dapat dilakukan tanpa melukai. Metode tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan sensor fotodiode sebagai media pengecekan gula darah. Alat ini

dirasa efektif dan menjadi solusi bagi permasalahan yang ada dengan menggunakan ESP-32 sebagai *microcontroller* utama dan *liquid crystal display* (LCD) serta aplikasi Telegram sebagai *monitoring* penerima hasil pengujian yang dilakukan. Penelitian ini berjudul Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah Menggunakan ESP-32 Berbasis *Internet of Things* (IoT).

## 1.2 State of Art

Penelitian mengenai alat ukur kadar gula darah menggunakan ESP-32 berbasis *internet of things* (IoT) telah banyak dilakukan. Berikut ini penelitian serupa yang menjadi referensi utama ditunjukkan pada tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Referensi utama.

Judul	Peneliti	Tahun
<i>Non-invasive Blood Glucose Determination using Near Infrared LED in Diffused Reflectance Method</i>	Mohammed Shahriar Arefin, Adnan Hossain Khan, dan Rabiul Islam	2018
<i>Design and Implementation of a Wearable System for Non-Invasive Glucose Level Monitoring</i>	Md. Muntasir Islam dan Sultan Mohammad Manjur	2019
Rancang Bangun Pendeteksi Kadar Gula Darah <i>Non-Invasive</i> Menggunakan Metode <i>Near Infrared Spectroscopy</i>	Sri Rahayuningsih dan Samik Munawar	2021
<i>Design for Monitoring Blood Pressure, Non-Invasive Blood Sugar, Weight, and Body Temperature Based on Internet of Things</i>	Muhammad Nur Fariz dan Jamaaluddin	2021
Validasi Alat Ukur Kadar Gula Darah Secara <i>Non-invasive</i> Menggunakan Sensor TCRT5000 Untuk Mengurangi Limbah Medis	Tria Nurmar'atin, Heni Sumarti, dan Ayu Wulandari	2022

Penelitian mengenai rancang bangun alat ukur kadar gula darah menggunakan ESP-32 berbasis *internet of things* (IoT) telah dilakukan oleh berbagai lembaga, baik universitas ataupun lembaga riset. Pada Tabel 1.1 diperlihatkan masing-masing penelitian yang berkaitan dengan sistem *monitoring* alat ukur kadar gula darah menggunakan ESP-32.

Penelitian pertama [9] oleh Mohammed Shahriar Arefin, Adnan Hossain Khan, dan Rabiul Islam mengenai *Non-invasive Blood Glucose Determination using Near Infrared LED in Diffused Reflectance Method*. Penelitian ini mengusulkan metode penentuan glukosa darah *non-invasive* di mana LED NIR (940nm) dan foto-detektor digunakan untuk menentukan konsentrasi glukosa darah. Penelitian ini menggunakan Arduino sebagai *microcontroller*, serta sensor fotodiode sebagai sensor membaca nilai tegangan yang akan dikonversikan menjadi nilai kadar gula darah, dan LCD sebagai *monitoring* hasil pembacaan nilai pengujian alat. Penelitian ini menggunakan metode reflektansi terdifusi untuk menentukan konsentrasi glukosa. Penelitian ini membandingkan data dengan glukometer darah *invasive* yang tersedia di pasar. Perbedaan pada penelitian yang dilakukan oleh Mohammed Shahriar Arefin, Adnan Hossain Khan, dan Rabiul Islam dengan penelitian yang dilakukan adalah penggunaan ESP-32 sebagai *microcontroller*, serta penambahan Telegram sebagai *monitoring* pada *smartphone*.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan [10] oleh Md. Muntasir Islam dan Sultan Mohammad Manjur mengenai metode pengukuran kadar glukosa darah *non-invasive* dan dapat mengatasi keterbatasan sebelumnya dengan akurasi yang lebih baik dengan cara yang sangat hemat biaya. Konsentrasi glukosa darah dapat diukur dengan menggunakan sinyal *Photoplethysmograph* (PPG). Tetapi untuk mendapatkan akurasi yang lebih tinggi, perlu untuk mempertimbangkan variasi fisiologis yang mengarah pada kesalahan pengukuran kadar glukosa. Menggunakan data sensor *Galvanic Skin Response* (GSR), gangguan ini dapat diminimalkan. Sehingga dalam penelitian ini sensor PPG dan sensor GSR telah digunakan untuk mengukur kadar glukosa darah secara akurat. Data yang diekstraksi dari kedua sensor ini serta pengukuran glukosa darah yang direkam menggunakan *glukometer* konvensional diterapkan dalam algoritma pembelajaran mendalam untuk mengukur

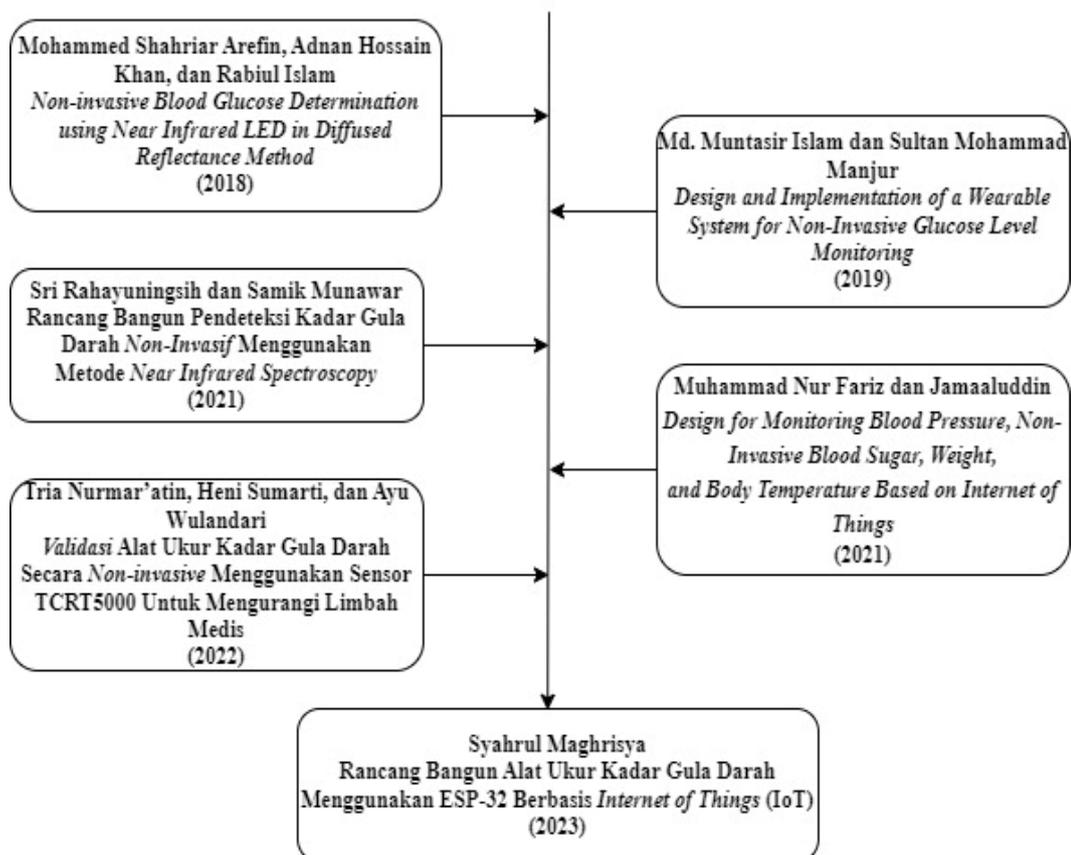
kadar glukosa darah secara *non-invasive*. Kemudian *output* dari sistem yang didapatkan akan dibandingkan dengan teknik *invasive* konvensional. Hasil pada penelitian menunjukkan bahwa sistem berbasis multi sensor dapat meningkatkan prediksi kesalahan kadar glukosa. Perbedaan pada penelitian Md. Muntasir Islam dan Sultan Mohammad Manjur dengan penelitian yang dilakukan adalah penggunaan *microcontroller* ESP-32 dan *monitoring* menggunakan Telegram.

Muhammad Nur Fariz dan Jamaaluddin [11] melakukan penelitian mengenai *monitoring* tekanan darah, gula darah *non-invasive*, berat, dan suhu badan berbasis *internet of things*. Penelitian ini menggunakan *microcontroller* *NodeMCU*, yang mengolah sensor MAX30100 dan DS18B20. Sensor MAX30100 digunakan untuk mendeteksi tekanan darah dan gula darah *non-invasive*, dengan cara menempelkan jari pada sensor maka hasil pengukuran akan keluar dengan durasi 20 detik. Sensor DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu tubuh *realtime* dengan menempatkan sensor pada ketiak. Sensor *load cell* yang dilengkapi dengan modul HX711 digunakan untuk mengukur berat badan. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD 20x4. Perbedaan pada penelitian Muhammad Nur Fariz dan Jamaaluddin dengan penelitian yang dilakukan adalah metode yang akan digunakan, yaitu metode PPG, dan hanya melakukan penelitian mengenai alat ukur kadar gula darah serta menggunakan sensor fotodiode sebagai sensor pembaca nilai gula darah.

Penelitian terakhir [12] oleh Tria Nurmar'atin, Heni Sumarti, dan Ayu Wulandari mengenai *Validasi* Alat Ukur Kadar Gula Darah Secara *Non-invasive* Menggunakan Sensor TCRT5000 Untuk Mengurangi Limbah Medis. Penelitian ini mengusulkan Sistem deteksi kadar gula darah *non-invasive* yang dikembangkan dalam penelitian ini memanfaatkan serapan sinar *Near Infrared* (NIR) menggunakan sensor TCRT5000. Kalibrasi alat dengan membandingkan hasil pengukuran alat ini dengan alat ukur standar pada 10 sampel acak menghasilkan koefisien determinasi 0.99 yang menunjukkan hubungan linear yang sangat kuat. Pengujian alat pada 15 orang sampel dengan *diabetes mellitus* dan 15 sampel dengan gula darah normal. Hasil penelitian menunjukkan akurasi alat ukur kadar gula darah *non-invasive* sebesar 98.26% pada sampel dengan *diabetes mellitus* dan

97.16% pada sampel dengan gula darah normal. Alat ini dapat digunakan sebagai instrumen alternatif untuk mengukur kadar gula darah secara mandiri, terutama bagi penderita *diabetes mellitus* karena memiliki nilai akurasi diatas ambang alat medis yang bisa digunakan manusia yaitu  $\geq 95\%$ . Perbedaan pada penelitian yang dilakukan oleh Tria Nurmar'atin, Heni Sumarti, dan Ayu Wulandari dengan penelitian yang dilakukan adalah penggunaan ESP-32 sebagai *microcontroller*, serta penambahan Telegram sebagai *monitoring* pada *smartphone*.

Berdasarkan pemaparan tersebut, dapat terlihat bahwa sudah cukup banyak penelitian sebelumnya mengenai rancang bangun alat ukur kadar gula darah menggunakan ESP-32 berbasis *internet of things* (IoT). Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada penggunaan *microcontroller* ESP-32, sensor fotodiode sebagai pembaca nilai kadar gula darah, serta aplikasi Telegram untuk pengiriman notifikasi nilai kadar gula darah. Hubungan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Hubungan penelitian

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan dan implementasi alat ukur kadar gula darah menggunakan ESP-32 berbasis *internet of things* (IoT)?
2. Bagaimana kinerja sistem yang dibuat?

### 1.4 Tujuan dan Manfaat

#### 1.4.1. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan perancangan dan implementasi alat ukur kadar gula darah menggunakan ESP-32 berbasis *internet of things* (IoT).
2. Menganalisis kinerja sistem yang dibuat.

#### 1.4.2. Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat akademis pada penelitian ini adalah :  
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik mengenai perkembangan dibidang keilmuan *monitoring* pada alat ukur kadar gula darah secara *non-invasive*.
2. Manfaat praktis dari penelitian ini adalah:  
Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan alat ukur kadar gula darah dibidang medis serta dapat membantu para tenaga medis dalam melakukan *monitoring* keadaan pasien secara jarak jauh.

### 1.5 Batasan Masalah

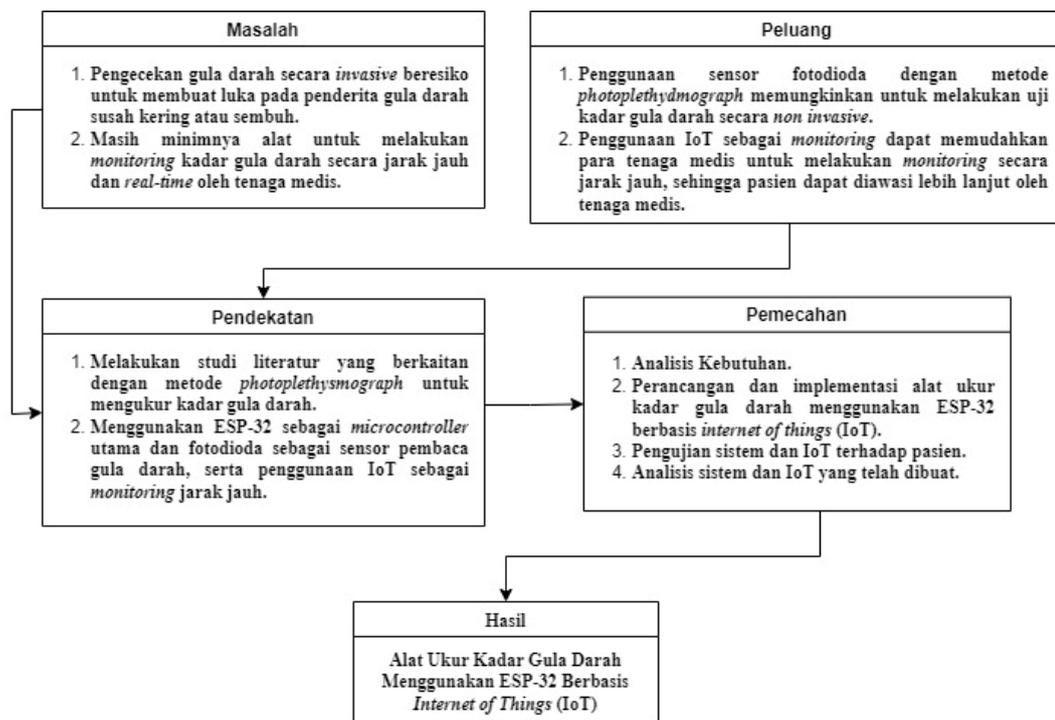
Penelitian akan dibatasi pada beberapa bagian berikut:

1. Metode yang digunakan adalah *photoplethysmograph*.
2. Sensor yang digunakan adalah fotodiode.
3. Implementasi pengendalian menggunakan *software* yang diprogram melalui Arduino IDE dengan menggunakan bahasa C.
4. *User Interface* yang digunakan adalah Telegram.

5. Pengambilan data dilakukan pada saat kondisi gula darah sewaktu.

## 1.6 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir yang dilakukan pada penelitian ini dijelaskan pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Kerangka berpikir

## 1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman dalam penulisan tugas akhir ini maka akan dibagi menjadi 6 bab dan setiap bab dibagi kedalam beberapa sub bab dengan penjelasan sebagai berikut :

### BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang, *state of the art*, rumusan masalah, tujuan, manfaat akademis dan manfaat praktis, batasan masalah, kerangka berpikir, dan sistematika penulisan.

### BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini berisi mengenai teori dasar yang digunakan dalam penelitian mengenai glukosa darah, *photoplethysmography* (PPG), sistem kendali, ESP-32, modul sensor fotodioda dan LED, *liquid crystal display* (LCD), Telegram, *internet of*

*things* (IoT), dan regresi linear serta memberikan gambaran peralatan yang digunakan dalam penelitian ini.

### **BAB III METODOLOGI**

Pada bab ini diberikan diagram alur penelitian untuk tugas akhir penelitian dengan judul rancang bangun alat ukur kadar gula darah menggunakan ESP-32 berbasis *internet of things* (IoT).

### **BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI**

Bab ini memberikan pemaparan perangkat lunak dan perangkat keras yang dibutuhkan serta memberi gambaran tentang rancangan program atau perangkat keras yang digunakan. Bagian ini berisikan gambaran sistem yang sudah diintegrasikan secara keseluruhan.

### **BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Bab ini membahas serangkaian pengujian untuk mendapatkan hasil serta analisis berdasarkan teori yang sudah ada dalam menganalisis alat ukur kadar gula darah menggunakan ESP-32 berbasis *internet of things* (IoT).

### **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini membahas tentang kesimpulan, serta berisi saran terkait dengan bagaimana cara dan apa saja yang harus dikembangkan pada alat ukur kadar gula darah menggunakan ESP-32 berbasis *internet of things* (IoT).