

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gula darah merupakan sumber energi *universal* yang esensial bagi sel-sel tubuh manusia dan berperan sebagai sumber karbon untuk sintesis sebagian besar zat *endogen*, termasuk insulin, *glucagon*, serta sistem *reseptor* di otot dan sel hati. Perlu dijaga agar kandungan gula darah dalam tubuh tetap berada dalam batas normal manusia, karena kelebihan gula darah dapat berpotensi menyebabkan penyakit diabetes. Dampak dari penyakit ini cukup serius dan dapat mengakibatkan berbagai komplikasi kesehatan lainnya [1].

Gula darah juga digunakan sebagai energi, pengolahan gula darah sebagai energi membutuhkan salah satu hormon penting, yaitu hormon insulin. Hormon insulin yang dihasilkan oleh organ pankreas akan membantu sel untuk menggunakan glukosa sebagai energi. Kadar gula darah yang terlalu tinggi atau rendah akan berdampak buruk bagi kesehatan. Hal ini terjadi akibat gangguan dalam sekresi insulin atau penurunan efektivitas insulin. Tubuh akan terasa lemas jika kadar gula darah terlalu rendah, sedangkan kadar gula darah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan gangguan fungsi metabolisme, kegagalan berbagai organ, terutama pada organ-organ seperti mata, ginjal, saraf, jantung, dan pembuluh darah [2]. Hiperglikemia kondisi dimana kadar gula darah yang tinggi. Hiperglikemia ditandai dengan kadar gula darah sewaktu lebih dari 11,1 mmol/l (> 200 mg/dl) [3].

Salah satu langkah pencegahan penyakit ini adalah dengan melakukan pemantauan berkala terhadap kadar gula darah. Hal ini memungkinkan identifikasi apakah kandungan gula dalam tubuh berada di atas, di bawah, atau sesuai dengan batas normal dan penting untuk mendeteksi penyakit secara dini serta mencegah berbagai komplikasi yang dapat timbul [4]. Pencatatan riwayat pengukuran gula darah merupakan hal yang penting bagi pasien. Namun, pencatatan riwayat hasil pengukuran masih umum dilakukan secara manual, seperti menggunakan buku catatan pasien. Masalah yang dihadapi oleh sistem

rekam medis pencatatan manual adalah durasi yang dibutuhkan dalam mengakses data relatif lama [5].

Saat ini, metode umum untuk pemeriksaan kadar gula darah masih bersifat *invasive*, melibatkan pengambilan darah dari jari yang kemudian ditempatkan pada strip darah untuk mengukur kadar gula. Namun, ada situasi tertentu bagi orang yang takut terhadap benda jarum suntik metode *invasive* bukan merupakan sebuah pilihan yang tepat untuk dilakukan dan ditakutkannya bekas luka untuk mengambil darah tersebut akan lama sembuh atau kering [4]. Ada masyarakat yang tidak mau memeriksakan kesehatan secara rutin karena jarak fasilitas medis dan biaya [6]. Masyarakat yang berekonomi rendah tidak dapat melakukan pemeriksaan secara rutin karena membutuhkan biaya yang tidak sedikit jika dilakukan terus-menerus sehingga upaya untuk pencegahan dan skrining dapat menghambat deteksi dini perubahan gula darah [7].

Kadar gula darah dapat dicek tanpa melukai tubuh, salah satunya dengan pengecekan kadar gula darah secara *non-invasive*. Proses pengecekan kadar gula darah secara *non-invasive* dapat diterapkan dengan *Near Infra Red* (NIR). Jaringan kulit terdiri dari tiga lapisan dimana pada lapisan dermis terdapat informasi tentang gula darah. Infra merah memiliki panjang gelombang (780 nm–2500 nm). Cahaya *Infrared* yang ditransmisikan akan diserap oleh jaringan kulit, kemudian cahaya tersebut dipantulkan ke fotodiode untuk diproses dan diolah oleh mikrokontroler, kemudian diubah menjadi data digital oleh *Analog Digital Converter* (ADC)[8].

Pengembangan sistem pengukuran gula darah telah berkembang dengan cepat sehingga saat ini dapat diintegrasikan dengan sebuah aplikasi *mobile*. Dengan menggunakan teknologi komunikasi nirkabel, hasil pengukuran gula darah dapat dikirim dengan cepat ke aplikasi monitoring yang terpasang di *smartphone*, sehingga memudahkan dalam memberikan informasi tentang gula darah. Oleh karena itu, masalah ini dapat diselesaikan oleh aplikasi tersebut.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka ada peluang untuk mengembangkan alat pengukur kadar gula darah secara *non-invasive* tanpa melakukan sterilisasi jari tangan dan melukai salah satu anggota tubuh, sehingga diharapkan hasil penelitian ini bisa menjadi solusi untuk mempermudah saat melakukan pengecekan kadar gula darah. Penelitian ini dirancang dan dibangun sebuah sistem pendeteksi kadar gula darah secara *non-invasive* berbasis *framework flutter*. Penelitian ini memanfaatkan prinsip serapan *Near Infrared* (NIR) dari sensor TCRT5000 yang terdiri dari *infrared* dan *photodiode*. Ketika cahaya inframerah dekat melewati jaringan kulit, jumlah intensitas cahaya akan diukur oleh sensor fotodiode untuk menentukan tingkat glukosa dalam darah untuk menyinari objek yang dianalisa yaitu jari media pengukur dan metode *non-invasive* tanpa melukai, kemudian hasil pengukuran kadar gula darah akan ditampilkan pada aplikasi *smartphone* sekaligus memberikan informasi mengenai standar gula darah.

1.2 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Tinjauan Penelitian Terdahulu merupakan suatu penegasan keaslian penelitian yang akan dilakukan dan menjelaskan perbandingan terhadap riset sebelumnya yang menjadi acuan dalam pembuatan tugas akhir ini. Dalam tahap ini, penelitian akan diuraikan secara singkat sebagai bentuk memperkuat alasan mengapa penelitian ini dilakukan. Dapat dilihat pada Tabel 1.1 adalah referensi jurnal penelitian sejenis yang dilakukan beberapa peneliti sebelumnya.

Tabel 1. 1 Tabel referensi.

Nama Peneliti	Tahun	Judul
Iswara Dendy Arta, Periyadi, dan Mia Rosmiati	2020	Monitoring Sistem Pendeteksi Kadar Gula Darah Menggunakan Photodiode Berbasis Web
Muhammad Nur Fariz dan Jamaaluddin	2021	<i>Design for Monitoring Blood Pressure, Non-Invasive Blood Sugar, Weight, and Body Temperature Based on Internet of Things</i>

Nama Peneliti	Tahun	Judul
Tria Nurmar'atin, Heni Sumarti, dan Ayu Wulandari	2022	Validasi Alat Ukur Kadar Gula Darah Secara <i>Non-invasive</i> Menggunakan Sensor TCRT5000 Untuk Mengurangi Limbah Medis
Muhammad Eko Lutfianto, Rizal Maulana, dan Mochammad Hannats Hanafi Ichsan	2022	Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah dan Kandungan Protein <i>Non-Invasive</i> pada Urine dengan Metode <i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN) berbasis Arduino
Agrippina Waya Rahmaning Gusti, Kemalasari, Mochammad Rochmad, Fatimah Az Zahro	2023	Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah, Kolestrol, dan Asam Urat Non-Invasif Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT)

Penelitian mengenai alat ukur kadar gula darah telah dilakukan oleh berbagai lembaga, baik universitas ataupun lembaga riset. Pada Tabel 1.1 diperlihatkan masing masing penelitian yang berkaitan.

Pada tahun 2020, Iswara Dendy Arta, dkk [9] melakukan penelitian tentang Monitoring Sistem Pendeteksi Kadar Gula Darah Menggunakan Photodiode Berbasis Web. Untuk memonitoring data yang telah dihasilkan alat dapat diakses melalui web dengan cara login terlebih dahulu. Setiap pengguna memiliki data kadar gula darah masing-masing. Data gula darah sudah dirancang berbentuk tabel dan grafik sehingga mudah dipahami. Pada penelitian ini dapat mendeteksi kadar gula darah maksimal sampai 150mg/dl dan mempunyai akurasi 90.4%.

Pada tahun 2021, Muhammad Nur Fariz dan Jamaaluddin [10] melakukan penelitian tentang *Design for Monitoring Blood Pressure, Non-Invasive Blood Sugar, Weight, and Body Temperature Based on Internet of Things*. Alat ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU, yang mengolah sensor MAX30100

dan DS18B20. Sensor MAX30100 digunakan untuk mendeteksi tekanan darah dan gula darah *non-invasive*. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD 20x4 dan android menggunakan aplikasi Blynk dengan koneksi internet. Analisa pengujian dengan perbandingan alat standart pabrikan. Hasil akurasi pada alat ini adalah 94,78% dan 93,37% dalam pengukuran systole dan diastole, 93,21% pada pengukuran gula darah, 94,78% dan 93,37% dalam pengukuran systole dan diastole, 96,55% pada pengukuran suhu badan, dan 98,27% untuk pengukuran berat badan. Hasil pada android bisa tampil jika terkoneksi internet atau wifi tanpa batas tempat.

Pada tahun 2022, Tria Nurmar'atin, dkk [8] melakukan penelitian tentang 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 $\geq 95\%$.

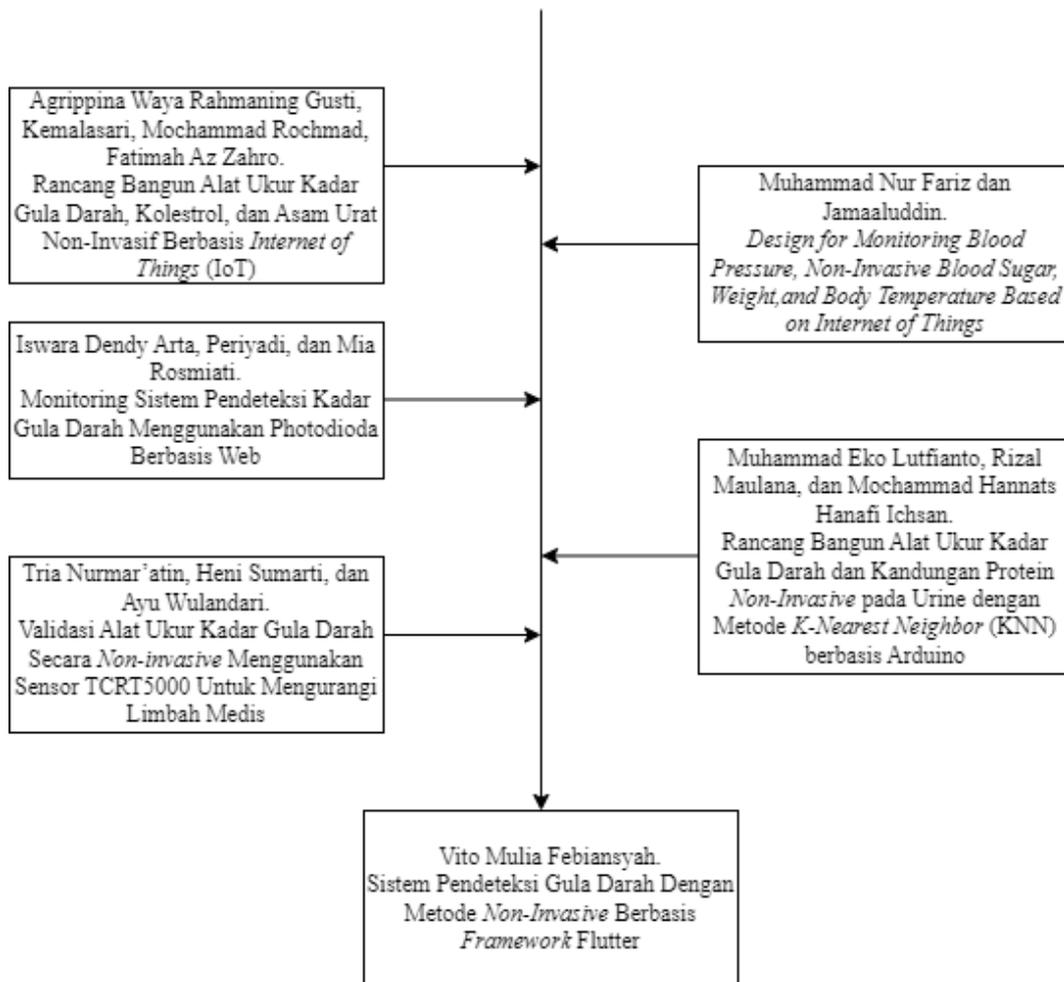
Pada tahun 2022, Muhammad Eko Lutfianto, dkk [11] melakukan penelitian tentang Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah dan Kandungan Protein *Non-Invasive* pada Urine dengan Metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) berbasis Arduino. Sistem ini memanfaatkan kondisi fisiologi urine dan reagen (benedict dan biuret) untuk diagnosis awal agar proses pemeriksaan menjadi lebih efektif dan efisien. Pada implementasinya sistem ini menggunakan dua sensor utama

yaitu, sensor warna TCS230 dan sensor infrared yang berfungsi untuk mengekstrak fitur dari fisiologi urine berupa warna dan mendeteksi tabung reaksi. Penelitian ini menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* sebagai algoritma klasifikasinya dan Arduino Mega sebagai Mikrokontroler. Pengujian dilakukan dengan melatih sistem menggunakan 105 data sampel yang meliputi 70 data latih dan 15 data uji. Pengujian akurasi sistem dipengaruhi oleh nilai K, dilakukan dengan skenario nilai $K = 3$, $K = 5$, dan $K = 7$. Hasilnya akurasi sistem untuk masing-masing nilai K sebesar 88,57%, 85,71%, dan 82,85%. Selain akurasi diketahui rata-rata waktu komputasi sistem sebesar 0,734 detik.

Pada tahun 2023, Agrippina Waya Rahmaning Gusti, dkk [12] melakukan penelitian tentang Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah, Kolesterol, dan Asam Urat Non-Invasif Berbasis *Internet of Things* (IoT). Sensor yang digunakan yaitu MAX30105. Sensor ini akan membaca nilai Infrared pada ujung jari yang kemudian dikonversikan ke dalam perhitungan nilai gula darah, kolesterol dan asam urat dengan metode regresi linier. Data hasil pengukuran kemudian akan dikirimkan melalui wifi ke aplikasi agar mudah dibaca. Berdasarkan hasil percobaan, didapatkan nilai akurasi pembacaan gula darah sebesar 91,44%, kolesterol 84,94% dan asam urat 84,91%.

Berdasarkan hasil tinjauan terhadap beberapa penelitian sebelumnya, penelitian tugas akhir ini akan dilakukan penelitian sistem pendeteksi kadar gula darah dengan metode *non-invasive* berbasis *framework* flutter. Aplikasi yang akan dibuat menggunakan flutter *framework*. Fitur yang ada pada aplikasi seperti *welcome page*, informasi nilai standar gula darah dan *output* pengujian. Oleh karena itu, pada penelitian ini dibangun Sistem Pendeteksi Kadar Gula Darah Dengan Metode *Non-invasive* Berbasis *Framework* Flutter.

Tinjauan penelitian terdahulu menggunakan rujukan lima jurnal nasional yang berhubungan dengan penelitian ini. Hubungan diperlihatkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Hubungan penelitian

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan, ada beberapa masalah yang perlu dirumuskan:

1. Bagaimana rancang bangun dan implementasi sistem pendeteksi kadar gula darah secara *non-invasive* dengan *fuzzy logic* berbasis *framework flutter*?
2. Bagaimana kinerja sistem pendeteksi kadar gula darah secara *non-invasive* dengan *fuzzy logic* berbasis *framework flutter*?

1.4 Tujuan

Dari latar belakang dan rumusan masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan desain dan implementasi sistem pendeteksi kadar gula darah secara *non-invasive* berbasis *framework* flutter.
2. Menganalisis kinerja sistem pendeteksi kadar gula darah secara *non-invasive* berbasis *framework* flutter.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik mengenai perkembangan dibidang keilmuan monitoring pada alat ukur kadar gula darah secara *non-invasive*.

2. Manfaat Praktis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan alat ukur kadar gula darah dibidang medis.

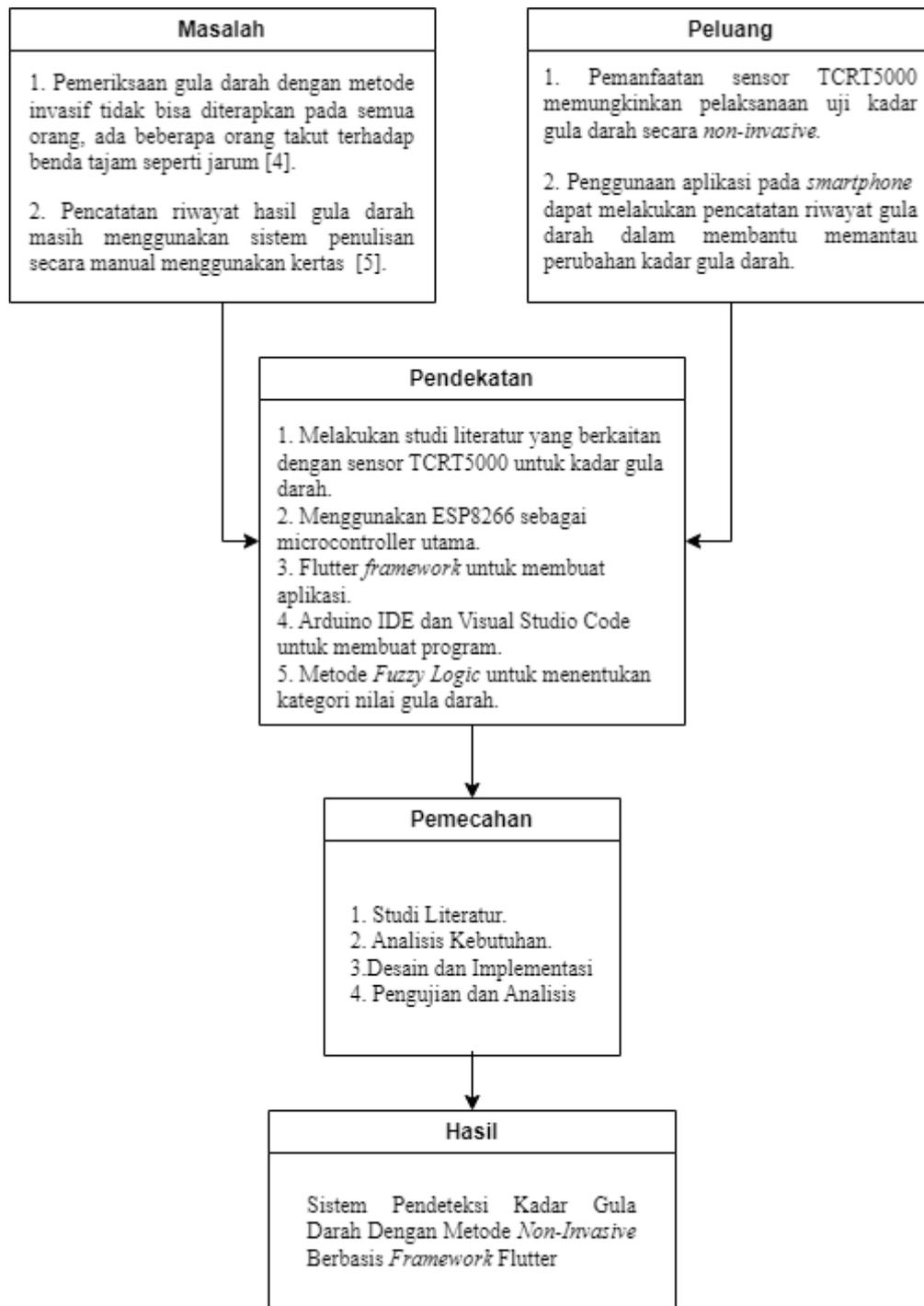
1.6 Batasan Masalah

Batasan yang berhubungan dengan masalah ini sangat luas, maka dari itu perlu adanya batasan masalah dalam penelitian ini, agar yang akan didapat lebih spesifik dan terarah. Batasan masalah ini menitik beratkan pada:

1. Aplikasi mobile dibuat dengan menggunakan flutter.
2. Sensor yang digunakan adalah TCRT5000.
3. *Microcontroller* yang digunakan adalah ESP8266.
4. Metode *fuzzy logic* untuk menentukan kategori nilai gula darah.
5. Pengambilan data dilakukan pada saat kondisi gula darah puasa dan setelah makan.

1.7 Kerangka Berfikir

Kerangka berpikir yaitu berisi alur pemikiran yang memuat uraian sistematis tentang hasil perumusan masalah penelitian yang diperkirakan dapat diselesaikan melalui pendekatan yang dibutuhkan untuk pengembangan Sistem Pendeteksi Kadar Gula Darah Dengan Metode *Non-invasive* Berbasis *Framework* Flutter. Untuk mengatasi masalah tersebut, Kerangka berpikir penelitian ini dapat dijelaskan pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Kerangka berpikir penelitian.

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan suatu tahap penyusunan data dan penulisan dalam suatu laporan yang terdiri dari 6 bab agar dapat menghasilkan penulisan yang baik, diantaranya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan tentang latar belakang, tinjauan penelitian terdahulu, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, kerangka pemikiran, dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini menjelaskan tentang hal-hal pokok sebelum melakukan penelitian. Menyangkut dengan penelitian perlu adanya penguasaan teori yang berhubungan dan menunjang dalam penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan metode dan tahapan-tahapan yang dilakukan ketika melakukan penelitian mengenai Sistem Pendeteksi Kadar Gula Darah Dengan Metode *Non-invasive* Berbasis *Framework Flutter*.

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 sistem pendeteksi kadar gula darah dengan metode *non-invasive* berbasis *framework flutter*.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas tentang kesimpulan, serta berisi saran terkait dengan bagaimana cara dan apa saja yang harus dikembangkan pada sistem pendeteksi kadar gula darah dengan metode *non-invasive* berbasis *framework flutter*.