

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penyakit Tidak Menular (PTM) adalah penyebab utama kematian global. Menurut data *World Health Organization* (WHO) tahun 2022, PTM menyebabkan 41 juta kematian setiap tahun, mencapai 74% total kematian global [1]. Menurut *World Health Statistics 2008*, sekitar 17,1 juta orang meninggal akibat penyakit jantung dan penyumbatan pembuluh darah. Angka kematian ini diperkirakan akan meningkat menjadi 23,4 juta di seluruh dunia pada tahun 2030 [2]. Penyakit jantung disebabkan oleh *aterosklerosis*, yaitu penumpukan plak di dinding pembuluh darah yang menyebabkan penyempitan dan pengerasan. Kolesterol tinggi merupakan salah satu faktor risiko utama terjadinya aterosklerosis [3].

Kolesterol adalah lemak padat seperti lilin yang mudah menempel dan membentuk plak pada dinding pembuluh darah [4]. Kolesterol adalah jenis lemak yang memiliki peran penting, tetapi kelebihan kolesterol dalam darah berisiko bagi kesehatan [5]. Kadar kolesterol yang terlalu tinggi dalam darah akan sangat berbahaya bagi kesehatan jantung dan pembuluh darah [6]. Tingkat kolesterol total dalam darah dibagi menjadi tiga tingkat, tingkat normal yang seharusnya kurang dari 200 miligram per desiliter (mg/dL), tingkat cukup tinggi yaitu antara 200 hingga 239 mg/dL, dan tingkat tinggi lebih dari 240 mg/dL [7].

Melakukan pemeriksaan rutin terhadap kadar kolesterol dalam darah sangat penting, terutama bagi usia dewasa. Hal ini disebabkan karena aktivitas fisik dan massa tubuh cenderung menurun seiring bertambahnya usia, sementara tingkat lemak dalam tubuh cenderung meningkat [8]. Pemantauan rutin kadar kolesterol penting untuk mengendalikan tingkat kolesterol secara efektif dan sebagai bagian dari catatan rekam medis. Hal ini penting untuk mendeteksi penyakit jantung secara dini dan mencegah berbagai komplikasi yang dapat timbul [9]. Namun, pencatatan riwayat hasil pengukuran masih umum dilakukan secara manual, seperti menggunakan buku catatan pasien atau entri data ke database komputer [9]. Masalah yang dihadapi oleh sistem rekam medis pencatatan manual adalah durasi yang dibutuhkan dalam mengakses data relatif lama [10]. Beberapa studi

menambahkan sistem pencatatan otomatis menggunakan *telemedicine* dan database[9].

Saat ini, ada dua cara umum untuk mengukur kadar kolesterol dalam darah yaitu pengambilan darah konvensional dan menggunakan strip uji di ujung jari. Namun, keduanya bersifat invasif dan dapat menyebabkan luka, yang menjadi kekhawatiran bagi sebagian orang [3]. Teknologi terbaru menghadirkan pendekatan non-invasif untuk mengukur kadar kolesterol dalam darah tanpa menyebabkan luka suntik [3]. Saat ini, pengukuran kolesterol dalam darah dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi serapan sinar atau laser pada media cair [11].

Kadar kolesterol dalam darah dapat ditentukan secara non-invasif dengan teknik fotoplethismografi (PPG), seperti yang digunakan untuk mengukur saturasi oksigen dalam darah (SpO₂). Proses ini melibatkan sensor yang memancarkan cahaya melalui kulit pada area dengan aliran darah tinggi, seperti jari tangan. Cahaya yang menembus darah akan diterima oleh fotodetektor, dan perubahan penyerapan cahaya ini diubah menjadi sinyal listrik, atau PPG. Untuk pengukuran SpO₂, dua sumber cahaya digunakan, yaitu merah dan inframerah, Oksigen dalam darah terikat pada hemoglobin dan mengalami dua kondisi utama, oksihemoglobin dan deoksihemoglobin. Kedua bentuk hemoglobin ini menyerap cahaya pada panjang gelombang yang berbeda [12].

Berbeda dengan SpO₂, kolesterol tersebar secara merata dalam darah dan tidak mengalami perubahan kondisi seperti oksihemoglobin dan deoksihemoglobin. Karena itu, pengukuran kadar kolesterol hanya memerlukan satu jenis cahaya, baik merah atau inframerah, untuk mendeteksi perubahan volume darah. Algoritma kemudian digunakan untuk menganalisis sinyal PPG yang dihasilkan, sehingga kadar kolesterol dalam darah bisa diperkirakan tanpa memerlukan dua sumber cahaya [13].

Penelitian mengenai deteksi kadar kolesterol secara non-invasif telah banyak dilakukan sebelumnya dengan memanfaatkan serapan *Near Infra Red* (NIR), diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Tria Nurmar'atin dkk [2] mengenai rancangan sistem *telemedicine* non-invasif untuk deteksi kadar kolesterol. Sistem ini dirancang untuk pengukuran dan pemantauan kadar kolesterol secara *real-time*

melalui aplikasi *Blynk* dengan akurasi 82,76%. Penelitian oleh Agrippina dkk [14] mengenai alat ukur non-invasif untuk kadar gula darah, kolesterol, dan asam urat berbasis IoT menggunakan sensor MAX30105, alat ini membaca nilai *Infrared* pada ujung jari dan mengonversinya dengan regresi linier.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini merancang sistem pengukur kadar kolesterol dalam darah tanpa harus melukai tubuh (non-invasif). Penelitian ini juga mengembangkan aplikasi Android yang mampu mencatat riwayat kadar kolesterol secara otomatis. Aplikasi ini bertujuan untuk merekam data pengukuran secara digital, sehingga mengurangi kemungkinan kesalahan manusia dan meningkatkan efisiensi pencatatan. Selain itu, aplikasi ini memungkinkan akses data secara *real-time* dan menampilkan hasilnya pada LCD. Pemilihan Android memungkinkan jangkauan pasar yang luas karena basis pengguna Android yang besar [15]. Hal ini penting untuk memastikan bahwa sistem dapat diakses oleh sebanyak mungkin individu, dengan *framework* Flutter dan komunikasi via internet menggunakan modul WiFi NodeMCU 8266 sebagai mikrokontroler. Sistem ini juga menggunakan sensor MAX30102 untuk deteksi kadar kolesterol secara non-invasif.

1.2 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Tinjauan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penyelesaian masalah yang diajukan berbeda dari penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti lain. Tabel 1.1 menggambarkan studi-studi sebelumnya mengenai pengukuran kadar kolesterol secara non-invasif. Dengan melihat Tabel 1.1, dapat diketahui perbedaan antara penelitian yang dilakukan dan penelitian-penelitian sebelumnya. Perbandingan ini membantu dalam memahami inovasi yang dihadirkan oleh penelitian ini, serta mengidentifikasi aspek baru yang belum dijelajahi dalam studi-studi terdahulu.

Tabel 1.1 Referensi

No.	Nama Peneliti	Tahun	Judul
1.	Dede Sutarya	2021	Sistem Monitoring Kadar Gula Darah, Kolestrol dan Asam Urat secara <i>Non-Invasive</i> menggunakan Sensor GY-MAX 30100
2.	Tria Nurmar'atin, Heni Sumarti, dan Muhammad Ardhi Khalifl	2021	<i>Design and Implementation of Non-Invasive Telemedicine System for Detecting Cholesterol Levels in Blood as a Solution during the Covid-19 Pandemic</i>
3.	Nur Hasanah, Gita Rindang dan Rinda Nur Hidayati	2022	<i>A Non-Invasive Cholesterol Measuring Device Using a Photodiode Sensor With a BLYNK Interface</i>
4.	Heni Sumarti, Tria Nurmar'atin, Hamdan Hadi	2022	<i>Development of Chobmons Prototype: Cholesterol and Blood Sugar Level Monitoring System Based on Internet of Things (IoT) using Blynk Application</i>
5.	Agrippina Waya Rahmaning, Kemalasari, M.Rochmad, dan Fatimah Az Zahro	2023	Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah, Kolestrol, dan Asam Urat Non-Invasif Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT)

Pada tahun 2021 Dede Sutarya [16], dalam penelitian ini dibahas mengenai rancangan suatu sistem yang dapat mendeteksi kadar gula darah, kolesterol, dan asam urat secara bersamaan dengan metode yang non- invasif. Sistem ini dirancang sebagai solusi untuk mengatasi keterbatasan pengukuran yang umumnya dilakukan secara invasif dengan menggunakan tiga alat terpisah. Sistem ini menggunakan sensor GY-MAX 30100 yang terdiri dari sebuah *photodiode* dan LED inframerah. Hasil pengukuran akan ditampilkan pada layar LCD yang terpasang pada sistem. Selain itu, data hasil pengukuran juga akan dikirimkan secara nirkabel ke server berbasis web melalui modul WiFi ESP8266. Data pasien tersebut akan disimpan pada database web.

Hal serupa dilakukan penelitian oleh Tria Nurmar'atin dkk [2], pada tahun 2021 yang membahas mengenai rancangan sistem *telemedicine* non-invasif untuk deteksi kadar kolesterol darah sebagai solusi selama pandemi COVID-19. Sistem ini dirancang untuk pengukuran dan pemantauan kadar kolesterol secara *real-time* pada layar LCD 20x4 yang terpasang pada sistem, serta pada layar smartphone melalui aplikasi *Blynk*. Pengukuran dilakukan dengan menempelkan jari pada sensor hingga stabil selama 6 detik. Dalam penelitian ini, alat diuji menggunakan 35 sampel, dan hasilnya dibandingkan dengan pengukuran invasif. Hasilnya menunjukkan rata-rata kesalahan sebesar 17,24% dengan tingkat akurasi sebesar 82,76%.

Penelitian lebih lanjut yang dilakukan oleh Nur Hasanah dkk [9] mengenai alat pengukur kadar kolesterol secara non-invasif menggunakan sensor fotodiode dan antarmuka *Blynk*. Sistem ini dikembangkan untuk memfasilitasi pemantauan kadar kolesterol secara mandiri bagi pasien guna mendeteksi dan mengontrol kadar kolesterol secara dini, sehingga dapat mencegah berbagai penyakit jantung dan *vaskular*. Komponen utamanya adalah sumber cahaya inframerah berupa LED yang memancarkan sinar ke jari, kemudian sinar yang dipantulkan akan diterima oleh sensor fotodiode. Sensor ini akan mengubah intensitas cahaya yang terserap menjadi sinyal listrik. Kesalahan pengukuran kadar kolesterol dalam darah menggunakan alat ini adalah 1,46%, dengan akurasi sebesar 98,54%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Heni Sumarti dkk [17], penelitian ini mengenai pengembangan prototipe alat ukur kadar kolesterol dan gula darah secara non-invasif dengan menggunakan sensor *Nellcor DS-100A* dan sistem pemantauan berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan aplikasi *Blynk*. Sistem ini dibuat untuk memudahkan petugas kesehatan melakukan pemantauan pasien dari jarak jauh. Prinsip kerja alat ini adalah mendeteksi serapan cahaya merah dan inframerah oleh darah menggunakan sensor *Nellcor DS-100A*. Cahaya merah dipergunakan untuk mengukur kadar kolesterol sedangkan inframerah untuk mengukur gula darah. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran prototipe dan alat standar terhadap 20 sampel. Hasilnya menunjukkan rata-rata akurasi 90,26% untuk kolesterol dan 91,16% untuk gula darah.

Penelitian pada tahun 2023 dilakukan mengenai rancang bangun alat ukur kadar gula darah, kolesterol, dan asam urat non-invasif berbasis *Internet of Things (IoT)* oleh Agrippina Waya Rahmaning dkk [14]. Alat ini menggunakan sensor MAX30105 yang membaca nilai *Infrared* pada ujung jari, kemudian nilai tersebut dikonversikan ke dalam perhitungan kadar gula darah, kolesterol, dan asam urat dengan metode regresi linier. Data hasil pengukuran kemudian akan dikirimkan melalui Wi-Fi ke aplikasi agar mudah dibaca. Hasil percobaan menunjukkan bahwa alat ini memiliki tingkat akurasi pembacaan gula darah sebesar 91,44%, kolesterol 84,94%, dan asam urat 84,91%. Namun, penelitian ini juga mengakui adanya persentase error pada hasil pengukuran, yang disebabkan oleh faktor-faktor seperti cahaya ruangan yang tidak stabil, penempatan jari pasien yang tidak tepat pada sensor, serta variabel-variabel lain yang tidak tercatat pada data awal seperti berat badan dan faktor genetik.

Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai alat ukur kadar kolesterol secara non-invasif yang dapat menampilkan hasil pengukuran pada *platform Blynk* dan web. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pengukuran kadar kolesterol dalam darah secara non-invasif menggunakan sensor MAX30102. Sistem ini memungkinkan pemantauan kadar kolesterol dengan hasil pengukuran yang ditampilkan pada layar LCD dan dapat diakses melalui aplikasi Android. Aplikasi ini dibuat menggunakan *framework Flutter*, yang memungkinkan tampilan

antarmuka yang responsif dan kinerja yang optimal pada berbagai perangkat Android. Perbedaan utama dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penggunaan sensor MAX30102 dan pengembangan aplikasi monitoring menggunakan Flutter, dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam pengembangan sistem pengukuran dan pemantauan kadar kolesterol secara non-invasif.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, berikut rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana rancang bangun sistem monitoring kadar kolesterol secara non-invasif menggunakan aplikasi Android?
2. Bagaimana kinerja alat ukur kadar kolesterol non-invasif menggunakan sensor MAX 30102?

1.4 Tujuan

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

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kadar kolesterol secara non-invasif menggunakan aplikasi Android.
2. Menganalisa kinerja alat ukur kadar kolesterol non-invasif menggunakan sensor MAX 30102.

1.5 Manfaat

Pada penelitian ini terdapat dua manfaat yang ingin di capai yaitu :

1. Manfaat Akademis
Mampu mengimplementasikan bidang ilmu pengetahuan dibidang ke-elektron khususnya sistem *Internet of Things* (IoT) dan pemrograman.
2. Manfaat Praktis
Sebagai media bantu untuk memudahkan dalam melakukan pencatatan riwayat pengukuran kadar kolesterol secara non-invasif sebagai rekam medis melalui aplikasi Android.

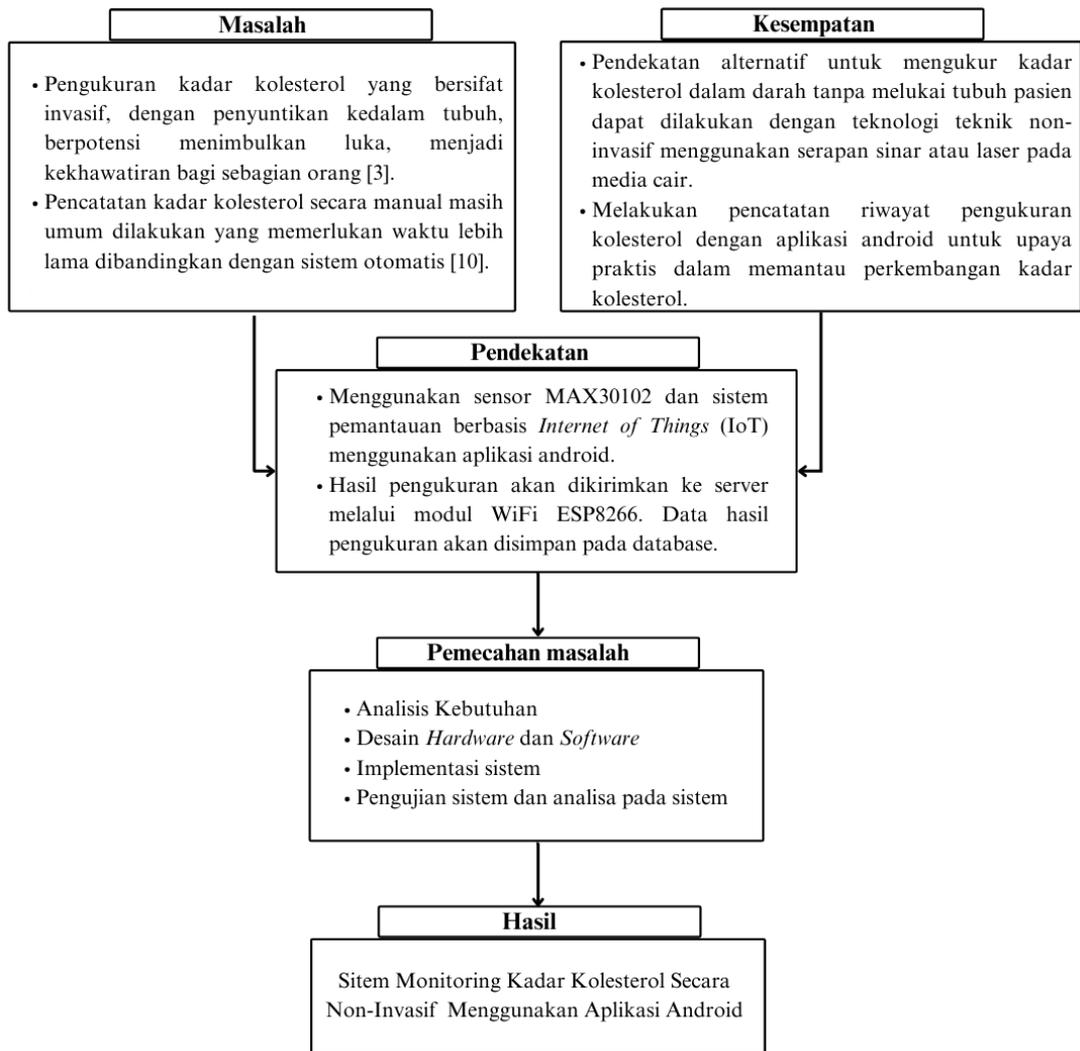
1.6 Batasan Masalah

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. Adapun batasan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Sensor yang digunakan untuk membaca kadar kolesterol dalam penelitian ini adalah MAX30102.
2. Aplikasi dibangun dengan menggunakan *framework* Flutter.
3. Aplikasi hanya menampilkan dan menyimpan riwayat hasil pengukuran kadar kolesterol.
4. Aplikasi digunakan untuk monitoring kadar kolesterol secara mandiri.
5. Menggunakan *database* Firebase untuk menyimpan hasil pengukuran kadar kolesterol.
6. Alat diuji dengan membandingkan hasil pemeriksaan secara invasif guna memvalidasi keakuratannya.
7. Pengujian *software* dilakukan terhadap fungsionalitas sistem dengan pendekatan *blackbox testing*.

1.7 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir adalah struktur sistematis yang menjelaskan langkah-langkah dalam merumuskan dan menyelesaikan masalah penelitian. Ini memberikan pemahaman mendalam tentang dasar konseptual dan teoritis yang mendasari perencanaan, pelaksanaan, dan analisis penelitian yang dijelaskan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka Berpikir

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari enam bab yang menguraikan permasalahan yang dibahas. Berikut sistematika penulisan tugas akhir ini:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini dimulai dengan latar belakang yang mendalam, meninjau penelitian terdahulu, merumuskan masalah, dan menguraikan manfaat penelitian. Batasan masalah dan kerangka berpikir diperjelas untuk memberikan panduan dalam

penyusunan metodologi. Sistematika penulisan untuk memberikan gambaran ringkas struktur penulisan keseluruhan.

BAB II TEORI DASAR

Bab ini membahas hal-hal penting yang harus dipahami sebelum memulai penelitian. Bab ini menjelaskan dasar dan pemahaman tentang konsep-konsep teoritis yang menjadi dasar sebelum melakukan penelitian. Pemahaman mendalam tentang teori akan membantu dalam mengembangkan langkah penelitian didasarkan pada dasar konseptual yang kuat.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini, diuraikan mengenai metode dan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian serta jadwal penelitian terkait perancangan sistem. Tahapan tersebut mencakup studi literatur, identifikasi masalah, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, analisis, dan penarikan kesimpulan.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini dijelaskan alur tahap perancangan, dimulai dari analisis kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras. Bagian ini mencakup gambaran sistem yang telah diintegrasikan secara keseluruhan dan implementasi untuk sistem pengukuran kadar kolesterol non-invasif dengan monitoring menggunakan Android.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini memaparkan hasil dari pengujian sistem yang telah dilakukan serta analisis data yang diperoleh berdasarkan teori yang ada mengenai sistem pengukuran kadar kolesterol non-invasif dengan monitoring menggunakan Android.

BAB VI PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan, dengan tujuan agar penelitian ini dapat dikembangkan lebih baik lagi pada penelitian selanjutnya.