

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 ALAT DAN BAHAN

Dalam perancangan alat portabel pendeteksi kadar kolesterol darah secara *non-invasive* dibutuhkan beberapa alat serta bahan yang digunakan.

Tabel 3.1 Alat dan Bahan yang Digunakan

No.	Alat dan Bahan	Spesifikasi
1.	Max30100	<i>Power</i> hingga 3,3 Volt Temperatur: -40 hingga 85°C Arus: 0 mA hingga 50 mA Lebar pulsa: 200µs sampai 1,6 ms Komunikasi: SCL, SDA, I2C
2.	ESP32	WiFi: 802.11 b/g/n (802.11n up to 150 Mbps) Frekuensi : 2,4 GHz – 2,5 GHz GPIO: 25 SPI <i>Flash</i> : 4MBit <i>Internal Clock</i> : 40Mhz Minimum USB <i>Current</i> : 500mA <i>Interface</i> : SD card, UART, SPI, SDIO, I2C, LED PWM, Motor PWM, I2S,IR, <i>pulse counter</i> , GPIO, <i>capacitive touch sensor</i> , ADC, DAC
3.	Laptop	<i>Acer Aspire 3, Dual-core (2 Core™), RAM 4,00 GB, Windows 11 Home Single Language</i>
5.	Box 3D Printing	Bahan: <i>Premium 3D Printer PLA Filament</i> 1,75mm <i>Wide Compatibility</i> Ukuran: 8 x 7 x 4 cm
6.	LCD 20 x 4	Tampilan 20 karakter 4 baris, 5 x 8 <i>pixel</i> / karakter <i>Backlight</i> hijau

		<p>Tegangan kerja: 5 Volt</p> <p>Dimensi layer tampilan: 76 x 26 mm</p> <p>Dimensi modul: 98 x 60 x 12 mm</p>
7.	RFID	<p>Type RC522</p> <p>Arus dan tegangan operasional: 13-26 mA/DC 3,3 Volt</p> <p>Tipe kartu Tag yang didukung: mifare1 S50, MIFARE DESFire, mifare Pro, mifare1 S70 MIFARE Ultralight,</p> <p><i>Idle current</i> :10-13mA/DC 3.3V</p> <p><i>Peak current</i>: 30mA</p> <p><i>Sleep current</i>: 80uA</p> <p>Menggunakan Antarmuka SPI</p> <p>Kecepatan transfer <i>rate</i> data: maximum 10Mbit/s</p> <p>Frekuensi kerja: 13.56MHz</p> <p>Ukuran dari RFID Reader: 40 x 60mm</p> <p>Suhu tempat penyimpanan: -40 – 85 <i>degrees Celsius</i></p> <p>Suhu kerja : -20 – 80 <i>degrees Celsius</i></p> <p><i>Relative humidity</i>: relative humidity 5% -95%</p>
8.	Baterai	<p>Type 18650</p> <p>Tegangan kerja: 3,7 Volt</p> <p>Arus kerja: 3400mAh</p>
9.	Saklar	2 pin <i>off</i>
10.	<i>Buzzer</i>	<p>Type <i>Passive Buzzer</i></p> <p>Tegangan kerja: 3V-12V DC</p> <p>Resistansi dalam: 16 <i>Ohm</i> (16R)</p> <p>Ukuran: 12mm; tebal 8,5mm (12085)</p> <p>Kekuatan suara: 80-85 dB</p> <p>Warna: hitam</p>

3.1.1 Sensor Max30100

Pada penelitian ini, sensor Max30100 difungsikan untuk mengukur kadar kolesterol dalam darah dengan membaca detak jantung dengan satuan BPM yang akan dikonversi menjadi indikator hasil kolesterol dengan satuan mg/dl dengan menggunakan persamaan 3.1 [14].

$$\text{Kolesterol} = \frac{\text{Nilai BPM}}{120 \text{ BPM}} \times 230 \text{ mg/dl} \quad (3.1)$$

3.1.2 ESP32

ESP32 digunakan sebagai mikropengendali dalam memproses data masukan dan keluaran. Selain itu, ESP32 juga difungsikan untuk komunikasi nirkabel yang menyambungkan perangkat keras (*hardware*) dengan perangkat lunak (*software*).

3.1.3 Laptop

Laptop digunakan sebagai alat dalam proses perancangan alat pengukur kadar kolesterol dalam darah ini.

3.1.4 RFID

RFID digunakan untuk mengetahui identitas *user* yang ingin melakukan pengukuran kadar kolesterol dalam darah.

3.1.5 LCD 20x4

LCD 20x4 difungsikan untuk menampilkan hasil pengukuran kadar kolesterol dalam darah yang dihasilkan dari sensor Max30100.

3.1.6 Buzzer

Buzzer digunakan untuk menandai tiap proses yang telah dijalankan serta sebagai penanda setiap kategori kolesterol yang ditentukan. Berikut ketentuan bunyi *buzzer* untuk tiap kategorinya dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Bunyi *buzzer*

Kategori	Bunyi
Normal	Satu kali bunyi, durasi 500 ms dan <i>delay</i> 500 ms
Cukup Tinggi	Dua kali bunyi, durasi 2000 ms dan <i>delay</i> 500 ms
Tinggi	Tiga kali bunyi, durasi 2000 ms dan <i>delay</i> 500 ms

3.1.7 Baterai

Baterai digunakan sebagai *power supply* untuk alat pendeteksi kadar kolesterol ini agar alat dapat dibawa kemanapun (*portable*) dan dapat digunakan dimanapun.

3.1.8 Software Arduino IDE

Software Arduino IDE dengan versi 1.8.19 difungsikan untuk melakukan pemrograman sistem agar sistem dapat berjalan sesuai harapan. Ketentuan *board* dan *library* yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 *Board* dan *Library*

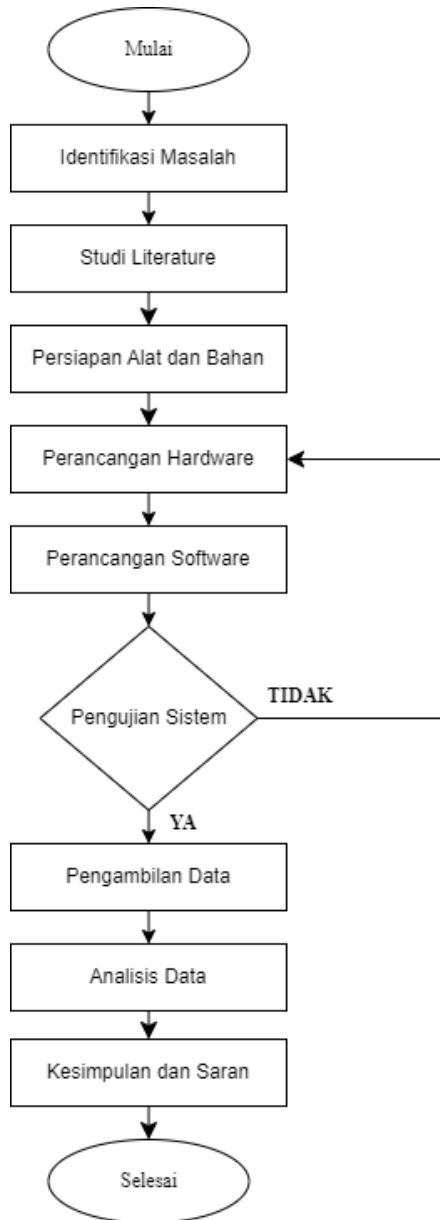
<i>Board</i> atau <i>Library</i>	<i>By</i>	<i>Versi</i>
esp32	Espressif Systems	2.0.6
MAX30100lib	OXullo Intersecans	1.2.1
MFRC522	GithubCommunity	1.4.10
hd44780	Bill Perry	1.3.2

3.1.9 Web Server

Web server digunakan untuk menyimpan data pengukuran yang telah dilakukan. Dalam penelitian ini, digunakan *Google Sheets* yang dimanfaatkan sebagai *web server*, sehingga data pengukuran yang telah dilakukan dapat dilihat dengan mengakses link *Google Sheets* yang telah ditentukan.

3.2 ALUR PENELITIAN

Alur penelitian dicantumkan guna memudahkan untuk menggambarkan perancangan penelitian ini, dimana alur penelitian tersebut digambarkan dalam bentuk *flowchart* pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Flowchart Alur Penelitian

Penelitian ini memiliki alur tahapan yang diawali dengan mengidentifikasi masalah yang melatarbelakangi pembuatan tugas akhir ini. Dari permasalahan yang sudah ada, maka dicari sebuah solusi untuk menyelesaikannya yaitu dengan melakukan perancangan sebuah alat monitoring kadar kolesterol darah ini. Untuk mencapai tujuan yang diinginkan, diperlukan studi *literature* sebagai acuan referensi dan informasi yang relevan dalam merancang alat. Referensi tersebut dapat berbentuk buku, jurnal ilmiah, maupun karya ilmiah terdahulu. Selanjutnya beberapa referensi yang telah dikaji akan digunakan sebagai bahan pertimbangan dan acuan lebih lanjut dalam perancangan alat pendeteksi kadar kolesterol dalam

darah secara *non-invasive* ini dengan memanfaatkan sensor Max30100 yang didesain secara *portable* dan terhubung ke dalam *web server* sebagai media penyimpanan data.

Tahap berikutnya adalah menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk melakukan perancangan alat sesuai dengan informasi yang telah didapatkan pada tahap studi *literature*. Alat dan bahan yang digunakan kemudian dikaji untuk mendapatkan spesifikasinya agar mempermudah perancangan. Tahap selanjutnya adalah tahap perancangan, yaitu berupa rancangan *hardware* atau perangkat keras yang dilanjutkan dengan rancangan *software* atau perangkat lunak. Perancangan *hardware* terdiri dari sensor Max30100 sebagai sensor utama yang dipadukan dengan mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah data sekaligus sebagai media komunikasi nirkabel yang terhubung langsung dengan *web server* selaku perangkat lunak (*software*). *Web server* yang pada penelitian ini adalah *Google Sheets*, sehingga data hasil pengukuran kolesterol pada Max30100 akan langsung tersimpan ke dalam *Google Sheets* dan dapat diakses kapan saja. Dan untuk mempermudah mengetahui identitas pengukur, maka ditambahkan sensor RFID yang mana data identitas yang terbaca akan disimpan dan ditampilkan pula pada *Google Sheets*.

Setelah perancangan seluruh sistem telah dibuat, tahap selanjutnya yaitu melakukan pengujian sistem. Pengujian ini dilakukan dengan melibatkan 10 sampel yang terdiri dari 5 sampel dengan riwayat kadar kolesterol tinggi dan 5 sampel tanpa riwayat kadar kolesterol tinggi (kolesterol normal). Data sampel yang diperoleh selanjutnya akan dikaji dan dikaitkan dengan uji akurasi alat serta akan dibandingkan dengan alat pembanding yaitu *Easy Touch* GCU. Apabila proses pengujian alat rancangan telah dinyatakan berhasil melewati seluruh tahap ujian, maka proses analisis akan dilakukan. Namun, apabila proses pengujian alat rancangan belum sesuai, maka akan kembali ke tahap sebelumnya yaitu perancangan *hardware* dan menelitinya kembali. Proses pengujian dan penyesuaian alat akan terus dilakukan hingga mendapatkan hasil yang diinginkan.

Tahap selanjutnya yaitu pengambilan data hasil pengujian, dimana semua data yang berhasil dikumpulkan akan dianalisis guna mengetahui persentase *error* yang didapatkan dan mengetahui besarnya akurasi alat yang telah dirancang.

Analisis tersebut akan dijadikan simpulan apakah alat ini layak dijadikan sebagai alat pendeteksi kadar kolesterol atau tidak. Pada akhir penelitian, saran juga akan diberikan guna pengembangan sistem lebih jauh.

3.3 PERANCANGAN SISTEM

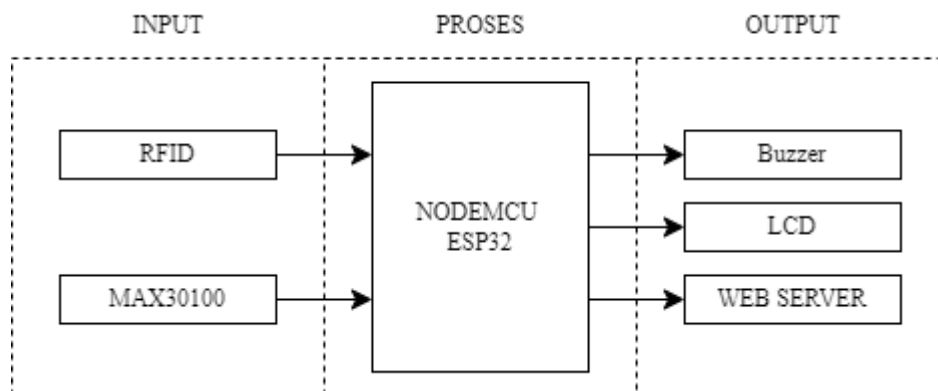
Perancangan sistem dilakukan dalam beberapa tahap rancangan. Berikut beberapa perancangan sistem guna mencapai hasil yang diinginkan:

3.3.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras ini meliputi perancangan dalam bentuk blok diagram sistem dan *schematic* perancangan *hardware*.

3.3.1.1 Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem dicantumkan untuk memberikan gambaran visual yang lebih jelas dan terstruktur tentang bagaimana suatu sistem bekerja. Dalam penelitian ini, blok diagram sistem dapat dilihat pada gambar 3.2 yang menggambarkan cara kerja alat secara garis besar.



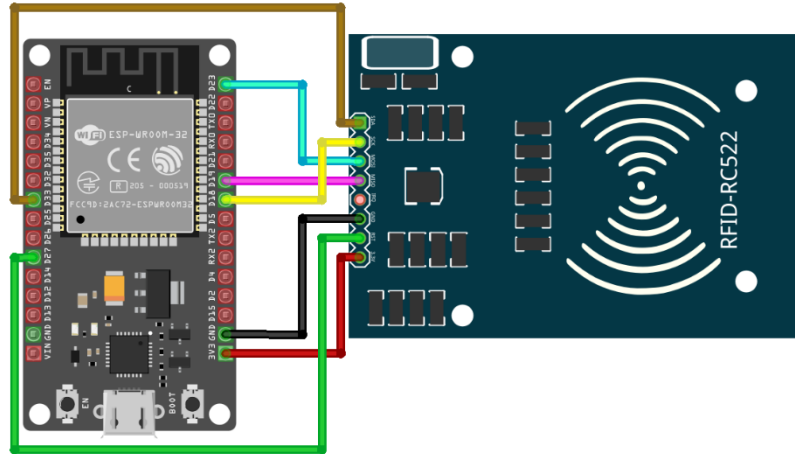
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

Dalam blok diagram tersebut RFID dan sensor Max30100 berperan sebagai *input* sistem. RFID digunakan untuk membaca identitas seseorang yang ingin melakukan pengukuran kadar kolesterol, sedangkan sensor Max30100 digunakan untuk membaca detak jantung untuk mengetahui kadar kolesterol dalam darah seseorang. Selanjutnya, data yang telah dibaca akan diproses oleh mikrokontroler ESP32. Kemudian mikrokontroler akan menampilkan seluruh hasil data ke layar LCD 20 x 4 dan juga mengirimkannya ke *web server*, yaitu *Google Sheets*. Dalam blok diagram, terdapat pula *buzzer* yang digunakan sebagai penanda dalam setiap

proses yang dijalankan dan sebagai penanda setiap kategori kolesterol yang ditentukan.

3.3.1.2 Schematic Perancangan Hardware

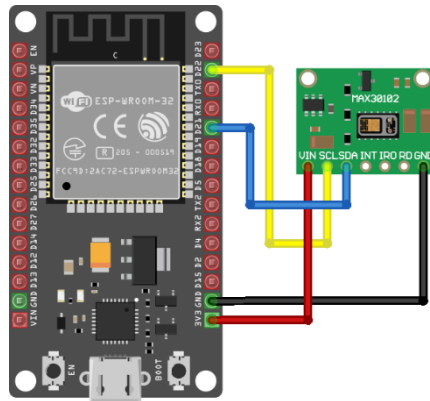
Pada *point* ini akan digambarkan lebih jelas mengenai pin yang digunakan dan penyambungannya pada setiap komponen.



Gambar 3.3 Schematic RFID dengan ESP32

Tabel 3.4 Spesifikasi hubungan pin RFID dengan ESP32

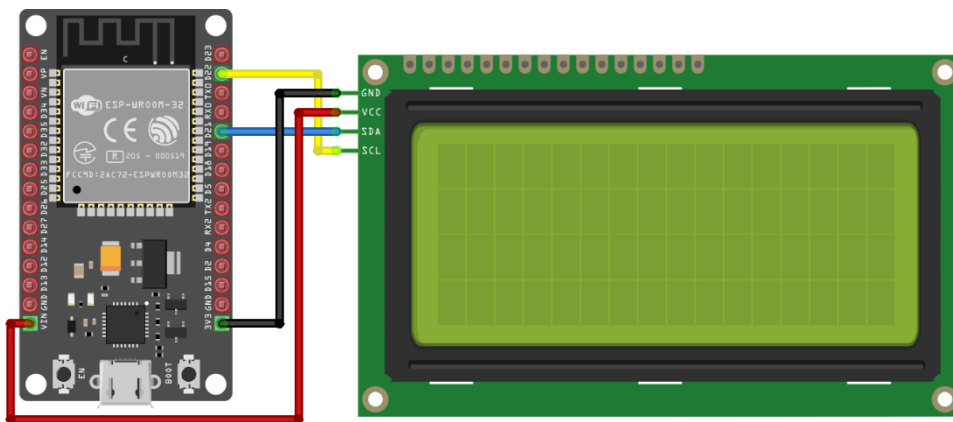
RFID	ESP32
3,3V	3,3V
RST	D27
GND	GND
MISO	D19
MOSI	D23
SCK	D18
SDA/SS	D33



Gambar 3.4 Schematic Max30100 dengan ESP32

Tabel 3.5 Spesifikasi hubungan pin Max30100 dengan ESP32

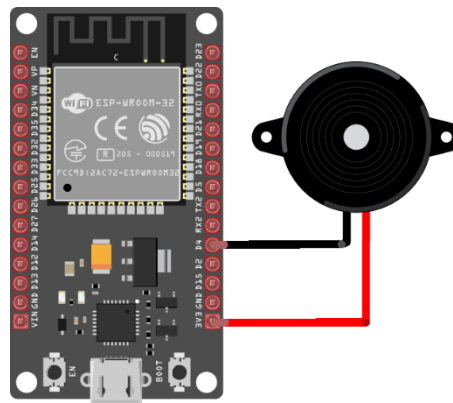
Max30100	ESP32
VIN	3,3V
SCL	D22
SDA	D21
GND	GND



Gambar 3.5 Schematic LCD 20x4 dengan ESP32

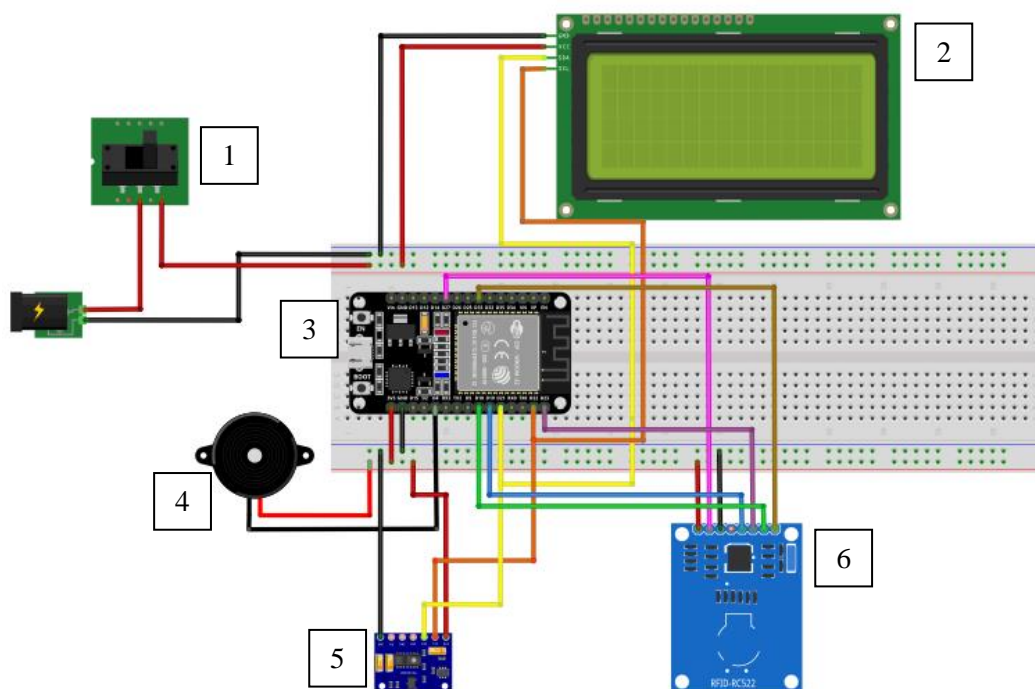
Tabel 3.6 Spesifikasi hubungan pin LCD 20x4 dengan ESP32

ESP32	LCD 20x4
SCL	D22
SDA	D21
VCC	VIN
GND	GND



Gambar 3.6 Schematic buzzer dengan ESP32

ESP32	Buzzer
3,3V	(+)
D4	(-)



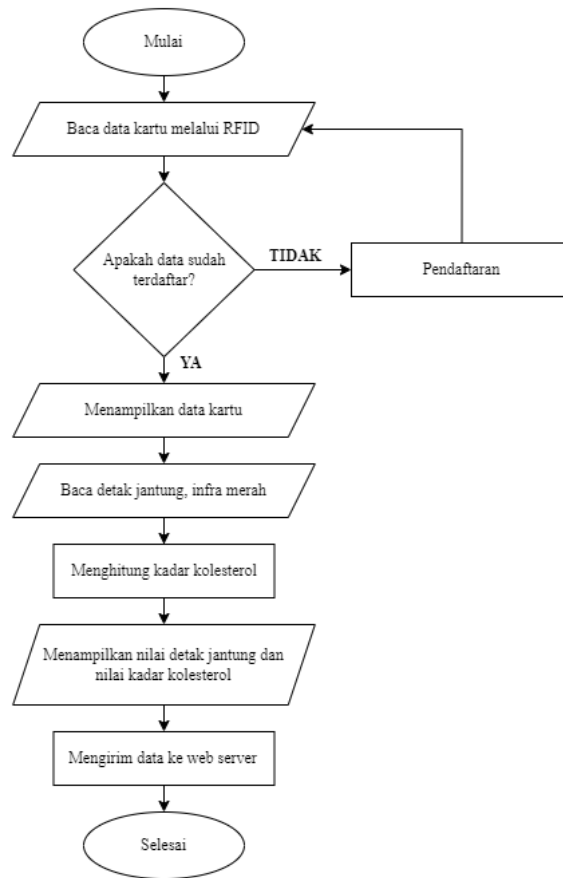
Gambar 3.7 Schematic rangkaian keseluruhan

Beberapa gambar diatas menjelaskan mengenai pemasangan pin pada setiap komponen. Gambar 3.3 menjelaskan pin yang terhubung antara RFID dengan ESP32, dimana secara lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.4. Gambar 3.4 dan tabel 3.5 menjelaskan pin yang terhubung antara sensor Max30100 dengan ESP32.

Gambar 3.5 dan tabel 3.6 menjelaskan pin yang terhubung antara LCD 20x4 dengan ESP32. Gambar 3.6 dan tabel 3.7 menjelaskan pin yang terhubung antara *buzzer* dengan ESP32. Gambar 3.7 menjelaskan pin yang menghubungkan seluruh komponen dengan ESP32. Selanjutnya dapat dilihat bahwa pin RFID yang terhubung ke ESP32 dipasangkan berbeda dengan pin LCD dan pin sensor Max30100 yang terhubung ke ESP32. Hal ini terjadi karena RFID menggunakan *protocol* komunikasi SPI, sedangkan LCD 20x4 dan Max30100 sama-sama menggunakan *protocol* komunikasi I2C, sehingga pin antara keduanya bisa berada di tempat yang sama ketika dihubungkan dengan ESP32.

Pada gambar 3.7 dapat dilihat pula untuk keterangan nomor 1 adalah saklar yang digunakan untuk menyambungkan dan memutuskan arus listrik yang ada di dalam rangkaian. Secara umum, proses yang dijalankan oleh rangkaian yaitu, dalam kondisi sudah menyala, maka *user* diharuskan melakukan *scan* identitas (KTP) di RFID yang tertera pada keterangan nomor 6, kemudian apabila identitas *user* telah terdaftar oleh sistem, maka akan dilakukan pengukuran kadar kolesterol oleh sensor Max30100 yang tertera pada keterangan nomor 5. Untuk seluruh perintah dan hasil data sistem akan ditampilkan oleh LCD 20x4 yang tertera pada keterangan nomor 2 dan *buzzer*, yang tertera pada keterangan nomor 4, digunakan sebagai penanda tiap proses yang telah dijalankan serta sebagai penanda setiap kategori kolesterol yang ditentukan. Untuk seluruh proses data sendiri dijalankan oleh ESP32 selaku mikrokontroler yang tertera pada keterangan nomor 3.

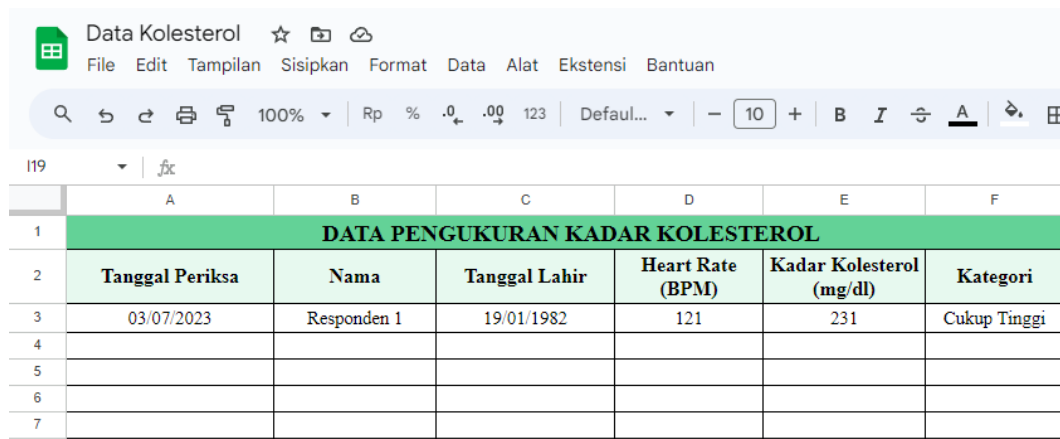
3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)



Gambar 3.8 *Flowchart Software*

Perancangan alat pengukur kadar kolesterol dalam darah ini juga melibatkan perangkat lunak yaitu *Google Sheets* yang digunakan untuk menampilkan data yang dihasilkan dari pengukuran yang telah dilakukan. Sistem yang telah dibuat akan dihubungkan ke *Google Sheets* dengan mengedit *script* yang ada pada *Google Sheets* ini, dimana *flowchart* perancangan perangkat lunak secara garis besar ditunjukkan pada gambar 3.8. Alur tersebut diawali dengan pembacaan data oleh RFID. Data yang dibaca oleh RFID berupa data identitas diri seperti nama dan tanggal lahir. Setelah itu, terdapat pengoreksian data, apakah data sudah terdaftar oleh sistem. Apabila data tersebut belum terdaftar oleh sistem, maka proses akan dialihkan ke bagian pendaftaran dan kembali lagi menuju proses awal. Namun apabila data sudah terdaftar oleh sistem, maka data akan ditampilkan pada layar LCD dan juga kolom *Google Sheets* seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.8. Setelah itu terjadi proses pembacaan detak jantung oleh sensor Max30100 dimana data pembacaan sensor Max30100 tersebut akan diolah menjadi data kadar

kolesterol dalam darah. Selanjutnya, nilai detak jantung dan nilai kadar kolesterol akan ditampilkan pada layar LCD dan pada kolom *Google Sheets*. Selain sebagai tempat menampilkan data, *Google Sheets* juga akan digunakan sebagai *web server* untuk menyimpan data yang dihasilkan oleh sistem. Secara keseluruhan, data yang disimpan berupa data tanggal periksa, nama, tanggal lahir, nilai detak jantung (BPM), nilai kadar kolesterol (mg/dl), dan kategori kadar kolesterol seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.9.



The screenshot shows a Google Sheets spreadsheet titled "Data Kolesterol". The spreadsheet contains a table with the following data:

DATA PENGUKURAN KADAR KOLESTEROL					
Tanggal Periksa	Nama	Tanggal Lahir	Heart Rate (BPM)	Kadar Kolesterol (mg/dl)	Kategori
03/07/2023	Responden 1	19/01/1982	121	231	Cukup Tinggi

Gambar 3.9 Tampilan Data pada *Google Sheets*

3.4 PENGUJIAN SISTEM SENSOR MAX30100

Pengujian sensor Max30100 dilakukan dengan pengujian akurasi alat. Dalam pengujian ini, dilakukan pengambilan 10 sampel untuk mengukur kadar kolesterol dalam darah. Pengambilan sampel dilakukan dengan dua cara. Pertama, dilakukan pengambilan sampel darah sebanyak sekali dengan menggunakan alat ukur *invasive* (*Easy Touch* GCU). Kedua, dilakukan pengambilan sampel sebanyak sekali dengan menempelkan ujung jari telunjuk pada sensor alat ukur *non-invasive* untuk mengukur kadar kolesterolnya. Nilai persentase kesalahan alat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.2), dengan nilai rata-rata persentase kesalahan alat yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.3), dan menghitung akurasi alat menggunakan persamaan (3.4).

$$\text{Persentase Error} = \frac{|\text{Nilai alat } \textit{invasive} - \text{Nilai alat } \textit{non invasive}|}{\text{Nilai alat } \textit{invasive}} \times 100\% \quad (3.2)$$

$$\text{Rata-rata Error} = \frac{\sum \text{Persentase Error}}{n(\text{jumlah data})} \quad (3.3)$$

$$\text{Akurasi} = 100\% - \% \text{Kesalahan alat} \quad (3.4)$$

Tahap terakhir, semua data yang didapatkan akan dilakukan pembahasan dan ditarik kesimpulan.

3.5 PENGUJIAN ALAT PADA SAMPEL

Pengujian ini merupakan pembacaan satu denyut jantung terhadap hasil kolesterol. Pengujian ini dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah pengujian *prototype* terhadap *Pulse Oxymeter* untuk membandingkan nilai pengukuran detak jantung yang dihasilkan. Dalam pengujian ini dilibatkan 10 sampel acak dengan kondisi yang sama, yaitu dalam kondisi santai dipagi hari dan tidak sedang melakukan pekerjaan yang berat.

Pengujian tahap kedua adalah pengujian *prototype* terhadap *Easy Touch GCU* untuk membandingkan nilai kolesterol yang dihasilkan. Pengujian melibatkan 10 responden tanpa rentang usia, dalam kondisi yang sama, yaitu santai dan tidak sedang melakukan pekerjaan yang berat, dimana 5 sampel memiliki riwayat penyakit kolesterol yang tinggi dan 5 sampel lainnya tidak memiliki riwayat penyakit kolesterol yang tinggi (kolesterol normal) seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.7. Adanya perbedaan keadaan pada 50% sampel dilakukan untuk mengetahui perbedaan yang dihasilkan dari pengukuran alat yang telah dibuat.

Tabel 3.7 Spesifikasi responden untuk uji kolesterol

Nama	Riwayat Kadar Kolesterol
Responden 1	Tinggi
Responden 2	Tinggi
Responden 3	Tinggi
Responden 4	Tinggi
Responden 5	Tinggi
Responden 6	Normal
Responden 7	Normal
Responden 8	Normal
Responden 9	Normal
Responden 10	Normal