

BAB 3

METODE PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan metode penelitian yang digunakan untuk membuat alat monitoring dan diagnosis hipertensi dengan logika fuzzy sugeno menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler. Alat ini dibuat dari dua kategori: perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Perangkat keras yang digunakan adalah tensimeter, mikrokontroler ESP32, LCD I2C, dan software Arduino IDE dan Node-RED. Pada bagian ini dibagi menjadi beberapa tahap, seperti alur penelitian yang dilakukan, alat dan bahan untuk mendukung proses pembuatan alat, perancangan model sistem, perancangan perangkat lunak, dan perancangan perangkat lunak.

3.1 ALUR PENELITIAN



Gambar 3.1 *Flowchart* Alur Penelitian

3.1.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan memeriksa buku, jurnal, dan artikel ilmiah yang relevan dengan topik penelitian. Salah satu cara untuk memperoleh informasi terkait data yang bermanfaat untuk menunjang penelitian selain itu untuk memahami konsep hipertensi, logika fuzzy, dan penggunaan tensimeter *blood pressure sensor* dalam diagnosis hipertensi. Melalui tinjauan literatur, informasi yang relevan dan penelitian terkait akan disusun untuk mendukung penelitian dan menciptakan konsep yang digunakan untuk penelitian.

3.1.2 Perancangan Alat

Melakukan perancangan alat menentukan komponen dan perlengkapan yang digunakan untuk membuat alat, untuk pembuatan sistem menggunakan komponen yang terdiri dari Tensimeter, Mikrokontroler ESP32, LCD I2C dan perangkat lunak sebagai pendukung.

3.1.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik. Sistem yang telah dirancang dan dibuat akan diuji coba untuk memastikan fungsionalitasnya. Pengujian sistem melibatkan pengujian sensor Blood Pressure, integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan data uji yang mewakili data yang akan digunakan pada sistem sebenarnya. Dalam tahap ini dapat dinilai bahwa script program yang telah dirancang berhasil atau gagal.

3.1.4 Pengecekan Keberhasilan Alat

Dalam tahap ini melibatkan evaluasi terhadap keberhasilan alat. Dalam pengecekan sistem pada alat berhasil dijalankan dengan baik dapat dilanjutkan ketahap berikutnya, namun apabila alat tersebut tidak berhasil dijalankan dan terjadi kesalahan dalam pembuatan alat maupun script maka alat tersebut perlu dilakukan perbaikan dengan penyesuaian kembali.

3.1.5 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan tensimeter yang terhubung ke mikrokontroler pada sejumlah subjek untuk mengukur tekanan darah. Data yang sudah terkumpul akan menjadi dasar dalam analisis untuk diagnosis hipertensi menggunakan logika fuzzy.

3.1.6 Analisis Data

Data tekanan darah yang sudah diperoleh dan tercatat akan dianalisis menggunakan logika fuzzy untuk memprediksi dan mengklasifikasikan tingkat keparahan hipertensi. Proses analisis ini akan menghasilkan model diagnosis yang dapat menginterpretasikan data tekanan darah dan mengeluarkan hasil diagnosa hipertensi. Proses fuzzyfikasi dan hasil dari proses tersebut di tampilkan menggunakan software Node-RED.

3.2 ALAT DAN BAHAN

Pada bab ini memasuki bagian yang menjelaskan alat dan bahan yang digunakan beserta fungsinya. dalam bab ini, akan diuraikan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam mengumpulkan dan menganalisis data tekanan darah dari tensimeter blood pressure sensor.

3.2.1 Perangkat Keras (*hardware*)

Pada penelitian ini Perangkat keras merupakan bagian utama dalam penelitian ini maka dari itu diperlukan untuk menjalankan instruksi dari software atau perangkat lunak, maka perangkat keras yang digunakan untuk penelitian ini sebagai berikut :

1. Tensimeter

Tensimeter yang digunakan untuk mengukur tekanan darah seseorang. Tekanan darah ini diukur dalam dua angka, yaitu tekanan sistolik (tekanan saat jantung berkontraksi) dan tekanan diastolik (tekanan saat jantung beristirahat).

2. Mikrokontroler ESP32

Digunakan sebagai otak dari sistem, bertanggung jawab untuk mengontrol dan mengatur seluruh proses monitoring hipertensi berbasis IoT. ESP32 mengambil data dari tensimeter, menampilkan data di LCD I2C, dan mengirimkan data ke platform IoT.

3. LCD I2C

Digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran tekanan darah dari tensimeter.

4. Step Down

Digunakan untuk menurunkan tegangan dari 12V ke 5V yang diperlukan oleh ESP32 dan LCD I2C.

5. Saklar

Digunakan untuk mengontrol daya listrik yang masuk ke sistem. Saklar ini dapat digunakan untuk menyalakan atau mematikan sistem sesuai kebutuhan.

6. Port Adaptor

Menyediakan daya dari sumber eksternal untuk seluruh sistem.

7. Connector

Connector digunakan untuk menghubungkan tensimeter ke ESP32 dengan menggunakan jenis konektor Gx16 Aviation.

3.2.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak atau software digunakan sebagai penghubung dengan perangkat keras (hardware). Pada penelitian ini menggunakan software Arduino IDE. Arduino IDE digunakan untuk menulis dan mengunggah kode program ke ESP32. Dengan Arduino IDE, program-program yang diperlukan untuk mengatur koneksi dan pengolahan data dari ke mikrokontroler dapat dibuat. Node-RED sebagai platform pemrograman visual, dapat digunakan untuk membuat alur kerja atau workflow yang memfasilitasi pengiriman data dari ESP32 ke Telkom IoT Platform. Pada software Node-RED melakukan proses fuzzyfikasi dan menampilkan hasil dari proses tersebut, memungkinkan untuk membangun alur kerja yang efisien dalam proses pengumpulan dan pengiriman data tekanan darah untuk analisis lebih lanjut.

1. Arduino IDE

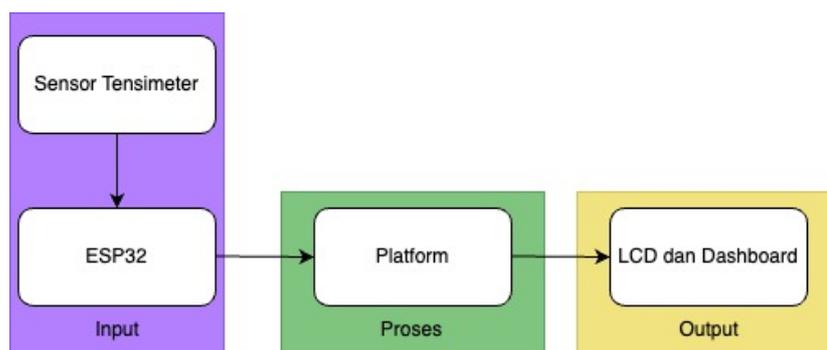
Arduino IDE berperan untuk menulis dan mengunggah kode ke mikrokontroler ESP32. Kode ini mengendalikan sensor tensimeter yang mengukur tekanan darah dan mengirimkan data ke platform IoT Telkom, Kode ini akan mengimplementasikan protokol komunikasi yang sesuai dengan menggunakan protokol komunikasi MQTT untuk mengirim data sensor ke server IoT Telkom secara real-time.

2. Node-RED

Node-RED digunakan untuk mengimplementasikan proses fuzzifikasi menggunakan metode Sugeno. Dalam proses ini, data tekanan darah yang diterima dari platform IoT Telkom difuzzifikasi untuk mengubah nilai crisp menjadi derajat keanggotaan fuzzy. Aturan fuzzy dibuat untuk menentukan kondisi hipertensi berdasarkan data tekanan darah. Aturan ini mencakup berbagai skenario seperti tekanan darah normal, pra-hipertensi, hipertensi derajat 1, dan hipertensi derajat 2. Hasil analisis ditampilkan pada dashboard Node-RED, Dashboard ini menampilkan data tekanan darah real-time, status diagnosa berdasarkan logika fuzzy. Visualisasi ini memudahkan pengguna atau tenaga medis untuk memantau kondisi kesehatan secara efektif.

3.3 PERANCANGAN SISTEM

Pada perancangan sistem diagnosa hipertensi menggunakan logika fuzzy berdasarkan data tekanan darah menggunakan blood pressure menjelaskan mengenai diagram blok sebagai gambaran untuk sistem kerja alat serta pemodelan sistem tersebut untuk membantu peneliti melakukan analisis dari permasalahan tersebut, Dalam perencanaan dan pembuatan suatu alat, diperlukan diagram blok yang berfungsi untuk mempermudah dalam menentukan alur kerja alat. Selain itu, diagram blok juga bermanfaat untuk mengidentifikasi komponen-komponen sistem dari alat tersebut. Berikut ini adalah diagram blok dari perancangan sistem:



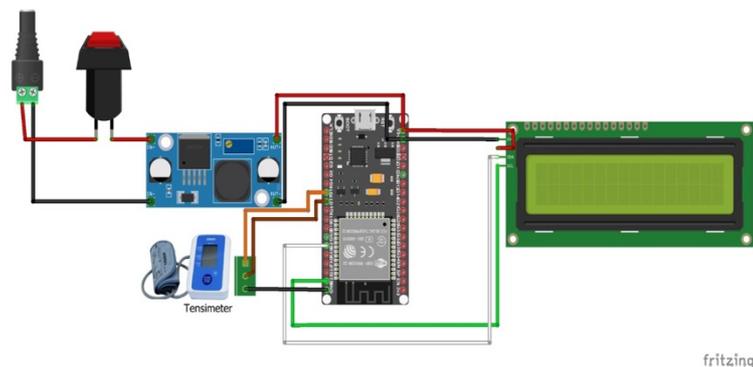
Gambar 3. 2 Blok Diagram

Gambar diatas menggambarkan diagram alur perancangan sistem yang terbagi menjadi tiga bagian, yaitu perancangan *input*, *proses*, dan *output*. Sistem kerja alat ini memiliki berbagai fungsi yang berbeda. Diagram input tersebut tensimeter akan dihubungkan dengan microcontroller ESP32 yang dirancang untuk

mengoptimalkan pengambilan data tekanan darah dengan keakuratan yang maksimal. Setelah itu Microcontroller ESP32 berperan sebagai otak sistem dalam mengatur aliran penerimaan, pengolahan, dan pengiriman data dari blood pressure. Pada bagian proses, Data dikirim dari device menggunakan protokol MQTT dan disimpan pada platform IoT Telkom. Pada bagian output terdapat 2 komponen yaitu LCD yang terkoneksi dengan device dan web dashboard, Pada bagian web dashboard terdapat proses fuzzyfikasi dan hasil dari proses tersebut ditampilkan menggunakan tampilan web sederhana menggunakan *software* Node-RED.

3.4 PERANCANGAN PERANGKAT KERAS

Perancangan perangkat keras pada sebuah rangkaian elektronik yang menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler untuk membaca data dari tensimeter dan menampilkan output ke sebuah layar lcd.



Gambar 3.3 Wiring Diagram

Gambar 3.3 menunjukkan *wiring* diagram yang telah dibuat menggunakan fritzing
Komponen yang digunakan dari rangkaian tersebut:

1. ESP32

ESP32 ini adalah papan mikrokontroler yang merupakan otak dari rangkaian ini. Mikrokontroler ESP32 memiliki pin input/output yang digunakan untuk berkomunikasi dengan sensor, aktuator, dan modul lainnya. Dengan tersedianya *Wi-Fi* dan *Bluetooth* yang dimiliki ESP32 dapat memudahkan mikrokontroler untuk terhubung dengan jaringan.

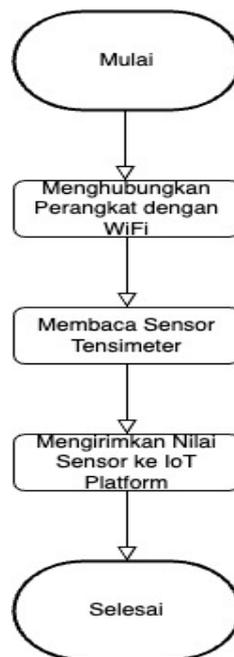
2. Tensimeter

Tensimeter blood pressure sensor data ini adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan darah yang terhubung ke mikrokontroler dengan menggunakan connector Gx16 untuk dikoneksikan ke ESP32.

3. Layar LCD:

Layar LCD ini berperan untuk menampilkan data yang dihasilkan dari pengukuran tensimeter yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32. LCD I2C terhubung ke mikrokontroler ESP32 melalui pin sda (serial data line) dan scl (serial clock line) yang merupakan bagian dari interface komunikasi I2C yang memungkinkan komunikasi serial antara mikrokontroler dan modul lcd.

Secara keseluruhan, rangkaian ini akan membaca tekanan darah dari tensimeter, mikrokontroler ESP32 akan memproses data tersebut lalu mengirimkan ke platform IoT menggunakan protokol MQTT, dan hasil akan diproses menggunakan software Node-RED setelah proses selesai pembacaan akan ditampilkan pada layar LCD.



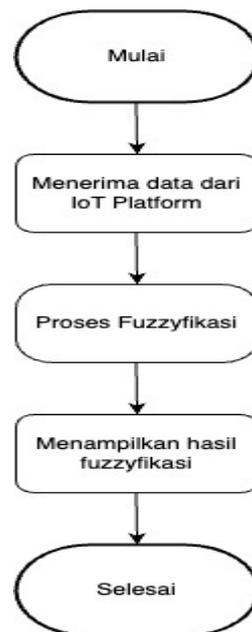
Gambar 3. 4 flowchart Perangkat Keras

Flowchart perangkat keras menggambarkan proses operasional dari perangkat yang terhubung ke internet melalui wifi, mengambil data dari tensimeter, dan mengirimkan ke platform IoT (Internet of Things). Dimana titik awal dari proses yang digambarkan dalam flowchart yaitu menghubungkan perangkat dengan wifi langkah pertama dalam proses ini adalah menghubungkan mikrokontroler

ESP32 yang terhubung dengan tensimeter ke jaringan wifi. Ini merupakan tahap penting karena tanpa koneksi jaringan, perangkat tidak akan dapat mengirimkan data tensimeter ke platform IoT. Pada tahap membaca tensimeter setelah perangkat terhubung ke wifi yaitu dengan cara membaca data dari tensimeter yang digunakan untuk mengukur tekanan darah. Selanjutnya mengirimkan nilai tensimeter ke iot platform, data yang telah dibaca oleh tensimeter kemudian dikirimkan ke platform iot. Platform iot adalah layanan yang memungkinkan perangkat untuk terhubung dan berkomunikasi dengan internet, sehingga data yang dikumpulkan bisa dianalisis, dipantau, atau dikendalikan dari jarak jauh. Tahap Terakhir menandakan bahwa proses pengiriman data ke platform iot telah selesai, dan dengan demikian, siklus operasi yang dijelaskan oleh flowchart ini telah berakhir.

3.5 PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Pada bagian perancangan perangkat lunak terdapat flowchart yang menjelaskan alur dari sistem untuk mendiagnosis tingkat keparahan hipertensi.



Gambar 3. 5 flowchart Node-RED

Flowchart pada gambar 3.9 menunjukkan proses fuzzyfikasi yang dilakukan dengan menggunakan software Node-RED dalam mendiagnosis penyakit hipertensi. Node-RED adalah alat pemrograman flow-based yang digunakan untuk menghubungkan perangkat keras. Berikut adalah penjelasan langkah demi langkah berdasarkan alur flowchart tersebut:

- 1) Mulai: Ini adalah titik awal dari alur kerja dalam Node-RED. Proses dimulai yang menandai dimulainya prosedur.
- 2) Menerima data dari iot platform: Data ini dikumpulkan dari tensimeter yang terhubung ke internet dan kemudian dikirim ke Node-RED.
- 3) Proses fuzzyfikasi: Setelah menerima data tekanan darah, Node-RED akan menjalankan proses fuzzyfikasi. Proses ini melibatkan beberapa langkah. Dengan mengubah nilai tekanan darah menjadi nilai fuzzy berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan sebelumnya. Menerapkan logika fuzzy Sugeno untuk menilai derajat keanggotaan nilai tekanan darah tersebut dalam set fuzzy. Menggunakan basis aturan yang terdiri dari aturan-aturan fuzzy yang menentukan bagaimana nilai fuzzy input dikaitkan dengan kondisi hipertensi.
- 4) Menampilkan hasil fuzzyfikasi: Setelah proses fuzzyfikasi selesai, hasilnya akan ditampilkan. Dalam konteks Node-RED, hasil ini bisa ditampilkan dalam dashboard.
- 5) Selesai: ini adalah akhir dari proses yang digambarkan dalam flowchart. Setelah hasil fuzzyfikasi ditampilkan, prosedur dianggap selesai.

3.6 PENGUJIAN SISTEM

Pada pengujian sistem terdapat empat jenis pengujian yang akan dilakukan secara teliti, kita dapat memastikan bahwa sistem beroperasi secara konsisten, akurat, dan sesuai dengan harapan yang telah ditetapkan.

3.6.1 Pengambilan Data Presentase Error pada Device

Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran tekanan darah antara perangkat tensimeter sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) dengan tensimeter digital konvensional. Pengambilan data diambil pada objek orang, dilakukan sepuluh kali pengambilan data tekanan darah menggunakan kedua perangkat tersebut. Hasil pengukuran dari masing-masing pengambilan data

dibandingkan untuk mengevaluasi tingkat eror pada perangkat IoT dalam memantau tekanan darah. Perbedaan antara nilai tekanan sistolik dan diastolik yang diperoleh dari kedua perangkat dianalisis untuk menghitung tingkat eror. Data yang terkumpul dari pengujian ini digunakan untuk menentukan sejauh mana perangkat IoT dapat diandalkan dalam mendapatkan hasil pengukuran yang akurat dan konsisten yang dibandingkan dengan tensimeter digital standar.

$$\text{Error}(\%) = \frac{\text{Nilai Tensimeter Device} - \text{Nilai Tensimeter Digital}}{\text{Nilai Tensimeter Digital}} \times 100$$

3.6.2 Pengujian end to end

Pengujian end to end adalah proses pengujian yang mengevaluasi keseluruhan sistem dari awal hingga akhir, memastikan bahwa semua bagian sistem bekerja sesuai yang diharapkan. Dalam konteks ini, fokusnya adalah membandingkan nilai yang ditampilkan pada layar LCD I2C dengan nilai yang ada di dashboard. Penting untuk memastikan bahwa nilai-nilai yang ditampilkan di kedua tempat tersebut identik atau sama. Hal ini memastikan konsistensi dan akurasi informasi yang diberikan kepada pengguna.

3.6.3 Pengujian Fuzzyfikasi

Pengujian ini berfokus pada memeriksa hasil dari proses fuzzyfikasi. Fuzzyfikasi merupakan metode untuk mengubah data masukan menjadi nilai fuzzy, yang dapat digunakan dalam sistem logika fuzzy. Dalam hal ini, perbandingan dilakukan antara hasil dari proses fuzzyfikasi yang ditampilkan di dashboard dengan hasil perhitungan manual. Langkah ini penting untuk memverifikasi keakuratan dan kecocokan antara proses yang dilakukan oleh sistem dengan perhitungan yang dilakukan secara manual. Pada himpunan fungsi keanggotaan ada dua (2) variable yang digunakan untuk melakukan analisis terhadap penyakit hipertensi yaitu systole dan diastole dan fungsi keanggotaannya sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Fungsi Keanggotaan Systole [17]

| Systole | Nilai |
|-------------|-------------|
| Normal | 120-140 |
| Agak Tinggi | 140-150-160 |
| Tinggi | 160-180 |

Dalam tabel tersebut terdapat variabel Systol yang memiliki tiga kriteria, yang nilainya dinyatakan dalam satuan mmHg.

Tabel 3. 2 Fungsi Keanggotaan Diastole [17]

| Diastol | Nilai |
|-------------|-----------|
| Normal | 80-90 |
| Agak Tinggi | 90-95-100 |
| Tinggi | 100-110 |

Dalam tabel tersebut terdapat variabel diastol yang memiliki tiga kriteria, yang nilainya dinyatakan dalam satuan mmHg.

Tabel 3. 3 Fungsi Keanggotaan Hasil Analisa [17]

| Tekanan Darah | Nilai |
|---------------|----------------------|
| Normal | <120 / <80 mmHg |
| Prahipertensi | 120-130 / 80-89 mmHg |
| Hipertensi D1 | 140-159 / 90-99 mmHg |
| Hipertensi D2 | >160 / >100 mmHg |

Pada tabel 3.3 dapat dilihat variable tekanan darah dengan empat kriteria, dan nilai dalam mmHg.

3.6.4 Pengujian *Quality of Service* (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah pendekatan untuk mengukur kualitas kinerja jaringan yang menentukan seberapa baik layanan dapat memenuhi karakteristik dan kebutuhan tertentu. Ini melibatkan upaya untuk mendefinisikan atribut-atribut yang mempengaruhi pengalaman pengguna terhadap layanan yang disediakan oleh jaringan. Pada pengujian sistem kali ini pengujian QoS (*Quality of Service*) akan melakukan pengiriman data ke dashboard dengan jenis pengujian delay yang bertujuan untuk mengevaluasi kualitas pengiriman data. Pengujian ini sangat penting untuk memastikan bahwa data yang dikirim dapat diterima dengan tepat waktu, tanpa kehilangan data, dan dengan stabilitas yang tinggi. Pengujian QoS akan mencakup pengukuran waktu yang dibutuhkan oleh data untuk berpindah dari perangkat ke dashboard, dan keandalan jaringan selama proses pengiriman data. Dengan melakukan pengujian ini, kita dapat memastikan bahwa sistem monitoring hipertensi berbasis IoT dapat beroperasi dengan efisien dan efektif,

memberikan data tekanan darah yang akurat dan real-time kepada pengguna atau tenaga medis untuk pengambilan keputusan yang cepat dan tepat.