

Review Literatur : Sistem Monitoring Kesehatan Berbasis IOT Untuk Optimalisasi Deteksi Penyakit Jantung

Literature Review: IOT-Based Health Monitoring System For Optimizing The Detection Of Heart Disease

Muhammad Hafiizh^{1*}, Annisa Rasyid²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro-Fakultas Teknik-Universitas Tulungagung

Alamat korespondensi : Jl. Ki Mangun Sarkoro Beji, Kec. Boyolangu, Kab. Tulungagung 66233

email: hafiizh.ft@unita.ac.id

Abstract

Internet of Things (IoT)-based health monitoring systems have become an innovative solution to optimally detect heart disease. The system incorporates various sensors to monitor vital signs such as heart rate and blood pressure in real-time. The data collected by these sensors is then sent to a cloud platform via an IoT network, enabling rapid analysis and anomaly detection. This research reviews recent literature on the application of IoT technology in health monitoring systems, with a focus on early detection of heart disease. The methods used include a comparative analysis of algorithms used for data processing as well as case studies of applications in various clinical environments. The results show that IoT-based systems not only improve the accuracy of heart disease detection but also speed up medical response and patient management. Key challenges identified include data security issues, device interoperability, and the need for reliable network infrastructure. The study concludes that with proper development and implementation, IoT-based health monitoring systems have great potential to revolutionize heart disease detection and management in the future.

Keywords: Health Monitoring, Internet of Things, Heart Disease, Heart Rate

Abstrak

Sistem pemantauan kesehatan berbasis Internet of Things (IoT) telah menjadi solusi inovatif untuk mendeteksi penyakit jantung secara optimal. Sistem ini menggabungkan berbagai sensor untuk memantau tanda-tanda vital seperti detak jantung dan tekanan darah secara real-time. Data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor ini kemudian dikirim ke platform cloud melalui jaringan IoT, memungkinkan analisis dan deteksi anomali dengan cepat. Penelitian ini meninjau literatur terbaru tentang penerapan teknologi IoT dalam sistem pemantauan kesehatan, dengan fokus pada deteksi dini penyakit jantung. Metode yang digunakan meliputi analisis perbandingan algoritma yang digunakan untuk pemrosesan data serta studi kasus penerapan di berbagai lingkungan klinis. Hasil kajian menunjukkan bahwa sistem berbasis IoT tidak hanya meningkatkan akurasi deteksi penyakit jantung tetapi juga mempercepat respons medis dan manajemen pasien. Tantangan utama yang diidentifikasi termasuk masalah keamanan data, interoperabilitas perangkat, dan kebutuhan infrastruktur jaringan yang handal. Kajian ini menyimpulkan bahwa dengan pengembangan dan implementasi yang tepat, sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT memiliki potensi besar untuk merevolusi deteksi dan manajemen penyakit jantung di masa depan.

Kata kunci: Monitoring Kesehatan, Internet of Things, Penyakit Jantung, Detak Jantung

PENDAHULUAN

Pemantauan kesehatan berbasis Internet of Things (IoT) telah menjadi area penelitian yang sangat penting seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan solusi kesehatan yang lebih canggih dan terintegrasi. Teknologi ini memungkinkan pemantauan kesehatan secara real-time, yang sangat penting untuk deteksi dini dan manajemen kondisi medis kronis.

Salah satu komponen kunci dalam sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT adalah Field Programmable Gate Array (FPGA). FPGA menawarkan fleksibilitas dan kemampuan pemrosesan

tinggi yang sangat diperlukan untuk menangani data kesehatan secara efisien. Dalam penelitian berjudul "An FPGA Implementation of Health Monitoring System using IOT," dijelaskan bahwa FPGA dapat digunakan untuk memantau parameter kesehatan seperti detak jantung, suhu tubuh, dan tekanan darah secara real-time. Selain FPGA, perangkat seperti Arduino Uno juga sering digunakan dalam pengembangan sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT. Penelitian yang berjudul "An IoT based Health Monitoring System using Arduino Uno" menunjukkan bahwa Arduino Uno dapat digunakan untuk mengumpulkan data dari sensor kesehatan dan mengirimkannya ke platform cloud untuk analisis lebih lanjut. Dalam penelitian "Design of Health Monitoring System using FPGA," dikembangkan sebuah sistem yang menggunakan FPGA untuk mengolah data sensor kesehatan dan mengirimkannya ke cloud. Hal ini menunjukkan kemampuan FPGA dalam memproses data secara real-time dan mengirimkannya untuk analisis lebih lanjut.

Penggunaan myRIO dalam sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT juga telah dieksplorasi dalam penelitian "An efficient IoT based biomedical health monitoring and diagnosing system using myRIO." Dalam penelitian ini, myRIO digunakan untuk membangun sistem pemantauan dan diagnosis kesehatan yang efisien dan berbasis IoT. Penelitian "A New Defect Diameter Prediction using Heart Sound and Possibility to Implement as IoT Healthcare" menunjukkan penggunaan suara jantung untuk memprediksi diameter cacat dan potensinya untuk diintegrasikan dalam sistem kesehatan berbasis IoT. Ini menunjukkan bagaimana data suara jantung dapat digunakan untuk deteksi dini kondisi medis.

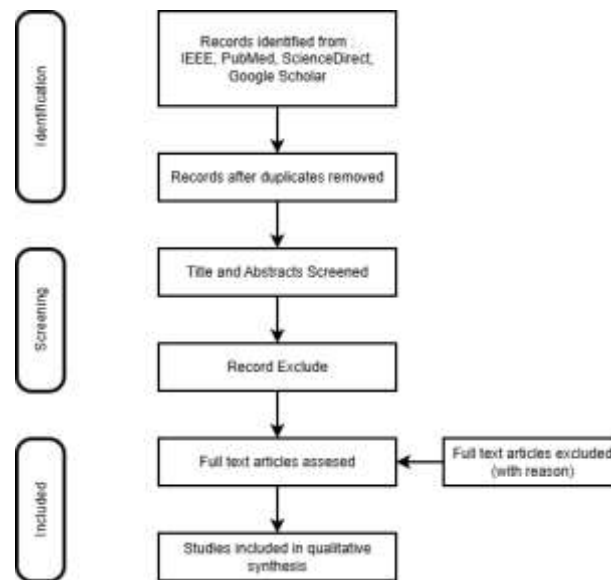
Sistem pemantauan suhu berbasis IoT dengan FPGA juga telah dikembangkan, seperti yang dijelaskan dalam penelitian "IOT Based Temperature Monitoring System Using FPGA." Penelitian ini menunjukkan bahwa FPGA dapat digunakan untuk memantau suhu secara real-time dan mengirimkan data ke cloud untuk analisis lebih lanjut. Penelitian "IOT Based Health Monitoring System" dan "An IoT based Patient Health Monitoring System" mengevaluasi berbagai sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT yang menggunakan berbagai sensor untuk memantau parameter kesehatan pasien dan mengirimkan data ke cloud untuk analisis dan penyimpanan. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi seperti FPGA, Arduino Uno, dan myRIO memiliki potensi besar dalam meningkatkan kecepatan pemrosesan, fleksibilitas, dan kemampuan untuk memproses data secara real-time dalam sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT. Meskipun demikian, terdapat tantangan seperti kebutuhan akan infrastruktur jaringan yang andal dan masalah keamanan data yang perlu diatasi untuk mengimplementasikan sistem ini secara efektif di dunia nyata bagian ini diisi dengan pendahuluan dan literature review.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian pada studi ini menggunakan pendekatan systematic literature review (SLR)[1] dengan mengumpulkan sumber literatur dari berbagai basis data akademik seperti IEEE Xplore, PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar. Proses pencarian dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci antara lain IoT health monitoring, cardiac monitoring system, FPGA health system, Arduino health monitoring, dan real-time heart rate monitoring. Literatur yang diperoleh selanjutnya diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan.

Kriteria inklusi meliputi yaitu publikasi yang membahas sistem monitoring kesehatan berbasis IoT dengan fokus pada parameter fisiologis seperti detak jantung, tekanan darah, atau sinyal jantung. Studi yang menerapkan metode pengujian sistem secara eksperimental, simulasi, maupun implementasi perangkat keras. Kemudian publikasi pada jurnal atau prosiding internasional bereputasi dalam rentang tahun 2010–2023, serta studi yang melaporkan performa sistem seperti akurasi deteksi, kecepatan pemrosesan data, atau keandalan transmisi data.

Adapun kriteria eksklusi mencakup publikasi yang tidak berfokus pada pemantauan parameter kesehatan jantung. Studi yang tidak menjelaskan metode pengujian sistem secara jelas, serta penelitian yang tidak menyajikan hasil evaluasi performa sistem monitoring kesehatan. Penerapan kriteria tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa literatur yang dianalisis memiliki kualitas metodologi yang memadai serta relevan dengan tujuan penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Systematic Literature Review (SLR) Menggunakan Pendekatan PRISMA

Tahapan systematic literature review (SLR) dalam penelitian ini dilakukan secara terstruktur dengan mengacu pada pendekatan Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar X. Proses identifikasi dilakukan dengan mengumpulkan artikel ilmiah yang diperoleh dari berbagai basis data akademik, yaitu IEEE Xplore, PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar, menggunakan kombinasi kata kunci yang telah ditentukan sesuai dengan topik penelitian.

Selanjutnya, dilakukan tahap penyaringan (screening) berdasarkan judul dan abstrak untuk mengeliminasi artikel yang tidak relevan dengan fokus penelitian. Artikel yang lolos tahap penyaringan kemudian dievaluasi lebih lanjut pada tahap kelayakan (eligibility) melalui penilaian terhadap teks lengkap (full-text) dengan mempertimbangkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan sebelumnya. Tahap akhir merupakan proses inklusi, yaitu pemilihan studi yang memenuhi seluruh kriteria untuk dianalisis secara kualitatif dalam penelitian ini.

Setelah pengumpulan data, setiap artikel yang terpilih dianalisis secara mendalam untuk menyoroti tujuan penelitian, metodologi, hasil, dan kesimpulan. Artikel kemudian diklasifikasikan berdasarkan teknologi yang digunakan (seperti FPGA, Arduino, myRIO) dan parameter kesehatan yang dipantau (seperti detak jantung, suhu, tekanan darah). Tema utama dan tren penelitian diidentifikasi, termasuk penggunaan algoritma untuk deteksi anomali dan penerapan teknologi untuk pemantauan real-time. Analisis ini juga mencakup kelebihan dan kekurangan dari setiap pendekatan yang dibahas dalam literatur.

Hasil analisis literatur disintesis untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang keadaan saat ini dan kemajuan di bidang pemantauan kesehatan berbasis IoT. Temuan dikelompokkan berdasarkan teknologi dan aplikasi untuk memberikan pemahaman yang terstruktur. Pendekatan-pendekatan berbeda dibandingkan untuk menyoroti keunggulan dan kelemahan relatif masing-masing metode, serta mengidentifikasi area yang memerlukan penelitian lebih lanjut dan potensi arah masa depan.

Langkah terakhir adalah menyusun laporan literatur review yang sistematis. Laporan ini mencakup pendahuluan yang menjelaskan latar belakang, tujuan, dan pentingnya penelitian; metode penelitian yang merinci teknik pengumpulan dan analisis data; tinjauan literatur yang menyajikan hasil analisis literatur secara terstruktur; diskusi yang menginterpretasikan temuan utama dan implikasinya; serta kesimpulan yang merangkum temuan utama, keterbatasan penelitian, dan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut. Dengan pendekatan metodologis yang komprehensif ini,

literatur review ini bertujuan untuk memberikan kontribusi signifikan dalam memahami dan mengembangkan sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari beberapa literatur yang telah penulis evaluasi, peluang untuk melakukan peningkatan akurasi dari alat pendeteksi juga sangat penting demi meningkatkan kebenaran diagnosis dan informasi yang diberikan kepada pengguna baik pasien maupun dokter atau tenaga kesehatan. Berikut rincian penelitian yang terkait, dalam hal ini penulis menganalisis Lingkup dan Tujuan, Metode dan Hasil.

Tabel 1. Penelitian yang Relevan

Judul	Lingkup dan Tujuan	Keterangan	Hasil
An FPGA Implementation of Health Monitoring System using IOT	Ruang lingkup dari Implementasi FPGA Sistem Pemantauan Kesehatan menggunakan IOT adalah pemantauan konstan parameter kesehatan pasien seperti detak jantung dan suhu tubuh secara real-time melalui jaringan lokal, dengan tujuan memungkinkan akses informasi kesehatan pasien secara remote dan memberikan solusi efisien untuk pemantauan kesehatan jarak jauh.	Metode yang digunakan dalam Implementasi FPGA Sistem Pemantauan Kesehatan menggunakan IOT meliputi pemantauan konstan detak jantung dan suhu tubuh pasien, konversi data analog ke digital menggunakan konverter ADC, transmisi data serial melalui modul Wi-Fi, dan akses informasi kesehatan pasien melalui internet dengan menggunakan alamat IP yang ditetapkan.	Hasil dari Implementasi FPGA Sistem Pemantauan Kesehatan menggunakan IOT adalah kemampuan untuk secara akurat dan dapat diandalkan memantau kesehatan pasien, yang memungkinkan penyelamatan nyawa dan perlindungan kesehatan. Sistem ini memungkinkan pemantauan kesehatan pasien dan lansia dari jarak jauh menggunakan laptop, komputer, dan ponsel dengan mengetikkan alamat IP.
An IoT based Health Monitoring System using Arduino Uno	Ruang lingkup dari sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT menggunakan Arduino Uno adalah untuk memantau parameter kesehatan seperti detak jantung, suhu tubuh, dan kelembaban lingkungan. Tujuannya adalah untuk memberikan pemantauan kesehatan jarak jauh yang akurat dan efektif, serta meningkatkan aksesibilitas layanan kesehatan, terutama selama pandemi Covid-19.	Metode yang digunakan dalam sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT menggunakan Arduino Uno meliputi pengumpulan data dari sensor detak jantung, suhu tubuh, dan kelembaban lingkungan. Data tersebut kemudian dikirim secara nirkabel ke website IoT untuk disimpan dan dipantau. Selain itu, sistem ini juga menggunakan modul GSM dan modul WI-FI untuk menghubungkan perangkat ke internet. Dengan demikian, informasi kesehatan pasien dapat dipantau secara real-time dan dapat diakses dari jarak jauh..	Hasil dari implementasi sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT menggunakan Arduino Uno adalah kemampuan untuk memantau detak jantung, suhu tubuh, dan kelembaban lingkungan secara real-time. Data kesehatan pasien dikirim ke server IoT untuk penyimpanan dan pemantauan. Sistem ini juga dapat memberikan notifikasi kepada pasien tentang langkah-langkah pencegahan yang perlu diambil. Dengan demikian, sistem ini memberikan solusi efektif dalam pemantauan kesehatan jarak jauh dengan menggunakan teknologi IoT dan Arduino Uno.
Design of Health Monitoring System using FPGA	Sistem pemantauan kesehatan berbasis FPGA dirancang untuk mengumpulkan dan menganalisis parameter kesehatan seperti suhu tubuh, tekanan darah, laju pernapasan, dan detak jantung. Tujuannya adalah untuk	Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem pemantauan kesehatan berbasis FPGA melibatkan pengumpulan data-parameter kesehatan dari sensor-sensor yang terpasang pada tubuh	Hasil dari sistem pemantauan kesehatan yang dikembangkan menggunakan Verilog HDL dan Xilinx ISE EDA tool memiliki kemampuan untuk menganalisis parameter kesehatan utama dan

	memberikan alat yang handal bagi para profesional kesehatan untuk memantau pasien dan juga bermanfaat bagi individu normal yang ingin memantau kondisi kesehatan mereka secara teratur.	manusia. Data tersebut kemudian dianalisis oleh sistem FPGA untuk memberikan informasi tentang kondisi kesehatan seseorang.	mendeteksi kelainan. Fitur utama mencakup pemantauan detak jantung, suhu tubuh, dan pernapasan untuk menentukan kondisi kesehatan normal atau abnormal. Sistem telah diuji dengan cakupan tes yang luas, termasuk variasi kombinasi kelainan parameter kesehatan. Dengan kemampuan skalabilitasnya, sistem ini dapat disesuaikan dengan kelompok usia, jenis kelamin, dan riwayat kesehatan yang berbeda. Selain itu, sistem ini mampu memberikan respons darurat dengan memberikan rekomendasi tindakan atau saran berkonsultasi dengan profesional medis sesuai kebutuhan.
An efficient IoT based biomedical health monitoring and diagnosing system using myRIO	Ruang lingkup studi ini mencakup implementasi sistem pemantauan dan diagnosis kesehatan berbasis IoT menggunakan myRIO dengan sensor pintar untuk mengumpulkan parameter kesehatan pasien. Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan akurasi dan kecepatan operasi sistem perawatan kesehatan pintar serta memperluas pemantauan parameter medis pasien untuk memberikan informasi yang lebih akurat kepada ahli kesehatan dan memberikan saran pengobatan kepada pasien menggunakan algoritma machine-learning.	Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi akuisisi parameter kesehatan dari pasien menggunakan sensor pintar, komunikasi data dengan myRIO melalui modul Wi-Fi, analisis data oleh myRIO, penyimpanan data fisiologis pasien di cloud, koneksi cloud dengan sistem diagnosis di rumah sakit, dan pemberitahuan kepada dokter dan pengasuh jika data fisiologis melebihi nilai ambang yang ditentukan.	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi sistem pemantauan dan diagnosis kesehatan berbasis IoT menggunakan myRIO berhasil melakukan peningkatan sebesar 30% kecepatan operasi sistem perawatan kesehatan pintar. Sistem ini mampu meningkatkan akurasi sebesar 20% dalam pengumpulan parameter kesehatan pasien menggunakan sensor pintar dan parameter kesehatan pasien seperti detak jantung, denyut nadi, tekanan darah, suhu, dan jumlah langkah dengan lebih akurat, serta memberikan informasi medis yang lengkap kepada ahli/keluarga/pengasuh pasien.
A New Defect Diameter Prediction using Heart Sound and Possibility to Implement as IoT Healthcare	Ruang lingkup penelitian ini mencakup pengembangan metode baru untuk memprediksi diameter cacat menggunakan suara jantung serta kemungkinan implementasinya dalam layanan kesehatan IoT. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyediakan solusi inovatif dalam mendiagnosis cacat jantung bawaan, terutama di daerah sulit terjangkau, dengan	metode yang digunakan adalah pengembangan metode baru untuk memprediksi diameter cacat menggunakan suara jantung serta kemungkinan implementasinya dalam layanan kesehatan IoT dengan algoritma ADSAE yang merupakan model yang membagi sinyal jantung menjadi dua bagian: sistol (termasuk suara S1 dan kemungkinan S4,	ADSAE berhasil dikembangkan, ditunjukkan, dan divalidasi, membuktikan keefektifannya dalam memprediksi ukuran defek, terutama yang kecil dan unggul dalam memprediksi defek minor dibandingkan dengan SVM, FC, dan EM. ADSAE mempertimbangkan semua atom dalam perhitungan, memberikan keunggulan

		memanfaatkan informasi dari suara jantung dan teknologi IoT untuk memperbaiki akses layanan kesehatan.	pemisahan S1, atau mendengus) dan diastol (termasuk suara S2, mungkin ada S3 atau pemisahan dalam S2). Input untuk ADSAE adalah kedua segmen tersebut, dan outputnya adalah ukuran yang diprediksi dari CHD atau defek. Model ini memiliki 3 tahap: ekstraksi fitur, pembentukan atom, dan evaluasi kandidat. Ekstraksi fitur didasarkan pada otonomi dan silang-korelasi antara segmen-suara S1 dan S2.	dalam memperkirakan ukuran CHD. Namun, untuk defek yang lebih besar, ADSAE tidak seefektif SVM, FC, dan EM dalam mencapai presisi yang tinggi. Peningkatan nilai toleransi dapat mengatasi kelemahan ADSAE dalam memprediksi defek yang lebih besar, dapat mencapai akurasi yang setara dengan SVM dan FC saat toleransi ditingkatkan menjadi 5%.
IOT Based Temperature Monitoring System Using FPGA		Ruang lingkup penelitian ini membahas implementasi sistem pemantauan suhu berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Field Programmable Gate Array (FPGA) yang bertujuan memanfaatkan kemampuan FPGA dalam menerapkan protokol TCP/IP, akuisisi data, dan sistem kontrol untuk aplikasi IoT dengan biaya rendah dan konsumsi daya efisien, serta membangun sistem pemantauan suhu jarak jauh yang dapat diakses dari mana saja menggunakan perangkat terhubung internet, mengurangi biaya pemeliharaan server dengan sistem berbasis cloud, menghindari kehilangan data dengan mengirimkan data suhu secara berkala ke cloud, dan menyediakan solusi pemantauan suhu untuk aplikasi seperti pengawetan makanan.	Sistem diimplementasikan menggunakan kit starter Spartan-3AN FPGA yang dilengkapi dengan ADC 2 kanal, salah satunya terhubung dengan sensor suhu LM35. Kode VHDL digunakan untuk melakukan konversi analog ke digital dan membaca keluaran LM35 sebagai data digital, yang kemudian ditampilkan di LCD 2x16. Modul Wi-Fi ESP8266 diinisialisasi menggunakan perintah AT dan dikonfigurasi sebagai klien TCP/IP untuk mengirimkan data suhu secara nirkabel ke modem Wi-Fi yang terhubung internet. Setiap detik, data suhu dikirimkan dan diperbarui ke alamat IP tertentu di cloud.	Hasil dari penelitian ini adalah sistem pemantauan suhu berbasis IoT berhasil diimplementasikan menggunakan FPGA dan modul Wi-Fi ESP8266, dengan sensor LM35 untuk mengukur suhu yang dibaca oleh FPGA melalui ADC 2 kanal dan ditampilkan pada LCD 2x16. Modul ESP8266 diinisialisasi dan dikonfigurasi sebagai klien TCP/IP untuk mengirimkan data suhu secara nirkabel setiap detik ke alamat IP di cloud, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 keluaran pemantauan suhu berbasis cloud. Pendekatan ini menawarkan solusi biaya rendah, hemat daya, pemantauan real-time dari mana saja melalui cloud, cocok untuk aplikasi seperti pengawetan makanan yang membutuhkan pemantauan dan pencatatan suhu berkala.
IOT Based Health Monitoring System		Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem pemantauan kesehatan pasien berbasis Internet of Things (IoT). Tujuannya adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kesehatan cerdas yang dapat memantau tanda-tanda vital pasien seperti suhu tubuh, detak jantung, serta suhu dan kelembapan ruangan secara jarak jauh. Sistem ini bertujuan untuk mengurangi biaya perawatan kesehatan dengan mengurangi kunjungan ke dokter, rawat	Penelitian ini menggunakan sensor suhu tubuh, detak jantung, suhu ruangan, dan kelembapan yang terhubung ke mikrokontroler Arduino untuk mengolah data analog menjadi digital. Data digital dari sensor dikirimkan ke server basis data melalui komunikasi nirkabel. Basis data menyimpan data pasien termasuk ID, suhu tubuh, detak jantung, suhu dan kelembapan ruangan. Data pasien dapat diakses oleh dokter menggunakan platform IoT. Aturan logika	Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem pemantauan kesehatan pasien berbasis Internet of Things (IoT) yang menggunakan sensor untuk melacak tanda-tanda vital seperti suhu tubuh dan detak jantung, mengirimkan data tersebut ke server cloud, dan memungkinkan dokter untuk mengakses data serta mendiagnosis kondisi kesehatan pasien dari jarak jauh melalui aturan logika fuzzy

	inap, dan tes diagnostik. Selain itu, sistem ini memungkinkan diagnosis awal penyakit pasien oleh dokter dari jarak jauh berdasarkan data sensor yang diterima melalui platform IoT.	fuzzy diterapkan untuk mendiagnosis kondisi kesehatan pasien berdasarkan nilai sensor suhu tubuh dan detak jantung dengan mempertimbangkan kombinasi fungsi keanggotaannya. Simulasi Matlab digunakan untuk memverifikasi aturan diagnosis dan menentukan kondisi kesehatan dari nilai masukan sensor.	berdasarkan nilai sensor yang diterima.
An IoT based Patient Health Monitoring System	Ruang lingkup dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem pemantauan kesehatan pasien secara cerdas menggunakan Internet of Things (IoT). Tujuan utamanya adalah untuk memungkinkan pemantauan kesehatan pasien dari jarak jauh, meningkatkan akses ke fasilitas layanan kesehatan dengan biaya yang lebih rendah. Sistem ini menggunakan sensor untuk melacak tanda-tanda vital pasien seperti suhu tubuh, detak jantung, suhu ruangan, dan kelembapan. Data dari sensor dikirim ke server cloud IoT agar dapat diakses oleh dokter dari mana saja. Berdasarkan data tersebut, dokter dapat mendiagnosis kondisi kesehatan pasien dan memberikan penanganan yang tepat meskipun berada di lokasi yang berbeda dengan pasien. Dengan demikian, sistem ini bertujuan menjadi solusi untuk memberikan perawatan kesehatan berkualitas dari jarak jauh, terutama selama wabah penyakit ketika kunjungan fisik sulit dilakukan.	Metode utama dalam sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT mencakup penggunaan sensor suhu tubuh, detak jantung, suhu ruangan, dan kelembapan ruangan. Data dari sensor-sensor ini diproses menggunakan mikrokontroler Arduino dan dikirimkan ke server cloud melalui modul WiFi. Di server cloud, data disimpan dan diakses melalui platform IoT. Logika fuzzy digunakan untuk mendiagnosis kondisi kesehatan pasien berdasarkan data sensor, sementara simulasi Matlab digunakan untuk menguji aturan fuzzy tersebut.	Pemantauan Kesehatan Pasien telah mencari peningkatan pelayanan kesehatan dengan memanfaatkan teknologi IoT. Namun, sistem ini masih kaku dan memakan waktu lama. Sistem baru ini membutuhkan waktu kurang dari satu menit untuk memberikan hasil pemantauan kesehatan. Meskipun demikian, penggunaan kontroler seperti ATmega dan PIC meningkatkan biaya dan penyimpanan memori. Penelitian ini merencanakan skema pemantauan kesehatan yang sesuai dengan kebutuhan pasien dengan menggunakan jaringan sensor nirkabel dan transfer data melalui internet. Ini memungkinkan akses mudah terhadap informasi kesehatan pasien melalui ponsel dokter, mengurangi kebutuhan untuk kunjungan berulang ke rumah sakit.

Meskipun implementasi sistem monitoring kesehatan berbasis IoT menunjukkan potensi yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi pemantauan kondisi pasien secara real-time, hasil analisis terhadap beberapa studi yang ditinjau menunjukkan masih adanya keterbatasan teknis pada sistem yang dikembangkan. Salah satu kendala utama terletak pada tingkat akurasi sensor dalam mengukur parameter fisiologis seperti detak jantung dan tekanan darah, yang rentan terhadap gangguan noise sinyal, artefak akibat pergerakan pasien, serta variasi kondisi lingkungan. Selain itu, keterbatasan kapasitas pemrosesan pada mikrokontroler seperti Arduino juga dilaporkan dapat menyebabkan latensi dalam pengolahan data secara real-time, terutama ketika sistem diintegrasikan dengan algoritma deteksi berbasis machine learning dalam proses identifikasi kelainan jantung.

Tantangan lainnya berkaitan dengan aspek keamanan data medis yang ditransmisikan melalui jaringan IoT, yang berpotensi mengalami risiko kebocoran informasi apabila tidak dilengkapi dengan mekanisme enkripsi yang memadai dalam sistem IoT kesehatan. Interoperabilitas antar perangkat juga menjadi kendala dalam integrasi sistem monitoring kesehatan berbasis IoT, mengingat adanya perbedaan protokol komunikasi dan platform cloud yang digunakan pada setiap implementasi sistem. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan lebih lanjut dalam hal peningkatan akurasi sensor, optimalisasi metode pemrosesan data, serta penerapan sistem keamanan jaringan yang lebih robust guna meningkatkan keandalan sistem monitoring kesehatan berbasis IoT di masa mendatang.

Dari delapan penelitian yang dianalisis, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk memudahkan deteksi kesehatan jantung menggunakan berbagai indikator seperti suara detak jantung, tekanan darah, dan suhu tubuh yang diukur oleh sensor, serta pemanfaatan sinyal ECG berbasis IoT dalam proses prediksi penyakit jantung. Data dari sensor tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler seperti Arduino, yang terhubung dengan perangkat yang digunakan oleh keluarga pasien, pasien itu sendiri, dan dokter. Hasil pengukuran dari sensor yang telah diproses oleh mikrokontroler kemudian dikirim ke perangkat pengguna melalui sistem IoT (Internet of Things). Dengan demikian, pasien dapat mendeteksi dan memahami kondisi kesehatannya sejak dini, serta memungkinkan dokter untuk memantau perkembangan kesehatan pasien secara terus-menerus melalui sistem monitoring berbasis IoT secara real-time. Implementasi sistem pemantauan kesehatan secara mandiri dan real-time ini diharapkan dapat mengurangi angka kematian yang disebabkan oleh keterlambatan diagnosis penyakit

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tinjauan literatur yang telah dilakukan, sistem monitoring kesehatan berbasis Internet of Things (IoT) menunjukkan potensi yang signifikan dalam mendukung deteksi dini penyakit jantung melalui pemantauan parameter fisiologis secara real-time. Implementasi teknologi ini memungkinkan tenaga medis untuk melakukan pemantauan kondisi pasien secara berkelanjutan serta meningkatkan respons terhadap potensi gangguan kesehatan sejak tahap awal.

Namun demikian, beberapa tantangan teknis masih perlu diperhatikan, terutama terkait dengan akurasi sensor dalam membaca sinyal fisiologis serta keamanan data medis yang ditransmisikan melalui jaringan IoT. Oleh karena itu, penelitian di masa depan disarankan untuk difokuskan pada peningkatan kualitas sensor melalui metode kalibrasi adaptif, integrasi algoritma pemrosesan sinyal yang lebih robust, serta penerapan mekanisme keamanan data seperti enkripsi end-to-end guna menjamin kerahasiaan informasi medis pasien dalam sistem monitoring kesehatan berbasis IoT. Dengan peningkatan pada aspek akurasi dan keamanan sistem, diharapkan teknologi IoT dapat diimplementasikan secara lebih optimal dalam mendukung sistem deteksi dini penyakit jantung.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbaszadeh, A., & Bazargani, M. (2024). Heart disease prediction using ECG-based lightweight system in IoT based on meta-heuristic approach. *Heliyon*, 10(23), Article e40537. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40537>
- Aripriharta, & Horng, G.-J. (2023). A new defect diameter prediction using heart sound and possibility to implement as IoT healthcare. *Mobile Networks and Applications*, 28(6), 2076–2092. <https://doi.org/10.1007/s11036-023-02201-y>
- Chindham, A., Rakesh, D., Virisha, S., & Ganesh, R. (2016). Design of health monitoring system using FPGA. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 7(6), 245–249.
- Chindham, A., Rakesh, D., Virisha, S., & Ganesh, R. (2019). An IoT based patient health monitoring system. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(3), 4746–4749.
- Das, A., Kushwaha, A. K., & Sreejeth, M. (2020). An IoT based health monitoring system using Arduino Uno. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 9(5), 1021–1024.

- Georgieva-Tsaneva, G., Cheshmedzhiev, K., Tsanev, Y.-A., Dechev, M., & Popovska, E. (2025). Healthcare monitoring using an Internet of Things-based cardio system. *IoT*, 6(1), Article 10. <https://doi.org/10.3390/iot6010010>
- Harez, J. B. (2024). IoT-driven system for continuous monitoring of heart disease patients post-surgery.
- Khan, M. A. (2020). An IoT framework for heart disease prediction based on MDCNN classifier. *IEEE Access*, 8, 34717–34727. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2974687>
- Mehta, U., Chaudhary, K., Singh, A., Rana, A., Garg, A., & Chaudhary, D. (2023). An FPGA implementation of health monitoring system using IoT. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 11(12), 2019–2026. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.57790>
- Mounika, K., & Akram, S. V. (2026). Wireless IoT-based continuous ECG monitoring using ESP32 and ThingSpeak based performance analysis across age groups. *Sensors and Actuators A: Physical*, 399, Article 117392. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2025.117392>
- Penumada, A. R., Gundapaneni, D. J., Chennupati, A., & Belwal, M. (2026). IoT-enabled wearable system for real-time ECG monitoring with machine learning-based heart disease detection (pp. 135–145). https://doi.org/10.1007/978-981-96-9771-7_10
- Prasath, J. S. (2024). Internet of Things technologies in cardiovascular diseases diagnostics: Literature review and proposal. *Heart, Vessels and Transplantation*, 8(4). <https://doi.org/10.24969/hvt.2024.536>
- R. G., A., P., S., & Fadhil, T. Z. (2020). An efficient IoT based biomedical health monitoring and diagnosing system using myRIO. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 18(6), 3050. <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v18i6.14375>
- Subashini, G., Sheryl, A. A., & Vimala, R. (2019). IoT based temperature monitoring system using FPGA. *Zenodo*.
- Valsalan, P., Baomar, T. A. B., & Baabood, A. H. O. (2020). IoT based health monitoring system. *Journal of Critical Reviews*, 7(4), 739–743. <https://doi.org/10.31838/jcr.07.04.137>