

SISTEM IOT UNTUK PEMANTAUAN KESEHATAN MENGUNAKAN ESP32 DAN ESP32-CAM

Reza Fajritama
Fakultas Teknik Telekomunikasi Dan
Elektro
Telkom University Kampus Purwokerto
Purwokerto Indonesia
rezafajritama@student.telkomuniversity
.ac.id

Sevia Indah Purnama
Fakultas Teknik Telekomunikasi Dan
Elektro
Telkom University Kampus Purwokerto
Purwokerto Indonesia
seviaindah@telkomuniversity.ac.id

Muhammad Panji Kusuma Praja
Fakultas Teknik Telekomunikasi Dan
Elektro
Telkom University Kampus Purwokerto
Purwokerto Indonesia
panjipraja@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pada masa pandemi COVID-19, teknologi Internet of Things (IoT) menjadi solusi efektif dalam pemantauan kesehatan untuk mengurangi kontak fisik antara tenaga medis dan pasien. Penelitian ini mengusulkan rancangan sistem pemantauan kesehatan jarak jauh berbasis IoT yang praktis dan efisien. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor MLX90614 untuk mengukur suhu tubuh, dan sensor MAX30102 untuk mengukur detak jantung serta saturasi oksigen dalam darah. Data hasil pengukuran ditampilkan secara real-time melalui aplikasi Blynk, sedangkan pemantauan visual dilakukan menggunakan modul ESP32-CAM melalui video streaming jaringan lokal. Sistem dirancang untuk mendukung monitoring pasien dari jarak jauh dengan antarmuka yang sederhana dan responsif. Pengujian dilakukan dengan membandingkan data dari sensor dengan alat medis konvensional, yaitu termometer dan oximeter. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem berhasil menampilkan data secara real-time dengan rata-rata error relatif sebesar 0,15% untuk suhu tubuh, 23,01% untuk detak jantung, dan 0,92% untuk saturasi oksigen. Berdasarkan hasil tersebut, sistem ini dinilai mampu menjadi solusi pemantauan kesehatan jarak jauh yang akurat, terjangkau, dan mudah dioperasikan.

Kata kunci— IoT, pemantauan kesehatan, detak jantung, suhu tubuh, esp32, blynk

I. PENDAHULUAN

Teknologi Internet of Things (IoT) telah memungkinkan perangkat fisik untuk saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet. Dalam konteks kesehatan, teknologi ini memberikan solusi pemantauan pasien secara jarak jauh secara real-time, tanpa perlu keterlibatan langsung dari tenaga medis. Sejak merebaknya pandemi COVID-19, kebutuhan akan sistem pemantauan tanpa kontak fisik menjadi semakin krusial untuk mengurangi risiko penularan virus, terutama di ruang isolasi atau perawatan intensif [1]

Parameter vital seperti detak jantung, suhu tubuh, dan saturasi oksigen dalam darah menjadi indikator utama dalam menentukan kondisi fisiologis pasien. Sayangnya, sistem pemantauan konvensional masih bergantung pada pemeriksaan manual, yang tidak hanya rentan terhadap keterlambatan deteksi tetapi juga berisiko tinggi dalam hal transmisi penyakit. Selain itu, sistem yang ada umumnya belum menyediakan integrasi pemantauan visual secara langsung dan masih relatif mahal serta kompleks untuk diimplementasikan [2]. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring kesehatan berbasis IoT, namun umumnya masih terbatas pada pengukuran secara manual dan belum menggabungkan fitur visualisasi

dan pengukuran secara real-time. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang lebih efisien, praktis, dan terjangkau, namun tetap akurat dalam menyampaikan data kesehatan pasien [3]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan prototipe sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT menggunakan ESP32, sensor MAX30102 untuk detak jantung dan saturasi oksigen, serta sensor MLX90614 untuk suhu tubuh. Data dikirimkan dan ditampilkan secara real-time melalui platform Blynk, sementara visualisasi dilakukan menggunakan ESP32-CAM yang terhubung ke jaringan lokal. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi monitoring kesehatan yang responsif, mudah dioperasikan, dan mampu mendukung pemantauan jarak jauh secara lebih efektif dan aman [4].

II. KAJIAN TEORI

A. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) mengacu pada jaringan perangkat fisik yang terhubung melalui internet untuk bertukar data secara otomatis tanpa interaksi manusia secara langsung. Perangkat-perangkat ini biasanya terdiri dari sensor, aktuator, dan teknologi komunikasi yang memungkinkan pengumpulan dan transmisi data secara real-time. Dalam bidang kesehatan, IoT digunakan untuk pemantauan jarak jauh, termasuk pengukuran detak jantung, suhu tubuh, dan saturasi oksigen, yang kemudian dikirimkan kepada tenaga medis untuk analisis lebih lanjut. IoT cocok digunakan dalam sistem pemantauan kesehatan karena kemampuannya melakukan pengukuran secara kontinu dan memberikan peringatan dini jika terjadi kondisi abnormal [5].

B. Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler 32-bit dengan prosesor dual-core yang terintegrasi dengan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth. Mikrokontroler ini dirancang untuk kebutuhan aplikasi IoT karena mampu menghubungkan berbagai sensor dan perangkat jaringan secara efisien. Selain memiliki daya komputasi tinggi, ESP32 juga hemat energi dan mendukung protokol komunikasi digital seperti I²C, UART, dan SPI [6].

C. Sensor MAX30102

MAX30102 adalah sensor optik berbasis prinsip *Photoplethysmography* (PPG) yang digunakan untuk mengukur detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah. Sensor ini bekerja dengan memancarkan cahaya inframerah dan merah ke jaringan kulit, kemudian mengukur intensitas cahaya yang dipantulkan oleh aliran darah. Sinyal tersebut

dikonversi menjadi data digital untuk ditampilkan sebagai denyut jantung dan kadar oksigen [7].

D. Sensor MLX90614

MLX90614 merupakan sensor suhu tubuh berbasis inframerah non-kontak. Sensor ini mendeteksi energi radiasi yang dipancarkan oleh objek untuk menghitung suhu permukaan secara akurat. Dengan komunikasi I²C, sensor ini mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti ESP32 dan sangat sesuai digunakan dalam aplikasi kesehatan karena tidak memerlukan kontak langsung [8].

E. LED dan buzzer

LED dan buzzer digunakan sebagai alat notifikasi fisik. LED berfungsi memberikan indikator visual (misalnya: warna hijau untuk normal, merah untuk darurat), sementara buzzer memberikan sinyal suara saat parameter kesehatan melebihi ambang batas yang ditentukan. Fitur ini memungkinkan peringatan langsung meskipun perangkat tidak sedang dipantau secara aktif [9].

F. ESP32-CAM

ESP32-CAM adalah modul ESP32 yang dilengkapi dengan kamera OV2640, yang mampu menangkap gambar atau video secara real-time. Modul ini sering digunakan dalam aplikasi pengawasan atau sistem pemantauan berbasis visual karena mendukung pemrosesan data gambar secara langsung dan dapat dikombinasikan dengan koneksi Wi-Fi untuk streaming video[10].

G. Platform Blynk

Blynk adalah platform IoT yang memungkinkan pengembangan antarmuka pengguna berbasis mobile atau web untuk memantau dan mengendalikan perangkat IoT secara real-time. Platform ini mendukung konektivitas dengan berbagai mikrokontroler, termasuk ESP32, dan menyediakan dashboard yang intuitif untuk menampilkan data sensor, notifikasi, dan kontrol perangkat [5].

III. METODE

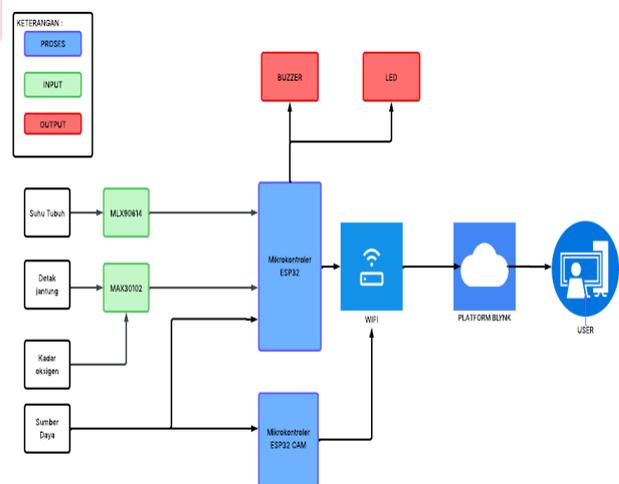
A. Alur Penelitian

Penelitian ini mengikuti tahapan eksperimen yang meliputi:

1. Studi literatur, untuk mempelajari teori dan teknologi yang relevan serta menemukan gap penelitian.
2. Perumusan masalah, untuk menentukan fokus dan arah pengembangan sistem.
3. Penentuan tujuan dan manfaat, mencakup aspek teoritis dan praktis dari penelitian.
4. Perancangan sistem, baik perangkat keras (hardware) maupun perangkat lunak (software).
5. Implementasi sistem, dengan perakitan komponen dan pemrograman mikrokontroler.
6. Integrasi sistem, untuk memastikan konektivitas antarkomponen berjalan baik.
7. Pengujian dan pengambilan data, dengan membandingkan data sensor dengan alat medis.
8. Analisis hasil, untuk mengevaluasi kinerja sistem dari segi akurasi dan stabilitas data.
9. Penyusunan kesimpulan dan saran, berdasarkan hasil analisis.

B. Perancangan sistem

Diagram blok sistem menggambarkan hubungan antar komponen dalam sistem pemantauan kesehatan yang dikembangkan. Sumber daya memberikan tegangan ke ESP32 DevKit dan ESP32-CAM sebagai unit utama pemrosesan dan pengiriman data. Sensor MAX30102 digunakan untuk mengukur detak jantung dan saturasi oksigen (SpO₂), sedangkan sensor MLX90614 berfungsi untuk mengukur suhu tubuh secara non-kontak. Data dari kedua sensor dikirimkan ke mikrokontroler ESP32, yang kemudian memproses data dan menghasilkan sinyal keluaran apabila nilai-nilai pengukuran berada di luar batas normal. Output peringatan ditampilkan melalui indikator LED dan buzzer. ESP32 dan ESP32-CAM sama-sama terhubung ke jaringan Wi-Fi. ESP32 bertugas mengirimkan data kesehatan ke platform Blynk untuk ditampilkan secara real-time, sedangkan ESP32-CAM menyediakan pemantauan visual pasien melalui streaming video berbasis web server lokal. Semua hasil pengukuran suhu tubuh, detak jantung, dan SpO₂ ditampilkan secara langsung pada antarmuka aplikasi Blynk. Hubungan antar komponen sistem ditunjukkan pada Gambar 1

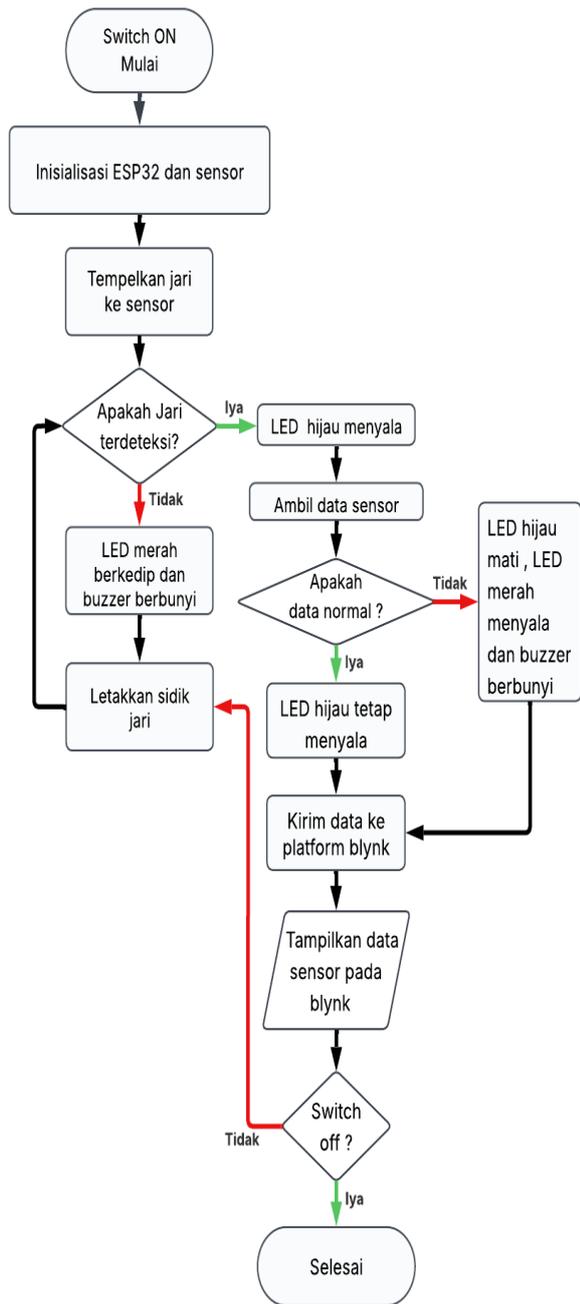


Gambar 1. Diagram Blok Sistem Iot

C. Flowchart Sistem

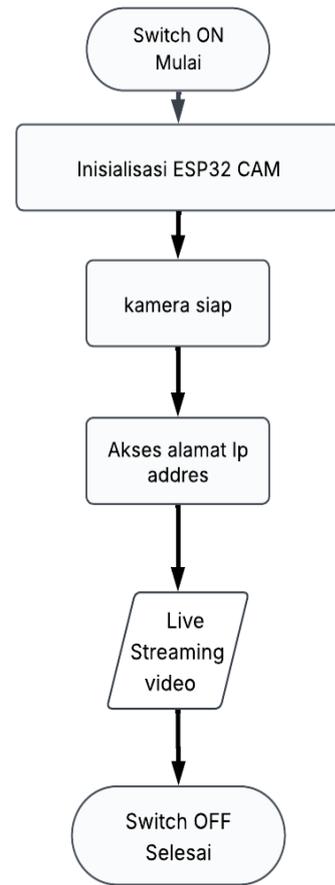
Sistem utama terdiri dari dua unit logika terpisah, yaitu proses kerja ESP32 sebagai pusat pengolahan data sensor dan ESP32-CAM sebagai modul visualisasi. Pada ESP32, proses dimulai dari inialisasi sistem, di mana mikrokontroler menghubungkan diri ke jaringan Wi-Fi dan memulai komunikasi dengan sensor MAX30102 serta MLX90614. Setelah itu, sistem mendeteksi keberadaan jari pengguna. Jika jari belum terdeteksi, indikator LED merah akan berkedip dan buzzer akan berbunyi sebagai peringatan. Ketika jari terdeteksi, sistem mulai mengambil data tanda vital.

Data yang diambil selanjutnya diperiksa apakah berada dalam batas normal. Jika data menunjukkan kondisi abnormal (misalnya suhu tubuh tinggi atau SpO₂ rendah), maka LED merah akan menyala dan buzzer kembali berbunyi, sedangkan LED hijau dinonaktifkan. Setelah pengecekan, data yang telah diproses dikirim secara real-time ke platform Blynk melalui jaringan Wi-Fi. Sistem akan tetap aktif selama jari pengguna terdeteksi pada sensor, dan dapat dihentikan secara manual dengan menekan tombol power. Flowchart dari sistem ESP32 ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Sistem ESP32

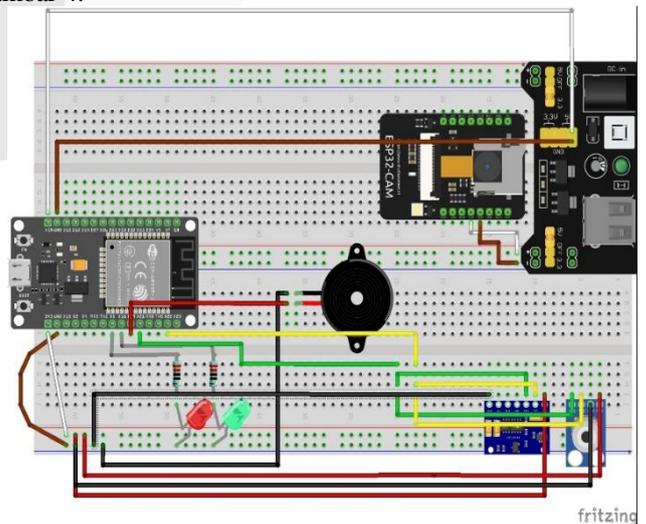
Sementara itu, ESP32-CAM juga memulai proses dengan inisialisasi dan koneksi ke jaringan Wi-Fi. Setelah berhasil terhubung, kamera internal akan aktif dan siap untuk digunakan sebagai media live streaming. Pengguna kemudian dapat mengakses tampilan video dari ESP32-CAM melalui alamat IP yang telah dikonfigurasi di dalam program. IP address tersebut dimasukkan melalui browser yang berada dalam jaringan yang sama. Sama seperti sistem utama, ESP32-CAM dapat dinonaktifkan secara manual dengan tombol power, dan akan terus berjalan selama sistem tidak dimatikan. Flowchart dari proses kerja ESP32-CAM ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Flowchart sistem ESP32-CAM

D. Perangkat Keras

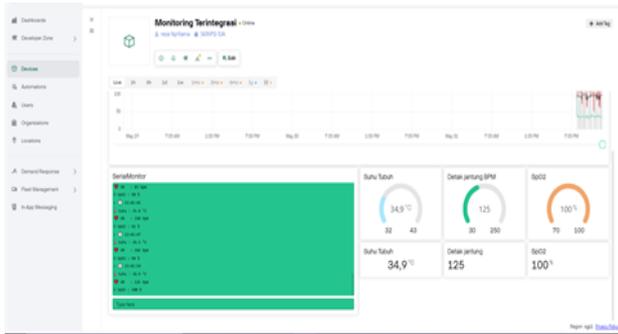
Perangkat keras yang digunakan dalam sistem ini terdiri dari mikrokontroler ESP32 DevKit V1 sebagai pusat kendali, sensor MAX30102 untuk pengukuran detak jantung dan SpO₂, sensor MLX90614 untuk suhu tubuh, serta ESP32-CAM untuk menyediakan pemantauan visual. Selain itu, sistem dilengkapi dengan buzzer dan LED sebagai indikator status kondisi kesehatan pasien. Semua komponen dirangkai pada breadboard dan diberi catu daya melalui modul power supply 3.3V/5V. Desain perangkat keras ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Perangkat Keras

E. Perangkat Lunak

Perangkat lunak utama yang digunakan adalah Arduino IDE, yang berfungsi untuk memprogram ESP32 dan ESP32-CAM, termasuk mengatur pembacaan sensor, pengiriman data ke Blynk, serta konfigurasi koneksi Wi-Fi. Platform Blynk digunakan sebagai antarmuka monitoring, menampilkan data suhu, detak jantung, dan SpO₂ secara real-time dalam bentuk gauge, terminal, dan grafik historis. Pengaturan tampilan dilakukan melalui widget yang tersedia dalam aplikasi Blynk. Desain tampilan pada blynk dapat ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Desain Tampilan Pada Blynk

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor dan Sistem dilakukan untuk memastikan seluruh komponen sistem bekerja dengan baik, meliputi sensor MAX30102 dan MLX90614, modul ESP32 dan ESP32-CAM, indikator LED serta buzzer, serta tampilan data pada platform Blynk. Setiap pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil sistem dengan alat ukur medis sebagai pembanding (pulse oximeter dan termometer digital), serta observasi fungsional pada indikator dan tampilan antarmuka.

A. Pengujian Sensor MAX30102

Sensor MAX30102 digunakan untuk mengukur detak jantung dan saturasi oksigen (SpO₂). Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali dengan membandingkan hasil dari sensor terhadap alat oximeter. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Heart Rate (HR)

No.	HR Alat (bpm)	HR Oxymeter (bpm)	Error Absolut (bpm)	Error Relatif (%)
1	125	104	21	20.19
2	107	98	9	9.18
3	125	100	25	25.00
4	88	89	1	1.12
5	125	102	23	22.55
6	125	104	21	20.19
7	125	99	26	26.26
8	136	102	34	33.33
9	107	90	17	18.89
10	125	100	25	25.00
11	115	98	17	17.35
12	71	88	17	19.32
13	136	99	37	37.37

14	125	100	25	25.00
15	107	101	6	5.94
16	125	99	26	26.26
17	125	99	26	26.26
18	125	99	26	26.26
19	150	102	48	47.06
20	136	104	32	30.77
21	166	108	58	53.70
22	125	104	21	20.19
23	136	104	32	30.77
24	136	104	32	30.77
25	136	104	32	30.77
26	125	102	23	22.55
27	136	104	32	30.77
28	125	104	21	20.19
29	136	99	37	37.37
30	125	98	27	27.55

Pengujian sensor MAX30102 terhadap alat oximeter menghasilkan rata-rata error absolut sebesar 25,77 bpm, dengan rata-rata error relatif sebesar 23,01% dari total 30 pengukuran. Nilai error yang cukup tinggi ini disebabkan oleh variabilitas posisi jari pada sensor, yang berpengaruh terhadap kestabilan pembacaan sinyal detak jantung.

Tabel 2. Hasil Pengukuran SpO₂

No.	SpO ₂ Alat (%)	SpO ₂ Oxymeter (%)	Error Absolut (%)	Error Relatif (%)
1	100	99	1	1.01
2	100	99	1	1.01
3	100	97	3	3.09
4	100	99	1	1.01
5	100	98	2	2.04
6	100	99	1	1.01
7	100	99	1	1.01
8	99	99	0	0.00
9	99	99	0	0.00
10	100	99	1	1.01
11	99	99	0	0.00
12	100	99	1	1.01
13	98	99	1	1.01
14	100	99	1	1.01
15	100	99	1	1.01
16	100	100	0	0.00
17	100	99	1	1.01
18	100	99	1	1.01
19	99	98	1	1.02
20	100	99	1	1.01
21	100	99	1	1.01
22	100	99	1	1.01
23	98	98	0	0.00
24	99	98	1	1.02
25	100	99	1	1.01
26	99	99	0	0.00
27	99	99	0	0.00
28	99	100	1	1.00
29	99	99	0	0.00
30	100	99	1	1.01

Berdasarkan hasil pengujian SpO₂ menggunakan sensor MAX30102 terhadap 30 data pengukuran, diperoleh total error absolut sebesar 26%, yang menghasilkan rata-rata error absolut sebesar 0,87%. Selain itu, total error relatif sebesar 27,53% menghasilkan rata-rata error relatif sebesar 0,92%. Nilai ini menunjukkan bahwa sensor mampu memberikan hasil pengukuran kadar oksigen dalam darah yang cukup akurat dan konsisten, dengan deviasi yang sangat kecil terhadap nilai pembanding dari alat pulse oximeter.

B. Pengujian Sensor MLX90614

Sensor MLX90614 digunakan untuk pengukuran suhu tubuh non-kontak. Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali dan dibandingkan dengan termometer digital.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Suhu Tubuh

No.	Suhu Alat (°C)	Suhu Termometer (°C)	Error Absolut (°C)	Error Relatif (%)
1	35,8	35,8	0,00	0,000
2	35,6	35,7	0,10	0,280
3	35,6	35,6	0,00	0,000
4	35,6	35,6	0,00	0,000
5	35,6	35,6	0,00	0,000
6	35,5	35,6	0,10	0,281
7	35,4	35,5	0,10	0,282
8	35,4	35,5	0,10	0,282
9	35,4	35,5	0,10	0,282
10	35,4	35,5	0,10	0,282
11	35,3	35,4	0,10	0,282
12	35,3	35,4	0,10	0,282
13	35,4	35,4	0,00	0,000
14	35,3	35,4	0,10	0,282
15	35,3	35,4	0,10	0,282
16	35,3	35,3	0,00	0,000
17	35,3	35,3	0,00	0,000
18	35,3	35,3	0,00	0,000
19	35,3	35,3	0,00	0,000
20	35,2	35,3	0,10	0,283
21	35,3	35,4	0,10	0,282
22	35,3	35,4	0,10	0,282
23	35,3	35,4	0,10	0,282
24	35,3	35,3	0,00	0,000
25	35,2	35,3	0,10	0,283
26	35,2	35,2	0,00	0,000
27	35,2	35,2	0,00	0,000

28	35,0	35,1	0,10	0,285
29	35,1	35,1	0,00	0,000
30	35,1	35,1	0,00	0,000

Berdasarkan hasil pengujian suhu tubuh dengan 30 kali pengambilan data, diperoleh total error absolut sebesar 1,60°C yang menghasilkan rata-rata error absolut sebesar 0,053°C. Sementara itu, total error relatif sebesar 4,64% memberikan rata-rata error relatif sebesar 0,15%. Nilai error yang sangat kecil ini menunjukkan bahwa sensor MLX90614 memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan dapat diandalkan untuk pengukuran suhu tubuh secara non-kontak.

C. Pengujian Indikator LED dan Buzzer Sensor MLX90614

LED merah dan hijau serta buzzer berhasil menyala dan berbunyi sesuai logika program yang telah ditentukan. LED merah menyala saat kondisi tidak normal, LED hijau saat kondisi normal, dan buzzer berbunyi sebagai alarm tambahan

D. Pengujian ESP32-CAM

Modul ESP32-CAM berhasil melakukan streaming video secara lokal menggunakan IP address yang telah dikonfigurasi. Namun, pemantauan tidak dapat dilakukan melalui Blynk. Selain itu, ESP32-CAM mudah panas dan performa video dipengaruhi oleh kecepatan koneksi Wi-Fi.

E. Pengujian Sistem Terintegrasi

Pengujian sistem secara menyeluruh dilakukan dua kali, yaitu pada malam hari dan siang hari. Setiap sesi mencakup 10 kali pembacaan data suhu tubuh, HR, dan SpO₂ secara real-time.

Tabel 4. Hasil Monitoring Malam Hari (30 Mei 2025)

No.	Waktu	Suhu (°C)	HR (bpm)	SpO ₂ (%)
1	20:24:07	34.29	83	95
2	20:24:13	34.29	78	94
3	20:24:19	34.25	125	91
4	20:24:25	34.23	125	97
5	20:24:31	34.17	93	92
6	20:24:37	34.21	125	97
7	20:24:43	34.17	136	97
8	20:24:49	34.15	88	97
9	20:24:55	34.17	75	96
10	20:25:01	34.21	125	96

Tabel 5. Hasil Monitoring Siang Hari (31 Mei 2025)

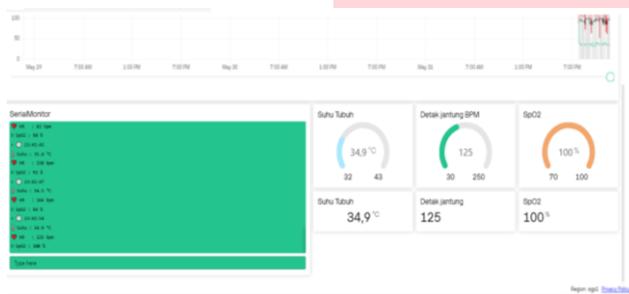
No.	Waktu	Suhu (°C)	HR (bpm)	SpO ₂ (%)
1	13:23:01	35.13	115	78
2	13:23:07	34.89	107	100
3	13:23:13	34.93	187	100
4	13:23:19	34.89	136	100

5	13:23:25	34.89	166	99
6	13:23:31	34.89	107	100
7	13:23:38	34.89	150	99
8	13:23:44	34.97	136	99
9	13:23:50	34.93	93	100
10	13:23:56	34.99	100	92

Meskipun secara umum data dapat ditampilkan secara real-time, terdapat delay sekitar 1–3 detik yang kemungkinan disebabkan oleh kestabilan koneksi Wi-Fi.

F. Tampilan Platform Blynk

Data dari ESP32 berhasil dikirimkan ke platform Blynk, dengan tampilan gauge, terminal, dan grafik historis. Perubahan nilai ditampilkan secara tepat, meskipun terkadang terdapat delay ringan.



Gambar 6. Tampilan Platform Blynk

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT menggunakan ESP32, sensor MAX30102, MLX90614, dan ESP32-CAM. Sistem ini mampu memantau detak jantung, suhu tubuh, dan kadar oksigen dalam darah (SpO₂) secara real-time, serta menampilkan data melalui platform Blynk dan video streaming lokal dari ESP32-CAM. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor MLX90614 memiliki rata-rata error relatif sebesar 0,15% untuk suhu tubuh, sensor MAX30102 memiliki error sebesar 0,92% untuk SpO₂ dan 23,01% untuk detak jantung. Nilai error yang tinggi pada HR dipengaruhi oleh kestabilan penempatan jari dan gangguan sinyal optik. Meskipun sistem bekerja dengan baik, beberapa tantangan ditemukan, seperti keterbatasan durasi pemakaian ESP32-CAM akibat overheating, keterbatasan integrasi video dengan Blynk, serta kestabilan koneksi Wi-Fi dan sensitivitas sensor. Solusi yang diterapkan antara lain adalah pengaturan interval pengiriman data, pembatasan durasi streaming kamera, dan penerapan auto-reconnect Wi-Fi.

Secara keseluruhan, sistem ini menunjukkan potensi yang baik sebagai prototipe monitoring kesehatan jarak jauh yang efisien dan real-time. Penelitian di masa depan disarankan untuk menyesuaikan sistem dengan perkembangan teknologi seperti integrasi AI, memperbaiki akurasi sensor melalui kalibrasi, serta menggunakan platform pemantauan visual alternatif selain Blynk agar pemantauan visual dan data dapat terintegrasi secara menyeluruh.

REFERENSI

- [1] Atif Raza Zaidi, Rabia Javed, Adil Siddique, Muhammad Imran, and A. Ali, "Role of IoT during Covid-19 Crisis: Adoptions, Challenges and Reflections on the Post-Pandemic World," *J. Nanoscope*, vol. 4, no. 1, pp. 1–17, 2023, doi: 10.52700/jn.v4i1.83.
- [2] B. Wulandari and M. P. Jati, "Design and Implementation of Real-Time Health Vital Sign Monitoring Device with Wireless Sensor-based on Arduino Mega," *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.)*, vol. 6, no. 1, pp. 61–70, 2021, doi: 10.21831/elinvo.v6i1.43799.
- [3] S. Khan, S. Ullah, K. Ullah, S. Almutairi, and S. Aftan, "Implementing Autonomous Control in the Digital-Twins-Based Internet of Robotic Things for Remote Patient Monitoring," *Sensors*, vol. 24, no. 17, 2024, doi: 10.3390/s24175840.
- [4] R. Ani, S. Krishna, N. Anju, A. M. Sona, and O. S. Deepa, "IoT based patient monitoring and diagnostic prediction tool using ensemble classifier," *2017 Int. Conf. Adv. Comput. Commun. Informatics, ICACCI 2017*, vol. 2017-Janua, pp. 1588–1593, 2017, doi: 10.1109/ICACCI.2017.8126068.
- [5] H. F. A. and S. E. Sohail Aslam1, Maqsood Ahmad2, *濟無No Title No Title No Title*, vol. 7, no. 2. 2021. [Online]. Available: http://www.joi.isoss.net/PDFs/Vol-7-no-2-2021/03_J_ISOSS_7_2.pdf
- [6] I. M. Adrian Pramuditya, I. G. A. P. Raka Agung, and P. Rahardjo, "Rancang Bangun Alat Uji Periferan Esp32 Devkit V1 - Doit 30 Pin," *J. SPEKTRUM*, vol. 10, no. 4, p. 340, 2023, doi: 10.24843/spektrum.2023.v10.i04.p39.
- [7] M. Muthmainnah and D. B. Tabriawan, "Prototipe Alat Ukur Detak Jantung Menggunakan Sensor MAX30102 Berbasis Internet of Things (IoT) ESP8266 dan Blynk," *JISKA (Jurnal Inform. Sunan Kalijaga)*, vol. 7, no. 3, pp. 163–176, 2022, doi: 10.14421/jiska.2022.7.3.163-176.
- [8] D. Sasmoko, Nur Afifah, and Iman Saufik, "Pengkura Suhu dengan Ir MLX90614 dan NoDeMCU dan Membandingkan dengan Ds18B20 untuk pencegahan Covid 19," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 14, no. 2, pp. 256–260, 2021, doi: 10.51903/elkom.v14i2.523.
- [9] B. Yao, "Applications of phosphorescent organic light emitting diodes," *Highlights Sci. Eng. Technol.*, vol. 26, pp. 52–58, 2022, doi: 10.54097/hset.v26i.3642.
- [10] J. Gaikwad, "Smart Surveillance Rover: Real-Time Monitoring with ESP32-CAM and Pan-Tilt Servo Motor Integration," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 11, no. 12, pp. 425–430, 2023, doi: 10.22214/ijraset.2023.57362.